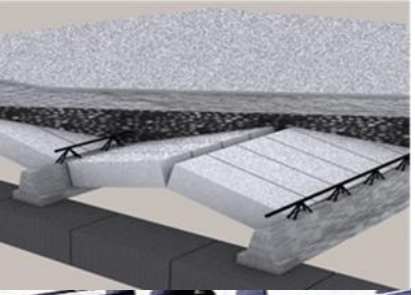


تكنولوجيا بناء المسكن الميسر

بدائل تشييد أقل تكلفة

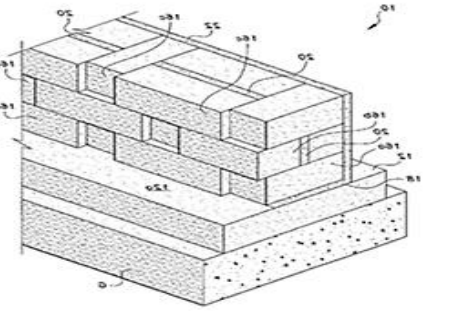
Building Technology of Affordable Housing

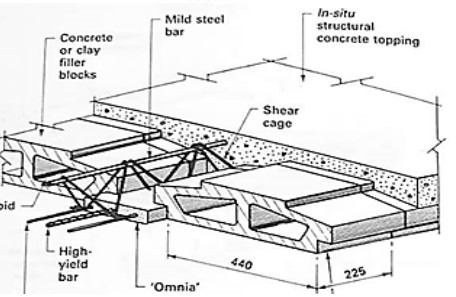
Lower cost construction alternatives

Khaled I. Nabil, PhD
Professor of Building Technology

د. خالد إبراهيم نبيل
أستاذ العمارة وتكنولوجيا البناء

2018





تكنولوجيا بناء المسكن الميسر
بدائل تشييد أقل تكلفة

Building Technology of Affordable Housing
Lower cost construction alternatives

Prof. Khaled I. Nabil د. خالد إبراهيم نبيل
أستاذ العمارة وتكنولوجيا البناء

الطبعة الأولى 2018

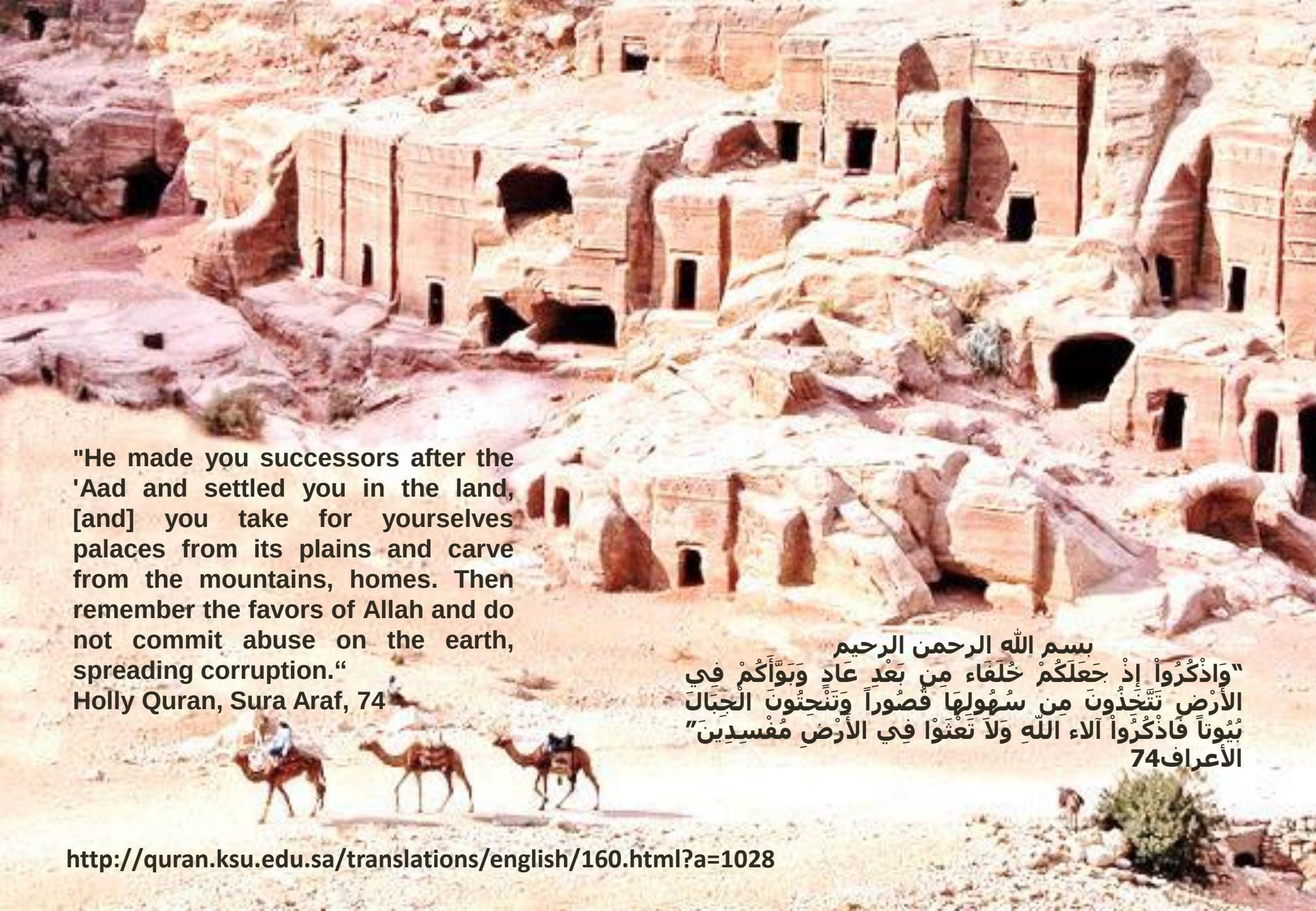
رقم الإيداع 2018/15989

ISBN 978-977-90-5636-4

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف، ولا يسمح بإعادة نشر كل أو أى جزء من الكتاب إلا بموافقة كتابية مسبقة من المؤلف، بإستثناء نظم ومواد البناء.

All rights reserved for the author . No all book or part of this publication may be reproduced, without prior consent, except for building materials & systems.

WWW.khalednabil.net



"He made you successors after the 'Aad and settled you in the land, [and] you take for yourselves palaces from its plains and carve from the mountains, homes. Then remember the favors of Allah and do not commit abuse on the earth, spreading corruption."
Holly Quran, Sura Araf, 74

بسم الله الرحمن الرحيم
"وَاذْكُرُواْ إِذْ جَعَلَكُمْ خُلَفَاء مِن بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأَكُمْ فِي الأَرْضِ تَتَّخِذُونَ مِن سُهُولِهَا قُصُوراً وَتَنْحِتُونَ الْجِبَالَ بُيُوتاً فَاذْكُرُواْ آلاء اللّهِ وَلاَ تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ"
الأعراف74

http://quran.ksu.edu.sa/translations/english/160.html?a=1028

Acknowledgement

This book is dedicated to my dear family for their infinite support. For everyone, who has developed local appropriate building technology; individuals and institutions: i.e. to Hassan Fathi and others like Lauri Baker, Christopher Alexander, Charles Corea, etc. who have improved vernacular architecture and applied it into affordable housing.

Thanks to all collogues, researchers, R&D building centers, contractors and builders who have provided relevant data for lower cost building methods and alternative approaches.

Finally, my appreciation to all, who have encouraged, and helped me to produce this book. Thus, I am presenting this book to all interested researchers, students and practitioners.

إهداء

أهدي هذا الكتاب لأسرتى الغالية، زوجتى شريكة العمر و أبنائي الأحباء على دعمهم اللانهائي. لكل من بذل جهداً فى تطوير تكنولوجيا البناء المناسبة للواقع المحلى، من أفراد ومؤسسات، وللأساتذة فى هذا المجال، وأولهم حسن فتحى، أول من بحث فى طرق ومواد ونظم البناء المتوارثة، وقدمها بطريقة علمية، وأثبت مدى تفوقها البيئى وانخفاض تكلفتها مقارنة بالطرق التقليدية، ولكل أمثاله: لورى بيكر وكريستوفر ألكسندر، وتشارلز كوريا، و آخرين.

وشكراً لكل مراكز بحوث البناء، و المقاولين و البنائين اللذين لولاهم لما كانت هناك طرق تشييد بديلة، ونظم بنائية مختلفة، ولبقيت العمارة و الإنشاء و التشييد بلا تطور، ولبقى الإسكان حكراً على الأغنياء.

وأخيراً، فالشكر و العرفان موصول لكل من قدم لى معلومات، وشجعنى وساعدنى على إنجاز هذا العمل.

والحمدلله الذى أفاض على بنعمة الكثيرة، لذلك فأنا أهدي الكتاب لكل الدارسين والباحثين، نسألكم معها الدعاء، بخير الدنيا و الآخرة.

Contents

المحتويات

Introduction		**مقدمة**
0.1 Preface Editor Word		**1.0 تمهيد.. رحلة بحث**
0.2 Aim & Targeted Readers		**2.0 هدف الكتاب والقراء المستهدفين**
0.3 Book Scope		**3.0 مجال الكتاب**
0.4 Book Structure		**4.0 بنية الكتاب**
Chapter 1: Housing Crisis & Solutions	**17**	**الفصل الأول : أزمة الإسكان..المشكلة والحلول**
Introduction		**مقدمة**
1.1 Reasons of Housing Crisis		**1.1 أسباب الأزمة عالميا**
1.1.1 Housing Crisis in Egypt		**1.1.1 أسباب الأزمة بمصر**
1.1.2 Housing Problem in KSA		**2.1.1 أسباب المشكلة بالمملكة العربية السعودية**
1.2 Housing Crisis Alleviation		**2.1 وسائل تخفيف أزمة الإسكان**
1.3 Affordable: Low Cost Housing		**3.1 المسكن الميسر: المنخفض التكلفة**
1.3.1 Beneficiaries of Affordable Housing		**1.3.1 المستحقين للمسكن الميسر**
1.3.2 Beneficiaries of Affordable Housing in Egypt		**2.3.1 المستحقين للمسكن الميسر بمصر**
1.3.3 Alleviating Housing Crisis in SA		**3.3.1 توصيات التخفيف من أزمة الإسكان بالمملكة العربية السعودية**
1.4 Affordable Housing in Egypt		**4.1 المسكن الميسر وخفض التكلفة بمصر**
1.5 Housing Cost Saving Aspects in India		**5.1 محاور خفض التكلفة بالهند**
1.6 Economic Factors of Housing Production		**6.1 تحليل إقتصاديات إنتاج الإسكان**
1.6.1 Non-Construction Activities		**1.6.1 عناصر تكلفة الأنشطة غير البنائية**
1.6.2 Construction Activities		**2.6.1 عناصر تكلفة الأنشطة البنائية**
1.7 Classifications of Housing Units		**7.1 تصنيف الوحدات السكنية**

Chapter 2: Appropriate Building Technology	**43**	**الفصل الثانى : تكنولوجيا البناء المتوافقة**
2.1 Definitions		**1.2 تعريفات**
2.2 Levels of Building Technology		**2.2 مستويات تكنولوجيا البناء**
2.2.1 Low Building Technology		**1.2.2 تكنولوجيا البناء المنخفضة**
2.2.2 Intermediate Building Technology		**2.2.2 تكنولوجيا البناء المتوسطة**
2.2.3 High Building Technology		**3.2.2 تكنولوجيا بناء عالية**
2.2.4 Advanced Digital Building Technology		**4.2.2 تكنولوجيا بناء متقدمة رقمية**
2.3 Criteria of Appropriate Building Technology;		**3.2 معايير تكنولوجيا البناء المتوافقة**
2.3.1 The owner/designer		**1.3.2 معايير المالك/ المصمم**
2.3.2. Producer/consumer Criteria		**2.3.2 معايير المنتج/المستعمل**
2.3.3. Builder/contractor Criteria		**3.3.2 معايير المقاول/البناء**
2.3.4. Intervener/promoter Criteria		**4.3.2 إجراءات ومعايير المتدخل للترويج والتسويق**
Chapter 3: Innovative & lower cost building materials	**59**	**الفصل الثالث: مواد البناء منخفضة التكلفة والمستحدثة**
Introduction		**مقدمة**
3.1 Selection Criteria of Sustainable Materials		**1.3معايير إختيار مواد البناء المستدامة**
3.2. Classification of Building Materials		**2.3 تصنيف مواد البناء**
3.3 Developed & Innovative Building materials		**3.3 بعض مواد االبناء المطورة و المستحدثة**
3.3.1 Earth Architecture		**1.3.3 عمارة الأرض**
3.3.1.1 Stabilized Earth		**1.1.3.3 التربة المثبتة**

3.3.1.2 Rammed Earth
3.3.2 Stabilizers & Pozolana
3.3.3 Date Palm Leaves & Fibers
3.3.4 Developed Concrete & Cement Alternatives
3.3.4.1 Ash-Crete
3.3.4.2 Gas Concrete
3.3.4.3 Biofuel Concrete
3.3.4.4 Recycled Aggregate
3.3.5 Mycelium
3.3.6 Environmental Cement Alternative; Dead Sea
3.3.7 Nano-structured Materials

2.1.3.3 التربة المدموكة
2.3.3 المواد اللاحمة و البوزولانا
3.3.3 جريد وألياف النخيل
4.3.3 الخرسانة المطورة وبدائل الأسمنت
1.4.3.3 رماد الخرسانة
2.4.3.3 الخرسانة الغازية
3.4.3.3 الخرسانة من نفايات الطاقة الحيوية
4.4.3.3 الركام معاد التدوير
5.3.3 ميسيليوم
6.3.3 بديل أسمنتى بيئى: أسمنت البحر الميت
7.3.3 مواد منشأه بتقنية النانو

Chapter 4: Wall Alternatives 87
Introduction
4.1 Traditional Red Brick: Rat-bond India
4.2 Precast Stone Masonry Blocks: CBRI, India
4.3 Blocks from Agro-Waste: Philippines
4.4 Cut Stone Masonry Wall: Invention by editor
5.5 Sand Bags “Superadobe”: USA, Germany..
5.6 Sandbags: South Africa, Germany, Gaza

الفصل الرابع : بدائل الحوائط
مقدمة
1.4 رباط الطوب الأحمر مصيدة الفأر: الهند
2.4 بلوكات بناء حجرية سابقة الصب: الهند
3.4 بلوكات بناء من المخلفات الزراعية: الفلبين
4.4 حائط مبتكر من الحجر الدستور: إختراع للكاتب
5.4 أكياس الرمل سوبر أدوب: أميركا
6.4 أكياس الرمل: جنوب أفريقيا، ألمانيا ، غزة

4.7 Rammed Earth Walls: International, USA, Australia, Germany..
4.8 Hydraform Interlocking Stabilized Block: India
4.9 Interlocking Concrete Block Veneer: USA
4.10 Speedwall Building System: UK, International
4.11 Re:Build System: Italy, Jordan
4.12 Zipblock Building Block: England
4.13 “Byblocks” Waste Plastic: ByFusion, USA

7.4 حوائط التربة المدموكة:
العالم، أستراليا، المانيا، أمريكا
8.4 بلوكات هيدرافورم المعشقة المثبتة: الهند
9.4 بلوكات خرسانية معشقة للواجهات: أميركا
10.4 سبيد وول نظام بناء منخفض التكلفة: إنجلترا
11.4 نظام بناء ريبلد: إيطاليا، الأردن
12.4 بلوكات زيبلوك من بوليورثان: إنجلترا
13.4 «بيلوك» من نفايات البلاستك: الولايات المتحدة

Chapter 5: Floor Slabs & Roofs Alternatives 131
Introduction
5.1 RC Joist & Block Floors: Austria, Egypt, India.
5.2 Precast Joist-Block System:UK..
5.3 The Jetfloor & Polystyrene Blocks: UK, EU.
5.4 Span Block: NCM, USA.
5.5 Precast RC Joist & Sand-Lime Block Slab System: Editor, Egypt.
5.6 In-situ ordinary Concrete Vaults and Partial prefabricated Joists: Editor, Egypt.
5.7 In-situ lime Pozzolana Vaults on Brick Segment arches: Editor, Egypt.
5.8 BINISHELL: USA, International.

الفصل الخامس : بدائل الأسقف والبلاطات 131
مقدمة
1.5 أعصاب خرسانة مسلحة وبلوكات: النمسا، مصر، الهند.
2.5 أعصاب خرسانة مسلحة جاهزه و بلوكات: إنجلترا، ألمانيا، غانا.
3.5 جيت فلور: أعصاب وبلوكات بوليستيرين، المملكة المتحدة.
4.5 سبان بلوك: رابطة البنائين بالخرسانة، الولايات المتحدة الأمريكية.
5.5 سقف من بلوكات الطوب الرملى الخفاف، وأعصاب خرسانية جاهزة: الكاتب، مصر، تونس.
6.5 سقف مقببا من الخرسانة العادية وأعصاب خرسانية سابقة التجهيز جزئيا: الكاتب، مصر.
7.5 سقف مقببا من بوزولانا الجير على عقود موتوره (مقوسه) من الطوب: الكاتب، مصر.
8.5 أسقف قشرية : بنى شيل، الولايات المتحدة، العالم.

5.9 Pre-stressed Cored Slab: CBTDC, China.
5.10 Indian Slabs & Roof Technology, BMTPC:
- Precast RC plank roofing system.
- Partly precast RCC joist and brick panels.
- Precast brick arch panel roofing system.
- Precast RC channel roofing.
- Precast RCC cored, hollow slab units.
- Brick funicular shell on edge beam.
- Precast RC funicular shell on partial precast joist.
- Ferro cement long funicular shells.

Chapter 6: Integrated Building Systems 179
Introduction
6.1 Insulated Concrete Forms:
ICF Australia, SA.
6.2 Glass Fiber Reinforced Gypsum Panels: Hamann System, Australia, India, SA.
6.3 Inovatec™ : USA, InnoVida Egypt , SA.
6.4 NCT: Germany, Malaysia & SA.
6.5 Habitech International Building System: LOK BILD, Thailand, Asia.

9.5 وحدات سقف طولية مفرغة سابقة الإجهاد: الصين.
10.5 تقنيات اسقف وبلاطات إنشائية هندية:
- ألواح خرسانة مسلحة مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- بانوهات طوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- بانوهات مقوسة من الطوب مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- وحدات « مجارى» جاهزة من الخرسانة المسلحة.
- وحدات سقف طولية مفرغة سابقة التجهيز.
- وحدات قشرية مقببة مربعة على كمرات محيطية.
- وحدات قشرية مقببة مربعة، مع أعصاب سابقة التجهيز.
- وحدات قشرية «قبو» طولية سابقة التجهيز.

الفصل السادس : النظم البنائية المتكاملة
مقدمة
1.6 قوالب الخرسانة المسلحة المعزولة : ICF
أستراليا، المملكة العربية السعودية.
2.6 بانوهات الجبس المسلح باللألياف الزجاجية:
نظام هامان ،أستراليا - الهند - المملكة العربية السعودية.
3.6 إنوفيدا تك : الولايات المتحدة، إنوفيدا مصر، السعودية.
4.6 نظام NCT :ألمانيا - ماليزيا - السعودية.
5.6 نظام بناء هابيتك : لوك بيلد، تايلاند، العالم.

6.6 ISB of Light Concrete: Hungary.
6.7 Galvanized Steel Frame: Cold drawn steel, Marsoos, SA.
6.8 Shipping Containers: Texas, USA.
6.9 Shipping Containers: Denmark.
6.10 3D Printed Buildings: Win Sun, China.

6.6 نظام أى إس بى للخرسانة الخفيفة،: المجر.
7.6 إطارات الحديد المجلفن للمبانى السكنية: «الحديد البارد» بالمملكة العربية السعودية.
8.6 تدويرحاويات الشحن: الولايات المتحدة.
9.6 تدويرحاويات الشحن: الدنمارك.
10.6 الطباعة الثلاثية للمبانى: وين سن الصين.

Appendix 227
Appendix 1: Precast Stairs for self Help Housing
Appendix 2: Step-block Precast Stair, US Patent 9347224, Assigned by: Umm Al-Qura University, SA, Invention by editor.
Appendix 3: Finishing Techniques for Minimum
Cost Housing: Editor.
Appendix 4: Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction: Editor.
Appendix 5: Role of Building System and Materials towards Achieving the Economical and …
(An Analytical Comparative Study on Systems and Materials regarding the Building of the project of Family Houses in October 6th city), Conference Proceedings of Technology & Sustainability in Omran, King Saud University, SA, (2010) by Dr. Ahmed Fathi Ibrahim.

الملحقات
ملحق 1: السلالم سابقة الصب لإسكان الجهود الذاتية: الكاتب
ملحق 2: بلوك-درج سلم سابق الصب، براءة إختراع، مكتب براءات الإختراع الأمريكى 9347224: الكاتب
ملحق 3: تقنيات التشطيب لإسكان ذوى أدنى الدخول : الكاتب
ملحق 4: إعادة إستخدام حطام المبانى المهدمة للتعمير ما بعد الحرب: الكاتب
ملحق 5: دور أنظمة ومواد البناء في تحقيق الاعتبارات الاقتصادية والبيئية للإستدامة في المسكن الميسر
(دراسة تحليلية مقارنة لنظم ومواد بناء مشروع إسكان البيت العائلي بمدينة السادس من أكتوبر)، مقررات مؤتمر التقنية و الاستدامة في العمران الرياض 1431 (2010) جامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية . د. أحمد فتحى إبراهيم.

Preface…editor word

This book is the sum of a professional and research journey started after I have got my BSc in Architectural Engineering, housing branch, from Alexandria University in 1981. I realized how acute is the housing crisis in Egypt, specially the technical side, as there were no lower cost building methods. Thus I have studied “The Construction of Low-income Housing” in many countries during my first Master in building construction. In 1989 I won a scholarship to study MA in UK, where I took the chance to collect my needed data for my Ph.D. in Architecture from Cairo University Egypt, with collaboration of Pennsylvania State University titled “Towards appropriate Self-Build Technology”.
I came up with an interlocking building system, which I have tried to produce later in Ohio state University, that was the base of 2 US patents in a wall and a vaulted roof slab.
As I kept working professionally, I became a design consultant in 1996, -from the Egyptian Engineering Syndicate-, and I won several architectural competitions.

تمهيد ..كلمة الكاتب

هذا الكتاب محصلة رحلة علمية وعملية وحياتية، بدأت بعد تخرجى عام 1981 من شعبة الإسكان بقسم العمارة بكلية الهندسة جامعة الأسكندرية، حيث بدأت حياتى المهنية كمعيد بالكلية، ومهندس شاب يبحث عن شقة للزواج، فأدركت عمليا عمق أزمة الإسكان، وبالرغم من النهضة العمرانية فى بداية الثمانينيات، إلا أن تكلفة المعروض لا يتناسب مع الدخول المتوسطة حين ذاك. وقد تزامن ذلك مع تسجيلى للماجيستير، وكنت قد إندهشت أثناء دراستى للمعجزات التصميمية والبنائية للمصريين القدماء، فقررت البحث فى تصميم وبناء الهرم الأكبر -والذى لم يعرف بالتحديد حتى الآن أسراره- ، ولكنى وجدت نفسى مندفعا للبحث فى جذور مشكلة الأسكان التى تؤثر إقتصاديا وإجتماعيا وبيئيا على المجتمع المصرى.
وكان الحديث يتزايد عن زحف البناء لضواحى المدن، وتجريف التربة الزراعية الخصبة المنتجة للغذاء، لتحرق فى قمائن على ضفاف النيل، لتحول إلى طوب أحمر، فتزيد الجو تلوثا...
وكلما سافرت وشاهدت مداخل المدن على طول الدلتا و الصعيد، اندهش لشكل المبانى التقليدية من الطوب الأحمر و الخرسانه بلا بياض، فيزعجنى المنظر بمعناه ومحتواه وحتى شكله جماليا...مما دفعنى حسى المعمارى وحاجتى السكنية للتساؤل: ألا توجد طرق بناء وتشييد بديلة أقل تكلفة، و أكثر جمالا ومحافظة على البيئة ؟

I have tried to apply my knowledge in affordable housing, transfer appropriate building technology, through local builders, NGOs and concerning government bodies. In the meanwhile, I became a professor in Architecture and building technology in 2004, and kept moving to teach and research between many universities in Egypt, Saudi Arabia and United Arab Emirates. Strangely enough, where fever I felt satisfied of coming up with a lower cost building method or a technique, the Egyptian government issues new housing and economic policies, which severely damages the housing market!! As they have freed the Egyptian pound's exchange rate in Sep 2017, which has doubled all prices..

Since there is no similar books in affordable housing and lower cost construction alternatives in Arabic and few others in English, the book is intended to fill such gap. I believe that knowledge should be transferred for the sake of humanity, and that any cost saving could sum up to billions of dollars, considering the magnitude of the housing deficit in most countries.

وبالرغم من عثورى على عدة شقق بمساحات اصغر، وتكلفة أقل، إلا أنها ما زالت فوق قدرة الغالبية، مع إختفاء نظام التأجير، وشيوع التمليك، بدءا من ربع لثلث تمليك ! تحايلا على قوانين سيئة ادت لتنامى المشكلة. وأدركت ساعتها أن المشكلة ليست تصميمية بقدر ما هى سياسية/إقتصادية، وجوهرها بنائى من طرق ومواد بناء.

لذلك فقد تجاهلت موضوع الهرم الأكبربالماجيستير، وإستبدلته بالبحث فى مشكلة الإسكان لمعرفة أبعادها، وكيف وصلنا لما نحن فيه فى منتصف الثمانينات، مع التركيز على تكنولوجيا البناء المنخفض التكاليف لمحدودى الدخل (نبيل، خالد 1986). وبعدما إستوعبت أبعاد المشكلة، التى تعانى منها معظم دول العالم، قمت بدراسة محاولات مجموعة من الدول -النامية بدأ بمصر ثم المتقدمة-، لتشييد الإسكان الإقتصادى لمحدودى الدخل. وكانت دهشتى لوجود بعض المحاولات الناجحة بمصر ولكن لم تستمر كتجربة شركة المقاولون العرب بمدينة الصالحية الجديدة، التى طبقوا فيها سبعة نظم بناء مختلفة مع دراسة مقارنة لعناصر التكلفة و الجودة والوقت، والتى قام آخرون بدراستها وتقييمها حسبما سيرد لاحقا.

ولقد خرجت بمعلومات قيمة وخلفيه علمية من الماجيستير، وسعت آفاقى المعرفية، وكان من نتائجها أنه لا يمكن تخفيض التكلفة دون معرفة الأسباب الأصلية التى أدت لما نحن فيه..والسبب الأصلى الأكثر تأثيرا هو السياسات الخاطئة و المدمرة "لعملية وآليات الإسكان"، التى تتضمن أبعادا سياسية وإدارية وإقتصادية وإجتماعية وتخطيطية وتصميمية/بنائية وتكنولوجية وبيئية.

وأنه إذا لم يكن لنا سيطرة على القرارات العلوية، فإنه يمكن بالبناء بالمواد البيئية المتوفرة، و الجهود الذاتية خفض تكلفة المواد والعماله، فقمت بالتسجيل للدكتوراه بجامعة القاهرة تحت عنوان "نحو تكنولوجيا البناء المتوافقة و الجهود الذاتية"، لإستكمال ما بدأته فى الماجيستير.
وفى عام 1989 وفقنى الله فى الفوز بمنحة من المجلس البريطانى لدراسة الماجيستير بجامعة يورك بإنجلترا، فقررت إستغلالها لجمع المادة العلمية للدكتوراه، بالبحث عن طرق ومكونات البناء الجاهزة المناسبة لمن يبنون لأنفسهم، و التى طبقت بالعديد من الدول النامية التى تتشابه ظروفها مع مصر و المناخ الحار عامة، كالهند والصين و الأردن..
وما ان بدأت بحثى حتى وجهنى مشرفى الإنجليزى: تشارلز كوبرن، بأن طرق ومواد البناء المستحدثة كثيرة بالعالم، و أن الأهم ليس جمعها وتصنيفها وتحليلها فنيا فقط، ولكن دراسة عملية التطبيق ككل، لمعرفة اسباب نشأتها ولماذا نجحت أو فشلت فى الإنتشار...فتذكرت عندها تجربة أستاذنا حسن فتحى-الذى حصل على جائزة افضل مهندس معمارى بالعالم من الأمم المتحدة- بينما مشروعه بالقرنه، قد فشل لأسباب خارجة عن إرادته لتعقيد الواقع المصرى، فمات المشروع بينما عاشت افكاره وأصبحت منهجا يدرس لعمارة الفقراء بالعالم، حتى أن أحد زملائى الهنود، قال لى أن كتابه هو إنجيلهم !!

عند ذلك قررت دراسة تكنولوجيا البناء كعملية متكاملة بدءا من التصميم، فالإنتاج، فالبناء فالترويج وإقناع المستعملين و المقاولين بطرق بناء مبتكرة..وهو ما تمكنت من إنجازه، عندما أكرمنى الله بعدها مباشرة فى عام 1991، بمنحة أخرى للدراسة بالولايات المتحدة بجامعة ولاية بنسلفانيا.
ولدى إنتهائى من دراسة تلك المراحل، ولعدم وجود نظم مناسبة للجهود الذاتية بمصر، ولطبيعتى العملية و التصميمية، قمت بتصميم نظام بناء لبلوكات معشقة، مصنعه من الطوب الترابى المثبت، تبنى بلا مهارة، كمكعبات الليجو. لهذا إنتقلت من قسم الهندسة المعمارية بجامعة بنسلفانيا إلى قسم المواد بالهندسة الإنشائية لجامعة ولاية أوهايو، لعمل النموذج المصغر. وقد أنجزته مع نموذج آخر لسلم جاهز سهل البناء، لكى يكون نظاما كاملا من حوائط واسقف وسلالم، وهو ما حصلت بعده على براءة إختراع دولية.

وإستمرت مسيرتى العملية/العلمية فى محاولة ملء الفراغ البحثى فى تكنولوجيا البناء المتوافق رغم صعوبته، لجمعه ما بين العمارة والتشييد والإنشاء ومواد البناء، فقمت بنشر العديد من الأبحاث، كان معظمها يدور حول الإسكان المنخفض التكاليف وطرق و مواد التشطيب، ومحاولة التطبيق كلما أمكن.
وهو ما أدى لتسجيلى عدة براءات إختراع فى هذا المجال، تتعلق بعناصر المبنى الإنشائية كالحوائط، و السقف و السلم وحتى قواطيع متقدمة تكنولوجيا، فى مكتب براءات الإختراع الأمريكى. ويضم الكتاب بعضا من هذه الأبحاث و الإختراعات فى الفصول المتعلقة بها.

ويجدر الإشارة ان عدم وجود مرجع لتكنولوجيا البناء المخفضة التكلفة و تقنيات البناء الميسر، قد دفعنى لتضمين تلك التقنيات و بعض نظم البناء، التى نجحت فى بيئات مشابة للمنطقة العربيه -رغم حداثة بعضها- ، لإنها لم تنشر أو لا يعلم بها القائمون و المهتمون بذلك المجال، نظرا لإن تكنولوجيا البناء لا تتطور بسرعة التكنولوجيات الأخرى وبالتالى تبقى المعلومة جديدة.
الكتاب يضم 40 بديلا لطرق ومواد البناء والتشييد: 13 للحوائط، 17 للسقف و10 نظم بناء متكاملة. وبالطبع يمكن لمن يبحث عن معلومات مستفيضة لبديل ما، أن يرجع للمراجع الأصلية المرفقة بنهاية كل فصل.

وإذا كان المسكن أغلى ما يملكه الإنسان – ويقضى العديد عمرهم دون إمتلاكه، فتجريب الجديد ينطوى على مخاطره يصعب إتخاذها. وقد تبين فى دراسه عن تسويق منتجات البناء الجديدة بالولايات المتحدة ، أن المبتكر منها يأخذ 20 عاما لكى يستخدمه فقط 50% من المستعملين ! وهذا بأحدث الأمم وأكثرها إنفتاحا، فما بالنا بإقدم دول العالم -مصر-؟ أو الدول المحافظة الطابع، الكلاسيكية المزاج، حيث التغيير صعبا جدا، و المخاطرة أكثر صعوبة على الفقراء.

ومن المفارقات فى رحلة البحث عن طرق ونظم ومواد بناء منخفضة التكلفة، أنه كلما سعدت بالوصول لطرق متوافقة مع مصر، قد تخفض التكلفة فى حدود الثلث مثلا، تصدر قرارات سياسية/ إقتصادية تربك سوق الإسكان، فترفع أسعار الأراضى ومواد البناء وبالتالى العمالة. وكان أخرها قرار تعويم الجنيه المصرى فى سبتمبر 2016 الذى ادى لهبوط سعر الجنيه مقارنة بالعملات الأخرى مائه بالمائه، وبالتالى إنخفاض القيمة الشرائية للجنيه المصرى لنصف قيمته ! مما إنعكس على عناصر التكلفة بنفس القدر.
ولا يمكن تبرير قرارات خاطئة على مدى أكثر من نصف قرن، أو التحجج بالواقع الذى خلقته السياسات المدمرة للإقتصاد عامة و الإسكان خاصة. والدليل على ذلك الإرتفاع المطرد فى التكلفة، مع قلة المعروض. وأن عدد الوحدات السكنية المغلقة قد وصل ل12 مليون وحده حسب إحصاء 2017، مما يكفى لحوالى 50 مليون نسمه، فى حين أن العجز السكنى يتخطى 3 مليون وحده !! (الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء 2017). ذلك أن سوء إدارة الإقتصاد، قد دفع المقتدرين لشراء وحدات سكنية، ليس للسكنى ولكن كوعاء إستثمارى، أو مخزنا للقيمة تجنبا لإنخفاض الجنيه المستمر.

وعزائي أن سنة الحياة التطوير، وسيأت يوم ما يتحقق فيه الحكم الرشيد، وتتخذ القرارات من المتخصصين للمصلحة العامة. و أن أى خفض فى التكلفة فهو نسبى لما هو قائم، ومهما كان صغيرا، ففى مشاريع الإسكان الكمية، يصبح مئات الملايين أو مليارات. وعلى الله قصد السبيل.

Book Objectives & Readers:

- Present scientific reference for appropriate building construction alternatives for involved actors in housing and building industry; architects, engineers, contractors, decision makers and real estate developers.
- Transfer of low cost housing technologies which have been applied or proposed in similar hot arid climates.
- Provide architectural and building knowledge for self-builders and seekers of affordable housing.
- Development of local building techniques, from building materials to construction methods, to be more effective and competitive.
- Scientific contribution to development plans in the Arab region, where housing deficit exceeds many millions of housing units. Thus any cost reduction of construction, would save billions..

أهداف الكتاب والقراء المعنيون:

- تقديم مرجعا علميا لبدائل التشييد والبناء المتوافقة والظروف المحلية، للعاملين فى مجال الإسكان وصناعة البناء: المعماريين و المهندسين من مصممين و تنفيذيين، صناع القرار، والمطورين العقاريين.
- نقل تكنولوجيا بناء الإسكان المنخفض التكاليف التى طبقت وثبت نجاحها بدول العالم ذات الظروف البيئية المشابهة.
- توفير ثقافة معمارية وبنائية مطلوبة لمن يبنون لأنفسهم، و الباحثين عن المسكن الميسر.
- تطوير تقنيات البناء المحلية من مواد بناء وطرق تنفيذ لتصبح اكثر فاعلية ومنافسة.
- المساهمة العلمية فى الخطط التنموية لدول المنطقة العربية، الهادفة لتوفير المسكن الميسر، ذلك أن أى خفض في تكلفة ملايين الوحدات السكنية المطلوبة بمصر أو المملكة العربية السعودية، أو الدول التى مرت بحروب أهلية، سوف يوفر للدولة المعنية المليارات.

Book Scope:

The book is dedicated to the technological side of constructing affordable housing, known also as economical, social or low cost housing.
It provides and present appropriate lower cost construction alternatives of urban, low-rise – between 2 to 4 floors- for Egypt, Saudi Arabia in particular, and for the Arab hot arid region in general. It excludes building with timber, bamboo, steel framing and total prefabricated building systems.

Book Structure:

The book is divided into an introduction, six chapters and the appendixes. First three chapters are theoretical about the housing crisis, building technology and developed or innovative building materials. The following three chapters are the book technical core of wall, roof slab's alternative and integrated building systems. Appendixes include relevant research of the author -which one is about low cost finishes-, and some other comparative studies of building construction methods.

مجال الكتاب:

يختص الكتاب بالجانب التنفيذى التكنولوجى للإسكان الميسر، أو ما يسمى بالإقتصادى أو الإجتماعى أو المسكن المنخفض التكاليف حسب التسميات الدولية المختلفة.
ويتعلق أساسا بتوفير وعرض بدائل مواد وطرق تشييد، ونظم بناء المساكن الحضرية المنخفضة الإرتفاع -مابين 2-4 أدوار- لمصر والمملكة العربية السعودية خاصة، و المنطقة العربية عامة، سواءا كانت مساكن منفصلة أو عمارات سكنية. ويركز الكتاب على المواد و الطرق المناسبة للمناخ الحار الصحراوى، لذلك يستبعد البناء بالخشب او البامبو أو الهياكل الحديدية المكلفة أو سبق التجهيز الكامل.

بنية الكتاب:

ينقسم الكتاب لمقدمة، وستة فصول والملاحق.
الثلاثة فصول الأولى نظرية، عن أزمة الإسكان وتكنولوجيا البناء، ومواد البناء المطورة والمستحدثة، حسب ترتيبها.
الثلاثة فصول الثانية عملية، تختص ببدائل الحوائط فالأسقف، فالنظم البنائية المتكاملة. وينتهى الكتاب بالملاحق، التى تضم بعض أبحاث المؤلف، -من بينها بحثا عن التشطيبات المنخفضة التكلفة- و آخرين عن موضوع الكتاب و مقارنات بين بعض طرق ونظم البناء و التشييد.

Chapter 1:

Housing Crisis & Solutions

“Everyone has a fundamental human right to housing, which ensures access to a safe, secure, habitable, and affordable home with freedom from forced eviction.
It is the government’s obligation to guarantee that everyone can exercise this right to live in security, peace, and dignity”

UN Housing right 2002

الفصل الأول :

أزمة الإسكان..المشكلة والحلول

«يحق لكل فرد الحصول على مأوى صحى وآمن، يحقق السلامة بتكلفة ميسرة، يحتوى على الخدمات و الإحتياجات الأساسية، مع التمتع بكامل الإختيار وضمان حقه دون التعرض للطرد. إنه فرض على الحكومة أن تضمن لكل فرد ممارسة حقه فى العيش بأمان وسلام وكرامة»

برنامج الأمم المتحدة للحق فى السكن 2002

Chapter 1:

الفصل الأول :

Housing Crisis & Solutions

أزمة الإسكان..المشكلة والحلول

Introduction

1.1 Reasons of Housing Crisis

1.1.1 Housing Crisis in Egypt

1.1.2 Housing Problem in KSA

1.2 Housing Crisis Alleviation

1.3 Affordable: Low Cost Housing

1.3.1 Beneficiaries of Affordable Housing

1.3.2 Beneficiaries of Affordable Housing in Egypt

1.3.3 Recommendations for Alleviating Housing Crisis in SA

1.4 Affordable Housing in Egypt

1.5 Housing Cost Saving Aspects in India

1.6 Economic Factors of Housing Production

1.6.1 Non-Construction Activities

1.6.2 Construction Activities

1.7 Classifications of Housing Units

مقدمة

1.1 أسباب الأزمة عالميا

1.1.1 أسباب الأزمة بمصر

2.1.1 أسباب المشكلة بالمملكة العربية السعودية

2.1 وسائل تخفيف أزمة الإسكان

3.1 المسكن الميسر: المنخفض التكلفة

1.3.1 المستحقين للمسكن الميسر

2.3.1 المستحقين للمسكن الميسر بمصر

3.3.1 توصيات التخفيف من أزمة الإسكان بالمملكة العربية السعودية

4.1 المسكن الميسر وخفض التكلفة بمصر

5.1 محاور خفض التكلفة بالهند

6.1 تحليل إقتصاديات إنتاج الإسكان

1.6.1 عناصر تكلفة الأنشطة غير البنائية

2.6.1 عناصر تكلفة الأنشطة البنائية

7.1 تصنيف الوحدات السكنية

Introduction

There are housing problems everywhere, in industrialized as well as developing countries. In Jakarta, Manila, Mexico City, and Calcutta millions of squatters camp indefinitely in structures made of cardboard, sheet plastic and flattened cans, on strips of land beside canals and railways, sometimes even in the shadows of high-rise “low-cost” housing. In the urban United States, the great majority of homeowners could not afford to purchase the homes they live in today if they had to do so at today’s prices

(Bartecchi, David 2011).

Housing problem could take many shapes: quantitative, simply as a shortage, where housing market in which the supply of livable dwelling units is insufficient to meet demand or need. Supply should be more, considering free movement seeking jobs or as a result of socio/economic condition change. Another shape of the problem; could be qualitative, where housing supply –types- doesn't match users, socially or economically (Alwakeel, S. 2008)

مقدمة

مشكلة الإسكان تشمل العالم كله، الدول المتقدمة والنامية والمتخلفة على حد سواء. ففى القاهرة، جده، جاكرتا، مانيلا، المكسيك، كلكتا، الملايين يسكنون العشوائيات، ومنشآت من الكرتون والصفيح والخيم، حتى تحت ظلال الأبراج السكنية. فالأغلبية لا تستطيع تأجير مسكن مناسب، ناهيك شراء منازل، لإرتفاع التكلفة عن قدرات الناس العادية بمعظم العالم. وحتى بأغنى دول العالم- الولايات المتحدة، فإن أغلبية ملاك المساكن لا تستطيع شراؤها باسعار اليوم (Bartecchi, David 2011).

تأخذ المشكلة اشكالا عديدة أبرزها النقص فى عدد الوحدات المطلوبة للسكان بالقياس إلى عدد الوحدات السكنية المعروضة. أى أن المشكلة فى هذه الحالة هى مشكلة عددية كعلاقة بين عدد الوحدات السكنية وعدد الأسر، وعلى كل حالة يمكن اعتبارها مشكلة مؤقتة تزول بسد النقص فى الوحدات الى الحد الذى يفى باحتياجات السكان (عدد الأسر) علاوة على نسبة من الوحدات تسمح بحرية التنقل من مسكن إلى آخر وفقا لظروف اجتماعية أو اقتصادية تتغير دائما وقد تكون المشكلة هى عدم مناسبة نوع الإسكان لنوعية السكان وهو ما يعبر عنه بالمشكلة النوعية. قد يكون عدد الوحدات السكنية مناسبا لعدد الأسر فى المدينة أو فى الحى أو فى المنطقة، ولكن نوع المسكن housing types لا يناسب مع بعض شرائح السكان ، سواء إجتماعيا او إقتصاديا بمعنى أن المسكن غير مناسب لعدد افراد الأسرة ، كأسرة من عشر اشخاص ولهم مسكن من ثلاث حجرات ، أو اسرة تدفع من 40-50% أو أكثر من دخلها الشهرى كإيجار لمسكن . وينتج عن ذلك ما يعرف بأن المشكلة تتمثل فى عدم مناسبة نوع الإسكان لنوعية السكان وهو ما يعبر عنه بالمشكلة النوعية (الوكيل،شفق 2008).

HOUSING

The problem could also be the distribution of population in state or region, where housing areas are not the same as jobs' areas, without proper transportation to link both areas. Some developing countries invest in mega projects without studying proper affordable housing, e.g. the new capital of Egypt.

The lack of a comprehensive plan of housing, economic development and construction, based on socio/economics, urban planning, finance, land polcies, appropriate building technology could lead to more housing units, but inappropriate to the market (Alwakeel, S 2008).

UN considers that almost 2 billion without proper housing is a poverty/housing crisis, thus HABITAT thinks that appropriate housing policies will contribute to economic development, which would reflect on living conditions(UNCHS 1995).

Providing appropriate shelter is one of the Human Right's Declaration of Geneva, governments should be committed to housing provision with its broad meaning (Toepfer 2000).

وقد تأخذ المشكلة مظهرا آخر من حيث توزيع الاسكان فى الدولة أو فى الأقليم وعندما لا تتم دراسة الاسكان مع العمالة فى وقت واحد فإنه من الممكن ان تكون المشكلة السكنية هى مشكلة توزيع لوحدات سكنية فى مناطق غير مناطق العمل ، كما فى بعض المدن والمجتمعات الجديدة التى توفر المسكن المناسب ولا توفر العمل الملائم (الوكيل، شفق 2008).

إن عدم وجود خطة أساسية للاسكان والتعمير، بقدر معرفة نوع الاسكان، عدد الوحدات، المساحات، التركيب الاجتماعى والاقتصادى للسكان، التصنيف العمرى، عدد الأسر، متوسط حجم الأسرة، سياسة التمليك أو الإيجار، الاسكان الاقتصادى (الميسر) ومحدداته، مدى تدخل الدولة بالدعم او خلافه، أساليب التمويل المتعددة، فرص العمالة ، التخطيط العمرانى بكل مستوياته ، نظم البناء المناسبة، مواد البناء المنخفضة التكلفة... إلخ، قد يؤدى لبناء وحدات أكثر، ولكنها لن تحل المشكلة.

و عموما فالأمم المتحده تعتبر إن وجود قرابة 2 مليار نسمه بلا مأوى مناسب على مستوى العالم، مشكلة فقر وإسكان معا. لذلك فإن هابيتات HABITAT تربط بين العمل لمحو الفقر وتطوير الظروف المعيشية (UNCHS 1995). فإذا كانت سياسات الإسكان ملائمة ستساهم في النمو الاقتصادي وتنعكس على الحالة المعيشية والعكس. أن توفير المأوى المناسب من الحقوق الطبيعية للأفراد والجماعات كما جاء في إعلان حقوق الإنسان الدولي بجنيف. أي أن الحكومات ملزمة بتوفير هذا المأوى، بمعناه الواسع وليس الحرفي (Toepfer 2000).

وإذا كانت مظاهر المشكلة السياسية والإقتصادية لا تخفى على الحكومات والشعوب، فإن مظاهرها الإجتماعيا أكثر وضوحا، خاصة على الطبقات المتوسطة والفقيرة.

The housing crisis goes deeply beyond policy & economy into many social consequences; overcrowding both in home & city, slums, remote & unsafe districts, crimes and even psycho/physical illness. Poverty derives lower income families to spend greater shares of their income on housing, which leaves less for food, education.., creating weaker generations.

1.1 Reasons of Housing Crisis

There are multiple reasons; political, economical, social, organizational, technical, planning and environmental, due to the different Housing aspects, (Nabil, Khaled 1986). The crisis gets worse with natural disasters and civil wars; as happening in many Arab nations; Iraq, Syria, Libya & Yemen- which destroys not only existing housing stock, but also basic infra-structure, creating massive refugee problems, who needs relocation and mass housing schemes.

ومن أبرز المظاهر زيادة معدلات الإزدحام سواءا على مستوى المسكن بزيادة معدل الإشغال للغرفة الواحدة ، أو مستوى المدينة أفقيا و رأسيا، وظهور المناطق العشوائية (مسعود، أسامة 2000). بالإضافة للتفكك الأسرى جراء عدم قدرة الأسرة على توفير المسكن المناسب، مما يدفع للسكن إما فى مساحات ضيقة أو مناطق وأحياء بعيدة أوغير آمنة، ويؤدى لإنحرافات أسرية سلوكية و أخلاقية -منها زنا المحارم- لها آثارها العميقة على المجتمع ككل. وتتطور المظاهر الإجتماعية لتصبح إجتماعية/صحية، كتأخر سن الزواج وزيادة حالات العنوسة، مما يصيب بالأمراض النفسية و الجسمانية. كما أن توجيه معظم الدخل للسكن لإرتفاع تكلفته، لا يبقى كثيرا للإنفاق على المأكل و المشرب والعلاج -خاصة للطبقات الفقيرة- مما ينتج أجيالا ضعيفة صحيا وتعليميا.

1.1 أسباب الأزمة عالميا

تتنوع الأسباب تبعا لأبعاد الإسكان المختلفة: إقتصاديا وسياسيا وتنظيميا وتقنيا وإجتماعيا وتخطيطيا وبيئيا. فتظهر بوضوح فى المجتمعات الرأسمالية، خاصة بالدول المتخلفة أو التى ليس بها برامج إشتراكية، أو سياسات تنموية شاملة لفئات المجتمع المختلفة (نبيل، خالد 1986). وتتضخم المشكلة فى حالة الكوارث الطبيعية، كبنجالاديش التى تصيبها الأعاصير، أو ايران وباكستان التى تضربهما الزلازل. و لكن أكثر الدول معاناة هى التى تتعرض لحروب -خاصة الحروب الأهلية-، وهو ما مرت به عدة دول عربية كالعراق وسوريا و اليمن وليبيا، مما يدمر البنية التحتية و الرصيد الإسكانى، ويؤدى بالنهاية لمشكلة لاجئين بالملايين، تفتقد المتطلبات الأساسية للحياه من مأكل ومشرب وملبس ومسكن.

1.1.1 Housing Crisis in Egypt

Egypt did not suffer housing crisis, till 1952, when wrong economic policies were applied gradually which led inflation and weaker Egyptian pound. This came also after several wars in Yemen 1962-66, 1967 and 1973 which led to acute housing crisis starting from the 1975. Privatization policies of Mobarak regime has aggravated the situation to reach to one million unit deficit at mid 1980's (Alkholy, Sana 2002).

Further more, the vacant housing units has reached 12 million (Algendy, A. 2017) !!. Bad state economy policies has driven many to buy units as and investment, due to local currency depreciation. In addition to that, many rich families "store" units for their children till they grow up, without renting it to others, because of week eviction rules and bad usage of some housing tenants.

Recently, the poverty percentage in Egypt has exceeded 53%, who earn less than 40 $ monthly in 2015 (Algendy, A. 2016). The total disastrous situation came after freeing Egyptian pound exchange rate in September 2016, where prices

1.1.1 أسباب الأزمة بمصر

لم تكن مصر لديها مشكلة إسكان حادة، حتى طبقت سياسات إقتصادية وإسكانية خاطئه بعد ثورة 1952، أدت للتدهور الإقتصادى والتضخم والإنخفاض الدائم لسعر الجنيه، مما يرفع الأسعار بالمقابل. إن تطبيق سياسات التأميم والمصادره وتغيير قواعد السوق بتخفيض الإيجارات عدة مرات..إلخ.، أدت إلى تفاقم المشكله، خاصة بعد عدة حروب: اليمن 1962-65، 1967 و 1973 مع إسرائيل، مما أدى لظهور المشكلة بوضوح من سبعينات القرن الماضى، مع تطبيق سياسات الإنفتاح (الخولي،سناء 2002). لتزداد المشكلة إستحكاما مع سياسات إقتصادية وتخطيطية وتنظيمية غير رشيدة - من ضمنها الخصخصة بدءا من العام 2003- التى طبقها نظام مبارك، ليتخطى العجز السكنى حاجز المليون وحدة.

ومن المفارقات أن عدد الوحدات السكنية المغلقة قد وصل ل12 مليون وحدة حسب إحصاء 2017، مما يكفى لحوالى 50 مليون نسمه !! (الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء 2017). ذلك أن سوء إدارة الإقتصاد، قد دفع العديدين لشراء وحدات سكنية، ليس للسكنى ولكن كوعاء إستثمارى، أو مخزنا للقيمه تجنبا لإنخفاض الجنيه المستمر. كما يقوم المقتدرين بشراء وحدات لأبنائهم حتى لوكانوا اطفالا، لضمان حصولهم على المسكن مستقبليا. بالإضافة لبطء القوانين -فى إخراج المستأجر المتعثر- وسوء إستعمال وتهرب المستأجرين، مما تفضل معه الأغلبية عدم التأجير وإبقائها مغلقة ، كما فعل الكاتب، مما يحرم السوق من ملايين الوحدات المغلقة.

لهذا تحاول الحكومات الحاليه بمصر بناء مليون وحده سكنيه، ولكنها تتجاوز قدرات متوسطى وليس فقط محدودى الدخل، نظرا لإن نسبة الفقر تتجاوز حوالى نصف عدد السكان، حيث 53% دخلهم اقل من 750 جنيه

were doubled, since the EGP went down to half of its value , which drop the monthly income of half of Egypt's population to 20$! Strangely enough this came after the revolution of 25th of January, where millions were calling for justice & social equality, since housing comes as basic human right; UN housing rights of 2002 .

1.1.2 Housing Problem in KSA

Saudi Arabia has a housing deficit of one and half million unit, which is increasing due to the fastest growing population rate in the world. Moreover, the collapse of oil prices, has lowered the annual budget to 50% since 2015. Thus, it needs to build one million housing unit each 5 years (Alshaia, khaled 2015). The problem lies in the big gap between housing cost and middle/low income capabilities. Since 60% of the Saudi population is under 30 years old, and half of retiree are limited-income, calls for affordable housing with graded levels (Althunian, Soliman 2014). Moreover, Saudi contemporary dwelling standard is unaffordable to majority of families,

-100 دولارا شهريا- ومع تخفيض سعر الجنيه للنصف اواخر 2016 أصبحت 40 دولارا (الجندى ابوبكر 2016). جاءت قرارات تعويم الجنيه المصرى بسبتمبر 2016، لينخفض الجنية إلى أكثر من نصف قيمته من 7إلى 18 جنيه للدولار. وهو ما ادى لرفع قيمة السلع الأساسية ومواد البناء، ومن ثم كل شئ إلى الضعف تقريبا فى منتصف 2017، مما يضع شكوكا حول دور الحكومة: أهو تسهيل الحياه او تعقيدها؟ خاصة وأن هذه الإجراءات قد أتت بعد ثورة 25 يناير 2011، التى طالبت بالحقوق الأساسية من حرية، عيش، عدالة وكرامة إنسانية، ومن بينها المسكن اللائق، حسب ميثاق الحقوق السكنية الصادر من الأمم المتحدة فى 2002.

2.1.1 أسباب المشكلة بالمملكة العربية السعودية

تعانى المملكة من عجز سكني كبير يتجاوز المليون ونصف وحدة، حيث يتزايد عدد سكان المملكة بمعدلات سنوية مرتفعة، يتضاعف معها عدد السكان السعوديين كل حوالي عشرون سنة، أيضا، لذلك تحتاج المملكة إلى مليون وحدة سكنية كل 5 سنوات (الشايع، خالد 2015). ومع هبوط أسعار النفط لأقل من نصف قيمته منذ نهاية 2015، إضطرت المملكة لخفض الإنفاق، وفرض رسوما وضرائب بدءا من 2017. وكانت المملكة تسعى لسد الفجوة بين العرض والطلب من خلال خطة التنمية التاسعة التي عملت عليها الحكومة السعودية، نتيجة إرتفاع تكلفة المسكن السعودى عن قدرات شرائح مجتمعية عديدة. ويتبين أن وجود أكثر من مليون عاطل عن العمل من إجمالي القوى العاملة، بنسبة بطالة تتراوح بين 15-20٪ من المواطنين، بالإضافة إلى أن نصف المتقاعدين من ذوى الدخول المحدودة، يضع نسبه كبيره في حاجة ماسه للدعم الإسكانى، ومن ثم للمسكن الميسر بعدة مستويات متدرجة التكلفة الإقتصادية (الثنيان، سليمان 2014).

in terms of area, pattern, building materials and technique. Thus, contemporary Saudi dwelling has become unaffordable for the majority and a burden on the national economy. As Saudi family average is 5.5, they require 2 living rooms, 3-4 bedrooms, summing an area of more than 200 sqm, which exceeds luxuries housing in western world (Nabil, Khaled 2004).

The recent social changes and economical withdrawal due to oil prices collapse since 2015, calls for comprehensive housing plan that suits the users (Bahamam, Ali 2018).

Adoption of new concepts based on appropriate building technology criteria and a clear application plan should be carried out by public and civil society institutions, to ensure success hence; private firms are usually reluctant in investing in low cost housing.

The cost of the Saudi dwelling could be reduced significantly, by stressing on 3 main issues; dwelling area, techniques & finishes and contractor overhead (or hidden) costs.

كما وأن زيادة عدة أفراد الأسرة -متوسط حوالى 6-، يؤدى لاتساع مساحة المسكن السعودى المعاصر، وزيادة عدد عناصره، بشكل مبالغ فيه، وبنسبة تفوق متوسط حجم الوحدات السكنية في العديد من دول العالم. مما يعد معوقاً أساسياً لعملية تيسير الحصول على المسكن في المملكة العربية السعودية (نبيل، خالد 2004).

وقد أعتبر بعض المختصين أن مواد وأسلوب البناء، أحد أهم مسببات مشكلة الإسكان لإنها تعتمد نظاماً تقليدياً عالي التكلفة وبطئ الإنتاجية . ومع إنهيار أسعار البترول بدءا من 2015، ظهرت الأزمه الإقتصاديه بالدول العربية المصدرة للبترول– حيث ميزانية 2016 بالمملكة تعانى عجزا يصل ل40% - وهو ما يشابه مصر أيضا-، مما يعنى إنخفاض التمويل والدعم الحكومى. لذلك لا يمكن مواجهة المشكله دون خطط تنموية شاملة تناسب طبيعة المستعملين (باهمام، على 2018).

فعلى الرغم من أن معظم أنماط المساكن التقليدية بالمملكة كانت تتصف بكل عوامل التيسير في حجمها، وعدد عناصرها، وأسلوب بنائها، وطرق تنفيذها البسيطة من مواد بيئية متوفرة بتكلفة منخفضة، إلا أن الفيلات السكنية المعاصرة أصبحت على النقيض من ذلك، فتعدد العناصر والفراغات التي تخدم نفس الوظيفة، مثل وجود ثلاثة مجالس للرجال أحدها مؤثث بالمقاعد والآخر بالجلسات التقليدية والثالث ملحق خارجي لجلوس الشبان. ونتيجة لاتساع حجم المسكن المعاصر على هذا النمط، أصبح امتلاكه دون الحصول على الدعم الحكومي، أمراً غير ميسرا بالنسبة للغالبية العظمى من الأسر السعودية ذات الدخول المتوسطة والمنخفضة. وظهرت الفجوة الكبيرة بين ما هو مرغوبا -المسكن المتسع-، وماهو متاحا أو ميسرا.

1.2 Housing Crisis Alleviation

Easing of the housing deficit is varied due to different housing aspects and main causes in each country; political, economical, social, organizational, technical, planning and environmental, which many literature has dealt with (Alkholy, Sana 2002).

Habitat emphasized that housing should not be looked as a consuming burden over governments, but a production that could lead the whole economy to sustainable development through job opportunities and poverty alleviation with Urban management & environmental policy (UNCH & ILO 1995). This would provide more units and release the housing market.

There is a gap between what is affordable and what is desirable

2.1 وسائل تخفيف أزمة الإسكان

نظرا لتنوع وتشابك أبعاد مشكلة الإسكان، فقد تنوعت وسائل العلاج والتخفيف من العجز السكنى بعدة حلول حسب طبيعة المشكله بكل دولة (نبيل، خالد 1986)، من مقاربات إقتصادية وسياسية وتنظيمية وتقنية وإجتماعية وتخطيطية وبيئية، التى تتناولها العديد من الإدبيات المنشوره فى كافة مجالات الإسكان (الخولي، سناء 2002)، كما سيتبين لاحقا.

فإذا كانت المشكلة، عدم توافق أنماط الإسكان المطروحة بالسوق مع المجتمع المحلى – كتوفر فيلات بدلا من شقق أو شقق بمساحات غير مناسبة، فإنه يجب توفير المطلوب، سواءا كميا او نوعيا.

وبالنسبة لمحدودى الدخل، فالمسكن بحد ذاته قد يعتبر مكان عمل ومصدراً للدخل للفقراء على مستوى العالم. فقد تبين أن 25% يستغلونه لأغراض تجارية وأنشطة إنتاجية من بيع غذاء، لتسويق خدمات، وإصلاح وتركيب المعدات والمفروشات والسيارات وخلافة، بالإضافة لتأجير غرف للأكثر فقرا (UNCH & ILO 1995). مما يوفر وحدات سكنية ويخفف الضغط على سوق الإسكان والمواصلات العامة، بنقل محل العمل للمنزل. لذلك فلا يجب النظر للإسكان على انه عملية استهلاكية، بل إنتاجية يمكن أن تشد الاقتصاد كله للنمو، بتوفير فرص عمل وموارد لنواحي الإنتاج الأخرى. ولهذا فالسياسة الحديثة تعطي نتائج افضل من مجرد بناء مأوي، بربط الفقر بالإسكان والتنمية المتواصلة وتوفير فرص العمل.

و تختلف المستويات العامة الإقتصادية/الإجتماعية للسكن من دولة وإقليم إلى آخر طبقا لمستوى المعيشة، ولكن يمكن تقسيمها لخمسة : مرتفع، مرتفع/متوسط، متوسط/منخفض، منخفض ومنخفض جدا ممن يعيشون بصعوبة، على الإعانات.

1.3 Affordable Low Cost Housing

Definitions have varied by place –political system- and evolved by time, from economy, social, low cost, state subsidized housing, to needy housing. Affordability is bridging the gap between housing cost and family income, which could be reduced by lowering all housing cost, and increasing family income if possible. Housing cost should be less than 30% of family monthly income to be affordable (Bahamam & others 2004). It would be a burden if reached 50%, while over 50% is sever burden (KERA).

Factors influencing affordability: income level, household size and geographic variation, which means many levels, not fixed cost.

Studies show that recent and future demand in most countries would concentrate on affordable "economical, cost saving in building, occupancy and maintenance".

Levels of affordability are different from country/region to another, however it could be divided into 4: moderate, moderate/low, low and very low income families.

3.1 المسكن الميسر: المنخفض التكلفة

تنوعت وتطورت مسميات الإسكان الميسر عبر العالم -حسب النظم الإقتصادية ومصطلحات الإسكان المحلية- بدءا من الإسكان العام، الإقتصادى والمنخفض التكلفة أو الإجتماعى، المدعم أوالخيرى، إلى إسكان المحتاجين، لمعالجة عدم المساواه فى الإسكان، وتوفير التيسير للفقراء.

يُعرف التيسير في مجال الإسكان على أنه تقليص الفجوة بين دخل الأسرة وتكلفة المسكن الذي ترغب الأسرة في الحصول عليه، ويمكن تقليص هذه الفجوة إما بخفض جميع تكاليف المسكن أو زيادة دخل الأسرة. تظهر مشكلة عدم التيسير في الحصول على المسكن عندما تنفق الأسرة نسبة من دخلها بحيث تؤثر على جوانب الإنفاق الضرورية الأخرى مثل الغذاء والصحة والتعليم. ويعتمد مفهوم التيسير في الحصول على المسكن على مقدرة الأسرة المالية على الإنفاق على المسكن (باهمام وآخرون 2004).

تمثل نسبة سعر المسكن إلى دخل الأسرة السنوي مقياس تقريبي لهذا المفهوم، حيث يجب أن لا يزيد سعر المسكن الميسر عن خمسة أمثال متوسط دخل الأسرة السنوي. ويكون المقياس الأفضل هو النسبة بين مقدار القسط الشهري للقرض ودخل الأسرة الشهري. ويجب أن لا تزيد هذه النسبة عن ٣٠ ٪ من دخل الأسرة الشهري ليكون المسكن ميسراً (باهمام 2004). وفى بحث لنسب الإنفاق على المسكن بمصر، تبين أنها كانت ما بين 16.8 و 18.5% فى عام 2015 (الجندى، أبوبكر 2016).

ويمكن صياغة تعريف عام لمصطلح "المسكن الميسر" على أنه "ذلك المسكن الذي يحقق المصالح الضرورية للفرد وأسرته، ويسد الحد الأدنى من احتياجات الأسرة من المأوى بتكلفة معقولة تتناسب ودخل الأسرة على المدى الحالي وفي المستقبل المنظور" (عبد اللطيف، 2004).

1.3.1 Beneficiaries of affordable Housing:

Economic criteria is the most important factor of determining the beneficiaries:

- Limited income groups, according to different levels of annual income of persons and families, which is different from one country to another, depending on the general living standards.

In general, the UN determines the poverty line between 1000 $/year in Bangladesh, 12000 $ in USA and 955 $ in Saudi Arabia (UN 2002).

- Low income strata which deserves affordable low cost housing according to their expenditure of housing cost from the total earning of the family. The international criteria, suggests that the family is entitled to affordable housing, if they expend more than 30% of their income. This type and level of housing should satisfy minimum local standards, whether it is rented, or owned on monthly payments; mortgage to cover housing cost plus maintenance to keep dwelling in good shape and healthy environment (Bodaken, Michael 2002).

1.3.1 المستحقين للمسكن الميسر :

تعد المعايير الاقتصادية الأكثر أهمية في تحديد شريحة المستحقين التي تشمل الفئات التالية:

- شريحة ذوي الدخل المحدود والتي يمكن حصرها في نسبة إلى مستويات الدخل السنوي للفرد أو الأسرة والذي تقرره الدراسات الاقتصادية التي تعدها الجهات المعنية. ويختلف تعريف هذه الفئة من دولة إلى أخري طبقاً للمعايير الخاصة بكل دولة، وتشير إحصائيات الأمم المتحدة إلى أن ما يسمى بحد الفقر يتراوح ما بين 1000 دولار/ سنة في بنجلاديش، و12000 دولار/ سنة في الولايات المتحدة الأمريكية، وعلى ذلك يعتبر كل من يقل دخله عن المستوى المحدد في هذه الدراسات مستحقاً لدعم في توفير المسكن الميسر. وقد حددت الجهات المعنية بالمملكة العربية السعودية أن كل من يقل دخله عن 36000 ريال/ سنة يعتبر من ذوي الحاجة (United Nations 2002).

- شريحة محدودي الدخل التي ترتبط درجة استحقاقها للإسكان الميسر بمعدل ما تنفقه الأسرة في بند الإسكان من إجمالي دخل الأسرة. ويعد هذا الأسلوب الأكثر تطبيقاً في دول العالم التي تهتم بتوفير الإسكان الميسر لمواطنيها إذ أنه طبقاً للمعدلات العالمية تعتبر الأسرة مستحقة للسكن الميسر في حالة التأكد من أنها تنفق 30% أو أكثر من دخلها في تأمين السكن بمواصفات الحد الأدنى المقررة من قبل الجهات المختصة سواء كان ذلك إيجاراً أو أقساطاً شهرية أو سنوية لتغطية ثمن المسكن الذي تسكنه بالإضافة إلى نفقات الصيانة والحفاظ على المسكن (Bodaken 2002).

1.3.2 Beneficiaries of Affordable Housing in Egypt:

The inflation and deterioration of the Egyptian pound (1/18 $ in 6/2018), has driven the National bank of Egypt (Al Ahli) to determine the beneficiaries of housing loans as followed (NBE 2018); all numbers are in Egyptian pound:

الحد الأقصى للقرض بالجنيه Loan maximum	الحد الأقصى للدخل الشهري للأسره Family income	الحد الأقصى للدخل الشهري للفرد بالجنيه Individual income	الشريحة
يحدد من قبل صندوق التمويل العقارى		2100	Very limited income تحت محدودى الدخل
يحدد من قبل صندوق التمويل العقارى	4750	3500	limited income الدخل محدودى
700000	14000	10000	Middle income متوسطي الدخل
950000	20000	15000	Above middle income فوق المتوسط الدخل

2.3.1 المستحقين للمسكن الميسر بمصر:

نظرا للتضخم السريع بعد تعويم الجنيه، فقد قام البنك الأهلى بتحديد شرائح المستحقين للقروض العقارية كالجدول المرافق (NBE 2018):

علما بأن :

عمر القرض: الحد الأقصى 20 سنة

قيمة الوحدة: الحد الأقصى 700 ألف جنيه مصري

الدفعة المقدمة: 20% من سعر الوحدة وفقا والتقييم بحد اقصى 40-50%

قيمة التمويل مقارنة بسعر الوحدة : حتى 80% من قيمة الوحدة

نسبة عبء الدين:

- يتم احتساب نسبة عبء الدين على 40% من صافي الدخل الشهري

المصاريف و العمولات :

- لا يتم تحميل العميل بأي مصاريف (مصاريف فتح الحساب و الاستعلام)

- وثيقة تأمين مجانية على الحياة

http://www.nbe.com.eg/Default.aspx?AID=5&CID=7

1.3.3 Recommendations for Alleviating Housing Crisis in SA

Many socio/economic studies in KSA have revealed that present and future demand would concentrate on affordable housing; lower cost in building, operating and maintenance (Bahamam, and others 2008).

Thus, recommendations for alleviating the housing crisis in SA, while other plans were laid to provide affordable housing. Many of these were applied by the King Abdullah in 2012:

- Allocating free land plots for needy families and real estate developers.
- Increase housing loans with easier procedures.
- Improve bank products and facilities.
- Provide small housing units.
- Encourage charity housing.
- Family awareness programs, concerning financial planning and saving.
- Land taxes over vacant building plots, known as “white land”.

3.3.1 توصيات التخفيف من أزمة الإسكان بالمملكة العربية السعودية

تشير العديد من الدراسات الاقتصادية والاجتماعية إلى أن غالبية الطلب المستقبلي سيتركز على المسكن المُيسر "غير المكلف في بنائة وتشغيلة وصيانته"، مع التركيز على أهمية تحديد احتياجات الأسرة من عناصر المسكن ومساحاتها لخفض المساحات الغير مستغلة، مع تنميط وترشيد مكونات البناء (باهمام وآخرون 2008).

وقد وضعت توصيات للحد من المشكلة السكنيه بالمملكة، تم تطبيق بعضها بقرارات الملك عبدالله فى 2012 ، ثم بخطة التنمية الثامنة بهدف توفير مسكن لكل اسرة لا يتوفر لها مسكنا، وتمكين الأسر الفقيرة كالآتى:

- تخصيص بعض الأراضى بدون تكلفة للمواطنين وشركات التطوير العقارى.
- زيادة قروض صندوق التنمية العقاري بما يتناسب مع ارتفاع الأسعار.
- تشجيع الإسكان الخيرى و التنموى، مع إنشاء صندوق لدعمه.
- عمل تسهيلات بنكية بهامش ربح يتناسب مع دخل الأسرة.
- طرح وزارة الأسكان لوحدات سكنية صغيرة المساحة.
- توعية الأسرة من خلال البرامج الإعلامية المقدمة في الإذاعة والتليفزيون بجميع التسهيلات التي تقدمها الدولة للأسرة في مواجهة أزمة السكن.
- إقامة دورات للأسرة لتوعيتها لاستغلال مواردها، والتخطيط من اجل توفير الدخل ونشر ثقافة الادخار لمواجة أزمة السكن (الصيعري، مقبل 2010).
- تم فرض ضريبة على الأراضى الفضاء فى 2015 -المسماة بالبيضاء- التى يتملكها أصاحبها بغرض الإستثمار، للحد من ارتفاع أيجارات المساكن وغلاء أسعار الأرضي، وتتصاعد الضريبة بطول المدة.

4.1 المسكن الميسر وخفض التكلفة بمصر

تمحورت محاولات خفض التكلفة بمصر حول الأتى (نبيل، خالد 1987) (نبيل، الشنوانى 2004):

- مشاريع الإسكان الكمى فى الفترة من خمسينات إلى السبعينات من القرن الماضى.
- خفض مساحة الوحدات السكنية، ما يؤدى لإمتدادات عشوائية.
- خفض مستوى التشطيب فيما يسمى بمشاريع الإسكان المنخفض التكاليف، بإستخدام مواد سيئة مما يؤدى لإعادة ألأعمال ومضاعفة التكلفة النهائية.
- إختيار مواقع نائية ليس لها علاقة بمواقع العمل، أى خفض التكلفة على حساب النقل و الخدمات.
- زيادة الكثافة السكانية ، ببناء عمارات ذات فراغات بينية صغيرة.
- توفير قروض منخفضة الفائدة لتعاونيات البناء على مدد طويلة، بتقسيط التكلفة على 20-30 سنة.
- تطبيق تقنيات بناء عالية كالإسكان الجاهز، لخفض التكلفة بالإنتاج الكمى.

والجدير بالذكر أن هذه المحاور قد تم تطبيقها بعدة بدائل ما بين "التسهيل و التوريد" مثلما فعلت الولايات المتحده –كدولة رأسمالية تتبنى مبدأ التسهيل- قد ركزت على إدارة الأراضى وخفض تكلفة البناء والإدارة، ثم تكاليف التمويل –بعدة طرق- منها الإعفاء أو السماح الضريبى لعدة سنوات. وهو ما قامت به أيضا سنغافورة و بريطانيا وكندا وماليزيا بعمل عدة حزم تحفيزية لشركات الإستثمار العقارى الإسكانى، كشرط للحصول على أراض من الدولة، مع تخفيض الضرائب و الرسوم عليها (Saleh, Ch. & Meng, Le 1996).

1.4 Affordable Housing in Egypt

It was tackled through the follwing (Nabil & Alshanawany 2004):

- Applying mass housing production using prefabricated techniques
- Minimizing dwelling's area, without consideration to family size.
- Decreasing finishing level, using lower quality materials; low cost housing projects.
- Increasing housing density, using block apartments with limited inner spaces.
- Selection of remote areas; lowering cost on the expense of transportation.
- loans, of Building Society Cooperatives, over 20-30 years.

It must be noted that all these aspects were applied with different versions from "supply to enable" same as modern housing policies in USA, Singapore & Malyasia, focusing on urban land management, lowering overhead cost, e.g. finance of sweet equity loans, low mortgage (Saleh, Ch. & Meng, Le 1996).

These policies were applied in many other countries, e.g. Singapore & Malaysia, to encourage residential real estate firms to offer affordable housing, throw tax exemptions and free land (Saleh, Ch. & Meng, Lee 1996).

1.5 Housing Cost Saving Aspects in India

As India suffers a deficit of 50 million units, it was found that housing construction high cost refers to (BMTPC 2007):

- High cost of building materials.
- Shortage of skilled labor.

Scarcity of appropriate building technology.

- Lack of design and construction criteria.

Thus it has focused into general aspects:

- Provide land lots, with infrastructure, and services for remote areas.
- Rational dwelling's design without waist areas.
- Optimum use of building materials.
- Rationalization of standards.
- Supply of different flexible low-cost finance.

5.1 محاور خفض تكلفة المسكن بالهند

قامت وزارة الإسكان فى الهند- التى تعانى من أكبر مشاكل الإسكان بالعالم وتحتاج 50 مليون وحدة (المطيرى، حازم ، 2016)- بدراسة المشكلة، ووجدت أن إرتفاع تكاليف الإنشاء (BMTPC 2007)، يعود اساسا للأتى:

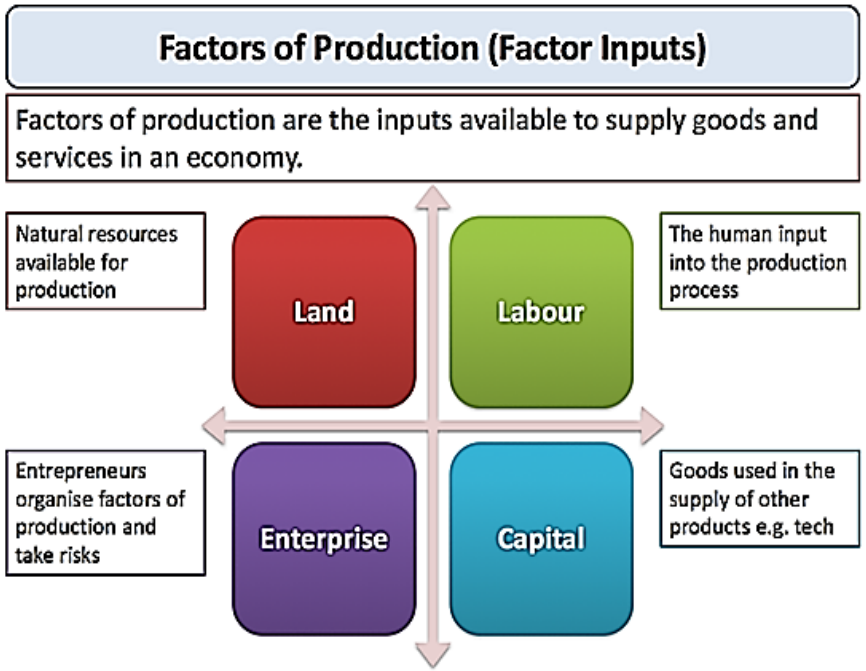
- إرتفاع تكلفة مواد البناء.
- نقص مهارات البناء (ندرة العمالة الماهره).
- عدم وجود تكنولوجيا بناء متوافقة.
- نقص معايير إختيار : كتصميم ومواد بناء و طرق تنفيذ ومعدات.

لهذا فقد ركزت على محاور عامة لخفض تكلفة المسكن :

- توفير الأراضى الصالحه، مع مد المرافق اللازمة و الخدمات فى حالة بعدها عن الكتلة السكنية.
- التصميم الوظيفى بلا مساحات مهدره، مع دمج بعض الفراغات كالمعيشة والطعام، مع إستثمار الفراغات الخارجية ، كما فعل المعمارى الهندى كوريا فى عدة مشاريع لمنخفض الدخل.
- الإستخدام الأمثل لمواد البناء.
- إستخدام طرق بناء مرشدة.
- ترشيد المواصفات.
- توفير عدة طرق تمويل مرنة ومنخفضة التكلفة.

1.6 Economic Factors of Housing Production

In general, production requires 4 main inputs: land, labor, enterprise and capital as shown below:



https://www.tutor2u.net/economics/reference/factors-of-production

6.1 عناصر الإنتاج الإسكانى

أجمع خبراء إدارة الموارد البشريّة على أنّ عناصر الإنتاج عامة هي (ويكيبيديا: عناصر إنتاج) :

-العمل (Labor) : وهو كلّ ما يبذل من مجهود سواء كان ذهنيّاً أو جسديّاً، لغاياتِ تحويل المواد الخامّ إلى سلع وخدمات ذات فائدة للأفراد، ويسمّى في علم الإدارة الحديث بالموارد البشرية (Human Resource)، حيث لا يمكنُ أن تتمّ العمليّة الإنتاجيّة دونَه؛ كونَه المحرّكَ الأساسي لهذه العمليّة،

-رأس المال (Capital): ويُدرجُ تحت رأس المال كلٌّ من السلع الرأسماليّة والاستثماريّة، أي أنّ مفهوم رأس المال لا يقتصرُ على الوحدة النقديّة، بل يتعدّى ذلك ليشملَ كلّ العناصر التي تدعمُ العمليّة الإنتاجية وتسندها، مثل: الآلات، والطرق، ووسائل النقل وغيرها.

الأرض (Land): هى واحدةً من العناصر الإنتاجيّة البالغة الأهميّة في الاقتصاد، حيث تتسعُ رقعة شمولها للمفهوم المتداول بين الناس لتشملَ كلَّ ما هو على سطح الأرض الصالحة للزراعة وباطنها، من مياهٍ جوفيّة، وغاباتٍ، وأنهارٍ، وثرواتٍ معدنيّة يمكن لها أن تحفّز الإنتاج.

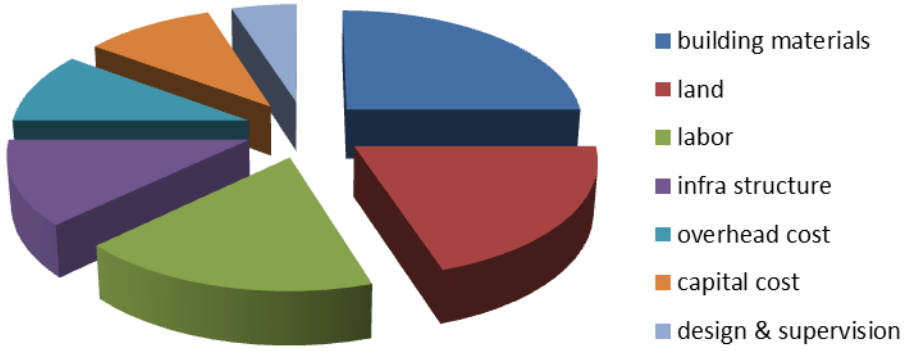
-الإدارة أو التنظيم (Entrepreneur) : يطلق على العملية التنظيميّة أو الإداريّة وصف العقل المدبّر؛ كونَها العنصر المتحكم في توزيع عناصر الإنتاج وكيفيّة استغلالها على أكمل وجه، وبالتالي الوصول إلى الأهداف المرجوّة من إنتاجِ للسلع والخدمات، ويُشار إلى أنّ الإدارة تبدأ منذ لحظة انطلاق المشروع حتّى تصفيته.

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%A7%D8%AC

Economists have determined each factor of housing production and divided into two main activities (Dora, Isamil 1988).

-Non construction; capital (financial resources), land, infrastructure, design, & overhead of management.

- Construction activities; building materials, labor, machinery & building methods resources.



