

" البناء بالطوب الذكي طوب الليغو "

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف

في الهندسة المدنية

إعداد: -

المعز عبدربه محمد عمر

عبد الرحمن محمد حسن أحمد

شاكرين كمال الدين أحمد محمد

كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

جامعة الشيخ عبد الله البدرى

فبراير - 2023

الآية

قال تعالى:

(واذكروا إذ جعلكم خلْقاً من بعد عادٍ وبوآكم في الأرض تتخذون من سهولها قصوراً وتتحنون الجبال يوتاً ۝ فاذكروا
والآء الله ولا تغتوا في الأرض مفسدين ﴿٧٤﴾)

صدق الله العظيم

سورة الأعراف - الآية 74

الإهداء

إلى من غمرونا وأبعدوا عنا قسوة الزمان إلى من منحونا قلوبهم إلى واحتنا التي نستظل بها من هجر الزمان
أمهاتنا الحبيبات

إلى من سعو وشقو لننعم بالراحة والهناء الذين لم يبخلوا من أجل دفعنا لطريق النجاح
الذين علمونا أن نرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر
آبائنا الأفاضل

إلى من حبهم يجري في عروقنا ويلهج بذكراهم فؤادنا إلى من نلجأ إليهم كلما أثقلتنا الهموم
إخواننا الأعزاء

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات أسمى وأجمل عبارات العلم
إلى الذين علمونا كيف يكون النهل من ينابيع المعارف
أساتذتنا الأجلاء

الشكر والعرفان

الشكر أولاً لله تعالى من قبل ومن بعد أن هياً لنا من أمرنا رشداً إنه نعم المولى ونعم النصير...نتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان لأولئك الذين بذلوا معنا جهودهم لتسهيل المصاعب التي اعترضت طريقنا في سبيل إخراج هذا البحث بهذه الصورة ونخص بالشكر،،

الدكتور/ عبدالقادر الزين

وشكر خاص أيضاً لكل من:

الدكتور أبوبكر محي الدين

م / عمار صديق

م/ نضال حسين

والشكر موصول أيضاً لكل الأساتذة الأجلاء بقسم الهندسة

وإلى كل من كان لنا سندا وعونا في إخراج هذا البحث

المستخلص

شهد السودان في السنوات الأخيرة ارتفاع هائل في تكاليف البناء من حيث ارتفاع أسعار المواد المستخدمة في البناء والحاجة إلى الكثير من العمالة مما أدى إلى عجز ذوي الدخل المحدود من امتلاك منازل. فمع تطور التقنيات ظهر طوب الليغو المتميز من حيث الربط وطريقة التسليح وكمية المونة المستخدمة بالإضافة إلى العديد من المميزات الأخرى التي يتميز بها عن بقية أنواع الطوب الأخرى ، من حيث تقليل تكلفة البناء وتنوع أشكاله وأحجامه وإمكانية تلوينه بمختلف الألوان. تم في هذا البحث عمل دراسة عن أنواع الطوب المختلفة وبشكل أخص طوب الليغو من مميزاته والمواد المكونة له وخواصه الهندسية من حيث الشكل والمقاسات كما أجريت اختبارات معملية لمعرفة مدى صلابته ومدى امتصاصه للماء وتأثره بالظروف البيئية المحيطة للتأكد من ديمومته وصلاحيته للبناء كما تم عمل مقارنة بينه وبين أنواع الطوب الأخرى من حيث التكلفة وطرق الربط وحجم المونة ومدى كفاءة العمالة المطلوبة ، وتبين لنا من هذه المقارنة أن طوب الليغو أفضل من أنواع الطوب الأخرى من حيث تكلفة البناء (أقل من الأنواع الأخرى) وسرعة التنفيذ والبناء وكمية المونة المستخدمة (كمية أقل من الأنواع الأخرى)، ومن عيوبه يحتاج لتسليح ويحتاج أيضاً لعمال مهرة.

Abstract

In recent years, Sudan has witnessed a huge increase in construction costs, in terms of the high prices of materials used in construction and the need for a lot of labor, which led to the inability of people with limited income to own homes. With the development of technologies, Lego bricks appeared in terms of bonding, the method of reinforcement, and the amount of mortar used, in addition to many other advantages that distinguish it from other types of bricks, in terms of reducing the cost of construction, the diversity of its shapes and sizes, and the possibility of coloring it in different colors. In this research, a study was carried out on different types of bricks, especially Lego bricks, in terms of their physical properties, constituent materials, and engineering properties in terms of shape and sizes. And between other types of bricks in terms of cost, bonding methods, mortar size, and the required labor efficiency. From this comparison, we found that Lego bricks are better than other types of bricks in terms of construction cost (less than other types), implementation and construction speed, and the amount of mortar used (less than other types). The other), and one of its shortcomings is that it needs armaments and also skilled workers.

فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	اسم الموضوع	الرقم
I	الآية	
II	الإهداء	
III	الشكر والعرفان	
IV	المستخلص	
V	Abstract	
VI	فهرس الموضوعات	
VIII	فهرس الاشكال	
XI	فهرس الجداول	
	الفصل الأول: المقدمة	
1	المقدمة	1-1
1	مشكلة البحث	2-1
1	أهداف البحث	3-1
2	منهجية البحث	4-1
2	الهيكل العام للبحث	5-1
	الفصل الثاني: الخلفية العلمية	
3	مقدمة عامة عن الطوب	1-2
3	مزايا استخدام الطوب	2-2
4	أنواع الطوب المستخدمة	3-2
8	طوب الليغو	4-2

9	أنواع طوب الليغو	1-4-2
11	أشكال طوب الليغو	2-4-2
12	المواصفات القياسية للطوب المضغوط	1-5-2
12	المرجع	1-5-2
12	التعريفات	2-5-2
12	التصنيع	3-5-2
12	التصنيف	4-5-2
13	المواد	5-5-2
13	المتطلبات الفنية	6-5-2
14	طرق الفحص والاختبار	7-5-2
14	التفتيش والقبول والرفض	8-5-2
14	الصيانة	9-5-2
15	اختبار العينات المنتجة من المناطق المختارة	10-5-2
16	مميزات وعيوب طوب الليغو	7-2
	الفصل الثالث: خطوات تصنيع طوب الليغو	
18	خطوات التصنيع	1-3
22	الآلات المستخدمة في صنع الطوب	2-3
22	معدلات الإنتاجية للطوبة	3-3
26	المكونات الرئيسية للآلة	4-3
27	طريقة البناء	5-3

29	حساب الكميات	6-3
الفصل الرابع: الاختبارات المعملية		
30	تجربة فحص نسبة امتصاص طوب الليغو للماء	1-4
32	النتائج والحسابات	2-4
32	اختبار الضغط للطوب	3-4
34	المناقشة وتحليل النتائج	4-4
الفصل الخامس: الخلاصة والتوصيات		
36	الخلاصة	1-5
37	التوصيات	2-5
38	المراجع والمصادر	3-5

جدول الأشكال

4	الطوب الطيني	1-2
4	طوب الرماد المتطاير	2-2
5	الطوب الحراري	3-2
6	الطوب الأحمر	4-2

6	الطوب الخرسانى	5-2
7	الطوب الرملى الجىرى	6-2
9	مقاسات طوب اللىغو	7-2
9	طوب اللىغو حرف لوالعادى	8-2
10	طرىقة تمرىر خراطىش المىاه والكهرباء	9-2
11	أشكال طوب اللىغو	10-2
18	غرىبة وطحن المواء	1-3
19	خلط المواء	2-3
20	طرىقة تشغىل المكبس	3-3
21	طرىقة التخرىن	4-3
23	ماكىنة ىدوىة	5-3

23	طريقة عمل الماكينة اليدوية	6-3
24	الماكينة الهيدروليك	7-3
24	الماكينة الهيدروليك	8-3
25	الماكينة هايدروفورم	9-3
27	طريقة عمل المدماك الأول	10-3
28	عمل الغراء	11-3
28	شكل المبنى	12-3
31	وزن العينة الجافة	1-4
31	وزن العينة رطبة	2-4
31	العينات في الماء	3-4
33	قراءة جهاز الضغط	4-4
33	العينة تحت الضغط	5-4

فهرس الجداول

15	مقارنة فنية	6-2
29	مقارنة بين طوب الليغو والطوب الاحمر	6-3
30	وزن العينات جافة	4-1-4
31	وزن العينات بعد الغمر	4-1-4
33	وزن العينات جافة	4-3-4
33	مقاومة الضغط للعينات	4-3-4

الباب الأول

1-المقدمة

1-1 المقدمة:-

إن العمارة هي المرآة التي تعكس التقنيات البشرية التي يستخدمها الإنسان على مر العصور. وهي الناطق الرسمي باسم الحقبات البشرية فاليد البشرية كانت أولى التكنولوجيا المستخدمة في تشكيل وحدة البناء الطينية ومن بعدها الفأس الذي كان يزرع به هو نفسه الذي كان يشكل به وحدة البناء لمسكنه.