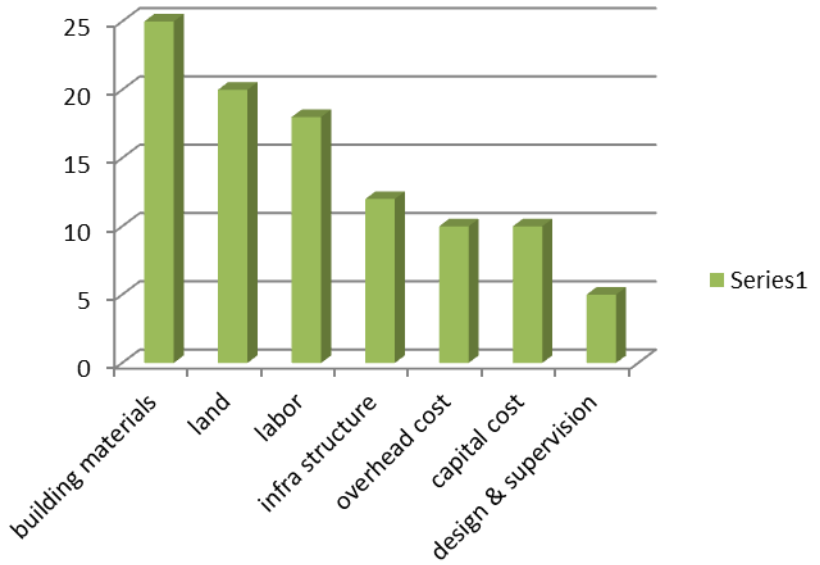
Cost breakdown of housing production
Dora, Isamil (1988)

وبالنسبة للإسكان فقد قام الإقتصاديون بتحديد نسب تكاليف كل عنصر، ثم تقسيم العناصر إلى نشاطين أساسيين (درة، إسماعيل 1988) :

أولا أنشطة غير بنائية: تشمل تكلفة الموارد المالية ، أراضى البناء ، المرافق والخدمات، التصميمات الهندسية ثم تكلفة التنظيم وألإدارة.

ثانيا أنشطة بنائية بحتة: وتشمل مواد البناء ثم العمالة والمعدات فطرق التفيذ.

وبالطبع فإن النسب التاليه تقريبية، تتباين حسب الزمان و المكان.



نسب تكاليف عناصر ألإنتاج ألإسكانى.
المصدر : درة ، إسماعيل 1988

1.6.1 Non Construction Activities:

1.7.1.1 Financial resources has a cost, -usually similar to local bank rates- which means that if rate is 10%, then it would be doubled after 7 years, thus it would be inappropriate to affordable housing.

Finance cost could be provided by:

- Sweet equity loans, without interest for the poor.

- "Zaka", which is an imposed charity of Muslims paid from the rich to the poor.

Low-rate loans, of housing banks & Building Society Cooperatives.

- Housing taxes on high quality housing that goes to affordable housing.

- Tax cuts or exempt to encourage residential real estate firms to offer affordable housing.

In general, cost of finance should not exceed 10%, and preferably without cost.

1.6.1 الأنشطة غير البنائية:

1.1.6.1. الموارد المالية

تعتبر تكلفة التمويل من عناصر الإنتاج الأساسية اللازمة لإدارة عمليات البناء والتى تساوى سعر الفائدة البنكية السائد. فإذا كانت الفائدة مثلا 10% سنويا ، فإنها تضاعف أصل القرض كل سبع سنوات نتيجة النظام الربوى المركب، وبالتالى لاتناسب المسكن الميسر. لذلك يجب توفير رأس المال بتكلفة دنيا عن طريق:

- القروض الحسنة بدون فوائد، ويمكن تدبيرها من المؤسسات المالية الإسلامية المحلية أوالدولية.

- جزءا من زكاة ألأغنياء وهو من المصاريف الشرعية كما أفتى بهذا.

- ضريبة إسكان تضاف لتراخيص الإسكان الفاخر والسياحى، توجه لصندوق إجتماعى لإسكان المحتاجين.

- إلزام القطاع الخاص العامل فى الإستثمار العقارى، بتوجية نسبة محددة من الوحدات للبناء المنخفض التكاليف، عبر محفزات مالية وإعفاءات ضريبة وتخصيص أراض. وتجدر الإشارة لتجربة ماليزيا فى إلزام المشاريع السكنية التى تزيد عن 100 وحدة على تخصيص30% من الوحدات للإسكان المنخفض التكلفة المحدد من السلطات المحلية ، لدخل الأسر التى لاتزيد عن 300$ شهريا . ومع تقديم الحوافز الضريبية نجح القطاع الخاص فى بناء كل الوحدات المطلوبة بالخطة الخمسية السادسة (Saleh, Ch. & Meng, Lee 1996).

وعموما فإن تكلفة رأس المال لا يجب أن تتخطى 10% ، ويفضل ان تكون معدومة حتى لا تشكل عبئا على المستخدمين.

1.6.1.2 Land cost represents the highest factor, which may exceed half of total cost in luxurious housing. Land value is determined by city, neighborhood, location, distance to attractions and main roads. Thus governments have to provide land lots, with infrastructure, and services for remote areas. It could be delivered as BOT, to avoid land speculation.

1.6.1.3 Infrastructure & city services represents about 12% which gets greater by lower finishes cost. Infrastructure includes, water, electricity supply, sewerage, solid waste treatment, roads, transportation and communications. City services includes all health, education, security..etc, which should be provided national development plans.

2.1.6.1 أراضى البناء

تتأثر تكلفة المسكن مباشرة بقيمة ألارض التى قد تصل إلى النصف بالإسكان الفاخر، بينما يجب الا يزيد عن 20% للمسكن الميسر. وتتحدد قيمة الأرض بقربها أو بعدها من مركز المدينة وعلاقتها بشبكة الطرق ومناطق الجذب، كما تتأثر بدرجة أقل بطبيعة التربة مما يؤثر على تكلفة التأسيس. لذا فإن الدولة يجب أن توفر أراضى صالحة للبناء دون تكلفة وقريبة قدر الإمكان من عمل السكان حتى لاترحل التكلفة على حساب المواصلات. ويمكن تقديم الأرض كحق إنتفاع فقط وتظل ملكيتها للدولة مع سحبها فى حالة المتاجرة أو إشغالها بآخرين حتى لايتم المضاربة عليها ورفع قيمتها السوقية، مع مراعاة أن مخصصات الفرد تزيد بتطور المجتمعات وإرتفاع مستوى المعيشة.

3.1.6.1 المرافق والخدمات العامة

من العناصر المؤثرة التى تشكل حوالى 12% من التكلفة ، وتتعاظم نسبيا بإنخفاض مستوى التشطيب. تشمل المرافق: التغذية بالمياة والتخلص منها ،الكهرباء والإتصالات، معالجة المخلفات لما لها من تأثير مدمر على البيئة. بألإضافة إلى الطرق ووسائل النقل التى تتداخل مع إقتصاديات الإسكان.

أما الخدمات العامة فتشمل المؤسسات التعليمية والعلاجية والتجارية والحكومية والأمنية، وكل مايلزم المستوطنات البشرية. ويمكن خفض تكلفة المرافق فى إتجاهين: أولا بإقامة العنصرين الأساسيين وهما الماء والكهرباء وتأجيل المرافق الأخرى، وثانيا بتطبيق تكنولوجيات منخفضة التكلفة، كمساهمة المنتفعين فى مد خطوط التغذية وبناء خزانات تحليل مجمعة للصرف. غير أن المنظمات التنموية الدولية ترى أن رفع كفاءة أراضى البناء بنشر الخدمات لهى من أسس التنمية العامة للدولة. لذلك يجب عدم تحميلها على قطاع ألإسكان وحده..

1.6.1.4 Engineering Design

Designs and building permits even though it may be the lowest factor of about 4%, but it determines the whole building process.

Architectural and planning solutions of affordable housing has ranged as followed (Nabil & Shanawani 2004):

- Mass housing of small finished apartment.
- Unfinished dwelling, to minimize initial cost.
- Support-Infill Structure, similar to low-cost housing projects in Egypt, where units has bathroom, kitchen and outer walls only.
- Core houses of minimum space of living and sanitary, where owner expands on self help bases according to his affordability.
- Site & Services projects, where infra-structure is provided to small land lots, however it raises its value, and turned to be unaffordable to the poorest 40% of the world population.

4.1.6.1 التصميمات الهندسية

بالرغم من أن التصميمات والتخطيط العام يشكلان أقل نسبة تكلفة بمقومات الإنتاج الإسكانى بحوالى 5%، إلا أنها تتحكم فى التكلفة العامة، بتحديدها مساحات الوحدات وقطع الأراضى والمرافق ومواد البناء والتقنيات إلى آخره من القرارات. لذا فمن الاهمية أن تقع على عاتق الحكومة أو المستثمر، لما تتطلبه من دراسات مسبقة إجتماعية وإقتصادية وتخطيطية ليست فى إمكانات المنتفعين. وقد تدرجت الحلول التصميمية المخفضة لتكلفة الإسكان عالميا كألآتى (كامل، رويدا 1990):

- المسكن غير تام التشطيب. لخفض التكلفة المبدئية ، خاصة بعدما لوحظ أن سوء التشطيبات يدفع معظم المنتفعين لإعادتها وبالتالى فلا معنى لمضاعفة التكلفة.
- المسكن المرن الممتد Support-Infill System يماثل مفهوم الإسكان المنخفض التكاليف بمصر من مبانى سكنية 5 طوابق لا تضم سوى الحمامات و المطابخ والواجهات والمرافق ألاساسية.
- المسكن النواه Core House يعتمد على توفير الحد ألآدنى المطلوب لمعيشة ألأسرة من حجرة وحمام ومطبخ ثم يقوم المالك بتوسعته ذاتيا Self Help ، حسب إحتياجاتة وقدراتة طبقا للتصميم المسبق للإمتداد أفقيا ورأسيا. ولقد ظهرت بعض السلبيات فى التطبيق من عدم إلتزام المنتفعين بالمخططات وهوما يجب معالجته.
- مشاريع المواقع والخدمات Site & Services بتقديم قطع أراضى صغيرة مزودة بالمرافق ألأساسية. ولكن تكلفتها و تداولها سوقيا رفع قيمتها مما أدى لعدم وصولها إلى أفقر40% من سكان العالم (نبيل، الشنوانى 2004) .

- Settlement plots for planned sites without infra-structure, until finance is provided.
- Upgrading of slums by different tools.

1.6.1.5 Organization and Management

Overhead of management, including contractor profit, taxes & insurance even though it may be about 10%, but it controls the whole process and could be significant if there is management corruption, where it could go up to 30% according to country.

Some projects have successfully minimized overhead costs by applying the “Building Team” concept which combines representatives of local government, consultant, contractor and users. The regional Building research center of UN in Bandong, Indonesia, has managed to reduce the cost of Sokaloyo project of 30% due to direct relation between all involved parties (EWC 1990).

- تخطيط مستوطنات Settlement Plots وهى مواقع مخططة بدون مرافق أوخدمات حتى يتيسرالتمويل.

هذا بألأضافة إلى المحاولات ألأخرى لخفض التكلفة عن طريق تطوير المناطق العشوائية Upgrading Slums، كتطوير حى السلام بالأسماعيلية ، إلا أن هذا الحل لايناسب كافة المواقع (نبيل، الشنوانى 2004).

5.1.6.1 التنظيم والإدارة

إن التنظيم والإدارة من مصاريف وأرباح المقاول وضرائب وتأمينات تشكل جزءأ لايستهان به من التكلفه المباشرة بحوالى 10%، ولكن أيضا إلى تأثيرة فى رفع وخفض تكلفة باقى العناصر، نتيجة الوسطاء أو سوء الإدارة و الفساد. وللحد من ذلك طبق مركز أبحاث البناء ألاقليمى للأمم المتحدة بباندونج، أندونيسيا، فكرة فريق البناء Building Team، الذى يضم ممثلى الحكومة المحلية والإستشارى والمقاول والمنتفعين . وبذلك أمكن خفض التكلفة الكلية بمقدار 30% بمشروع سوكالويو السكنى، حيث تم الوصول لأفضل الحلول التقنية بأقل تكلفة ، نتيجة العلاقة المباشرة بين جميع ألأطراف (EWC 1990).

1.6.2 Construction Activities

1.7.2.1 Building materials, represents the highest cost factor of affordable housing of up to 30%. its gets higher wherever housing level gets down, due to lower land and finishing level. Building materials cost depend on – like any commodity- scarcity or abundance, local industry, transportation, market and local monopoly. Chapter 3 discusses criteria, classification and reviews some developed lower cost building materials

1.6.2.2 labor costs between 15-20% of economic housing in Egypt (Nabil, Kh 2000). It is varied within the same country according to region, local living standard and scarcity of profession. If users and dwellers are jobless or get lower wages than construction labor, then training them to build for themselves would be more economical. This concept of self-build –DIY-, has been applied successfully in most countries, where it gives the poor a profession which upgrades their socio/economic status and contributes to sustainable development (Nabil, Kh 1995).

2.6.1 الأنشطة البنائية

1.2.7.1 مواد البناء

تمثل تكلفة مواد البناء أعلى نسبة من مجمل التكاليف، وتتعاظم هذه النسبة كلما إنخفض مستوى الإسكان، لإنخفاض قيمة الأرض ومستوى التشطيب، حتى أنها قد تصل لثلث التكلفة العامة. وتعتمد تكلفة المواد على عنصر الندرة للمواد الخام ومدى تكنولوجيا التصنيع فالنقل وحجم السوق، والضرائب والإحتكارات المحلية ومستوى المعيشة. ولأهمية مواد البناء فقد تم تخصيص الفصل الثالث لإستعراض عناصر تكلفتها الكلية، ومعايير إستخدامها بالمبنى، مع ذكر بعض المواد المطورة و المستحدثة، التى تساهم فى خفض تكلفة المبانى السكنية.

2.2.6.1 العمالة

تحتل تكاليف العمالة نسبة ما بين 15 إلى 20% من تكلفة الإسكان الإقتصادى (نبيل، خالد 2000). وهى تتباين كثيرا حتى داخل الدولة الواحدة، حسب مستوى المعيشه ومدى ندرة العمالة. ولهذا فإن النسبة بمصر – حيث العمالة رخيصة نسبيا- ترتفع بالمدن الكبرى و المناطق النائية السياحية كالبحر الأحمر و الساحل الشمالى، بينما تنخفض فى الدلتا و الصعيد. وتنخفض نسبة العمالة "المحلية" بمصر عن نظيرتها العمالة الوافدة بالمملكة العربية السعودية بنسبة قد تصل للنصف، حيث تقوم كنسبة من تكلفة مواد البناء المرتفعة التكلفة بالمملكة. وإذا كانت تكلفة العمالة هى المبالغ المدفوعة للعاملين لتأجير جهدهم البدنى والعقلى ، فإن المنطق الإقتصادى يدعو إلى إستبدال العمالة المكلفة بالعمالة الذاتية إذا كانت أجور المنتفعين أقل أو منعدمة فى حالة البطالة.

Millions of construction labor of Egypt have moved to the Gulf region since the 1970th, which has badly affected the labor market, which calls for DIY activities as possible, even for internal finishes.

1.6.2.3 Building methods determine labor level, used machinery and techniques, which could be between 10-15%, when added to labor, it reaches one third of building cost. Therefore, many appropriate building technologies has aimed at facilitating self-build using developed environmental components, depending on the following (Nabil, khaled 1995):

- Simplifying production by standardization and simple low-energy tools.
- Lowering needed labor skills, e.g. staking.
- Increase productivity.
- Raising structural performance.
- Improving product image, to ensure social acceptance and wide spread.

All of these aspects of appropriate building techniques would be discussed in next chapter.

3.2.6.1 طرق التنفيذ والمعدات

إن طريقة التنفيذ تحدد حجم العمالة ومدى تدريبها ونوعية المعدات حسب المستوى التكنولوجى، وهو ما يساوى ما بين 10 و15%، وبإضافتها لتكلفة العمالة، يصبح مجموعها حوالى ثلث تكلفة المنشأ. لذلك فقد توجهت تقنيات البناء المتوافقة إلى تطوير مكونات بناء بيئية تناسب العمالة الذاتية ، إعتمادا على الأتي (نبيل، خالد 1995):

- تسهيل الإنتاج بتصميم مكونات بناء قياسية تنتج يدويا، بإستخدام معدات بسيطة لاتحتاج لطاقة أو صيانة مكلفة.
- خفض مستوى المهارة بتحويل عملية البناء إلى رص Staking، بإستخدام بلوكات معشقة للحوائط Interlocking لاتحتاج ضبطا، ووحدات جاهزة خفيفة الحمل للأسقف.
- تقليص مراحل البناء لزيادة ألإنتاجية، كإلغاء الشدة أو مونة اللحامات نتيجة التعاشيق.
- رفع الكفاءة ألإنشائية للمكونات، كتثبيت التربة بمواد بيئية ذات طبيعة لاحمة.
- تحسين صورة المنتج Product Image حتى يلقى قبولا إجتماعيا، ولايحتاج لتشطيب نهائى.

ولأهمية الموضوع ونوعية الكتاب، سيتم مناقشة كل ابعاد ومعايير تقنيات البناء المتوافقة فى الفصل التالى.

1.7 Classifications of Housing Units

Housing units vary according to aim and science; anthropology, history, building technology, architecture, housing size, height, possession and building regulations; Next table (Bahmam, Ali 2018).

7.1 تصنيف الوحدات السكنية

يختلف تصنيف ومسميات الوحدات السكنية حسب الهدف من دراستها وطبيعة العلم: علم الأجناس، التاريخ، تكنولوجيا البناء، العمارة، حجم و إرتفاع المبنى السكنى ودرجة إستقلاليتة، إسلوب الحيازة وتنظيمات البناء (باهمام، على 2018). الجدول التالى:

منهجية التصنيف	أصناف المساكن أو أنواعها ومسمياتها			
الأجناس الإنسانية:	- المساكن المؤقتة سريعة الزوال. - المساكن العرضية المؤقتة. - المساكن الدورية المؤقتة.	- المساكن الموسمية (الفصلية). - المساكن شبه الدائمة. - المساكن الدائمة.		
التاريخ أو الطراز:	- مساكن العصور الوسطى. - مساكن عصر النهضة. - المساكن الفكتورية.			
مواد البناء وتقنياته:	- بيوت الشعر. - العشش. - الصنادق ومساكن الصفيح.	- بيوت المدر أو الطين. - المساكن الحجرية. - المساكن الخشبية.	- المساكن الخرسانية. - المساكن المعدنية.	
الشكل المعماري:	- المساكن ذات الأفنية. - المساكن ذات المشربيات. - الشقق السكنية.			
حجم المسكن:	- مساكن بغرفتي نوم، مساكن بثلاث غرف نوم، وغيرها.			

منهجية التصنيف	أصناف المساكن أو أنواعها ومسمياتها
ارتفاع المبنى:	- مساكن منخفضة الارتفاع (أقل من ٣ طوابق). - مساكن الصعود بالسلالم Walkup (من ٣ إلى ٥ طوابق). - مساكن متوسطة الارتفاع (حتى ٨ طوابق). - الأبراج السكنية (أكثر من ٨ طوابق).
درجة الاستقلالية:	- المساكن المستقلة. - المساكن ذات المدخل المستقل على الشارع «الدور في فيلا أو الشقة الحدائقية». - المساكن متعددة الأسر «الشقق في العمائر السكنية».
نوع الحيازة:	- المساكن المملوكة. - المساكن المستأجرة. - المساكن المجانية.
تنظيمات البناء:	- المساكن المنفصلة «الفيلات» villas. - المساكن شبه المتلاصقة «الدوبلكسات» duplexes. - المساكن المبنية على حافة الأرض zero lot line dwelling. - المساكن المتلاصقة «المساكن المصفوفة» row houses أو «مساكن المدينة» town houses.

باهمام، على (2018) "الإسكان"، الجمعية السعودية لعلوم العمران، يونيفرسال للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

HOUSING

References :

Bodaken, Michael (2002), “The Increasing Shortage of Affordable Rental Housing in America: Items for Preservation.” Fannie Mae Foundation, Volume 4, Issue 4.

BMTPC (2007), “Sanjaya Lall Memorial” , Conference on India-Africa Cooperation, Trade and Investment” R.K. Celly, New Delhi, India.

Barticci, D. (2011), “Housing and Construction” Appropriate Technology Sourcebook.

KERA (?), “Housing affordability in USA; Introduction to Housing textbook”.

Nabil Khaled (2004), “Overview of the Saudi Housing Construction” Proceedings of Housing Symposium II, The High Commission for the Development of AR Riyadh, Saudi Arabia.

Saleh, Ch. & Meng, Lee (1996), “Private Sector Low-cost Housing- Lessons from Malaysia” Proceedings of the 26th IAHS, Ankara, Turkey.

Skidmore, M. (2014), “Housing Affordability: Lessons from the United States”, Working paper in public finance, Vitoria Business school. USA.

المراجع العربية

إدريس، محمد (2004) "المسكن الاقتصادي"، ندوة المسكن الميسر، الهيئه العليا لمدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.

الثنيان, سليمان (2014) "مشكلة السكن..المعوقات..الحلول"، صحيفة عكاظ الالكترونية، ع 4661، الرياض.

الجندى، ابوبكر (2016) "بحث الدخل و الإنفاق و الإستهلاك"، مؤتمر صحفى، الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء، القاهرة.

الجندى، ابوبكر (2017) "إحصاء 2017"، الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء، مؤتمر صحفى، القاهرة.

الخولي، سناء (2002) "أزمة السكن ومشاكل الشباب"، دار المعرفة الجامعية، القاهرة.

الصيعري، مقبل (2010) "أسعار العقارات مرتفعة في السعودية.. "، جريدة الشرق الأوسط 30 اكتوبر 2010 العدد 11659، الرياض.

الشايع، خالد (2015) ا"لسعودية تعدل قوانين لحل أزمة السكن", صحيفة العربي الجديد الالكترونية.

الوكيل، شفق (2008) "التخطيط العمرانى" الجزء الأول والثانى، القاهرة.

المطيرى، حازم (2015) " الهند تحتاج 50 مليون وحدة سكنية."، عكاظ ،الإقتصاد 4/4/2016 العدد 18118 الرياض.

باهمام، على (2003) "20 عاما من الإسكان بالمملكة العربية السعودية"، جامعة الملك سعود. الرياض.

باهمام وآخرون (2004) "دليل المسكن الميسر"، ندوة المسكن الميسر، الهيئه العليا لمدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.

باهمام، على (2004) "المرجع في تيسير تصميم وبناء المسكن الحديث"، الهيئه العليا لمدينة الرياض، بالمملكة العربية السعودية.

باهمام، على (2018) "الإسكان"، الجمعية السعودية لعلوم العمران، يونيفرسال للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.
باهمام وآخرون (2008) "البدائل التصميمية المؤثرة في خفض التكلفة.. منهج فعّال لتوفير الإسكان الملائم اجتماعياً واقتصاديًا وبيئيًا في السعودية، معهد الملك عبدالله للبحوث والدراسات الاستشارية، الرياض.
درة ، أسماعيل (1988) "إقتصاديات الإسكان" عالم المعرفة ، العدد 127 ، وزارة الاعلام، الكويت 1988، ص134.
كامل، رويدا (1990) "تقييم نماذج الاسكان المنخفض التكاليف" رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة.
نبيل، خالد (1987) "تشييد ألاسكان لمحدودى الدخل" رسالة ماجيستير غير منشورة، جامعة الزقازيق.
مسعود، أسامة (2000) "إيجابيات و سلبيات الإسكان العشوائي"، محاضر المؤتمر الدولي السابع للبناء و التشييد (إنتر بيلد) القاهرة صـ475.
نبيل، خالد (1995) "نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية"، رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة.
نبيل، خالد (1999) "نظرة إقتصادية لتقنيات البناء لإسكان ذوى أدنى الدخول"، مقررات المؤتمر الدولى السادس للبناء و التشييد،، القاهرة.
نبيل، خالد (2000) "تقنيات التشطيب لإسكان ذوى أدنى الدخول"، مجلة البحوث الهندسية- جامعة حلوان ، القاهرة، عدد إبريل.
نبيل، الشنوانى (2004) "ستراتيجية الإسكان لفقراء الحضر"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، القاهرة.
عبداللطيف، م.، الفورتية، س. (2004) "الاختلاف في مفهوم الإسكان الميسر وانعكاساته على سياسات التنمية الإسكانية المستقبلية"، ندوة الإسكان (2) "المسكن الميسر"، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

Stulz & Mukerji (1993), “Appropriate Building Materials” SKAT, Switzerland, p10.

Toepfer, k. (2000), “Strategies to Combat Homelessness”, Nairobi, UNCHS.

UNCHS (1995), “The Future of Human Settlements, Good policy can make a difference”, Nairobi, UNCHS.

UNCHS & ILO (1995), “Shelter Provision and Employment Generation”, Geneva.

http://www.alaraby.co.uk/economy/2011

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%86%D8%B5%D8%B1_%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%A7%D8%AC

http://www.nbe.com.eg/Default.aspx?AID=5&CID=7

HOUSING

Chapter 2:

Appropriate Building Technology

الفصل الثانى:

تكنولوجيا البناء المتوافقة

“It is not so much ‘how to build’ as ‘how to choose techniques and materials appropriate to a given situation”

A volunteer builder from Latin America.

« ليس الموضوع كيف تبنى، ولكن كيف تختار تقنية ومواد بناء موافقة للوضع الموجود»

بناء متطوع بأمريكا اللاتينية.

BUILDING TECHNOLOGY

Appropriate Building Technology

تكنولوجيا البناء المتوافقة

2.1 Definitions

2.2 Levels of Building Technology

2.2.1 Low Building Technology

2.2.2 Intermediate Building Technology

2.2.3 High Building Technology

2.2.4 Advanced Digital Building Technology

2.3 Criteria of Appropriate Building Technology; The Quadrant Concept

2.3.1 The Owner/Designer

2.3.2. Producer/consumer Criteria

2.3.3. Builder/contractor Criteria

2.3.4. Intervener/promoter Criteria

1.2 تعريفات

2.2 مستويات تكنولوجيا البناء

1.2.2 تكنولوجيا البناء المنخفضة Low BT

2.2.2 تكنولوجيا البناء المتوسطة Intermediate BT

3.2.2 تكنولوجيا بناء عالية High BT

4.2.2 تكنولوجيا بناء متقدمة رقمية Advanced Digital BT

3.2 معايير تكنولوجيا البناء المتوافقة : المفهوم الرباعى

1.3.2 معايير المالك/ المصمم

2.3.2 معايير المنتج/المستعمل

3.3.2 معايير المقاول/البناء

4.3.2 إجراءات ومعايير المتدخل للترويج والتسويق

“It is not so much ‘how to build’ as ‘how to choose techniques and materials appropriate to a given situation” A volunteer builder.

2.1 Definitions:

- Technology is originally a greek word meaning “science of skill”, the implementation of science for human benefit both physically and mentally. “The science of the application of knowledge to practical purposes : applied science, a scientific method of achieving a practical purpose.” (Merriam Webster Dictionary).

- Technology = technique + structure.

The technique is that tools and know-how, the structure is the social relations, within which the tools become operational, and the know-how becomes meaningful" (Galtung, John 1979).

- “Building construction” is the process of building a structure or : “The art of assembling materials into a structure” (Merriam Webster Dictionary).

« ليس الموضوع كيف نبنى ولكن كيف نختار تقنيات بناء ومواد مناسبة للوضع المطلوب» بناء متطوع

1.2 التعريفات:

- التكنولوجيا كلمة يونانيّة في الأصل، تتكوّن من مقطعين، المقطع الأوّل: تكنو، ويعني حرفة، أو مهارة، أو فن، أما الثاني: لوجيا، فيعني علم أو دراسة، ومن هنا فإنّ كلمة تكنولوجيا تعني علم الأداء أو علم التّطبيق، أى أنّها وسيلة وليست نتيجةً، كما أنّها طريقة التّفكير في استخدام المعارف، والمعلومات، والمهارات بهدف الوصول إلى نتائج لإشباع حاجة الإنسان وزيادة قدراته، ولهذا فإنّ التكنولوجيا تعني الاستخدام الأمثل للمعرفة العلميّة وتطبيقاتها وتطويعها لخدمة الإنسان ورفاهيّته، لحلّ المُشكلات الحياتية التي يواجهها الإنسان (قاموس ماريام ويبستر).

- التكنولوجيا مصدر المعرفة التي تُكرَّس من أجل صناعة الأدوات، ومُعالجة الأنشطة، واستخراج الموادّ، ويمكن إختصار المعنى فى المعادلة:

- التكنولوجيا = التقنية + المنشأ المحيط

التقنية هى الأدوات و المعرفة العلمية، و المنشأ هو العلاقات الإجتماعية التى تجعل التقنية والمعرفة والأدوات فاعلة ذات معنى (Galtung, John 1979).

- "Building Technology" means knowledge of the technical processes, methods and details.

- Building technology = Hard ware + Soft ware

Building technology is building construction methods & materials, which differs according to time, place, culture, owner, designer, building function & program…

The Egyptian architect Hassan Fathy was the first to discuss and implement "suitable building technology" in his projects in Egypt since the 1940th and up to the 80th in USA.

He has argued in his book, -Architecture of the Poor- that solving housing crisis for millions of low income, requires appropriate technology serving humans, not vise versa (Fathy, Hassan 1969). Fathy has succeeded in blending local heritage and natural environmental resources.

-In 1970, Schumacher has stated that appropriate technology in developing countries is an 'Intermediate Technology'. Since then, "Intermediate Technology Development Group" has been established (www.ITDG.org).

- تشييد أو إنشاء المبانى إختصارا : هو عملية وفن البناء، لتجميع مواد ومكونات لعمل منشأ آمن (قاموس ماريام ويبستر).

- تكنولوجيا البناء هى معرفة وتطبيق العملية التقنية وطرق تجميع المبنى، من خلال تفاصيل التشييد التى تمكن من تنفيذه بالموقع.

وهو ما يجب معرفته من المصمم المعمارى و المهندسون بكافة تخصصاتهم الإنشائية و الصحية والكهربية و الميكانيكية، بالإضافة للمقاول والعمال كل فى تخصصاتهم.

- وفقا لتعاريف تكنولوجيا البناء فإنها = تقنيات البناء من طرق تشييد ونظم ومواد بناء + السياق التكنولوجى حسب الزمان و المكان و المالك و المصمم و المقاول وبرنامج و طبيعة المبنى...

أول من ناقش وطبق «تكنولوجيا البناء المناسبة» هو حسن فتحى عبر مشاريعه بمصر بدءا من الأربعينات -قرية القرنة والوادى الجديد و كوم إمبو وغيرها-، ثم بالمنطقة العربية وحتى الولايات المتحدة بنيو مكسيكو. فى عام 1969 نشر كتابه «عمارة الفقراء» و هو من أهم الكتب التي غيّرت مفاهيم العمارة البيئية، وقد وضع العديد من الجدليات حول طبيعة هذا النمط من العمارة (فتحى، حسن 1969). ومنها يتضح أن جذور فكر حسن فتحي تمتد مكانا إلى التربة المحلية، وزمانا إلى الأصالة والتراث عبر العصور. فقد رأى ضرورة البحث عن طراز الحياة الذي يتفق مع البيئة الطبيعية ويحل مشكلات ملايين البشر من ذوي الدخل المحدود أو ممن ليس لهم دخل كما يتطلب خلق عصرا جديدا تكون فيه التكنولوجيا المتوافقة في خدمة الانسان وليس العكس.

ATDG has emerged as a response to failure of many western high tech solutions in developing world after the 1960th. Charles Abrams has discussed and criticized that most imported solutions, such as prefabricated concrete housing, were more costly and inappropriate to local markets (Abrams, Ch 1964). ITDG thinks that the most appropriate technologies are :

- Sustainable ; requiring fewer natural resources and producing less pollution than techniques which are often wasteful and environmentally polluting.

- Small; where possible (as in Small is Beautiful), manageable by the users. However, there are also times when the most appropriate technologies are large-scale depending on market.

- Appropriate to the local resources, context, including the environmental, ethical, cultural, social, political, and economical context.

Thus appropriate technology for one context may not be appropriate for another.

فى عام 1970 إقترح شوماخر مفهوم «التكنولوجيا المتوافقة» الذى إنتشر بالعالم عبر مؤسسته: «مجموعة تنمية التكنولوجيا المتوسطة» (www.ITDG.org) كرد فعل لفشل العديد من التكنولوجيات الغربية المتطورة فى الستينات فى التطبيق بالدول النامية، لإختلاف السياق الثقافى و الحضارى. ومجال عمل المجموعة يختص بالتنمية المجتمعية، واضعة اساسا للتنمية المستدامة لاحقا فى مجالات عديدة : زراعية وصناعية وإسكانية وصحية وتعليمية...

فمثلا لوحظ أن العديد من تقنيات البناء العالية كمصانع المبانى الخرسانية الجاهزة التى استوردت بتكاليف إستثمارية عالية، وظفت عمالة أقل، بينما أنتجت مساكن أعلى تكلفة من طرق البناء المحلية، وإنتهى الأمر بخسائر فادحة نتيجة إغلاقها، مما أضر بالدول النامية (إبرامز، تشارلز 1964).

يرى شوماخر و المجموعة أن التكنولوجيا يجب أن تتوافق مع الظروف المحلية و مهارات و أدوات المستعملين ووسائل النقل و الأسواق..، لهذا فإن أفضل التقنيات يجب أن تكون :

- مستدامة (ممتدة عبر الأجيال): تتطلب أقل الموارد الطبيعية والطاقة المطلوبة للإنتاج الغير ضار أو ملوث للبيئة.

- صغيرة المقياس: حسب حجم السوق، بمنطق أن «الصغير جميل» ، لإن إدارته أسهل و أقل تكلفة. علما بإن أفضل التقنيات قد تكون كبيرة المقياس احيانا، حسب المنتج و القبول الإجتماعى وحجم السوق...

- متوافقة مع السياق العام: الإجتماعي/الإقتصادي، البيئى والأخلاقى والسياسى و التنظيمى، ادوات وتقنيات الإنتاج . ولهذا فالتقنيات المتوافقة بمكان، قد لا تكون متوافقة بمكان آخر ويجب اولا تعديلها -إذا ثبت مبدئيا صلاحيتها- لتناسب الظروف المحلية المناخية و الثقافية والفنية.

2.2 Levels of Building Technology

ITDG have characterized the different technology levels as "low", "intermediate", and "high" on the bases of capital investment and employment.

After the info-revolution and emerging digitalization in all aspects, Building technology should be developed into four levels concerning knowledge, labor skills, resources, market, socio/economic and technology context:

- **Low Building Technology**
- **Intermediate Building Technology**
- **High Building Technology**
- **Advanced digital Building Technology**

1. Low Building Technology is the traditional methods of construction techniques widely used for vernacular architecture, using simple techniques, e.g. load bearing structures of local materials. These techniques are generally slow, low quality but economical (Eweda, M. 1984).

2.2 مستويات تكنولوجيا البناء

قامت مجموعة تنمية التكنولوجيا المتوسطة منذ سبعينات القرن العشرين، بتقسيم مستويات التكنولوجيا عامة لثلاثة: منخفضة و متوسطة و مرتفعة، إعتمادا على حجم راس المال و نوعية العمالة.

ومع بدأ ثورة المعلومات، وإنتشار التطبيقات الرقمية، بعالم العمارة، يجب زيادة مستوى آخر متقدم لتكنولوجيا البناء، بناءا على المعرفة، و الموارد البشرية والوضع الإقتصادى/ الإجتماعى والسياق التقنى:

- **تكنولوجيا البناء المنخفضة**
- **تكنولوجيا البناء المتوسطة**
- **تكنولوجيا البناء العالية**
- **تكنولوجيا البناء الرقمية المتقدمة**

1.2.2 تكنولوجيا البناء المنخفضة Low BT

هى التقليديه الشائعة الإستخدام فى مكان وزمان ما، تمثل أبسط طرق البناء للعمارة المحلية كمبانى الحوائط الحامله المبنية من المواد المتوفرة، والهياكل الخرسانية حاليا. لذلك تختلف ما بين الريف والحضر، حسب المواد المتاحة والسياق التكنولوجى. تتميز بإستخدام المواد المحلية المعروفة، والعماله الكثيفة وبعض الأدوات اليدوية، مما يعتبر منخفض التكلفه وسهلة التطبيق مقارنة بالمستويات الأعلى إلا أنه يعيبها بطء التنفيذ، وإنخفاض الجوده (عويضة، محمد 1984).

2.2.2 Intermediate Building Technology is the construction technique and building materials that uses simple machines to speed and simplify building production, raise product quality and production. It tries to combine both advantages of traditional methods, and prefabrication -speed and quality control-, thus it is some times called "Partial prefabrication", or "semi-industrialized". It depends on small/medium size building components – such as floor joists, stairs, lintels- produced on site, in addition to some conventional techniques. This level avoids the disadvantages of both conventional methods, and total prefabrication (Nabil, Kh 1995).

2.2.3 High Building Technology uses more complex equipment to produce materials, reduce labor and increase product quality. Total prefabrication and mechanized building techniques, e.g. large concrete panels and "lift slab" or "Slip Form" requires specialized labor, equipment and large scale markets. However, it is characterized by speed, higher cost and quality.

2.2.2 تكنولوجيا البناء المتوسطة Intermediate BT

تعتبر تطويرا للطرق المنخفضة، لرفع الجوده وزيادة الإنتاجية، وتسهيل عملية البناء بإستخدام بعض المعدات، كماكينات كبس الطوب، و الطوب المعشق سهل البناء بدون مونة. تسمى أيضا بالطرق «شبه المصنعه» أو سبق التجهيز الجزئى Partial Prefabrication، وهى الطرق التقليدية المطعمة بوحدات صغيره سابقة التجهيز كالأعتاب ودرج السلم وأعصاب السقف الجاهزه سهلة الحمل دون معدات ثقيلة. تجنبا لعيوب الطرق التقليدية من بطء التنفيذ و الحاجه لعمالة متخصصه، وإستفادة من مزايا سبق التجهيز. تعتبر مرحله متوسطة ما بين الطرق التقليدية والطرق العالية التكنولوجيا كنظم سبق التجهيز الكاملة (نبيل، خالد 1995).

3.2.2. تكنولوجيا بناء عالية High BT

تستبدل فيها العمالة الكثيفة -الخاصة بالطرق المنخفضة- بالمعدات، مما يخفض العمالة، ويرفع كفاءة الإنتاج بالسرعة والجودة العالية، ويعيبها التكلفة الإستثمارية، و الإعتماد على موردى التكنولوجيا.

يستخدم الإنشاء المميكن لصب ورفع عناصر المبنى -كالبلاطات المرفوعة و الشدات المنزلقة-، أوطرق سبق التجهيز الكامل الخرسانية او المعدنية، التى تحتاج لشركات تنفيذ متخصصه، ومعدات رفع، ووسائل نقل ثقيل للوحدات السابقة التجهيز من المصانع للموقع، مما يتطلب سوقا واسعة وبنية تحتية، وإنتاجا كميا للحفاظ على تكلفة منافسة (عويضة، محمد 1984).

2.2.4 Advanced Digital Building Technology has emerged with info-media age; digital architecture, structure, fast mass production capabilities and construction applications. Robots have been used in building production lines and in construction sites for more than 20 years, specially in complicated high structures (Nabil, KH. & Others 2005). New responsive building materials using Nano technology of advanced specification are promoted to achieve kinetic dynamic architecture.
BIM applications along with 3D printing of complete buildings will push building technology to unprecedented limits.

The appropriate building technology to urban housing in developing countries seem to be the intermediate/high technology which fills the gap between low and high tech methods. It should balance between production of material and construction techniques depending on the context of each project and region while applying next appropriateness criteria.

4.2.2 تكنولوجيا بناء متقدمة رقمية Advanced Digital BT

ظهرت تلك التكنولوجيا مع ثورة المعلومات التى بدأت فى التسعينات بمجالات الإتصالات، ثم إنتقلت لكافة المجالات الهندسية والمعمارية والإنشائية، التى إنعكست على السرعة والجودة فى تطبيقات التشييد. فتطورت تكنولوجيا البناء العالية مع إستخدام الروبوتات فى مصانع إنتاج الوحدات الجاهزة، وبعض مراحل الإنشاء كرفع وتركيب المكونات الموديولية الثقيلة، و إجراء عمليات البناء -كرص البلوكات- ثم التشطيب، وهو ما يناسب المنشآت المعقدة أو العالية، بالدول المتقدمة الموردة للتكنولوجيا (نبيل، خالد وآخرون 2005).

ومع دخول التطبيقات الرقمية عالم العمارة و تشييد المبانى، بدءا من تصميم و إخراج و إدارة المشاريع BIM، وصلنا لإنتاج مكونات و مواد بناء من الرسومات مباشرة، بالقطع بالليزر والطابعات الثلاثية، التى يمكنها الان تصنيع المبنى بالكامل (كما سيرد بالفصل السادس). فتطورت صناعة مواد البناء لتصبح أعلى كفاءة بمواصفات متقدمة، بالإضافة لظهور مواد بناء مستحدثة مصنعة بالنانو تكنولوجى، وتقنيات مستجيبة للبيئة، أمكن إنشاء مبانى ديناميكية ذاتية الحركة والطاقة، مما سيدفع بتكنولوجيا البناء إلى آفاق غير مسبوقة.

فإذا كانت التكنولوجيا المناسبة للإسكان غير الحضرى بمنطقتنا العربية هى التكنولوجيا التقليدية المحلية المنخفضة، فإن تكنولوجيا البناء المتوافقة مع الإسكان الحضرى بالدول النامية ، تقع ما بين المتوسطة و العالية -حسب السياق المحيط-، وذلك لملأ الفراغ ما بين التكنولوجيا المنخفضة و العالية بمرونة، و تحقيق إتزان ما بين إنتاج مواد البناء وتقنيات التشييد، إعتمادا على تطبيق معايير التوافق التالية، بما يناسب كل مشروع و إقليم.

2.3 Criteria of Appropriate Building Technology; The Quadrant Concept

American Society of Civil Engineers defines construction quality by meeting the requirements of the owner, designer, contractor and government regulations, which could lead to significant benefits to all actors. Thus, appropriate technology should be tackled as a multi disciplinary process rather than a choice of a product, depending on four overlapped process phases: design, production, construction and promotion/marketing. This concept adds a fourth dimension of promotion procedures, using business model to guarantee economic sustainability and wide spread of appropriate technology (Polak, P. 2010), while previous ones misses recent economic changes of free market and privatization.

The suggested concept -by the editor- is complying with new definitions of overall quality in projects which focus on the consistency of the process, starting from material selection to maintenance and after occupancy.

3.2 معايير تكنولوجيا البناء المتوافقة «المفهوم الرباعى»

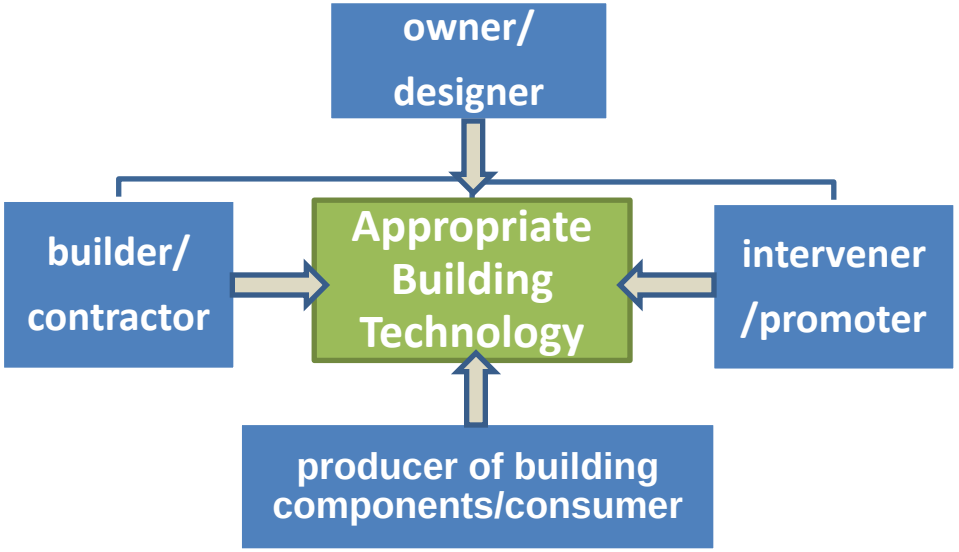
عرفت جمعية المهندسين المدنية الأمريكية، جودة الإنشاء بإنه «مقابلة طلبات كل من المالك و المقاول واللوائح الحكومية المنظمة للبناء، و التى يمكن أن تحقق فوائد لكل الأطراف». وبإضافة تعريف الجودة لما سبق، من مناقشة لموضوع تكنولوجيا البناء المتوافقة، يتبين أنه يجب النظر إليها كعملية متعددة المراحل ومتداخلة الأبعاد - وليس كمنتج-، بدءا من التصميم، فإنتاج مواد ومكونات البناء، للتنفيذ، ثم الترويج و التسويق.

هذا المفهوم يضيف بعدا جديدا هو إجراءات الترويج والتسويق -بما يسبقه من دراسات للسوق والمستعمل-، ليتجنب النقد الذى تعرضت له المؤسسات العاملة بمجال تنمية التكنولوجيا المتوافقة. حيث يجادل البعض بإنها لم تنتشر وتحقق جدوى إقتصادية لعدم وجود نموذج إدارى (بولاك، بول 2010)، بينما تثبت التقنيات الواردة بالجزء الثانى من الكتاب مدى الوفر المحقق لمعظم التقنيات. لذا فإن ما ينقص هو التركيز على المقبول إجتماعيا و دراسات إقتصاد السوق المستهدف لضمان الإنتشار، ويناسب السياسات الإقتصادية الحديثة، من خصخصة وتحرير للأسواق بمصر ومعظم الدول (نبيل، خالد 2000).

إن المفهوم المقترح لتقنيات البناء المتوافقة، يتماشى مع مفهوم الجودة الشاملة للمشاريع، الذى يركز على ثبات وإتساق العملية البنائية مع المحيط الشامل –المادى و المعنوى-، بدءا من إختيار مواد ومكونات البناء إلى الصيانة وما بعد الإشغال.

The Quadrant concept of appropriate technology depends on meeting the demands and criteria of all involved parties.
As the designer applies owner or user needs, they are combined together in the first owner/designer criteria. The intervener criteria–government or civil society- and the promoter procedures are combined together. Since production depend on consumer wishes, their criteria are combined also (Nabil, Kh 1995-2015).

قام المؤلف بطرح المفهوم الرباعى لتكنولوجيا البناء المتوافقة بناءا على مقابلة طلبات ومعايير كل أطراف العملية البنائية فى مراحلها الأربعة المختلفة (نبيل، خالد 1995-2015):
- مرحلة التصميم تشمل معايير التصميم من الشروط الفنية للمصمم و المتوافقة مع رغبات المستعملين.
- معايير إنتاج مواد ومكونات البناء المناسبة للسياق المحيط.
- معايير التنفيذ الميسرة للإنشاء التى تناسب المقاولين و البنائين.
- إجراءات ومعايير التسويق التى تضمن القبول الإجتماعى للتقنية و الإنتشار بما يحقق مصالح الجهة المتدخلة و المسوق للتقنية، و يناسب السياق المعنوى المحيط.



Quadrant Concept of Appropriate Technology, by editor (Nabil, Kh 1995, 2015)

2.3.1 The Owner/Designer

The design phase of sustainable appropriate technology starts by owner/designer criteria that fulfills several aspects, e.g. architectural, structural, environmental, etc. Although some aspects might be constant such as fire, sound, durability, modular coordination and appropriate weight, architectural and climatic aspects are varied from a country to another which emphasizes the importance of studying local technical performance criteria of each country/region to achieve appropriate sustainable design of components.

The performance criteria approach is preferred over the traditional specification approach, since it allows innovation depending on the user needs and socio-economic situation rather than fixed solutions.

Naturally, the technical performance criteria begins with the used raw materials, since it is the base of any building technique -or a building product-, which could be summarized in next Table 2.1:

1.3.2 معايير المالك/ المصمم

تبدا مرحلة التصميم لتكنولوجيا البناء المتوافقة المستدامة بمعايير المصمم ورغبات المستعملين، التى يجب أن تشمل كل النواحى المعمارية والإنشائية و البيئية المعروفة، التى قد تختلف من مشروع لأخر، ومن موقع لآخر داخل نفس الدولة حسب السياق المحيط.

ولكن توجد بعض الشروط، العامة كمقاومة الحريق وعزل الصوت والأبعاد و الأوزان المتوافقة، وهو ما يدعو لوضع معايير اداء فنية لمكونات البناء المستدامة، حيث يفضل التعامل بمعايير الأداء عن مواصفات البناء التقليدية، لإنه يتيح المرونة و التجديد بناءا على إحتياجات المستعمل و الوضع الإقتصادى/الإجتماعى، بدلا من المواصفات الثابتة التى قد تحدد موادا معينة، بينما التكنولوجيا تتطور بإستمرار.

وبالطبع تبدأ معايير الأداء بمواد البناء المحلية المتوفرة، نظرا لإنها الأساس لمكونات البناء، التى يمكن تلخيصها فى الجدول اللاحق 1.2

Table 2.1 Performance criteria of building components

Technical Aspects	Performance criteria of components
Appropriate abundant materials	- Use of low cost indigenous materials. - Integration of local non-organic & organic into composite materials. - Non-organic materials; sand, lime and stones .. - organic are; reeds, palms, rice husk and peanut shells.. - Processed by-products; saw dust, waste, fibers, reeds..
Architectural performance	- Assessing architectural heritage. - Generate socially accepted pattern. - Reflect diversity; different unit shapes and colors . - Flexibility of design & space; Support-infill. - Vertical and/or horizontal space expansion.
Structural performance	- Achieve structural safety. - Application of the dry interlocking. - Partial prefabrication. - Use of successful local structural solution.
Thermal performance	- Micro-climate of human comfort; temperature, humidity and air ventilation. - Conductivity of the component should not exceed 1.1 W/mc for mid Egypt.

Continued Table 2.1 Performance criteria of building components

Technical Aspects	Performance criteria of components
Fire resistance	- 1-2 hours for internal & external walls. - 2 hours for beams and floors. - 3 hours for columns. - Flame spread rating from 0 to 300 s.
Sound insulation	- 40 dB for living rooms. - 25 dB for sleeping rooms.
Durability	- 60-100 years for structural components. - 20-40 years for non-structural components.
Modular coordination	-To coordinate with production, transport, construction and other building units. - Apply the 30 cm module (3M). - Use some self build Standard NEN…
Appropriate weight	- Easy handling design. - Self build weight levels: level A, two hands: 15 kg for most units level B, four hands: 50 Kg for larger units level C, two shoulders: up to 100 kg approx. level D, Four shoulders: 180 kg level E, lifting crane; 200 kg, not recommended

2.3.2. Producer/Consumer Criteria

- **Availability of building materials.**
- **Minimum labor skills.**
- **Production generates profit.**
- **Production machines locally made, easily maintained.**
- **Standardization/repetitive production.**
- **Minimum use of local high cost materials; steel and cement.**
- **High performance molds with reasonable tolerance.**
- **Quality control.**

2.3.3. Builder/Contractor Criteria

- **Minimum skilled labor.**
- **Speedy Construction (time saving).**
- **Easy installation, assembly & facilitating learning by doing.**
- **Tools increase productivity.**
- **People labor generates more value than regular jobs.**
- **Scaffolding and formwork are avoided as possible.**
- **Minimum finishing operations.**
- **Components' assembly integrates building utilities.**

2.3.2 معايير المنتج/المستعمل

- مواد البناء محلية، لتقليل تكلفتها.
- أقل مهارات مطلوبة لعمالة الإنتاج.
- تحقيق الإنتاج لفوائد إقتصادية.
- معدات الإنتاج محلية، أو مستوردة -غير عالية التقنية- يسهل إدارتها وصيانتها.
- الإنتاج قياسى متكرر.
- أقل إستخدام للمواد المحلية المكلفة كالحديد والأسمنت.
- قوالب إنتاج عالية الجودة، مصممة بخلوص مناسب.
- مراقبة الجودة.

3.3.2 معايير المقاول/البناء

- تخفيض مستوى مهارة العمالة المطلوبة، لتقليل تكلفتها.
- الشييد السريع، الموفر للوقت.
- بساطة التشييد و التجميع.
- تسهيل التعليم و التدريب أثناء التشييد.
- الأدوات و المعدات تزيد الإنتاجية.
- عدم الحاجة لشدات كلما امكن.
- أن تحقق عمالة المستفيدين -البنائيين لإنفسهم- دخلا أعلى من إجورهم المعتادة.
- أقل عمليات التشطيب.
- وجود بدائل تشييد مختلفة لنفس العملية.
- بساطة الرسومات و التفاصيل لمكونات بناء مرقمة.

- Alternative construction options
-Simplicity of drawings and numbered components

2.3.4. Intervener/Promoter Criteria

- Survey concerns of the local contractors.
- Market study of user needs, priorities and perception.
- Advertising in newspapers, TV, radio and web net.
- Distribution of data and simple drawings.
- Construction of a demonstration building.
- Conducting training courses.
- Participation in trading fairs.
- Organization of technology promoters.

Finally, a responsible body must be created to manage the whole process and link all resources together; governmental and non governmental, banks, local authorities, builders, users (Nabil, Khaled 2000).

4.3.2 إجراءات ومعايير المتدخل للترويج والتسويق

- دراسة تسويق لإحتياجات المستعملين، أولوياتهم و إدراكهم.
- مسوح لإهتمامات المقاولين المحليين.
- الدعاية فى وسائل الإعلام ووسائل التواصل الإجتماعى.
- نشر المعلومات المبسطة للتكنولوجيا.
- تشييد مبانى إرشادية بنفس التقنيات.
- تسهيل التعليم و التدريب أثناء التشييد.
- إجراء برامج تشييد تدريبية.
- الإشتراك فى معارض البناء.
- عمل شبكة من مروجى التكنولوجيا.
- ضرورة وجود ضمان للتكنولوجيا، لكسر الخوف من تطبيق الجديد
- تقليل نسبة المخاطرة مقابل إنخفاض التكلفة.

وأخيرا ضرورة وجود هيئة مسئولة لإدارة عملية التطبيق، تجمع وتصل مابين كل الأطراف: الحكومية والمحليات وجمعيات البناء بالمجتمع المدنى و البنوك و المقاولين و المستفيدين. نظرا لإن المنتفعين عادة يفتقدون الوسائل والمهارات اللازمة للوصول لكل المصادر المطلوبة للتطبيق (نبيل، خالد 2000).

References

فتحى، حسن (1969) "عمارة الفقراء"، وزارة الثقافة، مصر.

نبيل، خالد (1987) "تشييد ألاسكان لمحدودى الدخل"، رسالة ماجيستير غير منشورة، جامعة الزقازيق، مصر.

نبيل، خالد (1995) "نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية"، رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

عويضة، محمد (1984) "تكنولوجيا البناء الحديثة"، مطبعة النهضة، بيروت، لبنان.

Abrams, Charles (1964),"Man's Struggle for Shelter in an Urbanizing World", MIT press.

American Society of Civil Engineers, (1989),"Quality in The constructed Projects", ASCE, NY, USA, p 1.

Fathy, Hassan (1973), "Architecture for the poor", Chicago University Press.

Khan, A. (1974), "Appropriate technologies: Do we transfer, adapt or develop?", edited by Edwards E., Colombia University Press.

Galtung, John (1979),"Development, Environment and Technology", Towards a technology for self reliance, UN Publication, New York, p 15.

Michael Anissimov (3-2-2017), "What is Technology?" ،WiseGeek, Retrieved 6-2-2017.

Nabil, khaled (2000), "Affordable Housing Through Social Marketing." Proceedings of The 28th International Housing Congress IAHS, Abu Dhabi.

Nabil, khaled (2005), "Robotics' Potentials for Tall Buildings", with Ragab & Hanafi, , The 7th International Conference on Multi-Purpose Towers and Tall Buildings, IFHS 2005, Dubai.

Nabil, khaled (2015), "Appropriate Building Technology & Sustainability", The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh, SA.

Ramamurthy, K. (1988), "Partial Industrialized Systems for Mass Housing", Housing Science, V 12, N 1.

Payne, G (1984), "Low income housing in developing countries", J. Wiley, Chechester.

Polak, Paul (2010), "The Death of Appropriate Technology" at: http://www.paulpolak.com/the-death-of-appropriate-technology-2/

www.ITDG.org

Chapter 3:

Innovative & lower Cost Building Materials

الفصل الثالث:

مواد البناء منخفضة التكلفة والمستحدثة

“Look under your feet and build your home, there you will find the best environmental material”

"انظر تحت قدميك وابنِ بيتك، فهى أفضل المواد للبيئة المحلية"

Hassan Fathi, Architect of the poor

المهندس المعماري "حسن فتحي" (مهندس الفقراء)

Chapter 3:

الفصل الثالث:

Innovative & lower cost building materials

مواد البناء منخفضة التكلفة والمستحدثة

Introduction	مقدمة
3.1 Selection criteria of Sustainable Building Materials	1.3معايير إختيار مواد البناء المستدامة
3.2. Classification of Building Materials	2.3 تصنيف مواد البناء
3.3 Some developed & innovative building materials	3.3 بعض مواد االبناء المطورة و المستحدثة
3.3.1 Earth Architecture	1.3.3 عمارة ألآرض
3.3.1.1 Stabilized earth	1.1.3.3 التربة المثبتة
3.3.1.2 Rammed Earth	2.1.3.3 التربة المدموكة
3.3.2 Stabilizers & Pozolana	2.3.3 المواد اللاحمة و البوزولانا
3.3.3 Date Palm Leaves & Fibers	3.3.3 جريد وألياف النخيل
3.3.4 Developed Concrete & Cement Alternatives	4.3.3 الخرسانة المطورة وبدائل الأسمنت
3.3.4.1 Ash-Crete	1.4.3.3 رماد الخرسانة
3.3.4.2 Gas Concrete	2.4.3.3 الخرسانة الغازية
3.3.4.3 Biofuel Concrete	3.4.3.3 الخرسانة من نفايات الطاقة الحيوية
3.3.4.4 Recycled Aggregate	4.4.3.3 الركام معاد التدوير
3.3.5 Mycelium	5.3.3 ميسيليوم
3.3.6 Environmental Cement Alternative; Dead Sea	6.3.3 بديل أسمنتى بيئى: أسمنت البحر الميت
3.3.7 Nano-structured Materials	7.3.3 مواد منشأه بتقنية النانو

Introduction

Any material used for construction purposes is called as building material, which has a total cost representing many aspects (Wikipedia):

- Economic costs is the initial cost which often governs decision making about what materials to use. Sometimes people take into consideration the energy savings or durability of the materials, trading higher initial cost in return for a lower lifetime cost.
- Ecological costs of materials; environmental damage at their source and in transportation of the raw materials, manufacturing, retailing, transportation and installation. A life-cycle analysis also includes the reuse, recycling, or disposal of construction waste, taking into account sustainable development.
- Energy costs includes the amount of energy consumed to produce, deliver and install the material into a structure (embodied energy).

https://en.wikipedia.org/wiki/Building_material

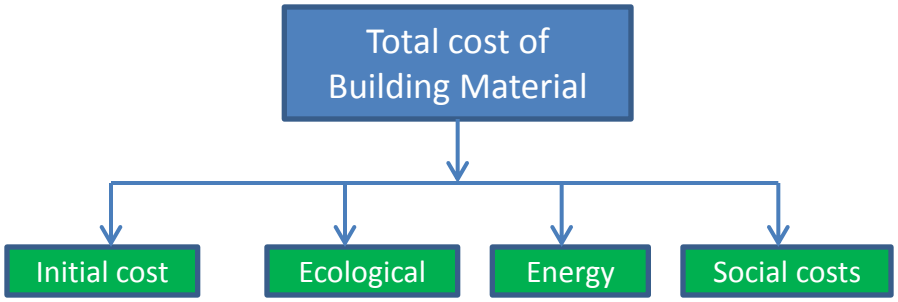
مقدمة

تعتبرمواد البناء هى كل العناصر الداخلة فى البناء والتشييد. وهى من أعلى النسب من مجمل التكاليف المباشرة. وتتعاظم هذه النسبة كلما إنخفض مستوى الإسكان، لإنخفاض قيمة الآرض ومستوى التشطيب، حتى أنها قد تصل لثلث التكلفة العامة كما تبين بالفصل الأول.

وتعتمد تكلفة المواد على وفرة أو ندرة المواد الخام، وأماكن تواجدها، ومستوى التصنيع فالنقل وحجم السوق، و الضرائب المحلية، إلخ.

لذا فإن تكلفتها الكلية، هى محصله عدة تكاليف (ويكيبيديا):

- التكلفة الأوليه الإقتصادية لسعر المادة المباشر، التى تتحكم بقرارالإستخدام. وقد يضع البعض إعتبارا للديمومة، أو الوفر فى الطاقة، ناظرين للتكلفة عبر عمر المبنى.



https://en.wikipedia.org/wiki/Building_material

Long term energy cost is the economic, ecological, and social costs of continuing to produce and deliver energy to the building.
- Social and health costs are human rights, health insurance and injury of the people producing and transporting the materials. Monopoly or fair trade and labor rights are social costs of material manufacturing.

Thus the choice of building materials affects many sectors of the local economy and job generation. In previous chapter 2, some general criteria considering used raw materials were laid out in Table 2.1, where here more specific criteria is discussed.

It must be stated that this chapter does not present a catalogue of appropriate building materials , but a signal to the potentials of some developed and innovated usage of local resources, usually found in the hot arid climates of the Arab region.

- التكلفة البيئية للمواد من نقل للمواد وصناعتها وتداولها، عبر دورة حياتها، والتى قد تتضمن إعادة الإستخدام، أو تكلفة التخلص منها، فى صورة مواد خضراء أو مستدامة.

- تكلفة الطاقة، المستهلكة لإنتاج وتسليم وإقامة وصيانة المنشأ عبر حياة المادة (الطاقة الضمنية)، حتى نهاية عمرها، وهو ما يساوى تكلفة الطاقة طويلة الأمد بطول عمر المبنى.

- التكلفة الإجتماعية و الصحية وتشمل حقوق العمال و التأمين الصحى ضد مخاطر الإنتاج و النقل. فمثلا تبين ان الاسبستوس يصيب بالسرطان على المدى الطويل مما يضيف تكلفة صحية غير معروفه، مما أدى لمنع إستخدامه كمواسير. كما أن حجم السوق ومدى الإحتكارات داخل المجتمع تؤثر كثيرا فى التكلفة، خاصة بالدول التى لا تقيد الإحتكار.

لهذا يتضح أن إختيار مواد البناء يؤثر على العديد من قطاعات الإقتصاد المحلى وخلق الوظائف كأحد جوانب التكنولوجيا التى ورد ذكرها بالمعايير العامة فى الفصل الثانى، وسنأتى هنا على المعايير الخاصة المتضمنة لدورة «حياة» مواد البناء ما قبل التنفيذ، لما بعد الإستخدام، وحتى إعادة تدويرها.

ويجب العلم أن هذا الفصل لا يشكل كتالوجا لمواد البناء، ولكن إشارة مختصرة لبعض مواد البناء المطورة و المستحدثة، التى أثبتت خفضا للتكلفة، والمتوفرة بالمنطقة العربية الصحراوية.

3.1 Selection criteria of Sustainable Building Materials (BMTPC), (theconstructor.org):

3.1.1 Manufacturing of building materials should be environment friendly; good quality, efficient building materials, reducing waste generation and pollutants to environment.

3.1.2 Recycling of wastes in manufacturing; wastes which can be recycled and used in masonries and wooden wastes can be used in manufacture of plywood (Nabil, Kh 2007).

3.1.3 Reducing Energy Consumption and use of raw materials; the greater a materials embodied energy, the greater usage of non-renewable sources. Natural materials impact more sustainability to structures as well as they are friendlier to environment.

3.1.4 Use of local material not only reduces transportation cost but also are suitable for the local environmental conditions.

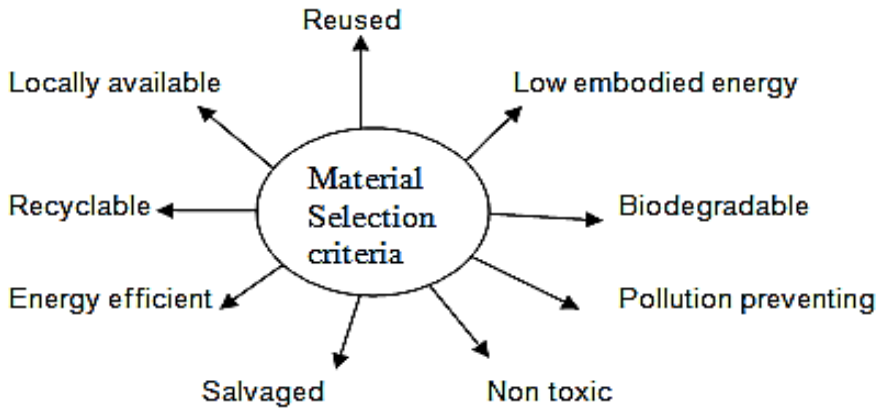
(see next figure)

1.3 معايير إختيار مواد البناء المستدامة (BMTPC), (theconstructor.org) :

1.3.1 إنتاج مواد البناء يجب أن يكون صديقا للبيئة، لإنتاج مواد بجودة جيدة بلا إهدار للمخلفات أو تلوث البيئة.

2.3.1 إمكانية إعادة تدوير المخلفات فى الإنتاج، مثل تدوير كسر الطوب و البلوكات فى إنتاج بلوكات أخرى (نبيل، خالد 2007)، أو بقايا الخشب فى ألواح خشب صناعى أو أسياخ حديد التسليح.

3.3.1 تخفيض المياه والطاقة المستخدمة و المواد الأولية المستخدمة فى الإنتاج. وكلما كانت الطاقة الكلية (الضمنية) أعلى، كلما كانت المواد أكثر ضررا بالبيئة و السكان.



معايير إختيار مواد البناء للإسكان (BMTPC)

3.1.5 Use of non-toxic building materials; which has impact the health of construction labor and users, e.g. several chemicals usually used including benzene formaldehydes, ammonia, resins and ply boards.

3.1.6 Durability and maintenance of building material to reduce cost -over long usage- and save building operating cost.

3.1.7 Recyclability and reusability of building material. The plastics waste can be used for recycling and producing newer materials (see Pre-plast building system in chapter 6). The scrap from steel can be reused to manufacture reinforcing bars.

3.1.8 Bio-degradability; A material should be able to decompose naturally when discarded. Natural materials or organic materials would decompose very easily, while other materials produces some toxic gases, e.g. some paints.

4.1.3 إستخدام المواد المحلية –ليس فقط بالدولة ولكن الإقليم- لخفض تكلفة النقل، ولأن أكثر المواد مناسبة، تأتى من نفس البيئة.

5.1.3 البعد عن المواد السامة التى لها اخطار صحية على عمال البناء و السكان، مثل الأسبستوس و بعض الكيماويات الداخلة فى صناعة الدهانات ومواد العزل، و الأمونيا.

6.1.3 إختيار مواد ذات ديمومة وأقل صيانة لخفض التكلفة الكلية، فالمواد الأقل تكلفة عادة ذات جودة أقل وعمر قصير والعكس، مما يرفع التكلفة الكلية النهائية، بالنظر لعمر المبنى.

7.1.3 إمكانية إعادة الإستخدام أو تدوير المواد، كالبلاستيك -ثيرمو بلاست وليس ثيرموستنج-أو بقايا المعادن وخردة الحديد التى يمكن إعادة تصنيعها كحديد تسليح.

8.1.3 إمكانية التحلل البيئى للمواد طبيعيا، دون إنتاج سموم غازية، فالمواد الطبيعية تتحلل بسهولة، عكس بعض المواد كالدهانات التى قد تبعث غازات سامة.

غرف بمعبد الرمسيوم بالأقصر،مبنية بالطوب اللبن من 3400 سنه

Storage rooms in Ramses II temple, 1400BC, Luxor, Egypt

3.2. Classification of Building Materials

In general, it could be classified into (Fig 3.2):

- Natural raw materials: extracted or harvested, minimally processed same as clay, aggregate, stone, lime, gypsum, metal ore, wood, rubber..

- Processed, formulated: brick, blocks, tiles, glass, lime mortar, natural insulating materials.

- Industrial processing : cement, steel, aluminum and metal alloys used in construction.

-Synthetic and artificial materials:, chemicals, polymers, plastics, foam and fabrics.

- Cement composites: Concrete, various fibrous materials; paper, fiberglass, and carbon-fiber.

- Processed byproducts and Recycled materials; asphalt, particle & manufactured wood.

- Nanostructured materials; paints, carbon tubes, fibers, mortars..

2.3 تصنيف مواد البناء

يمكن تصنيف مواد البناء عامة إلى الأتى (شكل 2.3) :

- مواد البناء الطبيعية المتوفرة بالبيئة، كالطين والركام والجير والحجر، وخامات المعادن و الخشب و المواد العازلة الطبيعية.

- مواد البناء المعالجة -بإنتاج بسيط- داخل الموقع أو ورش كالطوب والبلوكات والبلاط والمونة والزجاج، وألوح الخشب.

- مواد تحتاج لتصنيع ثقيل كالأسمنت و الحديد و الألمنيوم و الكابلات والسبائك المعدنية.

- مواد مخلقة كالكيماويات و البوليمرات و البلاستيك و الفوم العازل، والأنسجة الصناعية، والخشب الصناعى.

- مكونات بناء مصنعه صغيرة كألادوات الصحية والنجارة والمواسير.

- عناصر بناء سابقة التجهيز كالحوائط و الأسقف و السلالم .

- مواد مهندسة بتقنية النانو كبعض العوازل و الدهانات وألياف التسليح كالزجاج و الكربون.

- المواد المعادة الإستخدام Recycled من عدة مصادر:

مكونات بناء صغيرة مستعملة كألادوات الصحية والنجارة و الأبواب و الشبابيك الخشبية. المنتجات الصناعية الجانبية كجلخ الحديد ورماد الفحم ونشارة الخشب، التى تصنع منها بلوكات خفيفة الوزن. الفضلات الزراعية كقش الأرز وتفل قصب السكر، وجريد النخيل. النفايات كالورق الذى يستعمل فى صناعة الواح الجبس السليلوزى، وزجاجات المياه، وعلب المشروبات.

مخلفات الأجهزة الإلكترونية و المنزليه، التى يمكن تفكيكها وإعادة إستخدام مكوناتها البلاستيكية و المعدنية. الشكل التالى 3.1 يبين منتجا صناعيا -مرتبة السرير-، يتواجد بوفرة كنفايات يمكن تدويرها لعدة مواد بناء نافعة.

- Recycled building materials could be of different sources:

- **Industrial by-products; coal ash, saw dust which are used in producing blocks.**
- **Agricultural waste, wheat straw, rice husk, peanut shells, reeds, bagasse ..**
- **Used Paper and cartoon rubbish, used in blocks and gypsum boards.**
- **Steel and metal scrap, remains of electrical and home appliances, where plastic and metals could be recycled.**

The opposite illustration (Fig 3.2) shows that one abundant manufactured product, -as the mattress- could be recycled into different useful building materials.

شكل 1.3 يوضح منتجا صناعيا -مرتبة السرير-، يتواجد بوفرة كنفايات – كالمرتبة- يمكن تدويره لعدة مواد بناء نافعة

Example of efficient recycle
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%A9_%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8

Types and position of the materials in the building construction

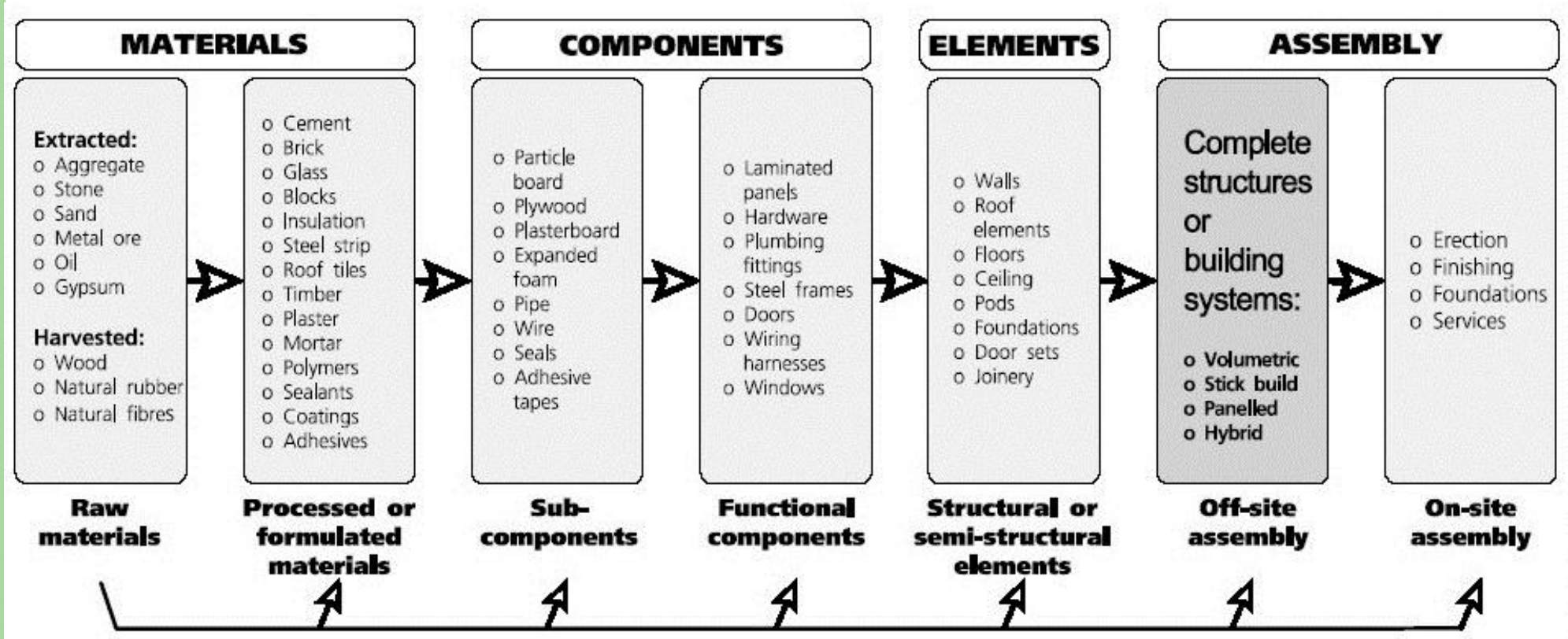


Fig 3.2 Flow of building materials into the construction industry, from nature to assembly.

3.3 Some Developed & Innovative Building Materials

Steel, cement and wood are the most expensive main building material in developing countries. Thus many R&D have tried to minimize usage by rational design, improve material properties and replacing them with other lower cost alternatives. No doubt that the most available material, without cost is the building site soil itself.

3.3.1 Earth Architecture

Soil have been used for construction for thousands of years in many forms; clay, adobe and burnt clay in building walls and even domed roofing. Ancient Egyptians have used earth since 3000 Bc in walls and vaulted roofing (Ramsses II temple in Luxor). But It has not been developed, nor promoted same in other developing countries. Literature shows that there is about 18 methods of using earth, classified under 3 structural systems (fig 3.3) (Stulz & Mukerji 1983).

3.3 بعض مواد االبناء المطورة و المستحدثة

من المعروف أن أغلى مواد البناء ألاساسية بالدول النامية هى الأسمنت والحديد بالإضافة للخشب فى العالم العربى الذى تشكل البيئة الصحرواية غالبية مساحته. لذلك فقد قامت مراكز أبحاث عديدة بمحاولة تخفيض إستهلاكهما بالتصميم المرشد وتطوير خواصها ثم بالإحلال بالمواد المتوفرة محليا والأقل تكلفة. فمثلا تبين أنه يمكن إستبدال نسبة 25% من ألاسمنت برماد الفحم أو بقش ألارز المحروق نظرا لطبيعتهما اللاحمة دون فقد يذكر للخواص ألإنشائية (نبيل، خالد 1997).

وبالرغم من الترشيد بالمواد المصنعة، تبقى التربة الأقل تكلفة على الإطلاق، لذلك قال حسن فتحى: إبن مما تحت قدمك، حيث دعا لإستخدام تربة أو حجر الموقع، كأنسب مادة للبيئة المحيطة، والتى لا تحتاج للنقل كتكاليف زائدة.

1.3.3 عمارة ألآرض

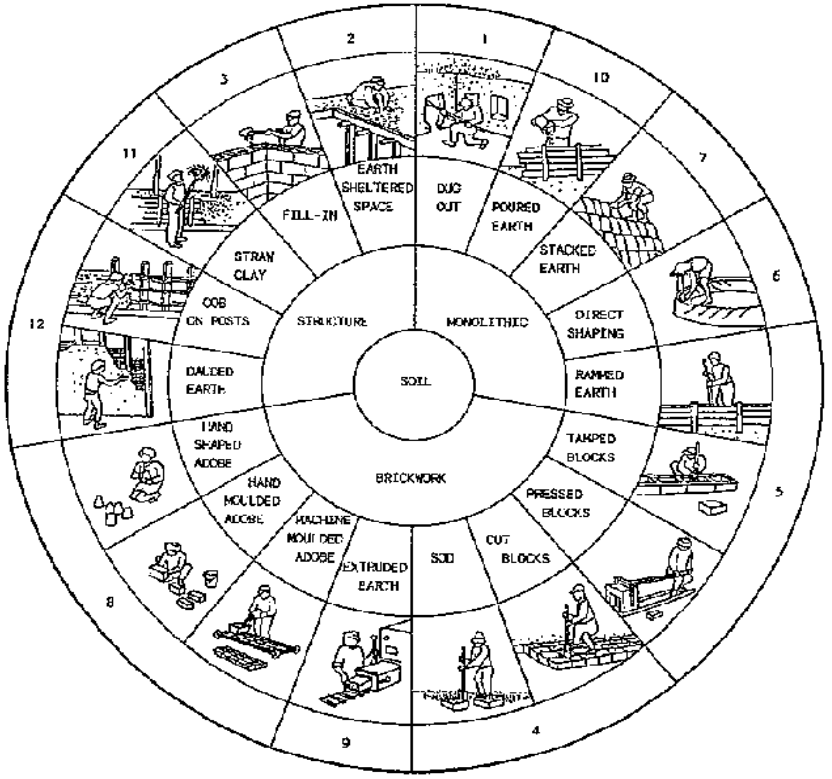
استخدمت التربة بكل أشكالها كطين وطوب لبن ومحروق منذ آلآف السنين، حتى أن المصريين القدماء إستعملوها فى بناء حوائط و أسقف مقبية فى معبد رمسيس الثانى بالأقصر ومازالت قائمة للأن. إلا أنها لم تتطور بما يناسب العصر، و هو ما كانت الهند فيه سباقة، نظرا لعشرات الملايين المحتاجين لمسكن ذو أدنى تكلفة ممكنة. لذلك فقد قامت مراكز ألآبحاث بتطوير وتطبيق عدد كبير من التقنيات، التى تم إختيار بعضها لبناء 23 مسكنا فى موقع تجريبى واحد لسهولة المقارنة والتقييم (Madhava R & Ramachandra M & Mason)، وهو ما أدى لإنتشار العديد من تلك التقنيات. تظهر أدبيات تقنيات البناء أنه قد تم رصد 18 طريقة قديمة ومستحدثة لإستخدام التربة ، تندرج تحت 3 طرق إنشائية شكل 3.3 (Stulz & Mukerji 1983).

3.3.1.1 Stabilized earth

Compressed earth block construction is one of the most widely used technologies in building with earth. The key feature of this technology is the compression of the soil in a mold with the help of a manual or motorized press, to form a regular block of appropriate shape and size (nzdl.org).

The characteristics of the product itself and the scope of production scales possible, which range from small workshops to industrial units, make it a high quality product and a technologically advanced material. The problem with earth blocks is its poor resistance to abrasion, impact and low tensile strength. Such problems can be solved by suitable stabilizers which improve certain characteristics of the soil, and use of plaster on building surface (see next chapter; Wall alternatives.

Stulz & Mukerji (1993), “Appropriate Building Materials” SKAT, switzerland, p10.



(شكل 3.3) طرق الإنشاء بالتربة
Stulz & Mukerji (1993)

1.1.3.3 التربة المثبتة

تعتبر بلوكات التربة المثبته من أكثر طرق البناء إستخداما، حيث يتم خلط التربة ثم ضغطها فى قوالب حسب الإجهاد المطلوب. إلا أن لها

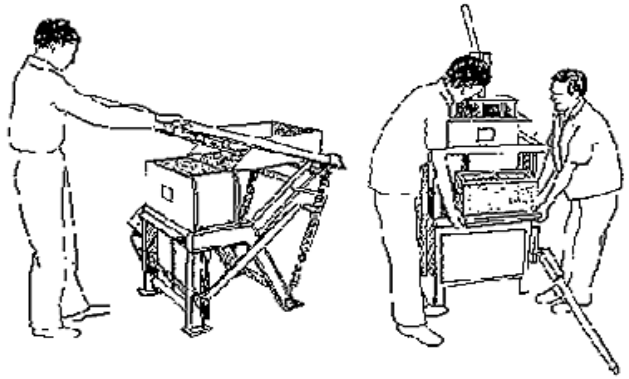
3.3.1.2 Rammed Earth

Rammed earth is a technology that has been used by human civilization for thousands of years, and can last a very long time. Modern rammed earth buildings can be made safer by use of rebar or bamboo, and mechanical tampers to reduce the amount of labor required to create sturdy walls. Site soil is hardly moisture, stabilized with lime -or cement of up to 5%- and tamped down very tightly in wooden or steel forms, e.g. the following house in Arizona, USA (Minke, Gernot 2014).