وأصبحت العمارة في جميع انحاء العالم متطورة في اساليب الإنشاء وفي تشطيبات المواد بقدر تطور التقنيات الحديثة التي توصل إليها العلماء ،وأصبح الشغل الشاغل للعلماء اليوم هو الاستدامة وكيفية تحقيق مبادئ العمارة الصديقة للبيئة من توفير للطاقة وتوفير المواد والتكاليف وتحقيق الغرض الذي أنشأت من أجله.

والآن ظهر ما يسمى بالطوب الذكي (طوب الليغو) الذي يعتبر أحد مظاهر الألفية الجديدة التي يتم تطويرها الآن لاستخدامها في المباني لمميزاتها الغير تقليدية والتي سيتم مناقشتها بشكل أوسع في هذا البحث.

1-2 مشكلة البحث :

أصبحت تكاليف البناء في السودان عالية جدا من حيث المواد و المصنعيات ويستهلك زمن في التشييد. لذلك يسعى هذا البحث لتوفير بدائل للطوب تقوم بتوفير كل من الزمن والجهد والتكلفة .

1-3 أهداف البحث :

- التعرف على التطور الهائل الذي حدث لتشكيل الطوب كأكثر وحدة بناء مستخدمة في الإنشاء.
- التعرف علي ماهية الطوب الذكي ومميزاته.

- محاولة الإسهام في تقليل تكلفة البناء لذوي الدخل المحدود.
- محاولة الإسهام في تقليل الجهد والزمن في عملية البناء.

1-4 منهجية البحث :

الجانب النظري

وفيه تم جمع البيانات والمعلومات اللازمة بالاطلاع على المراجع والأوراق العلمية والإنترنت والبحوث السابقة والزيارات الميدانية.

الجانب العملي

وفيه تم إجراء الاختبارات المعملية (اختبار امتصاص الماء, اختبار مقاومة الضغط) لطوب الليغو

- لمعرفة صلاحية الطوب ثم تحليل ومناقشة نتائج التجارب (30*15*10cm)

1-5 هيكلية البحث :

تم تقسيم هذا البحث إلى خمسة أبواب:

الباب الأول : مقدمة عامة.

الباب الثاني :الخلفية العلمية.

الباب الثالث :خطوات تصنيع طوب الليغو.

الباب الرابع :الاختبارات المعملية ومناقشة النتائج.

الباب الخامس :الخلاصة والتوصيات والمراجع.

الباب الثاني

2- الخلفية العلمية

1-2 مقدمة عامة عن الطوب :

يعتبر الطوب هو الدعامة الأساسية في البناء ، و استخدامه يكون عن طريق رص قوالب الطوب بنظام خاص حسب التصميم وربطها ببعضها البعض بالمادة اللاصقة الخاصة بالطوب ، وتسمى الاسمنت وهي معروفة جداً، ويكون الاسمنت على شكل باودر لونه رمادي يتم خلطه بالرمل والماء (المونة الاسمنتية) ثم يوضع بين قوالب الطوب في البناء قبل رصها . هناك أمور يجب أن تتحقق قبل استخدام الطوب وهي :خلو الطوب من الفحم والطين ، وتوحد اللون ، وأن تكون الأبعاد منتظمة ، و التأكد من أنه غير ماص للماء ، و أن يمر باختبار القوة ، وأن يخلو من النخور والتسوس ، وأخيراً أن يكون جافاً .

يتم إنتاج الطوب في فئات وأنواع ومواد وأحجام عديدة تختلف باختلاف المنطقة والفترة الزمنية.

2-2مزايا استخدام الطوب :

- انتظام شكل واجهات المباني ، بسبب انتظام حجم الطوب المستخدم في البناء الطول والعرض والارتفاع .
- سهولة استعماله في البناء ونقله إلى مكان البناء لصغر حجمه و وزنه.
- سهولة التصاقه بالأسمنت.
- مقاوم جيد للحريق بعكس الخشب المستخدم في بناء الأكواخ لأنه سبق أن تم حرقه عند عملية التصنيع .