Minke, Germot (2014),"Building with Earth, Design & Technology of Sustainable Architecture", College, BIRKHUSER.

عيوبها الفنية كالتأكل وإنخفاض المقاومة للشد و القوى الجانبية.

مما دفع الكثيرين لتطوير إستخدام تربة الموقع معدومة التكلفة، لتصنع منها بلوكات مثبتة بنسب بسيطة من الأسمنت أو الجير Stabilized Soil Blocks، مع إمكانية أن يقوم المنتفعين أنفسهم بإنتاجها بماكينات الكبس اليدوية أوحتى النصف آلية حسب حجم المشروع. وتصلح تلك الطريقة لغالبية انواع التربة التى يجب تحليلها لمعرفة خواصها ونسب التثبيت (نظامى بناء هابيتك وهيدرافوم بالفصل 6).



2.1.3.3 التربة المدموكة

إستخدمت التربة المدموكة داخل قوالب كالخرسانة منذ الرومان، التى مازالت بعض مبانيها قائمة للأن. حيث يتم ضغط التربة مع ترطيبها، وتثبيتها. وقد تم تطويرها بإستخدام شدات منزلقة ومدكات ميكانيكية مما رفع من خواصها الإنشائية ووفر مبان ذات عزل جيد بتكلفة منخفضة (Minke, G 2014).

3.3.2 Stabilizers & Pozolana

Soils that do not possess the desired characteristics for a particular construction can be improved by adding one or more stabilizers. A great number of substances may be used for soil stabilization, so that it is up to the builder to make trial blocks with various kinds and amounts of stabilizers which can be tested. The most common naturally available stabilizers used in traditional constructions are: clay, straw, plant fibers, wood ashes, animal products & excrete (blood, hair, glues).

The most common manufactured stabilizers, lime and Pozzolana (type of volcanic ash used for mortar that reacts chemically with slaked lime at ordinary temperature), Portland cement, gypsum, bitumen, commercial soil stabilizers, sodium silicate, resins, whey and molasses (Stulz &Mukerji 1993). Burnt rice husk ash is a Pozolana with a cement nature, that could be added to sand

2.3.3 المواد اللاحمة و البوزولانا

تستخدم المواد اللاحمة لتثبيت التربة للوصول إلى المواصفات المطلوبة. ويوجد العديد من العناصر التى يمكن إستخدامها لعمل بلوكات، يتم إختبارها للوصول لأفضل خلطة. ومن اكثر العناصر المثبته الطبيعية: الطين و الرمل، القش، ألياف النباتات ورماد الخشب ومنتجات الحيوانات كالشعر. ومن المواد اللاحمه الصناعية الجير و الأسمنت و الجبس و البيتومين وسيليكات الصوديوم. البوزولانا هى مواد تحتوى على السيلكا أو الألومنا، وطبيعتها اللاحمة ضعيفة، ولكن بخلطها بالجير والماء تتصلب لتعطى مادة ذات طبيعة أسمنتية لاحمة. يعتبر قش الأرز المحروق ذو طبيعه لاحمة كبوزولانا. ولقد تبين أن كل خمسة طن أرز ينتج بجوارهم طنا من قش الأرز، ومع إضافته للجير والجبس والرمل معا، يمكن كبسة فى طوب أخف وأقوى ، ذو حواف منتظمة وأطول عمرا مما يخفض تكلفة البناء، ويخفض التلوث الناتج من حرق قش الأرز.

قش الأرز المحروق طوب من قش الأرز المحروق

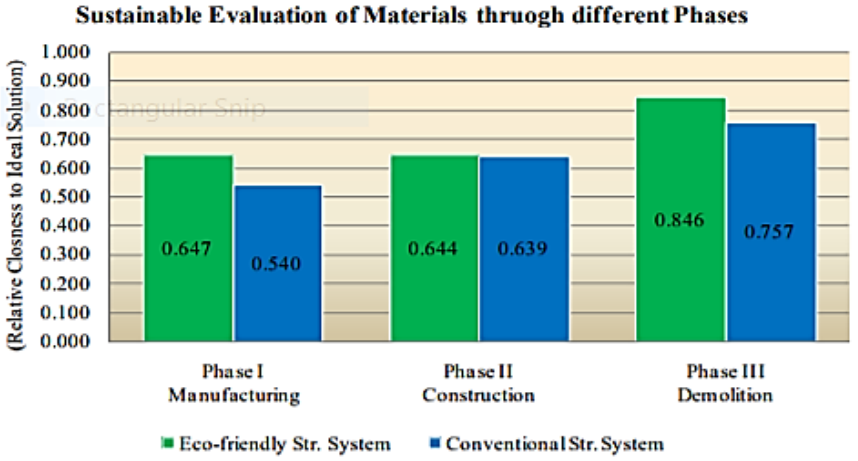
Burnt rice husk blocks

and lime, compressed in lightweight good quality bricks, which minimizes labor, cost and rice straw burning. Moreover, rice straw has been stabilized with cement to produce brick of density 25% less than the conventional cement bricks with a cost saving of 25% (Allam & others 2011).

A comparative study between conventional RC structure and eco-friendly building materials using sustainability criteria, a prototype of two stories was constructed using such materials (integrated bricks, rice straw bales, M2 system, OC, and Rockwool sandwich panels). Results showed that the eco-friendly system had better sustainability rank than the conventional system during the 1st and 3rd phases of total life cycle assessment (manufacturing & demolition) not 2nd construction phase ! (Bakhum & others 2015). Opposite figure supports that sustainability should be dealt as life cycle not limited to construction phase only.

Bakhoum, Garas & Allam (2015) Sustainability Analysis of conventional & Ecofriendly materials, Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 10, NO. 2

كما يمكن إستخدام قش الأرز كألياف -دون حرق- مع تثبيتها بالأسمنت فى إنتاج طوب بكثافة اقل من الطوب الأحمر العادى ب 25%، مع إنخفاض تكلفته ب25% أيضا (علام وآخرون 2011). وفى دراسة حديثة مقارنة بمعايير الإستدامة، بين منشا تقليدى هيكلى من الخرسانة المسلحة، ونفس المبنى منشأ بمواد مستدامة صديقة للبيئة -حزم قش الأرز وخرسانة عادية للأساسات-، واسقف بنظام إم 2 وبانوهات من الصوف الصخرى، تبين ان المبنى المستدام افضل عبر مرحلتى الأنتاج و الهدم، بينما يتساويان فى مرحلة التشييد (الشكل اللاحق) (باخوم وأخرون 2015). وتؤكد الدراسة على ضرورة النظر لتقنية البناء على مدى العمر الكلى للمبنى، وليس فقط مرحلة البناء و التشييد، التى قد تعطى نتائج خادعة عن المواد المناسبة إقتصاديا وبيئيا.



تقييم الإستدامة لمواد البناء عبر مراحل عمر المبنى (باخوم وأخرون 2015)

3.3.3 Date palm leaves & fibers

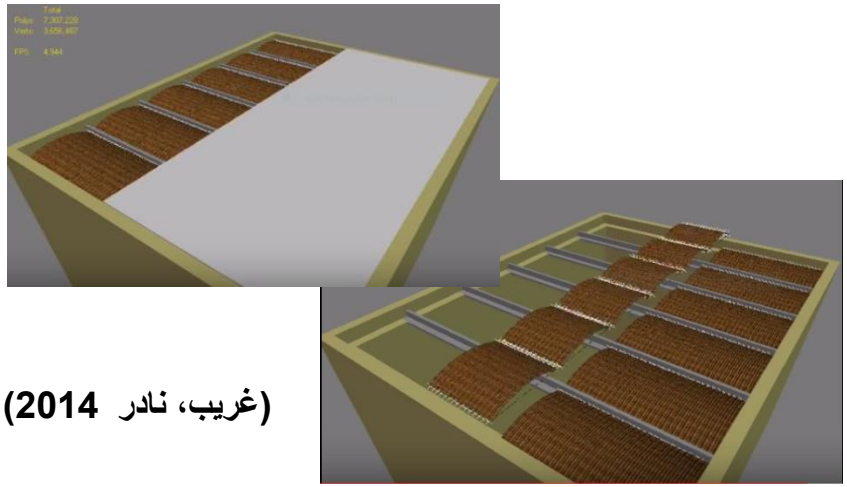
There is about 100 million palm tree in the Arab world that produces about a million ton of leaves, which could be used in many building ways. Leaves could be tied together to form arches for shelter or made into curved permanent concrete shuttering (Ghareeb, N. 2015). Leaves could be chopped and used as fibers to stabilize earth blocks and reinforce light weight wall panels. It was found that date palms fibers can improve the tensile strength of concrete and make it easier to deform and manipulate, less likely to crack and a better insulator (Ozerkan, N & others 2013).

The-Sabla project, Al-Ain, UAE,
by Sandra-Piesik

3.3.3 جريد وألياف النخيل

يوجد فى العالم العربى حوالى 100 مليون نخلة، تنتج سنويا 965 ألف طن من الجريد كناتج عن عملية تقليم النخيل، والتى يمكن الاستفادة بها فى عدة تطبيقات بنائية. بدءا من إستعمال حزم الجريد لعمل عقود يتم تسقيفها بالخيم كملجأ (مشروع السبلا بالعين ،الإمارات)، إلى إستعمال قطاعات الجريد فى عمل بانوهات حوائط جاهزه خفيفة، إلى تربيط الجريد فى وحدات قياسة مقوسة، توضع بين اعصاب خرسانية، ليتم صب خرسانة السقف عليها، كشدة دائمة (غريب، نادر 2014). (راجع الفصل 5).

كما يمكن تقطيع الجريد، وإستخدامه بعد معالجته كألياف فى تثبيت التربة، مما ينتج بلوكات أخف وزنا، وأكثر عزلا للحرارة. ويمكن إستعمال الألياف فى تسليح الخرسانة لزيادة مقاومة الشد.



(غريب، نادر 2014)

In another field study, date leaves were used successfully -after chemical treatment-, to substitute steel reinforcing in RC of moderate loads. The strength reached 85% of steel, while indoor temperature was less of 12* compared to traditional RC structures. Moreover, reinforced concrete with date leaves is more flexible, concerning earthquakes and cheaper by 25% compared to traditional RC (Alhadidy, Ah &others 2011).

Date palm leaves and plastic waste were recycled to produce WPCs with characteristics similar to commercial wood MDF, that were innovative, clean, cheap, and effective (Binhussaina, M., El-Tonsy, M. 2013).

Binhussaina, M., El-Tonsy, M. (2013), “Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures”, in Construction and Building Materials, V. 47, October.

حيث ثبت فى دراسة حديثة إمكانية إستبدال حديد التسليح في بعض القطاعات الخرسانية بجريد النخيل المعالج كيميائيا، والتى وصل درجة تحمله لحوالى 85%، من قوة حديد التسليح، وأن درجة الحرارة داخل المبنى المنفذ بهذه التقنية تقل 12 درجة عنها فى المبانى التقليدية. من ناحية أخري يتمتع جريد النخيل بالمرونة التي تجعله أفضل في حالة الزلازل، ولقد بلغت تكلفة البناء باستخدام الجريد 25% فقط من تكلفة البناء بالحديد المسلح (الحديدى، أحمد 2011)، مما يقدم بديلا إقتصاديا وبيئيا. ولقد حصل هذا البديل على عدة جوائز مصرية وعالمية.

كما امكن خلط الياف الجريد مع بقايا البلاستيك لإنتاج خليط لعمل خشب صناعى مماثل لل إم دى إف ، ولكنه انظف و أرخص وأكثر تحملا .(Binhussaina, M., El-Tonsy, M. 2013)

تسليح الأسقف الخرسانية بجريد النخيل المعالج كيميائيا

Reinforcing concrete with date leaves

المصدر http://www.masress.com/elakhbar/49870

3.3.4 Developed Concrete & cement alternatives:

The Arab world building construction depends heavily in concrete and cement which is environmentally hazardous material. Research and applications were made to minimize or substitute concrete and cement with other local materials, as seen with rice ash, palm fibers and leaves.

3.3.5.1 Ash Crete is a concrete alternative that uses fly ash (a by-product of burning coal) instead of traditional Portland cement. Recycled fly ash, when mixed with lime and water, forms a compound similar to Portland cement and is extremely strong and durable. High-volume fly ash concrete displaces more than 25% of the cement used in traditional concrete. Blast furnace slag is another by-product that produced from blast furnaces used to make iron and, like fly ash, creates a very strong cement when mixed with lime and water (Evans, Stephanie 2009).

4.3.3 الخرسانة المطورة وبدائل الأسمنت

يعتمد العالم العربى بشدة على الخرسانة عامة والأسمنت خاصة فى البناء و التشييد، حيث يمثل ثقافة البناء التقليدية – حتى أن المثل الشائع بمصر أن الخرسانة سرها باتع – بالرغم من الأخطار البيئية.

لذلك قامت العديد من الدراسات و التطبيقات، بالبحث فى إستخدام بدائل أخرى، لتخفيض الإستخدام كما رأينا بالإحلال برماد قش الأرز أو التسليح بألياف وجريد النخيل.

كما إتضح بتحليل الإستخدام بالهند أن حوالى 40% من نسبة الاسمنت المستهلكة فى البناء تستخدم فى أعمال لا تتطلب طبيعة لاحمة عالية كالمونة والبياض، لذلك يمكن إحلال 50% منها بالجير وإعطاء نتائج أفضل لسهولة تشغيله ومرونته، ومناسبته للحوائط الحجرية (نبيل، خالد 1997).

1.4.3.3 رماد الخرسانة هو احد البدائل، حيث يستخدم الرماد المتطاير كمنتج جانبى من حرق الفحم، بدلا من الأسمنت البورتلاندى العادى. فعندما يتم تدوير وخلط الرماد مع الجير والماء يعطى مكونا مماثلا فى القوة و الديمومة للأسمنت، مما يمكن من إحلاله لربع كمية الأسمنت بالخرسانة التقليدية.

يعتبر خبث الحديد الناتج من أفران الصهر، منتجا جانبيا بكميات كبيرة من صناعة الحديد، وهو مثل الرماد المتطاير، يمكن إضافته للجير لصناعة الأسمنت البديل، عن طريق طحنه وتحويله لبودره (Evans, Stephanie 2009).

Evans, Stephanie at http://greenlivingideas.com/2008/12/21/can-concrete-be-eco-friendly/

2.4.3.3 الخرسانة الغازية هى خرسانة خفيفة، تنتج بأفران الأوتوكلاف. تصنع من مادة رابطة كالاسمنت أو الجير المائى السريع مع الرمل وبودرة الألمنيوم الذى يتفاعل منتجا فقاعات هوائية تجعل الخليط مساميا. تبدأ كثافتها من 300كغم/م3 حتى 1900كغم/م3، وتستعمل تقريبا بكل عناصر المبنى -ماعدا الأساسات لمساميتها- حسب كثافتها. ومن مزاياها العزل الحرارى، وأنها تتطلب أساسات أصغر لخفتها، وحمايتها أفضل ضد الحريق، كما يمكن نشرها كالخشب. يمكن أن تكلف أكثر من الخرسانة التقليدية، لكن تكاليف البناء الكلية تكون اقل إذا أخذنا بالاعتبار تقليل وزن البناء (أي تقليل حجم الأساسات وقطاعات الكمرات والأعمدة)، اضافة إلى تقليل العمالة لكبر حجم البلوكات، والعزل الحراري الجيد للابنية. تم الآن بناء عمارات يزيد ارتفاعها عن 35 طابقا بالخرسانة الخفيفة بالولايات المتحدة. وتنتج تلك الخرسانة بمعظم العالم بإسم سيبوركس أو الطوب الرملى الخفيف بمصر، ويعيبها عدم تحمل الضغوط العالية و كثرة إمتصاص المياه.

Gas concrete blocks

https://en.wikipedia.org/wiki/Autoclaved_aerated_concrete

3.3.4.2 Gas concrete or foam concrete -known also as autoclaved cellular concrete- is a lighter, aerated, concrete that requires less energy to produce. It is made by injecting a gas-forming agent (usually aluminum powder) into a mixture consisting of a binding component (cement or quick lime) with sand and produced in autoclave.

It provides structure, insulation, and fire-resistance products; blocks, wall, floor, roof and cladding panels. The density of gas concrete starts from 300kg/m3; with graded compressive strength. There are a number of varieties of gas concrete, according to the type of cementing or siliceous material used. The main advantage is heat insulation, lightweight and easier cutting by saw, which make it easier to build. Major disadvantage is limited compression strength and large water absorption. Gas concrete is produced in SA and most countries as "SIPOREX" while in Egypt as "light sand blocks".

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D9%86%D8%A9_%D8%AE%D9%81%D9%8A%D9%81%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%B2%D9%86

3.3.4.3 Biofuel Concrete

The world uses about 7 billion cubic meters of Biofuel mixture each year, making it the most utilized industrial material. Researchers in Kansas State University have developed a type of concrete made from biofuel waste that has a lower carbon footprint than conventional concrete. Taking advantage of the byproducts from biofuel production such as corn stover, wheat straw, and rice straw, the team was able to create a stronger concrete and save excess material from ending up in the landfill (Peckenham, E. 2016).

3.3.4.4 Recycled aggregate

In addition to cement substitutes, there are other ways of making concrete more sustainable such as using recycled aggregate. Conventionally, cement was mixed with virgin materials, such as sand or gravel, to make workable concrete. Crushed rubble could substitute aggregate.

http://inhabitat.com/11-green-building-materials-that-are-way-better-than-concrete/

3.4.3.3 الخرسانة من نفايات الطاقة الحيوية

تبين أن العالم يستعمل حوالى 7 بليون متر مكعب من الطاقة الحيوية كل عام مما يجعلها اكثر المواد الصناعية إستخداما. لذلك قام الباحثون بجامعة ولاية كنساس بتطوير خرسانة مصنعة من نفايات حرق الطاقة الحيوية، والتى تبعث كربونا أقل من الخرسانة التقليدية. وهوما يدعو للإستفاده من المنتجات الجانبية للطاقة الحيوية، كمواقد الذرة وحرق قش القمح و الأرز. وقد إستطاع الفريق البحثى عمل خرسانة أقوى وتوفير المواد بدلا من إهدارها، كنفايات فى المكبات وتلويث البيئة (بيكنهام 2016).

4.4.3.3 الركام معاد التدوير

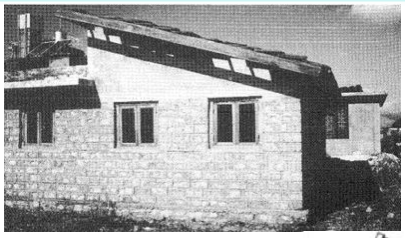
بالإضافة لبدائل الأسمنت، يمكن جعل الخرسانة اكثر إستدامة بإستخدام الركام معاد التدوير، بدلا من مواد «جديدة» من المحاجر، بتكسير وطحن ركام المبانى القديمة سواءا الطوب أو الخرسانة.

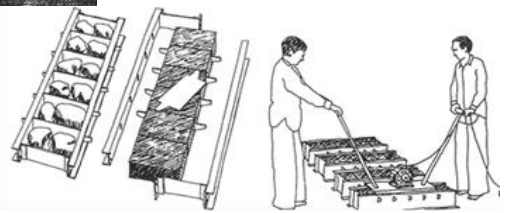
إن إنتشار الحروب فى العالم العربى بالعقدين الأخيرين، قد دمر مدنا كثيرة، وترك الأف أو ملايين الأطنان من حطام المبانى، الذى يشكل ليس فقط مشكلة بيئية، بل وإقتصادية هائلة بالنقل للمكبات لتنظيف الشوارع، وإعادة البناء مما يستهلك وقتا ويحتاج إمكانات هائلة لإعادة تعمير ما دمرته الحروب. ولقد قدرت بعض المصادر أنه يمكن توفير 30% من تكاليف البناء، بإعادة إستخدام ركام المبانى بنفس الموقع. لذلك قام المؤلف بالبحث فى « تدوير حطام المبانى المدمرة للإعمار ما بعد الحروب» (أحمد، خالد & وصفى، حنان 2007).

البحث مرفق بملحق الكتاب.

The wide spread of wars in the Arab world in last decades, have caused huge building destruction. Moving of thousands, or even millions of tons, of rubble is time and cost consuming operation, while cleaning roads and sites or preparation for re-building is time and labor intensive operation also.
It has been reported that this process saves up to 30% of the building cost. This has led the editor to search of the steps and methods of "Recycle of demolished buildings' debris in post-war construction" (Ahmed, Kh & Wasfy, H. 2007). The full paper is attached in book Appendix.

Aggregate is now mined from various solid wastes, including: fiberglass waste materials, discarded glass, wood products, old tires, and more. Creating concrete from recycled plastics and trash, not only reduces greenhouse gas emissions, but reduces weight and provides a new use for plastic waste.





إستخدام الركام معاد التدوير داخل قوالب، لعمل بلوكات

Filling the mold with rubble stones and masonry construction using pre cast rubble. (Stulz & Mukerji 1993)

Ahmed, Kh & Wasfy, H. (2007),"Reuse of Demolished Building's Debris in Post warConstruction", The 1st Euro-Mediterranean Regional Conference, Barcelona, pp 514-518.

3.3.5 Mycelium

Mycelium is the vegetative part of a fungus or bacterial colony, consisting of a mass of branching. Fungal colonies composed of mycelium are found in and on soil and many other substrates, comprises the root structure of fungi and mushrooms (Wikipedia 2017).

Mycelium can be encouraged to grow around a composite of other natural materials, like straw and sawdust, in molds then air-dried to create lightweight bricks (Peckenham, Emily 2016).

Mycologist Philip Ross discovered that it can be grown and transformed into building blocks of different shapes. Once dried, mycelium-built material can then be sanded and painted, which is 100% organic and compostable, with a consistency that is stronger than concrete (next figures).

Numerous companies are testing its properties, particularly as a substitute for styrofoam, and future promising material.

https://en.wikipedia.org/wiki/Mycelium

https://www.buildabroad.org/2016/10/12/mycelium/

5.3.3 ميسيليوم

هو الجزء الخضرى من الفطر أو ما شابهه من مزارع البكتريا التى تتواجد فى التربه أو أوساطا أخرى، و التى تشكل العصب الإنشائى للفطر و المشروم (ويكيبيديا 2017). ويمكن تنميته فى أوساط طبيعية مختلطة، كالقش ونشارة الخشب، داخل قوالب ثم تجفيفه لعمل خرسانة خفيفة الوزن. وقد وجد فيليب روس، أنه يمكن تحويل الميسيليوم إلى بلوكات بناء -بأية أشكال- عضوية أقوى من الخرسانة، يمكن صنفرتها ودهانها (Peckenham, Emily 2016). وتقوم حاليا العديد من الشركات بإستكشاف قدرات الميسيليوم، التى تتنبأ بقدرات وإستخدامات مستقبلية ، كالعزل الحرارى بديلا للستيروفوم.

http://inhabitat.com/11-green-building-materials-that-are-way-better-than-concrete/

3.3.6 Environmental cement alternative; Dead Sea Cement

Jordanian scientist Maher Al-Manasrah have invented a new cement material with high quality international standards, which does not pollute air, same as traditional cement production. The new cement material is characterized by high decorative and dynamic properties, low cost, can be colored while mixing, which eliminates the use of paint.

The material is resistant to salts, thus it would be suitable for the construction on sea shores.

Al-Manasra, has obtained a patent of the new cement in Jordan, Lebanon and Russia (Almanasra, Maher 2012).

The new cement uses abundant raw materials that differ in composition from those used in the manufacture of known and manufactured cement, which requires high energy to burn the raw materials of its constituent (four materials) to a high temperature of (1450 ° C). The traditional cement process requires complex chemical process that leads to increase of the final cost.

6.3.3 بديل أسمنتى بيئى : أسمنت البحر الميت

تساهم صناعة الأسمنت التقليدية فى التلوث بنسبة 5% لإنبعاث ثانى اوكسيد الكربون نتيجة الحرق لدرجات عاليه، كما أنه غالى الثمن فى بلاد كثيرة. لذا إخترع ماهر المناصرة الأردنى مادة اسمنتية جديدة بمواصفات عالمية عالية الجودة، تقلب المفاهيم المعروفة بصناعة الاسمنت (المناصرة، ماهر 2012). تمتاز مادة الأسمنت الجديدة بالديناميكية العالية وإنخفاض التكلفة، ويمكن اضافة الالوان أليها اثناء تصنيعها، الأمر الذي يغني عن استخدام الدهان، كما أنها مقاومة للأملاح، وتصلح لبناء المنشآت الواقعة على شواطئ البحر. لذا سماه المناصرة "اسمنت البحر الميت" وسجله كبراءة اختراع في الأردن ولبنان وروسيا. ويصنع أسمنت البحر من طحن وتنعيم مادة أولية واحدة منتشرة، وبعد حرقها يضاف إليها أي مياه مالحة أو طبيعية بعد معالجتها بطريقة بسيطة. وقد تم تجربة الأسمنت الجديد كما فى الصورة اللاحقة.

http://www.sarayanews.com/article/139866

3.3.6 Nano-structured Materials

Traditional materials properties are enhanced when engineered at the Nano-scale, which offers tremendous potential for improving building materials by using different laws of physics inside material. There are many applications in recent years (Chin, J. 2012):

- Cement and Concrete; Nano silica and clinker used to increase densification and hence mechanical properties, durability, volume stability and sustainability of concrete.

- Service life can be doubled through the use of Nano-additive viscosity enhancers which reduce diffusion of harmful agents in concrete .

- Photo catalytic Titanium Dioxide TiO2 added to concrete to reduce carbon monoxide and NOx emissions on roadways.

- Carbon Nanotubes:

Considered as one of the "Top ten advances in materials science" over the last 50 years.

6.3.3 مواد منشأه بتقنية النانو

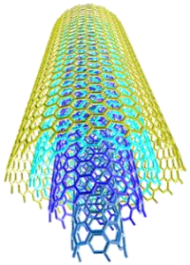
يمكن تطوير مواد البناء على مستوى النانو، التى تقدم قدرات هائلة لتطوير الخواص، بإستخدام قوانين فيزيائية مختلفة داخل المادة. تستفيد الجزيئات النانوية من الزيادة البينية في مساحة السطح إلى نسبة الحجم، ومن ثم تكتسب خواصا فائقة. مما يفتح أفاقا جديدة لمواد أعلى كفاءة وبتكلفة اقل. وقد تم عمل عدة تطبيقات بالسنوات الأخيرة (Chin, J. 2012) :

- الأسمنت و الخرسانة : يستخدم النانو سيلكا و الكلنكر (المادة الأساسية أثناء تصنيع الأسمنت)، لزيادة الكثافة وبالتالى زيادة الخواص الميكانيكية، و الديمومة للمواد الأسمنتية اللاحمة.

- يمكن مضاعفة عمر المادة، كإضفات اللزوجة بتقنية النانو، التى تخفض إنتشار المواد الضارة بالخرسانة.

- إضافة «الفوتوكاتالاتك» Photocatalytic Titanium Dioxide لخفض إنباعاثات ثانى أوكسيد الكربون.

- مواسيير النانو الكربونية Carbon Nanotubes تعتبر من أهم 10 مواد ظهرت بالخمسين سنه الأخيرة. حيث تزيد القوة و الجساءة وعمر المادة، دون وزن إضافى، مع مقاومة أعلى للحريق.



https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D9%86%D8%A9_%D8%AE%D9%81%D9%8A%D9%81%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%B2%D9%86

It enhances strength, stiffness and toughness without added weight Improved durability, increased functionality and reduced flammability.

- New infused steel allows ultra high strength, corrosion resistance and have good surface finish. Addition of copper nanoparticles reduces the surface unevenness of steel which then limits the number of stress risers.

- Coatings – Organic:

Thin film, clear Nano-composites for improved scratch and material properties. Antimicrobial, self-cleaning surfaces. Smart coatings: sense pressure, impact, damage, chemicals, heat, etc.

- Coatings – Inorganic:

Self-cleaning glass , Titanium dioxide (TiO2) is used as nanoparticle form a glazing coat since it has sterilizing and anti-fouling properties.

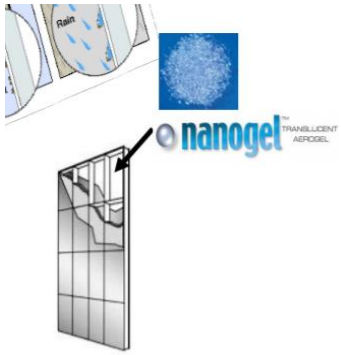
- Fire-protective glass which is achieved by using a sandwiched layer between glass panels.

- إن الحديد المصنع بتقنية النانو يتميز بقوة عالية مقاوم للصدأ وذو سطح جيد النهو. فبإضافة حبيبات النحاس النانونية، تنخفض مساحات الأسطح الغير مستوية، مما يقلل من الإجهادات على حديد التسليح.

- الطلاء العضوى بطبقة رقيقة -مقياس النانو- يحسن خواص الدهان ومقاومته للخدش. ويمكن تصنيع دهان مقاوم للبكتيريا، وإنتاج دهان ذكى يستشعر الضغط و الحرارة و الكيماويات..إلخ

-الطلاء الغير عضوى بطبقة رقيقة يمكن من إنتاج زجاج ذاتى التنظيف. حيث يستخدم ثنائى التيتانيوم –بحبيبات النانو- لعمل طلاء معقم، ذو خواص عالية.

- زجاج مقاوم للحريق، بإستعمال زجاج من طبقتين بينهما طلاء.



conventional glass

self-cleaning glass

- Photovoltaic

Conventional photovoltaic material is silicon, but innovative material technology involves the use of dye-sensitized nano-TiO2. Large surface area of Nano TiO2 greatly increases photovoltaic efficiency. It uses less material with lower processing costs relative to conventional solar cells.

-Nano additive fire retardants possess improved flammability resistance while improving mechanical properties. It reduces heat release rate during fire event by formation of surface char which insulates underlying material (Chin, J. 2010).

Nanoarchitecture.net
Nanoforum.org
Wikipedia.org
Chin, J. (2010) Nanotechnology in Building and Construction.

- مواد الطاقة الشمسية التقليدية تصنع من السيليكون، ولكن المواد المستحدثة بتقنية النانو كثنائى التيتانيوم، تعطى سطحا كبيرا، مما ينتج طاقة أعلى، ويخفض التكلفة، ويرفع الكفاءة.

- إضافات مواد النانو المقاومة للحريق، ذات خواص ميكانيكية أعلى، وتخفض معدل الإحتراق، نتيجة العزل الحرارى.

"مواد النانو أساس الصناعة الحديثة"
هبة الرحمن أحمد

References

Ahmed, Kh & Wasfy, H. (2007), "Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction", The 1st Euro-Mediterranean Regional Conference, Barcelona, pp 514-518.

Alhadidy. Ahmed (2011), "Palm Stronger than steel", at http://www.masress.com/elakhbar/49870

Allam, Garas and Elkady (2011), "Recycled Chopped Rice Straw- Cement Brick.., Economical Assessment", Australian Journal of Basic and Applied Sciences.

Bakhoum, Garas & Allam (2015), "Sustainability Analysis of conventional & Ecofriendly materials", Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 10, NO. 2.

Binhussaina, M., El-Tonsy, M. (2013), "Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures", in Construction and Building Materials, V. 47, October.

Bredenoord J (2017), "Sustainable Building Materials for Low-cost Housing and ..: Examples and Lessons", J Archit Eng Tech 6: 187. doi: 10.4172/2168-9717.1000187

CIB & RILEM (1983), "Appropriate building materials for low cost housing: African region", proceedings of a symposium held in Nairobi, Kenya, from 7 to 14, November 1983.

Chin, J. (2010), "Nanotechnology in Building and Construction", Guru Nanak Engineering College, Ludhiana, India.

Duggal, S. K. "Building Materials", 2nd Edition by, Alalhadabad, India.

El-Erian, A & Youssef, M. (1983), "Building materials for housing of low income sector in Egypt, Appropriate building materials for low cost housing", V 1, CIB, Spon, London.

Iterbeke, M. & Jacobus, P. (1987), "Soil-cement technology for low cost housing in rural Thailand : An evaluation study", Asian Institute of Technology HSD & Katholieke University Leuven PGCHS.

Kim, J. & Rigdon, B. (1997), "Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials", University of Michigan, USA.

References

Madhava R & Ramachandra M & Mason (1983), "Case Study of the Performance of Low Cost Houses" Indian Concrete Journal, V 57, pp 143-155.

NBO "A Comparison of New Construction Techniques and Materials" NTIS, US Dep. of Commerce, 1980, p 29.

Singh, Jaspreet (2015), "Alternate Building Materials; A Step Towards Green Environment", Guru Nanak Dev Engineering College, Ludhiana, India.

Singh, Surendra (2015), "Engineering Materials", 5th Revised Edition.

Smith, R. C. & Andres (1988), "Materials of Construction", Glencoe/Mcgraw-Hill.

Stulz & Mukerji (1997), "Building Materials", SKAT. Switzerland, Third addition.

Ozerkan & others (2013), "Mechanical Performance and Durability of Treated Palm Fiber Reinforced Mortars, International Journal of Sustainable Built Environment, V. 2, Issue 2, December 2013, Pages 131-142.

Parry, J. (1980), "Building materials and components, Appropriate industrial technology for construction and building materials", UNIDO, New York.

Parry, J (1984), "Building materials and construction systems, Low income housing in developing countries", edited by Payne, J. Wiley, Chichester, p 258.

https://theconstructor.org/building/building-material/

https://Nanoarchitecture.net

https://Nanoforum.org

https://Wikipedia.org

http://www.sarayanews.com/article/139866

Chapter 4:

Walls Alternatives

We can use technology to build strong insulated walls, of sound and heat, but it doesn't prevent good ideas to go through time & place.

The author

الفصل الرابع:

بدائل الحوائط

يمكننا إستخدام التكنولوجيا لبناء العديد من الحوائط القوية العازلة للصوت والحرارة، ولكنها لن تمنع إنتقال الأفكار، فالأفكار الصالحة تبقى خالدة عبر الزمان و المكان.

المؤلف

WALL ALTERNATIVES

Walls Alternatives

بدائل الحوائط

Introduction
4.1 Traditional Red Brick: Rat-bond India.
4.2 Precast Stone masonry blocks: CBRI, India.
4.3 Blocks from Agro-Waste: Philippines.
4.4 Cut Stone Masonry Wall: Invention by editor.
5.5 Sand Bags “Superadobe”: USA, Germany..
5.6 Sandbags: South Africa, Germany, Gaza.
4.7 Rammed Earth Walls: International, USA, Australia, Germany..
4.8 Hydraform Interlocking Stabilized Block: India.
4.9 Interlocking Concrete block veneer: Life style 2000, USA.
4.10 Speedwall Building System: UK, International.
4.11 Re:Build System: Italy, Jordan.
4.12 Zipblock Building Block: England.
4.13 “ByBlocks” Waste Plastic: ByFusion, USA.

مقدمة
1.4 رباط الطوب الأحمر مصيدة الفأر: الهند
2.4 بلوكات بناء حجرية سابقة الصب: الهند
3.4 بلوكات بناء من المخلفات الزراعية: الفلبين
4.4 حائط مبتكر من الحجر الدستور: إختراع للكاتب
5.4 أكياس الرمل سوبر أدوب: أميركا
6.4 أكياس الرمل: جنوب أفريقيا، ألمانيا ، غزه
7.4 حوائط التربة المدموكة: العالم، أستراليا، المانيا، أمريكا
8.4 بلوكات هيدرافورم المعشقة المثبتة: الهند
9.4 بلوكات خرسانية معشقة للواجهات: أميركا
10.4 سبيد وول نظام بناء منخفض التكلفة: إنجلترا
11.4 نظام بناء ريبلد: إيطاليا، الأردن
12.4 بلوكات زيبلوك من بوليورثان: إنجلترا
13.4 «بايبلوك» من نفايات البلاستك: الولايات المتحدة

Introduction:

Walls are the vertical elements of the building, which might be declined in special cases. The wall has many purposes; protection from weather and outside dangers, privacy, ventilation, lighting and transfer of loads in case of wall bearing structures.

Thus walls are subjected to many forces; compression, shear , bending due to unequal soil settlements and earthquakes, lateral forces as winds or soil compression against retaining wall and push-up due to sub ground water.

The wall could include many elements; windows, doors, vents, lintels, shading devices and parapet .

There are many brick and block bonds according to wall thickness, starting from the running bond for ½ brick or one layer which is used for all blocks, the Egyptian bond -known as English- for a width of one brick (headers and soldiers), Flemish bond and regular stack.

The chapter presents 13 types of wall alternatives of different materials; adobe, stone, Rammed Earth, stabilized interlocked blocks, polystyrene, waste Plastic and mixed materials.

مقدمة:

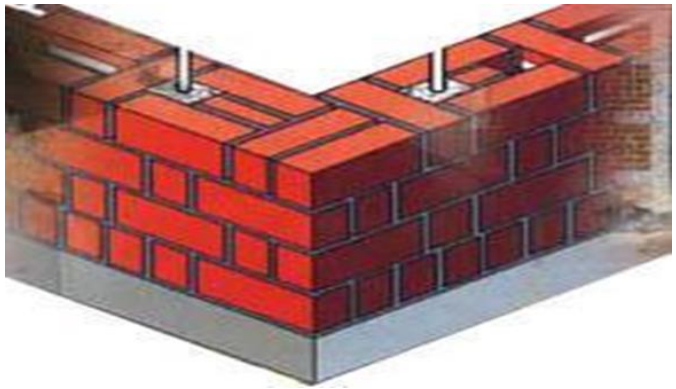
تمثل الحوائط العناصر الرأسية من المبنى، التى قد تكون مائلة فى حالات خاصة. وللحوائط عدة وظائف : الحماية من العوامل الجوية والأخطار الخارجية، تحقيق الخصوصية، إدخال التهوية و الإضاءة المطلوبة، ونقل أحمال المبنى فى حالة نظام الحوائط الحاملة. لذلك تتعرض الحوائط لعدد من الأحمال المختلفة التى تقع على عناصر المبنى، من أهمها الضغط الواقع رأسيا من ثقل المبنى، والقص من القوى العمودية على الحائط، والإنحناء أو الإلتواء نتيجة هبوط التربة أو الزلازل، ثم الدفع الجانبى كالريح، أو الدفع لإعلى من المياه الجوفية للمبنى ككل، والتى يجب إعتبارها عند التصميم و التنفيذ، حسب كل حاله.

وتتنوع عناصر الحوائط بدءا من أساسات الحوائط المستمرة، ثم الحوائط الساند ه ما دون مستوى التربة السطحيه، ثم بدن الحائط نفسه بما يحتويه من فتحات، ثم أعتاب وأكتاف الفتحات (المحكيات)، الكمرات أو أجزاء السقف المحملة على الحائط ، الذى ينتهى بالدروة والطيلسان.

يعرض الفصل 13 نوعا من بدائل الحوائط المختلفة: بدءا من الطوب الأحمر، البلوكات الحجرية، الحوائط المدموكة، البلوكات و البانوهات الخرسانية المعشقة، البوليستيرين، ثم نفايات البلاستيك و المواد المختلطة. وبالطبع يوجد بدائل أخرى بالعالم تتشابه مع بعض ما ورد بالفصل، مثل حوائط **(MyIB)** الماليزية التى تتشابه مع الهيدرافورم الهندية وغيرها الكثير من البلوكات المعشقة، و التى لا يمكن ذكرها كلها.

4.1 Traditional Red Brick: Rat-bond India

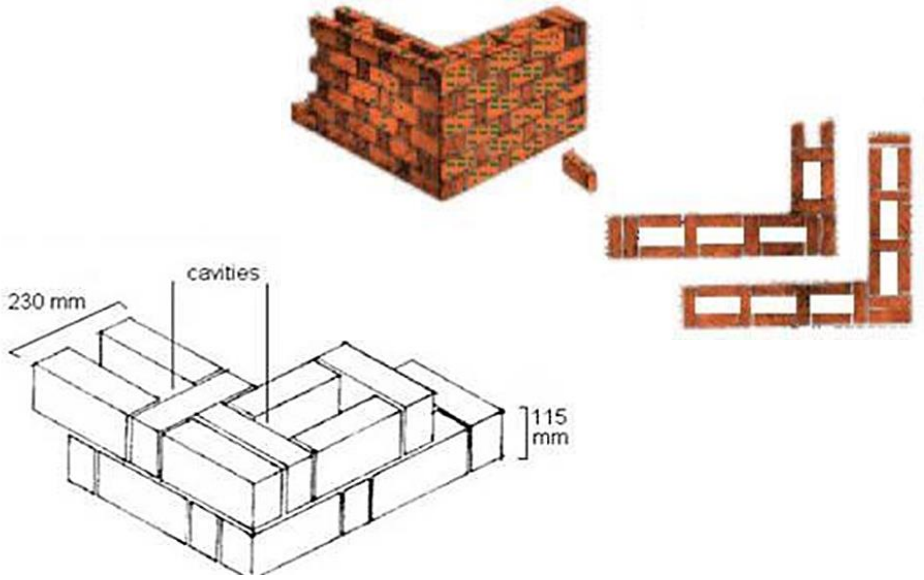
The manner of laying bricks and its overlap is called the bond. The rat-trap bond is laid by placing the bricks on their sides having a cavity of 4" (100 mm), with alternate course of stretchers and headers. The headers and stretchers are staggered in subsequent layers to give more strength to the walls. Rat-trap bond brick work in 1:2:12 cement :lime :sand mortar.



Modified flemish Brick bond
http://lauriebaker.net/

1.4 رباط الطوب الأحمر مصيدة الفأر: الهند

تسمى طريقة رص الطوب أو البلوكات بالرباط -بوند- وقد طور رباط مصيدة الفأر فى الهند لمنع دخول الفئران. بوضع الطوب على جانبه، فى حائط مفرغ من طبقتين بينهما فراغ 10 سم. ترص المداميك بطريقة الرباط الفلمنكى من أدى وشناوى، ولكن يتم ترحيلها بكل مدماك لإعطاء قوة أكبر للحائط. المونة الأسمنتية المستعملة رمل:جير:أسمنت 1:2:12 (لورى بيكر).



رباط الطوب الأحمر مصيدة الفأر، الهند

Advantages:

This technology has about 25% overall-saving on cost of a building of traditional 22.3 cm construction. The structure has proven its strength to go up to three floors with the support of brick columns. Reduced number of joints reduces the mortar consumption and heat transmission through wall.

Disadvantages:

- Structurally safe up to 3 floors only.

- Needs accuracy & strong mortar bond.

Rat-bond

http://lauriebaker.net/

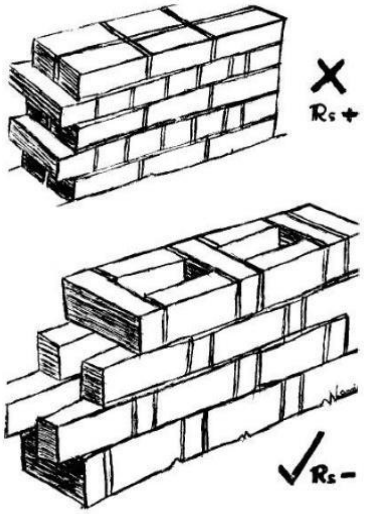
المميزات :

هذا الرباط يوفر حوالى 25% مقارنة بالحوائط المماثلة لنفس السمك عرض 22,3سم. نظرا لخفض مكعبات الطوب المطلوبة. بالإضافة لتقليل كمية المونه المستخدمة. ويتميز ايضا بالعزل الحرارى لوجود فراغ داخلى. ولقد ثبت إنشائيا قوته لبناء 3 أدوار، مع تضمين الحوائط أعمدة من الطوب كل مسافة، خاصة بالأركان (لورى بيكر).

العيوب :

- يحتاج دقة فى البناء، ومونة قوية.

- زيادة عرض الحائط.



4.2 Precast Stone masonry blocks: CBRI, India.

Stone is an abundant material in the Arab region, widely used in traditional architecture for several purposes, according to its properties. Random rubble masonry needs skill, produces non-uniform wall subject to water penetration while loadbearing is limited. Its also produces leftover rubbles of different shapes, sizes and color. It could be reused, mixed with new similar stone in block manufacturing. This technique is developed in the Building Research Center of Roorkee, India (CBRI 1986). Partially damaged stones could be recycled as precast stone blocks, mixed with same color mortar in molds at the same size of original stones to sustain the building identity.

Production:

Steel molds, vibrators & trowels . A concrete casting plate form with 4-5 mold spaces are oiled. Into each mold, 2-3 rubble stones are placed with flattest side facing the ground. Gaps between stones should be at least 15 mm (Stulz & Mukerji 1993).

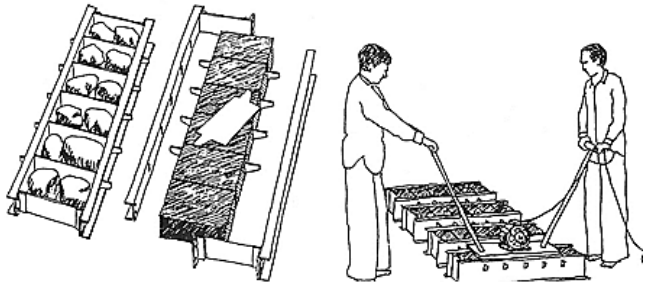
Stulz & Mukerji (1993) "Appropriate Building Materials", SKAT, Switzerland, p74-76.

2.4 بلوكات بناء حجرية سابقة الصب: الهند

الحجر مادة بيئية متوفرة بالمنطقة العربية، إستخدمت قديما وحديثا فى العمارة المحلية لعدة أغراض. إن البناء بالحجر الغشيم (غير المستربع) يحتاج مهارة وينتج حوائط غير قوية، تسمح بتخلل الماء، كما يتبقى الكثير من فضلات الحجارة التى يمكن إعادة إستخدامها بصبها فى قوالب. طورت هذه التقنية بمركز أبحاث البناء بروركى بالهند لتجنب العيوب السابقة، وإعادة إستخدام ركام الحجر فى تصنيع بلوكات حجرية سابقة الصب تتحمل إجهادات أكبر (Stulz & Mukerji 1993).

الإنتاج :

بإستخدام قوالب معدنية، هزاز وطبلية صب يتم تزييتها. يوضع فى كل قالب 2-3 كتلة حجر بوجهها المسطح لإسفل بينها مسافة لا تقل عن 15 مم. تستخدم مونة 8:5:1 أسمنت، رمل، ركام 10مم بين كتل الحجر، تدك ويتم هزها ، ثم تسوية سطحها حسب الرسومات الموضحة.



Filling the mold with rubble stones and compacting the blocks with a plate vibrator (Stulz & Mukerji 1993)

A concrete mix of 1:5:8 of cement, sand and graded aggregate of 10 mm is filled into the mold, compacted, vibrated and finished with a trowel (Stulz & Mukerji 1993).

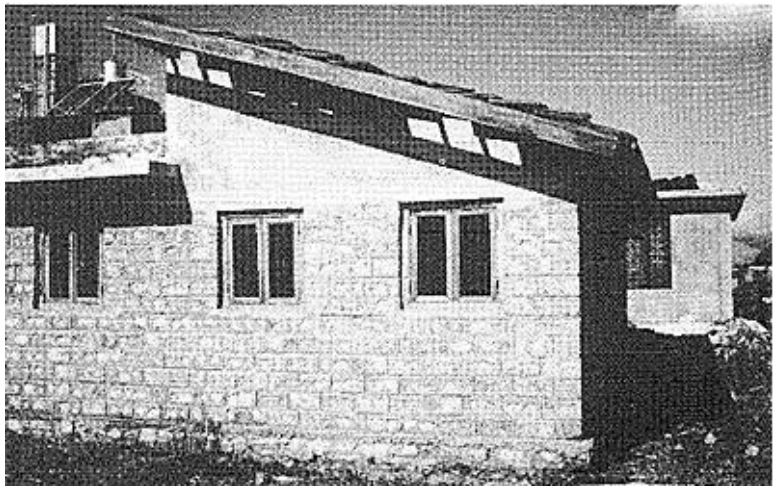
The blocks are de-molded 10-15 minutes latter, water cured for 2 weeks and kept dry for another 2 weeks. The bottom face with the exposed stone texture forms the external face during construction. Blocks typically 29x19x14 cm, permitting single brick thick walls (20cm) for 3 floor buildings. Special blocks with recesses for reinforcement can be used, to achieve earthquake resistance.

The blocks consumes slightly more cement in production than random rubble masonry, but it doesn't need plaster. Loadbearing capacity is far greater, construction skills & time is reduced. This technique is very useful in post war construction, to recycle demolished building debris (Ahmed, Kh. 2007).

ترفع البلوكات من القوالب بعد 10-15 دقيقة حسب حرارة الجو، تبلل بالماء لمدة إسبوعين، وتترك إسبوعين آخرين لتجف. الوجه الداخلى للبلوكات يشكل الواجهة اثناء البناء.

أبعاد البلوكات 29x19x14 سم تسمح ببناء 3 أدوار، ويمكن إنتاج بلوكات بفراغات لتسليح المنشأ مما يجعله مقاوما للزلازل.

يستهلك البناء بالبلوكات مونة أكثر قليلا من حوائط الحجر الغشيم، إلا انها اكثر قوة وتحملا ولا تحتاج بياض أو مهارة، كما أنها أسرع فى البناء.



Houses built with Precast Stone masonry blocks in Nibal. Stulz & Mukerji (1993) "Appropriate Building Materials", SKAT, Switzerland, p74-76.

Ahmed, Khaled (2007), "Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction", The 1st Euro-Mediterranean Regional Conference, Barcelona, pp 514-518.

4.3 Blocks from Agro-Waste: Philippines

This technique is developed in the Forest Products Research & Development Institute, in manila, Philippines.

It is a hollow soil-cement blocks which contain a certain amount of cement, beach sand, and agricultural wastes, such as rice-husks, sawdust, wood chips or coconut trunk particles.

Blocks are 10x20x40 cm with 3 rectangular holes, made in wooden hand molds. The raw mixture are those of the soil-cement blocks, is filled into the mold, tampered & leveled (Stulz & Mukerji 1993).

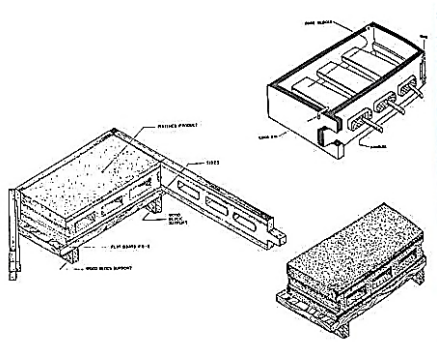
The blocks are de-molded and left to dry on its narrow side for moist curing for 10 days. Construction is the same of concrete hollow blocks. Stronger walls could be done by inserting reinforcement bars in the holes to achieve earthquake resistance. For more details see following reference:

RENAS-BMTCS (1984), "Building Materials from Agro Residues, Low Cost Building Materials Technologies and Construction Systems", Monograph Series No. 1/1984, UNIDO/UNIDO, Manila.

3.4 بلوكات بناء من المخلفات الزراعية: الفلبين

نظرا لتوفر المخلفات الزراعية، التى قد تشكل مشكلة بيئية، كالتخلص من قش الأرز بالحرق فى مصر، فقد طورت بعض مركز البحوث بلوكات ومكونات بناء توظف تلك المخلفات و الفضلات المتوفرة الرخيصة.

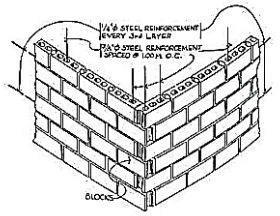
طورت هذه البلوكات بمركز بحوث الغابات بمانيلا بالفلبين، وهى عبارة عن بلوكات تربة مثبتة بالأسمنت ومفرغة، تحتوى على نسبة من المخلفات الزراعية كقش الأرز ونشارة الخشب أو قطع حبة جوز الهند.



أبعاد البلوكات 10x20x40 سم وتحتوى على 3 فراغات، تصب داخل قوالب خشبية، ثم ترفع البلوكات من القوالب بعد 10-15 دقيقة حسب حرارة الجو، تبلل بالماء لمدة 10 ايام، وتترك لتجف.

البناء تقليديا، ويمكن تسليح الفراغات مما يجعل الحائط مقاوما للزلازل..

التفاصيل فى المرجع المقابل



4.4 Cut Stone Masonry (Ashlar) Wall; Invention by editor, Egypt

Natural stone is a wide spread building material since dawn of history all over the world. Stone is cut into rectangular accurate dimension and laid in parallel courses -known as ashlar- to facilitate easy laying, neat building and speed.

Stone Blocks are environmental, low cost building material and socially accepted in many regions. However, traditional cut stone's laying process is characterized with:

- Requiring experienced costly labor.
- Consumes large amount of bonding mortar.
- Slow process.
- Might be of higher cost over traditional blocks.

The invention is an Innovative of wall bearing construction of one block width, ranging between 25-50 cm, using developed semi-dry Flemish bond. Each course contains a header and stretcher alternately, the outer end of each header coming on the middle of the stretcher, next Fig. This bond has better appearance and shear force resistance.

4.4 حائط مبتكر من الحجر الدستور: إختراع للكاتب

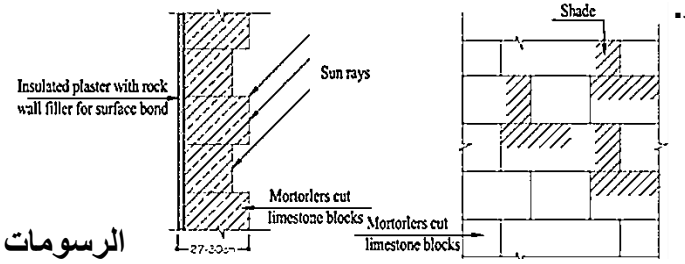
الحجر من أكثر مواد البناء إنتشارا منذ فجر التاريخ.، لما يتميز به من صلابة وقدرة على التحميل وإنخفاض للتكلفة بمناطق عديدة.

ويبنى الحجر الجيرى بعدة طرق، أسهلها إستخدام الحجارة المنشوره، التى تسمى بالحجر الدستور، لتسهيل الرص كبلوكات وتقليل المونة المستعملة بين فراغات الحجارة الغشيمة، ولكن يعيبها الآتى:

- تتطلب عمالة ماهرة.
- عدم إستواء بعض الأسطح مما يستهلك مونة لاصقة أفقية.
- أكثر تكلفة من بلوكات الخرسانة (حسب الموقع ومدى التوفر).

لذلك تم التفكير فى طريقة مبتكرة أبسط للإستفادة من مميزات الحجر الدستور، لبناء الحوائط الحامله 25-30 سم، رخيصه و بيئية.

الفكرة تعتمد على رص البلوكات الحجر فى رباط فلمنكى بدون مونه أفقيه مع مونه رأسيه فقط بين البلوكات تعمل كعازل حرارى. حيث يتم رص البلوكات العمودية على مستوى الحائط (آدى) ببروزات 5 سم، بحيث تلقى ظلالا على البلوكات السفلى الموازية (شناوى) لكسر الشمس، مما يعطى شكلا جميلا للحائط لا يحتاج فيه للبياض الخارجى، و يخفض التكلفة ، ويسهل عملية البناء. تصلح للمبانى المنخفضه 2-3 أدوار.



الرسومات للكاتب

The idea depends on using two layers of standard stone blocks in a semi-dry laying process, using developed vertical internal mortar.

Concept surpasses traditional Flemish bond with the following (Ahmed, Kh 2015):

- **Elimination of horizontal mortar, by applying surface-bonding, discovered by ancient Egyptians, turning the process into dry stacking.**
- **Providing wall insulation by adding light weight material, e.g. perlite or polyurethane grains to the internal vertical mortar.**
- **Better earthquake resistance, where internal vertical bonding mortar is composed of Hydraulic lime, sand and light weight grains in equal portions. Lime mortar allows flexibility rather than cement, which could be added in wet areas.**
- **Indoor cement plaster reinforced with fibers could be applied to resist lateral forces, giving monolithic action for the wall.**
- **Stretcher blocks are protruding from the outside to shade the header blocks, providing texture and sun protection.**

Ahmed, Khaled (2015), “Appropriate Building Technology & Sustainability”, The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh.

هذ الرباط الفلمنكى المطور يعتمد على فكرة الرباط السطحى المستخدم بمصر القديمة . وإستعمال مونة رأسية داخلية مكونة من الرمل والجير الهيدروليكى وحبيبات البولى ستيرين أو البرليت العازلة للحرارة، تتيح المرونة وتنفس الحائط بدلا من الأسمنت ، الذى يمكن إضافته بالأماكن الرطبة. يمكن إضافة طبقة بياض داخلية مدعمة بالألياف المتوفرة - طبيعية كمصاصة القصب أو السيزال-، أو صناعية لتوفير سطح مستو داخلى و إضافة المقاومة للقوى الجانبية (أحمد، خالد 2015).

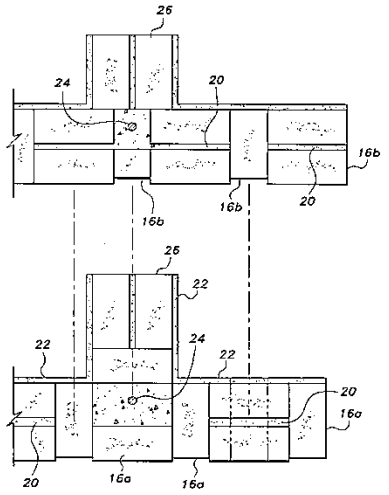
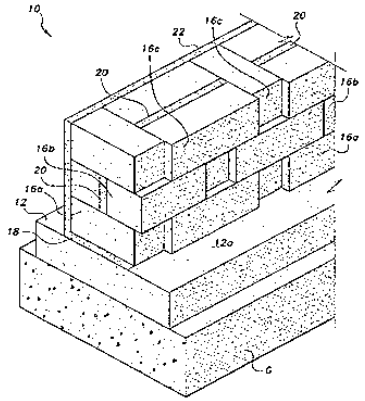


Fig. 2



2 courses of the stone wall. Intersection is reinforced with steel bar

US20140245679 A1

Innovation advantages :

- Usage of low cost limestone and other cut stones in most countries, compared to conventional CMU.
- Speed of wall Laying increases productivity.
- Thermal insulation of wall.
- The use of 50% of mortar, compared to conventional building process.
- Better appearance of fair face stone due to lack of joints treatment; does not need rendering.
- Dry stacking avoids stains often happen by the use of cement mortar.
- Simple construction process could be a “Do it yourself” operation.
- Concept is applicable to other building blocks of accurate dimensions e.g. concrete and Siborex blocks.
- Overall economy of the building process.

Disadvantage :

- More wall thickness.
- Larger foundations.

مميزات الإبتكار :

- إستخدام مواد بيئية بتكلفة منخفضة.
- سرعة البناء مما يرفع الإنتاجية.
- العزل الحرارى نتيجة تظليل البلوكات على بعضها و إضافة المونة الرأسية العازلة.
- إستخدام 50% فقط من المونة مقارنة بالبناء التقليدى.
- مظهر جيد للحوائط، ولا تستلزم تفريغ اللحامات.
- الرص الجاف لا يسبب تسييل للمونة مما ينتج حائطا نظيفا.
- لايتطلب عمالة ماهرة مما يمكن من البناء للنفس.
- طريقة البناء يمكن إستخدامها ببلوكات التربة المثبتة، أو من بلوكات الطوب الرملي الخفاف بعد إجراء دراسة التحمل والجدوي للتكلفة. هذا وتتميز الأخيرة بتحقيق العزل الحراري المطلوب بالمناطق الصحراوية كما تتميز بنظافة السطح.
- تخفيض تكلفة عملية البناء عامة، مع عدم الحاجة لبياض خارجى.

العيوب :

-زيادة عرض الحائط.

-كبر حجم الأساسات مع الحائط.

Ahmed, Khaled (2015), “Appropriate Building Technology & Sustainability”, The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh10-11 May, 2015.

4.5 Sand Bags “Superadobe”: USA, Germany

Sandbag are typically used in war trenches and flood prevention. In Germany, Gernot Minke started applying the concept in house building which is known as earth bags or soil bags (Grasser and Minke, 1990).

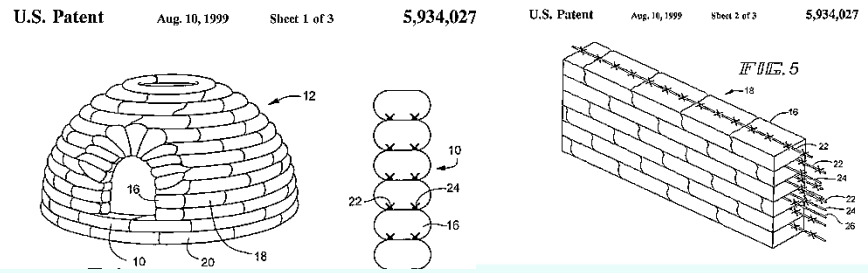
It is essentially to make solid blocks by putting soil in polypropylene bags, tamping and laying them down like blocks or bricks. Khalili has further developed the concept, while working with Cal-earth Institute, US, calling it “Superadobe” technology, to avoid conventional adobe shortcomings. It is instant and flexible line generator. Long or short sandbags are filled with on-site earth and arranged in layers or long coils (compression) with strands of barbed wire between them to act as reinforcement (tension). Stabilizers such as cement, lime may be added. The technology is patented and trademarked (U.S. patent #5,934,027, #3,195,445) offered free to the needy of the world.

http://calearth.org/

http://www.earthbagbuilding.com

5.4 أكياس الرمل سوبر أدوب: الولايات المتحدة، ألمانيا

إستخدمت أكياس الرمل قديما في عمل الخنادق بالحروب، ووقف مياه الفيضان، حتى قام Gernot Minke في ألمانيا ببدء تقنية إستخدام أكياس الرمل المثبتة لبناء الجدران في المنازل، وهى ما يعرف أيضا بأجولة التربة. وهى ببساطة تعبئة التربة المثبتة داخل أجولة البولى بروبلين التى ترص فى مداميك مستمرة، ثم كبسها لتصبح كبلوكات الحوائط الحاملة. قام لاحقا مهندس إيراني الأصل هو نادر خليلي بالعمل فى معهد Cal-Earth بكاليفورنيا، بتطويرها لبناء منازل مقببة، وسماها سوبر أدوب (Khalili and Vittore, 1998). تعتمد الفكرة على إستخدام الخامات المتوفرة في بيئة الموقع مثل الطين و الرمل للبناء بطريقة مختلفة عن الطرق القديمة -كالطوب اللبن الذى يتأثر بالعوامل الجوية ويحتاج الكثير من الوقت لتشكيل و تجفيف الطوب-, حيث تشكل طريقة البناء بأكياس الرمل المثبتة بالطين أو الجير خطا من الحوائط المنحنية التى تقاوم الضغط، ثم الشد بوضع أسلاك شائكة للربط ما بين المداميك . تتميز تلك التقنية بالبساطة وتكلفتها الزهيدة ومقاومتها للزلازل والأعاصير -لكتلتها الكروية- والعوامل الجوية. لذلك فهى تناسب أيضا المنكوبين والنازحين بسبب ظروف الحرب أو الكوارث. وقد سجل خليلى برائتي إختراع لهذه التقنيه، سمح بهما لإستخدام المحتاجين حول العالم.



Building elements :

- non-woven geo-textile made from polypropylene or polyester is commonly used.
- clean stabilized sand by mud, (soil. 25% to 30% clay in the soil is the best mix) lime or 3-5% cement.
- galvanized barbed wire.
- Wooden, metal opening's frames, or old car tires.

Construction:

Structural principles of sandbags and barbed wire uses compression shell structures. Barbed wire adds the tensile element to the traditional earthen structures, creating earthquake resistance despite the earth's low shear strength. The aerodynamic forms resist hurricanes, flood resistance, and easy construction, while the earth itself provides insulation and fire-proofing. Bags do not slip off from each other, they stick safely together because of wires. It guarantees a good adhesion of the plaster to bags. Lime plaster made from hydrated lime; 1 part lime to 6 parts sand. Wall thickness needs to maintain ratio of 1:10 in to height.

مكونات البناء :

- أكياس بولى بروبلين أو بوليستر مفردة حوالى 45 x 90 سم (المستخدمة فى المنتجات الزراعية) أو طولية قوية التحمل (سوبر أدوب).
- رمل مثبت بالطين أو بنسبة بسيطة من الجير أو الأسمنت 3-6 %.
- أسلاك مجلفنة شائكة .
- حلوق الفتحات أوإطارات سيارات قديمة لعمل فتحات دائرية بالحائط.

طريقة بناء الحوائط :

-يتم الحفر السطحى لعمل أساسات شريطية ضعف عرض الحائط حسب ظروف الموقع، قد تكون طبقة من الزلط 15سم أو لبشة عادية.

-تملأ الأكياس لحوالى الثلثين، لإعطاء فراغ يسمح بدك الرمل لاحقا.

-ترص أكياس الرمل كالبلوكات بعد إغلاقها، مع قطع الفواصل الرأسية.

-تكبس أكياس الرمل بعد رصها، لتزيد من عرض وتماسك الجدار.

-وضع إطارات معدنية أو خشبية و الحلوق لتركيب الفتحات المقوسة.

-يمكن استخدام رول دون انقطاع بدلاً من إستخدام الأكياس المفردة، يتم ملأها بالتراب وتدويرها بقدر الحاجة، مما يجعل الجدران غير مجزأة وبالتالي أكثر تماسكاً و ليونة (سوبر أدوب).

-تشبيك الأكياس بالسلك الحديد من الجهتين وذلك عبر إدخال سلك حديد رفيع بكل كيس لربطه، وتشبيكه من الداخل والخارج.

-دهان الأكياس أو لياستها بالطين - أوبياضها بالجير المطفى والرمل 1إلى 6 -مما يتخلل الأكياس ويزيد الحائط قوة وعزلا للرطوبة.

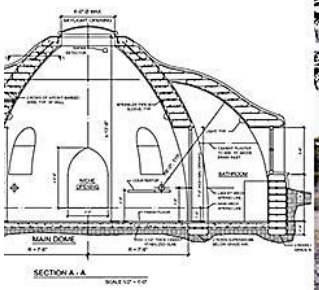
http://calearth.org/building-designs/what-is-superadobe.html

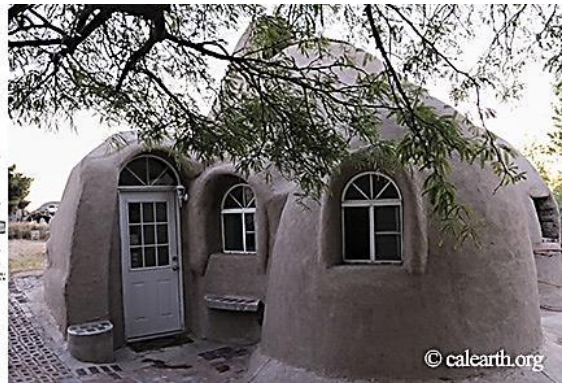
Construction process of dome house (SuperAdobe):

Khalili, Nader (1996), “Ceramic Houses and Earth Architecture: How to Build Your Own”, Cal-Earth Press, USA.

طريقة بناء االمنزل المقبب المستدير :

- يتم رسم حدود البناء على الأرض و تستخدم الحبال المثبتة في منتصف الدائرة للحفاظ على الشكل الدائرى.
- يتم الحفر السطحى لعمل أساسات شريطية ضعف عرض الحائط.
- يتم خلط الرمل بالطين أو الأسمنت أو الجير المطفأ ثم تملأ الأكياس أو لفة الأكياس بالطين أو الرمل و ترص فوق بعضها بطريقة دورانية كلفائف.
- يتم وضع أسلاك شائكة بين الأكياس للتأكد من تثبيتها جيداً و حتى تربط بين كل مدماك، لتمنع إنزلاق الأكياس وتقاوم قوى القص.
- توضع الحلوق والإطارات لعمل الأبواب و الشبابيك و فتحات التهوية.
- مع إرتفاع البناء، يتم تقليل قطر الدائرة تدريجياً لتشكيل القبة.
- للتشطيب يتم طلاء المنزل بالمواد العازلة أو بالدهانات أو يرش بالجير.





https://www.youtube.com/watch?v=bnWw_PrJB48

Advantages :

- Avoid conventional adobe shortcomings. It is a simple adobe; flexible allowing Self-build.
- Low cost using site earth.
- Good thermal insulation of sand,
- Earthquake & fire resistance despite the earth's low shear strength.
- The aerodynamic forms resist hurricanes.
- Environmental friendly, no production energy.

Disadvantages :

- Not suitable for multi floors; only two.
- Superadobe requires circle plans.
- Life time is 35 years (not tested).
- It must be plastered by natural soil, lime or cement to be protected from rain.
- Sangbags are vulnerable to UV degradation.

الميزات :

- سهولة ومرونة البناء فلا يحتاج معدات، مما يسمح للبناء للنفس.
- إنخفاض التكلفة، بإستخدام مواد الموقع.
- مقاومة للعوامل الجوية، والحريق والزلازل حسب كود كاليفورنيا.
- رطبة صيفا ودافئة شتاءا، حيث فراغات الرمل تعتبر عازلة للحرارة.
- صديقة للبيئة، حيث لا تحتاج طاقة لحرق الطوب أو صناعة الأسمنت.
- إستخدام النفايات (كالأكياس) ويمكن إعادة تدوير مكونات البناء.

العيوب :

- لا يناسب البناء أكثر من دورين، (عرض الحائط 1/10من الإرتفاع).
- فى حالة التسقيف بالقباب، يجب أن يكون المسقط الأفقى دائرياً.
- العمر الإفتراضى 35 عاما (لم يختبر). وإن كانت خنادق الحروب تدوم ما لم يصبها فيضان أو زلزالا قويا.
- يجب لياستها بالمواد الطبيعية –الطين- أوبياضها لحمايتها، خاصة وأن أكياس البروبلين او البوليستر تتحلل مع الأشعة الفوق بنفسجية.

http://calearth.org/galleries/earth-one.html#

4.6.1 Sandbags: South Africa, Germany..

The potentials of Sandbag concepts has led to widespread in many countries; South Africa, Australia, Germany & Latin America. Other applications took different traditional house shapes, such as the sandbag house in South Africa, patented as Ecobag and Ecobeam (Kracht 2008). Ecobeam structure is a modified timber frame house, which behaves as a monolithic structure and appears exactly like a common brick house. Sandbags are used as infill within the technique. Plaster is applied.

http://www.sandbaghouse.com/Publications.html
http://www.sandbaghouse.com/Home.html

1.6.4 أكياس الرمل: جنوب أفريقيا- ألمانيا..

إن مميزات البناء بأكياس الرمل أدت لإنتشار التقنية بالعديد من دول العالم، كجنوب أفريقيا بالتعاون مع المانيا ثم إستراليا، وأمريكا اللاتينية...

ولقد تم إبتكار نظام Ecobag and Ecobeam ، من الإطارات الخشبية التى تملأ بأكياس الرمل ما بين العوارض الرأسية – كل 90سم- ويغطى بسلك يتم بياضه ليبدو كمسكن تقليدى، خاصة و أنه مسقف بالجمالونات الخشبية. وقد حقق هذا المنزل خفضا فى التكلفة 50% مقارنة بالمسكن التقليدى، كما يتميز بإنه دورين، خلافا لمعظم مبانى أكياس الرمل التقليدية (Kracht 2008).

4.6.2 Sandbags: Gaza, Palestine

Israel's blockade of the Gaza Strip has created a shortage of construction materials such as cement. Some builders have tried to make use of one thing they have; plenty of sand. This has led them to use sandbags in different ways.

Some has used it as typical one floor house with arched openings and vaulted roof sprayed with lime as finishing. Sand was mixed with some mud (Fig.1). The house building technique is similar to the Superadobe. While others used the typical sandbags walls cladded from inside with painted plywood, roofed with wooden truss and tiles (Fig.2).

(Fig.2) Abdelrahman Alqara house.

https://www.youtube.com/watch?v=d7VEJCyhB3Q

2.6.4 أكياس الرمل: غزة، فلسطين

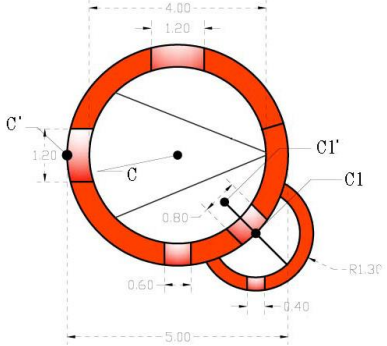
إن حصار إسرائيل لغزة منذ حرب 2010، تسبب فى نقص مواد البناء كالأسمنت، مما دفع البعض لإستعمال أكثر المواد المحلية وفرة كالرمل. لهذا أستخدمت أكياس الرمل كحوائط حاملة مع القباب والقبوات للتسقيف، كما فى منزل محمد قابيل الذى إستخدم تقنية مشابهه للسوبر أدوب ، مع إضافة نسبة بسيطة من الطين لتثبيت الرمل (Fig.1). كما إستخدم محمد القرا الأسلوب التقليدى لأكياس الرمل المفردة -مع تثبيتها بنسبة بسيطة من الأسمنت- وتغطيتها بألواح الخشب من الداخل، وتسقيفها بالجمالونات الخشبية و القرميد، لإعطاء المنزل مظهرا أكثر قبولا (Fig.2).

(Fig.1) Hassan Abo Kabail house

http://www.earthbagbuilding.com/videos/worldvideos.

Sandbags & Super adobe testing:

It is important to note that traditional bags of sand -used in war trenches or flood prevention- are not considered as Sandbags. It must contain a percentage of 20-30% clay, or stabilized with lime or cement, well tamped and dried, to create safe structures. Testing of the difference between solid poly bags and tubes, and the strengths of walls created with barbed wires and other plastic meshes must be carried out to determine the correct dimensional and reinforcement recommendations. Some of the structural & thermal behavior tests could be found in the following site :

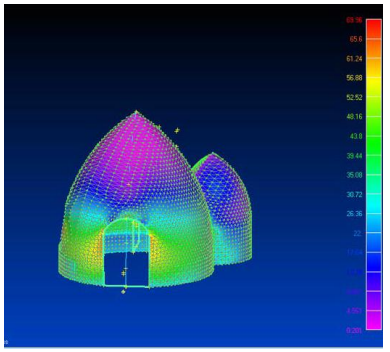


http://www.earthbagbuilding.com/testing.htm

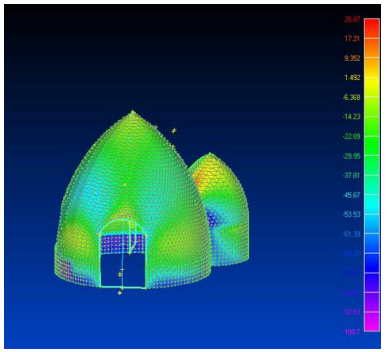
إختبارات أكياس الرمل – السوبر ادوب:

أنه لمن الأهمية ذكر أن اكياس الرمل العادية -المستخدمة فى الحروب- لا يصلح إستخدامها كحوائط حاملة مع القباب والقبوات للتسقيف، إلا مع إضافة نسبة من الطين أوالجير أوالأسمنت لتثبيت الرمل، ثم كبسها ودقها.

ويجب إختبار التربة، لتحديد مكونات التثبيت كما يجب التأكد من قوة الأكياس والأسلاك، وتحديد حجم وأبعاد التسليح المطلوب خاصة مع المبانى أكثر من دور. إن التحليل الحرارى -ببرنامج إيكوتكت- قد أظهر تفوق تلك التقنية على المبانى التقليدية. ويمكن التعرف على بعض الإختبارات الإنشائية التى أجريت على تقنية أكياس الرمل أو السوبر ادوب ، بالإضافة للتحليل الحرارى لكفاءة هذه المبانى بالموقع اللاحق بإسفل الصفحة.



Maximum shear stress



Maximum compressive stress

Pelly (2009), “Plastic Limit Analysis of Earthbag Structures”, MEng,The University of Bath.

4.7 Rammed Earth Walls: International, USA, Australia, Germany..

Most of the Arab world lies in the great Sahara, where sand and aggregate is the most abundant cheapest material, or even no cost if used on-site. Rammed earth walls are constructed by ramming a mixture of selected aggregates, including gravel, sand, silt and a small amount of clay, into place between vertical flat formwork panels. Modern technology uses Pneumatic tampers to reduce the amount of labor and increase strength and durability. The choice of formwork and ramming devise influence speed, cost and quality of construction. Formwork should be rigid, light, easy to dismantle and permit different wall thickness. The most appropriate soil mix should be 50 to 75% fine gravel and sand; 15 to 30% silt and 10 to 20% clay. Soil should not contain more than 10% moisture (Stulz&Mukerji 1981).
If there is no clay, lime -or cement of 10-5% could be used for stabilizing (Minke, Germot 2014).

7.4 حوائط التربة المدموكة: أستراليا، المانيا، أمريكا..

يعتبر الرمل و الركام أكثر مواد البناء توفرا بالعالم العربى لوقوع معظمه بنطاق الصحراء الكبرى. مما يجعل حوائط التربة المدموكة من أرخص البدائل، حيث يتم ضغط خليط الركام والطين والطفله مع ترطيبه، داخل الشدة. وقد تم تطوير طريقة الدمك بإستخدام شدات منزلقة ومدكات ميكانيكية كصب الخرسانه مما رفع من خواصها الإنشائية و ديمومتها. والتكنولوجيا المستعملة تؤثر على سرعة وجودة التنفيذ. لذلك يجب أن تكون الشده قوية وخفيفة وسهلة الفك و النقل ومرنة لإتاحة عروض مختلفة للحائط.
تتكون التربة المناسبة من 50-75% ركام ورمل ناعم، 15-30% طفلة و10-20% طين، والتربة يجب ترطيبها بما لا يزيد عن 10% (Stulz&Mukerji 1981). وفى حال عدم توفر الطفله والطين، يمكن تثبيت الركام بنسبة 5-10% من الأسمنت أو الجير (Minke, G 2014).

منزلان بتكساس، أمريكا، وبيرث، أستراليا
Perth rammed earth home, Australia
http://www.yourhome.gov.au/materials/rammed-earth

Minke, Germot (2014), “Building with Earth, Design & Technology of Sustainable Architecture”, College, BIRKHUSER.

http://www.yourhome.gov.au/sites/prod.yourhome.gov.au/files/pdf/YOURHOME-Materials-RammedEarth.pdf

Modern rammed earth walls have been applied in western America and Australia, built using cement stabilize and are typically 300mm thick for external walls and 200mm for internal (Keiren 2016).

Construction (Stulz&Mukerji 1981) & (Minke, 2014):

- Strip footing is laid under all rammed bearing walls, at least 30 cm above ground.
- A DPC between footing and wall is recommended.
- Formwork should overlap the wall section below of at least 10 cm, starting from corners.
- Soil is filled in formwork of layers of 15 cm for manual ramming, which could exceed with pneumatically tamper to 80cm, compressing each layer to about 50-70 %of its original height.
- Once wall layer is completed, the formwork is immediately dismantled and moved further along.
- Joints between each row should be fortified.
- Openings coordinates with formwork, made without lintels to spans of 1meter, and cut by saw.
- Walls are usually coated with an air-permeable sealer to increase the life of the material , next Fig.

(Keiren 2016), "Rammed earth" at:
https://www.niftyhomestead.com/blog/rammed-earth/

وفى أمريكا واستراليا, ، يتم تثبيت الحوائط المدكوكة -ميكانيكيا- بالأسمنت لبناء حوائط بسمك 30سم للحوائط الخارجية، و20 سم للداخلية (Keiren 2016).

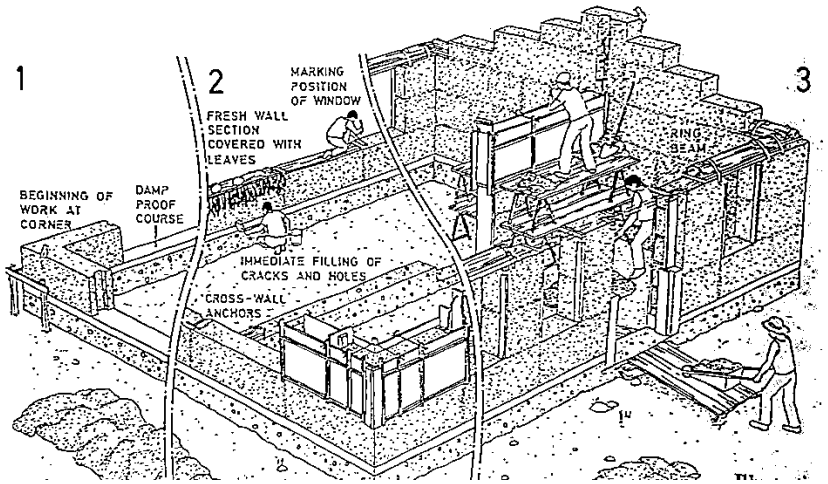
عملية التنفيذ (Stulz&Mukerji 1981) & (Minke, G 2014):

- تعمل أساسات شريطية فوق سطح الأرض ب30سم ضعف عرض الحائط.
- توضع طبقة عازلة للرطوبة بين الأساسات و الحائط.
- توضع الشدة بركوب 10 سم على الحائط، بداية من الأركان.
- تملأ التربة داخل الشدة على طبقات 15 سم للدمك اليدوى، ويمكن زيادته ل80 سم للدمك الميكانيكى، ثم تضغط التربة لتصبح 50-70% من حجمها.
- مع الإنتهاء من كل طبقة، يجب نقل الشدة أفقيا بسرعه، قبل جفاف التربة.
- يجب معالجة وتقوية الوصلات ما بين المداميك المختلفة وربما تسليحها.
- يجب توفيق أبعاد وشكل الفتحات مع الشدة، ويمكن قص الحائط بمنشار.
- يفضل دهان الحوائط بالبلاستيك ، لمنع النفاذيه وزيادة عمر الحائط.

الدمك الميكانيكى بأستراليا

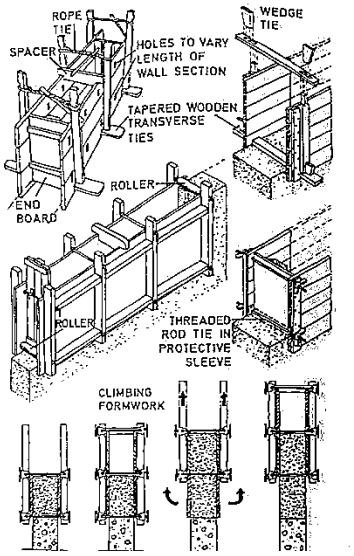
الدمك اليدوى بفيتنام

(Keiren 2016)

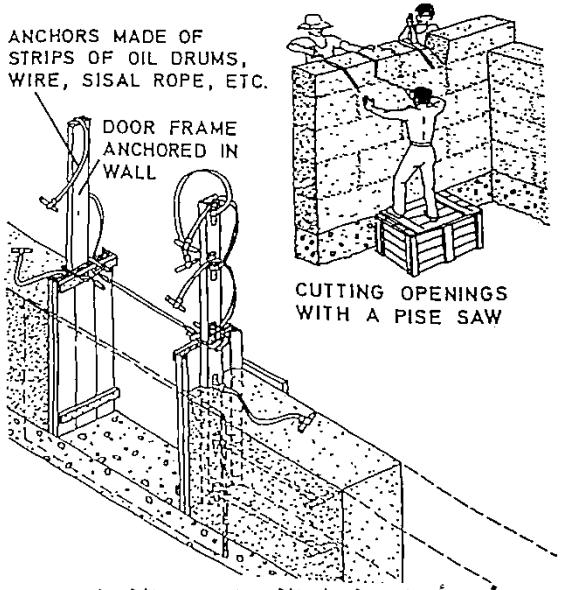


عملية ملأ التربة داخل الشدة على طبقات 15سم للدمك اليدوى

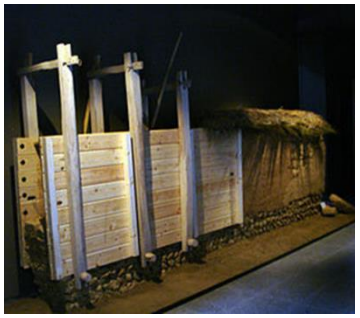
(Stulz&Mukerji 1981)



شكل الشدة اليدوية

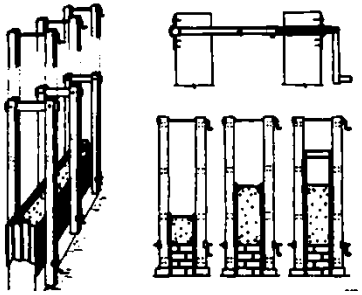


توفيق أبعاد وشكل الفتحات مع الشدة

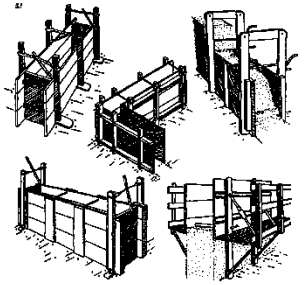


Formwork & pneumatic tamper

(Keiren 2016), "Rammed earth" at:
https://www.niftyhomestead.com/blog/rammed-earth/



شكل الشدة الميكانيكية



تفريغ الحائط بعد فك الشدة

Minke, Germot (2014), "Building with Earth, Design & Technology of Sustainable Architecture", College, BIRKHUSER .

Advantages :

- One of the cheapest wall construction alternatives.
- High compression strength and durability.
- Suits low-mid rise buildings; 2-5 floors.
- High thermal qualities, similar to stone.
- Requires no energy for manual ramming.
- It causes no wastage or pollution to environment.

Disadvantages:

- Requires skill in earth construction.
- Thicker walls could be costly.
- Not architecturally flexible.

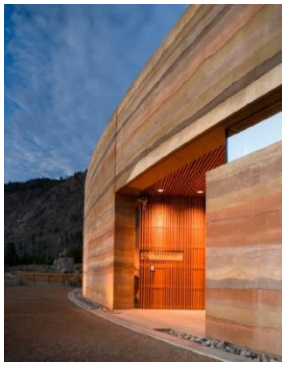
الميزات :

- من أرخص طرق البناء، خاصة مع إستخدام مواد الموقع.
- تحمل عالى للضغوط مع الديمومة العاليه خاصة بالمناطق الجافة.
- مقاومة الحريق، مع خواص حرارية ممتازة في تخزين الحرارة.
- يصلح للبناء حتى خمسة أدوار مع حساب سمك الحائط.
- صديقة للبيئة، حيث لا تحتاج طاقة لحرق المواد مما لا يخلف نفايات.

العيوب :

- يحتاج مهارة فى البناء بالتربة وإستعمال الشدات.
- سمك الحائط كبير مع الإرتفاع مما قد يرفع التكلفة.
- لا يمكن التكسير بالحوائط الحاملة، مما يحد مرونة المساقط الأفقية.

Rammed Earth Home in Westlake Hills, Texas, minimizes air conditioning (loukimball.com).



Nk'Mip Desert Cultural Centre in Osoyoos, British Columbia, Canada, completed in 2006

(Kieren 2016) “Rammed earth” :https://www.niftyhomestead.com/blog/rammed-earth/

4.8 Hydraform Interlocking Stabilized Block: India

Hydraform' refers to the 'hydraulic forming' of interlocking blocks, which are produced in India and spread to 45 countries. Blocks have 3 types;
- Hydraform HF220 block is the standard block and is suitable for external 9″ thick walls.
Block dimensions:
Length: 120 – 240 mm
Width: 220 mm
Height: 115 mm
- Hydraform HF220 conduit block is similar in dimension and application as HF 220 block above with additional provision for conduit for horizontal reinforcement applications.
- Hydraform HF150 block is suitable for external / partition 6″ thick walls.

The blocks can be made in Hydraform machine using Fly ash – Lime – Gypsum – Cement- Sand (Fal-G), other fly Ash based combination OR Soil-Cement (Compressed Stabilized Earth Blocks SEB) OR Stone Dust – Cement (Hydraform.com).

8.4 بلوكات هيدرافورم المعشقة المثبتة: الهند

ترجع التسمية إلى التشكيل الهيدروليكى لإعطاء منتج صلب ذو جودة عالية، وهو ما طبق فى 45 دولة. البلوكات 3 انواع:

- بلوك هيدرافورم قياسى طول 240مم وعرض 220مم وإرتفاع 115مم
- بلوك هيدرافورم للتمديدات بنفس إبعاد البلوك القياسى مع وجود فراغ أسطوانى طولى 40م، لوضع حديد التسليح أو التمديدات الكهربية.
- بلوك هيدرافورم نصف قياسى طول 240مم وعرض 110مم وإرتفاع 115مم، للقواطيع.
- لا يوجد نصف بلوك قياسى !

جميع البلوكات لديها بروزات تسمح بالبناء المتداخل بلا مونه، بنفس نظرية الليجو. تنتج البلوكات بإستخدام الرمل والجير و الأسمنت أو بخليط كبلوكات التربة المثبته. تقلل من تكاليف الهيكل الانشـــائي بنسب مختلفة، حسب البناء التقليدى بالمنطقة، والتى تتروح ما بين 15% - 20% ، حسب نوعيـة التشـطيب (هيدرافورم.كوم).

http://www.hydraformasia.com

تصنع البلوكات بعدة طرق :

- بلوكات من الرماد المثبت بالاسمنت و الرمل الخشن و الجير والجبس
- بلوكات من التربة المثبته بالاسمنت (8%) و الرمل الخشن.

تتوقف قوة البلوك على طبيعة الرماد أو التربة ونسبة الأسمنت والماء، وتعطى إجهادات حسب البيانات إلى اليسار.

Blocks have been successfully made using following combinations:

- FLY ASH CEMENT BLOCK:

Fly ash = 35% – 60%

Coarse sand = 35% – 70%

Stabilizer = 8% – 15% (including lime, cement, gypsum)

- STABILIZED EARTH BLOCK:

Soil = 60 – 70%

Coarse sand = 20 – 30%

Cement = 8 – 10%

The block strength is determined by its nature of Soil / Fly Ash , quantity of Cement and other materials used, water curing.

Cement Content	Strength	Cement Content	
8%	4 to 5 MPa	8%	7 to 8 MPa
10%	7 to 8 MPa	10%	12 to 13 MPa

1 MPa is equal to 10 Kg / Sq. cm

http://www.hydraformasia.com

Machines & Production process :

- Machine is inclusive of hydraulic power pack mounted on a static frame. Capacity: Up to 200 blocks per hour, provided by company.
- Machines can be installed at a block yard to operate as a factory or on site production.
- Sieved Soil or Fly Ash is blended with cement, coarse sand & water to make a homogeneous mix. The mix is then fed into the compacting chamber through a sliding hopper. The Chamber is fitted with replaceable mold plates to give different shapes and sizes of blocks. The mix material is then hydraulically compacted and extruded to form block.

Fresh blocks, so made can be handled manually and do not require pallets for stacking, curing and production. This saves block transportation cost. Once blocks are fully cured by sprinkle water , they can be dry-stacked with no or minimal mortar depending on application.

http://www.hydraformasia.com/products/interlocking-block-machine/

الماكينات وعملية إنتاج البلوكات:

- الماكينات هيدروليكية، من إنتاج الشركة الهندية، يمكن تثبيتها بالمصنع أو نقلها للموقع ، تنتج 200 بلوك/ساعة.
- بعد نخل الرماد أو التربة وخلطهما بالأسمنت والرمل الخشن والماء لعمل خليط متجانس، يوضع الخليط فى حجيرة الكبس، التى يمكن تغيير قوالبها حسب نوع البلوكات المطلوبة.
- يتم كبس البلوكات ثم بثقها رأسيا للخارج.
- تحمل البلوكات يدويا ثم ترص فى ساحة للتجفيف، حيث يتم رشها لمدة إسبوع ثم تترك لتجف.
- بعد الجفاف يمكن إستعمالها كبناء جاف أو بمونه بسيطه.

Hydraform Hydraulic production machines
(هيدرافورم أسيا.كوم)

WALL ALTERNATIVES

Technical specifications of blocks

المواصفات الفنية بالجدول اللاحق

	HF 220 Interlocking/ Conduit/ Plain	HF150
Use	External walls/Fencing/Load bearing constructions	Interior/Partition Walls/Framed Constructions
Width	220 mm (9 inch)	150 / 115mm (6/4.5 inch)
Height	115 mm	115 mm
Length	120 mm to 240 mm	120 mm to 240 mm
Weight	+ – 11 Kg (Full block) for SCEB; + – 8 kg (full block) for fly Ash blocks	5.5-7 kg approx
Application	By size, one HF220 is equivalent to three to three & half size of conventional fired bricks. Other sizes are also available.	

http://www.hydraformasia.com

Water absorption:

- For Fly Ash- Cement: Up to 15%.

- For Stabilized Earth Block: Up to 12%.

Block finish:

It provides option to keep the wall with or without plaster. In case of without plaster, the wall could be given a groove pointing / varnish / sili-coat or tereline coat to protect against weathering effect.

Conducting can be done using Conduit blocks. Alternatively conventional chase cutting also possible

إمتصاص الماء :

- البلوكات الرماد و الأسمنت حتى 15%

- البلوكات التربة المثبتة حتى 12%

نهو البلوك :

ممكن أن يستخدم بلا بياض لنظافة ونعومة أسطحه، وبالتالى يمكن دهانه مباشرة لمقاومة العوامل الجوية ، أو تكحيله لبيان الفواصل بين البلوكات.

التمديدات لا تحتاج لتكسير إذا كانت فى مقاس البلوك المفرغ.

http://www.hydraformasia.com/gallery/

Advantages of Hydraform blocks:

- Interlocking Blocks save on Mortar & Plaster cost.
- High quality, finish design & aesthetics
- Faster construction.
- Simplicity of construction by unskilled labor .
- Cost efficient ; with option to Use waste materials: Fly ash, marble slurry powder, rice husk ash, Concrete mix with chips up to 4 mm.
- Fly ash blocks can be lighter than conventional masonry.
- Suitable for earthquake resistant construction.

Disadvantages :

- Blocks takes 7 days for curing using plastic cover.
- Blocks are heavy (dense) since no cavities, which also decreases thermal insulation.
- The space of conduit block is so tight for RC.
- No blocks for beam shaping or lintels.
- No half blocks.

http://www.hydraformasia.com

مميزات بلوكات الهيدرافورم المعشقة :

- موفرة للمونة وللبياض.
- جودة عالية بمظهر جمالى.
- إنتاج سريع.
- سهولة البناء حيث لا تحتاج لمهارة البناء التقليدى.
- إنخفاض التكلفة، حيث يمكن إستخدام مواد النفايات كالرماد، ورماد قش الأرز، وبودرة الحجر، وكسر الخرسانة حتى 4 مم.
- أخف من البلوكات التقليدية فى حالة إستخدام الرماد.
- مقاومة للزلازل.

عيوب البلوكات :

- بعد إنتاجها تحتاج 7 أيام للجفاف تحت غطاء بلاستيكى.
- البلوكات المثبتة أثقل من البلوك الأسمنتى التقليدى، مما يخفض عزلها الحرارى.
- فراغ التمديدات صغير بما لا يسمح بمواسير التغذية و الصرف أو التسليح الثقيل.
- لا يوجد نصف بلوك من القياسى مما يتم معه التكسير.
- زيادة عرض الحائط مع الإرتفاع لكونه حائطا حاملا.

4.9 Interlocking Concrete block veneer: Life style 2000, USA

The "Lifestyle 2000" is a demonstration house in Maryland USA, initiated by National Concrete Masonry Association (NCMA). They studied concerns and needs of consumers, owners and home builders to identify general housing needs, shortcomings and possible solutions. It aimed at increasing productivity, by lowering labor skills, through interlocking self aligning geometries and achieving cost competitiveness with traditional housing wood structures in USA. The house is featuring 28 different small innovative concrete products and a variety of energy saving solutions, divided into 5 major subsystems; walls, floors and foundations (Pardo 1991).

The project was conceived as a preview of how homes would be built in the next century, and a showcase of the state-of-the-art of building technology. The Siding Block was developed to maintain an economical, energy efficient dry interior environment, by creating a double cavity assembly in one single step.

9.4 بلوكات خرسانية معشقة للواجهات : الولايات المتحدة الأمريكية

قامت رابطة البنائين بالخرسانة بأمريكا (NCMA) بعمل دراسة بهدف تطوير المساكن الخشبية التقليدية للمساكن بالولايات المتحدة الأمريكية، لتصبح من مكونات خرسانية للحفاظ على البيئة. ووضحت الدراسة عيوب البناء بالبلوكات وإحتياجات المستعملين وإهتمامات المقاولين، بهدف تجنب المشاكل البنائية وزيادة الإنتاجية مع خفض التكلفة لتنافس البيوت الخشبية التقليدية. ووضعت الحلول فى المسكن الإرشادى "Lifestyle 2000" الذى يضم 28 من المكونات الخرسانية الصغيرة، وتقنيات التهوية الطبيعية وخفض إستهلاك الطاقة. تنقسم التقنيات لخمسة مجموعات فرعية.

يعتبر المشروع إستشرافا لتكنولوجيا البناء السكنى المتوقع خلال القرن الواحد والعشرين وعرضا لآخر ما وصلت إليه التكنولوجيا التى تعتمد على بلوكات و مكونات وأعصاب سابقة التجهيز، يسهل حملها و البناء بها.

"Lifestyle 2000" **تصوير الكاتب**

Pardo, Jorge (1991), “The lifestyle 2000”, NCMA, Virginia, USA.

It is a fair-face interlocking load-bearing component, measuring 20x20x(10-20 thick) cm, designed to accommodated internal styrene sheet insulation. Horizontal dry stack which reduces 50% of the joints‘ mortar, using latex adhesives instead of cement mortar. The RC unit weighs only 10 pounds. The wall could be reinforced with steel bars for load resistance.

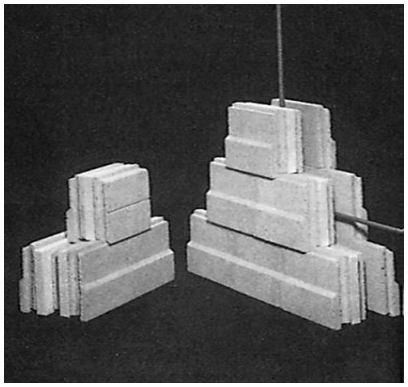
Production :

Used materials are aggregate less than 1 cm, Portland cement 10-15% according to the component and oxide pigments.

The inventor; Pardo has designed a hard steel mold that fits into a conventional block machine, so existing manufacturers can produce it easily. The mold provides a machined surface and 0.8 % tolerances, so the block can be accurately laid with no mortar on the bed joints. Proper materials, well grading and mix, in addition to accurate hard steel mold are the key issues of the manufacturing process.

طور بلوك الحائط الجانبى Siding Block لتحقيق المعايير الاساسية من سهولة البناء والإقتصاد مع توفير الطاقة، حيث يتكون من بلوك طبقتين من الخرسانة الظاهرة لبناء حوائط حاملة. مقاس البلوك 20x20x10-20 سم، به فراغ داخلى يمكن تسليحه أو وضع بولستيرين للعزل. والبلوك ذو حروف وتجويفات من أعلى و أسفل للبناء المتداخل مع وضع لاصق من اللاتكس بدلا من المونة. صمم البلوك ببروز سفلى لتبدو واجهته -عند بنائه فى مداميك - وكأنه حائط بالمساكن التقليدية ، لذلك سمى بال Siding Block.

وزن البلوك 10 باوند (450 جم) وتكلفته تنقص 20% عن الواجهات الطوب التقليدية. وقام المخترع «باردو» بعمل قالب لإنتاجه، يمكن وضعه فى ماكينات الكبس الأوتوماتيكية التقليدية.



Siding Block, (Pardo 1991)

Pardo, Jorge (1991),”The lifestyle 2000”, NCMA, Virginia, USA.
Pardo, Jorge (1992),”The improvement of the Lifestyle 2000”,
National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.

Advantages:

- Fair face, doesn't require paint or plaster.
- Increases productivity by lowering labor skills.
- Economical, costs about 80% of the cost of brick veneer.
- Energy efficient, integrating thermal insulation.

Disadvantages:

- Rigid structure due to wall bearing.
-The total cost of wall weren't assed by independent party.
- Requires hydraulic block making machine & special molds.

Pardo, Jorge (1991),"The lifestyle 2000", NCMA, Virginia, USA.
Pardo, Jorge (1992),"The improvement of the Lifestyle 2000",
National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.

مميزات بلوكات Siding Block :

- موفرة للمونه، وللبياض، لسطحها الناعم النظيف.
- جودة عالية بمظهر جمالى.
- إنتاج سريع.
- سهولة البناء حيث لا تحتاج لمهارة البناء التقليدى.
- إنخفاض التكلفة بحوالى 20% (لم يتاكد).
- عازلة للحرارة، لوجود بولستيرين داخلى.

العيوب :

- صعوبة التعديل ما بعد الإنتهاء، حيث الحوائط حاملة وقد تكون مسلحة .
- لم يثبت خفض التكلفة، من جهة مستقلة أو عبر دراسة جدوى مقارنة.
- تتطلب كبس هيدروليكى وقوالب خاصة، لضمان الجودة.

Siding Block (Popular Science, March 1992)

4.10 Speedwall Building System: UK, International

It is an international housing construction technology supplier, focused in providing affordable mass housing projects since 1991. Speedwall Building System is a patented mobile panel making machine, which produces load bearing structural panels onsite suitable for use as both load bearing walls, ceilings and multi-floors.

Panel Characteristics:

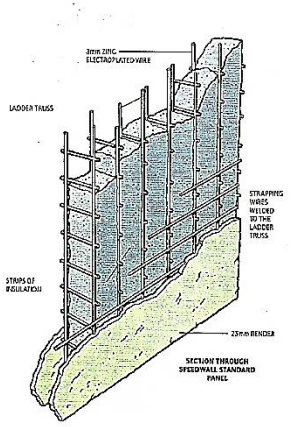
- A standard panel size is 2440 mm x 1220 mm with a finished wall thickness of 100mm or 156mm.
- The length and thickness can be adjusted, and requires only resetting of the Speedwall equipment.
- A standard panel allows for an unsupported span of approximately 4m.
- The resultant monolithic structure is adaptable to virtually any structural requirement or climatic, environmental or seismic condition as wind-load.
- Structures are rust proof due to wire zinc coating.
- Panels have thermal and acoustic rating and a 2-hour fire rating. Higher ratings can be achieved.

10.4 سبيد وول نظام بناء منخفض التكلفة : المملكة المتحدة و العالم.

سبيد وول نظام بناء منخفض التكلفة لمشاريع الإسكان الكبيرة، طورته شركة إنجليزية منذ عام 1991 ليطبق لاحقا بالعديد من الدول وبينها مصر و السعودية. يعتمد النظام على مصنع ينتج بانوهات إنشائية تصلح لبناء الحوائط الداخلية والحاملة و الأسقف المتعددة الأدوار.

مواصفات البانوهات:

- الأبعاد القياسية 244 سم 122 سم ، وسمك 100أو 156 مم.
- يمكن تغيير الأبعاد، مع إعادة ضبط معدات الإنتاج.
- اللوح القياسى للسقف يسمح ببحر 4 متر.
- البانوهات لا تصدأ لإن سلوك التسليح مغطاه بطبقة من الزنك.
- عازلة للحرارة ومقاومة للحريق ساعتين.



http://www.speedwall.com/Construction_System.html

Production:

The patented Speedwall panels consist of ladder trusses that are formed using a 3mm diameter zinc electroplated galvanized wire. Trusses are strapped together on each face and spot welded with further steel wire creating the structural framework of the panel. The central insulating core is fire retardant polystyrene core.

Speedwall panels are instaled on site,using cement render to both sides. Concrete is applied to the interior and exterior with a compressor to the specified thickness. The un-sprayed panels are lightweight and easily handled, and can be shaped, jointed and fixed with the minimum of skills and equipment.

Complex shapes can be formed including circular openings, arches and curved walls. Window and door openings can be cut for any type of framing material. Electrical conduits, boxes and plumbing can be easily inserted between the wire mesh and the insulating core. Any finish can be applied to the wall.

file:///D:/kh%20books/low%20cost%20BLD%20tech/world%20low%20cost%20housin%20tech/Speedwall's%20Panel.html

الإنتاج :

تتكون بانوهات السبيد وول من هيكل إنشائى داخلى، عبارة عن تسليح على شكل سلم «جمالون» من أسياخ الحديد 3 مم المجلفن بالزنك، التى تلحم لربط جانبى البانوه، بالإضافه لقلب داخلى من البولى ستيرين العازل للحرارة. تستعمل البانوهات فى الحوائط و الأسقف مع تغطيتها بطبقة من اللياسة الأسمنتية أو الرش بالخرسانة بالسمك المطلوب. تنتج البانوهات بالموقع عبر ورشة متنقلة، يتم توريدها داخل حاوية. تتميز البانوهات –قبل صب الخرسانة عليها- بخفة الوزن وسهولة التشكيل بمهارة بسيطة ، مما يمكن معه عمل الفتحات و التوصيلات الصحية والكهربائية التى يمكن تفريغها بين شبكة أسلاك التسليح. كما يمكن تشطيبها بأى مادة (سبيدوول.كوم).

http://www.speedwall.com/Construction_System.html

The company claims the following benefits:

- Speedwall Structures are light-weight and accordingly do not require deep foundations.
- Structural assembly is up to 10 times quicker than conventional construction approaches.
- Low skilled labor is required in the construction, local labor can be trained in 2 weeks.
- All materials and labor are sourced locally to reduce importation and transport costs.
- No heavy lifting equipment is required in construction process.
- Speedwall structures are energy efficient and reduce energy bills by more than 30%.
- Speedwall structures require little ongoing maintenance.
- With reduced project completion timetables financing costs are greater reduced.

Disadvantages:

- RC wall bearing doesn't provide flexible spaces.
- It hasn't proven to be cost –saving compared to traditional RC skeleton structures in SA or Egypt.

المميزات (طبقا للشركة المنتجة):

- تتميز المنشآت المبنية بخفة الوزن، مما يقلل الأساسات.
- سرعة التنفيذ: تستهلك عشر الوقت المطلوب للبناء التقليدى.
- عدم الحاجة لعمالة ماهرة، ويمكن التدريب عليها فى إسبوعين.
- سهولة التشكيل والقطع، مما يمكن معه عمل معظم الأشكال.
- خفة الوزن لا يتطلب معدات وروافع .
- الإنتاج بالموقع يوفر تكلفة النقل.
- عازلة للحرارة : تخفض إستهلاك الطاقة ب30 %.
- لا تتطلب سوى صيانة بسيطة.

العيوب :

- صعوبة التعديل ما بعد الإنتهاء، الحوائط حاملة من الخرسانة المسلحة.
- لم يثبت خفض التكلفة، مقارنة بالطرق التقليدية بمصر أو بالمملكة.

Speedwall structures

http://www.speedwall.com/Construction_System.html

4.11 ReBuild System: Italy, Jordan

11.4 نظام بناء ريبلد المتنقل : إيطاليا، الأردن

Cameron Sinclair and Pouya Khazaeli, working in collaboration with Pilosio Building Peace, has developed this re-deployable building system for displaced populations after wars and disasters. .
It is basically a simple scaffold-based construction wall system called ReBuild. It is modular, self-built, environmentally friendly, durable and community-oriented structures that can be employed to build any type of structure. One of the key advantages of this system is that it uses materials available material such as sand, gravel, and earth, while also enabling the users to construct the buildings themselves due to ease of construction.

قام كاميرون سينكلير مع آخرين بإبتكار طريقة بناء سهلة، يمكن نقلها للسكان النازحين نتيجة الحروب و الكوارث الطبيعية. تعتمد على نظام شدات معدنية موديولى، يصلح للبناء للنفس. الميزة الأساسية ان هذه الحوائط – المدعمة بهيكل من المواسير المعدنية- يمكن ملأها بأى مادة متوفرة كالركام و التربة، ولا تستخدم مونة سائلة، لسهولة الفك و النقل فالتركيب بموقع آخر.

شبكة من سلك الحديد لتشكيل الحوائط، يمكن ملأها بالركام

http://cameronsinclair.com/rebuild/

http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html

Construction process:

- Raft RC foundation is laid first.
- Scaffolding tubes, are joined together to create a simple skeleton for the required structure.
- Fencing with wire mish is added on both sides of the wall.
- Sanitary & electric conduits are placed within the walls.
- Gravel and sand is poured inside the walls.
- Walls are covered with local fabric or reeds.
- Scaffolding platforms are used as the roof of a structure and then earth is piled on them to insulate the building, or turned it into a green roof.
- Floors are covered with plywood panels, which could be dismantled.

طريقة التنفيذ :

- توضع حصيرة أساسات خرسانية.
- يتم إقامة مواسير كهيكل إنشائى، وتربيطها حسب التصميم، مع اضافة شكالات مائلة لمقاومة الإجهادات الواقعة على الحوائط.
- يضاف شبكة من سلك الحديد لتشكيل الحوائط.
- تترك فراغات الفتحات، وتوضع مواسير وعلب الكهرباء و الصحى المطلوبة.
- تملا الحوائط بالركام أو بأى مادة متوفرة.
- تغطى الحوائط بالبوص أو الجريد أو بأقمشة محلية.
- تستعمل شدة المواسير الدائمة، كدعامات للسقف، الذى يوضع عليه عازل ثم طبقة ترابية يمكن زرعها كسقف أخضر .
- توضع ألواح أبلكاج أو كونتر كأرضية، لسهولة الفك لاحقا.

http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html

The ReBuild project team claims a group of 10 workers should be able to construct a 16 x 16 m building in two weeks with no prior construction experience, if supervised by a technician.
Two schools have been built using the ReBuild system in Jordan in 2015, at the Za'atari refugee camp. Each of the schools cost about $32,000 for 242sq.m, which includes the materials, transport, construction, labor, design and planning costs.
Disadvantages:
- RC wall bearing doesn't allow alteration, even though could be dis assembled & recycled.
- Suitable for one story only.

يمكن لعشرة عمال بناء مساحة 16x16 متر فى إسبوعين - بلا خبرة بنائية سابقة- ولكن تحت إشراف فنى.
التكلفة :
تم بناء مدرستين فى مخيم الزعترى للآجئين بالأردن ، بتكلفة 23000 دولار لمساحة 242متر مربع عام 2015.
العيوب:
- النظام من الحوائط الحاملة الغير مرن لعمل فتحات، وإن كان يمكن تفكيكه، و إعادة تركيبه بموقع آخر.
- يناسب دور واحد فقط.

http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html

4.12 Zipblock Building Block: England

12.4 بلوكات زيبلوك من بوليورثان، إنجلترا

It is made out of polyurethane foam that measures 8feetx4xinchesx4-inches. It is fully interlocking modular building systems that could be combined as walls. The block could be sawed into smaller cubes. It is divided by side lines into 4-inch-cubes, to serve two main purposes; allowing flexibility to determine the length of a block, and they indicate where it could be safe to cut into smaller lengths, to create any wall lengths.

The system is hybrid primarily because, it contains blocks and Zipblock panels, used during building the wall in the course of building a wall as needed.

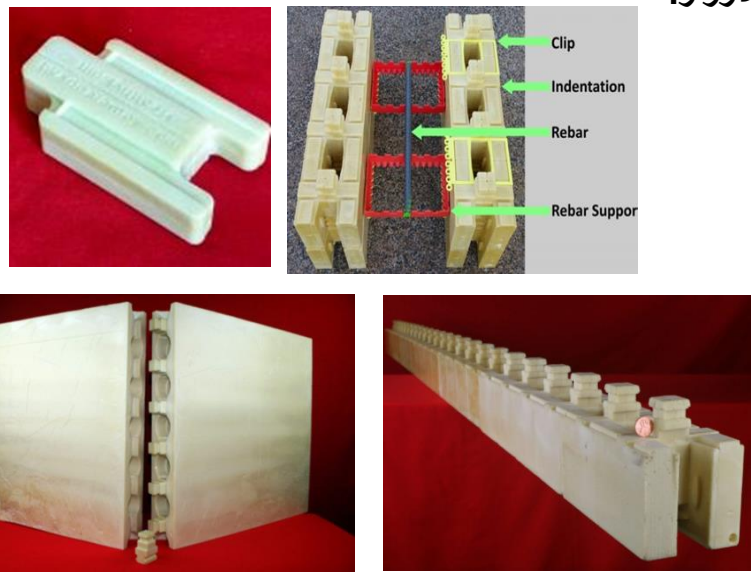
Depending on the type of Zipblock products used, the polyurethane foam panels and blocks supports between 50 to 100 lbs/quare inch. To support a roof on top of foam walls, a layer of steel mesh must be laid over the top to disperse the roof loads.

The company offers also Modular Building Panel and Insulated Concrete Form; ICF reinforced by steel bars. Blocks and panels could be connected using either “lugs” or panel connectors.

http://zipblocks.com/polyurethane-foam-building-block-2/

تصنع بلوكات الزيبلوك من البوليورثان المبثوق داخل قوالب بمقاسات 240 طول 20 عرض 20 سم طول. البلوكات معشقة بنظرية الليجو، حيث يمكن تجميعها أفقيا او رأسيا. يمكن نشر البلوكات بسهولة إلى مكعبات كل 20 سم، لوجود خطوط إسترشادية للقطع الموديولى.

وهذه المرونة تتيح عمل أى طول للحائط. والنظام يتكون من خليط من بلوكات الزيبلوك، والبانوهات ووحدات العزل التى يمكن ملئها بالخرسانة التى تجمع معا لعمل أى تصميم، بإستعمال كليبسات بلاستيك، وعروات كالأزرار.



Zipblock Building elements (Zipblocks.com)

Construction process:

It is simple, similarly as playing with the “lego”:

- Traditional concrete strip footing is laid under walls.

- Blocks are interlocked together using a “block connectors” of the same material. Blocks can easily be used to build single story structures. Three-pound foam is rated at around 50-lbs/square-inch. Five-pound foam is rated at around 100-lbs/square-inch. Higher quality blocks of a foam density about 5 pounds/cubic-foot is used for higher walls.

- Once a desired wall height is reached, a steel plate is placed along the length of the topmost blocks.

- The lugs get cutoff before placing the steel plate.

- The plate is compressed downward with threaded rod that gets anchored into the foundation.

- Roof trusses could be laid on top of the steel plate.

Advantages of Ziblock:

Lightweight, easy & fast assembly, lower cost in oil & petrochemical producing countries.

Disadvantages: Low loading stresses, except when ICF is used. Low fire resistance, thus it needs to be plastered with a special material.

https://www.youtube.com/embed/cIZhkN6qWyc/

عملية التنفيذ:

- توضع أساسات شريطية تحت الحوائط.

- يتم تجميع الحوائط بالتعشيق، بإستعمال الوصلة الخاصة من نفس المادة. ولأن البلوكات تنتج بعدة كثافات حسب الإرتفاع و الأحمال- من 50 ل100 بوند للبوصة المربعة- يتم الإختيار.

- عندما نصل للإرتفاع المطلوب، يتم تقطيع بروزات التعشيق، لوضع شريحة معدنية كوسادة للسقف.

- يتم تثبيت الوسادة المعدنية عبر أسياخ حديدية، تمر عبر فراغات البلوكات لتثبيت الحائط بكامله فى الأساسات.

- يثبت السقف المطلوب (جمالونات) أعلى الحوائط.

مميزات الزيبلوك:

-خفة الوزن وسهولة الإنشاء وسرعته.

-العزل الحرارى مع إنخفاض التكلفة بالدول المنتجة للبترول.

العيوب:

-لايصلح للإرتفاع إلا مع تسليح الحائط و سرعة الحريق ما لم يغطى بطبقة مونة مخصوصة.

بانوهات الزيبلوك

تجميع البلوكات بالوصلات

4.13 "ByBlocks" Waste Plastic: ByFusion, USA

Although 300 million ton of plastic of 7 types are produced yearly, only 3 types are recycled, presenting about 8% only (Lewis, Peter 2016).

Such abundance of plastic waste, has driven a New Zealand engineer Peter Lewis, to come up with a solution to turn waste plastic into building materials; called "ByBlocks". The material uses plastic sourced from the oceans and machine-compressed into the dimensions of a typical concrete unit.

It is an interlocking block of 40x20x20 cm. Blocks can be used to build walls, and any low rise building, while avoiding pollution of dumping waste into the environment. In a project run from USA, Lewis has established "ByFusion" company to promote "ByBlocks", which would be used in low-income housing in Hawaii.

It is non-toxic manufacturing process, and can help improve the eco-friendly status of buildings.

www.byfusion.com/

http://www.ecobuildingpulse.com/products/building-blocks-made-from-waste-plastics/

13.4 «بايبلوك» نفايات البلاستك: الولايات المتحدة

بالرغم من تصنيع حوالى 300 طن من البلاستيك سنويا فى سبعة أنواع، إلا أنه لا يعاد إستخدام سوى 3 أنواع تشكل 8% فقط. وهو ما دعا بيتر لويس -مهندس نيوزيلاندى- لإبتكار وسيلة لتحويل كل أنواع نفايات البلاستيك، المجمعة أساسا من الملوثات الطافية بالمسطحات المائية، لبلوكات بناء.

أسس لويس شركة بايفيوشن بأمريكا لنشر تلك التكنولوجيا عبر وحدات إنتاج متنقلة، تنتج بلوكات معشقة قياسية سميت «بايبلوك» 40 20X20 سم أكثر عزلا للحرارة والصوت. يمكن إستخدام البلوكات فى البناء المنخفض التكاليف، مما يساهم أيضا فى خفض التلوث البيئى، نظرا لإنتاجها بلا حرق أو سمية. وأستخدمت البلوكات فى مشروع إسكان لمحدودى الدخل بهاواى (لويس، بيتر 2016).

بلوك البريبلاست

البلوكات المعشقة

www.byfusion.com/

Production:

The system depends on a portable production line of shredding and compression molding machine, shipped in a container. There is also no need to sort or wash the plastic before use.

Construction process:

- Traditional concrete grade slab or strip footing is laid under walls.
- Steel bars are anchored and fixed into grade slab/beam, each block to stand lateral forces.
- Blocks are inserted and interlocked together with the steel bars, in a module of 40 cm.
- A steel section is anchored to steel bars over the walls, or a perimeter beam to connect all steel bars.
- Roof trusses are laid on top of the beam.
- Wire mesh is laid over walls, and plastered.

الإنتاج:

مصنع متنقل داخل حاوية شحن، لخط إنتاج يقوم بتقطيع وضغط نفايات البلاستيك داخل قوالب معدنية. ولا حاجة للفرز وغسيل البلاستيك.

عملية التنفيذ:

- تصب أساسات خرسانية تحت المبنى أو شريطية تحت الحوائط.
- توضع أسياخ حديدية كل 40 سم، مثبتة بخرسانة الأساسات.
- ترص البلوكات بحيث يخترق كل بلوك سيخ حديد للتثبيت.
- تعشق المداميك فى بعضها حتى تصل للإرتفاع المطلوب.
- توضع شريحة معدنية، أو كمرة خرسانية محيطية للسقف.
- يثبت السقف المطلوب (جمالونات) أعلى الحوائط.
- تغطى الحوائط بشبك السلك لحماية البلوكات.
- تضع طبقة البياض الأسمنتى، ثم تدهن حسب الطلب .

ترصيص البلوكات المعشقة، وإدخالها بالأسياخ ثم البياض

http://youbentmywookie.com/wtf/byfusion-converts-trash-island-to-usable-construction-materials-23401/

Advantages of "ByBlocks":

- Lightweight, easy & fast assembly.
- lower cost as blocks, but steel bars raises cost.
- Better thermal & acoustic performance than CMU.
- Recycle of plastic waste; avoiding pollution.
- No need for glue to use.

Disadvantages:

- Low loading stresses (not known exactly).
- Low fire resistance without rendering.
- Needs wire mesh to be plastered.
- Requires capital investment for production, thus better be for large projects

Portable production unit "Blocker" shipped into a 40 feet shipping container (Byfusion.com).

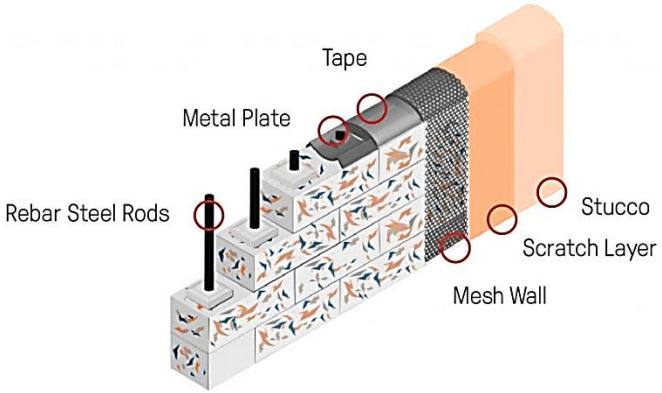
http://youbentmywookie.com/wtf/byfusion-converts-trash-island-to-usable-construction-materials-23401/

مميزات البايبلوك:

- خفة الوزن وسهولة الإنشاء وسرعته.
- إنخفاض تكلفة البلوكات، ولكن التسليح يرفع التكلفة.
- أكثر عزلا للحرارة والصوت من البلوكات الخرسانية التقليدية.
- تدوير نفايات البلاستيك، وعدم حرقها مما يقلل التلوث.

العيوب:

- إجهاد ضغط للبلوكات منخفض فلا يصلح للإرتفاعات، ولم يختبر.
- غير مقاوم للحريق ما لم يغطى بطبقة مونة.
- البلوكات تحتاج لشبك سلك، لضمان إلتصاق البياض بالحائط مما يرفع التكلفة، ويؤخر عملية التنفيذ.
- يحتاج رأسمال مبدئى لخط الإنتاج، لذا يناسب المشاريع الكبيرة.



www.byfusion.com/

References:

Ahmed, Khaled (2007), “Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction”, The 1st Euro-Mediterranean Regional Conference, Barcelona, pp 514-518.

Ahmed, Khaled (2010), “Low Cost Roofs for self Build” Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt. In Arabic.

Ahmed, Khaled (2014), US patent # US20140245679 A1

Ahmed, Khaled (2015), “Appropriate Building Technology & Sustainability”, The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh10-11 May, 2015.

Cameron, S. and Stohr, K. (2006),”Superadobe” Design Like You Give a Damn. Ed. Diana Murphy, Adrian Crabbs, and Cory Reynolds Ney York: Distributed Art Publishers, Inc.

www.byfusion.com/

Keiren (2016) “Rammed earth” at: https://www.niftyhomestead.com/blog/rammed-earth

Kennedy, Joseph F. (2007), “Building With Earthbags”,Natural Building Colloquium. NetWorks Productions. 14 Feb. 2007 http://www.networkearth.org/naturalbuilding/earthbags.html

Khalili, Nader (1996), “Ceramic Houses and Earth Architecture: How to Build Your Own”, Cal-Earth Press, USA.

Khalili, Nader (2007), “Nader Khalili”, Cal-Earth. 19 Jan. 2007 http://www.calearth.org/khalili.htm

Kracht, Stephan (2008), “Sandbag houses”, at: http://sandbaghouse.com/Infos_files/Sandbag%20House%202.pdf

Katauskas, Ted. “Dirt-Cheap Houses from Elemental Materials”, Architecture Week. Aug. 1998. 19 Jan. 2007 http://www.architectureweek.com/2000/0517/building_1-1.html

References:

Lewis, Peter (2016), “Building Blocks Made from Waste Plastic”, in http://www.ecobuildingpulse.com

Lynne Elizabeth and Adams, C. (2000), “Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods”.New York: John Wiley & Sons.

Minke, Germot (2014), “Building with Earth, Design & Technology of Sustainable Architecture”, College, BIRKHUSER.

RENAS-BMTCS (1984), “Building Materials from Agro Residues”, Low Cost Building Materials Technologies and Construction Systems”, Monograph Series No. 1/1984, UNIDO/UNIDO, Manila.

Stulz & Mukerji (1993),”Appropriate Building Materials”, SKAT, Switzerland, p74-76

The Green Building Program (2007), “Earth Construction”, Sustainable Building Sourcebook.

Paulina, W. (2001), “Building with Earth - A Gide to Flexible-Form Earthbag Construction”, White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing Company, 2001.

Pardo, Jorge (1991),“The lifestyle 2000”, NCMA, Virginia, USA.

Pardo, Jorge (1992),“The improvement of the Lifestyle 2000”, National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.

Pelly (2009),“Plastic Limit Analysis of Earthbag Structures”, MEng,The University of Bath.

Popular Science, March 1992.

Web sites References:

http://lauriebaker.net/
http://calearth.org/
http://www.earthbagbuilding.com
http://calearth.org/building-designs/what-is-superadobe
https://www.youtube.com/watch?v=bnWw_PrJB48
http://www.sandbaghouse.com/Publications.html
https://www.youtube.com/watch?v=d7VEJCyhB3Q
http://www.earthbagbuilding.com/videos/worldvideos
http://www.earthbagbuilding.com/testing.htm
https://www.youtube.com/watch?v=X4Zqqj-slis
http://www.hydraformasia.com
http://www.hydraformasia.com/products/interlocking-block-machine/
http://www.speedwall.com/Construction_System.html
http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html
http://cameronsinclair.com/rebuild
http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html
http://www.jetsongreen.com/2015/08/using-locally-available-materials-to-build-refugee-housing.html
https://www.youtube.com/embed/cIZhkN6qWyc/
http://www.ecobuildingpulse.com/products/building-blocks-made-from-waste-plastic_s/
http://youbentmywookie.com/wtf/byfusion-converts-trash-island-to-usable-construction-materials-23401/

Chapter 5:

Floor Slabs & Roofs Alternatives

“And if it were not that the people would become one community [of disbelievers], We would have made for those who disbelieve in the Most Merciful - for their houses - ceilings and elevators of silver upon which to mount”

Holly Quran, Al Zukhruf, 33

Nabil, Khaled (1999), “Building Technology in the Holy Quran”, Journal of the Egyptian Society of Engineers, No. 2, VOL. 38, Cairo.

الفصل الخامس:

بدائل الأسقف والبلاطات

وَلَوْلَا أَن يَكُونَ النَّاسُ أُمَّةً وَاحِدَةً لَّجَعَلْنَا لِمَن يَكْفُرُ بِالرَّحْمَٰنِ لِبُيُوتِهِمْ سُقُفًا مِّن فِضَّةٍ وَمَعَارِجَ عَلَيْهَا يَظْهَرُونَ (33)

القرآن الكريم، سورة الزخرف آيه 33

يوضح القرأن الكريم المعارج بإنها صعود مع ظهور (لم يفسره معظم الفقهاء بإنه سلما)، فيما يعتقد المؤلف أنه المصعد الحديث (نبيل، خالد 1999).

Floor Slabs & Roofs Alternatives

بدائل الأسقف والبلاطات

Introduction

5.1 RC Joist & Block: Composite floors: Austria, Egypt, India.

5.2 Precast Joist-block System:UK..

5.3 The Jetfloor & Polystyrene Blocks: UK, EU.

5.4 Span Block: NCM, USA.

5.5 Precast RC joist & Sand-Lime Block Slab System: Editor, Egypt.

5.6 In-situ ordinary concrete vaults and partial prefabricated joists: Editor, Egypt.

5.7 In-situ lime Pozzolana vaults on brick segment arches: Editor, Egypt.

5.8 BINISHELL: USA, International.

5.9 Pre-stressed Cored Slab: Central Building Technology Development, China.

5.10 Indian Slabs & Roof Technology, BMTPC:

- Precast RC plank roofing system.
- Partly precast RCC joist and brick panels.
- Precast brick arch panel roofing system.
- Precast RC channel roofing.
- Precast RCC cored, hollow slab units.
- Brick funicular shell on edge beam.
- Precast RC funicular shell on partial precast joist.
- Ferro cement long funicular shells.

مقدمة

1.5 أعصاب خرسانة مسلحة وبلوكات: النمسا، مصر، الهند.

2.5 أعصاب خرسانة مسلحة جاهزة و بلوكات: إنجلترا، ألمانيا، غانا.

3.5 جيت فلور: أعصاب وبلوكات يوليستيرين، المملكة المتحدة.

4.5 سبان بلوك: رابطة البنائين بالخرسانة، الولايات المتحدة الأمريكية.

5.5 سقف من بلوكات الطوب الرملى الخفاف، وأعصاب خرسانية جاهزة: الكاتب، مصر، تونس.

6.5 سقف مقبب من الخرسانة العادية وأعصاب خرسانية سابقة التجهيز جزئيا: الكاتب، مصر.

7.5 سقف مقبب من بوزولانا الجير على عقود موتوره (مقوسه) من الطوب: الكاتب، مصر.

8.5 أسقف قشرية: بنى شيل، الولايات المتحدة ، العالم.

9.5 وحدات سقف طولية مفرغة سابقة الإجهاد: مركز بحوث البناء المركزى الصينى.

10.5 تقنيات اسقف وبلاطات إنشائية هندية، مجلس ترويج التقنيات:

- ألواح خرسانة مسلحة مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- بانوهات طوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- بانوهات مقوسة من الطوب مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.
- وحدات « مجارى» جاهزة من الخرسانة المسلحة.
- وحدات سقف طولية مفرغة سابقة التجهيز.
- وحدات قشرية مقببة مربعة على كمرات محيطية.
- وحدات قشرية مقببة مربعة سابقة التجهيز، مع أعصاب سابقة التجهيز.
- وحدات قشرية «قبو» طولية سابقة التجهيز.

Introduction:

The roof is the most important and costly structural element of the building.

It resists different loads, specially tension which is different than walls. Roof slabs should resist life and dead load, which may require reinforcement and shuttering, thus raising cost.

The chapter presents 17 roofing methods, appropriate to low-rise, economical housing patterns, that could be used either for load bearing or RC skeleton structures.

All costly methods and non-abundant materials of our hot climate region, has been excluded, e.g. wood and bamboo roofing in addition to extensive steel usage.

The chapter stresses on economical roofing methods, starting with RC Joist & Block composite floors of different alternatives, and levels of prefabrication. It presents two proposals and patents of the author which avoids problems of traditional joist-block methods and in-situ concrete floor slabs in the Arab region.

The chapter ends with several floor slab options, developed in India which has the biggest housing deficit in the world of 50 million unit. Indians have succeeded in lowering floor cost between 20-40%, which would accumulate billions of dollars.

مقدمة :

يعتبر السقف من أهم عناصر المبنى الإنشائية، واكثرها تكلفة، لإنها تتعرض لقوى مختلفة، أهمها الشد بالقطاع السفلى للسقف -نتيجة الأحمال العليا على البلاطة-، بينما الحوائط تتعرض أساسا لضغط ينتقل للأرض وبعض القوى الجانبية. كما تتوفر مواد بناء الحوائط فى أية بيئة، وطرق بنائها سهله، على عكس الأسقف، خاصة إذا كانت متكررة، تواجه احمالا حية وميته، مما يستدعى تسليحها، أوعمل شدة، تستهلك وقتا وجهدا وبالتالى ترتفع تكلفتها.

الفصل يعرض 17نظاما للأسقف، المناسبة للإسكان المنخفض الإرتفاع، مع مناسبة بعضها للأبراج السكنية، حيث يمكن تنفيذها سواءا مع الحوائط الحاملة أو المبانى الهيكلية الخرسانية.، وقد تم إستبعاد كل النظم عالية التكلفة، أو التى لا تتوفر موادها بمنطقتنا الحارة، كالأسقف الخشبية و البامبو، و الحديد العالى التكلفة.

يركز الفصل على الأنظمة المنتشرة بمعظم دول العالم ، كبدائل الأعصاب والبلوكات، المختلفة المواد و التنفيذ، بعدة مستويات من سبق التجهيز وسبق الإجهاد، وكيف تم تطويره لمواجهة مشاكل محددة كنقص العمالة، أو المواد. ويعرض الفصل برائتى إختراع للمؤلف، لنظامين مطورين لتلك النظم ، تتجنب مشاكل الصب بالموقع، وتسرع من عملية التنفيذ.

كما يعرض عدة نظم للأسقف، بعدة طرق للتنفيذ تم تطويرها بالهند وحققت نجاحا فى سرعة الإنشاء وخفض التكلفة ما بين 20-40%، وهو ما يوفر ميزانيات ضخمة، كون العجز السكنى بالهند 50 مليون وحدة.

5.1 RC Joist & Block; Composite Floors :Austria, Egypt, India

It was originally developed in Switzerland in 1945, to deal with many problems caused by the 2nd world war destruction. Many construction companies since then have developed several alternatives; hollow core slabs, joist beam & filler block systems, or prefab and cast in situ elements. Used materials are varied; lightweight concrete, pre-stressed RC, ceramics, to combinations of these (Chudley& Greeno 2005). These methods have focused on different aspects of prefabrication and their construction process, leading to a broad range of possible benefits; simplicity, the adequate loadbearing capacity (typically aiming at 200 to 300 kg/m², for house building), the thermal insulating properties, and low weight. Many versions were developed later allover the world, where each is using his available building materials while stressing on his own needs; spans, labor input, speed, flexibility, structure system, weight and cost.

1.5 أعصاب خرسانة مسلحة وبلوكات: النمسا، مصر، الهند

تم إبتكار نظام العصب الخرسانى والبلوك فى سويسرا عام 1945، للتعامل مع المشاكل الناتجة من الحرب العالمية الثانية، من تدمير ونقص للمواد و العمالة. قامت العديد من شركات المقاولات بتطوير عدة بدائل، من الأعصاب والبلوكات، المختلفة المواد. وركزت البدائل أيضا على وسائل التنفيذ، والمستويات المختلفة من سبق التجهيز وسبق الإجهاد، لتحقيق سهولة التنفيذ، وخفة الوزن والعزل الحرارى، ومقاومة الأحمال المتوقعة لبحور الأنماط السكنية التى تتراوح من 200-300 كجم/متر مكعب. وإنتشرت تلك الأنظمة بمعظم دول العالم، حيث ركز كل مطور على إحتياجاته، بدءا من البحر المناسب، ومستوى مدخلات العمالة، ومرونة وسرعة التنفيذ، والنظام الإنشائى (حوائط حاملة أو هيكلى) ، و الوزن و التكلفة (Chudley& Greeno 2005).

عموما النظام يشابة إنشائيا أسقف البلوكات المفرغة -الهوردى-، ولكنه يختلف بطريقة التنفيذ، ويمكن تقسيم تلك الأسقف لنظامين:
- أعصاب جاهزة جزئيا مع بلوكات، وطبقة خرسانة إنشائية.
- أعصاب سابقة الصب كليا، أوسابقة الإجهاد أيضا، مع بلوكات، وطبقة خرسانة بلا تسليح.

http://postwarbuildingmaterials.be/material/prefab-floor-systems/

5.1 Katzenberger Floor System

It is an Austrian system, which was imported by the Arab Contractors in Egypt 1980, due to its advantages in low rise housing units (AC 1983). It is widely used in other countries, UK, India and south east Asia. It is a partial precast RC joist (called also as lattice beam) and hollow core concrete blocks, consisting of:

a) The katzenberger joist is the main element which has a concrete base of 45 mm thickness, and tensile lattice reinforcements for the floor. The lattice is cold drawn from high tensile steel truss structure which stiffens the floor beam.

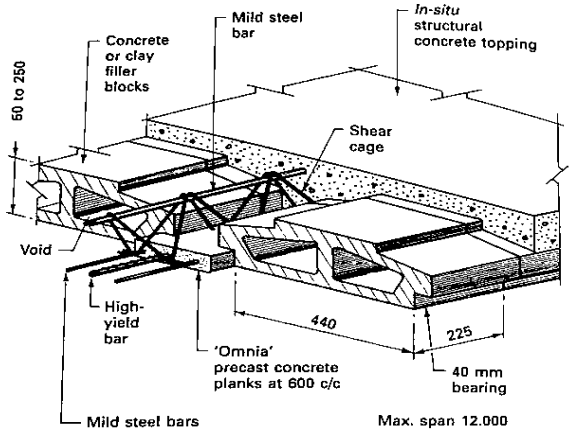
It provides an excellent bond and shear key between the precast floor beam and the wet-cast overlay concrete. It has 5 & 7 mm wires and connecting stirrups; subject to span, which could reach up to 8 meters. Joist weight is less than 20 kg/m, that allows two persons to lift and place it in its position without cranes.

Chudley, R. & Greeno, R. (2005) Construction technology, 4th Ed, Pearson.

1.5 نظام «كاتزنبرجر» للأسقف

هو نظام نمساوي فى الأصل، إستوردته شركة المقاولون العرب عام 1980، لإستخدامه فى الإسكان الإقتصادى بمدينة الصالحية الجديدة. النظام مستخدم بالعديد من الدول بالعالم، وهو يتكون من الآتى:

أ) أعصاب الكاتزنبرجر من الخرسانة الجاهزة جزئيا كقاعدة طولية بعرض 10-15 سم، وإرتفاع 45 مم، مسلحة بحديد عالى المقاومة مسحوب على البارد، 5-7 مم ، تبرز منه الكانات من أعلى «لاتيس»، لتوفير رباطا قويا بين الأعصاب وخرسانة السقف المصبوبة لاحقا. الأعصاب تصلح لبحر حتى 8 متر، حسب التسليح، وتتميز بخفة الوزن، 20 كج/م طولى مما يمكن لشخصين حملها وتركيبها بدون أوناش.



المقاولون العرب (1983) الإدارة العامة للإستشارات الهندسية- إدارة الحصر والمراجعة، مقارنة بين أساليب التنفيذ المختلفة ص 17، القاهرة،مصر.

(b) Concrete hollow block to form the depth of the floor, with a thickness of 15 cm and a weight of 5 kg each. This block is used as a filler, that could be replaced with other lightweight materials such as gas concrete.

(c) In-situ structural concrete toping of a 3-5 cm thick, reinforced with steel wire mesh of 40x40 mm distances, to level the floor and achieve monolithic action with surrounding beams.

This floor slab system has achieved up to 35% saving in some countries and 20% compared to other load bearing structures in Egypt (Nabil, Kh. 1995). Some similar systems does not require upper reinforcement due to high tensile steel, such as the "Urban Kwik floor in Ghana", applied with UK specs (followed figures).

Placing blocks of "Urban Kwik" floor in Ghana

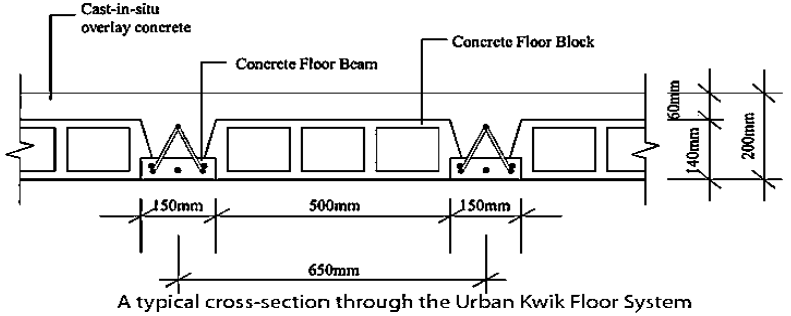
http://www.urbanconcreteltd.com/products/

ب) بلوكات خرسانية مفرغة، إرتفاع 15سم لتشكل عمق السقف، بأبعاد 40x20x15سم، لملأ الفراغات بين الأعصاب بنفس فكرة السقف الهوردى، ويمكن إستبدالها ببلوكات أخرى اخف وزنا.

ج) خرسانة مصبوبة أعلى السقف، بسمك 3-5 سم ، لملأ الفراغات لتشكل كمرات بينية ولتوفير سطح أفقى، وللربط الإنشائى توضع شبكة من حديد التسليح 6مم على مسافات شبكية 40 سم.

وقد حقق النظام خفضا بالتكلفة 35% فى بعض الدول مقارنة بأسقف اخرى، بينما خفض التكلفة بمقدار 20% مقارنة بمبانى الحوائط الحاملة بمصر (Nabil, Kh. 1995).

كما توجد بعض أنظمة الأسقف المماثلة، التى لا تحتاج لشبكة التسليح العلوية، لإستخدام حديد عالى المقاومة بالأعصاب، حسب البحر والأحمال، كالتفاصيل اللاحقة لنظام «إيربان كويك» المطبق بغانا، بمواصفات إنجليزية، المعتمد على بلوكات وموديول اكبر.



A typical cross-section through the Urban Kwik Floor System

نبيل،خالد (1995) "نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية" رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة.

Construction process:

- After installing the walls, or perimeter beams, joists are 20 cm overlapping on the shorter span, on a 50cm module of the Katzenberger, or 60 cm for other systems.
- A spacer block is used next to adjacent wall or beam to ensures joists' module.
- The concrete hollow blocks are laid in between the joists. One person can put 200 block/day.
- Mid span supports are used under the joists and removed after initial hardening of concrete (Nabil, Kh. 1995).
- Ordinary concrete toping is casted to the required thickness, and water cured daily.

عملية التنفيذ :

- تبنى حوائط حاملة بالإرتفاع المطلوب، ويمكن إستخدام نظام هيكلى.
- ترص الأعصاب على الجوانب فى موديول حسب البلوكات، بركوب 10 سم من كل جانب، مع بدأ أول عصب بعيدا عن الحائط أو الكمرة.
- توضع قوائم تحميل اسفل منتصف كل عصب خرسانى، لحين الشك الأبتدائى لخرسانة السقف.
- توضع البلوكات بين الأعصاب ، مع بروز كليبسات الحديد رأسيا، لتجمع منطقة الشد السفلية للأعصاب مع الضغط العلوية للبلوكات فى عنصر إنشائى واحد، ولتعمل الكليبسات ككانات ضد قوى القص.
- تصب الخرسانة فوق السقف ما بين البلوكات، حتى يتم تغطية السقف ، مع الكمرات المحيطية.
- تهز وتدرع الخرسانة العادية تقليديا، كما تعالج بالماء يوميا.

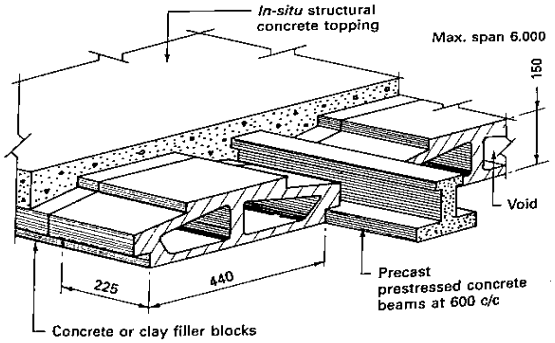
http://www.urbanconcreteltd.com/products/

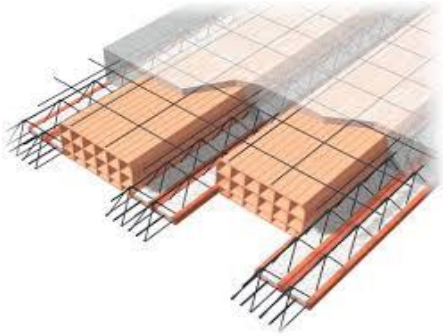
Construction of "Urban Kwik" floor in Ghana

5.2. Precast Joist-block System: UK, Germany, Ghana

This floor system is refereed to as "hourdis in Egypt", which is the same as the previous one, with the difference that joists (beams) are totally precast and could be pre-stressed also. This is to avoid the structural topping, build quicker, however the joists are heavier. (Chudley, R. & Greeno, R. (2005).

Larger spans could use 2 joists as next figure.

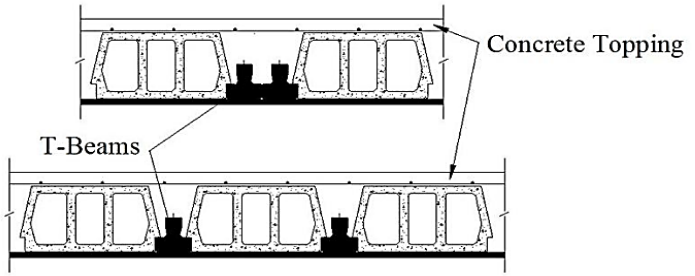




Chudley, R. & Greeno, R. (2005) *Construction technology*, 4th Ed, Pearson

2.5 أعصاب خرسانة مسلحة جاهزه و بلوكات: إنجلترا، ألمانيا، غانا

النظام مشابة للأسقف الهوردى والسقف السابق، مع إختلاف أن الأعصاب الخرسانية جاهزه مصبوبة بالكامل، وقد تكون سابقة الإجهاد، لتجنب الطبقة الخرسانية الإنشائية العلوية، وبالتالى فهى اثقل. ويمكن إستخدام اكثر من عصب بجوار بعضها فى حالة البحور و الأحمال الأكبر، وإستبدال البلوكات الخرسانية ببلوكات أخف من الطوب الطفلى.



http://www.ballutblocks.com/t-beam_and_block_flooring.html

Construction process of "Urban Kwik" floor in Ghana

عملية تنفيذ السقف بالصور:

http://www.urbanconcreteltd.com/products/

http://www.urbanconcreteltd.com/

Advantages :

- Flexible method, could be adapted to different buildings including skeleton structures.
- Structural safety due to monolithic unity.
- Process is simple appropriate to unskilled self-builders and semi skilled labor.
- Speed of construction compared to in-situ RC, where 2 persons could cover a floor area of 60 sqm in one working day.
- In-situ concrete topping is very little compared to traditional concrete floors, 25 to 30 %.
- It saves almost 50% of steel; the maximum use equals 50 kg/m3 of concrete.
- Overall lower cost in material & labor.
- No formwork, but a mid-span supports.
- Joists are quality controlled in a factory, according to UK, German specifications.
- It has better sound and heat insulation because of the hollow blocks.

مزايا السقف :

- مرونة النظام، حيث يسمح لعدة نظم إنشائية مختلفة.
- الأمان الإنشائى للسقف بإعتبارة عنصرا إنشائيا واحدا.
- سهولة التنفيذ، فلا يحتاج لعمالة ماهرة.
- أسرع فى التنفيذ مقارنة بالسقف التقليدى، فلايحتاج لشدة، ولكن للدعامات الرأسية، فى منتصف البحر.
- لايحتاج ميكنة فى التركيب، ويمكن إستخدام أدوات رفع بسيطة.
- خفة وزن المكونات والأعصاب التى يمكن أن يحملها عاملين.
- إستخدام مواد متوفرة، فمعظم السقف من البلوكات والخرسانة العادية.
- الوفر العام بالتكلفة وخاصة بحديد التسليح لحوالى 50%.
- مقاوم للحريق، حيث السقف بالكامل من الخرسانة.
- الأعصاب الخرسانية عالية الجودة نتيجة المراقبة بالمصنع، وتطبيق مواصفات أوروبية.
- أكثر عزلا للحرارة والصوت من الأسقف الخرسانية التقليدية.

عيوب السقف :

- البلوكات حمل ميت، لا يساهم إنشائيا بالسقف.
- صب وتجهيز الأعصاب الخرسانية، يحتاج لمعدات، ومصنع، خاصة فى حالة سابق الإجهاد، مع الحاجة لمساحة للجفاف و الشك.
- تكلفة مبدئية رأسمالية للمصنع أو ورشة وساحة الصب.
- سبق الإجهاد يحتاج مراقبة جودة، ودقة فى الإنتاج.
- نقل الأعصاب الجاهزة جزئيا، مسافات طويلة يسبب هالكا.

http://www.ballutblocks.com/t-beam_and_block_flooring.html

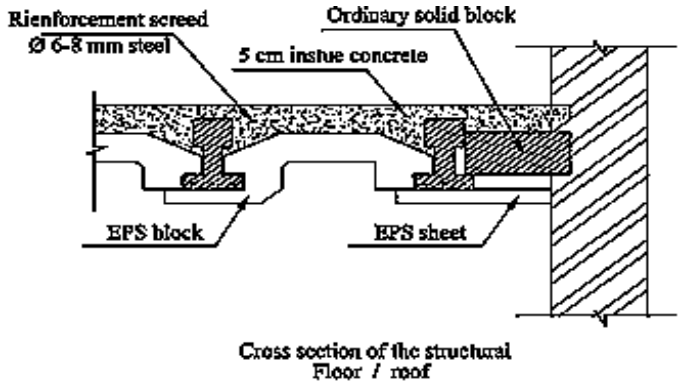
Disadvantage:

- Filler blocks are dead load, not contributing to the structure system. This is what lead to using other lightweight blocks, e.g. gas concrete.
- It is better used on bearing walls, as when used with the skeleton structure, it loses its main advantage of eliminating the formwork. This is crucial since the majority of residential buildings in the Arab World, -specially Egypt- are RC skeleton structures.
- Needs factory, machinery; capital investment.
-Pre-stressing requires accurate production, which may not be possible for some countries

Heavy own weight of the concrete filler block has driven Hanson of UK to use expanded polystyrene blocks, to provide insulation, as seen in the next flooring system called Jetfloor.

بالرغم من مرونة نظام الأعصاب الخرسانية والبلوكات، إلا انه يفقد ميزته الرئيسية فى عدم الحاجة لشدة فى حالة التنفيذ مع النظام الهيكلى السائد بمصر والمصبوب بالموقع. مع ملاحظة وجود دعامات فقط تحت منتصف الأعصاب فى حالة عدم سبق إجهاد الحديد.

وبالنسبة لثقل البلوكات، فقد طورت بعض الشركات بشمال اوروبا و امريكا مثل هانسون، نظاما يعتمد على بلوكات من الفوم الخفيف البولستيرين التى تستخدم كشدة دائمة، توفر سقفا عازلا للحرارة. ثم إستبدلت شركة هانسون البلوكات بألواح يمكن قصها كما سيرد لاحقا.



Cross section of the structural Floor / roof

Hanson (2003) “Jetfloor”, http://www.hanson.co.uk/en

https://www.specifiedby.com/hanson-building-products/jetfloor

5.3 The Jetfloor & Polystyrene Blocks: UK, EU.

It is a composite Joist- lightweight block floor slab system. Jetfloor was the UK's first floor system to use expanded polystyrene blocks combined with a structural concrete topping to provide high levels of thermal insulation.

It consists of standard 150mm and 225mm pre-stressed concrete beams in filled with expanded polystyrene blocks, which are supplied in lightweight, easy to handle lengths enabling rapid coverage of large areas of floor.

It also incorporates Thermalite Psi-Block®, which reduces thermal linear bridging and improves the Psi value at floor and wall junctions, helping to reduce the overall dwelling emission rate (DER). The floor is completed with at least 80mm of insulation and a layer of structural concrete reinforced with polypropylene (Jetfloor UK' & Hanson 2003).

http://forterra-jetfloor.co.uk

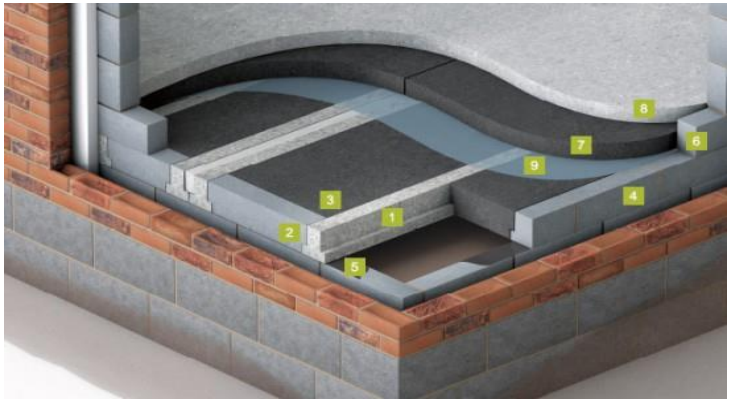
3.5 جيت فلور: أعصاب وبلوكات يوليستيرين المملكة المتحدة.

هو أحد بدائل أسقف العصب سابق التجهيز والإجهاد مع بلوكات خفيفة الوزن. وهو اول نظام بإنجلترا يستخدم الواح البوليستيرين لملأ الفراغات بدلا من البلوكات التقليدية لتحقيق العزل الحرارى، مع إضافة طبقة خرسانة إنشائية فوق السطح.

الأعصاب طولية بقطاع 150- 220مم ، وهونفس إرتفاع الألواح.

عملية التنفيذ لا تختلف عن نظم السقف السابقة، حيث ترص الأعصاب على الحوائط الحاملة بعرض الغرفة على ابعاد موديولية 60 سم، وتوضع بينها ألواح الجيت فلور Eps، ثم تغطى بالطبقة العازلة للرطوبة، وألواح عازلة من البولى ستيرين سمك 70مم . يضاف على السقف طبقة مونة أسمنتية سطحية سمك 70 مم مسلحة بالبولي بروبلين، وينهى السطح حسب المطلوب (Hanson2003 & Jetfloor UK').

ترص الأعصاب على الحوائط الحاملة بعرض الغرفة على ابعاد موديولية وتوضع بينها ألواح الجيت فلور



1- 150mm or 225mm pre-stressed beam.

2- Thermalite spacer block.

3- Eps infill block.

4- Psi-Block®.

5- Damp-proof course.

6- 140mm Thermalite coursing block for screed rail.

7- 80mm eps 125 overlay sheet.

8- 70mm concrete topping Reinforced with polypropylene fibers or steel mesh reinforcement.

http://forterra-jetfloor.co.uk/wp-content/uploads/jetfloor-main-3d.jpg

http://forterra-jetfloor.co.uk/video/Jetfloor-video_new.webm

مكونات سقف الجيت فلور (التفصيلة الجانبية):

1- العصب 150- 220مم ، سابق التجهيز والإجهاد.

2- بلوكات ثيرماليت خفيفة الوزن، بجوار الحوائط للعزل الحرارى.

3- ألواح الجيت فلور Eps

4- بلوك عازل للرطوبة.

5- الطبقة العازلة للرطوبة.

6- بلوكات ثيرماليت إرتفاع 140 مم لتقفيل مونة السقف.

7- الواح عازلة من البولى ستيرين سمك 80مم .

8- طبقة مونة أسمنتية سطحية سمك 70 مم مسلحة بالياف البولي بروبلين، او شبكة من السلك الحديد.

Laying Eps infill, Jetfloor blocks

Advantages :

- Light weight, allowing high productivity.
- Increased speed; no formwork, No waste.
- Process is simple appropriate to unskilled self-builders and semi skilled labor.
- Speed of construction compared to insitu RC.
- Joists are quality controlled in a factory, according to UK specifications.
- It has better sound and heat insulation.
- Flexible 'U' value performance.
- A+ Green Guide rating.
- Reduced dwelling emission rates.

Disadvantage:

- Higher cost, according to polystyrene fillers.
- Needs factory, machinery; capital investment.
- Pre-stressing requires accurate production, which may not be possible for some countries.

مزايا السقف :

- خفة وزن البلوكات المالئة، وطولها يتيح إنتاجية عالية.
- سهولة التنفيذ، فلا يحتاج لعمالة ماهرة.
- أسرع فى التنفيذ مقارنة بالسقف التقليدى، فلايحتاج لشدة.
- لايحتاج مهارة أو ميكنة فى التركيب، بإستخدام أدوات رفع بسيطة.
- الأمان الإنشائى للسقف.
- الأعصاب الخرسانية عالية الجودة نتيجة المراقبة بالمصنع، وتطبيق مواصفات أوروبية.
- عازل ممتاز للحرارة والصوت مقارنة بالأسقف الخرسانية التقليدية.
- حاصل على درجة A+ فى المبانى الخضراء.

عيوب السقف :

- أعلى تكلفة من نظم الأسقف المماثلة، حسب تكلفة إنتاج الأعصاب وبلوكات البوليستيرين.
- صب وتجهيز الأعصاب الخرسانية، يحتاج لمعدات، ومصنع، خاصة فى حالة سابق الإجهاد، مع الحاجة لمساحة للجفاف و الشك.
- تكلفة مبدئية رأسمالية للمصنع أو ورشة وساحة الصب.
- سبق الإجهاد يحتاج مراقبة جودة، ودقة فى الإنتاج.
- لم يثبت إنه يخفض التكلفة.

http://forterra-jetfloor.co.uk/wp-content/uploads/jetfloor-main-3d.jpg
http://forterra-jetfloor.co.uk/video/Jetfloor-video_new.webm

5.4 Span Block:National Concrete masonry Association, USA

The NCMA in USA wanted to develop traditional wooden residential roofing towards concrete technology. They studied some technical alternatives on a comprehensive survey which have revealed that joist-block concrete floors have potentials but also some disadvantages such as (Pardo 1991):

- The infill blocks are non-structural CU that adds more dead load.

- A structural topping is required because of the infill blocks.

- Heavy joists and mid supports are required during construction.

- Excessive labor content; not economical for the American market because of the high labor content.

The Span Block was designed to alleviate these disadvantages. It is a joist block system with a different structural design and a low labor content.

Pardo, Jorge (1991) The lifestyle 2000, NCMA, Virginia, USA.

4.5 سبان بلوك: رابطة البنائين بالخرسانة، الولايات المتحدة الأمريكية

قامت رابطة البنائين بالخرسانة بالولايات المتحدة الأمريكية NCMA بتطوير الأسقف الخشبية التقليدية للمساكن، لتصبح من مكونات خرسانية للحفاظ على البيئة، وتحقيق كفاءة بنائية أعلى. فدرسوا بدائل الأسقف، خاصة المكونة من بلوكات و أعصاب سابقة التجهيز، ليتبين عدة مشاكل بتلك الأسقف (Pardo 1991):

- البلوكات ليست عنصرا إنشائيا مما يضيف حملا ميتا.

- يجب وضع طبقة سطحية من الخرسانة لتربط عناصر السقف.

- ضرورة وجود كمرات ثقيله عرضية، ودعامات تحتها أثناء التنفيذ.

- عملية التنفيذ تحتاج لعمالة مكلفة، بالنسبة للسوق الأمريكى.

لذلك فقد تم تطوير ذلك النظام ، لتجنب تلك العيوب، فى نظام سمى سبان بلوك، يطبق مفهوما إنشائيا مختلفا ، يتطلب عمالة أقل.

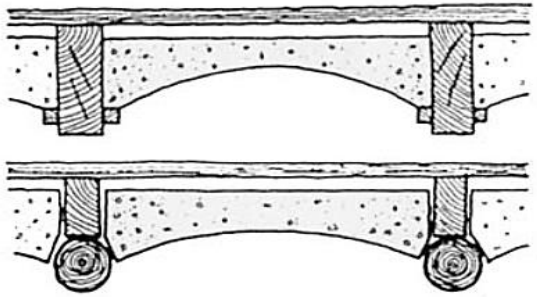
lifestyle 2000, NCMA, Virginia, USA. Span Block

الصورة للكاتب

Similar slab systems:

In fact there are similar joist-block slab systems that depend on the same structural concept, by turning compression into tension, using curved blocks and joists as T section. Thus eliminating the necessity for structural topping, However, joists are either heavy pre stressed reinforced concrete I beams, that cross the span, same as first and second wright detail, or wooden joists and earth floor slabs (Minke, G 2014).

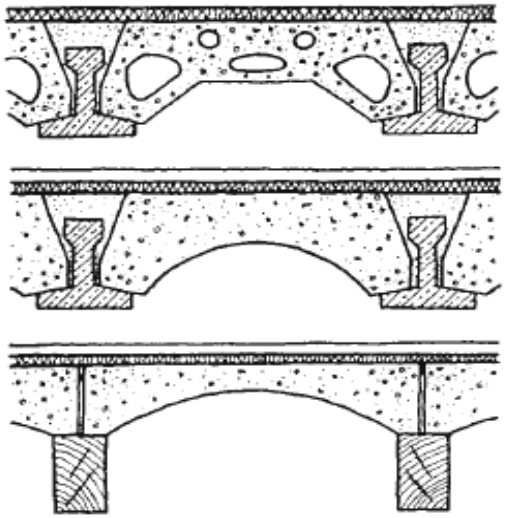
Earth blocks are placed between joists, which is covered with thin mortar topping. Tiles or carpeting finishing could be installed directly.



Minke, Germot (2014), “Building with Earth, Design & Technology of Sustainable Architecture”, College, BIRKHUSER, pp 69-70 .

أسقف مماثلة سابقة:

توجد عدة نظم سابقة طبقت فكرة تحويل الشد الواقع على البلوك إلى ضغط، فى وجود قطاع على شكل T مقلوب، لكى لا تحتاج طبقة سطحية إنشائية من الخرسانة. إلا أنها كانت تعتمد على كمرات (أعصاب) ثقيلة جاهزة بالكامل، ترص على الحوائط الحاملة بعرض الغرفة سواءا كانت من الخرسانة السابقة الإجهاد مع بلوكات مالئة (كالقطاع الأول والثانى) أو كمرات خشبية على موديول، توضع بينها البلوكات من التربة المثبته لتخفيف الوزن و العزل، بينما يغطي السقف بطبقة مونة سطحية للصق االبلاط أو الموكيت مباشرة (Minke, G 2014).



أسقف من بلوكات مقببة من التربة الطينية وأعصاب خرسانية أو خشبية

(Minke, G 2014)

Concept & Construction:

The used block is a filler unit vaulted from inside, measuring 20x20x40 cm, that acts structurally as a compression element of T section, thus eliminating the necessity for structural topping. The joist is composed of standard 20x10x10 cm U shape components, that could form the required length, with the use of horizontal steel reinforcement and special vertical clips each 40 cm.

The blocks are stacked and interlocked to the joists with the use of the clip which couples the tensile area of the joists to the compression section of the floor into a composite action, while it also acts as a shear stirrup (Pardo 1992). The floor is covered with a 12mm thin, topping of plastic fiber-reinforced cement. Tiles or carpeting finishing could be installed directly.

There is no independent study on the real application, and its widespread.

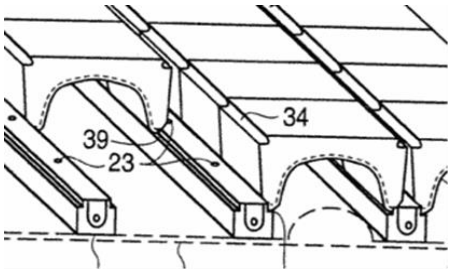
Pardo, Jorge (1991),"The lifestyle 2000", NCMA, Virginia, USA.
Pardo, Jorge (1992),"The improvement of the Lifestyle 2000", National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.