- مقاوم للعوامل الخارجية مثل الأمطار، الهواء، الأصوات وغيرها .
- توفير إمكانيات لتقليل الضوضاء وعزل الصوت .

2-3 أنواع الطوب المستخدمة في البناء :

هنالك عدة طرق يمكن من خلالها تصنيف الطوب او تميزه وفي الاقسام ادناه يتميز الطوب بالمواد

المستخدمة في تصنيعه فتنقسم انواع الطوب علي المادة المصنوع منها الي الاتي

2-3-1 طوب الطين :-

هو عبارة عن طوب تقليدي يصنع من التربة العادية .



شكل (2-1) يوضح الطوب الطيني

2-3-2 طوب الرماد المتطاير :-

هو عبارة عن طوب غير تقليدي يتم تصنيعه من النفايات الصناعية مثل الرماد المتطاير و الاسمنت

وغيار الرمل / الحجر ، تستخدم هذه الأنواع من الطوب في الوقت الحالي في جميع أنحاء العالم مع

اكتسابها شعبية على الطوب الطيني.



الشكل (2-2) يوضح الطوب الرماد المتطاير

3-3-2 الطوب الحراري:-

هو أيضا نوع من أنواع مواد البناء التي تستخدم عادة لواجهات المباني والهياكل . بسبب النمط الجديد للبناء ويتم إنتاجه من البورسلين والتربة المقاومة للانصهار وله بنية جزئية كثيفة ودقيقة .
المواد الخام المستخدمة في صناعة الطوب الحراري هي طين يتعرض لدرجة حرارة عالية .



الشكل (3-2) يوضح الطوب الحراري

2-3-4 الطوب الأحمر:

هي من المواد المستخدمة في البناء والتشييد ، كما أنها مصنوعة من الماء والصلصال و روث

- الحيوانات، بالإضافة إلى نسبة قليلة من التبن .



الشكل(2-4) يوضح الطوب الأحمر

2-3-5 الطوب الخرساني:

هو خليط من الرمل و الحصى و الاسمنت و الماء ويتم ضغطه وكبسه في ماكينة ، وله نوعان :

المصمت ، والمفرغ.



. الشكل(2-5) يوضح الطوب الخرساني المفرغ

2-3-6 الطوب الرملي الجيري :

هو حجر رسوبي ناشئ من رواسب أحياء مائية متكلسة كالمرجان والمنخربات والرخويات وكذلك على أحبار وقواقع بحرية ، طبقا لطبيعته الجيولوجية فإنه يحتوي على كميات متفاوتة من السيليكا على صورة شوائب وكذلك كميات متفاوتة من الحجر الكلسي النقي و غالبا ما يكون أبيض اللون ، لكن الشوائب مثلا الطمي والرمل وشوائب معدنية مثلا الأراجونيت أكاسيد الحديد تجعله يتلون بألوان مختلفة كما توجد منه أنواع تسمى " كلاستيك " بمعنى أنها مكونة من خليط من أحجار أخرى صغيرة متماسكة .



الشكل (2-6) يوضح الطوب الرملي الجيري

2-4 طوب الليغو :

في الوقت الحالي بدأ ظهور نظام بناء نكي يدعم نفسه بنفسه حيث هذا النظام يعتمد على حجر خرساني قابل للتداخل فيما بينه الذي عرف باسم الطوب النكي أو طوب الليغو الذي يصلح لجميع الاستخدامات المعمارية حيث انتشر هذا الطوب في العديد من دول العالم ، وهو عبارة عن خُط من التراب واي مادة تعمل على ترابط وتصلب التراب مثل الاسمنت او الجير وهنا كعوامل مساعدة أخرى مثل الكاولين والبوزالانا بمختلف انواعها طَبَّيْعِيَّة او صناعيَّة ، وهو نموذج بلوك يستخدم في مناطق البناء عن طريق تمرير بعضها البعض بطريقة منهجية ومنظمة . وأنه يقلل من استخدام الملاط أو المادة اللاصقة في بعض الطرز من خلال توفير العديد من وسائل الراحة من حيث الإتقان و الاستخدام .بفضل ميزته المتشابكة ، يزيد من قوة التصاقه قوته ويسمح استخدام المواد في تشييد المباني باستخدام تقنية وضع مبسطة .هذا يؤدي إلى توفير الوقت والمال الذي يتم إنفاقه على أجر العمل البشري .و يتم تصنيعها عن طريق الضغط المفرط على الخليط .