فكرة السقف و التنفيذ:

البلوك المستعمل له نفس الأبعاد التقليدية 20x 20 x 40سم، ولكنه على شكل قبو، يحول الشد الواقع على البلوك إلى ضغط، فى وجود قطاع على شكل T، وبهذا لا يحتاج لطبقة سطحية إنشائية من الخرسانة. و الأعصاب الخرسانية تجمع بالموقع من وحدات خرسانية صغيرة 10x10x 20 سم على شكل U ، يوضع بينها تسليح حسب البحر المطلوب، وكليبسات تسليح كل 40سم (Pardo 1992).

ترص الأعصاب على الحوائط الحاملة بعرض الغرفة، وتوضع بينها البلوكات، مع بروز كليبسات الحديد رأسيا، لتجمع منطقة الشد السفلية للأعصاب مع الضغط العلوية للبلوكات فى عنصر إنشائى واحد، ولتعمل الكليبسات ككانات ضد قوى القص. توضع مونة ما بين البلوكات، ثم يتم تغطية السقف بطبقة مونة سطحية سمك 12مم من الأسمنت و ألياف البلاستيك. وينهى السطح بلصق السيراميك أو الموكيت أو الخشب مباشرة.

لاتوجد دراسة مستقلة منشورة، عن التكلفة الحقيقية أو عيوب التنفيذ وإنتشار أو تطبيقات السقف، بالرغم من مزاياه الواضحة.



The lifestyle 2000, Popular Science Mar 1992

5.5 Precast RC joist & sand-lime block slab system: Editor, Egypt

Floor concept :

It is a modified joist-block system, using available large silica blocks. Partial precast joists are used to divide the space into modules between 90-120cm, while lightweight sand lime blocks are used as infill.

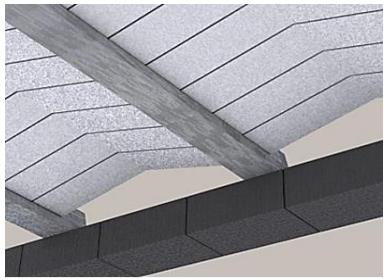
In Egypt blocks are produced with different lengths of 40-50-60 cm, which allows bigger span between the joists. The innovation lies in using 2 inclined blocks, as a pyramid between the joists, to act as compression member rather than traditional horizontal block infill, subject to tension which require concrete structural topping. Such pyramid would increase space between joists, which also could be pre-casted as 2 adjacent L section, to reduce its weight for larger spans (Nabil, Kh. 2010)

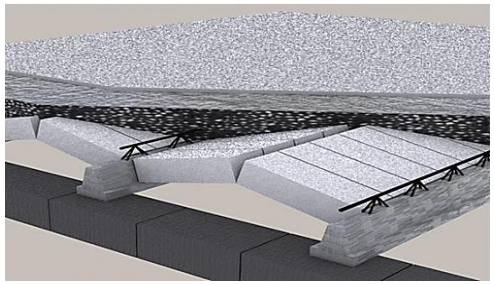
Nabil, khaled (2010), "Low Cost Roofs for self Build" Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt, March, 2010. In Arabic.

5.5 سقف من بلوكات الطوب الرملى الخفاف وأعصاب خرسانية جاهزة:الكاتب، مصر، تونس

فكرة السقف :

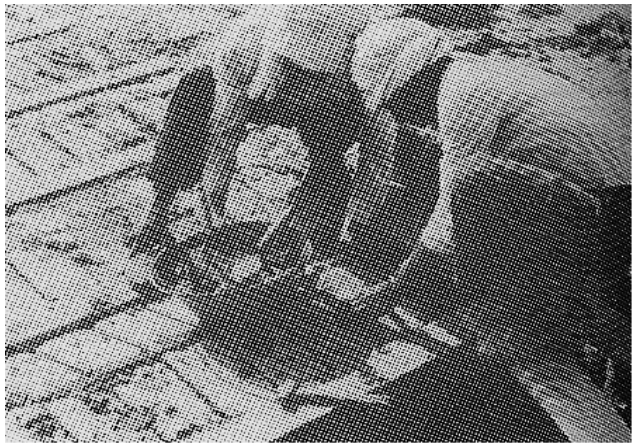
إستخدام أعصاب خرسانية نصف جاهزة فى تقسيم السقف إلى وحدات موديولية بعروض ما بين 0.9 و 1.20 متر ، مع إستعمال بلوكات الطوب الرملى الخفاف (كثافة 650 كجم/م^3) كبلوكات مالئه بين الأعصاب بسمك 10 سم. وتتميز تلك البلوكات عن باقى أنواع الطوب بمصر، بأطوالها المتدرجة 40 و 50 و60 سم التى تسمح بكبر المسافة بين الأعصاب الحاملة، والمرونة مع الأبعاد غير القياسية للمسقط الأفقى. والفكرة هى عدم وضع البلوك أفقيا، ليصبح وزنا زائدا يتعرض للشد الذى يحتاج لحديد تسليح ، وإنما وضع كل بلوكين بشكل مائل شبه هرمى، يتحول فيه الشد إلى ضغط مما يلغى الحاجة للطبقة السطحية من الخرسانة المسلحة، ويستعاض عنها بخرسانة عادية لتسوية السطح. ويتيح وضع البلوكين زيادة المسافة بين الأعصاب، التى يمكن تقسيمها لقطاعين جاهزين على شكل حرف L متلاصقين (نبيل، خالد 2010).





To achieve the blocks inclination, a simple method was proposed by using 2 wooden purlins 10x10 cm each, which would be fixed horizontally over mid-span supports.

Floor blocks could lean on them, until concrete setting, then it would be removed.

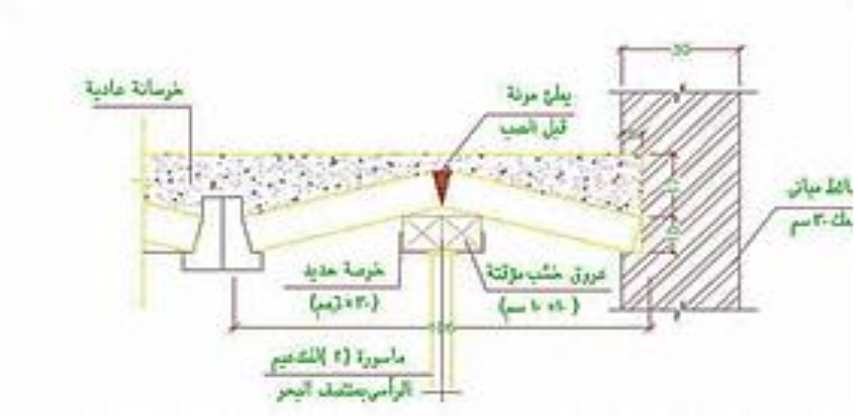


Laying blocks & concrete toping

Stulz & Mukerji (1993), "Appropriate Building Materials" SKAT, switzerland, p10**.**

Nabil, khaled (2010),"Low Cost Roofs for self Build" Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt.

ولعمل الميل المطلوب بالبلوكات ، فقد تم إبتكار طريقة بسيطه دون تكلفة تذكر، حيث يستعمل 2 من عروق الشدة قطاع 10×10 سم متجاورين طوليا، يتم تثبيتهما عرضيا بعدد من القمطات حسب طول البحر . ويوضع العرقين بمنتصف المسافة بين الأعصاب و بالتالى يمكن إسناد و إمالة البلوكات عليهما. ثم يتم تقوية العرقين الأفقيين ، بعرق رأسى بمنتصف البحر لمنع الترخيم ، أو بإستخدام ماسورة معدنية مرنة الإرتفاع Telescopic metal prop لمنع الترخيم أثناء الصب.

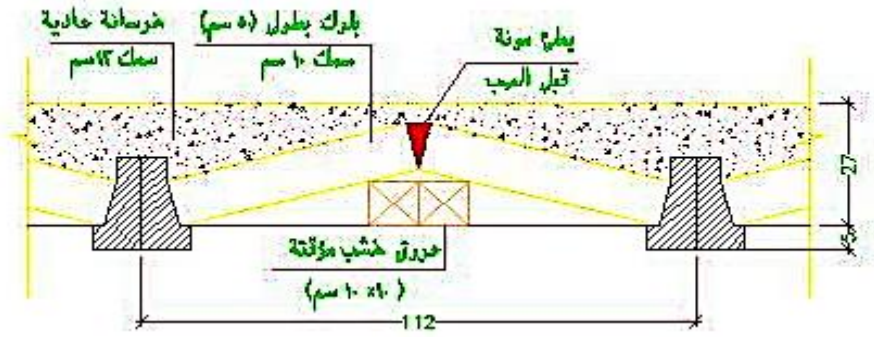


تفصيلة السقف: وضع البلوكات على الحائط و الأعصاب

نبيل، خالد (2006) مسابقة أفكار تصميمية لأسقف وحدات سكنية، مشروع الإسكان المنخفض التكاليف بمدينة السادس من أكتوبر، غير منشورة، شركة اوراسكوم، القاهرة، مصر.

Construction process:

- Walls are built traditionally, to less than the required height of 25cm, with leaving a space of 10cm for joists each 90-110cm.
- Joists are laid on module, according to space dimension, while resting over walls with 10cm.
- Supports are placed in mid-span.
- Inclining wooden purlins are set over props.
- Blocks are tilted on its side -10 cm height-, where lower side is the joist and higher is over the wooden purlin.
- Concrete cast over the roof, filling the valleys over the joists, to provide horizontal surface.



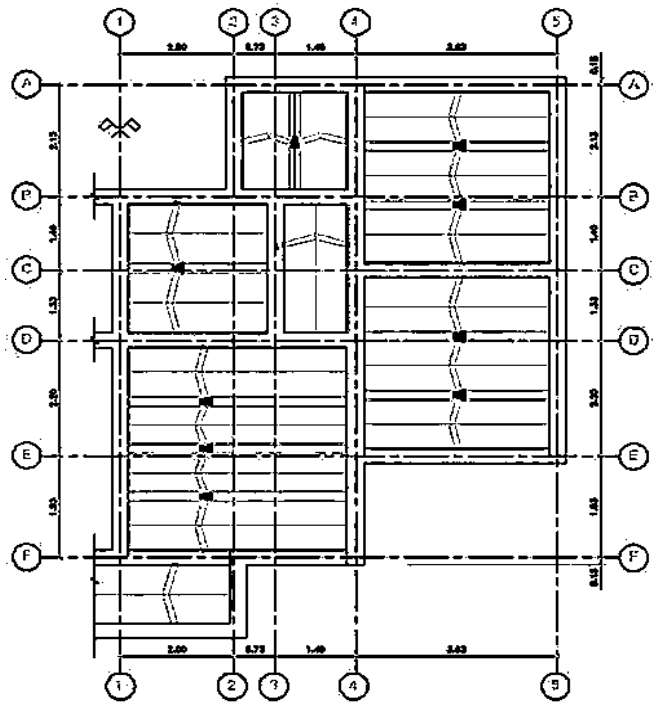
عملية التنفيذ :

- تبنى الحوائط تقليديا بإرتفاع 2.75 م ، مع ترك فراغا بعمق 10 سم وعرض 20 سم كل 90-110 سم لوضع الأعصاب الخرسانية.
- توضع الأعصاب الخرسانية بركوب على الحائط 10سم ،على مسافات موديولية حسب أبعاد الفراغ ، مع ضرورة دقة الأبعاد البينية طبقا للمسقط الأفقى. وفى حالة كبر الفراغ يوضع بلوك أكبر من ناحية الحائط .
- توضع عروق إمالة البلوكات فى منتصف المسافة بين الأعصاب، بحيث يرتكز أول العرق فقط على الحائط ، بينما يكون حرا من الطرف الآخر، والعكس بالنسبة للعرق الآخر، ثم تربط -تقمط- العروق كل 80 سم.
- تقوى العروق بمنتصف البحر، بإستخدام ماسورة معدنية 2 بوصة، مرنة الإرتفاع Telescopic metal prop لمنع الترخيم أثناء الصب.
- ترص البلوكات على جانبها بسمك 10 سم ، بحيث ترتكز من ناحية على العصب أو الحائط ومن الناحية الأخرى على عرق الخشب ، مع ضمان تلاصق حر فى البلوكين المتقابلين، لملأ الفراغ بينهما بالمونة.

نبيل، خالد (2006) مسابقة أفكار تصميمية لأسقف وحدات سكنية، مشروع الإسكان المنخفض التكاليف بمدينة السادس من أكتوبر، غير منشورة، شركة اوراسكوم، القاهرة، مصر.

- Supports and wooden purlins are removed after concrete setting.
- Intermediate slab is finished with self leveling epoxy paint, while final roof is typically finished.
- Lower surface (ceiling) is prayed with lime or plastic painted.

Slab plan



- تصب الخرسانة بجوار الحوائط وأعلى الأعصاب أولا لملأ الفراغات العميقة، ثم يسوى السطح بحيث تغطى أعلى البلوكات بما لايقل عن 5 سم، مع عمل ميل بسيط لصرف المطر للركن.
- بعد الشك الإبتدائى للخرسانة، تزال الدعائم الوسطى وتفك القمطات، فتسقط عروق الإمالة بسهوله.
- بعد جفاف السقف، ترش بطنيته بالجير دون الحاجة لبياض، لإستواء سطح البلوكات، كما يمكن معجنة الفواصل و دهانه بالبلاستيك.
- لتشطيب أعلى السقف: فى حالة كونه وسطيا ، يمكن إضافة مادة دهانات إيبوكسية ملونة تضمن أستواء السطح (self leveling) وإستعماله دون الحاجة للطبقات المعتادة. أما فى حالة كونه سقفا أخيرا فتوضع طبقه عازلة ثم «بربقة» من كسر الطوب الأحمر-بدلا من الركام التقليدى- كخرسانه خفيفة للحماية.

مسقط افقى للسقف، يوضح البلوكات و الأعصاب

نبيل، خالد (2006) مسابقة أفكار تصميمية لأسقف وحدات سكنية، مشروع الإسكان المنخفض التكاليف بمدينة السادس من أكتوبر، غير منشورة، شركة اوراسكوم، القاهرة، مصر.

Advantages :

- Lower cost, almost half of traditional in-situ RC during study.
- Easy installation, no need for skilled labor.
- Speed -almost half of traditional in-situ RC- , if joists are precast already.
- Does not need shuttering, but supports.
- No need for machinery, but simple tools.
- Blocks are lightweight, while joists are designed to be around 100Kg for 3.4m. Span.
- Availability of building materials; sand, lime, cement ratio in roof 1/60 & steel is 121Kg in the whole roof.
- Sound & thermal insulation is 22 W/m.
- Block are fire resistance according to Egyptian & German standards.

Disadvantages :

- Joists are preferred to be pre-stressed.
- Placing tilted blocks needs accuracy.
- Not commercially tested.

مزايا السقف :

- تكلفة منخفضة، بما يوازى حوالى نصف تكلفة السقف التقليدى (نبيل، خالد 2010).
- سهولة و نمطية التنفيذ، فلا يحتاج سوى لعمالة غير ماهرة لرص الأعصاب و البلوكات ثم صب الخرسانة العادية.
- سرعة التنفيذ نتيجة التكرار (يستغرق نصف وقت التنفيذ مقارنة بالسقف التقليدى). بشرط صب الأعصاب الخرسانية مسبقا، أرضيا.
- لا يحتاج لشدة ولكن لدعامات رأسية بمنتصف البحور الكبيرة.
- لايحتاج ميكنة فى التركيب ، ويمكن إستخدام أدوات رفع بسيطة.
- خفة وزن المكونات فالبلوك بطول 60 سم يزن 7.8 كجم ، بينما العصب الخرسانى بطول 3.4 م يزن 106 كجم.
- إستخدام مواد متوفرة، فالبلوكات تصنع من الرمل و الجير، ونسبة الخرسانه المسلحة بالسقف 1/60 بينما الحديد بالسقف كله 121 كجم.
- الأمان الإنشائى نظرا لتعرض السقف للضغط مع متوسط سمك 20 سم. ، ومقاومة الإنضغاط للبلوك 50كجم/سم^2 بالحسابات الإنشائية .
- العزل الصوتى والحرارى الممتاز للبلوكات 22. وات/م س°.
- مقاومة الحريق، فالبلوكات غير قابلة للحريق طبقا للمواصفات.
- سهولة تشطيب السقف، فلا يحتاج لبياض، أو للطبقات الأرضية.

عيوب السقف :

- يفضل أن تكون الأعصاب سابقة الإجهاد لتقليل الحجم و الوزن.
- وضع البلوكات المائلة يحتاج دقة وعناية فى الرص.
- لم يختبر بطريقة تجارية.

5.6 In-situ ordinary concrete vaults and partial prefab joists: Editor, Egypt

Floor concept :

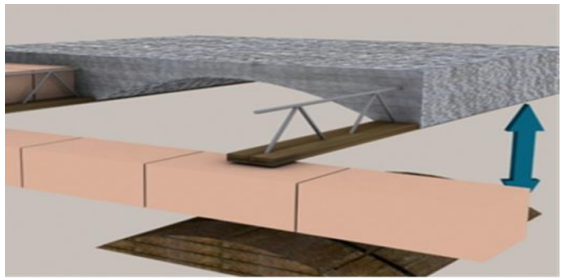
It depends on applying appropriate building technologies' criteria (chapter 2), specially minimizing steel percentage to the minimum. Partial prefab joists are used similar to jack-arch concept. However vaulted arches are made of in-situ ordinary concrete without steel but light chicken wire mesh. Concrete casting of such vaults depends on modular innovated adjustable form instead of costly timber/steel shuttering. The form could be enlarged within 30cm according to room dimension. It consist of 2 interlocked fortified arched parts, to withstand concrete weight and to be opened and dropped after casting, for easier multi-use; next figures.

Nabil, khaled (2010), "Low Cost Roofs for self Build", Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt. In Arabic.
Nabil, khaled (2015),"Appropriate Building Technology & Sustainability", The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh, SA.

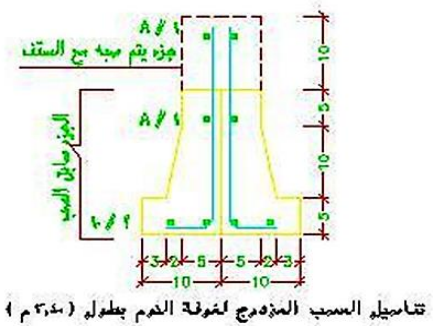
6.5 سقف مقبب من الخرسانة العادية وأعصاب خرسانية سابقة التجهيز جزئيا :الكاتب، مصر

فكرة السقف :

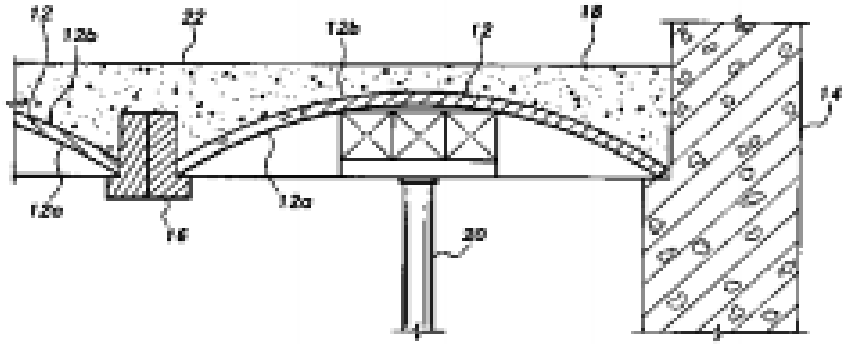
تعتمد الفكرة على معايير التكنولوجيا المتوافقة (الفصل 2)، السابقة وخاصة تخفيض نسبة الحديد لأقل حد ممكن، حيث تستخدم أعصابا خرسانية جاهزة جزئيا أو كليا فى تقسيم السقف إلى وحدات موديولية بعروض 1.20 متر، ثم يتم تسقيف الفراغات المحصورة بينها بقبوات من الخرسانة العادية. الفكرة تعتبر تطويرا لأسقف الطوب المقببة القديمة Jack arch، لكنها تتميز عنها بسهولة وسرعة التنفيذ. إعتمادا على إستعمال فورمة معدنية متنقلة مرنة تسمح بالصب المتكرر بسهولة، يمكن تضييقها أوتوسيعها فى حدود 30 سم طبقا لحجم الفراغ، مع إمكانية فتحها لتسقط و يعاد إستعمالها. هذا ويوجد عدة أنواع من فورم الصب المرنة المقببة إلا أنها ذات آليات معقدة. لهذا فقد تم إبتكار فورمة بسيطة مصنعة من الصاج والزوايا. حيث تعتمد على تقسيم لوح الصاج إلى جزئين مقوسين متداخلين مقويان بزوايا الحديد، لتحمل وزن الخرسانة، ولمنع الفورمة من الفتح أثناء الصب (نبيل، خالد 2010).



تفصيلة السقف المقبب من الخرسانة العادية، المرتكز على الحوائط الحاملة او الأعصاب الخرسانية العرضية الموديولية، المسجل ببراءة إختراع بمكتب البراءات الأمريكى US08984841.
إقتراح لشدة مقوسة، مرنة تتكون من جزئين، تسمح بتغير الإرتفاع، و بالعرض المرن للموديول، من تصميم م. حسين ابو الفضل، جامعة الزقازيق، مصر 2010.



تفاصيل السب المؤدمج لقوطة الدعم بطول (٣,٥٠ م)



The arched ordinary concrete vault resting on joist & load bearing wall. The concept is registered US Patent US08984841

Reusable arched adjustable form, designed by Hussien Abo-Elfadl, Zagazig University, Egypt (2010).

http://www.uspto.gov/web/patents/patog/week12/OG/html/1412-4/US08984841-20150324.html

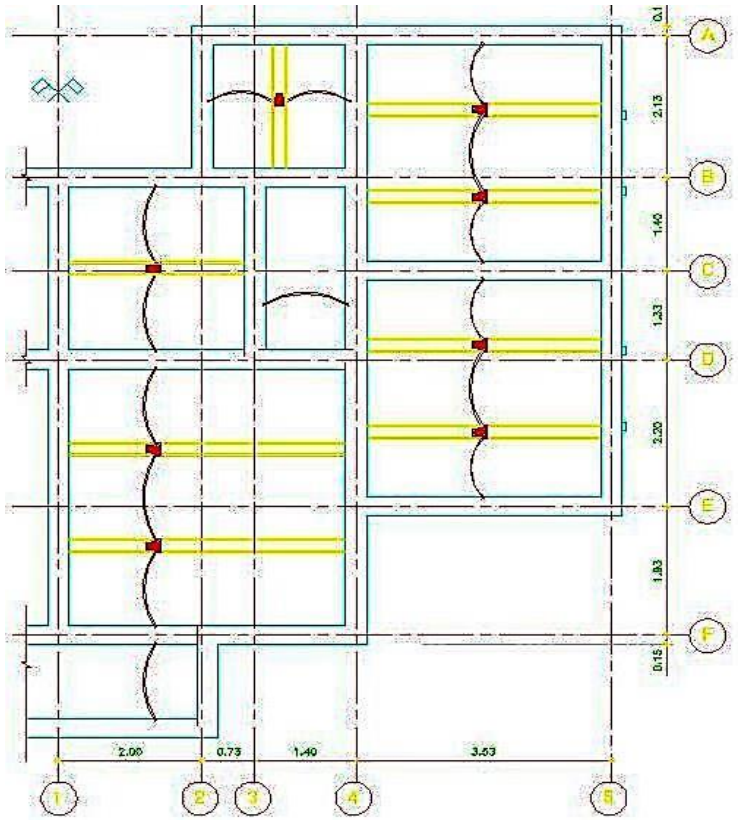
Construction process:

- Walls are built traditionally, to less than the required height of 25cm, with leaving a space of 10cm for joists each 90-110cm.
- Joists are laid on module, according to space dimension, while resting over walls with 10cm.
- Telescopic metal prop are placed in mid-span.
- 3 wooden purlins are set over the probes.
- Adjustable arched metal forms are placed over wooden purlins, and secured in position.
- The form is painted with oil for easy release.
- light chicken wire mesh is added to provide monolithic action & prevent concrete cracks.
- Concrete is casted filling the valleys between joists, to provide horizontal surface.
- After setting, the form is removed for re-use.
- Intermediate slab is finished with self leveling paint, while final roof is typically finished.
- Lower surface (ceiling) is prayed with lime or plastic painted directly.

عملية التنفيذ :

- تبنى الحوائط تقليديا بإرتفاع 2.75 متر ، مع ترك فراغا بإرتفاع 5 سم و عرض 20 سم، لوضع الأعصاب الخرسانية على الحائط.
- توضع الأعصاب الخرسانية على مسافات موديولية 0.90 - 1.20 مترحسب حجم مساحة السقف، مع ضرورة دقة الأبعاد البينية.
- توضع 3 عروق بمنتصف المسافة بين الأعصاب، بحيث يرتكز أول العرق فقط على الحائط، بينما يكون حرا من الطرف الآخر، مع تربيط العروق بالقمط كل 80 سم.
- تقوى العروق بمنتصف البحر، بإستخدام ماسورة معدنية 2 بوصة، مرنة الإرتفاع Telescopic metal prop لمنع الترخيم.
- توضع الفورمة المعدنية المرنة أو لوح الصب المعدنى المقوس مرتكزاعلى العروق، ومحصورا بين الأعصاب أوالحائط الجانبى.
- تدهن الفورمة بالزيت من أعلى لسهولة تحريكها وسقوطها.
- توضع شبكة سلك لربط الأعصاب مع بقية السقف ومقاومة إنكماش وتشرخ الخرسانة.
- تصب الخرسانة العادية بجوار الحوائط و الأعصاب أولا لملأ الفراغات العميقة، ثم يسوى السطح بحيث لايقل سمك الخرسانة عن 8 سم. ويراعى عمل ميل بسيط لصرف المطر للركن.
- بعد 7 أيام تزال الدعائم الوسطى وتفك القمطات، و ألواح الصاج المعدنية من الزوايا الظاهره من أسفل لتسقط رأسيا.
- بعد جفاف السقف، ترش بطنيته بالجير دون الحاجة لبياض ، أو يتم دهانه بالبلاستيك لنعومة السطح، ثم يشطب من أعلى تقليديا.

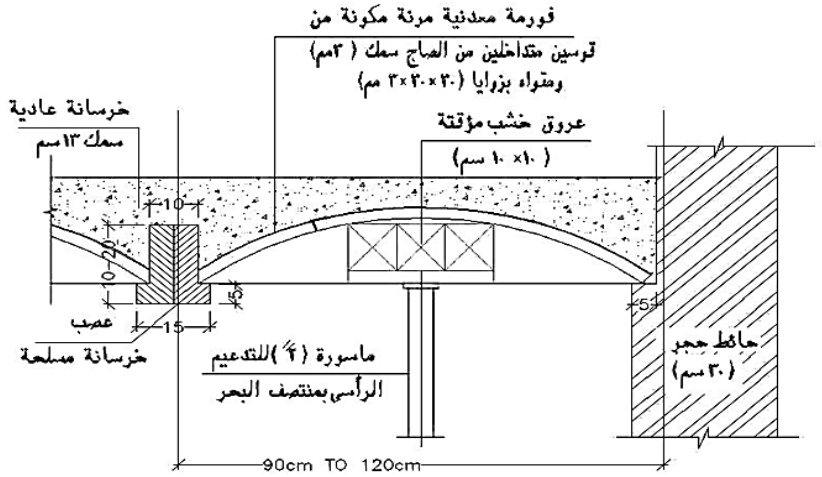
Ahmed, Khaled I. Nabil (2015) US08984841 B1 و US patent , “Low cost roofing techniques”.



Vaulted slab detail section & plan

صورة السقف المقبب من الداخل

Vaulted slab inside the room



تفاصيل السقف المقبب مع الشده

Vaulted slab detailed section

US patent : Low cost roofing techniques, US08984841 B1

Nabil, Khaled (2010)"Low Cost Roofs for self Build" Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt.

Advantages :

- Lower cost, 40% of traditional insitu RC (2010).
- Easy reparative installation.
- Speed -almost half of traditional insitu RC, if joists are precast already.
- Structural safety; monolithic unity.
- No need for machinery, but simple tools.
- Joists are lightweight, designed to be around 100Kg for 3.4m.
- Availability of building materials; since majority of floor is ordinary concrete.
- Concrete floor slab is Fire resistance.
- Ceiling does not need plaster, but paint.

Disadvantages :

- Joists are preferred to be pre-stressed.
- Needs special vaulted form for casting.
- Lower vaults is seen inside space.
- Not commercially tested.

Nabil, Khaled (2010)"Low Cost Roofs for self Build" Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt.

مزايا السقف :

- تكلفة منخفضة، بما يوازى حوالى 40% من تكلفة السقف التقليدى.
- سهولة و نمطية التنفيذ.
- أسرع فى التنفيذ مقارنة بالسقف التقليدى، فلايحتاج لشده، ولكن للفورمة والدعامات الرأسية، مع صب الأعصاب الخرسانية مسبقا.
- لايحتاج ميكنة فى التركيب ، ويمكن إستخدام أدوات رفع بسيطة.
- خفة وزن الأعصاب والفورم المعدنية المفرغة، التى يمكن أن يحملها عاملين.
- إستخدام مواد متوفرة، فمعظم السقف من الخرسانة العادية.
- الأمان الإنشائى للسقف بإعتبارة عنصرا إنشائيا واحدا Monolithic structure (الحسابات الإنشائية بالملحق).
- مقاوم للحريق، حيث السقف بالكامل من الخرسانة.
- سهولة تشطيب السقف، فلا يحتاج لبياض نتيجة نعومة سطح الخرسانة السفلية وسبق تجهيز الأعصاب.

عيوب السقف :

- الحاجة للفورمة الصاج المقببة، ولكن مع تكرار الإستخدام وزيادة حجم المشروع يضمن إنخفاض تكلفتها.
- يفضل أن تكون الأعصاب سابقة الإجهاد لتقليل الحجم و الوزن.
- ظهور القبوات فى الفراغ المعمارى الداخلى، والذى يمكن تغطيته بالواح خشبية أو جبس تخفى التمديدات الكهربائية أو أية توصيلات.
- لم يختبر بطريقة تجارية.

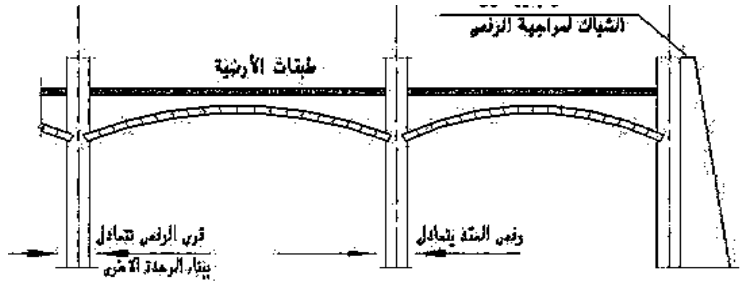
5.7 In-situ lime Pozzolana vaults on brick segment arches: Editor

The Romans imported the idea of masonry arches from Far East and Egypt, where the technique was used since 3000 BC, and completed it by stabilizing their arches with the concrete like mortar that was made with pozzolana was a mixture of lime and a volcanic sand. This is a developed economical proposal that applies the same previous concept of modular vaulted slab, however it eliminates the use of RC joist. It uses brick segment arches instead of previous RC joists. The arches are built across the room in the same module such as next plan. Any available Pozzolana mixture could used instead of OC in between arches. Lime and red earth or crushed leftover of red bricks could be mixed and casted over the vaulted adjustable form.

http://www.sustainableheritage.eu/vaults-and-arches-of-stone-and-brick/
Nabil, Khaled (2010) “Low Cost Roofs for self Build” Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt.

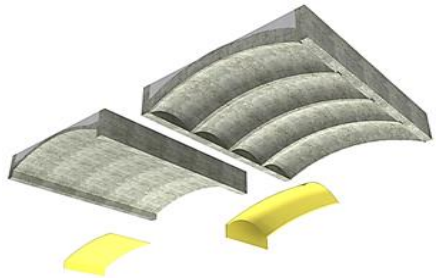
7.5 سقف مقبب من بوزولانا الجير على عقود موتوره (مقوسه) من الطوب. الكاتب، مصر

إستخدم الرومان خرسانة البوزولانا -نقلا عن مصر و الشرق الأقصى- حيث أستخدمت من 3000 سنة قبل الميلاد، وأثبتت نجاحها وديمومتها. البوزولانا هى مواد تحتوى على السيلكا أو الألومنا، وطبيعتها اللاحمة ضعيفة، ولكن بخلطها بالجير والماء تتصلب لتعطى مادة ذات طبيعة أسمنتية لاحمة.
البوزولانا المستخدمة فى السقف هى خليط متساوى من الجير والحمرة مع نسبة 5% جبس لتسريع الشك. تعتمد الفكرة على عدم إستخدام الحديد والأسمنت، حيث يتم تقسيم السقف إلى وحدات موديولية مقببة كالحل السابق. ولكن تفصلها عقودا من الطوب بعرض الفراغ، فى شكل عقد موتور مقوس Segmentبدلا من الأعصاب الخرسانية. ويتم تسقيف الفراغات البينية ما بين العقود الطوب والحوائط بصب قبوات من خلطة البوزولانا الجير والحمرة بدلا من الخرسانة. ويجب إجراء الإختبارات المعملية لخلطة البوزولانا للوصول لإعلى مقاومة للضغوط بذلك الخليط. فى حالة إنخفاض الجهد، فإنه يمكن تقريب المسافات بين العقود الطوب، ليصبح الموديول 60 سم ليتوافق مع كل الفراغات.



This proposals saves about 20% more, however it is slower and increases the used brick mass.

This is a developed economical proposal that applies the same previous concept of modular vaulted slab, however it eliminates the use of RC joist. It uses brick segment arches instead of previous RC joists. The arches are built across the room in the same module such as next plan. Any available Pozzolana mixture could used instead of OC in between arches. Lime and red earth or crushed leftover of red bricks could be mixed and casted over the vaulted adjustable form. This proposals saves about 20% more, however it is slower and increases the used brick mass.

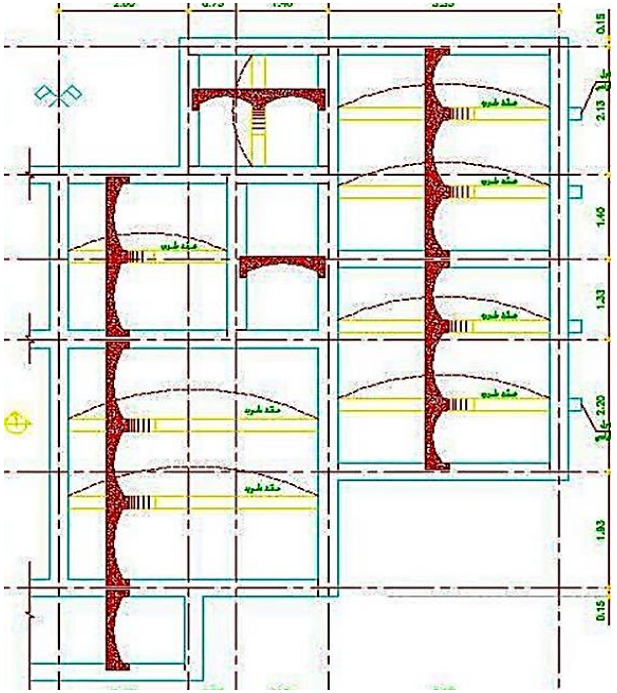


نبيل، خالد (2006) مسابقة أفكار تصميمية لأسقف وحدات سكنية، مشروع الإسكان المنخفض التكاليف بمدينة السادس من أكتوبر، غير منشورة، شركة اوراسكوم، القاهرة، مصر.

ولمواجهة الرفس الناتج عن عقود الطوب العرضية يمكن زيادة سمك الحائط أو عمل اكتاف مائلة.

خطوات التنفيذ :

نفس خطوات السقف السابق، مع إختلافين: ترك طرف رباط لعقود الطوب العرضية، التى تبنى بسمك طوبة (على سيفها) طبقا للمسقط الأفقى المرفق. كما يجب تسوية السطح أعلى عقود الطوب، ليصبح جاهزا لوضع الفورمة المقببة.



مسقط افقى للسقف، يوضح البلوكات و الأعصاب

5.8 BINISHELL: USA, International

It is an invented technique in 1960s by architect Dante Bini called "Binishell", for cheaper and more eco-friendly construction. Binishell use low air pressure to create monolithic inflatable membrane and reinforced concrete domes (shells). This innovative system was the first to utilize air pressure to lift and shape reinforced concrete shell structures poured at ground level. Domes of up to 40m (120ft.) have been raised in less than one hour.

Applications have ranged from a wide variety of purposes; 1,600 Binishell buildings in 23 country were built between 1964 and 1980. Only two dames had to be demolished for structural reasons of week soils . Dante's son Nicolo, also an architect, is reviving the Binishell method for providing low-cost housing solutions around the world.

Even though, shells does not provide horizontal slabs, but it was used as economical cover over multi-floor structures.

8.5 أسقف قشرية، بنى شيل: الولايات المتحدة، العالم

تقنية البناء المسماة بـ Binishell اخترعها المهندس المعماري دانتي بيني كوسيلة بناء رخيصة وصديقة للبيئة، تعتمد على صب الخرسانة أرضيا على أغشية قابلة للنفخ بالهواء لعمل قبة خرسانية دون شدات. أستعملت التقنية فى 23 دولة، حيث تم تشييد 1600 مبني ما بين عامي 1964 و 1980ووصل إرتفاعها ل 40 مترا، ومن بين هذه المباني اثنين فقط تم هدمها لأسباب إنشائية تتعلق بضعف التربة مما أدى إلى تصدعه وتم هدمه.

حالياً يتولى المعماري نيكولو ابن مؤسسها دانتي، إدارة الشركة من لوس أنجلوس بأمريكا، حيث يعاود العمل بأسلوب Binishell، بعد تطويرها لتصبح أقوى واكثر إستدامة بهدف توفير حلول سكنية منخفضة التكلفة حول العالم.

Sydney, Australia

Lyon, France

أعاد تصميم جميع جوانب التقنية حيث أصبحت أكثر أماناً وأسهل في البناء، وأقل إضراراً بالبيئة، وأقل تكلفة كما يدعى نيكولو. تم أيضا تغيير طريقة بناء الأساس، وتغيير طريقة بناء الأعمدة الداعمة، وتطوير مزيج الخرسانة، وأيضاً تم إعادة تصميم المواد التي تستخدم في الغشاء القابل للنفخ.

http://newatlas.com/eco-friendly-binishell-dome-revival/33215/

In general, improvements have made Binishells compatible with building standards and more resistance to nature forces.

Construction process:

- A foundation slab is laid in between strep perimeter RC foundation.
- PVC bladder fabric is laid over.
- The bladder is anchored to the slab, stretching right to the perimeter.
- Reinforcing is laid according to span.
- Concrete with additives for workability is then poured on ground & covered with outer membrane.
- The bladder is inflated with low air pressure of 1 PSI creating a dome structure.
- Air pressure is maintained from 1 to 3 days according to span.
- Insulated foam is sprayed , plaster & paint are applied over the dome.

http://www.binishells.com/
https://www.youtube.com/watch?v=mkvc0stIq9o

بشكل عام فإن هذه التحسينات جعلت من القباب متوافقة مع قوانين البناء الدولية، وأكثر قدرة على مقاومة قوى الطبيعة.

عملية التنفيذ :

- صب أرضية من الخرسانة وأساسات شريطية، تحت محيط القبة.
- توضع أغشية البى فى سى على الارضية، وتربط بالسملات المحيطة.
- يوضع شبك ممدد أو حديد تسليح حسب البحر.
- تصب الخرسانة وتفرد على الأرض، ثم تغطى بمشمع للحماية.
- يضخ الهواء بضغط 1 جوى تحت الغشاء لترتفع القبة الخرسانية.
- يستمر الضخ من يوم ل3 أيام حسب حجم الفراغ المعمارى.
- بعد إكتمال شك الخرسانة، يتم عمل فتحات الأبواب والشبابيك.
- يرش سبراى من الفوم، ثم البياض والدهانات المطلوبة على السطح.

Advantages:

- The company claims that Binishell use half the resources of comparable traditional buildings, thus costs half as much, (no independent study on the real cost).

- It can be constructed three times faster.

- Low but specialized labor input.

- It resists earthquakes, high winds.

Disadvantages:

- Domes are made as curved roofing, not suitable for multi floor buildings. However it could cover other multi-floor structure.

- High quality control is needed for the inflation and concrete pouring.

Recently, the company has developed new 100 sqm houses for middle income housing.

المزايا :

- تتدعي الشركة أنها تكلف النصف، لإستخدام نصف المواد مقارنة بالطريقة التقليدية للبناء ، ولاتوجد دراسة مستقلة منشورة، عن التكلفة الحقيقية .

- أسرع ثلاثة مرات مقارنة بالطريقة التقليدية للحوائط الحاملة.

- توفير كبير بالعمالة المطلوبة.

- مقاومة للزلازل و الرياح ، ولا يوجد ما يؤكد المعلومات.

العيوب:

- القباب مصممة كسقف أخير، وإن كان من الممكن تغطية فراغا كبيرا متعدد الطوابق من الداخل كالصور.

- تحتاج لمراقبة الجودة والعمالة المتخصصة فى فى النفخ و الرفع، لتجنب الشروخ المستقبلية.

قامت الشركة مؤخرا بتطوير عدة أنظمة للقباب موجهه لأصحاب الدخل المتوسط، بقبة على مساحة 100 متر مربع، يمكن زرع سطحها.

http://newatlas.com/eco-friendly-binishell-dome-revival/33215/

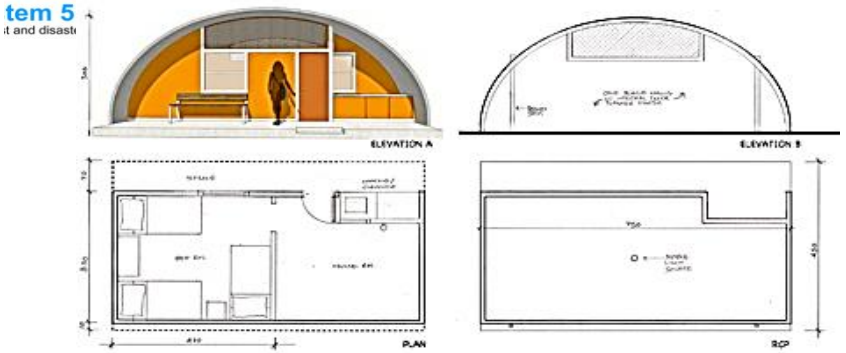
The company has developed new aerodynamic domes, with lower center of gravity, monolithic and continuous point of connection to the foundations. They have devised three new systems of the Binishell: one designed for middle income housing, educational facilities, another for low-cost and disaster relief housing (35sqm) and also a more flexible option, designed for customized private homes and resorts.

Prato, Italy

Arezzo, Italy

Sydney, Australia

Lyon, France



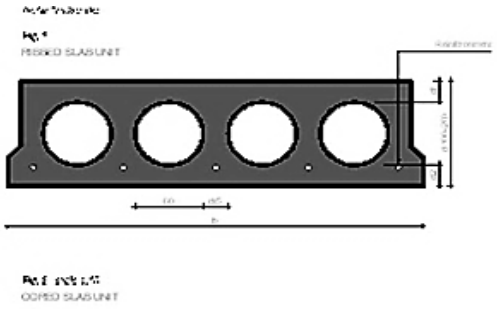
بعض تطبيقات البنى شيل

http://www.binishells.com/systems/systems.html

5.9 Pre-stressed Cored Slab: CBTDC, China

It is a hollow pre-stressed concrete linear slab unit, that could be lifted by four men, using bamboo sticks and ropes. Slab length is 3.37 cm and 50cm wide with a depth of 12-15cm, reinforced with 3-5 mm steel wires.

The significant character of this slab unit is the use of cold-drawn steel wires, which have strong break resistance, rigidity and durability, that save 30-40% of steel and 20% of concrete, compared to traditional reinforcing steel wire (CBTDC 1989). Slab units are molded in long production beds, and sun-dried outdoors to save energy. They are laid side by side as a one-way structural slab over load bearing wall, without structural topping up to 4 floors (IHS 1991).



9.5 وحدات سقف طولية مفرغة سابقة الإجهاد: مركز بحوث البناء المركزى الصينى

قام مركز بحوث البناء المركزى الصينى بتطوير عدة بدائل تقنية للأسقف، من بينها وحدات أسقف طولية مفرغة سابقة الإجهاد والتجهيز. وهى مفرغة ليسهل حملها على أكتاف 4 اشخاص، عرضها 50 سم، إرتفاع ما بين 12-15 سم والطول 3.27 م، مسلحة باسياخ 3-5مم من الحديد المسحوب على البارد ذو مقاومة عالية. تتميز الوحدات بالخفة والوفر فى الحديد ما بين 30-40% والوفر فى الخرسانة 20% مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى.، تستخدم الوحدات فى نظام الحوائط الحاملة حتى 4 أدوار، ولا تحتاج لطبقة خرسانة سطحية. تنتج الوحدات فى قوالب طولية على الأرض، وتترك لتجف بالشمس لتوفير الطاقة (IHS 1991).

(CBTDC 1989)

5.10 Indian Slabs & Roof Technology: BMTPC, India

India is the largest population country with acute housing shortage, thus it needs to build 50 million low cost housing units. From 1990, Building Material & Technology promotion Council (BMTPC) has been working towards integrated approach for promotion of cost-effective, environment-friendly & energy-efficient innovative building materials and construction technologies. Thus, Central Building Research Institute (CBRI) & SERC, have improved, applied and issued standards of many affordable slab &roofing techniques, depending on partial prefabrication -to suit local conditions- such as:

- **Precast RC plank roofing system.**
- **Partly precast RCC joist and brick panels.**
- **Precast brick arch panel roofing system.**
- **Precast RC channel roofing.**
- **Precast RCC cored, hollow slab units.**
- **Brick funicular shell on edge beam.**
- **Ferrocement long funicular shells.**

10.5 تقنيات اسقف وبلاطات إنشائية هندية: مجلس ترويج التقنيات ومواد البناء

تعتبر الهند من أكثر دول العالم التى تعانى من أزمة الإسكان، نظرا لكونها من أكبر الدول فى عدد السكان ولإنخفاض مستوى الدخل، حتى أنها تحتاج لبناء 50 مليون وحدة سكنية منخفضة التكلفة. لهذا فقد قامت مركز أبحاث البناء المركزى CBRI، ومركز أبحاث الهندسة الإنشائية SERC، بإبتكار وتطويرالعديد من التقنيات البنائية المتوافقة مع البيئة والوضع فى الهند. كما قاموا بوضع الكود والمواصفات البنائية لإنظمة الأسقف التالية :

- **ألواح خرسانة مسلحة مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.**
- **بانوهات طوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.**
- **بانوهات مقوسة من الطوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.**
- **وحدات « مجارى» جاهزة من الخرسانة المسلحة.**
- **وحدات سقف طولية مفرغة سابقة التجهيز.**
- **وحدات قشرية مقببة مربعة على كمرات محيطية.**
- **وحدات قشرية «قبو» طولية سابقة التجهيز.**

Gupta , T.& Rai, Mohan(2010).”Building Materials In India : 50 Years, associate editors, Mohan Rai ... [et al.].BMTPC.

Central Building Research Institute (CBRI),
Structural Engineering Research Centre (SERC),

5.10.1 Precast RC plank roofing system:

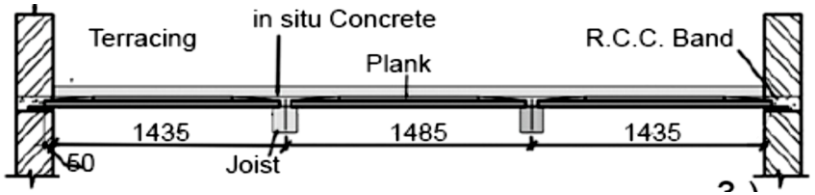
It consists of precast RC planks supported over partially precast joist. RC planks are made with thickness between 3 cm and 6 cm, 30 cm wide, 150 cm length & weight of 50 kg. There are haunches in the plank which are tapered. When the plank is put in between the joists, the space above 3 cm thickness is filled with in-situ concrete topping to get Tee-beam effect of the joists with 6 cm thick flange. A 3 cm wide tapered concrete filling is also provided for strengthening the haunch portion during handling and erection.

The planks have 3 bars 6 mm dia. MS main reinforcement and 6 mm dia cross bars each 20 cm. Precast joist is rectangular in shape, 15 cm wide and the precast portion is 15 cm deep. The above portion is casted while laying in-situ concrete over planks. Stirrups remain projected out of the precast joist. Thus, the total depth of the joist becomes 21 cm.

1.10.5 ألواح خرسانة مسلحة مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا:

يتكون النظام من ألواح خرسانة مسلحة سابقة الصب ترتكز على أعصاب خرسانية جاهزة جزئيا بقطاع 10x 15 سم. الألواح بسمك ما بين 3-6 سم، وعرض موديولى 30سم، وطول 150 سم، حيث يتم رصها على الأعصاب الخرسانية التى تغطى السقف ببحر 400 سم. يتم صب طبقة من الخرسانة العادية على السقف، حيث تملأ الفراغات لتشكل كمرات بينية على شكل حرف V.

تسلح الالواح بأسياخ حديد سمك 6 مم، 3 طوليا، وعرضيا كل 20 سم ككانات، يتم رفع الالواح منها. يصل سمك السقف ل21سم بعد صب الخرسانة (RINKU TAUR & VIDYA DEVIT 2009) .

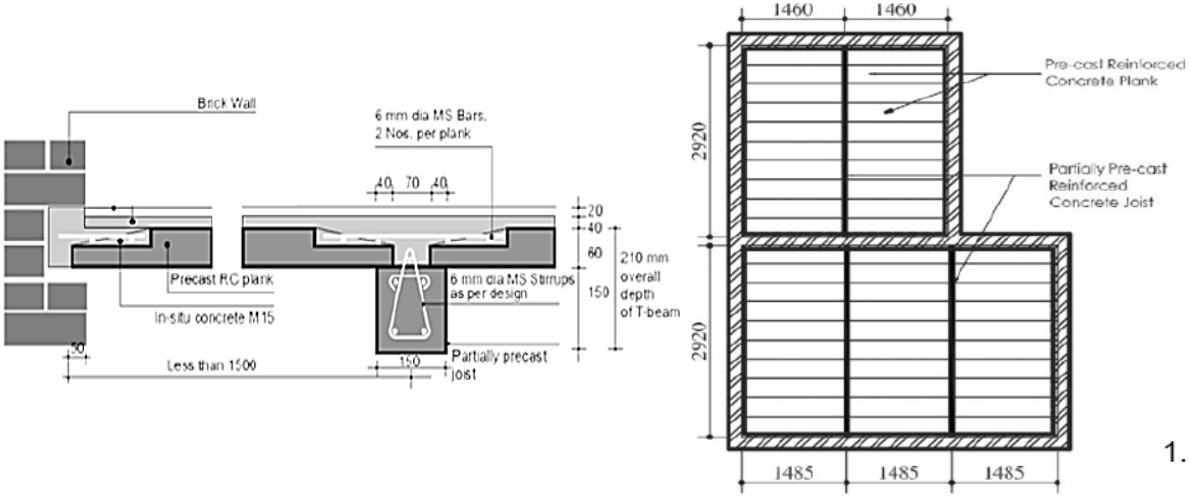


RINKU TAUR & VIDYA DEVI T (2009) "Low Cost housing ", ACSGE, BITS Pilani, India..

Low cost housing- an analogical study of the current practices & technologies , Vastu Shilpa foundation.

This section of the joist can be adopted up to a span of 400 cm. For longer spans, the depth of the joist should be more and lifting would require simple chain pulley block. balcony projections can be provided along the partially precast joists, designed with an overhang carrying super imposed loads for balcony. Savings achieved in practical implementations compared with conventional RCC slab is about 25%.(Adlakha &Puri, 2003).

يصلح السقف للأدوار المتطابقة المتوسطة، ويمكن رفع اجزاؤه ببساطة بالبكرة والحبل. كما يمكن تنفيذ بلكونات بارزه بعد تعديل التسليح. حقق هذا السقف خفضا فى التكلفة حوالى 25% مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى، المصبوب بالكامل فى الموقع بإستعمال الشدات. تميز النظام بالمرونة الموديولية، وسهولة التنفيذ،



1.

P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), "Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing", IE Journal, Vol 8, India.

http://www.bmtpc.org/topics.aspx?mid=55&Mid1=89

5.10.2 Partly precast RC joist and prefabricated brick panels

The system consists of:

(a) Prefabricated brick panel

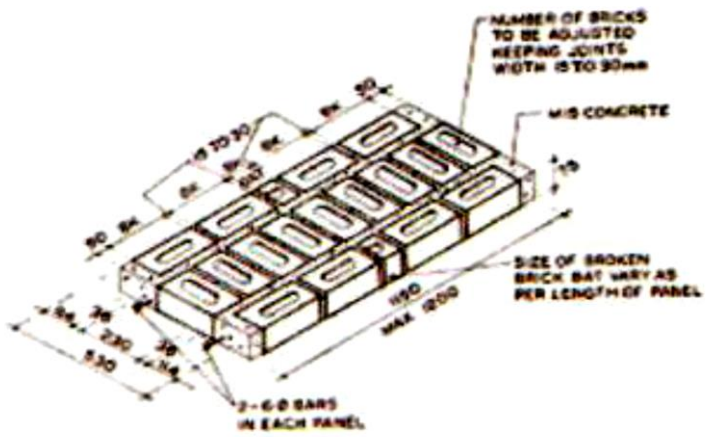
Brick panel is made of first class bricks reinforced with two MS bars of 6 mm dia and joints filled with either 1:3 cement sand mortar or M-15 concrete. Panels can be made in any size but generally width is 53 cm and the length between 90 cm to120 cm, depending upon the requirement. The gap between the two panels is about 2 cm and can be increased to 5 cm depending upon the need.

(b) Partly precast joist. It is a rectangular shaped joist 13 cm wide and 10 cm to 12.5 cm deep with stirrups projecting out so that the overall depth of joist with in-situ concrete becomes 21 cm to 23.5 cm. It is designed as composite Tee-beam with 3.5 cm thick flange (Adlakha &Puri, 2003).

P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), “Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing”, IE Journal, Vol 8, India.

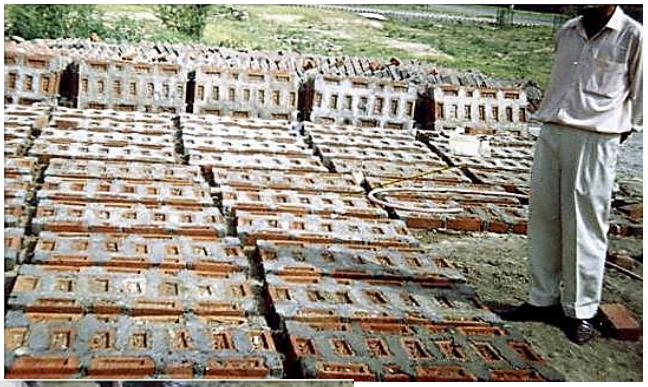
2.10.5 بانوهات طوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا:

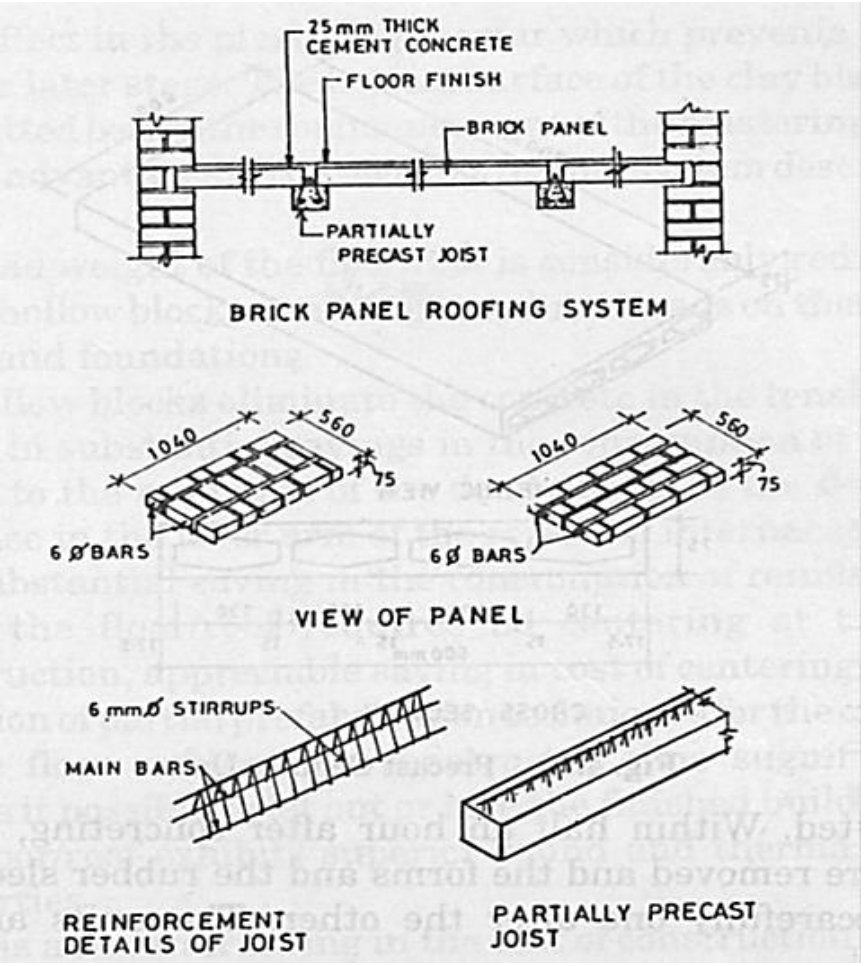
يتم تصنيع ثم تجميع بانوهات من الطوب العالى الجودة فى 3 صفوف كما بالرسم. ويتم تسليح البانوه بسيخين حديد طولى 6مم، مع ملأ الفواصل بمونة الأسمنت و الرمل 3:1. مقاس البانوهات عرض 53سم طول 90-120 سم. توضع البانوهات على أعصاب خرسانية جاهزة جزئيا بقطاع 13سم عرض وإرتفاع 10-12.5 سم، تم تصميمها ككمرة على شكل حرف V ببروز 3.5سم. حقق هذا السقف خفضا فى التكلفة حوالى 25% مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى، المصبوب بالكامل فى الموقع. يتميز النظام بالمرونة الموديولية، وسهولة التنفيذ، ويعيبه ثقل وزن البانوهات الطوب.



View of Brick Panel

The Prefabricated brick panel has achieved overall economy of 25% in actual practice compared to cast-in-situ RCC slab (Adlakha &Puri, 2003).



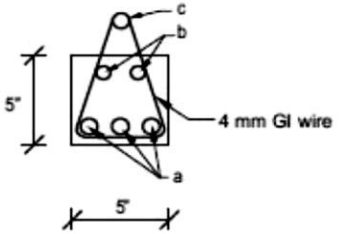


بانوهات طوب سابقة التجهيز مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا

P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), "Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing", IE Journal, Vol 8, India.

5.10.3 Precast brick arch panel roofing & RC joist

This roofing is same as RB panel roofing except that the panels do not have any reinforcement due to its arched form/action. An overall economy of 30% has been achieved in one floor building and 20% in two or three floors (Adlakha&Puri, 2003).



Length of beam, feet	Reinforcing bar diameter, mm		
	a	b	c
Less than 10'	10	8	8
Between 10' to 12'	12	8	8
Between 12' to 16'	16	8	8

PARTIALLY PRE-CAST BEAM

P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), "Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing", IE Journal, Vol 8, India.

3.10.5 بانوهات مقوسة من الطوب سابقة التجهيز مع أعصاب خرسانية جاهزة جزئيا:

يتم تصنيع بانوهات من الطوب على شكل قبو بدون تسليح كما بالصور. توضع البانوهات المقوسة على أعصاب خرسانية جاهزة جزئيا بقطاع 13سم عرض وإرتفاع 10-12.5 سم، تم تصميمها ككمرة على شكل حرف V ببروز 3.5سم، ثم يتم صب طبقة من الخرسانة للربط ما بين البانوهات و الأعصاب، ولتحقيق إستواء السطح النهائى. حقق هذا السقف خفضا فى التكلفة حوالى 30% مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى فى مبانى الدور الواحد، و20% لمبانى الدورين أو الثلاثة. يتميز النظام بالمرونة الموديولية، وأنخفاض نسبة حديد التسليح، ويعيبه ثقل وزن البانوهات الطوب، وإرتفاعة الكلى الذى يصل ل 25سم.

بانوهات مقوسة من الطوب سابقة التجهيز

Construction manual for artisans & Mason 2011

5.10.4 Precast RC channel roofing

Precast channels are trough shaped with the outer sides corrugated and grooved at the ends to provide shear key action and to transfer moments between adjacent units. Nominal width of units is 300-600 mm with overall depths of 130 mm to 200 mm.

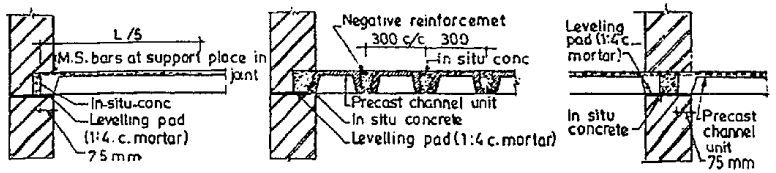
Units' length are adjusted to suit the span. Flange thickness is 30 mm to 35 mm. Where balcony is provided, the units are projected out as cantilever by providing necessary reinforcement. A saving of 14% has been achieved in actual implementation in various projects. (Adlakha &Puri, 2003).

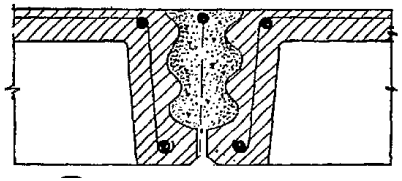
RINKU TAUR & VIDYA DEVI T (2009) "Low Cost housing ", ACSGE, BITS Pilani, India..

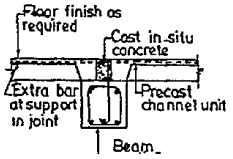
4.10.5 وحدات «مجارى» جاهزة من الخرسانة المسلحة:

الوحدات من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز، المصبوبة على شكل حوض (بالمقلوب)، و المسلحة ب4 أسياخ حديد بالأركان، تربطها كانات، ولها بروز جانبى حتى يملأ بالمونة القوية ما بين الوحدات عند رصها على السقف. جوانب الوحدات الطولية بها تعاريج لضمان مقاومة قوى القص. أبعاد الوحدات 30-60سم و العمق 13-20سم و الطول حسب البحر. ويمكن إستخدام جزء منها كبلكونة بارزه مع زيادة التسليح. ولقد حققت وفرا 14%، وتتميز بسهولة البناء لعدم الحاجة لطبقة سطحية من الخرسانة.

FIG. 1 A CHANNEL UNIT







تفاصيل الوحدات الخرسانية

5.10.5 Precast RC cored hollow slabs

The width of a panel is 300 to 600 mm and thickness of 130 to 150 mm having two circular hollows 90 mm diameter, throughout the length of the unit (similarly to the Chinese cored slab units). The minimum flange/web thickness of the unit shall be 20 mm.

Length of units varies according to room dimensions, but the maximum length is 4.2 m for stiffness considerations. The outer sides are corrugated to provide transfer of shear between adjacent units. Extra reinforcement is provided at top also to take care of handling stresses during lifting and placement.

These hollow slabs are lighter than solid slabs and thus save the cost of concrete, steel and the cost of walling and foundations too due to less weight. There is saving of about 30% in cost of concrete and an overall saving of about 23%.(Adlakha &Puri, 2003).

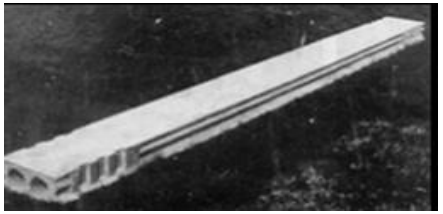
P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), "Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing", IE Journal, Vol 8, India.

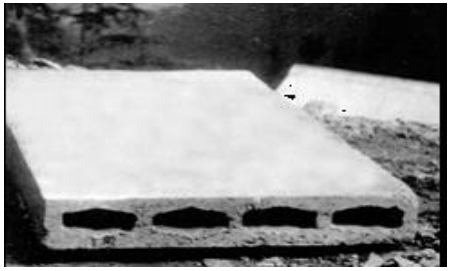
5.10.5 وحدات سقف طولية مفرغة سابقة التجهيز:

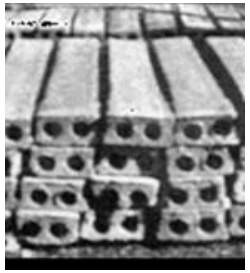
عرض الوحدات موديولى 30 أو 60 سم، إرتفاع ما بين 13-15 سم والبروز الجانبى 20سم ، بينما الطول حتى 4.2 م، وأسطحهها الجانبية مضلعة لمقاومة قوى القص.

الوحدات بعرض 30سم بها فراغين دائريين. يوضع حديد تسليح إضافى لمقاومة الإجهادات خلال الرفع. تتميز الوحدات بالخفة والوفر فى الحديد و الخرسانة، مما يحقق خفضا فى التكلفة حوالى 30% مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى.، ويعيبه عدم جودة الإنتاج مع أفضلية إستخدامه فى نظام الحوائط الحاملة.

وهى مشابهه للوحدات الطولية المفرغة الصينية السابقة 9.5.





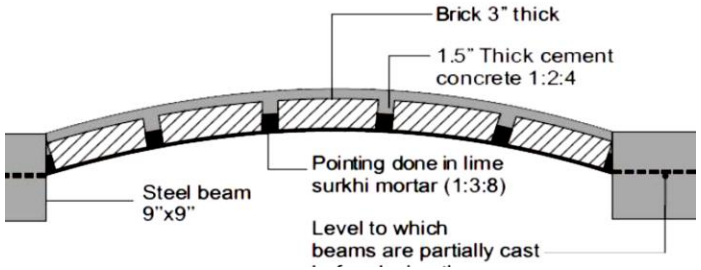


وحدات سقف طولية مفرغة سابقة التجهيز

(P.K.Adlakha and H.C.Puri 2003)

5.10.6 Brick funicular shell on edge beam

A Funicular Shell is a 3 dimensional catenary on a square base. The roofing system consists of doubly curved shells made with materials of good compressive strength such as waste stone pieces and brick tiles supported on in-situ reinforced concrete edge beams. Shells are supported on a grid of concrete beams, identical to a coffer slab. Cement slurry in the ratio 1:2 is poured over the assembly and is allowed to settle. A second layer comprising broken stone/bricks is placed on edge so that it acts as a series of wedges resulting in an arch action. Paneled beams along with shells are not cost saving.



Doshi, Balakrishna V., (1983) "Low cost housing: An analytical study of the current practices and techniques ", Ahmedabad .

6.10.5 وحدات قشرية مقببة مربعة من الطوب مع كمرة محيطية

هى وحدات ثلاثية الأبعاد على شكل قبة مسطحة من الطوب، ترتكز على 4 كمرات محيطية، تصنع من بواقى الحجر و الطوب التى يتم رصها على شدة مقوسة محصورة ما بين الكمرات، بما يشبه أسقف نظام الوافل. يرص الطوب على مونة أسمنت ورمل 2:1 لضمان تماسك المكونات. يتميز النظام بالوفر فى الخرسانة المسلحة -مع تحويل الشد لضغط فى الوحدات الطوب- وتحقيق بحور كبيرة، بينما يعيبه طول وقت الإنشاء وضرورة وجود كمرات متقاطعة، مع كبر عمق السقف نتيجة للتقوس، لذلك يصلح للفراغات الواسعة.

تنفيذ الوحدات القشرية المقببة من الطوب

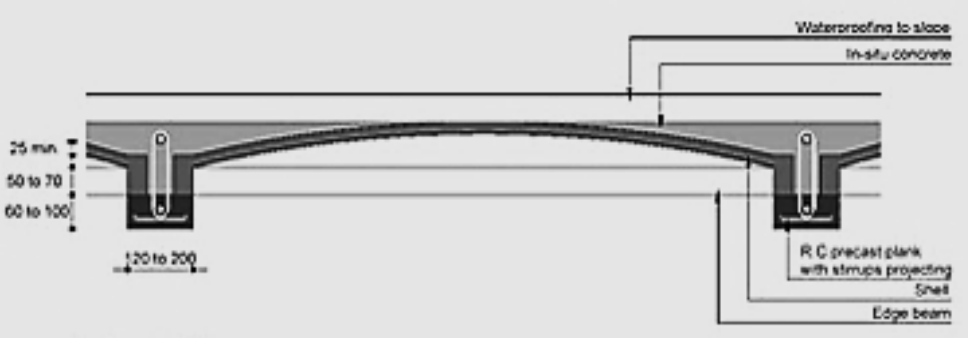
5.10.7 Precast RC funicular shell on partial precast joist.

The system consists of :

a) Partly precast joist with a rectangular section of 12-20 cm wide and 6-15 cm deep. Stirrups are projecting out so that the overall depth of joist with in-situ concrete becomes 21 cm to 25 cm, designed as composite Tee-beam.

b) Precast funicular shell roof units ranging between 70-100 cm, of 2.5 cm thickness and edge beam of 6-7x4-6cm.

c) In-situ concrete to level the slab surface.



Doshi, Balakrishna V., (1983), “Low cost housing: An analytical study of the current practices and techniques “, Ahmedabad, India.

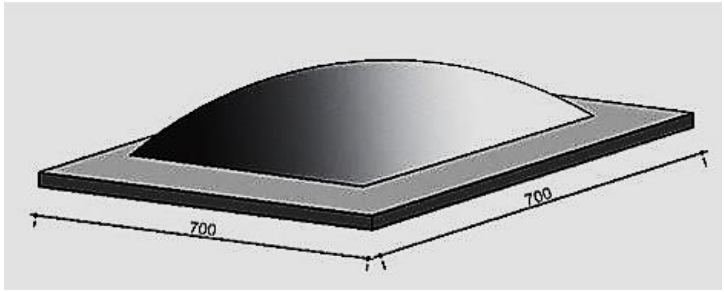
7.10.5 وحدات قشرية مقببة مربعة سابقة التجهيز، مع أعصاب سابقة التجهيز جزئيا.

يتكون النظام من الآتى:

أ) أعصاب سابقة التجهيز جزئيا، بإرتفاع 5-6 سم وعرض 12-20 سم ، مع كانات بارزة، لخلق كمرات بعمق 21-25 سم، بعد صب كامل السقف.

ب) وحدات مربعة مقببة من مونة الأسمنت بضلع 70-100 سم تحول إجهادات السقف إنشائيا إلى ضغط، بسمك 2.5 سم، والجوانب بقطاع 7-10 سم مسلحة بشبك سلك . يتم صب الوحدات على الأرض على قوالب تكرارية، ثم ترفع للسقف.

ج) خرسانة مصبوبة بالموقع أعلى السقف لملأ باقى الفراغ من الجير و الأسمنت . يوفر النظام حوالى 30% من التكلفة مقارنة بالسقف الخرسانى التقليدى.



الوحدات القشرية المقببة الجاهزة من الخرسانة

The system could be installed as one way slab or two way slab, using a grid of grid of in-situ RC beams (concrete ribs).

Construction process:

- Shells are casted on ground, using perimeter metal frame, with required dimensions.

- Shuttering of metal props is installed.

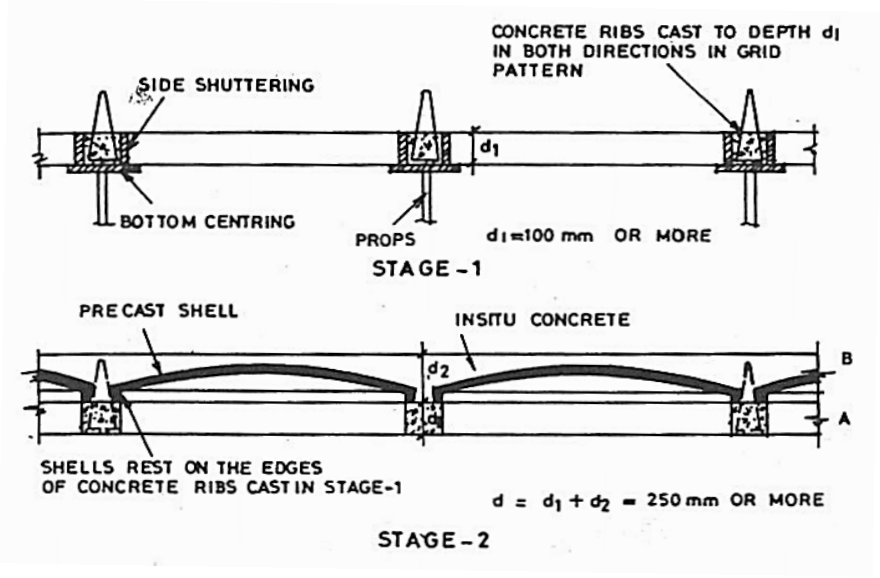
- Reinforcement bars are laid, while stirrups are projecting out .

- Concrete ribs cast to depth on both direction in the grid pattern

- Shells are laid over joists, forming valleys in between.

- In-situ concrete to level the slab surface.

النظام يمكن تنفيذه بطريقتين، أولا على اعصاب نصف جاهزه فى إتجاه واحد بعرض السقف، كما سبق شرحه. وفى حالة كبر الفراغ المعمارى، يمكن تنفيذه بأعصاب فى إتجاهين ، مماثلا لفكرة السقف الكوفر. حيث يتم عمل شدة خاصة من قوائم معدنيه، يوضع داخلها حديد التسليح مع بروز الكانات، تصب الخرسانة ثم ترص الوحدات المقببة بين الكمرات، لتصب خرسانة لتسوية السطح. وتتميز الأخيره، بكون الوحدات المقببة شدة دائمة.

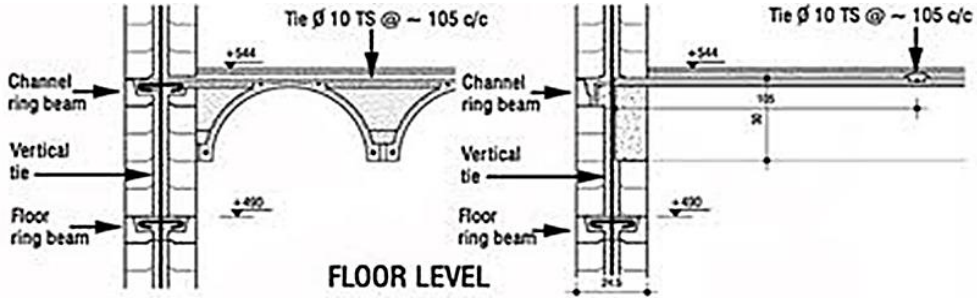


طريقتى تنفيذ الوحدات القشرية المقببة الجاهزة من الخرسانة

Doshi, Balakrishna V.,(1983) “Low cost housing: An analytical study of the current practices and techniques “, Ahmedabad.

5.10.8 Precast Ferro cement long shell roof

Ferro cement is a type of reinforced concrete typically 1 to 1.5 insh thick and can be cast into various profiles, using rich cement mortar and chicken mesh reinforcement. Channels can be made by casting over vaulted mold to achieve arch action. Channel are supported at its two ends over masonry or beams. The roof is constructed by placing the channels side by side. After the channels have been placed, the valleys in between are filled with partially concrete and partially brickbat concrete or lime concrete. Shells are 30 to 40% cost reduction on floor/roof unit over RCC slabs without compromising the strength.



8.10.5 وحدات قشرية طولية من الأسمنت الحديدى سابقة التجهيز

هى وحدات طولية مقببة من الأسمنت الحديدى «الفروسيمنت: طبقة رقيقة من المونه الخرسانية التى تسلح بشبك سلك والتى تشابه الشبك الممدد»، تحول إجهادات السقف إنشائيا إلى ضغط بسبب القبو المسلح بشبك سلك بسمك 3-4 سم، بينما قاعدة القبو يتم تسليحها بسيخ من كل جانب. يتم صب الوحدات على الأرض على قوالب تكرارية، ثم ترفع للسقف المطلوب. يتم رص القبوات بجوار بعضها مع ملأ أعمق نقطة بالمونة القوية ، ثم ملأ باقى الفراغ v بخرسانة الجير و الأسمنت.

توفر تلك القبوات من 30-40% من التكلفة مقارنة بالسقف الخرسانى الأفقى المصبوب بالموقع، ولكن يعيبها إرتفاع السقف و الفراغات التى يجب ملأها بخرسانه أو «بربقة» خفيفة.

Bhatt, Vikram, (1993), “Low cost technologies: Ferrocement and pour flush sanitation system”, Ahmedabad Vastu-Shilpa, India.

References:

المقاولون العرب (1983) الإدارة العامة للإستشارات الهندسية- إدارة الحصر والمراجعة- مقارنة بين أساليب التنفيذ المختلفة ص 17.

نبيل،خالد (1995) "نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية" رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة.

نبيل، خالد (2006) مسابقة أفكار تصميمية لأسقف وحدات سكنية، مشروع الإسكان المنخفض التكاليف بمدينة السادس من أكتوبر، غير منشورة، شركة اوراسكوم، القاهرة، مصر.

Ahmed, Khaled I. Nabil (2015) US patent , "Low cost roofing techniques", US08984841 B1

Bhatt, Vikram (1993), "Low cost technologies: Ferrocement and pour flush sanitation system", Ahmedabad Vastu-Shilpa, India.

Bhatt, Vikram (2015), "Housing a Billion" in "Minimum Cost Housing in Developing Countries, MCGill School of Architecture.

Building Materials & Technology Promotion Council, Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation, Government of India.

BMTPC; India low cost housing.

Central Building Research Institute (CBRI), India.

Chudley, R. & Greeno, R. (2005),"Construction technology", 4th Ed, Pearson.

Devalt (2011), "Construction Manual for Artisans & Mason", BMTPC, India.

Doshi, Balakrishna V., (1983), "Low cost housing: An analytical study of the current practices and techniques ", Ahmedabad Vastu-Shilpa.

Gupta, T. 7 Rai, mahon (2010), "Building Materials In India : 50 Years, BMTPC, India.

Nabil, khaled (2004), "Overview of the Saudi Housing Construction", Proceedings of Housing Symposium II, The High Commission for the Development of AR Riyadh, SA.

Nabil, khaled (2010), "Low Cost Roofs for self Build", Proceedings of The 8th International Architectural Conference of Assuit University, Egypt. In Arabic.

Nabil, khaled (2015),"Appropriate Building Technology & Sustainability", The Saudi International Conference for Building and Construction Technologies, KACST, Riyadh, SA.
RINKU TAUR & VIDYA DEVI T, (2009), "Low Cost Housing", ACSGE, BITS Pilani, India.
Standards and Specifications for Cost Effective Innovative Building Materials and Techniques." BMTPC, India.
Stulz & Mukerji (1993), "Appropriate Building Materials" SKAT, Switzerland, p10.
Structural Engineering Research Centre (SERC), India.

P.K.Adlakha and H.C.Puri, (2003), "Prefabrication Building Methodologies for Low Cost Housing", IE Journal, Vol 8, India.

Pardo, Jorge (1991), "The lifestyle 2000", NCMA, Virginia, USA.

Pardo, Jorge (1992) , "The improvement of the Lifestyle 2000", National Concrete Masonry Association, Virginia, USA.
http://postwarbuildingmaterials.be/material/prefab-floor-systems/
http://www.ballutblocks.com/t-beam_and_block_flooring.html
http://www.urbanconcreteltd.com/
http://forterra-jetfloor.co.uk/video/Jetfloor-video_new.webm
http://www.binishells.com/
https://www.youtube.com/watch?v=mkvc0stlq9o
http://newatlas.com/eco-friendly-binishell-dome-revival/33215
http://www.bmtpc.org/DataFiles/CMS/file/pick%20your%20construction.pdf
http://www.devalt.org/L3_pages.aspx?mid=2&sid=8

Chapter 6:

Integrated Building Systems

Construction methods are the procedures and techniques used during the building process, which vary according to structure system and building material. A building system refers to a certain building technique, which could be assembled from manufactured components.

الفصل السادس:

النظم البنائية المتكاملة

طريقة التشييد هى الإجراءات والتقنيات، المستخدمة خلال عملية البناء، والتى تختلف حسب نوعية الإنشاء ومواد البناء.
أما نظام البناء فهو تقنية محددة لمنشأ أو منتج، يتم تجميعه من وحدات قد تكون سابقة التجهيز، يبتكرها باحث أو مطور أو شركة لغرض تجارى.

INTEGRATED BUILDING SYSTEMS

Integrated Building Systems

النظم البنائية المتكاملة

Introduction

6.1 Insulated Concrete Forms: ICF Australia, SA.

6.2 Glass Fiber Reinforced Gypsum Panels: Hamann System, Australia, India, Saudi Arabia.

6.3 Inovatec™ : USA, InnoVida Egypt , SA.

6.4 NCT: Germany, Malaysia & SA.

6.5 Habitech International Building System: LOK BILD, Thailand, Asia.

6.6 ISB of Light Concrete: Hungary.

6.7 Galvanized Steel Frame: Marsoos, SA.

6.8 Shipping Containers: Texas, USA.

6.9 Shipping Containers: Denmark.

6.10 3D Printed Buildings: Win Sun, China.

مقدمة

1.6 قوالب الخرسانة المسلحة المعزولة ICF : أستراليا، المملكة العربية السعودية.

2.6 بانوهات الجبس المسلح بالألياف الزجاجية: نظام هامان، أستراليا - الهند - المملكة العربية السعودية.

3.6 إنوفيدا تك : الولايات المتحدة، إنوفيدا مصر، السعودية.

4.6 نظام NCT : ألمانيا - ماليزيا – السعودية.

5.6 نظام بناء هابيتك : لوك بيلد، تايلاند ، العالم.

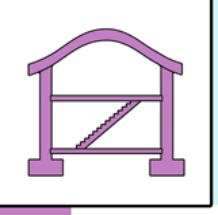
6.6 نظام أى إس بى للخرسانة الخفيفة،: المجر.

7.6 إطارات الحديد المجلفن للمبانى السكنية: «الحديد البارد» بالمملكة العربية السعودية.

8.6 تدويرحاويات الشحن: الولايات المتحدة.

9.6 تدويرحاويات الشحن: الدنمارك.

10.6 الطباعة الثلاثية للمبانى: وين سن الصين.



Introduction:

Integrated Building Systems includes all the building elements: walls, slabs, roofs and stairs. The idea is to provide a complete system, where elements are fit together in a modular “closed” coordinated system.

The following integrated systems were developed by research centers, inventors and construction companies, seeking lower building cost, by usage of developed building materials, speed, easy assembly and sustainability. While most of theses system are wall bearing structures -not flexible architecturally-, some used light skeleton steel structure and others applied recycled containers.

Actually, there many other systems around the world, which have similarities such as the Jordanian Building System #5, the Indian ZipBlock and the Malyaisan Myib, which all resembles Habitec of Thailand.

The chapter presents 10 building methods, appropriate to low-rise housing; using Insulated Concrete Forms, Glass Fiber reinforced composite panels, gas concrete, interlocking blocks, silicate lightweight components, galvanized cold drawn steel and finally 3D printing. 3D printing with special mortar, based on site soil, could build up to 5 floor apartment building with a reasonable cost in very short time.

مقدمة:

نظم البناء المتكاملة هى النظم التى تضم كل عناصر المنشأ، من حوائط وأسقف وسلالم، وقد تضم أساسات خاصة بالنظام.

الفكرة تعتمد على توفير نظام كامل متوافق موديوليا، لا يحتاج لعناصر اخرى خارجية (نظام بناء مغلق).. قام بإختراع وتطوير هذه النظم مراكز بحوث ومخترعين وشركات بناء، لخفض التكلفة، وسرعة وسهولة الانشاء والتجميع، بإستخدام بعض مواد البناء المطوره التى قد تحقق الإستدامة أيضا، وبالتالى فإنه يعتمد على الشركات الموردة للنظام. تعتمد معظم النظم المتكاملة الوارده هنا على الحوائط الحاملة -حسب المعايير السابقة بالفصل الثانى-، بينما بعضها هيكلى من الحديد المجلفن، والبعض يعيد تدوير حاويات الشحن المستعملة.

الفصل يعرض 10نظم مناسبة للإسكان المنخفض الإرتفاع، مع مناسبة البعض للأبراج السكنية، وقد تم إستبعاد كل النظم التى لا تتوفر موادها بمنطقتنا الحارة، أو التى تعتمد على المعدات الثقيلة كنظم سبق التجهيز الخرسانية المتكاملة. ويجدر الإشارة إلى إنه يوجد العديد من نظم البناء المتشابه عالميا، والتى تعتمد على نفس الفكرة الإنشائية، كنظام البناء رقم 5 الأردنى و الزيبلوك الهندى، و ماى بى الماليزى (MyIB) اللذين يتشابهون مع هابيتك التايلاندى.

تتنوع النظم ما بين إستخدام قوالب الخرسانة المسلحة المعزولة ICF، بانوهات الجبس المسلح بالألياف الزجاجية، الواح جاهزة إنشائية من الألياف المركبة، البلوكات المعشقة مع وحدات سقف طولية جاهزة، الخرسانة الرملية الخفيفة السيبوركس، إطارات الحديد المجلفن «الحديد البارد»، و حاويات الشحن المعادة التدوير.

وينتهى الفصل بأحدث نظم البناء وهو الطباعة الثلاثية الأبعاد، التى تطورت تقنيتها من صنع النماذج الصغيرة المقياس، إلى البناء الفعلى بمقياس 1:1. فعن طريق خلط مونة الموقع بمواد لاصقة خاصة، يتم بثق المواد عبر ذراع يتوسط موقع البناء كما الحبر على الورق. وقد أمكن فى الصين بناء خمسة أدوار فى وقت قياسى، مع خفض التكلفة.

6.1 Insulated Concrete Forms: ICF Australia, SA

ICF is a system of formwork for RC usually made with a rigid thermal insulation : expanded polystyrene insulation (EPS) that stays in place as a permanent interior and exterior substrate for walls, floors, and roofs. The forms are dry-stacked and filled with concrete. Units lock together like Lego bricks and create a form for the structural walls or floors of a building.

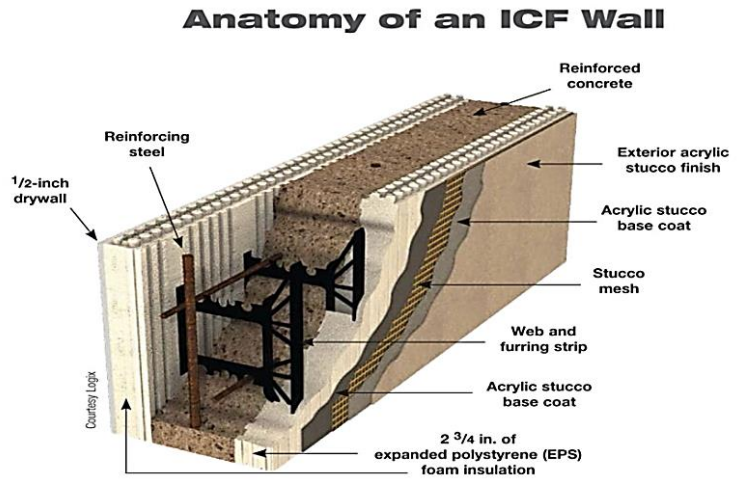
The system was originally invented in Germany, then applied in Australia by ZEGO and spread to the rest of the world -20 companies in USA- with varied cost according to region & finishes.

http://zego.com.au/
https://en.wikipedia.org/wiki/Insulating_concrete_form

1.6 قوالب الخرسانة المسلحة المعزولة ICF :
أستراليا، المملكة العربية السعودية

هى شدة دائمة لصب الخرسانة المسلحة من مادة خفيفة وعازلة كالبولى ستيرين، تجمع كألواح من طبقتين بينهما فراغ لتعمل كحوائط ووحدات طولية للسقف، يوضع حديد التسليح داخلها، ليتم صب الخرسانة كحوائط حامله مسلحة معزولة. طبق بعدد من دول العالم لمميزاته، حيث تستخدم فيه ألواح البوليسترين المصبوبة بإشكال متداخلة خاصة بلا مونه، والتى يتم تجميعها بقطع بلاستيكية بنفس نظرية الليجو.

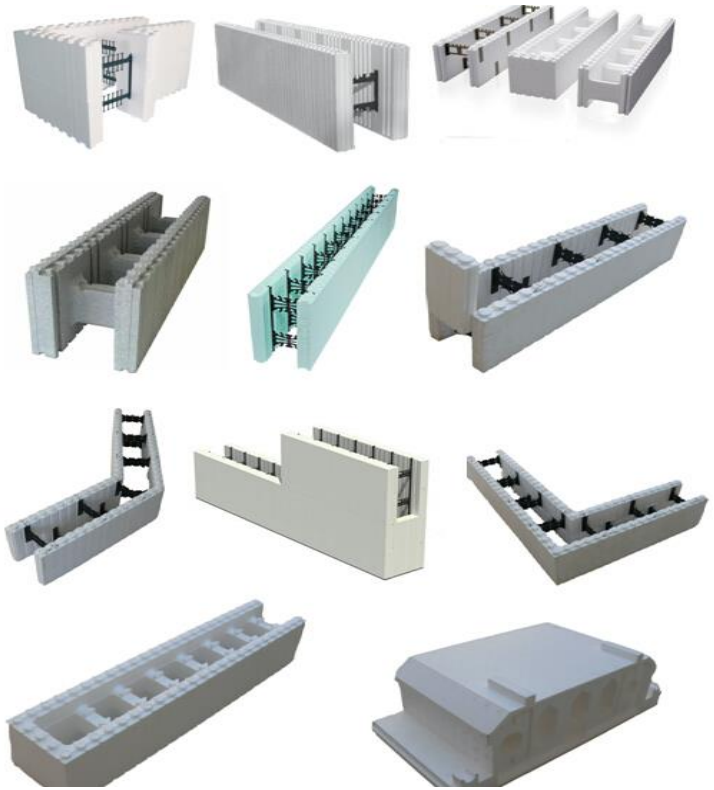
تم إبتكار النظام فى المانيا، وطبق باستراليا ثم بالسعودية، كما تستخدمه حوالى 20 شركة بامريكا، لمزاياه مقارنة بالبناء الخشبى التقليدى هناك. تتباين تكلفته، حسب البناء التقليدى بالمنطقة، ونوعية التشطيب.



www.icfs-ksa.wix.com/icfs

System elements (ICF-KSA) :

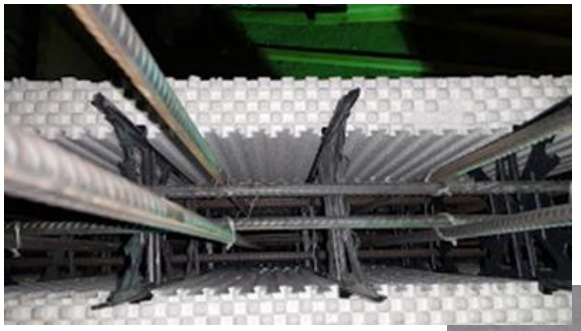
- -CF wall boards, assembled in different shapes.
- -Plastic webs.
- -Reinforcement.
- -Floor blocks.

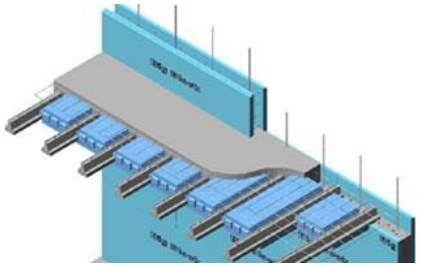


https://en.wikipedia.org/wiki/Insulating_concrete_form

مكونات النظام (ICF-KSA):

- ألواح الحائط من ICF ، بوليستيرين عرض 6.5 سم يتم تجميعها حسب التصميم بإشكال متنوعه حسب الصورة.
- مشابك بلاستيكية، تربط الألواح، ويوضع عليها حديد التسليح.
- حديد التسليح ثم صب الخرسانة مصبوبة داخل فرم ICF.
- بلوكات السقف، يتم ترصيصها فى خطوط طولية بينها اعصاب مسلحة مماثلة للأسقف الهوردى.





www.icfs-ksa.wix.com/icfs

ICF specifications; ZEGO HomeFORM, Australia

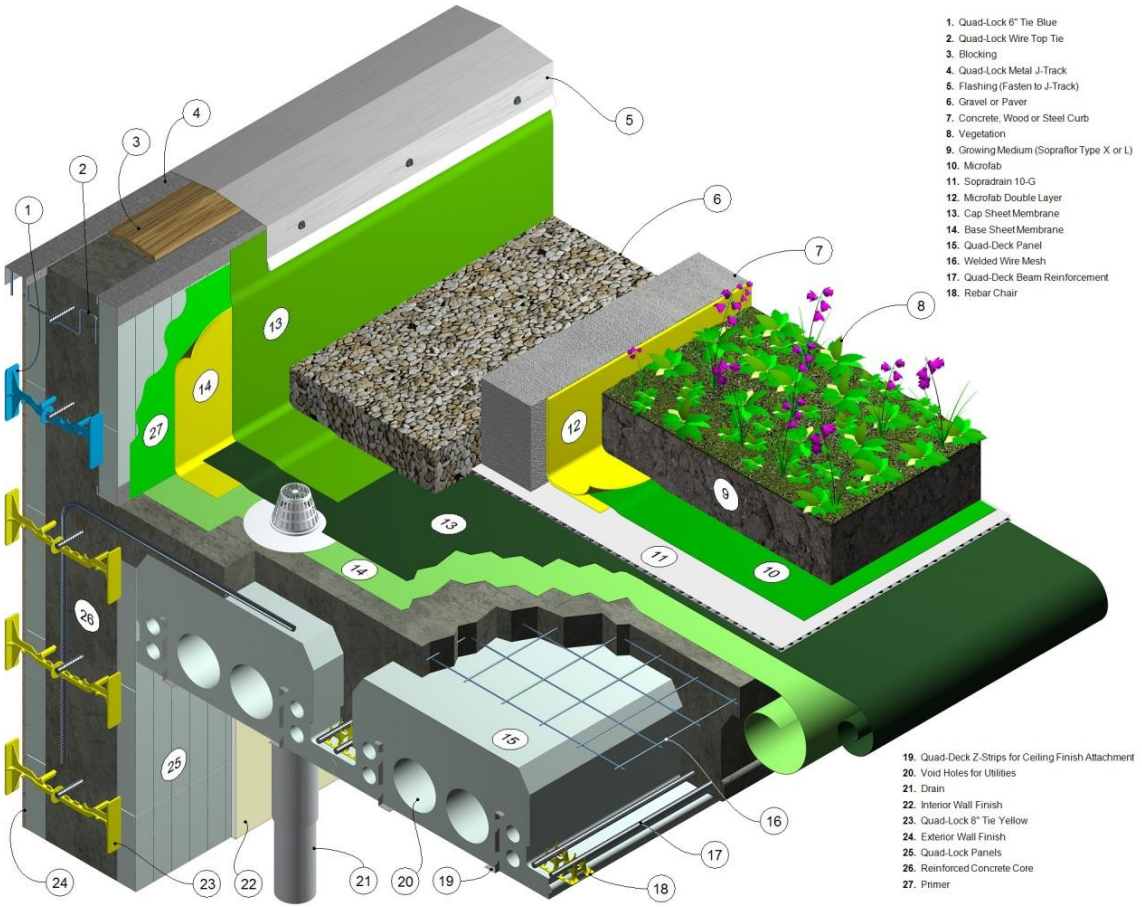
المواصفات الفنية لنظام icfs-ksa «زيجو الأسترالى» للمبانى السكنية

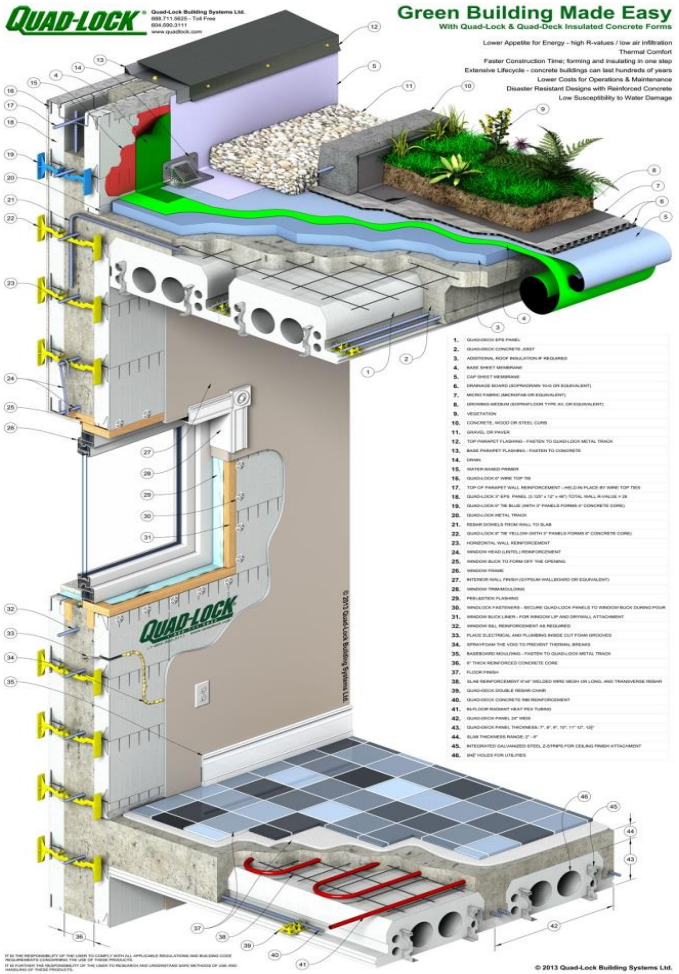
Domestic HomeFORMS ICFs Usage Chart	ZEGO Series	Effective Size mm			Insulating Thickness	Concrete			As a Retaining Wall
		Width	Length	Height		Thickness	m^3/m^2	m^2/m^3	
Internal non-loadbearing walls	100 Series	100	1147	300	100mm	N/A	N/A	N/A	N/A
Two storey External & Internal walls with timber first floor.	150 Series	143	1195	300	33 x 2 = 66mm	80mm	0.0662	15.1	up to 1.2
Three Story above ground suspended concrete slabs or timber floor.	200 Series	190	1195	300	45 x 2 = 90mm	100mm	0.0833	12.0	up to 2.1
Basement, Retaining walls, Water tanks, pools.	250 Series	238	1195	300	45 x 2 = 90mm	150mm	0.1245	8.0	above 2.1

http://zego.com.au/domestic/

ICF details of green architecture (QUAD-LOCK)

تفاصيل إستعمال ICF للعمارة الخضراء (QUAD-LOCK)





http://www.quadlock.com/images/insulated_concrete_forms/insulated-concrete-building-envelope.jpg

The building process:

It is similar to installing reinforced interlock concrete retaining walls, with the difference that ICF is lightweight. After laying first two or three courses, reinforcement is inserted within the blocks as design. Pouring concrete is done in phases according to wall height. Roof installation is similar to in-situ joist-block. The process could be seen in the opposite link.

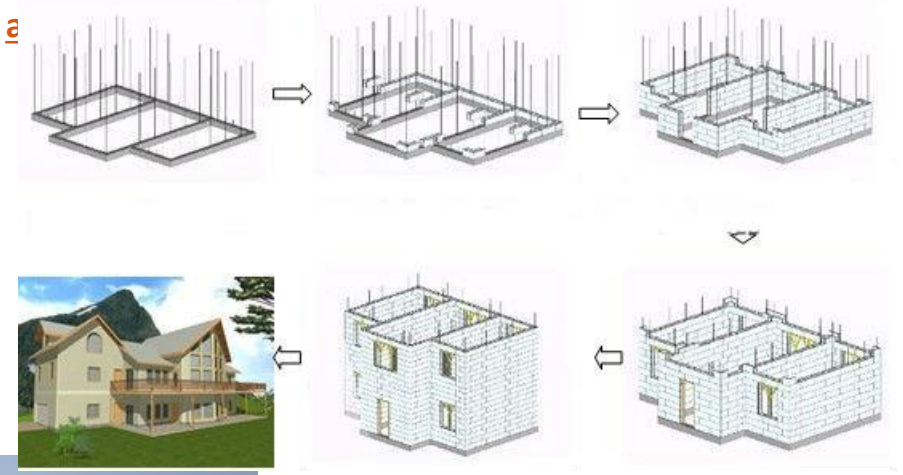
ICF construction concept is great in seismic and hurricane-prone areas. It provides strength, durability, excellent sound insulation and airtightness. ICF construction is ideal in mixed climates with significant daily temperature variations, but falls short in cold climates.

عملية البناء:

يتم عمل أساسات شريطية، ثم رص مماثل للحوائط الساندة من البلوكات الخرسانية المسلحة بأسياخ الحديد. الأسقف من وحدات ICF مماثلة للسقف الهوردى، التى تغطى بطبقة خرسانة مسلحة.

يمكن مشاهدتها فى العرض :

https://prezi.com/uys5tkz6hqql/icfs/?utm_campaign=sh



http://icfs-ksa.blogspot.com/2015/12/insulated-concrete-forms-icfs.html

System Advantages (ICF, SA 2015):

- Strength, ICF create a monolithic structure, typically four times stronger than blocks or brick.
- Speed; build up to 5m² of wall area per man hour
- Easy installation, no shuttering and semi-skilled concrete labor.
- High thermal resistance (R-value) typically above 3 K·m²/W.
- Less than 3 m³/h.m² air changes per hour usually achieved.
- Acoustical insulation (50dB normal).
- Fire rating of up to 3 hours.
- Certified as a green building system, 44 points.

Disadvantages:

- RC wall bearing doesn't provide flexible spaces.
- It is proven to be of the same cost of traditional RC skeleton structures. However it has saved 50% of construction time.

"Types of ICF". The Expanded PolyStyrene – Industry Alliance. Retrieved 2014-07-12

مميزات النظام (ICF, SA 2015) :

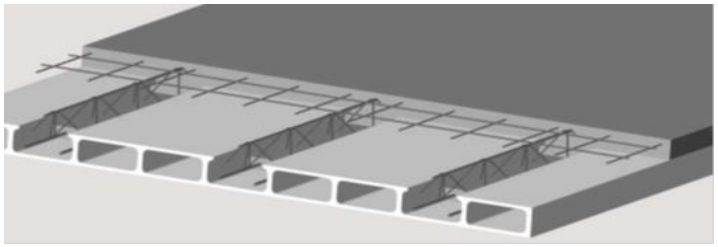
- القوة الإنشائية، حيث يعمل المبنى كمنشأ خرسانى واحد بما يعادل قوة الحوائط الطوب 4 مرات، مما يسمح بالبناء حتى 10 ادوار.
- سرعة التنفيذ ، مع إستخدام الأعصاب الخرسانية الجاهزة بالأسقف.
- سهل التركيب نتيجة الإستغناء عن السقالة والشدات.
- عدم الحاجة لعمالة ماهرة فى مجال صب الخرسانة التقليدى.
- سهولة القطع وإستواء الأسطح يسهل ويسرع من الاعمال الكهربائية والدهان والتشطيبات.
- العزل الحراري. يصل معامل العزل الحراري لها من 0.32 الي 0.22 ,بينما المطلوب حسب اشتراطات البناء حاليا 0.53 بالمملكة.
- العزل الصوتي للحوائط 51 دسيبل.
- تخفيض الإستهلاك للطاقة الكهربائية للتبريد بحوالى 50%.
- مقاوم للزلازل والرياح، حيث المبنى يعتبر كتلة واحدة متماسكة.
- النظام مصنف عالميا من انظمة البناء الخضراء LEED 44

عيوب النظام:

- الحوائط الخرسانية الحاملة تنتج فراغات غير مرنة معماريا.
- لم يخفض التكلفة مقارنة بالبناء الهيكلى التقليدى، ولكنه وفر نصف وقت التشييد (مقابلة شخصية مع المنفذين).

6.2 Glass Fiber Reinforced Gypsum Panels: Hamann System: Australia, India, Saudi Arabia

This system was developed in Australia in the early 1990s and subsequently adopted by India and other countries. Hamann wall is a prefabricated load bearing building system suitable for 8 floors structures. Walls are prefabricated from large glass fiber reinforced gypsum panels with hollow cores (GFRG). GFRG panels are used as walls and slabs. It is based on 124 mm thick wall panels, created by two 13 mm thick sheets, spaced apart by web members, manufactured 12 x 3 meters. The hollow sections can accommodate building services, thermal insulation or filled with concrete. Floors are permanent panels covered with RC toping.



http://rapidwallksa.com/

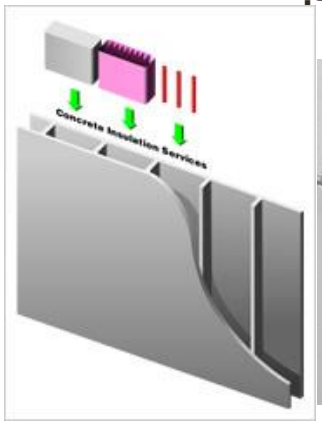
2.6 بانوهات الجبس المسلح بالألياف الزجاجية

نظام هامان : أستراليا - الهند - المملكة العربية السعودية

طور النظام فى أستراليا ببداية التسعينات، ثم إستخدم بعدة دول لاحقا بأسيا كالهند، بعد إختباره وتحقيقه لعدة مميزات، فأنشئ مصنع بالمملكة. هو عبارة عن بانوهات من الجبس المقوى بالألياف سابقة التصنيع، تنتج الألواح بسمك 124 مم وطول 12 وعرض 3 متر، ثم تحول لساندوتش بانل، ترتبط بعوارض وتغلق من الحواف بقطاعات الصاج المجلفن.

المبادئ العامة للنظام (rapidwallksa) :

يعمل النظام إنشائيا كحوائط حاملة، يمكن البناء بها حتى 8 أدوار بعد ملأها بالخرسانة كشدة دائمة. الفراغات الداخلية تستخدم فى التمديدات، والعزل الحرارى. يتم تسليح الزوايا لربط الحوائط والأسقف. التى تستخدم البانوهات بعد تحويلها لشدة دائمة، يوضع داخلها حديد التسليح بما يشابه البلوكات المفرغة (الهوردى). كما فى الرسومات.



Specifications :

المواصفات الفنية

Specifications	Unfilled	Filled with concrete
Weight (124mm Hamannwall	44 kg/m²	250 kg/m²
Thermal insulation	Single panel R : 0.36	2 panels filled : R (m2 K/W) : 0.6
Sound rating (Rw)	48 dB	54 dB
Fire Rating	1 hour	4 hours*
Ultimate Design Bending Capacity	Ø x 2.5 kNm/metre width	Ø x 22.7 kNm/metre width
Load Bearing Capacity	100kN/m - 2 Stories residential	870kN/M filled with 20Mpa concrete - 8 stories (Typically)
Void volume / M2	86 liters / m²	N.A.
Horizontal shear strength	50kN/m	T.B.A.
Axial Load capacity / compressive strength	160kN/m	T.B.A.
Water Absorption	Less than 5% after 24 hours immersion	N.A.

http://rapidwallksa.com/

The building process:

- Panels are prefabricated & cut in the factory to specifications (maximum tolerance of 5 mm).
- After raft Foundations, c channels are laid to guide the panels. Bars are inserted to connect the walls.
- Wall Panels are lowered into position using a small crane and supported by props until completed.
- Cavities are used for services; plumbing and electrical conduits.
- The formed cells can be filled with insulation for increased thermal performance or with concrete.
- Roof panels are fixed by using a simple tie down system, reinforcing & concrete toping are laid.
- Smooth panels allow paints and traditional finishing.

عملية البناء :

- بعد تصميم المبنى يتولى المكتب الفنى للشركة المنتجة تحويل التصميم المعمارى إلى رسومات تنفيذية، وتوظيف النظام إنشائيا.
- تصنع الحوائط والأسقف بالمصنع، وتنقل للموقع.
- يتم عمل أساسات لبشة من الخرسانة المسلحة، ووضع مجارى معدنية مكان الحوائط لتثبيت البانوهات بها، مع زرعها بأسياخ حديد -أشاير- بطول الحوائط كل 1متر، لربطها بالأساسات.
- ترص الحوائط فى المجارى المعدنية مع الأشاير فى الفراغات.
- يتم سند الحوائط مؤقتا، مع وضع تمديدات الماء و الكهرباء.
- تصب الخرسانة داخل فراغات الحوائط.
- وضع تسليح وأشاير بنهاية الحوائط لربطها بالأسقف.
- وضع بانوهات وتسليح الأسقف (حسب الصور المرفقة).
- صب خرسانة السقف، وتكرار العملية حتى السقف الأخير.
- تشطيب المبنى بالدهانات لنعومة الأسطح، مع التشطيبات الأخرى.

http://rapidwallksa.com/

System advantages :

- Savings in embodied energy - 66% for domestic buildings 40% for commercial (not verified).
- Lightweight at only 42kg per m2.
- Rapid construction.
- Resistant to earthquakes, cyclones, fire and better sound insulation than traditional blocks.
- Have the ability to be recycled.
- Clean and dry system; no need for plastering.
- No floor shuttering, just temporary probes

Disadvantages :

- Prefabrication requirements ; technology, factory, transportation, cranes, skilled labor.
- Floors require reinforcement similar to hollow-block; RC toping.

Although the system haven't reduced cost in Saudi Arabia, compared to traditional RC skeleton structure, but it has saved about 30% of construction time, including finishes.
Comparison Between Rapidwall & Conventional Construction in India in opposite link:

مميزات النظام :

- خفض كبير فى الطاقة المستخدمة فى مراحل العملية البنائية.
- خفة الوزن : 42 كجم للمتر المسطح (بدون الخرسانة).
- سرعة وجفاف العملية البنائية دون فضلات تذكر بالموقع.
- مقاوم للزلازل والأعاصير والحريق وأفضل فى العزل الحرارى.
- يمكن إعادة إستخدامه فى حالة عدم ملؤه بالخرسانة.
- لا يحتاج شدات للسقف، بل صلب مؤقت.

العيوب :

- متطلبات سبق التجهيز من التصنيع والنقل و الخبرة..
- تسليح الأسقف يماثل تسليح اسقف البلوكات الهوردى.
- لم يحقق النظام وفرا بالتكلفة بالمملكة العربية السعودية، ولكن وفرا بالوقت حوالى 30%. فى حين أن مقارنة التكلفة مع الطريقة التقليدية بالهند حققت وفرا بالحديد و الأسمنت فى الرابط اللاحق:

http://rapidwallksa.com/

6.3 Inovatec™: USA, InnoVida Egypt, SA

InnoVida K.S. is originally called Inovatec™, is a partnership between Egyptian & Saudi building company. It is an advanced Fiber Composite Panel (InovatecPanel™), which is a modular, pre-engineered composite structural panel system.

It uses several panels designed according to its function along with warrantable building shells, infill walls, floors, beams, columns and roofs.

The strength of the InovatecPanel™ system goes to the combination of epoxy resin and a blend of multi-axis fiber fabric, which connect each side of the panel. Properties are in the following link. The construction is an assembly process generating a minimum of waste.

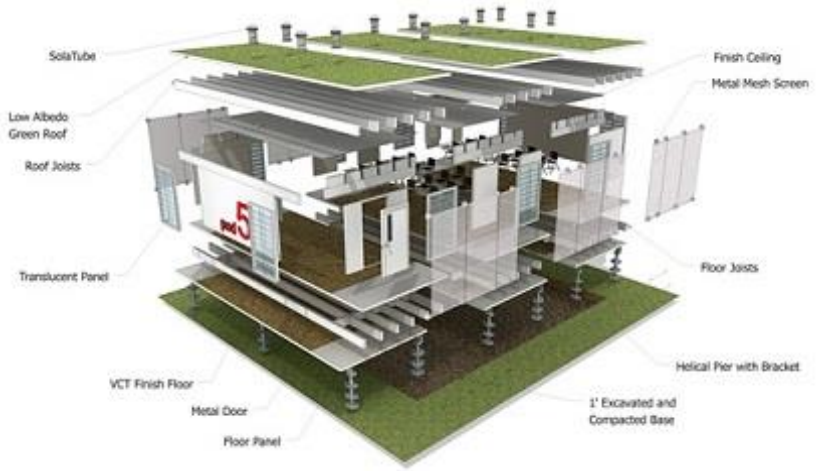
http://www.innovida.com/default.asp

3.6 إنوفيدا تك : الولايات المتحدة

إنوفيدا مصر - السعودية

إنوفيداتك تقنيه امريكية تنتشر بعدد من دول العالم، تأسست بشراكه مصريه سعودية، وسميت بشركة InnoVida K.S. هى ألواح جاهزة إنشائية تصنع من الألياف المركبة بمادة لاصقة، مع قلب من البولى ستيرين العازل، كالقواطيع المضغوطة (سانويتش بانلز). يمكن تصنيع عدة ألواح مختلفة تستخدم فى الحوائط والأسقف و الأعمدة والكمرات. ترجع قوتها للصق الأيبوكسى ونسيج الألياف المتعدد المحاور الذى يعطيها طبيعتها الإنشائية. الخواص فى الرابط التالى (innovida.com) :

عناصر النظام :



http://www.adslgate.com/dsl/showthread.php?t=164450
http://www.innovida.com/system_fcse_properties.asp

The building process:

-The prefabricated building elements are delivered to site numbered as a kit of a part.

-Foundations are executed as a raft foundation.

-The process starts with the installation of 2 walls, usually on a corner of the building, then the process develops following a spiral clockwise sequence.

-The bonding is done over the entire length of two adjacent elements; bonding principle of composite laminates can be compared to welded metal sheets.

-After assembling the structure, the building is equipped with installations and finished like conventional buildings

عملية البناء (بترتيب الصور من اليمين لليسار):

- يتم عمل الأساسات كفرشة من الخرسانة العادية أو المسلحة للإرتفاع.
- تثبت مجارى حديد مجلفن مكان الحوائط (كبادى).
- تستخدم الألواح كحوائط حاملة يتم تثبيتها فى المجارى الحديدية.
- الأسقف عبارة عن كمرات جاهزة من نفس المادة بإعماق حسب البحر (لا تقل عن 40 سم) ثم يوضع فوقها السقف كالواح بعرض 2.2 م.
- تعالج لحامات الألواح بمادة مخصوصة، ثم تدهن.
- يمكن قص الألواح وعمل تمديدات الكهرباء والمياه بسهولة.

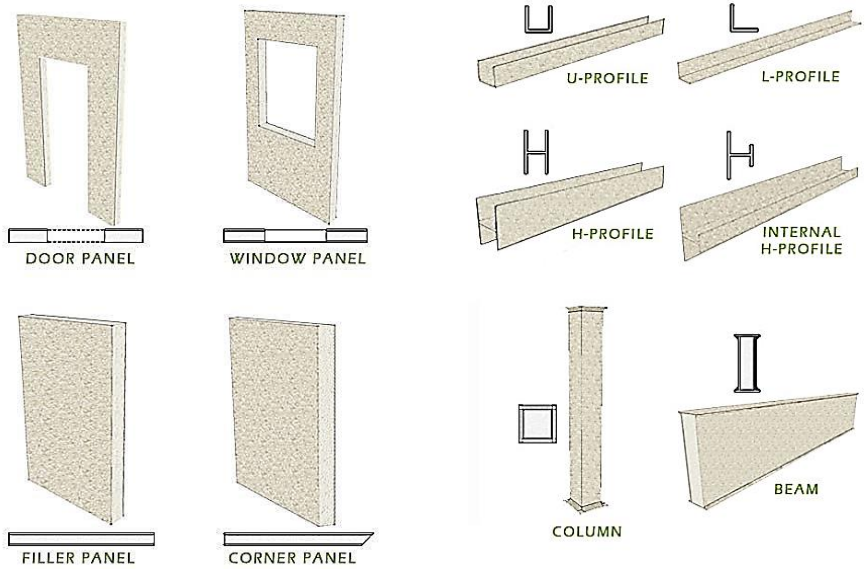
http://www.innovida.com/system_construction_process.asp
https://www.youtube.com/watch?v=zYU7XB44yz4

InnoVida K.S. advantages :

- Speed of construction, assemble quickly and easily.
- Does not require heavy equipment, minimal labor.
- Wind, Fire, Earthquake , acoustical & thermal efficient
- Lower in cost between 30-40%, according to company.
- No need for traditional finishing materials, e.g. plaster.

Disadvantages :

- Limited height of 2 floors.
- Cost saving isn't accredited by dependent study.

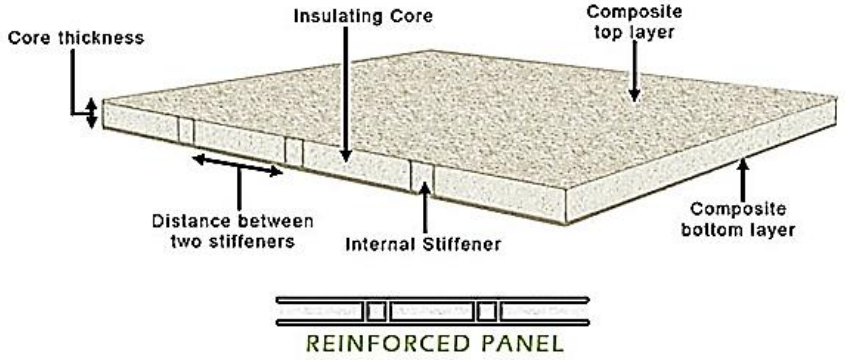


http://www.adslgate.com/dsl/showthread.php?t=164450
http://www.innovida.com/technology_inovatec_panels.asp

مميزات النظام (InnoVida K.S):

- سريعة البناء، مساحة 400 مترا يستغرق بناؤها 15 يوما.
- لا تحتاج معدات ثقيلة، أو عمالة ماهرة كثيرة.
- خفة الوزن والعزل الحرارى الذى يلائم الطقس الحار.
- عازلة الصوت حتى 28 ديسيبل.
- يمكن بناؤها دورين (الشركة السعودية تنوى بناء 4 أدوار)
- مقاومة للحريق والأعاصير حتى 300 كم /س.
- تنخفض تكاليف البناء بنسبة ما بين 30- 40 % مع إستبعاد الاسمنت والحديد والأخشاب فى البناء التقليدى (طبقا للشركة).

عيوب النظام : غير معروفة، حيث لم يبن إلا دورين.



مكونات النظام

6.4 NCT: Germany, Malaysia & SA.

It has been used in the building industry in 40 different countries. NCT AL NASHI ALEX SDN BHD is mortar + foam like ordinary concrete. The only difference is that it does not use coarse aggregate, but instead, uses pre-formed foam.

The company produces foaming agent, provides machines, training and technology. NCT is energy efficient lightweight concrete casting in place, or precast in factory, with a reusable modular formwork for building up to 12m.

Its application in Malaysia shows about 40% cost reduction compared to traditional method . It has been used in Emirates, Saudi Arabia & Egypt.

4.6 نظام NCT : ألمانيا - ماليزيا – السعودية.

طورت وأستخدمت تلك التقنية فى 40 دولة لمميزاتها من خفة الوزن والعزل الحرارى الذى يلائم الطقس الحار في المملكة. هى عبارة عن مادة رغوية خفيفة تضاف للمونه لإنتاج الخرسانة الخفيفة، يمكن صبها فى قوالب خاصة إما بالمصنع ثم نقلها أو بالموقع. وتنتج الشركة الاصلية المادة الرغوية، والمعدات وتقدم التدريب المطلوب.

يمكن إستخدامها في مبان ترتفع حتى 12م. تنخفض تكاليف البناء بنسبة ما بين 30- 40 % طبقا لتكرار الإنتاج وحجم المشروع. فتكلفة بناء منزل منخفض التكاليف ما بين 12000 - 13000 دولار ماليزي (2012) . الشركة سعودية بشراكة ماليزية، تنفذ تكنولوجيا المانية، وقامت بتطبيق النظام فى الإمارات و القاهرة الجديدة. ولا توجد معلومات عن المشاكل أو دراسة مقارنة للتنفيذ.

https://almelany.wordpress.com

http://www.al-nct.com/generator.php

http://www.alnct.com/?q=node/35

NCT innovative lightweight concrete can be casted to any require size & densities ranging form 600 kg/m3 to 1600 kg/m3. LEGO type block panel in which a steel bar (BRC) as well as wiring conduit or water pipe can be inserted and fill again with lightweight concrete to make a very strong load bearing wall or retaining wall. Lightweight panels as thin as 25 mm thickness and mix with pigments can make decorative colored products.

BRC; welded wire mesh made from cold drawn wire provides proper distribution of steel reinforcing throughout the concrete slab. This type of reinforcement distributes load stresses widely and equally throughout the concrete slab.

http://www.brc.com.sa/steel/Wire_Mesh.html

يمكن صب هذه الخرسانة فى أية قوالب بأحجام وكثافات مختلفة ما بين 600كجم/م إلى 1600كجم/م حسب المطلوب. ولتجانسها- مع عدم وجود الركام- يمكن عمل بلوكات معشقة، وتسليح البلاطات الكبيرة بإجهادات ضغط ما بين 1 MPa to 30 Mpa . ,ولطبيعتها الرغوية فإنها عازلة للصوت، ويمكن قصها وعمل تمديدات الكهرباء والمياه بسهولة، كما يمكن تلوين المونه بصبغيات وتشطيب الأسطح لتبدو كالحجر.

https://almelany.wordpress.com

The building process (NCT):

- Clearing, leveling and compacting of foundation.
- Assembly of nominal two way reinforcement (BRC) with a few dowels projecting along the walls.
- Foundation pouring of lightweight concrete in 1800 kg/cu.m to wall base area and 1600 kg/cu.m to internal and external foundation.
- Assembly of floor's height wall forms.
- Fixing door/window frames in position, relevant embedded service lines for electricity, water.
- Pouring in-situ Lightweight Concrete in density range of 1,400-1,600 kg/cu.m.
- De-molding of shuttering after hardening of concrete the following day and restart the same procedure for next cast.
- Traditional finishes (no plaster needed).

عملية البناء في حالة الإنشاء بالموقع:

- تنظيف وتسوية ودك ووضع فرم الأساسات.
- تركيب أسياخ التسليح في اتجاهين من شبك الحديد المسحوب على البارد BRCمع إبراز عدد قليل من الأسياخ كأشاير.
- يتم صب الخرسانة الخفيفة في الأساسات بكثافة 1800 كجم/م3 لمنطقة قاعدة الجدران و بكثافة 1600 كجم/م3 للأساس.
- تثبيت القوالب بجوار بعضها لتركيب شدات الجدران.
- تثبيت إطارات الأبواب والشبابيك في موضعها وكذلك خطوط خدمات الكهرباء والمياه والمعدات مثل صناديق الكهرباء.
- صب الخرسانة الخفيفة المجهزة في الموقع بكثافة تتراوح ما بين 1400-1600 كجم/م3 داخل شدة الحوائط.
- إزالة الشدات بعد أن يتم تماسك الخرسانة في اليوم التالي ثم تكرار الأعمال بالنسبة لعملية الصب التالية. تركيب وحدات السقف، وإستكمال التشطيب، مع الدهانات المباشرة.

http://www.alnct.com/?q=node/50
http://www.al-nct.com/about.php

Advantages of NCT (alnct.com):

- Thermal insulation of up to 5 times of PC.
- Lightweight, reduces the dead weight.
- Speed, with multiple cast.
- Can be manufactured to precise specifications of strength and densities, taking any form.
- Excellent workability.
- Sound insulation.
- Could be finished like all traditional surface finishes; paint, tiles, carpets etc. ;
- Fire resistant.
- Compressive strength of 20 MPa has been achieved adding fibers, with a 1600 kg /m3 density.

Disadvantages:

- Cost saving isn't accredited by dependent study.
- NCT manufacturing requires skilled labor.

مميزات NCT (alnct.com):

- العزل الحراري 5 اضعاف الخرسانة العادية مما يسمح بالتقليل من نفقات التدفئة و التكييف بنسبة 20-30 ٪.
- خفة الوزن فكثافة الخرسانة الرغوية ما بين 250 إلى 1800 كجم/م3، مما يخفف أحمال المبنى ويقلل الأساسات.
- سرعة البناء والتركيب مع الإستخدام المتعدد لقوالب الصب.
- سهولة التشكيل فى أى قوالب، مع سهولة القطع للتوصيلات وفتحات الأسلاك الكهربائية، والأنابيب.
- العزل الصوتى.
- صديقة للبيئة، حيث انها تحتل المرتبة الثانية فقط بعد الخشب.
- مقاومة الحريق، فحائط ذو سمك يتراوح ما بين 13-14 سم له قدرة على مقاومة الحرائق تصل إلى 5 ساعات.
- مقاومة الإنضغاط بمتوسط 2.86 MPa بكثافة 650 كجم/م3. يمكن الحصول على مقاومة انضغاط تزيد على 20 MPa مع إضافة الألياف القصيرة وشبكات صلب التسليح.

عيوب النظام :

- لم يثبت خفض التكلفة بدراسة مقارنة محايدة.
- إنتاج الخرسانة بتقنية NCT يحتاج إلى عمالة متخصصة.
- الصب يحتاج شدات.

http://www.alnct.com/?q=node/50
http://www.al-nct.com/about.php

6.5 Habitech International Building System: LOK BILD, Thailand, Asia

The Habitec international building system is a development of the LOK BILD system, designed in early 1980 by Prof. Bruce Etherington, as a housing solution to the squatters of Manila .

The system was developed in the School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology at Bangkok. It depends on using sub-soil and manual press to produce interlocking blocks.

Its success has led Bernard Lefebvre -an earlier colleague of Bruce- who turned it into an International business with the name of Habitec. It was applied for low cost housing projects, resorts, schools & offices in 22 countries.The system is partially prefabricated modular components, concrete based elements that can easily be built without heavy equipment. Components are: soil-cement interlocking blocks, concrete joists for floors and flat roofs structure, concrete window and door frames, roofing tiles, staircases elements. It was used in a self-build project of 202 row house in Bangkok 1982 (Nabil, Kh 1995).

5.6 نظام بناء هابيتك : لوك بيلد تايلاند، العالم

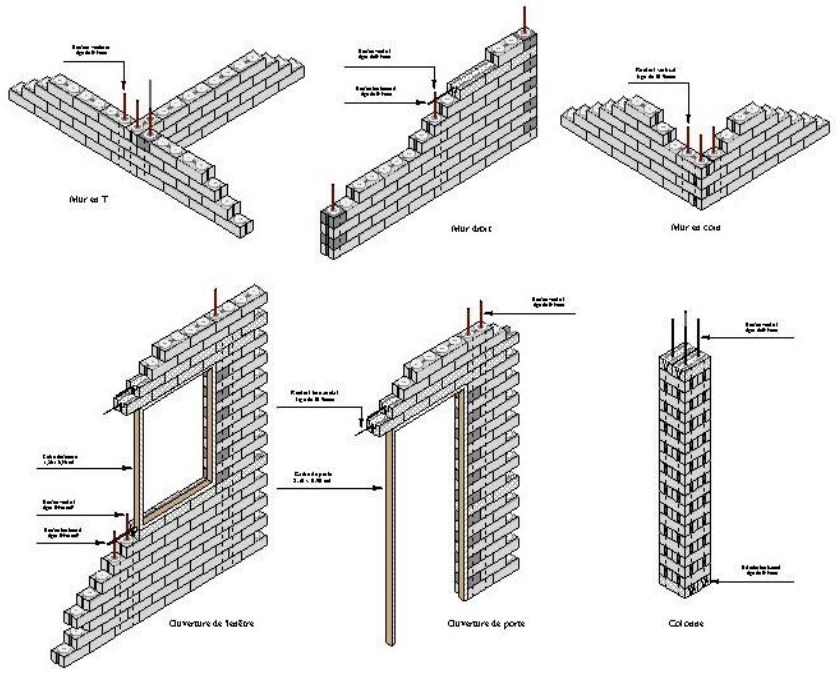
تطور نظام هابيتك عدة مرات، بدءا من نظام اللوك بيلد الذى إبتكره بروفيسور بروس إثرنجتون الكندى الذى عمل بمعهد التكنولوجيا الأسيوى ببانجوك فى أوائل التمانينات. حيث طلب منه المجتمع المحلى تطوير نظام بناء آمن، وسهل التنفيذ وإقتصادى بدلا من أكواخ العشوائيات بمانيلا (مقابلة شخصيه مع إثرنجتون فى هاواى 1992). وبحث عدة أفكار ودرس المواد المتاحة، وإستلهم فكرة حسن فتحى فى البناء للنفس بمواد الموقع، فصمم نظاما من البلوكات المعشقة -كالليجو- التى يتم كبسها فى ماكينات يدوية من التربة المثبته بنسب بسيطة من الأسمنت، حسب نوعية التربة الغير سطحية بالموقع.

النظام يعتبر سابق التجهيز جزئيا، حيث يضم عدة مكونات : بلوكات الحوائط الحاملة المعشقة والسقف من الأعصاب الخرسانية المسلحة بينها وحدات قشرية على موديول، سلم خرسانى، خوازيق أساسات صغيرة، حلوق خرسانية للفتحات، خزان تحليل. وتم تصميم ماكينات كبس بسيطة للبلوكات المعشقة، ولوحدات السقف وللقراميد المثبته بالسقف المائل ألأخير. وتم تطبيقه بعد إجراء الدراسات على مبنى إرشادى ثم فى مشروع للبناء بالنفس فى ضواحى تايلاند بعدد 202 مسكن. تم تكوين شركة للتنسيق وتوفير وسائل الإنتاج و تدريب المنتفعين للبناء لأنفسهم تحت الإشراف (نبيل، خالد 1995).

نبيل، خالد (1995) نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية" رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

The hollow blocks are designed to be assembled without mortar, producing perfectly aligned walls without special masonry skills. The interlocking blocks have narrow vertical recesses and a central cavity, which when assembled form continuous, vertically aligned holes over the full height of the wall. When cement grout is poured into them, the blocks become permanently locked together. The large hollow cores can be filled with reinforcement and concrete, providing earthquake resistance (Etherington, Bruce 1983). The system also includes precast concrete joists, which interlock with the concrete block walls to support in situ floors and roofs, and channel blocks, which are placed on top of the walls to make reinforced concrete ring beams.

الحوائط من البلوكات المفرغة المعشقة التى يمكن تجميعها بدون مونة لخفض مستوى مهارة البناء. للبلوكات بروزات وتجاويف رأسية حول الفراغات التى يمكن صب المونة بها وتسليحها حسب وضعها لمقاومة الضغوط الجانبية، خاصة الزلازل حسب الصور اللاحقة.



http://www.habitech-international.com/

Stulz & Mukerji (1993) "Appropriate Building Materials", SKAT, Switzerland.

Production Process:

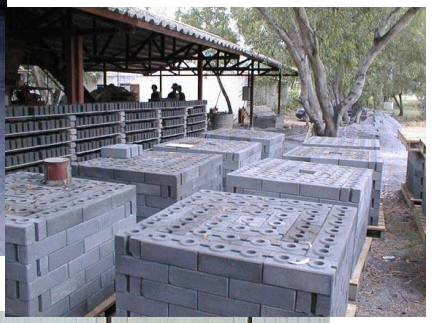
As the system was originally developed for self-builders, a simple manual block making machine was used to produce soil cement blocks. Local site material was used after testing, sieving, mixing, & pressing. Nowadays, the company is providing different Building System Business Packages according to project scale:

- Micro prod unit of bricks & roofing tiles
- Small-scale production unit
- Medium-scale production unit
- Large-scale production unit

Basic materials are sand, gravel, cement and steel. The mix contains Portland cement of 10-15% by volume, according to structural usage. Wet compressive strength achieved in projects varies between 40 to 100 kg/cm2.

عملية الإنتاج:

تتعدد مستويات إنتاج البلوكات حسب نوعية وحجم المشروع، من ماكينات كبس يدوية لنصف أوتوماتيك، لأوتوماتيكية. يتم الحفر وإستخدام تربة الموقع بعد تحليلها ، ثم النخل والخلط بنسبة من الأسمنت تتراوح ما بين 10-15%، ثم تكبس بالماكينات، وتنقل لتجف بالموقع. وقد اعطت البلوكات قوى ضغط ما بين 40 إلى 100 كجم/سم، حسب الخلطة (نبيل، خالد 1995).



Block production using subsoil of site and manual pressing machine

http://www.habitech-international.com/

Wall construction process:

- The interlocking blocks are used to construct a load bearing wall, eliminating horizontal mortar.
- The first course of blocks is laid on the grade beam using a mortar bed.
- Succeeding courses may be stacked easily in a running bond.
- Vertical grout holes are filled with liquid mortar (1:8 cement, sand) every four courses, to achieve permanent bond (Etherington 1983).

عملية البناء:

- يتم عمل الأساسات كفرشة (حصيرة) من الخرسانة العادية أو المسلحة حسب التربة والإرتفاع.
- يرص أول مدماك من بلوكات الحوائط الحاملة المعشقة المجوفه على طبقة مونة لربطها بحصيرة الأساسات.
- ترص المداميك اللاحقة، في رباط مستمر كالنصف طوبة.
- تملأ الفراغات الرأسية بالمونة كل 4 مداميك، مع تسليح الأركان.
- تستعمل البلوكات الكمرية أسفل السقف ككمرة صغيرة يوضع داخلها حديد التسليح لربط السقف بالحوائط، حيث يتم صبها بالخرسانة مع السقف.

Wall construction process

Etherington, Bruce (1983) Interlocking cement and concrete components for low cost house construction, Proceedings of the conference of Appropriate Building materials for low cost housing, Spon, London, p 236-243.

https://www.youtube.com/watch?v=PD7XSft2cQw

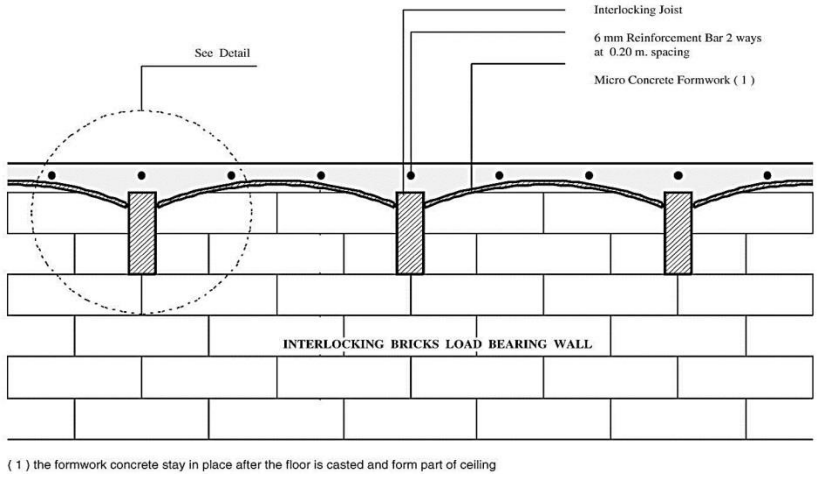
Floor construction process:

Floor is partially prefabricated of concrete Joists, produced on ground, carried & placed on a module of 80cm, spanning adjacent walls (see next fig). The precast concrete joist, is casted in a multiple steel mold, producing six joists at each time, to achieve speed and economy . The sheer reinforcing steel is allowed to protrude 4 cm above the surface of the joist, to carry the joist and to provide connection with the concrete topping poured later. Concrete small shells are placed in-between the joists to form a work floor. A grid of steel bars are added which connects the beams with floor.

تنفيذ السقف:

يعتبر السقف سابق التجهيز جزئيا، فالسقف الأوسط من الأعصاب الخرسانية المسلحة التى يتم صبها أرضيا بالعمق و التسليح حسب البحر. روعى خفة وزن أعصاب السقف بما يسمح بحمله يدويا، ثم يغطى بينها وحدات قشرية على موديول 80 سم، تستخدم كشدة دائمة لوضع شبكة من حديد التسليح 6مم، الذى يصب عليه الخرسانة لربط السقف بالحوائط.

أما السقف الأخير فمشابه للأسقف المائلة المحلية (لكثرة المطر)، من الخشب المغطى بالقرميد الأسمنتى، المنتج بالموقع أيضا. كما يمكن إستعمال ألواح مصنعه من نفايات الورق مضغوطة ومعزولة كألواح بيولين الفرنسية التى تنتج بعدة دول.



السقف الأوسط

http://www.habitech-international.com/

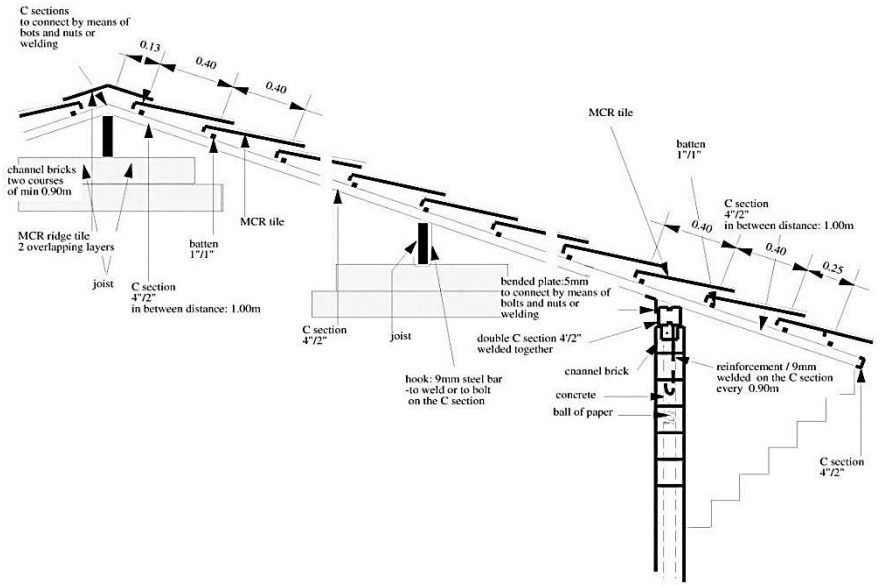
Floor construction process:

مراحل تنفيذ السقف الأوسط من الأعصاب الجاهزة، و الوحدات القشرية، ثم السقف الأخير.

http://www.habitech-international.com/

The roof is done traditionally with wooden Planks, resting on the precast joists, however It is covered with small concrete tile.
Floor tiles are produced with small pressing machine to reduce cost of flooring (Etherington, Bruce 1988).

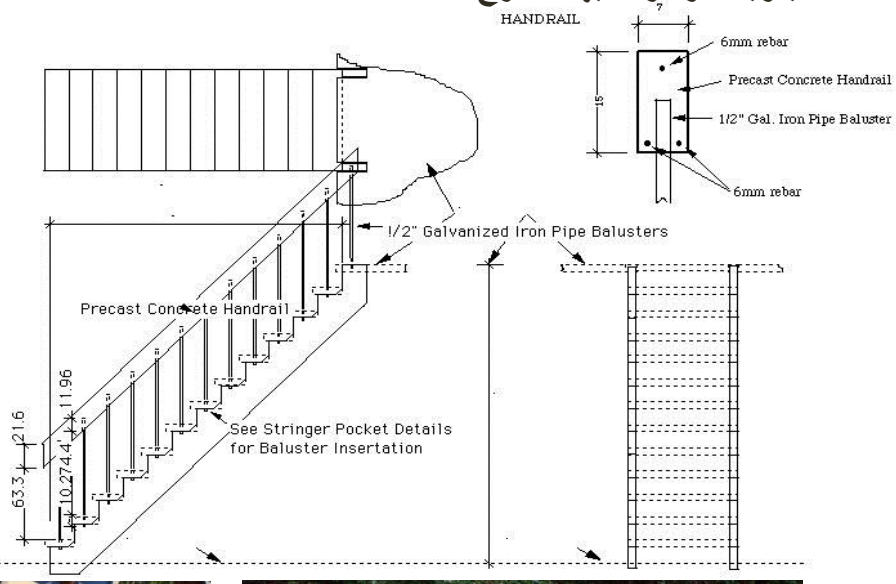
السقف الأخير يتم تغطيته، بقراميد أسمنتية يتم تصنيعها بالموقع لخفض التكلفة، ترص على مراين خشبية، التى بدورها ترتكز على على نفس الأعصاب الخرسانية السابق إستعمالها للسقف الأوسط، كما بالصور اللاحقة.



Etherington, Bruce (1988), “The Saraburi rural housing demonstration project”, Asian Institute of technology, Bangkok, Thailand.

The stair of the system consist of precast treads and stringer beams which all are casted up-side down in special molds on ground (Etherington, Bruce 1988).

السلم يتكون من وحدات سابقة الصب من الخرسانة المسلحة عبارة عن نائمة -النائمة سمك 5 سم- بلا قائمة، وفخذين يسهل حملهما يدويا، لترتكز عليهما الدرج.



http://www.habitech-international.com/

Since it was found that doors and windows frames cost about 40% of the opening, it was substituted with RC frames. Doors & windows leaves are covered with plastic sheets and used to cast the frames all around in a steel mold. After drying, the frames are laid in its position, with no need to temporary support since it derive bracing from themselves.

بعد تحليل عناصر تكلفة الفتحات ، تبين أن الحلوق تكلف حوالى 40%، لذلك تم إستبدالها بالخرساتة المسلحة. توضع الضلف -بعد تغطيتها بالبلاستيك- داخل قالب معدنى، ليصب حولها الحلق. يرفع بعد جفافه ليتم تركيبه أثناء بناء الحوائط، ليستخدم كعتب للفتحات، مما يوفر صب الأعتاب.

http://www.habitech-international.com/

Design criteria & advantages led to construction costs of 30-50% less than conventional systems, according to self-build share and different regions (habitec.com).

DESIGN DECISIONS	EFFECTS	SIDE EFFECTS	GLOBAL EFFECTS
Modular	No material wasted No cutting or adjusting Fits in place Quickly erected	Labour saving Less supervision necessary Material saving Shortens construction time	Cost saving
Prefabrication	Controlled production Precise dimensions	Labour saving	Cost saving
Light industrialization	Rapid and exact products Controlled production Controlled quality	Creates local jobs Generates income	Stimulate local economy
Production on or near site	Configured to demand Production unit mobility	Eliminates transport costs	Cost saving
Use of local materials	Easily available	Cost reduction Reduces transportation costs Eliminates imports	Cost saving
Cement based	Strong & durable materials	Fire, wind, flood, earthquake resistant	High value houses
Optimize strenght	Optimal use of materials Reduce materials quantity	Cost reduction	Cost saving
Interlocking (no mortar)	Self aligning Reduce reinforcement Simplify construction	Minimum training Max.use of unskilled labour Less supervision necessary Reduces wages costs Permits self-help/mutual aid	Cost saving
Lightweight components	Easy to put in place	No equipment needed	Less capital investment
Alternative to wood	Minimize wood used in the construction process and building itself	Cost reduction	Cost saving Reduced deforestation
Load bearing walls	Eliminates beams & columns Eliminates form work Reduce reinforcement	Optimal use of materials Shortens construction time Cost reduction	Cost saving
Energy	No need for electricity	Labour intensive	Cost saving
Environment	No pollution	No effect	Environment friendly

ونظرا لنجاح النظام فى تحقيق المطلوب مع وفر 50-30%، مع خلق فرص عمل، فقد كونت شركة خاصة للترويج ونشر تلك التكنولوجيا تحت إسم هابيتك بقيادة مساعد إثرنجتون: برنراد ليفيفر، تقدم كل الخدمات من تدريب وماكينات عالميا مما مكنها من تنفيذ مئات المشاريع فى 22 دولة (مقابلة مع مؤسسها ليفيفر وزيارة للشركة ببانجوك 2007).

ولكون النظام البنائى منخفض التكاليف، فقد إستخدم فى مشاريع إسكان ومدارس ومبانى إدارية وحتى منتجعات بجنوب شرق أسيا.

ومعايير ومميزات النظام إلى اليسار. ولا يعيب النظام إلا كونه من الحوائط الحاملة الغير مرنة، وضرورة إتباع شروط الجودة فى تحليل وإختبار المواد بالنسبة لمصر حيث عدم الدقه. مع أفضلية إستخدام الماكينات النصف إوتوماتيكية، عن اليدوية للحصول على إنتاجية أجود وأسرع. إلا ان هذا يحدده حجم المشروع وموقعه وطبيعة المستعملين ووجود إمكانية البناء للنفس، التى تخفض من التكلفه.

المعلومات كاملة على:

http://www.habitech-international.com/

The Habitec system is proven to be earthquakes resistance, as monolithic structure.
It could mix load bearing with skeleton structure when needed, such as in educational building.

The Habitech, lok Bild system was cost effective for the Bangkok self build project of 48%, and 26% if built by a contractor and in the San Antonio Project, Manila (350 units) costing 65% approx., compared to conventional construction (Etherington 1983).

أثبت النظام كفائته فى مقاومة الزلازل، كمنشأ فعال متجانس من الحوائط الحاملة، ويمكن دمج نظام هابيتك مع الإنشاء الهيكلى عند الحاجة كما فى صورة المدرسة.

http://www.habitech-international.com/

6.6 ISB of Light Concrete: Hungary

The ISB® Building System was accomplished through patented architectural process from the early 1970s in Hungary. It was the result of the further development of the world-patented “Soform” technology, which applied latter in many countries, where Egypt, UAE & Yemen are among them.

The general principles of ISB® system (isb-system.com):

- It is a load-bearing structure of a fabric reinforced grid.
- Thermal insulation and airtight shell of the building.
- It combines the advantages of traditional silicate based lightweight construction system, and multi-purpose structural system.
- It serves as a permanent formwork module at concreting, as complex load-bearing and structural shell.

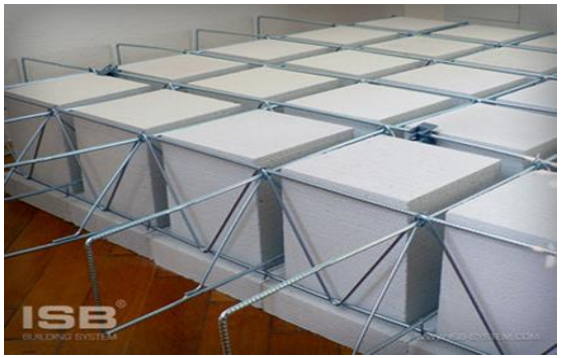
http://www.isb-system.com/en/products/isb-poro

6.6 نظام أى إس بى للخرسانة الخفيفة: المجر

تم إبتكارهذا النظام منذ بداية السبيعنات – مع إنتشار بلوكات الخرسانة الرملية الخفيفة السيبوركس- بالمجر، تحت إسم «سوفورم»، ثم تم تطويره عبر عدة مشاريع ، وبراءات إختراع تحت إسم أى إس بى . ولقد إستخدم النظام فى العديد من دول العالم، ومن بينها مصر و الإمارات العربية واليمن بالشرق الأوسط..

المبادئ العامة للنظام (isb-system.com):

- نظام من الحوائط الحاملة و شبكة من التسليح المتداخل بالحوائط.
- يجمع ما بين مميزات خرسانة السيليكا الخفيفة كالعزل الحرارى، و النظام الإنشائى المتعدد الأغراض.
- تعمل البلوكات كشدة دائمة للسقف من الخرسانة التى يتم صبها داخل تجاويف ومجارى فى المنشأ.



Roof slab is in-situ joist-block permanent formwork

ISB® building system elements:

- **Basic Wall thickness: 20, 25, 30 cm.**
- **Premium Wall thickness: 35 - 40 cm.**
- 40x40 cm Corner block.
- gypsum fiber boards.
- 20X 20 cm infill floor block.
- Steel reinforcement.

Primary component is cellular concrete, which works as a mold of the reinforced concrete. The second is the exterior gypsum fiber boards cladding which creates a ready surface for the finishing works.
The mineral fiber is responsible for the thermal, acoustic insulation and fire resistance of the wall. The third structural element is the monolithic reinforced concrete grid, to ensure rigidity.

مكونات نظام أى إس بى :

- **بلوك أساسى بأسماك مختلفة 20- 25 -30 سم.**
- **بلوك مميز سمك 35-40 سم .**
- **الواح من الجبس و الأ لياف .**
- **بلوك ركن 40x40 سم.**
- **بلوك سقف 20x20 سم.**
- **حديد تسليح طبقا للقطاع الإنشائى.**

المكون الإنشائى الأساسى هو بلوكات الخرسانة الخفيفة الخلوية، التى تعمل كقوالب دائمة للخرسانة المسلحة. ثانيا الألواح الجبسية تشكل السطح الخارجى لبعض البلوكات التى توفر سطحا ناعما عازل للحرارة و الصوت وضد الحريق. ثالثا الخرسانة المسلحة - المصبوبة بالموقع- التى يتخلل النظام أفقيا وراسيا لإعطاء منشأ متجانس (كيان واحد).

http://www.isb-system.com/en/products/isb-poro

Production of the ISB®:

The building blocks are made of 300–350 kg/m3 density porous concrete. Production, through semi-automatic, to automated production line, with available sand & lime.

Building process:

- **RC strip or raft foundations are installed.**
- **Building blocks are laid according to design.**
- **Steel reinforcement are inserted into the horizontal sewers & vertical cavities.**
- **Concrete of 1500 kg/m3 density, or gypsum micro-concrete is poured inside the cavities.**
- **Shuttering is installed for roof slab.**
- **blocks are laid, same as infill beam system.**
- **Reinforcement is added in between.**
- **In situ concrete is casted over the blocks .**
- **Finishing operations.**

عملية الإنتاج والبناء :

يتم تصنيع مكونات النظام من الخرسانة الخفيفة المسامية ذات كثافة 300-350كجم/م3. يمكن الإنتاج بخطوط نصف أو أوتوماتيكية بالكامل. ومواد البناء الأساسية متوفرة من رمل السيليكا و الجير.

عملية البناء:

- تصب اساسات حوائط حاملة شريطية أو حصيرة حسب الموقع.

- تلصق وترص بلوكات الحوائط بالمونة حسب التفاصيل المعمارية.

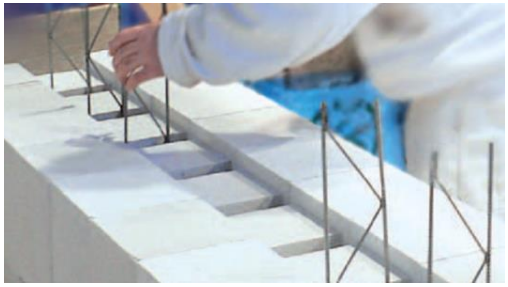
- يوضع حديد التسليح الأفقى والرأسى فى تجاويف الفراغات البينية ما بين البلوكات حسب التصميم الإشائى.

- تملأ الفراغات بخرسانة صغيرة الركام (حصوة) 1500كجم/م3.

- يتم عمل شدة للسقف، لتوضع عليها بلوكات السقف المكعبة ذات البروزات الجانبية، وعند رصها بجوار بعضها تخلق فراغا رأسيا، يصلح لوضع حديد تسليح لتشكيل كمرات داخلية، مماثل للهوردى.

- تصب خرسانة على السقف لتملآ الكمرات البينية وتغطى السقف.

- عمل التشطيبات بطريقة تقليدية مع دهان الحوائط مباشرة.



http://www.isb-system.com

Benefits of the ISB® Building System:

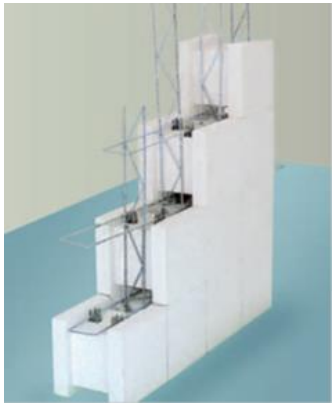
- **Wide range of size; 20- 40 cm load-bearing.**
- **Speed; building time of one 100 m2 single-story, complete residential building in 10 days.**
- **Multi-story of up to five levels can be built.**
- **The system is earthquake resistant.**
- **Flat roof with a wide range of structural layers can be created, adaptable to local climatic conditions.**
- **Availability of raw materials; sand, lime.**
- **Manufacture and building technology are familiar around of the world**.

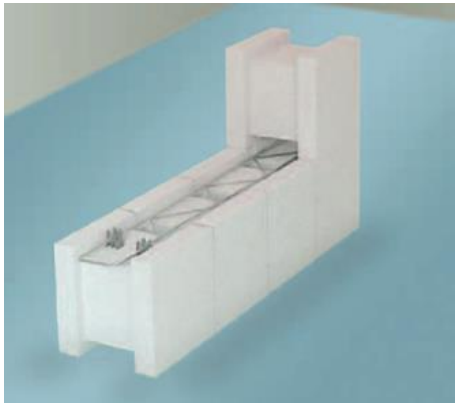
Technical specifications:

- **Thermal insulation capacity *U* value between 0,387–0,134 W/m2K**
- **Sound insulation *Rw* value between 55,0–60,0 dB**
- **Fire resistance *TH* value between 120–240 minutes**
- **Flammability classification A1–A2**
- **Water vapor permeability *μ* value between 3–9**
- **Earthquake resistance up to 8.0 on the Richter scale.**

مميزات النظام:

- مرونة سمك الحوائط الحاملة من 200 - 400 مم.
- سرعة الإنشاء في الموقع : مبنى سكني ذو طابق واحد مساحة 100 م 2 يستغرق 10 أيام عمل.
- يمكن بناء مباني سكنية وإدارية متعددة الطوابق تصل حتى 5 طوابق.
- نظام مقاوم للزلازل، يصلح لإعادة إعمار المناطق المنكوبة.
- الأسقف افقية وعازلة حيث تناسب الظروف المناخية الصعبة.
- المواد الخام المطلوبة متاحة في جميع أنحاء العالم والمعدات يسهل نقلها.





Disadvantages:

- Not cost effective compared to traditional methods, due to reinforcement of walls. There is no comparative cost study.
- Shuttering is needed for roof slab, which takes time and excessive labor.
- Reinforced loadbearing walls are not flexible architecturally.

عيوب النظام :

- غير منافس إقتصاديا، لإن التسليح الداخلى للحوائط يرفع التكلفة. ولا توجد جدوى إقتصادية للتكلفة المقارنة مع طرق البناء التقليدية.

وكان من الأفضل عمل تعاشيق للبلوكات، توفر حديد التسليح و الخرسانة بالحوائط مما يسرع ويسهل الإنشاء، إلا إنه يصعب عملها بالخرسانة الرغويه، لسهولة كسرها.

- يجب وجود شدة للسقف مما يستهلك وقتا وعمالة.
- الحوائط المسلحة الحاملة غير مرنة معماريا.

http://www.isb-system.com

6.7 Galvanized Steel Frame: Marsoos, SA

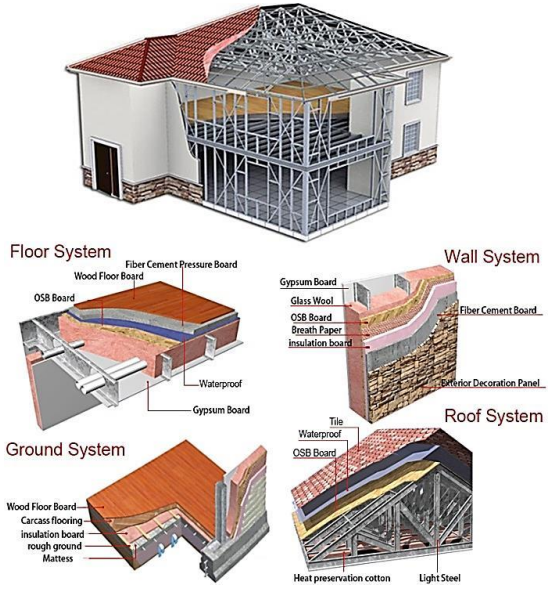
Galvanized steel is a widely used building material. Steel plates are coated with a zinc oxide finish to resist corrosion. It is a popular material for commercial uses -roofing & framing- and is becoming more popular as a framing material for residential use as well. It is called "cold steel" in SA, since it is formatted without heat into different sections that assembled without welding.
Villas and high rise buildings are built as frame kit structure and finished traditionally or with lightweight cladding in fast dry operation.

A villa in Makkah, built bt Marsos, SA

http://www.marsoos.com/

7.6 إطارات الحديد المجلفن للمبانى السكنية: «الحديد البارد» بالمملكة العربية السعودية

الحديد المجلفن مادة بناء شائعة الإستخدام فى المواسير و الأسقف والإطارات، حيث تغطى ألواح الحديد بطبقة رفيعة من أكسيد الزنك لمنع الصدأ. يسمى بالحديد البارد بالمملكة العربية السعودية لإستعمال القطاعات التى يتم تشكيلها دون تسخين أو لحام. يتم التصميم و التجميع بشركات متخصصه -كشركة مرصوص بالمملكة-، كمبانى معدنية جاهزه، تشطب إما تقليديا أو بإستعمال بانوهات خفيفة الوزن وعازلة للحرارة كالرسم والصور اللاحقة (مرصوص.كوم).



طريقة التنفيذ لهياكل الحديد البارد

Advantages (Marsoos, SA):

- Long life span as it resists corrosion, better than aluminum if it comes in contact with concrete.
- Easy to build as an assembly Kit; could be “DIY”.
- Speed; about 70% compared to traditional RC.
- Reusability; It could be dismantled and Recycled If a building is destroyed in natural disasters.
- Flexible plan, as steel frame span of up to 12m.
- Better than wood Framing; no shrinking, warping, twisting or deforming like wood framing, thus finishing work is easier (doityourself.com).
- The steel framed homes can stand up to fires, hurricanes, earthquakes, winds and snow loads.

Disadvantages:

-Initial cost for framing in residential homes is higher than wood buildings, costing between 250-400 $/sq.m. in 2017 (titanhouser.com). However, wood is imported in the Arab region, thus Marsoos claims it saves 20%. A similar villa had cost 2000 SR/sq.m (Altamimi 2017).

- Embodied energy is high.

مزايا البناء بالحديد البارد:

- العمر الإفتراضى الطويل لإنه لا يصدأ- مثل الحديد التقليدى-، حتى مع إستخدامه بجوار الخرسانة الرطبه. مما يعنى الجودة، لذا فالشركة السعوديه «مرصوص» تقدم ضمانا 25 عاما.
- سهولة الإنشاء- كنظام تجميعى لوحدات طوليه جاهزه- مما يصلح للبناء بالنفس.
- سرعة الإنشاء، تتدعى الشركة انه يستهلك 70% مقارنة بالبناء التقليدى.
- إمكانية إعادة الإستخدام و التدوير فى منشأت أخرى.

مرونة المسقط الافقى، لكبر بحر الحديد الذى يصل ل 12متر.

- أفضل كمنشأ إطارى مقارنة بالخشب، فلا إلتواء او إنكماش، بالإضافة لمقاومته للأعاصير و الزلازل.

عيوب البناء بالحديد البارد:

- التكلفة الأولية عالية بالدول التى يتوفر بها الخشب، تتراوح ما بين 250-400 دولار للمتر المسطح باسعار 2017 . لذلك فقد يكون منافسا بالدول العربية التى تستورد الخشب، وتنتج الحديد باسعار منافسة. علما بإن تكلفة المتر المسطح لفيلا كان 2000 ريال سعودى (التميمى 2017).
- الطاقة الضمنية للإنتاج عالية.

-

http://www.doityourself.com/stry/building-with-galvanized-steel--pros-and-cons

https://www.youtube.com/watch?v=-HYGVATQ__Y

6.8 Shipping Containers: Texas, USA

The availability of shipping containers has driven many to recycle as 3D box units. IT Development Strategies and Alamo Architects, of Austin have completed an apartment building in Texas, which consists of seven apartments made out of shipping containers. Containers are used as space blocks that form a wall bearing structure. Steel stairs and outside service corridors are added to the containers. The area of the units ranges from 480 sq ft (44.5 sq m) and 960 sq ft (89 sq m), and they will be available as either one bedroom/one bathroom, or two bedroom/two bathroom apartments. The exterior of the containers;s structure is very vibrant façade.

8.6 تدويرحاويات الشحن: الولايات المتحدة

نظرا لتوفر حاويات الشحن فى معظم المدن، خاصة الساحلية، فقد أعاد بعض المعماريين تدويرها، حيث يمكن رصها كنظام بناء صندوقى بطريقة الحوائط الحاملة الفراغية. تتميز الحاويات بالأبعاد القياسية 40 قدم = 12 طول x 2.35 عرض x 2.75 متر إرتفاع، مما يوفر فراغات موديولية معيشية أو مكتبية عند ضمها لبعض حسب المساحة المطلوبة، ولا تحتاج لهيكل إنشائئ لكونها من الحديد و الصاج المجلفن.

أستخدمت الحاويات فى هذا المشروع بتكساس، الولايات المتحدة، الذى يضم سبعة شقق -غرفة وغرفتين نوم- فى مبنى 3 أدوار، يتميز بالتيسير و كفاءة إستخدام الطاقة. المبنى بعرض حاويتين، يخدم عليه سلم وممر معدنى خارجى، مع دهانات برتقالية وصفراء، لإعطاء حياة للمبنى، وإضافة بلكونات جانبية.

إستخدام الحاويات فى تكساس، الولايات المتحدة

http://www.jetsongreen.com/2016/04/shipping-container-apartment-complex-goes-up-in-texas.html

Containers are insulated using high-density closed cell spray foam. They feature double-glazed windows and insulated doors. Heating, ventilation, and air conditioning needs an energy-efficient HVAC system . The building is covered with a secondary roof that will provide additional shade, thereby reducing the need to use the AC (jetsongreen.com).

Disadvantages:

- Limited dimensions, e.g. height is 2.5 m. only.
- Costly in some other countries.
- Needs heavy cranes and transportation.

تم عزل الحوائط من الداخل بالفوم المرشوش، مع إستخدام الزجاج المزدوج و الأبواب المعزولة، وتغطية المبنى بسقف ثان معدنى بارز للحماية من الحرارة، وتقليل تكلفة التكييف.

عيوب البناء بالحاويات:

- أنها محددة الأبعاد، خاصة العرض و الأرتفاع الذى قد لا يناسب بعض قوانين البناء، حيث الإرتفاع الصافى 2.5 متر.
- أنها قد تكون مكلفة ببعض الدول، ولكن سرعة الإنشاء قد تعوض الفرق بالتشغيل المبكر جدا مقارنة بالطرق التقليدية.
- أنها تحتاج للنقل و الرفع بمعدات ثقيلة.

الفراغات الداخلية بمبنى الحاويات فى تكساس، الولايات المتحدة

http://www.jetsongreen.com/2016/04/shipping-container-apartment-complex-goes-up-in-texas.html

6.9 Shipping Containers: Denmark

Due to many advantages of building with recycled shipping containers, e.g. speed, ease and formation, many have employed it. The Danish firm Bjarke Ingels Group has recently completed a sustainable floating housing prototype for students living in Copenhagen. It was designed to replicate the design anywhere else. The exterior façade was left in the original state, while the interior walls are clad in wood and drywall.
Down below, A cantilevered pavilion constructed by the People's Architecture Office in China, using recycled shipping containers, primarily so that the structure would be easy to move if needed (jetsongreen.com).

http://www.jetsongreen.com/design/container-design

9.6 تدويرحاويات الشحن: الدنمارك

لوجود مميزات كبيرة للبناء بالحاويات، كسرعة وسهولة الإنشاء بالدول الصناعية، بالإضافة لجمال وتنوع التشكيلات، فقد تم إستخدامها بالعديد من المشاريع الإقتصادية، كسكن الطلاب الملحق بكوبنهاجن، والمعرض -بافيليون- الكابولى بالصين، واللذان تم تصميمهما بحيث يمكن إعادة نقلهما لموقع آخر عند الحاجة. كانت التكلفة اقل مقارنة بالطرق التقليدية، خاصة لسكن الطلاب الذى يطفو على سطح البحر.

إستخدام الحاويات فى سكن الطلاب بكوبنهاجن، الدنمارك

6.10 3D Printed Buildings, Win Sun, China

3D printing has been around since the 1980s. Technologists developed the process, known as an alternative to other industrial manufacturing techniques, like extrusion and casting, and it has proven to be an effective, efficient for complex shapes.

WinSun a China-based company has developed 3D printing house technology. In March 2016, WinSun have printed 10 cabin houses in 24 hours, using a proprietary 3D printer. Later they built a 5 floor apartment building and a 1,100 sq.m. villa, display at Suzhou Industrial Park near Hong Kong.

10.6 الطباعة الثلاثية للمبانى : وين سن الصين

توفرت الطباعة الثلاثية الأبعاد من ثمانينات القرن العشرين، كبديل فعال لتكنولوجيا الإنتاج الصناعى، كالبثق الذى يناسب الأشكال الصعبة.

ولقد تطورت تلك التكنولوجيا من صنع النماذج الصغيرة المقياس، إلى البناء الفعلى بمقياس 1:1. فقامت الشركة الصينية وين سن بتطوير الطباعة الثلاثية، مما مكنها من بناء 10 مساكن صغيرة -كبائن- فى 24 ساعة. ثم قامت الشركة بتشييد مبنى 5 أدوار وفيلا، تم عرضها عام 2016 فى حديقة سوزو الصناعية قرب هونج كونج. (أنظر الرابط).

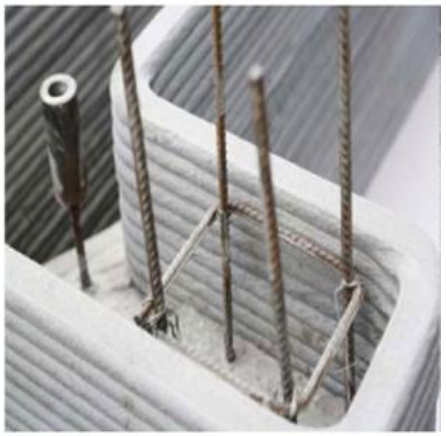
وتتدعى الشركة أن الحكومة المصرية قد طلبت 20000 وحدة عام 2015 (لم تنفذ حتى الان). و أن الحكومة السعودية قد طلبت 100 وحدة من الطباعة الثلاثية فى 2017 (Win Sun).

مبنى 5 أدوار بحديقة سوزو الصناعية قرب هونج كونج (وين سن)

http://www.tradearabia.com/news/CONS_275295.html
http://www.3ders.org/articles/20150118-winsun-builds-world-first-3d-printed-villa-and-tallest-3d-printed-building-in-china.html

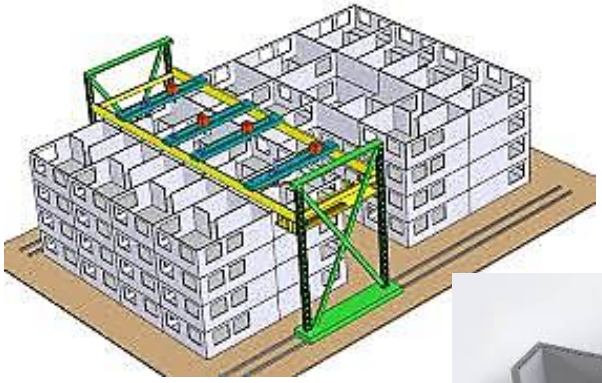
الطباعة الثلاثية للمساكن تشبه، الطباعة الثلاثية التقليدية - مع إختلاف المقياس-، حيث تتوسط الطابعة الموقع فى صورة مضخة خرسانية، لتقوم بالصب المتواصل لمونة سائلة (كما الحبر)، تتكون من فضلات التشييد المعاد تدويرها، والألياف الزجاجية والأسمنت والإضافات الخاصة لسهولة التشغيل و الصب المتواصل للحوائط.

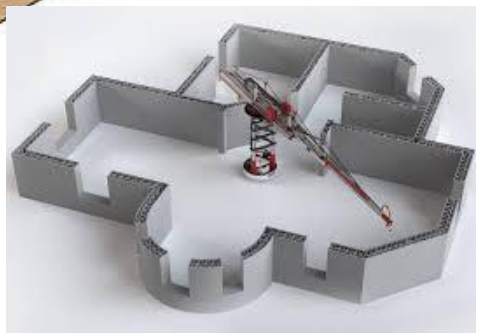
اما فى حالة الأشكال الصعبة، فيتم سبق تجهيزها منفردة بمصنع الشركة، ليتم تجميعها فى الموقع، حسب كود البناء المحلى. وفى حالة كبر حجم المبنى يتم صبه، عبر أوناش منزلقة -كالرسم اللاحق- بما يشبه طابعة اللوح «البلوتر» (Win Sun).



طبع الحوائط والأسقف مجوفة فى طبقات على شكل زجزاج من خلال الطابعة المركزية (وين سن Win Sun)

These houses were made using an exclusive printing 'ink' made of recycled construction waste, glass fiber, steel, cement and special additives. The company could fabricate large or complex pieces and then assembled on-site, complete with steel reinforcements and insulation in order to comply with official building standards. Larger buildings could be printed as following figure (Win Sun).





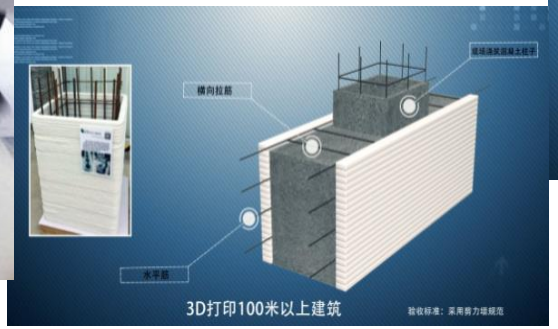
https://www.youtube.com/watch?v=Z0orne8-Ff0

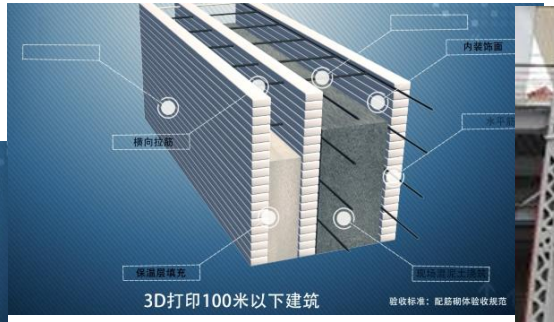
The building process (Win Sun) :

- Traditional RC grade slab is laid as foundation.
- The 3D printer array, 6.6 m. high, 10 m. wide and 40 m. long, stands suitably in site.
- A CAD design is used as a template, and the computer uses this to control the extruder arm to lay down the material.
-The walls are printed hollow, with a zig-zag pattern inside to provide reinforcement.
-This also leaves space for insulation.
-Some traditional finishing are then made.

عملية البناء (Win Sun) :

- صب أساسات حصيرة خرسانة مسلحة حسب شكل المبنى والموقع.
- توضع مضخة الخرسانة (إرتفاع 6.6 وعرض 10 وبطول ذراع يصل ل40 متر) فى موقع متوسط مناسب.
- يتم تغذية المضخة (الطابعه) برسومات الكاد، التى تحدد الطباعة، وتقوم ببثق الحوائط فى طبقات متتالية.
- تطبع الحوائط والأسقف مجوفة فى شكل زجزاج.
- يوضع حديد التسليح بالفراغات، كما يمكن وضع عازل حرارى.
- يمكن الدهان مباشرة وتضاف اية تشطيبات تقليدياً.





تفاصيا إنشائية للطباعة الثلاثية
(وين سن Win Sun)

http://www.tradearabia.com/news/CONS_275295.html
http://www.3ders.org/articles/20150118-winsun-builds-world-first-3d-printed-villa-and-tallest-3d-printed-building-in-china.html

Benefits:

- WinSun estimates that 3D printing technology can save between 30-60% of building materials.
- It shortens production times by 50-70%.
- Decreasing labor costs by 50-80%.
- The dry construction method is clean & compact.
- Using recycled materials decrease the need for quarried stone and other materials.

Disadvantages:

- No independent study has proven the previous benefits, since it is a newly developed technology.
- Dependence on the Chinese firm provider.

However, The firm claims that benefits has driven the Egyptian government in 2015 to order 20,000 units (Ma Yi He 2015). WinSun has committed to completing 100 packages of 3D printing equipment for delivery to Saudi Arabia in 2017.

None of the above projects has constructed yet.

http://news.xinhuanet.com/english/sci/2014-04/25/c_133290171.htm

http://www.3dprinttherapy.com/blog/chinese-3d-printing-construction-company-winsun-saudi-arabias-al-mobty-contracting-co-agree-10-billion-rmb-deal/

المميزات :

- تدعى الشركة الصينية أن طباعتها الثلاثية للمبانى يمكن أن توفر ما بين 30=60%. وهو ما لم يثبت من جهة مستقلة.
- سرعة التنفيذ، حيث يمكن توفير 50-70% (!)
- تخفيض العمالة بنسبة 50-80% (!).
- طريقة البناء نظيفة ومدمجة فى مساحة المبنى.
- إستخدام مواد مدارة، يوفر فى مواد البناء الأساسية.

عيوب الطباعة الثلاثية:

- لا توجد دراسة جدوى مقارنة تثبت أيا من المميزات السابقة.
- أنها ترتبط تكنولوجيا بالشركة الموردة للمعدات، ومواد البناء.

References:

نبيل، خالد (1987) "تشييد ألاسكان لمحدودى الدخل" رسالة ماجيستير غير منشورة، جامعة الزقازيق، مصر.

نبيل، خالد (1995) نحو تكنولوجيا بناء مناسبة للجهود الذاتية" رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

Celly, R (2007), "Low Cost, Energy Efficient & Environment Friendly Housing Technologies for Developing Countries", Sanjaya Lall Memorial Conference on India-Africa Cooperation, Trade and Investment, New Delhi, Building Materials & Technology Promotion Council, Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation, Government of India.

Etherington, Bruce (1983), "Interlocking cement and concrete components for low cost house construction", Proceedings of the conference of Appropriate Building materials for low cost housing, Spon, London, p 236-243.

Etherington, Bruce (1988), "The Saraburi rural housing demonstration project", Asian Institute of technology, Bangkok, Thailand.

Hanson (2003) "Jetfloor", Hansonbirchwood.com, online

Lynne Elizabeth and Adams, C. (2000), "Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods".New York: John Wiley & Sons.

Madhava R & Ramachandra M & Mason (1992), "Case Study of the Performance of Low Cost Houses" Indian Concrete Journal, V 57, 1983, pp 143-155.

Minke, Germot (2014), "Building with Earth", Design & Technology of Sustainable Architecture, College, BIRKHUSER.

marsoos.com

NBO (1980), "A Comparison of New Construction Techniques and .." NTIS, US Dep. of Commerce.

Rai, Mohan & Jaisingh (1983), "Advances in Building Materials and Construction "
Roorkee: Central Building Research Institute, India

Stulz & Mukerji (1983), "Appropriate Building Materials" SKAT, Switzerland.

"Types of ICF". The Expanded PolyStyrene – Industry Alliance. Retrieved 2014-07-12.

Web sites References:

https://en.wikipedia.org/wiki/Insulating_concrete_form
www.icfs-ksa.wix.com/icfs
http://rapidwallksa.com/
http://www.adslgate.com/dsl/showthread.php?t=164450
http://www.al-nct.com/generator.php
http://www.innovida.com/system_construction_process.asp
https://www.youtube.com/watch?v=zYU7XB44yz4
https://almelany.wordpress.com
http://www.brc.com.sa/steel/Wire_Mesh.html
http://www.alnct.com/?q=node/50
http://www.al-nct.com/about.php
https://www.youtube.com/watch?v=PD7XSft2cQw
http://www.habitech-international.com/
http://www.isb-system.com
https://www.youtube.com/watch?v=-HYGVATQ__Y
http://www.doityourself.com/stry/building-with-galvanized-steel--pros-and-cons
http://www.jetsongreen.com/2016/04/shipping-container-apartment-complex-goes-up-in-texas.html
http://www.jetsongreen.com/design/container-design
https://www.youtube.com/watch?v=Z0orne8-Ff0\
http://www.tradearabia.com/news/CONS_275295.html
http://www.3ders.org/articles/20150118-winsun-builds-world-first-3d-printed-villa-and-tallest-3d-printed-building-in-china.html
http://www.3dprinttherapy.com/blog/chinese-3d-printing-construction-company-winsun-saudi-arabias-al-mobty-contracting-co-agree-10-billion-rmb-deal/

Appendix

الملحقات

Some earlier research and a patent for the author and others, in the field of building technology

مجموعة أبحاث سابقة للمؤلف -وبراءة إختراع للمؤلف- وآخرين فى مجال تكنولوجيا البناء

Appendix 1: Precast Stairs for self Help Housing

Appendix: 2 Step-block precast stair, US Patent 9347224, by editor.

Appendix 3: Finishing Techniques for Minimum Cost Housing: Editor.

Appendix 4: Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction: Editor.

Appendix 5: Role of Building System and Materials towards Achieving the Economical and Environmental Considerations for Sustainability in terms of the Affordable House (An Analytical Comparative Study on Systems and Materials regarding the Building of the project of Family Houses in October 6th city), Confeerence Proceedings of Technology & Sustainability in Omran, King Saud University, SA, (2010) by Dr. Ahmed Fathi Ibrahim.

ملحق 1: السلالم سابقة الصب لإسكان الجهود الذاتية: الكاتب

ملحق 2: بلوك-درج سلم سابق الصب، براءة إختراع، مكتب براءات الإختراع الأمريكى 9347224: الكاتب

ملحق 3: تقنيات التشطيب لإسكان ذوى أدنى الدخول : الكاتب

ملحق 4: إعادة إستخدام حطام المبانى المهدمة للتعمير ما بعد الحرب: الكاتب

ملحق 5: دور أنظمة ومواد البناء في تحقيق الاعتبارات الاقتصادية والبيئية للاستدامة في المسكن الميسر

(دراسة تحليلية مقارنة لنظم ومواد بناء مشروع إسكان البيت العائلي بمدينة السادس من أكتوبر)، مقررات مؤتمر التقنية و الاستدامة في العمران الرياض 1431 (2010) جامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية . د. أحمد فتحى إبراهيم.

APPENDIX

APPENDIX

Precast Stairs for Self Help Housing
السلالم سابقة الصب لإسكان الجهود الذاتية

الملخص العربى:

إن تطبيق تكنولوجيا البناء بالجهود الذاتية ضروريا مع تصاعد تكلفة الطرق التقليدية التى لاتناسب البناء للنفس، خاصة إنشاء السلم، أكثر عناصر المبنى تعقيدا، لما يتطلبه من شدة مائلة، وحدادة ونجارة ماهرة، بتكلفة تصل لحوالى 8% من المبنى بمصر.

لهذا يهدف البحث إلى تبسيط وتخفيض تكلفة إنشاء السلم السكنى الخرسانى، بما يناسب العمالة غير الماهرة، بإمكانية صبه فى قوالب بسيطة بأرضية الموقع ثم حمل مكوناته يدويا و تركيبه بسهولة ويسر دون تعقيدات.

وفى هذا يعتمد البحث مبدئيا على مراجعة أدبيات تكنولوجيا البناء بالجهود الذاتية، بالإضافة إلى المسح الميدانى Field survey لمنتجات وإبتكارات الشركات والمصممين، لتقديم خلفية واسعة للسلالم المنطبق عليها معايير البناء للنفس. ويبدأ المسح بتحديد عيوب السلم الخرسانى التقليدى Insitu concrete، ثم مشاكل السلم الباذنجانه الذى ندر إستخدامه بالرغم من مزاياه، فتم تحديد محاور تطويره لرفع كفاءته الوظيفية والإنشائية والجمالية. وتم عرض خمسة حلول لسلالم من مكونات جاهزة صغيرة من مصر و الصين والأردن والولايات المتحدة وإنجلترا، مع إستبعاد المواد غير البيئية بمصر، وتبين أن أقلهم تكلفة السلم الخرسانى ذو القلبة الواحدة للمساكن العائلية، وذو القلبتين للعمارات السكنية. وبالتحليل تبين أن معظم السلالم يشوبها القصور كعدم المرونة و الحاجة لمهارة التركيب وثقل الوزن بالإضافة لتعدد فرم الصب.

Precast Stairs for Self Help Housing
السلالم سابقة الصب لإسكان الجهود الذاتية

تتمة الملخص العربى:
وهو ما دعا لإقتراح سلم من مكون واحد one component stair، حيث لوحظ ان إسكان الجهود الذاتية عادة من الحوائط الحاملة . فتم ضم الدرج مع بلوك الحائط القياسى 20×20×40سم فى مكون إنشائى واحد عبارة عن درج بارزا من البلوك ، يمكن صبهما فى قالب واحد وبناؤهما معا بطريقة إنشائية آمنة. حيث تستند الدرجات على بعضها البعض ، بالإضافة لإنتقال الحمل إلى الحائط فيما يشبه الكمرة البسيطة. وتتداخل بلوكات الحائط فى رباط فلمنكى لتحديد الوضع المتدرج للسلم دون قياس بما يسمح بسهولة التركيب والحمل بواسطة شخصين ، حيث يبلغ وزن الوحدة حوالى 70 كجم. ويتميز قالب الصب بالمرونة فى تحديد عرض الدرج. ولقد تم صب عدد من المكونات وعمل موديل مصغر للسلم ، تم التقدم به للحصول على براءة إختراع.
ويخلص البحث إلى أن السلالم سابقة الصب من المكونات الجاهزه الصغيرة ، أنسب وأقل تكلفة من السلم الخرسانى التقليدى، ولكن يشوبها بعض القصور، وهو ما يمكن تجنبه بالسلم المقترح ، المرن أفقيا ورأسيا.

APPENDIX

PRECAST STAIRS FOR SELF HELP HOUSING

KHALED NABIL
Lecturer at the Architectural Engineering Dep.
Faculty of Engineering, University of Zagazig
Zagazig, Egypt

ABSTRACT Precast stair of small components are more appropriate to self help housing, rather than insitu concrete stairs. A review of precast stairs reveal some shortcomings, thus an innovative stair is proposed. The proposed stair is more flexible and could be assembled with minimum skills while keeping high structural performance.

Introduction

The application of appropriate self build technologies has become a necessity due to the increasing high cost of conventional building. Traditional insitu concrete stair construction is one of the most difficult building operations, where it requires skilled labor and costs about 8 % approx. of the dwelling construction cost in Egypt (1). Therefore, stair construction have to be facilitated for self builders and small local contractors. It could be produced from available materials with limited resources, lightweight to be handled manually and simple enough to be assembled with unskilled labor.
The widely used insitu concrete stairs in most countries is made of either reinforced concrete slabs or cantilever steps supported by a stair beam. The building process depends on the use of temporary inclined shuttering and "tailored" steel bars, which is a time and

material consuming operation. However, there is a simpler vernacular process, which has been applied for centuries, using ready made steps of stone, marble and lately precast Terrazzo.

This paper discusses the potentials of vernacular prefab stairs, its means of development, and reviews existing self build stairs. It concludes with a proposed innovative stair, that could make use of its advantages, while alleviating its shortcomings.

Potentials and development of vernacular prefab stair

Ready made vernacular stairs have many potentials of being low cost, speedy construction where no time needed for formwork and hardening of concrete, thus requiring less installation skills. Moreover, it is deeply rooted in the architectural heritage of many countries, therefore it won't meet technological rejection. Nevertheless, although these potentials that suit owner/builders and small contractors, this building process is not widely used nowadays, because of some technical reasons, which might be :

- low quality.
- limitations of the surface finishing to a "low-value status".
- heavy weight of the treads.

These shortcomings calls for development depending on :

- increasing the structural performance of components and joints.
- widening the range of possible finishing surfaces, or produce a "body" that accepts different sheets of materials.
- reducing the weight of the components, to be handled manually.
- facilitating the assembly process.
- the rational the use of material, specially steel, and the use of local materials such as reeds or bamboo.

Design of small components stairs

Prefabricated stairs could be made of either timber, steel, concrete or a blend of these materials. The scarcity and high cost of timber and steel, makes it more economical in most developing countries to use reinforced concrete components.

The selection of the structural system of the stair depends on the staircase plan, which determine shape and size of each component. Moreover, floor height dictates whether to be bridged by a single run of stairs, by a flight of stairs arranged to follow a straight or a broken line of an intermediate landing (2).

For low cost housing, the staircase area should be minimized by using a single run of stairs for family houses (Fig 1), while in block apartment buildings, it consist of two parallel flights.

Furthermore, the joints between stairs and floors require special details to fit each stair shape. It is preferred to arrange the stair parallel to the beams, where stairs are often supported by the walls and a spandrel beams. If the stair reached the floor level without direct joint to the wall or spandrel beam, a beam of adequate cross section should be constructed for this purpose (3).

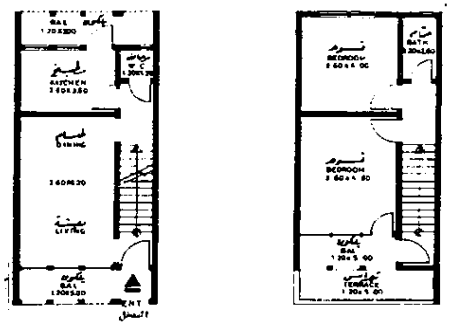


FIG.1 The use of single flight stairs.

Prefab types of small components' stairs:

1) Vernacular ready made stairs

This stair is usually made of stone, marble or reinforced terrazzo separate steps supported by the side wall (Fig 2). The intermediate landing is either a cross beam or a rectangular component supported by the same way. The advantages and disadvantages of this stair have been mentioned earlier.

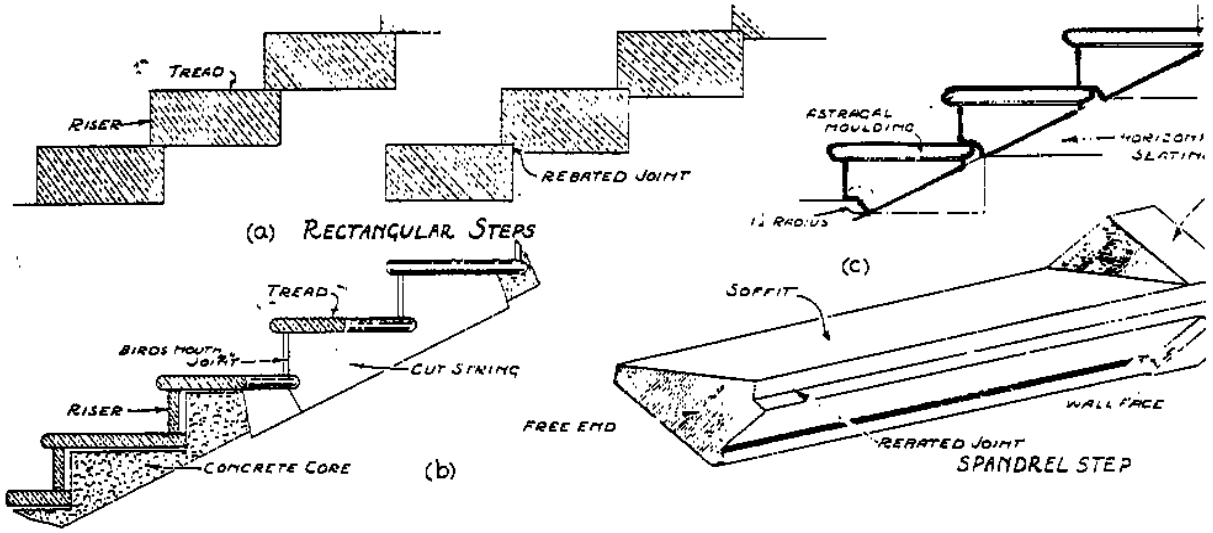


FIG.2 Details of a vernacular staircase (Warland, E. 1929)(4).

2) Prefab stair platforms (Chinese)

This is a modern version of the vernacular stair, which depend on the use of prefab RC "r" shape treads, that could be supported

either on one or two sides of the walls (Fig 3)(5). The "r" shape achieves the required supporting area, while reducing used material and weight of each step. The weight of each step is 55-60 Kg, thus, it could be easily lifted and placed in position by two laborers. A survey in rural China has revealed its acceptance because (5):

- The lack of timber and viability of cement and steel.
- It is cost saving of about 30%, comparing to timber stairs.
- It is fire and "insect" proof.
- It has a higher sound insulation.
- It is more durable and free-maintenance.
- It is easily produced without considerable training.

However, the installation of steps inside the wall requires skills to achieve safety, special architectural details for the wall and other smaller blocks to fill the wall space under the steps.

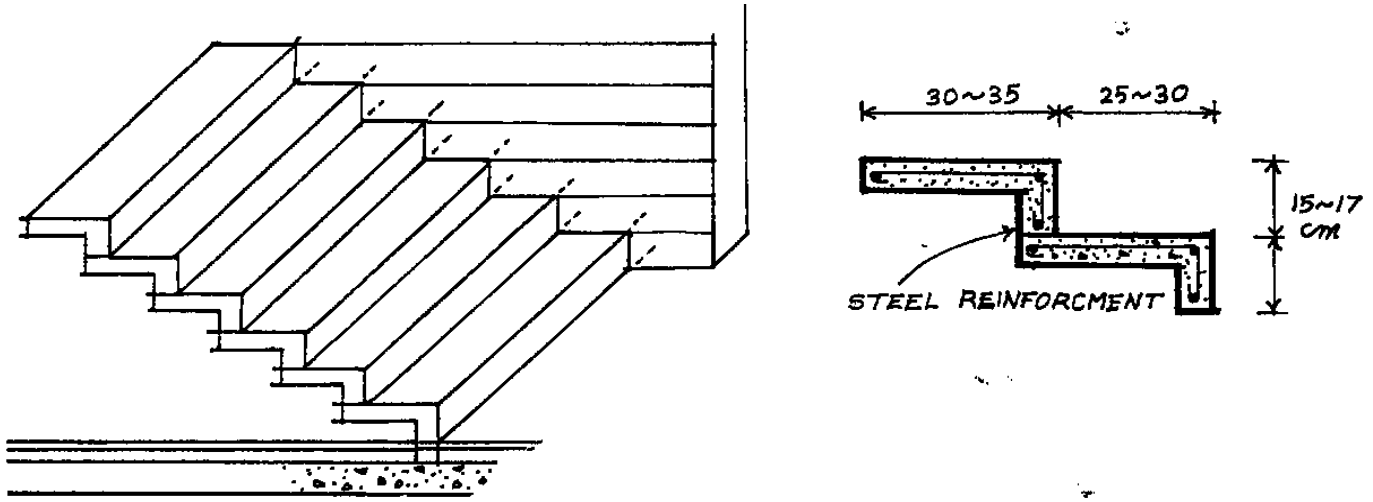


FIG.3 The Chinese platform stair (CBTDC 1989)(5).

3) Prefab treads supported on two walls (Jordanian)

The stair of the Jordanian Building System # 5 consists of two elements: the saddle which is placed between the block coarse of two parallel bearing walls, and the tread which is supported and bolted to the right and left saddles (Fig 4)(6).
The tread is provided with a steel angle on its edge to resist friction. The landing consists of similar modular element to the tread. The weight of the saddle and the tread is 17 Kg & 44 Kg (6).

There are other stairs similar to the Jordanian stair which apply the same concept of using sheet plates. The obvious advantage of this type is its lightweight, easy-build and high structural safety. However, it requires two parallel walls, which limit the architectural design and cost more because of the second wall.

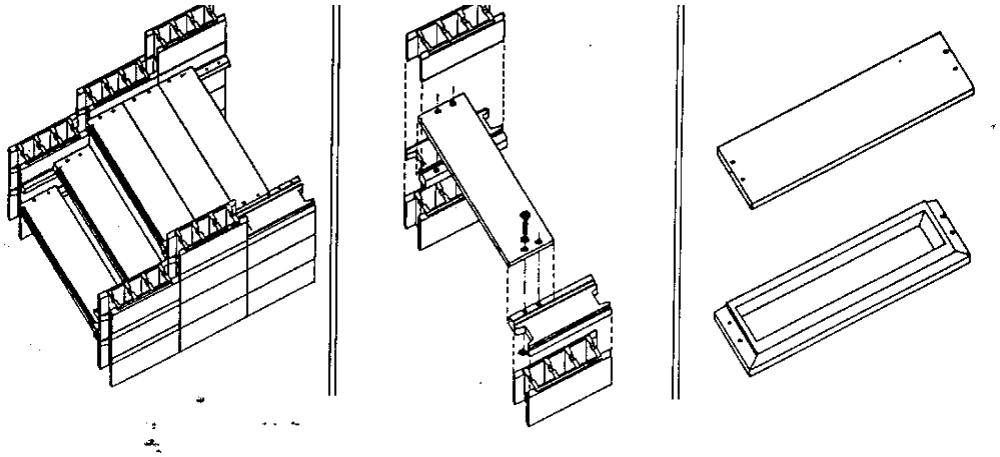


FIG.4 The Jordanian stair of Building System # 5 (RSC 1988)(6).

4) Prefab stringer beams and treads (Thailand)

This stair was developed for self build in South East Asia, as a low cost alternative to local wooden stairs. The stair consists of two stringer beams, precast treads and metal balusters (Fig 5)(7). Production and construction are facilitated, using simple wooden molds and easy manual handling. Bamboo reinforcement could be used to reduce cost by substituting the wire mesh in the treads (Fig 6). Although this stair is more versatile, it requires more production skills and accurate installation to assure its structural safety.

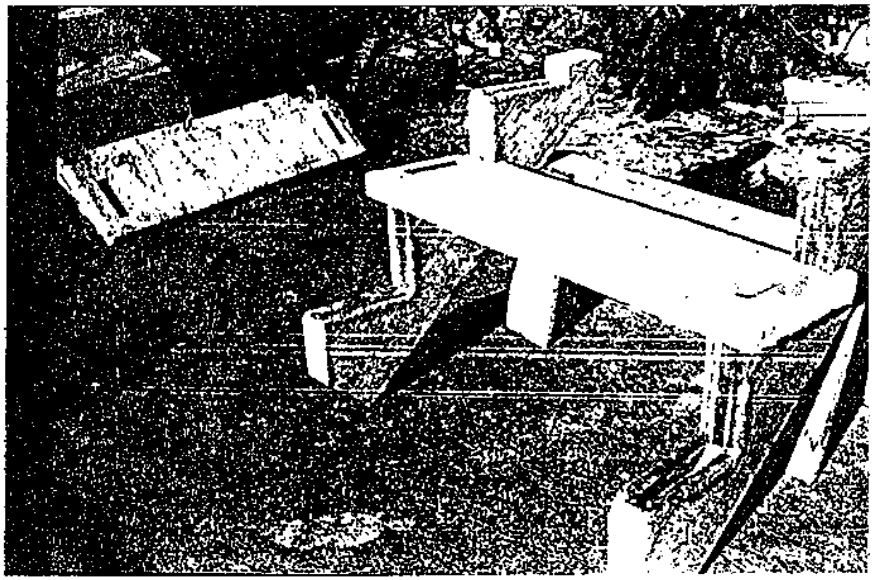


FIG.5 Prefab stinger beams and treads (Etherington 1984)(7).

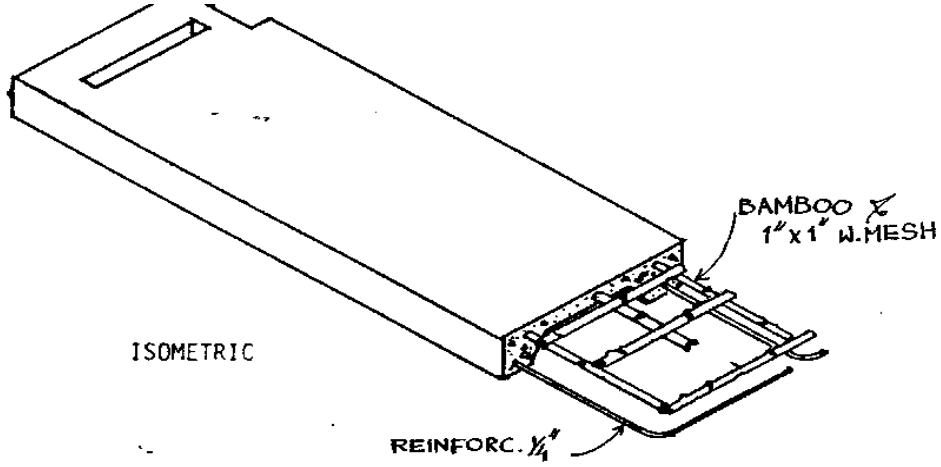


FIG.6 Bamboo reinforcing and construction of treads (7).

5) Modular linear stair units (British)
This stair consists of precast modular longtudenal reinforced concrete sections of 15 cm wide. It is manufactured of variable lengths up to 9 risers, to form a height of a half-story (Fig 7). Installing one flight stair is also possible by using an "L" shape intermediate beam supported from both sides. The components could be placed in its position manually by two unskilled laborers (8). This linear stair component concept is more flexible than the steps concept, where any width could be achieved as multiples of 15 cm. However, the one flight stair requires a structural support to carry the intermediate landing beam which restricts the design. Moreover, the stair can't be installed unless the floors and landings are installed already, which might need scaffolding.

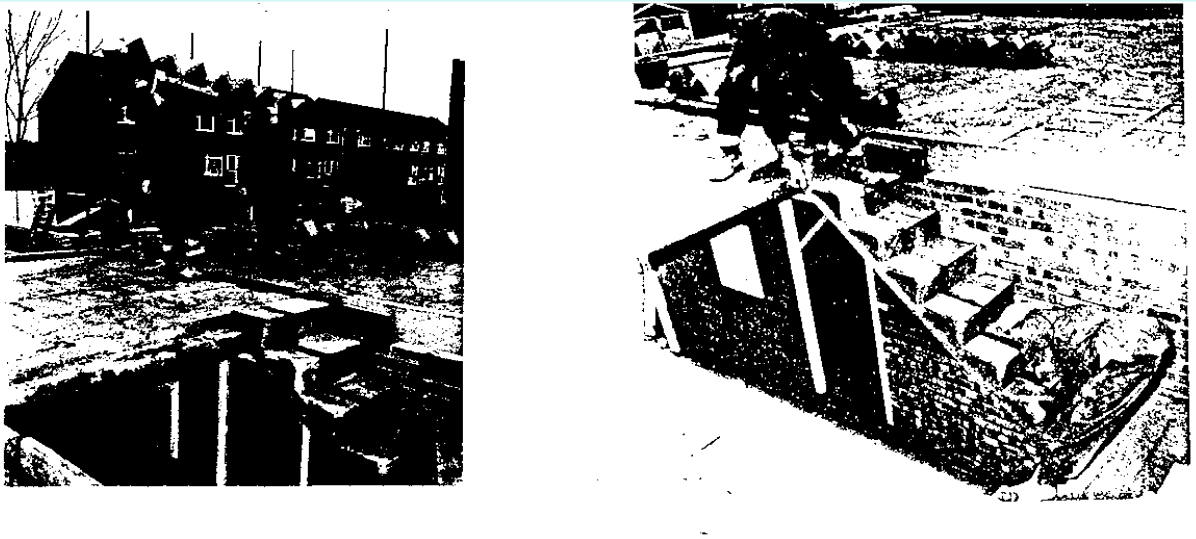


FIG.7 Application of the British modular stair component (8).

Proposed easy-build precast stair:

The reviewed stairs consist of several components, requiring different molds, more assembly time and relatively more skills. This has called the author to propose a "one component stair" that could be used with low cost housing projects. Because self build housing is usually of bearing walls, the stair would be integrated in the wall as one unit. The component is a reinforced precast step, projected out of the wall block (Fig 8). It applies the same structural theory of vernacular stairs, carrying the loads to previous steps, while firmly connected to the adjacent wall.

The wall itself is composed of a "T" shape standard 20x20x40 cm concrete blocks. The "T" blocks is designed to achieve a stair decline of 33, with a Flemish bond pattern, without vertical mortar, while keeping high structural performance (Fig 9).

The weight of each step/block component is 70-80 kg approx, which could be easily installed by two unskilled laborers.

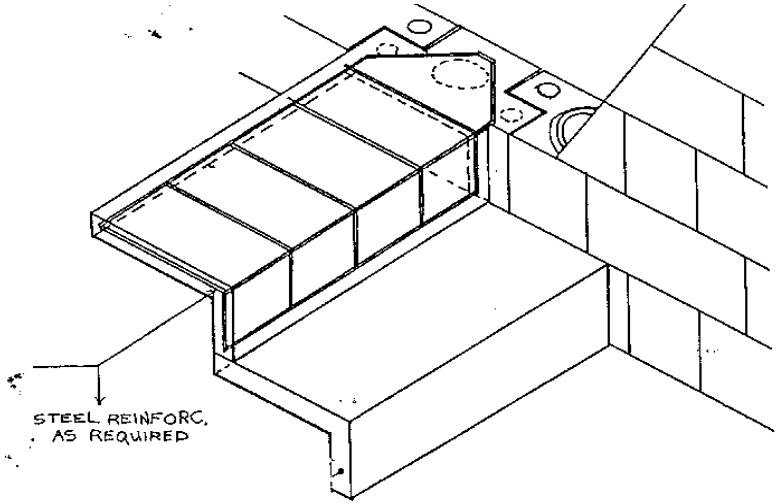


FIG.8 The proposed step/block component.

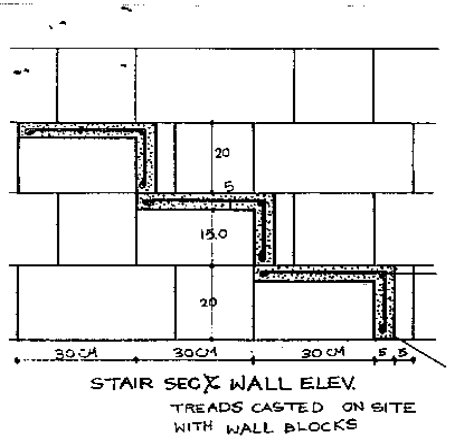


FIG.9 Stair section and wall pattern.

Production and building of the stair component:

The step/block component would be casted upside down in a flexible mould, by sliding the end of the mould closer or farther apart from the block (fig 10). Steel reinforcing would be placed in the mould, connecting the block to the step. The step/block would be stacked as a traditional bearing wall by two unskilled laborers.
The overlapping of each step on the previous one, would easily be achieved since the wall pattern guides block stacking (Fig 11).

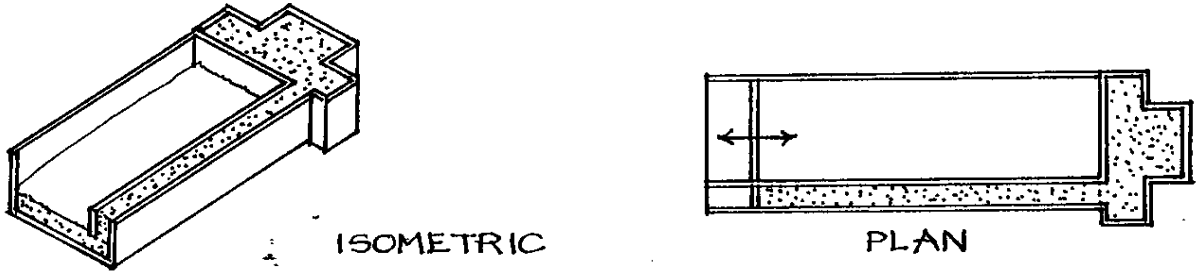


FIG.10 The mold of the step/block component.

(Fig 11) Photo of the step/block self build stair.
* Model was constructed by the author when he was a visiting scientist at Ohio state University in 1992

Advantages of the step/block stair:

- Producing one component is easier than producing many components
- Installing one component minimizes unskilled laborers' mistakes

- The structural performance of the step/block is higher than other self build stairs, even though it requires less reinforcement.
- The step/block stair does not require two parallel bearing walls, thus reducing the cost and architectural limitations.
- The component could be produced as a finished product using different sheets of materials, since it is casted upside down.
- Environmental materials could be used with steel for reinforcing.

The only restriction of the step/block is requiring a certain block and pattern of the wall. However it could be applicable only to the bearing wall of stair, not the whole building. The riser and tread dimensions could be varied if certain specifications are to be met.

Conclusion:

Although precast stair of small components have many advantages over conventional insitu concrete stairs -e.g. easier and speeder to build, less costly- they still have some shortcomings. They usually consist of several components, requiring different molds. more assembly time and some skills. Moreover, these stairs are either constrained in width, or in length. Therefore, one component stair was proposed. connecting the adjacent stair wall with prefab steps that could be casted in a flexible and simple mould on site. The wall itself depends on a standard "T" shape block, which

doesn't require vertical mortar. The proposed stair could be built of different widths and lengths, with minimum skills while keeping high structural performance, as was seen from the early tests. This precast stair is registered in USA and Egypt.

Patent is followed in next Appendix 2 :
Step-block precast stair, US Patent 9347224
Date of Patent: May 24, 2016
Assignee: Umm Al-Qura University (Makkah)
Inventor: Khaled I. Nabil Ahmed (Makkah)

References:

(1) Kh. Nabil, "The construction of low income housing, Unpublished Ma thesis, Zagazig University, Faculty of Engineering, Egypt (1988)
(2) A. Haas, "Precast concrete design and applications," Applied Science Publishers, London (1978)
(3) UN, Department of Economic and Social Affairs, "Use of precast components in masonry building construction," UN, N.Y (1972)
(4) E. Warland, "Modern practical masonry," Pitman, London (1959)
(5) China Building Technology Development Center, "Potentials of prefabrication for self help and mutual aid," CBTDC, Beijin (1989)
(6) RSSJ "Building System # 5 : A building system for low income housing," Building Research Center, Amman, Jordan (1988)
(7) B. Etherington, "Modular concrete for low cost housing," Unpublished paper, Asian Institute of Technology, Bangkok (1984)
(8) Lyncrete Burkle, Manufacturer prochure, Hampshire, UK (1990)

Appendix: 2 Step-block Precast Stair, US Patent 9347224

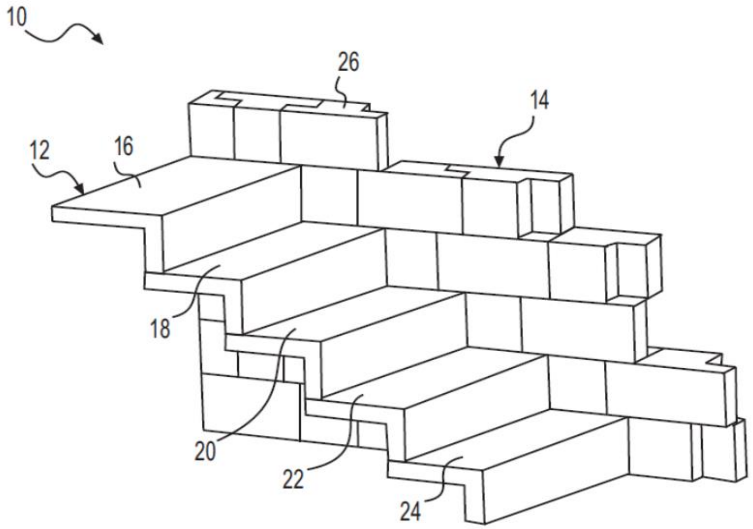
Assigned by: Umm Al-Qura University, SA, Invention by editor.

ملحق 2

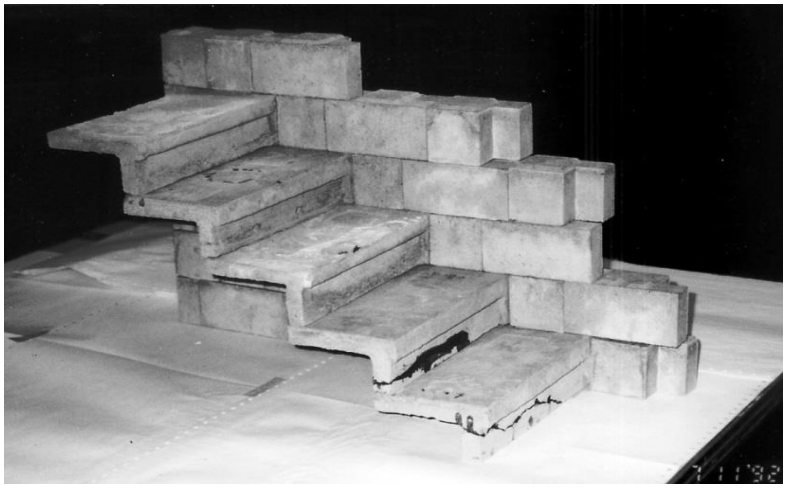
Abstract:

A precast step-wall block including a step portion projecting perpendicularly out of a wall system and a wall block portion, is disclosed. Wall blocks used in constructing the wall system are T-shaped in plan view with exemplary dimensions of 400×200 ×200 mm.

These wall blocks are arranged in Flemish bond courses to facilitate the projection of the precast steps from the wall system. A mold designed for preparation of the precast steps of different lengths is also described.



Drawing 1 of Invention, inventor & editor



Model of invention, editor

https://www.google.si/patents/US9347224

https://patents.justia.com/patent/9347224

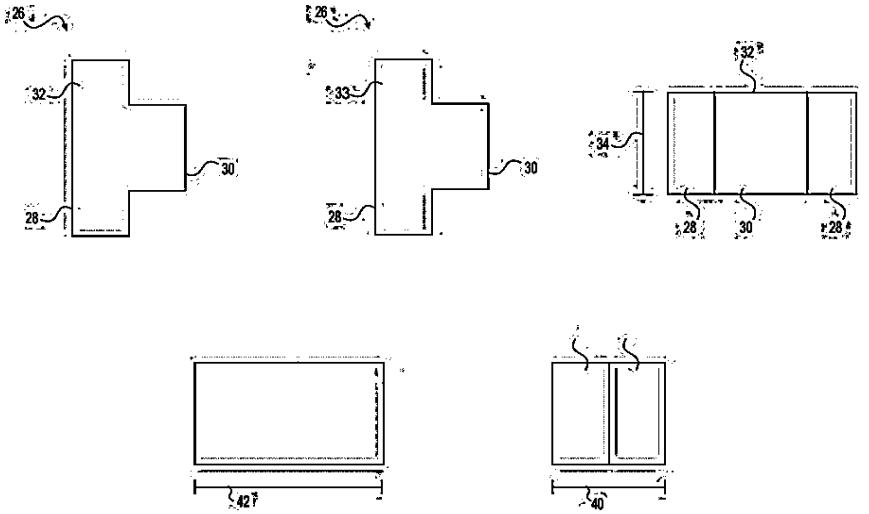
Conventional staircases are constructed on-site through a reinforced concrete structure or a steel structure. Installation of on-site cast concrete staircases is a very difficult and time-consuming operation in traditional concrete skeleton structures. The process requires scaffolding, steel cutting, reinforcement and concrete molding and de-molding, which can cost as much as 8-10% of the building with its finishes.

Thus, many construction companies and builders have tried to improve the stair building process by using precast concrete staircases, to be quick and clean with the added benefit that the units can be used as soon as they are installed. However, a full flight of precast concrete stairs is heavy, requiring large cranes for transportation. Furthermore, the full flight of precast stairs may not be suitable for small projects and owner-builders.

The invention claimed is:

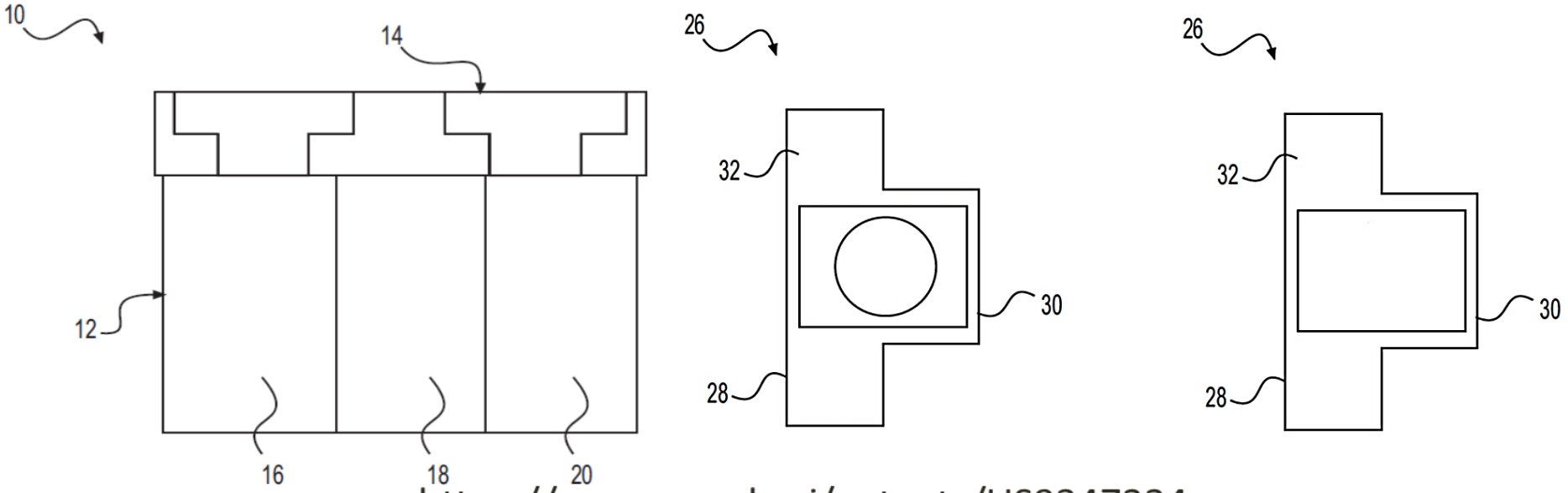
1. A construction unit comprising:

a wall system having a plurality of T-shaped wall blocks arranged in a plurality of horizontal courses in Flemish bond, each of the T-shaped wall blocks having a main body portion, a side body portion and first and second intersecting corners, the main body portion having a rectangular cross section, a central portion, a first arm and a second arm extending horizontally from the central portion in opposing directions.



https://www.google.si/patents/US9347224

wherein:
the side body portion has a square cross section emanating vertically from the central portion;
the first and second intersecting corners are disposed between the main body portion and the side body portion on both sides of the side body portion;
each of the T-shaped wall blocks, through the first and second arms, connects securely with the intersecting corners of two adjacent T-shaped wall blocks that are in the opposite orientation in the horizontal courses so that alternate T-shaped blocks in the horizontal courses have rectangular side surfaces and square side surfaces facing outward and square side surfaces in a first horizontal course are disposed in the middle of rectangular side surfaces of a second horizontal course below the first horizontal course; and a stair system having a plurality of precast concrete steps,

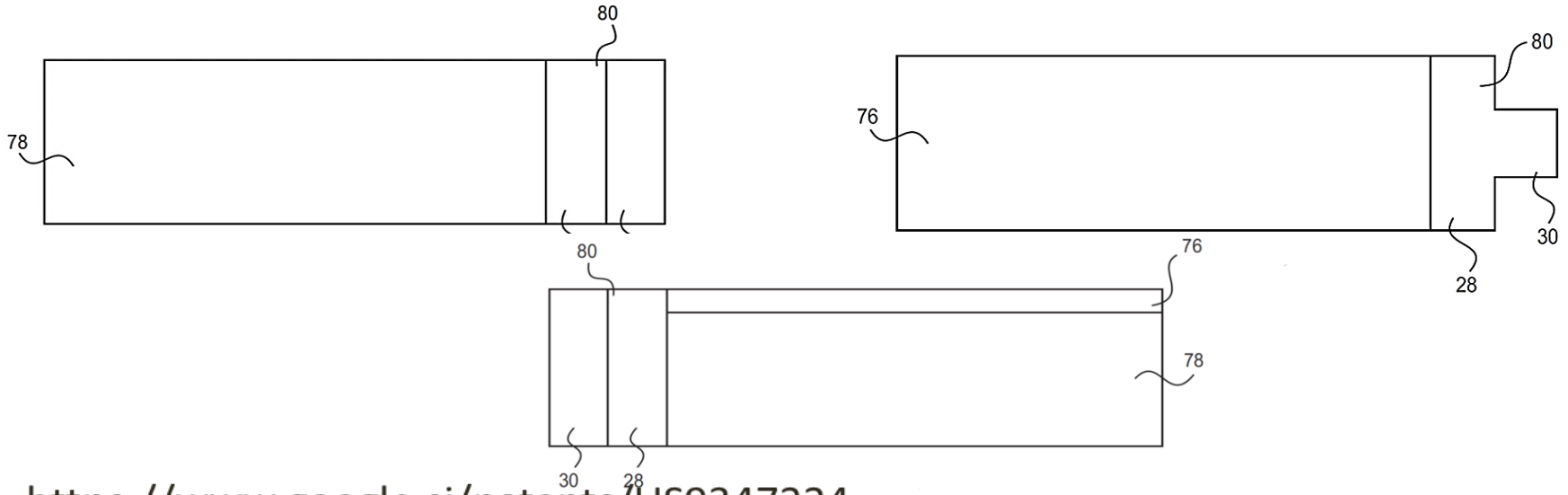


https://www.google.si/patents/US9347224

each of the precast concrete steps including a generally horizontal tread portion, a riser portion connected integrally to the tread portion and a T-shaped connecting portion connected integrally to the tread portion and the riser portion, the T-shaped connecting portion having dimensions equal to the T-shaped wall blocks, each of the precast steps being installed by substituting a T-shaped wall block having the rectangular side surface outward with the T-shaped connecting portion so that the tread portion and the riser portion project perpendicularly out of the wall.

2. The construction unit of claim 1, wherein each of the T-shaped wall blocks has dimensions of 400×200×200 mm (length×width×height).

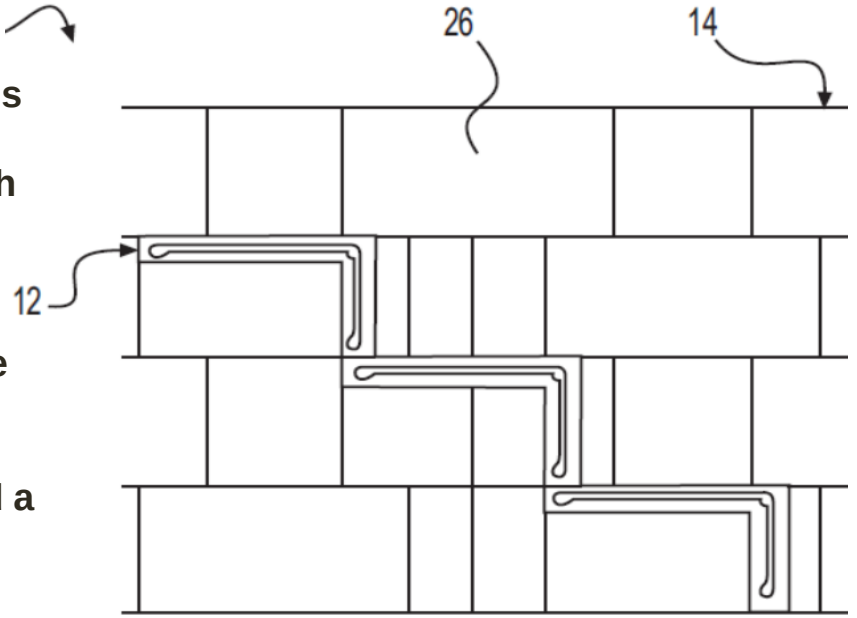
3. The construction unit of claim 1, wherein the riser portion is generally vertically arranged and connected integrally at 90° and depends from the tread portion, and wherein the T-shaped connecting portion is connected integrally at 90° and depends from the tread portion and the riser.



https://www.google.si/patents/US9347224

4. The construction unit of claim 1, wherein the tread portion further includes a nosing portion.
5. The construction unit of claim 1, wherein the tread portion is 350-400 mm in width, 50 mm in height and 600-1200 mm in length.
6. The construction unit of claim 5, wherein the width is adjusted during casting with a casting apparatus.
7. The construction unit of claim 5, wherein the length is adjusted during casting with a casting apparatus.
8. The construction unit of claim 1, wherein the riser portion is 50 mm in width, 200 mm in height and 600-1200 mm in length.

9. The construction unit of claim 8, wherein the width is adjusted during casting with a casting apparatus.
10. The construction unit of claim 8, wherein the length is adjusted during casting with a casting apparatus.
11. The construction unit of claim 1, wherein the T-shaped wall blocks further include
a T-shaped top surface and a T-shaped bottom surface which is opposite from the top surface at a distance equal to the height of the T-shaped wall blocks, a rectangular top central portion on the top surface, and a top circular groove disposed within the top central portion.



https://www.google.si/patents/US9347224

12. The construction unit of claim 1, wherein the T-shaped wall blocks further include a T-shaped top surface and a T-shaped bottom surface which is opposite from the top surface at a distance equal to the height of the T-shaped wall blocks, a rectangular bottom central portion on the bottom surface, and bottom circular grooves disposed on the bottom surface and located on both arms of the main body portion.

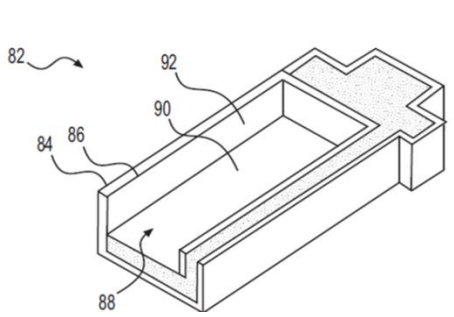
13. The construction unit of claim 12, wherein the rectangular bottom central portion includes a rectangular middle portion separating two rectangular grooves.

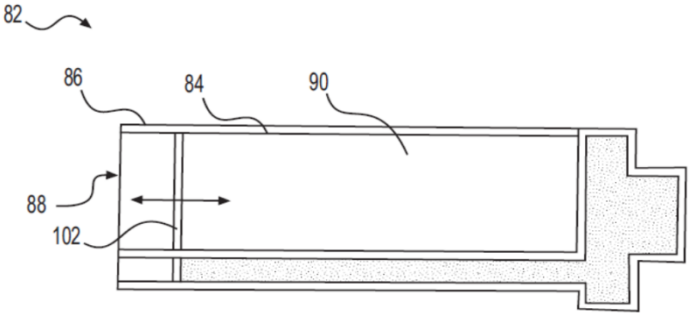
14. A precast concrete step comprising: a horizontal tread portion; a vertically arranged riser portion connected integrally to the tread portion at 90° and depending from the tread portion; and a T-shaped connecting portion including a main body portion having a rectangular side surface, wherein the rectangular side surface is connected integrally to the tread portion at 90° and depending from the tread portion and the riser portion, and wherein the T-shaped connecting portion has a T-shaped cross-section in a plane parallel to the horizontal tread.

15. The precast step of claim 14, wherein the tread portion further includes a nosing portion.

16. The precast step of claim 14, wherein the tread portion is 350-400 mm in width, 50 mm in height and 600-1200 mm in length.

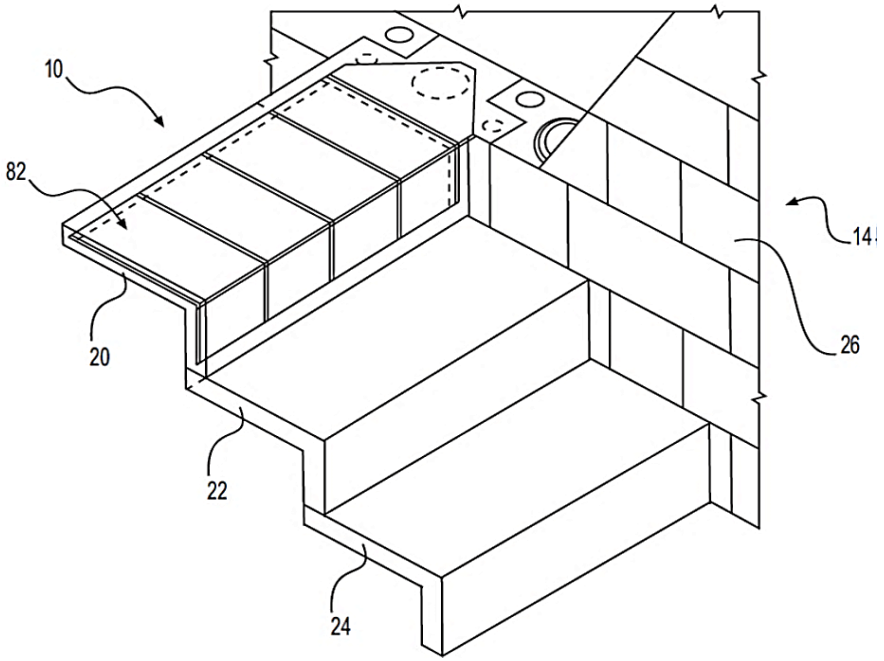
17. The precast step of claim 16, wherein the width is adjusted during casting with a casting apparatus.





18. The precast step of claim 16, wherein the length is adjusted during casting with a casting apparatus.
19. The precast step of claim 14, wherein the riser portion is 50 mm in width, 200 mm in height and 600-1200 m in length.
20. The precast step of claim 19, wherein the width is adjusted during casting with a casting apparatus.
21. The precast step of claim 19, wherein the length is adjusted during casting with a casting apparatus.

22. The precast step of claim 14, wherein the T-shaped connecting portion further includes: a central portion, a first arm and a second arm extending horizontally from the central portion in opposing directions; a side body portion having a square cross section emanating vertically from the central portion; and first and second intersecting corners disposed between the main body portion and the side body portion on both sides of the side body portion.
23. The precast step of claim 22, wherein the T-shaped connecting portion has dimensions of 400×200×200 mm (length×width×height).



https://www.google.si/patents/US9347224

تقنيات التشطيب لإسكان ذوى أدنى الدخول

د. خالد إبراهيم نبيل*
* قسم العمارة ، كلية الهندسة ، جامعة الزقازيق

الملخص

إن إرتفاع تكاليف توفير المسكن الملائم لإسكان ذوى أدنى الدخول ، قد أدى لظهور تقنيات عديدة، إلا أنها كانت تركز غالبا على تكاليف البناء الإنشائية المباشرة دون التشطيبات، ناهيك عن التكاليف غير البنائية (نبيل و بندارى 1999).

لهذا فإن البحث يطرح بعض المفاهيم المستحدثة لتقنيات التشطيب لإسكان ذوى أدنى الدخول، حيث لوحظ ندرة الأبحاث الخاصة بتقنيات ترشيد أعمال التشطيبات بمصر، رغم تشكيلها لنسبة لايستهان بها من التكاليف البنائية التى تنقسم من الناحية الإنشائية للمسكن إلى 3 عناصر (درة 1988):

- الأساسات Substructure وهوما دون سطح الأرض، وتشكل حوالى 10%.
- الأعمال الإنشائية الإعتيادية Superstructure وهو كل مافوق الأرض من حوائط وأسقف، سواء كان المبنى حوائط حاملة أو هيكليا ، وتشكل حوالى من 40-55%.
- أعمال التشطيبات Finishes وهى ما تعطى المبنى شكله النهائى ومرافقه الداخلية ليتمكن المستعملين من سكنه وتمثل من 35-50%.

(طرحت بعض تقنيات البناء المتوافقة المعتمدة على المواد البيئية المتوفرة، والتى تمكن من إستبدال العمالة المكلفة بالعمالة الذاتية Self Build مما أمكن معا من تخفيض التكاليف البنائية إلى حوالى نصف تكلفتها الفعلية (نبيل و بندارى 1999).

- وتتناول هذه الدراسة تقنيات أعمال التشطيبات، إعتمادا على تحليل عناصر التكلفة ذات الثقل النسبى بهدف ترشيدها، مع طرح البدائل التقنية المناسبة لخفض التكلفة.

- كلمات الفهرسة : إسكان منخفض التكاليف- تقنيات- تشطيبات

مقدمة : عناصر تكلفة إنتاج المسكن:

قام الإقتصاديون بتقسيم العناصر إلى نشاطين أساسيين :

أولا أنشطة غير بنائية non-construction : تشمل تكلفة رأس المال 6-10% ، أراضى البناء 20-25% (وقد تزيد حسب الموقع) ، المرافق والخدمات 10-15%، التصميمات الهندسيةو الإشراف على التنفيذ 2-5% ، ثم تكلفة التنظيم وألإدارة 10% و (ما يستجد من مصاريف غير منظورة يترواح ما بين 2- 10%).

ثانيا أنشطة بنائية بحتة Building construction : وتشمل مواد البناء 25-30% ، ثم العمالة والمعدات فطرق التفيذ 15-20%.

ويلاحظ أن هذه النسب غير ثابتة حيث تختلف أساسا حسب الموقع و مستوى التشطيب حيث يشكلان حوالى نصف التكلفة، كما أن تكاليف البناء المباشرة تتشكل حوالى النصف فقط.

عناصر تكلفة أعمال التشطيب الإسكان المنخفض التكاليف :

1- أعمال تشطيب الحوائط والأسقف

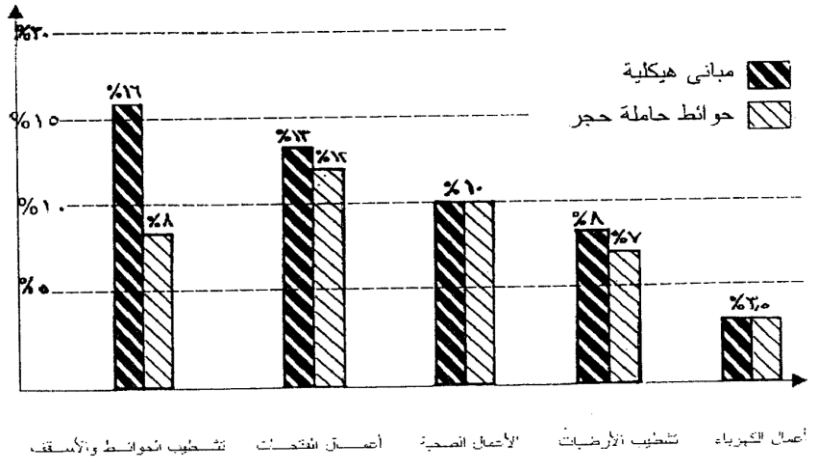
2- أعمال الفتحات

3- الأعمال الصحية

4- أعمال الأرضيات

5- أعمال الكهرباء

إن مقارنة عناصر تكاليف التشطيب بالنسبة للتكاليف البنائية لمشاريع الإسكان الإقتصادية للمبانى الهيكلية ، والمبانى من الحوائط الحاملة الحجرية ، يظهر زيادة تكلفة تشطيب الحوائط فى الاولى عن الثانية بنسبة 8% لإعمال الحوائط وبنسبة 1% لإعمال الفتحات، فى حين تتساوى التكلفة لكل منهما فى أعمال الصحى و الكهرباء، وبذلك تزيد تكلفة تشطيب المبانى الهيكلية بحوالى 10% عن الحوائط الحاملة الحجرية ، بسبب إلغاء البياض الخارجى وصغر الفتحات (نبيل 1988). ولقد أدمجت نسب تكاليف تشطيب النظامين الإنشائيين للشمولية والمقارنة (شكل 1).



(شكل 1) مقارنة نسب تكلفة التشطيبات للملانى الهيكلية و الحوائط الحاملة بمصر

(شكل 2) مبنى من الحوائط الحاملة بالحجر المنشور دون بياض سوى بالأسقف. تصوير المؤلف : وكالة الطاقة الذرية، إنشاص، مصر

أولا: تشطيب الحوائط والأسقف

يتضح من التحليل السابق أنها تمثل أعلى تكلفة فى أعمال التشطيب بحوالى 16% من تكلفة المبنى. وتنقسم لحوالى 8% لبياض الواجهات الخارجى و6% لبياض تخشين الحوائط الداخلية، ثم 2% للأسقف . ولا تضم هذا النسبة العالية سوى حوالى 5,% لتكلفة الدهانات الداخلية من الجير ذو الجودة والسعر المنخفضين نظرا لطبيعة الإسكان الإقتصادى. وترجع إرتفاع التكلفة إلى تعاظم مسطحات بياض الحوائط و الأسقف التى تبلغ حوالى 4-5 أضعاف مسطح الفراغ ، بالإضافة للبياض الخارجى الذى يحتاج لشدة. إن بند البياض يستغرق وقتا طويلا ويستهلك كميات كبيرة من الأسمنت تصل لحوالى 30% من الأسمنت المستخدم .(NBO 1980)

لهذا يجب إلغاء بند البياض بالنسبة للإسكان الإقتصادى عن طريق الآتي:

- تنفيذ حوائط ظاهرة ، وهو ما يلاحظ بالدول الأوربية من ترك الطوب الأحمر والطفلى ظاهرا برغم الرطوبة العالية مع بياض العناصر الخرسانية الإنشائية لحمايتها. كما يمكن تنفيذ المبانى من الحوائط الحاملة بالحجر المنشور المتوفر بتكلفة لاتتجاوز ثلث البدائل الأخرى بالإضافة للوفر فى العناصر الإنشائية (نبيل وبندارى 1999)(شكل 2).

- دهان الحوائط والسقف مباشرة بدهانات ثابتة يمكن غسلها Washable، وهو ما يطبق بالمباني الاقتصادية ببعض الدول الغنية كالولايات المتحدة منذ عدة عقود، وأثبت كفاءة ووفرا كبيرين. وتتوافر حاليا بالسوق المحلى عدة أنواع من الدهانات البلاستيكية الاقتصادية التى يمكن للمستعمل دهانها بنفسه بإستخدام الرولة مما يوفر العمالة أيضا . أى أنه يمكن خفض تكلفة تشطيبات الحوائط والأسقف من 16% إلى 2 أوحتى 4% مع بياض بعض العناصر الإنشائية.

ثانيا: أعمال الفتحات (نجارة الأبواب والشبابيك)

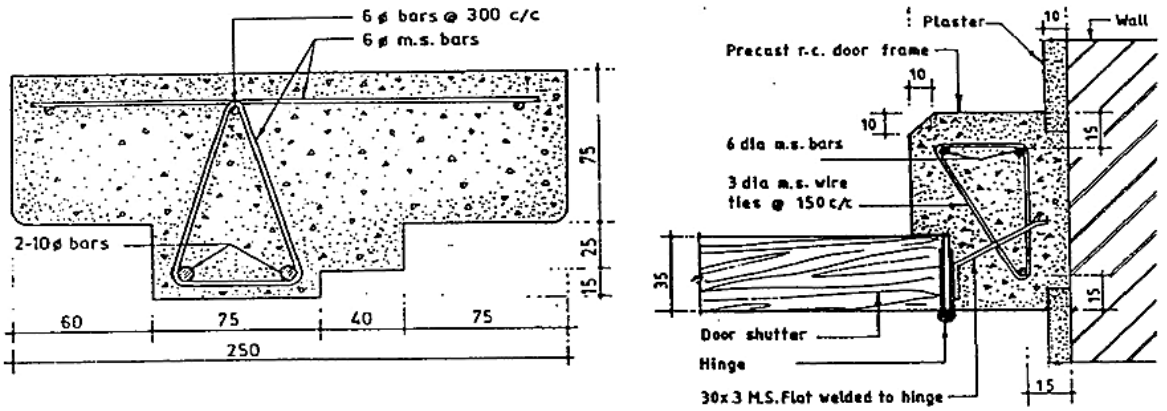
تتكلف أعمال النجارة التقليدية حوالى 13 % من تكلفة المبنى الإقتصادى، 6% للأبواب و 7% للشبابيك (يوسف،ن ومحفوظ،ع 1992). وترجع التكلفة للآتي:

- الإعتماد أساسا على الأخشاب المستوردة العالية الكلفة.
- الحاجة لعمالة نجارة ماهرة ، بالإضافة لإستثمارات فى ماكينات الإنتاج والتشغيل.
- دهانات الفتحات الخشبية التى تمثل حوالى ربع أو ثلث تكلفة الفتحة.
- الخردوات المتعددة كالمفصلات والمقابض و السبليونات.

ويمكن تخفيض تكلفة أعمال الفتحات عبر عدة محاور:

1) تقليل عدد الفتحات بإلغاء العناصر الغير ضرورية كباب المطبخ، غير المستعمل عادة، وعدم وضع أكثر من شباك بالغرف الصغيرة ، خاصة أنها تعوق الفرش.
2) تصغير مسطح الفتحات الخارجية ، وهو مايتناسب مع التوصيات المناخية.
3) تنميط مقاس الفتحات بما يسمح بالإنتاج الكمى و يتناسب مع أطوال القطاعات.
4) إستخدام مواد وتقنيات اقل تكلفة من النجارة التقليدية :

- إستبدال الأبواب الداخلية بستائر من المواد البيئية ، وهو ما يطبقه محدودى الدخل
- استخدام قطاعات PVCالأقل تكلفة، لعدم الحاجة للدهان و الصيانة، وهو ما يمنع المستعملين من إستخدام الوان متناقضة لنفس الفتحات مما يسبب تنافر الواجهات.
- إستبدال الحلق الخشبى الذى يشكل حوالى 40% من نجارة الباب و الشباك بحلق خرسانى، يتم صبه فى قوالب حديدية يمكن تعديلها حسب الفتحات (شكل3) . ونظرا للفرق الكبير بين تكلفة الخرسانة والخشب فإنه تكلفة المبنى تنخفض بحوالى 2%.

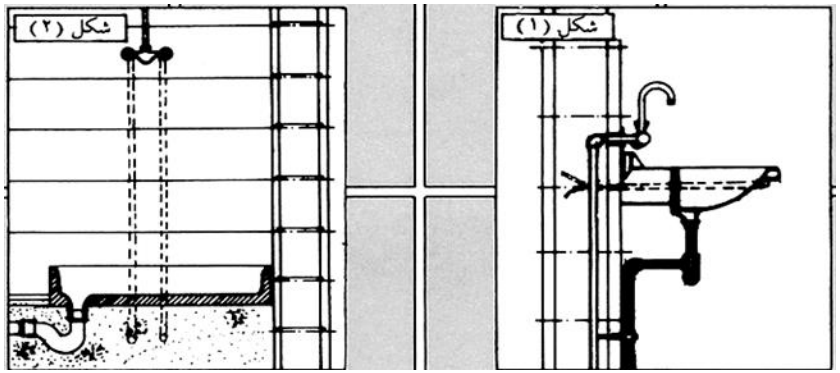


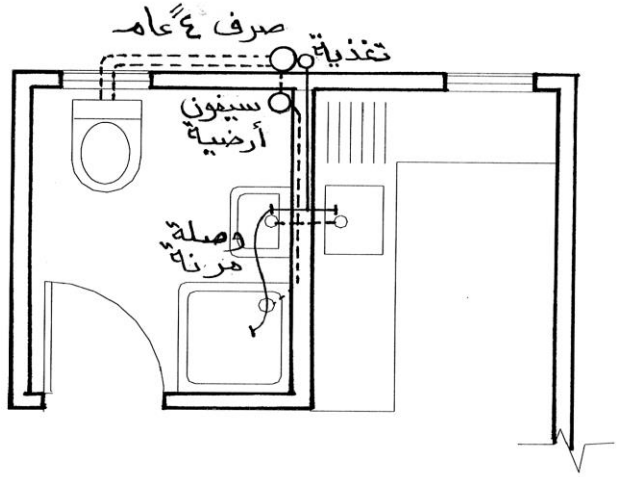
(شكل 3) الحلق الخرسانى للباب وإمكانية ضم الحلق والعتب فى عنصر واحد

- إلغاء الحلق فى الأبواب الداخلية Frameless ، مثل الابواب السبرس للمخازن كما يمكن أستخدام الحلق الخشبى 10x5 سم فى الشبابيك بتركيب الضلف الشمسية مباشرة فى محكية الحائط كما فى بعض دول البحر المتوسط.
- إستبدال ورق الشمسية بضلف الشبابيك و التى تشكل أعلى مكون من المواد و العمالة والتصنيع، بخشب الابكلاج 6 مم المثقب -الأركيت- ،الذى يمكن تفريغه بأشكال تراثية ، مما يحقق الخصوصية و التهوية المطلوبين.

ثالثا: الأعمال الصحية و التغذية بالمياه
تتكلف حوالى 10% من تكاليف الإنشاء ، والتحليل يظهر الآتى:
1) التوصيلات الصحية الرأسية من أعمدة صرف وخلافة حوالى 3.5%
2) التوصيلات الصحية الأفقية الخارجية من مواسير وغرف تفتيش حوالى 1.5%

3) التوصيلات الداخلية للتغذية من مواسير وخردوات حديد 1" ومخارج حوالى 3%
4) الأجهزة الصحية من أحواض الوجه والمطبخ والقاعدة من الصينى حوالى 2%
ويلاحظ أن نسبة العمالة تعتبر من أعلى نسب التشييد للحاجة إلى عمالة متخصصة ماهرة خاصة مع إستعمال أرخص الخامات لطبيعة الإسكان الاقتصادي. فالأجهزة الصحية يمكن أن ترتفع قيمتها عدة مرات بالإسكان الراقى مما تتضاءل معه نسبة العمالة التى تظل تقريبا ثابتة لتركيب نفس الجهاز. ومحاور خفض التكلفة هى:
- التصميم الأمثل للفراغات الرطبة و الأجهزة الصحية بما يضمن أقصر خطوط الصرف وأقل أطوال ووصلات لخطوط التغذية. فيمكن وضع حوضى المطبخ والحمام خلف بعضهما على حائط واحد بما يضمن عدم إزدواجية مواسير التغذية، و يمكن من الصرف على سيفون أرضية واحد. كما يمكن إستعمال مخرج مرن أو خلاط مياه واحد لحوض الوجة والاستحمام (شكل 4).





(شكل 4) تصميم لإقصر خطوط الصرف والتغذية لمطبخ وحمام إقتصاديين 2×3م، يتيح تغذية وصرف الحوضين على نفس المواسير مع إستعمال خلاط مياه واحد. المؤلف

- إن التصميم السابق يسمح بإستخدام نظام مطور لصرف كل الأجهزة على عمود واحد Single Stack، بدلا من أعمدة الصرف والعمل والتهوية ، مما حقق وفرا 40% بالهند (NBO 1980) والكود الامريكى للمبانى السكنية يسمح بإستخدام عمود واحد 4" لصرف 4 أدوار بما لايزيد عن دورة ومطبخ بكل دور .(CABO 1989)

-إستخدام خامات سهلة التركيب تحقق سرعة وجودة التنفيذ، لخفض العمالة المطلوبة. فمواسير ال PVCسهلة النقل والتركيب واللحام وأقل تكلفة من مواسير ولحامات الرصاص التقليدية بحوالى 20% (NBO 1980)، مع ملاحظة أن مشاكل الصرف غالبا من التسريب بالوصلات مما يخفض عمر المبانى بدرجة كبيرة بمصر.

- الاستعاضة عن مواسير التغذية الحديدية التى تحتاج للقلوظة والدهان لتعرضها للصدأ، بالمواسير البولبروبلين - PPRCالفئه الثالثة- المرنة التى تلحم بأداة تسخين بسيطة. وتتميز هذه المواسير بالمرونة وعدم الصدأ أو الحاجة لدهان وصيانة مثل الحديد، وبمعدل سريان السوائل العالى لنعومة أسطحها الداخلية. وتتواجد بالسوق المحلى عدة أنواع من مواسير PPRC التى تصل تكلفة بعضها إلى نفس تكلفة المواسير الحديدية ، بإستثناء بعض الوصلات و المخارج التى يمكن توفيرها بالتصميم الأمثل للشبكة.

رابعا: أعمال الأرضيات

تبلغ نسبة أعمال الأرضيات حوالى 10-8% من التكلفة ، 2% لتشطيب السطح و 6-8% للأرضيات الداخلية من البلاط التقليدى، التى تزيد مع إستعمال السيراميك. إن التكلفة العظمى لتشطيب السطح ترجع لإعمال العزل ضد الرطوبة ثم البلاط السنجابى. ويمكن تخفيض التكلفة إلى أقل من النصف بعمل ميل بسيط حوالى 15-20% يؤدى لجريان الماء السريع، مما يمكن معه إلغاء العزل- الذى ينفذ سيئا غالبا- بالإضافة للإكتفاء باللياسة الاسمنتية دون تبليط مما يتيح إمكانية تعلية المبنى. كما أن هذا الميل بالسقف يمنع المستعملين من بناء العشش و الإمتدادات العشوائية أعلى المبنى. أما أعمال الأرضيات الداخلية فهى غالبا من البلاط الموزايكو- من أسوأ النوعيات- التى تدفع المستعملين إلى إستبدالها ربما فور الاستلام، مما يضاعف التكلفة ويساهم فى تلويث البيئة المحيطة بأكوام التكسير (تسلم الوحدات غالبا الآن بدون أرضيات نظرا الصعوبة التكهن برغبات وذوق المستعملين ناهيك عن قدراتهم فى ظل الإسكان الجماعى. لذلك فإنه يفضل تسوية الارضية بمادة مناسبة لحماية الخرسانة. وهو ما وفرته تقنيات المواد الحديثة من مون جاهزة للإستخدام ذاتية التسوية Self leveling تتحمل الإحتكاك، بألوان متعددة (مثالا: مادة فلوردكس من شركة كيماويات البناء الحديثة) ، يمكن لصق أرضيات أخرى عليها مستقبلا كمشمع الأرضية أو الموكيت. وتتوافر هذه المواد محليا بسعر يقل حوالى 30% عن البلاط ، وبهذا يمكن توفير حوالى ثلث تكلفة الارضيات الداخلية ونصف أعمال السقف، بما يوازى 2-3% من تكلفة المبنى.

خامسا: أعمال الكهرباء

تعتبر الاعمال الكهربائية أقل بنود التشطيبات تكلفة،حوالى 3-5%، وتشمل الاتى:

- الكابل ولوحة التوزيع الرئيسية للمبنى.

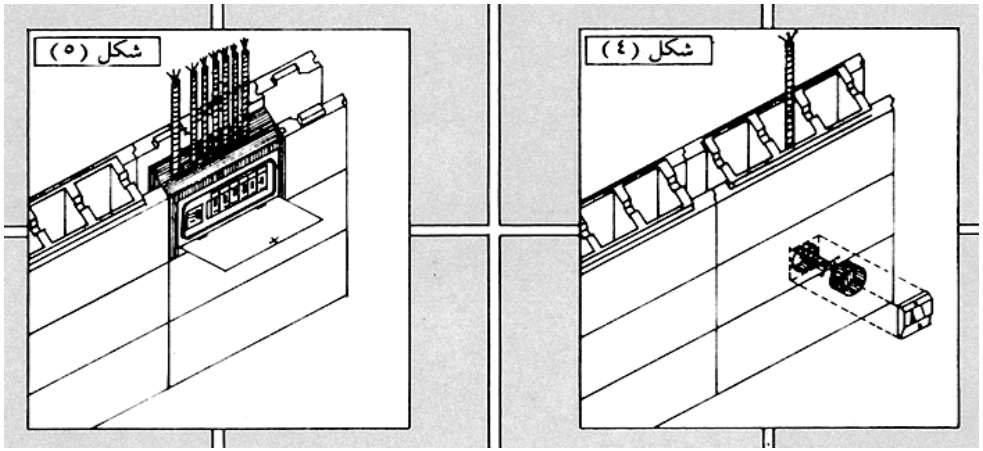
- خطوط التغذية الرئيسية للوحدات السكنية من كابلات و مواسير بلاستيك.

- العداد ولوحة التوزيع الداخلية التى تضم عادة من 3 إلى 6 قواطع للتيار.

- خطوط التغذية من اسلاك 1.5و 2 و4 مم ومواسير بلاستيك.

- علب ومخارج ومفاتيح الكهرباء.

ونظرا لخطورة أعمال الكهرباء وإنخفاض نسبتها، فلا يفضل تخفيض جودة المواد، بل التركيزعلى عمالتها المرتفعة لخفضها. لأنها تمثل نصف تكلفة التوصيلات الداخلية لضرورة التكسير للعلب والمواسير مما يستهلك مجهودا . لذا يمكن إستخدام بلوكات مفرغة فى مسار المواسير تسمح بالعمل دون تكسير (شكل 5).



(شكل 5) بلوكات حائط مفرغة تسمح بوضع التوصيلات والعلب دون تكسير
نظام البناء رقم 5، الأردن

APPENDIX

الخلاصة

إن تحليل مدخلات العملية الإنتاجية لإسكان ذوى أدنى الدخول ، يظهر ثلاثة عناصر أساسية للتكلفة متساوية تقريبا. فالمدخلات غير البنائية تشكل الثلث ، بينما المدخلات البنائية البحتة تمثل حوالى ثلثي التكلفة العامة ، تتقاسمها الأعمال الإنشائية الإعتيادية و أعمال التشطيبات.

إن أعمال التشطيبات تتكون من خمسة مجموعات أساسية متدرجة التكلفة ، أدناها أعمال الكهرباء 3% ، فتشطيب الأرضيات ، فالأعمال الصحية ، فأعمال الفتحات(النجارة) ، وأعلاها تشطيب الحوائط والأسقف 16% للهيكلى و8% للحوائط الحاملة الحجرية.

ويتبين أنه يمكن خفض تكلفة مجموعات التشطيب الخمس إلى النصف عن طريق :

أولا: إلغاء البنود المكلفة ، وأعلاها البياض الأكثر إستهلاكا للأسمنت والعمالة فالوقت، وتليه الحلوق الخشبية التى يمكن إلغاء بعضها Frameless .

ثانيا: إحلال المواد المكلفة كالخشب والحديد بمواد أخرى كإستبدال الابواب الداخلية بستائر بيئية مناسبة، والحلوق الخارجية بحلوق خرسانية مدمجة بأعتاب الحوائط ، وإستبدال مواسير الصرف الحديدية والرصاصية بمواسير PVCاقتصادية.

ثالثا: إستخدام مواد وتقنيات لاتحتاج لعمالة ماهرة كالدهانات التى يمكن تنفيذها ذاتيا.

رابعا: التصميم المرشد لشبكات التغذية والصرف التى تمكن من إستعمال عمود واحد . Single Stack System

خامسا: إستخدام تشطيبات إقتصادية يمكن تطويرها لاحقا كمونة الأرضيات الملونة ذاتية التسوية للسطح الخرسانى مباشرة.

سادسا: دمج أعمال التشطيب بالأعمال الإنشائية لعدم التكسير ، كتفريغ الحوائط فى مسارات التوصيلات الكهربائية.

وأخيرا فإن التنوع الكبير لإعمال التشطيب ، يدعو للقيام بأبحاث ودراسات تطبيقية.

المراجع العربية :

نبيل،خالد و بنداری،إنعام "إقتصاديات وتقنيات البناء لإسكان ذوى أدنى الدخول" ، محاضر المؤتمر الدولى السادس للبناء والتشييد انتر بيلد1999،القاهرة،ص153-163

نبيل،خالد "تشييد الإسكان لمحدودى الدخل" رسالة ماجيستير غير منشورة، قسم تشييد بكلية الهندسة ، جامعة الزقازيق، 1988

درة ،إسماعيل "إقتصاديات الإسكان" عالم المعرفة ، العدد 127 ، وزارة الاعلام، الكويت 1988، ص 134

حجاج،محمود "اقتصاديات الإسكان المنخفض التكاليف" رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الإسكندرية ، قسم العمارة ، 1987 ، ص186

يوسف،نادية ومحفوظ،عفاف "جودة النجارة المعمارية فى إسكان محدودى الدخل" محاضر المؤتمر الدولى للإسكان، مركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى ، 1992 ص 76

م.ب.ب. "نظام البناء رقم 5، دليل التنفيذ"، مركز بحوث البناء ، الجمعية العلمية الملكية ، عمان ،الأردن.

المراجع الأجنبية :

NBO “A Comparison of New Construction Techniques and Materials” NTI
US Dep. of Commerce, 1980, p 29
AD "Privi/Lima Low Cost Housing Project" Architectural Digest, April 1970, NY, USA
Rai, Mohan & Jaisingh “Advances in Building Materials and Construction ”
Roorkee: Central Building Research Institute, India, 1986, pp 452
CABO "Dwelling Code” The Council of American Building Officials, Virginia, USA, 1989, pp 215-217"
Schrechenbach,H & Abankwa,J. “Construction Technology for a Tropical Country”, Floor finishes, section 5.4.2, GATZ , Switzerland, p186

APPENDIX

Reuse of Demolished Building's Debris in Post war Construction
An approach to conservation of traditional architecture

Khaled I. Nabil Ahmed & Hanan S. Wasfy

1. Introduction:

"if God had not enabled people to defend themselves against one another, corruption would surely overwhelm the earth". 2.251.

"if God had not enabled people to defend themselves against one another, all monasteries, churches, and mosques, would surely have been destroyed". 22.40 Translation of the Holly Quran

Mediterranean is the interchange pot of civilizations, which have moved along its shores, rarely by trade, while mostly by conflicts and wars that brings destruction also. Recently, wars have been spreading in the Mediterranean from Bosnia, Albania, Cyprus, Lebanon, Israel and the ongoing destruction of Palestine, threatening the people, the built environment and the local architectural heritage.

Developed countries with limited resources can not afford total re-building of demolished cities, as what happened in the southern district of Beirut at July 2006, where thousands or even millions of tons, of rubble have to be disposed, while roads have to be cleaned for post war construction. Thus, re-use of building debris is very important for sustainable development, having many benefits as followed:

- **Minimizing cleaning cost and time for reconstruction.**
- **Reduction of transportation cost for disposal of debris and new materials.**
- **Saving in material cost by utilizing recycled materials.**

- Eliminate disposal of waste to landfill sites, which become full and costly.
- Conserving the environment.
- Selling recycled building materials or purchasing at lower costs, which is usual for the poor, who got used to buy second-hand building materials.

Moreover, recycling into the same architecture has a cultural crucial role probably more beneficiary than economics and environment. Bevan thinks that "the destruction of symbolic buildings and the physical fabric of cities is not merely collateral damage, but a deliberate intention by the attacker, to dominate and eliminate the memory, history and identity of the opposing side…The war in Bosnia saw an almost complete destruction of a unique and beautiful Islamic heritage, whose existence was simply denied by local Serbian" (Bevan 2006). Although, he argues, that "rebuilding in post-war cities or restoration of damaged buildings can never re-create their originality, the author thinks that rehabilitation by reusing some original material with new similar ones, could keep the image and the psychological feeling of traditional architecture.

Recycling of war demolition waste was first carried out after the Second World War in Germany to tackle the problem of disposing large amounts of demolition waste caused by the war and simultaneously generate raw material for reconstruction. Dresden was destroyed by the firebombing during World War II, where the largest rebuilding efforts ever in Europe, took place to restore many historical buildings (Wkipedia, Dresden Cathedral)

There is considerable research in advanced countries for recycling building waste, which has demonstrated possibility of using construction waste to substitute new materials.

They are enforcing recycling in solid waste management rules, requiring that demolition debris, which composes about 50%, should be separated from the waste stream and segregated into recyclable and non-recyclable materials (Sherman 1996).

Hopefully, most civilian buildings are demolished partially after wars, thus rehabilitation accounts for most of the building construction. However, war demolishing is different having many levels, analyzed latter by this study, after defining the related technical terms.

2. Definitions

Reuse: the subsequent use of a material, product, or component upon recovery.
Recycling: remanufacture materials into new products.
Building demolition: knocking down, or explosion of a building.
Debris: pieces of materials & rubble resulting from knocking down, or explosion.
C&D waste: Construction and demolishing remains.
Enriched uranium warhead: radioactive weapon using fuel of nuclear reactors.
Depleted uranium warhead (DU): a weapon treated by the waste product of uranium enrichment process, which is less radioactive than enriched uranium.
Deconstruction: systematic disassembly of a building in economical and safe way, to re use materials and recover rare items like old umber or antique fixtures.
Segregation: Keeping materials separated by type until they recycled.
RCA: recycled concrete aggregates.

3. Research problem:

There are many studies and applications of recycling and re-use of planned (civil) demolishing debris, but there is a scarcity of information about war demolishing except for land mark buildings. Literature review shows that Dresden cathedral were rebuilt stone by stone using sophisticated computer modeling tool to restore its original shape, costing €180 million. This goes beyond the capabilities of most governments, nevertheless, ordinary people who have limited resources and seeks the know-how. Moreover, there is almost no data on the technical aspect of post-war construction of traditional vernacular architecture.

4. Aim, objectives and limitations:

The aim of this study is to drive the attention to the value of war demolished buildings' debris, and provide a technical and economical approach to the conservation of traditional architecture. The paper objective is to set up a planned process of re-using building rubble in the same architecture. It is expected that people would reconstruct their buildings, with limited means, through civil societies and building communities to help each other.

The research is concerned with traditional architecture, built with conventional local materials and techniques. It does not deal with conservation or rebuilding of monumental buildings, requiring sophisticated resources. This study is limited to the technical aspect of re-building, not design or policies, with special focus on the walls and floors' rubble which forms most of the debris.

5. Demolishing types:

5.1. Planned demolishing; by a specialized contractor, who can recover usable materials between 25% in old buildings, and 75% in new buildings. IT has been reported that this process saves up to 30% of the building cost (TIFAC).

5.2. Natural disasters' demolishing: caused by floods, earthquakes, tornados etc., their effect could be more than war demolishing. For instance, the 2001 earthquake of Gujarat, India has devastated a large number of villages and towns. This earthquake had a profound effect on structures of all types; ancient, modern, traditional masonry and contemporary reinforced concrete (UNESCO).

5.3. Systematic hostile demolishing; using bulldozers and tanks against non-military buildings. For example, crushing historic buildings in the ancient Casbah in Nablus, Palestine in 2002, was described by the head of the Israel Museum, as "non-existent damage " (Bevan 2006).

5.4. Demolishing using fire bombs, known as incendiary bombs, designed to start fires using materials such as napalm, or white phosphorus, causing extreme temperatures that could destroy most buildings made of wood or other combustible materials.

However, buildings constructed of stone tend to resist incendiary destruction unless they are first blown by high explosives.(Wikipedia.b). Although UN Protocols on Conventional Weapons prohibits the use of incendiary weapons against civilians, Israel has used phosphorus bombs in Gaza and Lebanon (Fisk 2006).

5.5. Dirty war demolishing; to prevent humanitarian aids and delay reconstruction, e.g. Israeli army flooded southern Lebanon with cluster bombs before war ends (Worker, J. 2007). In this particular demolishing type, mine clearing should precede reconstruction.

5.6. Non-usable demolishing debris; using radio-active weapons. American and British forces used depleted uranium (DU) shells in Bosnia and Iraq, where years later, a plague of cancers emerged across large areas. More over, Israel has used enriched uranium weapons in Gaza and Lebanon (Fisk 2006). The particles of the explosion are very long-lived in the environment, and spread over long distances. It is believed that the weapon is highly carcinogenic and harmful to the environment (Rapoport 2006). Thus, recovered components and debris should not be re-used, nevertheless living in the hit area.

6. Re used materials from building debris:

Recovered materials are different according to type of demolishing and the building structure, whether wall bearing or skeleton. It is known that Mediterranean traditional architecture is usually built of stone or brick, and of wooden floors and roofs in northern and eastern regions. Wood composes about 20 % of the debris, while it is less in south of Mediterranean, as floors could be arched stone or brick. Because the largest portion of the debris is rubble, it would be studied in detail, by the end of this section. The following is a short literature review on the feasibility of recycling various C&D waste:

6.1. Wood is easily burned however, waste can be processed and used for landscaping, compost, or engineered building products. Wood chips could be compacted and injected with cement grout, to produce wood-concrete, which could be swan and nailed, to provide low-cost wood alternative (Kassai 1995).

Construction timber is often treated with chemicals to prevent Termite infestation therefore it needs special care during disposal. Other problems associated are inclusion of jointing, nails, screws and fixings. Recovered wood components, in good condition are reused as it was, to preserve the building image.

6.2. Metals such as copper, bras, lead, aluminum and steel with its different types are generated during demolition in the form of pipes, conduits, sheets, wires and bars. These are the easiest and most cost-effective materials to be reused directly if in good shape. In fact, steel is Europe's most-recycled material with an average recycling rate of 50%. Reinforcement bars and sheets could be straightened, while scrap could be re-melted in metal yards (Ozkan 2000).

6.3. Glass sheets are reusable if intact, while broken pieces can be recycled into fiberglass or used in place of sand in paving material. Glass fragments is easily processed into a number of new materials; mineral wool, to substitute quartz in sanitary ware, and to produce light-weight structural concrete.

6.4. Isolation materials e.g. asphalt layers and bituminous materials are commonly recycled, by hot or cold mixing technique either at location or at a central asphalt plant.

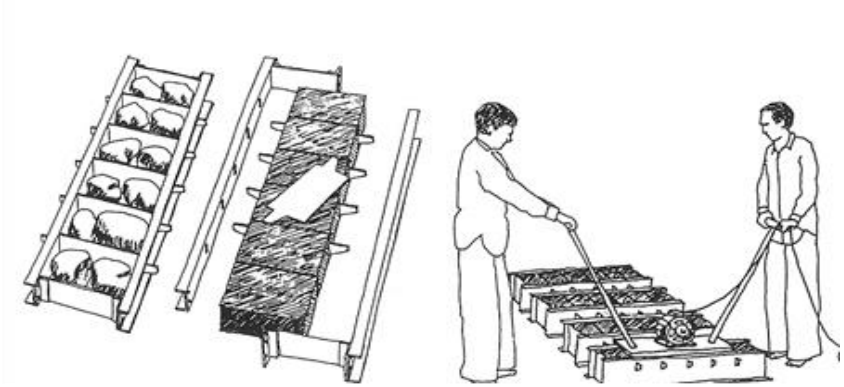
6.5. Marble floors and cladding sheets could be used even broken, in smaller sizes, by pre casting with same color terrazzo mortar, to produce larger sheets.

6.6. Sanitary ware can also be re-used if they are not chipped or cracked, but if they are, It would be better to be crushed and used as construction infill. Crushed and powdered sanitary have a pozzolanic nature same as other clay products, which could be used to produce low cost cements (Stulz & Mukerji 1993).

6.7. Demolition rubble containing masonry elements and concrete can be processed in crushing plants using wet or dry system, to produce recycled aggregates suitable for stucco works and concrete blocks of acceptable quality (Pernia&Ramos&Suarez&Malave 1996). RCA can be used as aggregate for new concrete.

6.7.1. Brick rubble is usually mixed with 20 % cement or lime mortar, could be reused, if they are not contaminated or mixed with vegetation or organic matters. Broken and discarded brick can be used as construction infill or aggregate for non-structural concrete. Recovered brick with minimal damage is ideal for building rehabilitation.

6.7.2. Stone has been used widely in traditional architecture for several structural purposes, according to its properties (Abd-Elmaksood 2006). As a natural material, having different ages and color, it should be reused, even broken pieces, mixed with new similar stone, to sustain the building identity and soul. Partially damaged stones could be recycled as pre cast stone blocks, mixed with same color mortar in molds at the same size of original stones (Fig. 1). During casting, it must be noticed that stone rubble, should face the ground, to be seen in the façade latter (Fig. 2) (Stulz & Mukerji 1993).



(Fig. 1) Filling the mold with rubble stones and compacting. (Fig.2) Stone masonry construction using pre cast rubble. (Stulz & Mukerji 1993)

7. Concrete is the most used building material for the last century, even in traditional load bearing architecture, in foundations, sub layers and instead of wooden floors, especially in the southern of the Mediterranean. Because rubble reuse could reduce the volume of debris by 80% (US army 2004), it would be studied in depth, through the required steps and available technology as follows:

7.1. Steps of recycling rubble:

1. Checking the building site and clearing of left unexploded objects.

2. Choosing or Clearing a suitable area for material segregation. Quick removal of debris is necessary to start rehabilitation work (Fig.3).

3. In-site segregation for different recovered materials and for impurities.

4. Material classification into state (damaged, partially…) or graded sizes.

5. Clay brick rubble is crushed and used with lime as a binding material.

6. Concrete and masonry waste are crushed to produce a granular product of given particle size (Fig.4). Plants for processing of demolition rubble –RCA- are three types, differentiated based on mobility, type of crusher and process of separation.

(Fig. 3) Material segregation.

(Fig. 4) Rubble crushing.

7.2. Types of RCA plants (TIFAC):

1. Mobile plant; the material is crushed, screened and ferrous impurities are separated through magnetic separation. The plant is moved to the site and is suited to process only non-contaminated concrete or masonry waste.

7. Conclusion:

Developed Countries with limited resources can not afford re-building of demolished cities, where rubble piles have to be disposed. Thus, re-use of building debris in post war construction is crucial for sustainable development, having many benefits; economical, environment and more important cultural. Recycling the same material, built by traditional techniques, could preserve the local architectural heritage, keep the memory and identity of the nation.

Different demolishing types were analyzed, showed that some debris, e.g. radio-active, cannot be recycled. Most materials could be reused after segregation and classification, e.g.; damaged brick, stone and marble sheets are recycled into pre-cast blocks and terrazzo tiles blended with new similar material.

As the largest portion of the debris is rubble, and its recycle could reduce the volume of debris by 80%, it was studied through the required steps and available technology, which turned to be simple and inexpensive. Masonry and concrete rubble are crushed to produce a granular product of given particle size suitable for stucco works and concrete blocks. RCA could substitute 30% of natural coarse aggregate of new concrete. Crushing plants for processing of demolition rubble –RCA- are three types, based on mobility, type of crusher and process of separation. A mobile unit could be procured at low investment, useful for low quantum of waste and easily moved to the demolition site avoiding cost of waste transportation. To promote this technology, governments should first apply it on traditional public buildings, housing, and provide incentives in the initial phase.

The study has managed to set up a planned process of re-using building rubble, providing a technical and economical approach to conservation of traditional architecture.

8. References:

Abd-Elmaksood, S. (2006) "Construction Systems As An Approach To The Restoration of Historical Buildings", Unpublished Ph.D. thesis, Department of Architectural Engineering, Ain Shams University, Egypt.

Asad, M., "Translation of the meanings of The Holly Quran". At: www.islamicity.com

Bevan, R. (2006) "Destruction of Memory: Architecture at War". Reaktion Books, UK.

Controlled Demolition at: https://en.wikipedia.org/wiki/Controlled_demolition

EPA (2011) “Reducing Greenhouse Gas Emissions through Recycling and Composting” United States Environmental Agency. At www:epa.gov

Fisk, R. (2006) "Mystery of Israel's secret uranium bomb". The Independent online. http://news.independent.co.uk/world/fisk/article1935945.ece.

Kassai, Y. (995)."Newly developed concrete with recycled timber", Disposal and Recycling of Organic and Polymeric Construction Materials, Proceeding of the RILEM Workshop, Ed. Ohama, Y., London, E&FN Spon, p.209-222.

Singh, Surendra (2015) “Engineering Materials”, 5th Revised Edition.

Smith, R. C. & Andres (1988) “Materials of Construction”, Glencoe/Mcgraw-Hill.

Stulz & Mukerji (1997) “Building Materials”, SKAT. Switzerland, Third addition.

Ozkan, S.T.E. (2000) "Recovery and reuse of demolition waste", Unpublished Ph.D. thesis, Department of Architecture, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

Pernia&Ramos&Suarez&Malave (1996) & (2013), “Recycling of Construction Waste in the Production of Blocks ..”, Revisat Espamciencia, Vol. 4, No. 2 (2013) at: http://investigacion.espam.edu.ec/index.php/Revista/article/view/138

https://en.wikipedia.org/wiki/Dresden_Cathedral

دور أنظمة ومواد البناء في تحقيق الاعتبارات الاقتصادية والبيئية للاستدامة في المسكن الميسر (دراسة تحليلية مقارنة لنظم ومواد بناء مشروع إسكان البيت العائلي بمدينة السادس من أكتوبر)

مؤتمر التقنية و الاستدامة في العمران الرياض 1431 (2010) جامعة الملك سعود

د./أحمد فتحي أحمد إبراهيم

كلية الهندسة –جامعة قناة السويس

afathy75_scu@yahoo.com

ملخص البحث

يعتبر اختيار نظم ومواد البناء لأي مبنى من القرارات التصميمية الهامة التي لها تأثير مباشر على استدامة المبنى ، سواء فيما يتعلق بصحة المستعملين وتوفير الراحة الحرارية لهم ، أومن ناحية الاستدامة البيئية كالحفاظ على الطاقة غير المتجددة وتقليل التلوث الناشئ عن كثرة استخدامها ، أو ما يتعلق بالبعد الاقتصادي من حيث خفض كلاً من التكلفة الابتدائية للمبنى، و تكلفة التشغيل كالطاقة المستهلكة في أغراض التدفئة والتبريد والتهوية والإنارة . ويتضح مما سبق أن كلها جوانب وأبعاد لا يسع أي معماري في هذا العصر يسعى نحو تحقيق مبدأ التصميم من أجل الاستدامة أن يجهلها أو يتجاهلها. وتزداد هذه العلاقة أهمية وتعقيداً إذا كان الأمر يتعلق بتصميم مساكن ميسرة للشباب. ولذا يهدف البحث إلى الوصول لاختيار أنسب نظم ومواد البناء الملائمة التي تحقق مبادئ الاستدامة الاقتصادية والبيئية في هذه المشاريع في ظل الإمكانات والتقنيات المتاحة، والخامات المحلية المتوفرة.كما يهدف البحث إلى اقتراح بعض الإجراءات والمعالجات البسيطة التي تساهم في تحقيق الراحة الحرارية للمستعملين، وتعمل على تقليل استهلاك الطاقة، وخفض تكلفة تشغيل المسكن دون إضافة زيادة إلى تكلفة المنشأ. وينتهج البحث المنهج التحليلي المقارن لأحد هذه المشاريع وهو مشروع إسكان البيت العائلي بمدينة السادس من أكتوبر بمصر. حيث قامت الشركة المنفذة للمشروع بتجريب ستة أنظمة للبناء لاختيار أيها أسرع تنفيذاً، وأقل تكلفة.

ويفترض البحث وجود فجوة بين نظم ومواد البناء التي تم استخدامها في المشروع ، وبين تحقيق مبادئ الاستدامة ، حيث ما زال تخفيض تكلفة الإنشاء هو الفكر المسيطر الحاكم في اختيار نظم ومواد البناء. ويتوقع البحث بعد التحليل المقارن لآداء نظم ومواد البناء التي استخدمت بالمشروع، أن تتفاوت هذه النظم والمواد في مدى تحقيقها للمبادئ الاقتصادية والبيئية للاستدامة، ومن ثم يتم التركيز على أفضل هذه النظم والمواد، ودراسة كيفية تحسين آدائه، مع الاستفادة من مميزات النظم الأخرى.

Role of Building System and Materials towards Achieving the Economical and Environmental Considerations for Sustainability in terms of the Affordable House (An Analytical Comparative Study on Systems and Materials regarding the Building of the project of Family Houses in October 6th city)

Proceedings of Technology & Sustainability, King Saud University, SA, (2010).

By: Assistant Prof. Ahmed Fathi Ahmed Ibrahim
Architecture and urban planning Dept, Sues Canal University

Abstract:

The selection of building system and materials for any building is considered as of the most important designing decisions that here a direct effect on the building sustainability in terms of occupants health and providing them with thermal comfort, or environment sustainability such as maintaining the un renewable energy and reducing pollution arising out of its extravagant use, or that related to economic dimension in terms of reducing both the primacy cost of the building or operation costs such as consumed energy in the fields of heating , cooling , ventilation and lightening the aforementioned indicates, that such dimensions must be taken into account by any architect in order to achieve designing principles necessary for sustainability . Such relation is firmly related to designing affordable houses for youth.

There fore, the research aims at choosing the reasonable building systems materials help achieve principles of environmental and economical sustainability towards such projects under the available potentialities technologies and local facilities. The research aims also at suggesting some procedures and simple remedies that help contribute thermal comfort for occupants and leads to reducing energy consumptions and housing operation costs without bearing any additional dues to the building costs.

The research depends on the field study of these projects which is the family housing project in October 6th City. The company that executed the project has tired six construction systems to choose the most ready and less costs system. The research assumes that there is gab between building systems and materials used in such project and between achieving sustainability principles, whereas the idea of reducing construction costs still dominates the selection of building systems and materials.

The research expects, following the comparative analysis of the performance of building systems and materials used in the project that such systems and materials may vary in achieving the economical and environmental principles of sustainability. We can focus on systems, materials and how to improve performance together with the utilization of other systems characteristics.

1-1 إشكالية البحث:

تأخذ مشكلة توفير المسكن الميسر المستدام أبعاداً أكبر في الدول النامية ، ولا سيما تلك الدول التي تقع في المناطق ذات المناخ الحار مثل مصر. إذ يمثل التأخُّر في مجال تكنولوجيا البناء بما له من آثار سلبية (كطول مدة التنفيذ ، وكثرة الهالك في مواد البناء, وزيادة كمية مواد البناء المستخدمة ، وقلة الجودة ، ...ألخ) أعباء إضافية إلى تكلفة المسكن. كما أن وقوع هذه الدول في المناطق الحارة يبرز أهمية تحقيق الراحة الحرارية للأفراد داخل المسكن، وهذا يستلزم معه اختيار مواد البناء المناسبة، ووضع المعالجات المعمارية المختلفة في الاعتبار أثناء عملية التصميم مما قد يزيد أيضاً من تكلفة المسكن، ولكن يخفض من تكلفة تشغيله بتقليل الطاقة المستهلكة في أغراض التدفئة والتبريد والتهوية والإنارة. لذا كان لا بد من إجراء الدراسات الخاصة باختيار نظم ومواد البناء التي تلبي تلك المتطلبات البيئية والاقتصادية.

2-1 أهداف البحث:

يهدف البحث إلي ما يلي:

1- إلقاء الضوء على أحد التجارب المصرية الحديثة في مجال مشاريع الإسكان الميسر للشباب، حيث تم استخدام ست أنظمة إنشاء مختلفة بغرض الوصول للملائم منها.

2- الوصول لاختيار أنسب نظم ومواد البناء الملائمة التي تحقق مبادئ الاستدامة الاقتصادية والبيئية في هذه المشاريع في ظل الإمكانات والتقنيات المتاحة، والخامات المحلية المتوفرة.

3- اقتراح بعض الإجراءات والمعالجات البسيطة التي تساهم في تحقيق الراحة الحرارية للمستعملين، وتعمل على تقليل استهلاك الطاقة، وخفض تكلفة تشغيل المسكن دون إضافة زيادة إلى تكلفة المنشأ.

3-1 حدود البحث :

وتركز الورقة البحثية على دراسة أحد جوانب التصميم المستدام للمسكن الميسر، وهو دور كل من نظم ومواد البناء في تحقيق الاعتبارات الاقتصادية والبيئية لاستدامة المسكن الميسر مثل خفض التكلفة الابتدائية للمسكن، وتوفير الراحة الحرارية للمستعملين ، والحفاظ على الطاقة غير المتجددة وتقليل التلوث البيئي الناشئ عن كثرة استهلاكها سواء قبل مرحلة إشغال المبنى ، أى أثناء عمليات التصنيع، والنقل، والتنفيذ بالموقع ، أو ما بعد إشغال المبنى، وذلك في أغراض التدفئة والتبريد والتهوية والإنارة مما يقلل من تكلفة تشغيل المبنى على المدى البعيد ، وهو بعد لا يمكن إغفاله للأسر محدودة الدخل.

ولن يتطرق البحث للجوانب الاجتماعية للاستدامة حيث أن لها طرقاً أخرى للقياس . والبحث يتم من خلال دراسة تطبيقية على أحد مشروعات المسكن الميسر التي تم إنشاؤها حديثاً بمدينة السادس من أكتوبر وهو مشروع البيت العائلي، حيث سيتم عمل تحليل مقارن لأداء نظم ومواد البناء التي تم استخدامها بالمشروع، للوصول إلى أيها أكثر تحقيقاً لمبادئ الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

4-1 فرضية البحث :

يفترض البحث بعد الزيارة الميدانية التي قام بها الباحث لموقع المشروع ، والاطلاع على الرسومات المعمارية والإنشائية وجود فجوة بين نظم ومواد البناء التي تم استخدامها في المشروع ، وبين تحقيق مبادئ الاستدامة ، حيث ما زال تخفيض تكلفة الإنشاء هو الفكر المسيطر الحاكم في اختيار نظم ومواد البناء. ويرجع ذلك لسببين:

1-استمرار غياب الوعي الشامل الذي يستوعب جميع أبعاد عملية استدامة المسكن، وذلك بالتركيز على جوانب دون أخرى ، ويظهر ذلك في بعض المعالجات المعمارية غير الواعية.

2-عدم النجاح في توفيق التعارض بين تحقيق استدامة المسكن، وبين ارتفاع التكلفة الابتدائية للمسكن، والذي قد يحدث نتيجة استخدام طرق إنشاء، أو مواد بناء ، أو معالجات معمارية تساهم في تحقيق الراحة الحرارية للمستعملين ، وترشيد استهلاك الطاقة ، وخفض نفقات التشغيل.

5-1 منهجية البحث :

للتحقق من الفرضية ينتهج البحث المنهج التحليلي المقارن بين أنظمة الإنشاء الست ، ومواد البناء التي تم استخدامها في المشروع ، وقياس مدى تحقيق كل منها لمبادئ الاستدامة الاقتصادية والبيئية فقط ، وذلك من خلال جمع المعلومات عن طريق الزيارة الميدانية التي قام بها الباحث لموقع المشروع ،والاطلاع على الرسومات المعمارية والإنشائية ، والدراسة الاقتصادية التي أعدتها الشركة.

2- المسكن الميسر: المفهوم .. وتأثير نظم ومواد البناء :

ومن خلال التعريفات السابقة نجد أن المحدد الاقتصادي في تحديد ماهية المسكن الميسر هو العامل المسيطر ، بحيث اصبحت المقدرة الشرائية للمسكن ، أو القدرة على دفع ثمنه فيما يعرف بمصطلح ((Affordabilityهي المعيار الأساسي في تحديد ما إذا كان المسكن ميسراً أم لا. لذا أصبح كثير من دول العالم تعتبر أن الأسرة مستحقة للمسكن الميسر في حالة التأكد من أنها تنفق 30% أو أكثر من دخلها في تأمين السكن بمواصفات الحد الأدنى المقررة من قبل الجهات المختصة سواء كان ذلك إيجارًا أو أقساطًا شهرية أو سنوية لتغطية ثمن المسكن الذي تقطنه بالإضافة إلى نفقات الصيانة والحفاظ على العقار((Bodaken, M. and Heitlinger, A., 2002)، Faufman, Tracy, 2003)).

APPENDIX

1-2 تأثير اختيار نظم ومواد البناء في تيسير المسكن :

يناقش البحث في هذه النقطة الوسائل المساعدة في تخفيض تكلفة المسكن كعنصر هام في توفير المسكن الميسر ، وذلك من خلال الاختيار الواعي لنظم ومواد البناء.ويمكن تقسيم هذه الوسائل إلى قسمين:

1-1-2وسائل خفض التكلفة الابتدائية للمسكن:

وتتعلق هذه الوسائل بمراحل ما قبل إشغال المبنى ، بداية من مرحلة استخراج المواد، والتصنيع، والنقل،والتنفيذ، وتنقسم هذه النقطة بدورها إلى قسمين أيضاً هما:

1-1-1-2 وسائل تتعلق باختيار نظم البناء:

وتتمثل في استخدام نظم بناء تتحقق فيها الاعتبارات الآتية:

- التوفير في كمية مواد البناء المستخدمة.
- قلة الهالك في مواد البناء.
- السرعة في التنفيذ.
- عدم الاعتماد على عمالة متخصصة نادرة، وعالية الأجر.
- عدم الاعتماد على تقنية غير متوافرة ،أو غالية الثمن.
- ترشيد الطاقة المستهلكة في عمليات التصنيع والنقل والتنفيذ.
- عدم الاعتماد على النقل والميكنة الثقيلة. وبالطبع فإنه من الصعب أن تتوافر كل هذه الاعتبارات في نظام بناء واحد، ويأتي هنا أهمية تحليل مزايا وعيوب كل نظام ، حتى يتسنى اختيار نظام البناء الأكثر ملائمة.

2-1-1-2 وسائل تتعلق باختيار مواد البناء:

وتتمثل في اختيار مواد بناء تتحقق فيها الاعتبارات الآتية:

- مواد بناء محلية غير مستوردة.
- مواد بناء قريبة من موقع البناء بحيث توفر الطاقة اللازمة للنقل.
- مواد بناء طبيعية لا تستهلك طاقة كبيرة في تصنيعها.
- مواد بناء سهلة التشغيل.

2-1-2 وسائل خفض تكلفة تشغيل المسكن:

1- استخدام مواد بناء تتطلب صيانة قليلة على مدى عمر المسكن.

استخدام مواد بناء ملائمة للمناخ المحلي ، بحيث تحقق العزل الحراري المطلوب، خاصة في المناطق الحارة ، مما يقلل الاعتماد على أجهزة التكييف والتبريد الميكانيكية.

3- اختيار مواد بناء تحسن من نوعية الإضاءة الطبيعية داخل المسكن ، كالزجاج الشفاف، والمواد ذات الألوان الفاتحة مما يقلل الاعتماد على الإضاءة الصناعية.

ويتضح مما سبق أن كل هذه الوسائل السابقة لا تتعارض، بل تتفق كلية مع مبادئ العمارة المستديمة ، مما يؤكد خطأ الاعتقاد بأن الحصول على مسكن مستدام يستلزم تكلفة أعلى من تكلفة المسكن التقليدي.

3- المسكن المستدام : المفهوم .. والاعتبارات :

قبل التعرف على مفهوم المسكن المستدام ، لا بد من التعرف أولاً على مفهوم الاستدامة ، وأثرها على العمارة. ويفسر قاموس (وبستر) (Webster) الاستدامة بأنها "نموذج استغلال أو استعمال الموارد بحيث ألا نجور على هذه الموارد أو ندمرها نهائياً."

كما تعرف اللجنة العالمية للتنمية والبيئة (WCED,1987) التنمية المستدامة بأنها "هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون تعريض قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم للخطر" .

ويعبر أيضاً عن الاستدامة بأنها "تنمية القدرة على إرضاء الحاجات الإنسانية عن طريق زيادة كفاءة استغلال الموارد، وليس عن طريق زيادة استخدام الموارد نفسها
" (H. E. Daly,1992).

مما سبق نستخلص أن نظام الاستدامة هو الإمداد بالخدمات دون استنزاف (استنفاد) الموارد. فهو يستخدم كل الموارد بكفاءة وبوعي في كلا الجانبين البيئي والاقتصادي. وتبرز أهمية تحقيق الاستدامة في مجال العمارة إذا عُلم أن قطاع البناء والإنشاءات من أكبر القطاعات المستهلكة للطاقة والموارد الأولية ، حيث يستهلك سنوياً ما يقرب من 40-50% من الطاقة في العالم شكل(1) ، وحوالي نصف الموارد الأولية الطبيعية في العالم(الزبيدي،2004)، كما يستهلك هذا القطاع في مصر حوالي 38.6% من الطاقة الكهربية (دليل العمارة والطاقة،1998) ، وتستهلك المباني السكنية وحدها في منطقة الخليج حوالي40-55% من الطاقة الكهربية(صحيفة الرياض،2002).

ولكي نحصل على مسكن مستدام، فإنه لا بد من تحقيق الاستدامة في كل من عناصره وهي تصميم المسكن، وطريقة التشييد، ومواد البناء المستخدمة، كما يوضح شكل (4). وفيما يلي شرح لهذه العناصر:

1-3 التصميم المستدام :

يعرف التصميم المستدام بأنه منهج فلسفي للبناء تتكامل فيه العمارة مع كل من الهندسة الإنشائية، والكهربية ، والميكانيكية. هذا بالإضافة إلى الاهتمام بالنواحي الجمالية التقليدية كالكتلة ، والنسب ، والمقياس ، والملمس، والظل والنور. وهذا المنهج للتصميم المعماري يعمل على تقليل استهلاك الموارد لإطالة أمد توافر الموارد الطبيعية للأجيال القادمة(Jack A.Kremers). ولأننا نتلقى ما نحتاجه من الكون، فإن هذا الإدراك يلزمنا لأن نستجيب بعناية ومسئولية لدراسة كيفية استخدام هذه الموارد. لذا فإن العمارة المستدامة هي استجابة لمعرفة وإدراك كيفية البقاء، وليس معادلة مفروضة مقدماً.

1-1-3 مبادئ التصميم المستدام طبقاً لتعريف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD):

للتصميم المستدام مبادئ كثيرة يمكن جمعها فيما يلي:

1. كفاءة استغلال الموارد بحيث نقلل استعمالها، وبأقل تاثير بيئي.
2. كفاءة استهلاك الطاقة، بحيث نقلل استعمالها وبالتالي تلويثها للبيئة ، ونوفر نفقاتها.
3. منع التلوث(وهذا يتضمن جودة الهواء داخل المبنى، وتقليل الضوضاء).
4. التوافق والتجانس مع البيئة (المردود البيئي)
5. حسن اختيار الموقع والاستفادة من إمكانياته، وكفاءة استعمالات الأراضي.
6. المبنى المستدام ليس أكثر تكلفة، ولا أكثر تعقيداً من المبنى التقليدي.
7. مناهج وأنظمة متكاملة(يتضمن نظام إدارة بيئي).

2-3 التشييد المستدام :

يعرف التشييد المستدام بأنه الإدارة المبدعة والواعية من اجل توفير بيئة مشيدة صحية تعتمد على كفاءة استغلال الموارد و تحقيق المبادئ الأيكولوجية. ويهدف إلى تقليل تأثير المباني على البئة الطبيعية من خلال كفاءة استغلال الموارد والطاقة.

شكل(4) عناصر تحقيق المسكن المستدام
المصدر :الباحث

1-2-3 مبادئ التشييد المستدام طبقاً لتعريف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية(: (OECD

تقليل استهلاك الموارد غير المتجددة.
تدعيم البيئة الطبيعية.
استبعاد أو تقليل استخدام المواد السامة.
كفاءة استهلاك الطاقة، حيث يستخدم نظم لا تحتاج لطاقة كبيرة سواء في عمليات النقل للموقع، أو اثناء التشغيل.
يعتمد على النظم المحلية، والعمالة المتوافرة ، والتقنيات المتاحة.

3-3 مواد بناء مستديمة :

يستهلك قطاع البناء والإنشاءات حوالي ثلاثة بليون طن من المواد الخام الأولية كل عام، أي ما يقرب من 40% من إجمالي الاستهلاك العالمي (D.M. Roodman and N. Lenssen,1995)، واستخدام مواد البناء المستديمة (أو الخضراء) يشجع الحفاظ على الموارد غير المتجددة عالمياً. وهناك معايير عامة لا بد أن تتصف بها مواد البناء حتى تكون مستديمة. وهى كما يلي:

3-3-1 معايير مواد البناء المستديمة Lynn M. Froeschle(1999,):

1. الحفاظ على الموارد الطبيعية: وهي المواد التي تقلل من كميات مواد البناء المستخدمة، والمواد التي لها عمر افتراضي كبير، أو قليلة الصيانة، أويمكن إعادة استخدامها أو تدويرها، والمواد التي يمكن استرجاعها من الطبيعة بشكل سريع(مثل الحجر، الجير الطبيعي، الخشب)، بالإضافة إلى أنها مواد محلية قريبة متوافرة لا تستهلك طاقة كبيرة لنقلها لموقع المشروع.
2. الحفاظ على البيئة الطبيعية: وتشمل المواد التي لها تأثير سلبي ضئيل على المحيط الحيوي أثناء صناعتها، أوعند البناء بها، أوعند صيانتها، أوعند هدمها والتخلص منها.
3. مواد تدعم جودة البيئة الداخلية: وهي مواد عديمة او قليلة السمّية، ينتج عنها أدنى حد من الانبعاثات الكيميائية، مقاومة للرطوبة، تحتاج لنظافتها طرق بسيطة صحية غير سمّية، وهي مواد متوافقة مع المناخ المحلي وبالتالي تسهم في تحقيق الراحة الحرارية للمستعملين، وتحسين صحتهم، ورفع إنتاجيتهم.
4. كفاءة استهلاك الطاقة: فهي مواد لا تحتاج إلى طاقة كبيرة سواء في عمليات الاستخراج ، والمعالجة، والتصنيع ، أو في عمليات التنفيذ والتشغيل والصيانة، وبما أنها مواد متوافقة مع المناخ فهي تقلل من استهلاك الطاقة في عمليات التدفئة والتبريد الميكانيكية.
5. الحفاظ على المياه : باستخدام مواد ومنتجات تقلل من استهلاك المياه
6. القدرة على دفع ثمنها ((Affordability، وذلك باعتبار تكلفة دورة حياة المبنى ((life-cycle costsومقارنتها بتكلفة مواد البناء التقليدية.

4-3 تعريف المسكن المستدام :

من خلال استعراض تعريفات ومبادئ العناصر الثلاثة للمسكن المستدام (التصميم، والتشييد، ومواد البناء) فإنه يمكن اعتبار التعريف الذي وضعه (Howard, Bion , 2003) للمسكن المستدام على أنه تعريف دقيق وشامل . فقد عرّف المسكن المستدام بأنه ذلك المسكن الذى يتبع المبادئ الأساسية للتصميم المستدام من الكفاءة فى التعامل مع الطاقة والمواد والمياه، ويتمتع بمحلية التصميم من إرتباط وتوافق مع البيئة المحيطة بكافة عناصرها الطبيعية والمصنوعة والإجتماعية، مع تحقيق الكفاءة الوظيفية والبيئية من خلال توفيرالراحة للمستخدمين وتقليل التأثير السلبى على البيئة والصحة العامة . ومما سبق فإنه يمكن استخلاص أن **المسكن الميسر لا يكون ميسراً إلا إذا كان مستداماً.**

4- الدراسة التطبيقية:

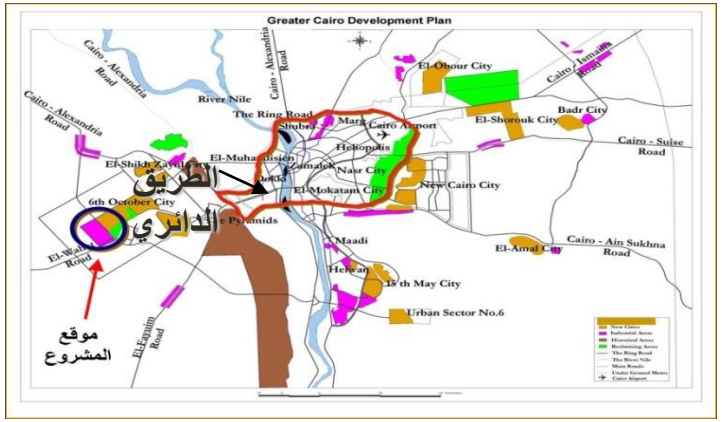
في هذا الجزء يستعرض البحث المشروع محل الدراسة وهو مشروع إسكان البيت العائلي بمدينة السادس من أكتوبر، وذلك بدءاً بالتعريف بموقع المشروع، ومكوناته، وفلسفة الشركة المنفذة، وإعطاء نبذة مختصرة عن نظم ومواد البناء المختلفة التي استخدمت في بناء المشروع، ثم تقييمها بعد ذلك.

4-1 موقع المشروع ومكوناته:

يقع مشروع إسكان البيت العائلي بمنطقة جنوب الأحياء السكنية مدينة 6 اكتوبر شكل(5)، ويعتبر أحد مشاريع المرحلة الأولي للمشروع القومي للإسكان .ويتكون المشروع من 500 وحدة سكنية، وهذه الوحدات تتضمن نموذجين :

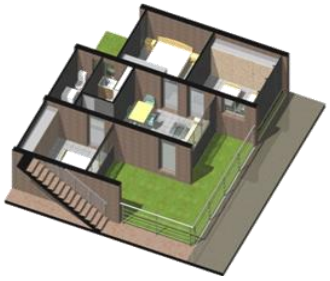
** 348 وحدة نموذج A في 44 عمارة من دورين بكل دور أربع وحدات , تتكون كل وحدة من 3غرف + صالة بمسطح 64م

** 136 وحدة نموذج B من دور واحد تتكون كل وحدة من2غرفة +صالة بمسطح 54 م + حديقة ملحقة بها بمسطح 40 م.



شكل(5) موقع مشروع إسكان البيت العائلي بالنسبة للقاهرة الكبرى
المصدر: (محلب، ابراهيم ،2008)

شكل(6): صورة عامة لموقع المشروع (المصدر السابق)، وتبين المناخ الصحراوي من حوله، وعدم ملائمة استخدام الألوان الداكنة في التشطيبات الخارجية، مما يؤكد على غياب الوعي البيئي



شكل(7) النموذج الأول: مساحة 64م^2
(المصدر السابق)

شكل(8) واجهة النموذج الأول
(المصدر السابق)

2-4 فلسفة الشركة المنفذة فى العوامل التى يتوقف عليها اختيار الأسلوب الإنشائى الأمثل:

قامت الشركة المنفذة بمحاولات عديدة لدراسة عدة بدائل للأنظمة الإنشائية المختلفة للإسكان وذلك أخذاً فى الاعتبار ضرورة أن يكون النظام المستخدم للإنشاء فى فترة زمنية قصيرة ، وذو تكلفه منخفضة. وقد وضعت الشركة عدة عوامل يتوقف عليها اختيار الأسلوب الإنشائي الأمثل، وهي (محلب،ابراهيم ،2008) :

- تقليل التكلفه والوقت.
- خصوصية المكان من حيث طبيعة المناخ والموقع وطبيعة السكان.
- تقليل استهلاك الطاقه والتأثير على البيئة.
- القابليه للإنشاء.
- وجود الخبره الفنية.
- الحفاظ على البيئه المحيطه وخلق مساحات خضراء.
- تسهيل عملية الصيانة خلال العمر الافتراضى للمنشأ.
- ضمان زيادة ديمومة المنشأ من خلال التشييد التكاملي .

وبالنظر إلى العوامل السابقة نجد أنها كلها لا تخرج عن مبادئ التشييد المستدام، وإن لم يتم ذكره في فلسفة الشركة. وسيتم استخدام هذه العوامل كجزء من المعايير التي سيضعها البحث للمفاضلة بين نظم البناء التي تم استخدامها.

3-4 وصف لنظم البناء المختلفة التي تم استخدامها في المشروع :

كان المبدأ الأساسي للشركة المنفذة هو تنفيذ نفس النمط المعماري لخلق وحدة عمرانية من خلال طرق تنفيذ مختلفة تقلل من مدة التنفيذ وتوفر في التكلفة. وتم التنفيذ بتطبيق عدة أنظمة إنشائية وهى كالتالي:

4-3-1 نظام الحوائط الحاملة من الخرسانة المسلحة تسليحاً خفيفاً وبلاطة السقف عبارة عن بلاطات خرسانة مسلحة سابقة الصب بالموقع (CONCRETE WALL- PRE SLAB SYSTEM) :

شكل(9): تسليح الحوائط الخرسانية قبل صبها

شكل(10): الحوائط الخرسانية بعد صبها

شكل(11): الانتهاء من الحوائط قبل وضع السقف

4-3-1-1 مميزات هذا النظام:

1- صديق للبيئة حيث لا يحتاج إلى الشدات الخشبية للسقف، وبالتالي يحافظ على الأشجار.
2- سرعة التنفيذ، وعدم تعطيل العمل لعدم وجود فترات انتظار لشك الخرسانة، أو فك الشدة.
3- عدم الحاجة إلى عمل طبقة البياض على الحوائط، حيث يمكن التشطيب عليها مباشرة.
4– قلة الهالك في مواد البناء.

4-3-1-2 عيوب هذا النظام:

1- ارتفاع التكلفة لزيادة استخدام حديد التسليح (الفولاذ) في الحوائط.
2 - الحوائط الخرسانية عازل غير جيد للحرارة .
3- يحتاج لأوناش كبيرة لرفع البلاطات الخرسانية السابقة الصب.
4- لا يسمح بعمل تعديلات معمارية بالحوائط الداخلية.

شكل(12): الأسقف الخرسانية الجاهزة قبل رفعها

2-3-4 نظام الحوائط الحاملة من وحدات البناء وبلاطة السقف عبارة عن بلاطات خرسانه مسلحة سابقة الصب بالموقع (BEARING WALL - PRE SLAB SYSTEM) :

شكل(13): بناء الحوائط الحاملة أولاً

شكل(14): الاعتماد على الأوناش في وضع البلاطة الخرسانية سابقة الصب

شكل(15):قلبة سلم سابقة الصب على الأرض

1-2-3-4 مميزات هذا النظام:

1- صديق للبيئة حيث لا يحتاج إلى الشدات الخشبية للسقف، وبالتالي يحافظ على الأشجار.
2- سرعة التنفيذ، وعدم تعطيل العمل لعدم وجود فترات انتظار لشك الخرسانة، أو فك الشدة.
3- الاستغناء عن التشطيبات الخارجية إذا استخدمت بلوكات جاهزة التشطيب للحوائط الخارجية.
4– يستخدم كمية حديد تسليح (فولاذ) أقل بالمقارنة بالنظام التقليدي.

2-2-3-4 عيوب هذا النظام:

1- قلة المصانع التي تنتج الطوب المطابق لمواصفات كود مباني الحوائط الحاملة.
2– لا يمكن عمل المواسير الخاصة بأعمال التغذية والصرف داخل الحوائط .
3 - يحتاج لأوناش كبيرة لرفع البلاطات الخرسانية السابقة الصب.
4- لا يسمح بعمل تعديلات معمارية بالحوائط الداخلية.

شكل(16) يتم تركيب السلم الجاهز في وقت قصير، ويمكن استخدامه بدون تشطيب

3-3-4 نظام الهيكل الخرساني بالطريقة التقليدية (TRADITIONAL SYSTEM) :

شكل(17): طول مدة التنفيذ لعمل شدة السقف الخشبية ورص حديد التسليح (حوالي أسبوع)

شكل(18) فترات ميتة في انتظار شك الخرسانة وفك الشدة الخشبية للسقف (من3-4 أسابيع)

1-3-3-4 مميزات هذا النظام:

1- لا يحتاج إلى عمالة مدربة مميزة لانتشار هذا النظام.
2- سهولة الإنشاء، حيث لا يعتمد على معدات خاصة، أو تقنيات حديثة.
3- يتيح عمل أشكال معمارية غير موحدة القياس.
4– يسمح بعمل تعديلات معمارية.

2-3-3-4 عيوب هذا النظام:

1- طول مدة التنفيذ بالمقارنة بالأنظمة الأخرى، مثل فترة عمل الشدة الخشبية ورص حديد التسليح.
2– وجود فترات ميتة مثل فترة انتظار شك الخرسانة، وفك الشدة الخشبية(من3-4 أسابيع).
3- غير ملائم للبحور الواسعة والتي تزيد عن ستة أمتار، ولكن في إسكان الشباب لا نحتاج لمثل هذه البحور الواسعة.
4- سقوط الكمرات قد يكون عائقاً في عمل بعض التعديلات.
5- غير صديق للبيئة حيث يستنزف الموارد الطبيعية من الأشجار لعمل الشدة الخشبية.

4-3-4 نظام الحوائط الحاملة من وحدات البناء وبلاطة السقف عبارة عن بلاطات خرسانة مسلحة تقليدية (BEARING WALL - TRADITIONAL SLAB SYSTEM) :

1-4-3-4 مميزات هذا النظام:

1- لا يحتاج إلى عمالة مدربة مميزة.
2- سهولة الإنشاء، ولا يحتاج إلى معدات خاصة.
3- يستخدم حديد تسليح أقل من النظام التقليدي.

2-4-3-4 عيوب هذا النظام:

1 - لا يسمح بعمل تعديلات معمارية.
2- مواسير التغذية والصرف خارج الحوائط. 3
3 - وجود فترات ميتة مثل فترة انتظار شك الخرسانة.

شكل(19): بناء الحوائط من البلوكات الأسمنتية والطوب

5-3-4 نظام البلاطات اللاكمرية من الخرسانة المسلحة (FLAT SLAB SYSTEM):

وهو نظام إنشائي ليس به كمرات ساقطة ، بل ترتكز البلاطة الخرسانية على الأعمدة مباشرة.

1-5-3-4 مميزات هذا النظام:

1- المرونة التامة في تعديل أماكن الحوائط الداخلية .
2- سرعة عمل شدة السقف لعدم وجود كمرات ساقطة.
3- سهولة عمل تشكيلات أو تمديدات بالسقف لعدم وجود كمرات ساقطة.

2-5-3-4 عيوب هذا النظام:

1- ارتفاع التكلفة لزيادة حجم البلاطة الخرسانية، وزيادة نسبة حديد التسليح (الفولاذ).
2 – يستغرق وقتاً أطول من نظام البلاطات الجاهزة .

6-3-4 نظام الكوفور (حوائط واسقف خرسانية بتسليح شبكى جاهز خفيف بدون استخدام قوالب لصب الخرسانة) (COFFOR SYSTEM):

1-6-3-4مميزات هذا النظام:

1- صديق للبيئة حيث لا يحتاج إلى شدات خشبية لحمل السقف، وبالتالي يحافظ على الأشجار.
2- سرعة التنفيذ.
3- خفة الوزن، لذا يوفر في حجم وتكلفة الأساسات .
4– لا يحتاج إلى معدات خاصة.

2-6-3-4عيوب هذا النظام:

1- ارتفاع التكلفة لحداثة استخدام هذا النظام في مصر وعدم انتشاره بالصورة الكافية.
2 - الحوائط الخرسانية الخارجية عازل غير جيد للحرارة .
3- يحتاج لعمالة مدربة خاصة.
4- لا يسمح بعمل تعديلات معمارية بالحوائط الداخلية.

شكل (20أ،ب) حوائط وأسقف خرسانية بتسليح شبكى جاهز خفيف بدون استخدام قوالب لصب الخرسانة

ويبين جدول (1) الدراسات المقارنة الاقتصادية لنظم البناء المختلفة بالمشروع، كما يبين جدول(2) أهم البيانات الخاصة بكل نظام مثل مدة التنفيذ، وإجمالي تكلفة المتر المربع، والكميات المستخدمة من حديد التسليح، والخرسانة المسلحة، والطوب، وقيمة العزل الحراري لعناصر غلاف المسكن وذلك بهدف استخدام هذه القيم عند المقارنة بين هذه النظم، وتقييم آداء كل منها في تحقيق استدامة المسكن الميسر.

APPENDIX

جدول(1) الدراسات المقارنة الاقتصادية لنظم البناء المختلفة بالمشروع ، المصدر :(الإدارة الفنية للمشروع، يوليو 2007)

م	بيان الاعمال	الوحدة	1- حوائط خرسانية بلاطة سابقة الصب Conc. Wall - Pre Slap			2- حوائط حاملة مباني بلاطة سابقة الصب Conc. Wall - Pre Slap			3- الهيكل التقليدي TRADITIONAL			4- حوائط حاملة مباني بلاطة تقليدية Bear. Wall – Trad. Slap			5- البلاطات اللاكمرية FLAT SLAB			6- شدات كوفور COFFOR		
			كمية	فئة	إجمالى(جنيه)	كمية	فئة	إجمالى(جنيه)	كمية	فئة	إجمالى(جنيه)	كمية	فئة	إجمالى(جنيه)	كمية	فئة	إجمالى(جنيه)	كمية	فئة	إجمالى(جنيه)
1	الاساسات																			
	خ ع للقواعد	م 2	98	300	29400	103	300	30900	66	310	20460	103	300	30900	73	310	22630	80	300	24000
	خ م	م 2	94	625	58750	121	525	63525	101	540	54540	126	540	63525	126	540	68040	70	525	36750
	الصلب	طن	6.5	7000	45500	11	7000	77000	9	7000	63000	9.5	7000	77000	9.5	7000	66500	5	7000	35000
2	الاعمدة والحوائط																			
	خ م	م 2	423	1000	423000	0	0	0	55	580	31900	0	0	0	66	525	34650	287	1170	335790
	الصلب	طن	20.3	7250	147175	0	0	0	8	7000	56000	0	0	0	10	7000	70000	11.5	7000	80500
3	الاسقف والسلالم																			
	خ م اسقف	م2	0	0	0	87	600	52200	250	580	145000	220	580	127600	267	500	133500	140	1200	168000
	م خ PRECAST	م2	146	1000	146000	146	1000	146000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	خ م للسلالم	م2	10	6000	6000	10	600	6000	40	600	24000	40	600	2400	40	600	24000	10	600	6000
	ح م للسلالم Precast	عدد	16	1900	30400	16	1900	30400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1900	30400
	صلب السقف	طن	7.5	7000	52500	16	7000	112000	25	7000	175000	18	7000	126000	28.5	7000	199500	6	7000	42000
	صلب السلم	طن	1.2	7000	8400	1.2	7000	8400	4	7000	28000	4	7000	28000	4	7000	28000	1.2	7000	8400
4	المباني																			
	سمك 12 سم	م2	230	42	9660	0	0	0	2650	42	111300	0	0	0	330	42	138600	1400	42	58800
	سمك25 سم	م2	0	0	0	710	375	266250	0	0	0	735	375	275625	0	0	0	0	0	0
5	البياض																			
	داخلي حوائط	م2	0	0	0	3917	18	70506	4239	18	76302	3917	18	70506	423	18	76302	4239	15	63585
	داخلي اسقف	م2	0	0	0	0	0	0	1347	18	24246	1248	18	22464	134	18	24246	1347	15	20205
	خارجي واجهات	م2	0	0	0	2100	32	67200	2100	32	67200	2100	32	67200	210	32	67200	2100	29	60900
6	دهانات اكليريك																			
	واجهات	م2	2100	20	42000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	الاجمالي للعماره				998785			930381			876948			912820			953168			970330
	الاجمالي بدون تشطيب للوحده				41616.04			38765.88			36539.5			38034.17			39715.33			40430.42
	تكلفة تشطيب للوحده				37400			37400			37400			37400			37400			37400
	الاجمالي للوحده				79016.04			76165.88			73939.5			75434.17			77115.33			77830.42
	الاجمالي/م2				1254.22			1208.94			1173.64			1197.37			1224.05			1235.4
	مدة تنفيذ العمارة باليوم			90 يوم			95 يوم			115 يوم			90 يوم			115 يوم		65 يوم	

ملحوظة: مدة التنفيذ أعلاه لعدد 2 عماره (24 شقه) – العماره تتكون من أرضى ودورين

جدول(2)أهم بيانات نظم البناء المختلفة بالمشروع،المصدر:الباحث، المصدر:(الإدارة الفنية للمشروع،2007)

م	نظم البناء	إجمالى تكلفة المترالمربع (جنيه)	مدة تنفيذ العمارة باليوم	حديد التسليح (الفولاذ) (طن)	خرسانة مسلحة + عادية (م3)	المباني سمك 25 سم (م3)	المباني سمك 12 سم (م2)	معامل الاكتساب الحراري الشمسي للزجاج	المقاومة الحرارية للسقف (م2.سْ /وات)	المقاومة الحرارية للحائط الخارجي (م2.سْ /وات)
1	حوائط خرسانية بلاطة سابقة الصب	1254,22	90	35,5	787	–	230	0.71	2.3	0.24 (خرسانة مسلحة)
2	حوائط حاملة مباني بلاطة سابقة الصب	1208.98	95	28,2	483	710	–	0.71	2.3	0.38 (طوب أسمنتي)
3	الهيكل الخرساني التقليدي	1173.64	115	46	512	–	2650	0.71	2.3	0.37 (طوب طفلي)
4	حوائط حاملة مباني بلاطة تقليدية	1197.37	90	33	484	735	–	0.71	2.3	0.38 (طوب أسمنتي)
5	البلاطات اللاكمرية	1224.05	115	52	572	–	3300	0.71	2.4	0.37 (طوب طفلي)
6	شدات كوفور	1235.40	65	23.7	603	–	1400	0.71	2.3	0.27

وقد قام الباحث بحساب قيم العزل الحراري (المقاومة الحرارية) لعناصر غلاف المسكن، باستخدام قيم الخواص الحرارية لمواد البناء الواردة بمواصفات بنود أعمال العزل الحراري، وتمت مقارنة النتائج بمتطلبات الحد الأدنى للعزل الحراري لغلاف المبنى الواردة بالكود المصري للطاقة في المباني السكنية، وسيظهر أثر هذه المقارنة عند تقييم معيار تحقيق الراحة الحرارية والتوافق مع المناخ لكل نظام.

4-4 تقييم نظم ومواد البناء المختلفة:

يستعرض البحث في هذه النقطة أهم معايير التقييم والمقارنة بين نظم البناء السابقة، لبيان مدى تحقيق كل نظام للمبادئ الاقتصادية والبيئية للاستدامة في المسكن الميسر. وقد تم اختيار هذه المعايير العامة من المبادئ التي سبق ذكرها عند شرح عناصر الاستدامة في المسكن بالجزء النظري من البحث. وسيتم قياس الوزن النسبي لكل معيار بمقدار ما يرتبط به من أهداف جزئية تصب في تحقيق استدامة المسكن الميسر، كما هو موضح بجدول(3). ويوضح جدول (4) نسبة تحقيق كل نظام لكل معيار من هذه المعايير، وقيمة تحقيق المعيار بضرب هذه النسبة في الوزن النسبي للمعيار.

جدول(3):قياس الوزن النسبي لمعايير التقييم بمقدار ما ترتبط به من أهداف استدامة المسكن،المصدر :(الباحث)

م	المعايير / الأهداف الجزئية	تقليل طاقة التصنيع	تقليل طاقة النقل والتنفيذ	تقليل طاقة ما بعد الإشغال	صديق للبيئة لا يستهلك الأخشاب	قلة الهالك في مواد البناء	التوفير في كميات مواد البناء	استخدام مواد بناء محلية غير مستورد	استخدام مواد بناء تلائم المناخ المحلي	الحفاظ على صحة المستعملين	خفض التكلفة الإبتدائية	الوزن النسبي للمعيار
1	السرعة في التنفيذ				√			√			√	3
2	عدم الاعتماد على الميكنة والمعدات		√					√			√	3
3	عدم الاعتماد على عمالة متخصصة	√	√					√			√	4
4	كفاءة استهلاك الطاقة	√	√	√			√		√		√	6
5	كفاءة استغلال الموارد الطبيعية	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	10
6	منع التلوث البيئي	√	√	√	√		√		√			6
7	توفير الراحة الحرارية			√					√	√		3
8	التوافق مع البيئة المحيطة بالموقع			√				√	√	√		4
9	القدرة على الدفع(Affordability)	√	√	√		√	√	√	√		√	8
10	خفض تكلفة التشغيل			√					√	√		3

APPENDIX

جدول (4): قياس تحقيق نظم البناء المختلفة لأهم المعايير الاقتصادية والبيئية للاستدامة في المسكن الميسر ، المصدر:(الباحث)

– صفر * 20% ** 40% *** 60% **** 80% ***** 100% **قيمة تحقيق المعيار= الوزن النسبي للمعيار × نسبة تحقيق المعيار**

م	المعايير الاقتصادية والبيئية للاستدامة	الوزن النسبي للمعيار	1- حوائط خرسانية بلاطة سابقة الصب Conc. Wall - Pre Slap		2- حوائط حاملة مباني بلاطة سابقة الصب Bear. Wall - Pre Slap		3- الهيكل الخرساني التقليدي TRADITIONAL		4- حوائط حاملة مباني بلاطة تقليدية Bear. Wall – Trad. Slap		5- البلاطات اللاكمرية FLAT SLAB		6- شدات كوفور COFFOR	
			نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار	نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار	نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار	نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار	نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار	نسبة تحقيق المعيار	قيمة تحقيق المعيار
1	السرعة في التنفيذ	3	* * *	1.8	* * *	1.8	* *	1.2	* * *	1.8	* *	1.2	* * * * *	3
2	عدم الاعتماد على الميكنة والمعدات	3	* *	1.2	* * *	1.8	* * * * *	3	* * * * *	3	* * * * *	3	* * * * *	3
3	عدم الاعتماد على عمالة متخصصة	4	* * *	2.4	* * * *	3.2	* * * * *	4	* * * * *	4	* * * * *	4	* *	1.6
4	كفاءة استهلاك الطاقة	6	* *	2.4	* * * *	4.8	* * *	3.6	* * * *	4.8	* *	2.4	* * * *	4.8
5	كفاءة استغلال الموارد الطبيعية	10	* *	4	* * * *	8	* * *	6	* * * *	8	* *	4	* * *	6
6	منع التلوث البيئي	6	* * *	3.6	* * * *	4.8	* * *	3.6	* * *	3.6	* *	2.4	* * *	3.6
7	توفير الراحة الحرارية	3	* *	1.2	* * *	1.8	* * *	1.8	* * *	1.8	* * *	1.8	* *	1.2
8	التوافق مع البيئة المحيطة بالموقع	4	* *	1.6	* * *	2.4	* * *	2.4	* * *	2.4	* * *	2.4	* *	1.6
9	القدرة على الدفع (Affordability)	8	* * * *	6.4	* * * *	6.4	* * * *	6.4	* * * *	6.4	* * * *	6.4	* * * *	6.4
10	خفض تكلفة التشغيل	3	* *	1.2	* * *	1.8	* * *	1.8	* * *	1.8	* * *	1.8	* *	1.2
	الإجمالي	50	25.8		36.8		33.8		37.6		29.4		32.4	
	نسبة تحقيق المعايير		% 51.6		% 73.6		% 67.6		% 75.2		% 58.8		% 64.8	
	الترتيب النهائي		6		2		3		1		5		4	

APPENDIX

5- الخلاصة والنتائج :

تناول البحث تعريف مفهوم المسكن الميسر، ومحدداته، ودور كل من نظم ومواد البناء في تيسير المسكن، و تحقيق أهم خصائصه وهي القدرة على تحمل ثمنه، كما تناول البحث شرح مفهوم الاستدامة بصفة عامة، ثم عناصر المسكن المستديم ومعاييركل منها مع التركيز على الاعتبارات الاقتصادية، والبيئية. ثم قام البحث بعرض نظم ومواد البناء المختلفة بالمشروع محل الدراسة، ومن ثم عقد مقارنة بينها لمعرفة أيهم أكثر تحقيقاً لمبادئ الاستدامة. وقد خرج البحث بالنتائج التالية:

1- يعتبر النظام الرابع وهو (البناء بالحوائط الحاملة المباني، والبلاطة تقليدية)، ثم النظام الثاني وهو (البناء بالحوائط الحاملة المباني، والبلاطة سابقة الصب) هما أكثر نظم البناء تحقيقاً لاعتبارات الاستدامة الاقتصادية والبيئية، وهو ما يعزز الدعوة إلى العودة للبناء بالحوائط الحاملة مرة أخرى.

2- أمكن التأكيد عملياً على أن المبنى المستدام ليس أكثر تكلفة من المبنى التقليدي، حيث حقق كلا النظامين السابقين نسبة أكبر في تحقيق معايير الاستدامة من نظم أخرى كانت أكثر كلفة.

3- أهمية الدقة في اختيار مواد البناء للغلاف الخارجي حيث أخفقت كل النظم ، وإن كان بنسب متفاوتة في تحقيق متطلبات كود الطاقة من الحد الأدنى للعزل الحراري لغلاف المبنى، وبالتالي كان غياب الراحة الحرارية هي العامل المشترك بين جميع النظم، وذلك لعدة أسباب منها استخدام مواد ذات موصلية حرارية عالية في الحوائط الخارجية مثل الحوائط الخرسانية، والطوب الأسمنتي، والزجاج الشفاف المفرد ، بالإضافة إلي صغر سمك الحوائط الخارجية، واستخدام ألوان داكنة في التشطيبات الخارجية بما لا يتناسب مع المناخ المحيط ، وهو ما له آثار سلبية على صحة المستعملين.

4- أدى سيطرة هدف تخفيض التكلفة الابتدائية إلى غياب البعد البيئي، حيث خلت الواجهات من أي معالجات بيئية مثل كاسرات الشمس، أو استخدام شباك شيش شمسية، واستبداله بشباك ألومنيوم، مما سيؤدي في المستقبل إلى ارتفاع تكلفة التشغيل لتوفير الراحة الحرارية.

6- المقترحات:

1- يقترح البحث للاستفادة من مميزات كلا النظامين السابقين، اعتبار نظام الحوائط الحاملة والبلاطة التقليدية أفضل في مشروعات إسكان المواقع والخدمات، ومشروعات المسكن النواة، في ظل صعوبة توفير تقنية البلاطات سابقة الصب، بينما في مشروعات الإسكان التي تقوم الدولة ببنائها فإنه يفضل تنفيذ البلاطات سابقة الصب لتوفير استخدام الشدات الخشبية، تقليل الحديد المستخدم، ولتوافر المعدات.

2- استخدام الحجر الجيري في الحوائط الحاملة بدلاً من الطوب الأسمنتي، أن خواصه الحرارية أفضل بكثير، كما أنه أكثر توافقاً مع البيئة المحيطة، لذا يمكن الاستغناء عن البياض الخارجي، خاصة أن مصر عامة، ومنطقة المشروع خاصة بها كميات هائلة من الحجر الجيري.

3- استخدام النوافذ التقليدية(ضلف شمسية)، والألوان الفاتحة للواجهات، وبلاط الموزايكو الأبيض للأسقف المعرضة سيساهم بصورة كبيرة في توفير الراحة الحرارية، وتحسين صحة المستعملين.

APPENDIX

7- التوصيات : لرفع المستوى العام لتحقيق الاستدامة في مشاريع المسكن الميسر:

1- وضع الأبعاد الثلاثة للاستدامة الاقتصادية، والبيئية، والاجتماعية في الاعتبار بدءاً من مرحلة اختيار الموقع، ثم العملية التصميمية، ثم مرحلة اختيار نظم ومواد البناء.

2- التفعيل الجاد لكود الطاقة في المباني، بحيث تكون المتطلبات التي وضعها للغلاف الخارجي للمسكن اشتراطات ملزمة لا استرشاديه.

3- اعتماد الحوائط الحاملة، ويفضل أن تكون من الحجارة، كأسلوب بناء في المساكن الميسرة.

4- البحث في إمكانية عمل نظام إنشائي من الحوائط الحاملة مع أسقف من نظام كوفور للاستفادة من مميزاته مثل خفة الوزن، وقلة استخدام حديد التسليح، وعدم الحاجة إلي شدة خشبية أو معدات خاصة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

1- الزبيدي، مها، (2004 م)،المسكن المتوافق بيئياً... توجه مستقبلي للعمارة المستديمة والحفاظ على البيئة دراسة مقارنة لكفاءة الأداء البيئي للمسكن التقليدي والحديث ، ندوة الإسكان(2) المسكن الميسر ، المنعقدة في الفترة من 28-31 مارس ،الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، الرياض،السعودية.

2- حسن، نوبي، (2004 م)،المساكن الذكية (نموذج للمسكن الميسر في القرن الواحد والعشرين) ، ندوة الإسكان(2) المسكن الميسر ، المنعقدة في الفترة من 28-31 مارس ،الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، الرياض،السعودية.

3- دليل العمارة والطاقة ،(1998)، جهاز تخطيط الطاقة ،القاهرة ،مصر.

4- عبد اللطيف، محمود و الفورتيه، سليمان، (2004 م)،الاختلاف في مفهوم المسكن الميسر وانعكاساته على التنمية الإسكانية المستقبلية ، ندوة الإسكان(2) المسكن الميسر في مدينة الرياض، المنعقدة في الفترة من 28-31 مارس، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، الرياض، السعودية.

5- محلب،ابراهيم، (إبريل،2008)، تجربة شركة المقاولون العرب في نظم إنشاء منخفضة التكلفة ، ندوة التحديات الاقتصادية لتخفيض تكاليف البناء ، المنعقدة في 16 إبريل ،المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء ، القاهرة، مصر.

-الأكواد:

6- الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، الجزء الأول: المباني السكنية كود رقم(306/1)،(2006)،المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، القاهرة، مصر.

7- مواصفات بنود اعمال العزل الحراري، اشتراطات أسس التصميم والتنفيذ ،(2001)، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، القاهرة، مصر.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

8- Bodaken, M. and Heitlinger, A.,(2002), Providing Affordable Housing, The Planning Commissioner Journal , Number 45, Winter,VT.,USA.

9- D.M. Roodman and N. Lenssen,(March 1995) A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction, Worldwatch Paper 124, Worldwatch Institute, USA.

10- Eringa Karel, (2003), New Options for Affordable, Shelter WA Occasional Paper,

11- Faufman, Tracy, (2003), Poverty Housing Defeats Families, in U. S. Affordable Housing Statistics, Habitat for Humanity International: http://www.habitat.org/how/stats2001.html

12- H. E. Daly,(1992), Steady state economics: concepts, questions, and politics, Ecological Economics, 2nd ed. Island Press. Washington, D.C., USA.

13- Howard, Bion (2003), "Green Building (A primer for Builders, Consumers and Realtors)(V 5.4)", building Environmental Science and Technology(B.E.S.T.), U.S.A,

14- Jack A. Kremers , Defining Sustainable Architecture, Architronic v4n3.02, www.saed.kent.edu/Architronic/v4n3/v4n3.02a.html.

15- Lynn M. Froeschle,(October 1999), "Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials," The Construction Specifier , http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Materials/

16- OECD(Organization for Economic Co-operation and Development) Project, http://www.oecd.org/home/0,3305,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html

17- Woolley Tom, etal.(1999), "Green Building Handbook", Volume 1, E & FN Spon, NewYork, USA .

18- World Commission on Environment and Development(WCED),(1987), Our Common Future, Oxford University Press, New York, USA.

19- Worldwatch Institute and U.S.EPA, www.worldwatch.org

20- www.alriyadh.com.sa/economy/05-05-2002/build.html

21- www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf

About the Author

Professor Khaled Nabil has got his BSc in Architectural Engineering, Housing branch from Alexandria University, Egypt in 1981. He has received his Masters in Building Construction from Zagazig University in 1986, and studied for another MA in York University, UK in 1989. He has been awarded his PhD in Architecture from Cairo University Egypt, with collaboration of both Pennsylvania & Ohio State Universities in 1995, with a thesis titled "Towards Appropriate self build Technology".
Dr. Nabil has become a professor in 2005, and got 5 patents from US Patent Office & WIPO, in the fields of Building Technology and Interior Construction, of which 3 are described in this book. Prof. Nabil is a Housing-Design Consultant since 1996, and has won several architectural competitions.

He has taught Architecture & Building Technology in 10 different universities and is currently teaching at King Abdul-Aziz University, Jeddah, SA.

This book presents 40 construction alternatives; 13 for walls, 17 for floor slabs and 10 for integrated building systems. The book is designed and edited in both Arabic and English by Prof. Nabil.

تعريف بالكاتب

حصل على بكالوريوس الهندسة المعمارية، شعبة إسكان من جامعة الأسكندرية عام 1981، ثم حصل على ماجيستير هندسة التشييد من جامعة الزقازيق عام 1987 فى تكنولوجيا البناء لمحدودى الدخل.

منح شهادة الدكتوراة من جامعة القاهرة عام 1995 فى فلسفة العمارة. وكان عنوان الرسالة: "تكنولوجيا البناء المتوافقة والجهود الذاتية" وهى تمثل مرجعاً دولياً لتلك التكنولوجيا لعدد 7 دول مختلفة قام فيها بزيارات ميدانية لمعرفة الميزات و المعوقات، انتهت بإقتراح تقنيات مناسبة لمصر. مما أدى للحصول على عدد من براءات الإختراع الخاصة بتقنيات البناء من الولايات المتحدة.
درس ماجسيتير بجامعة يورك بإنجلترا عام 1989، وبجامعات ولايتى بنسلفانيا و أوهايو أعوام 1990-1991 خلال الدكتوراة. حصل على لقب إستشارى تصميم لمشروعات الإسكان عام 1996 من نقابة المهندسيين المصرية. قام بالتصميم و الإشراف على العديد من المشروعات المتنوعة، كما حصل على عدد من الجوائز المعمارية داخل وخارج مصر. حصل على لقب أستاذ «العمارة وتكنولوجيا البناء» بمصر فى نهاية عام 2005. عمل أستاذاً دائماً وزائراً بالعديد من الجامعات المصرية، وبعض الجامعات الخليجية، كجامعة الإمارات، وجامعتي أم القرى و الملك عبد العزيز بالمملكة العربية السعودية.

الكتاب يضم 40 بديلاً لطرق ومواد البناء والتشييد: 13 للحوائط، 17 للسقف و10 نظم بناء متكاملة، مع مراجع متكاملة بعضها بالشبكة العنكبوتية لسهولة الوصول للمعلومة. كما يضم 3 براءات اختراع للكاتب، لحائط وسقف وسلم بملحقات الكتاب. تصميم الكتاب من غلاف وصفحات وكتابة و إخراج وترجمة ما بين العربى والإنجليزى، بالكامل للكاتب.