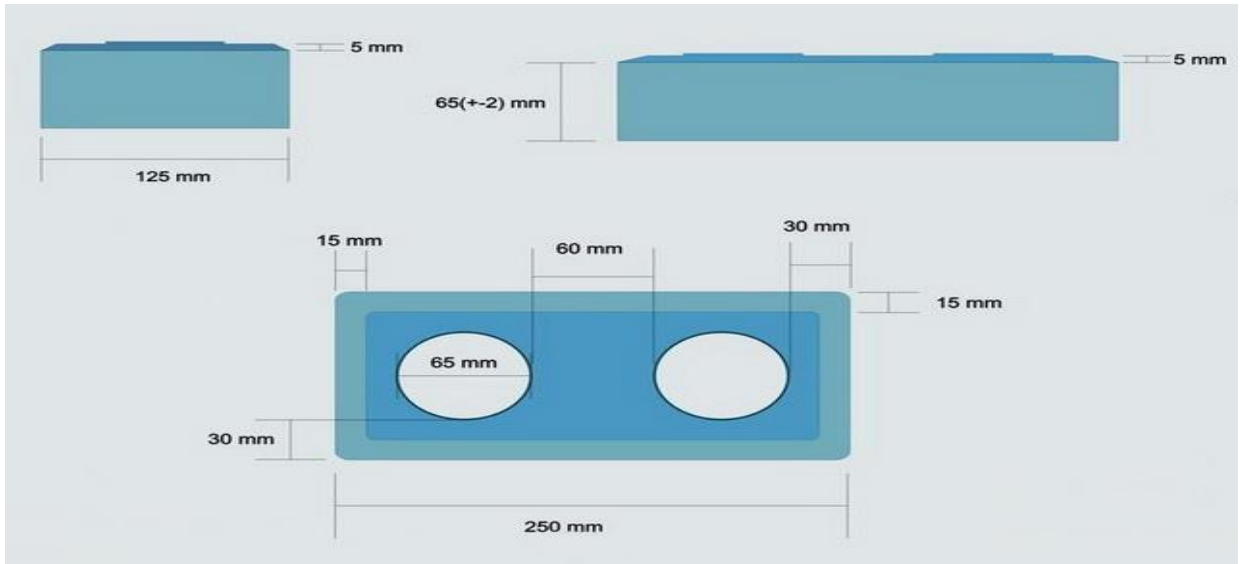
2-4-1 أبعاد طوب الليغو :

تتوفر طابوقة ليغو بقياسات :

A) 25x12.5x8cm

B) 25x15.0x8cm

C) 30x15.0x10cm



الشكل (2-7) يوضح مقاسات طوب الليغو

2-4-2 أنواع طوب الليغو :

➤ ليغو اعتيادي.

➤ ليغو حرف U .

تستخدم طابوقة الليغو الاعتيادية للبناء ، في حين تستخدم طابوقة الليغو U لتمديد التأسيسات الافقية



الشكل (2-8) يوضح الطوب حرف u والطوب العادي

الكهربائية وأنابيب المياه وأنابيب الغاز و توصيلات الانترنت داخل الجدار مباشرة اثناء البناء ، بالإضافة

إلى انشاء الرباطات الداعمة .



الشكل (2-9) يوضح طريقة تمرير خرطيش المياه والكهرباء

2-4-3 أشكال طوب الليغو :

توجد عدة أشكال لطوب الليغو وهي مبينة في الصورة أدناه :

1	2	3	4	5
300*150*100mm	300*150*100mm	150*150*100mm	300*150*100mm	300*150*100mm
6	7	8	9	10
150*150*100mm	300*150*100mm	300*150*100mm	150*150*100mm	300*150*100mm
11	12	13	14	15
300*150*100mm	300*150*100mm	250*175*100mm	250*175*100mm	300*150*100mm
16	17	18	19	20
300*150*100mm	230*180*115mm	230*220*115mm	230*220*115mm	230*220*115mm
21	22	23	24	25
230*140*115mm	245*107*60mm	250*60mm Diagonal	200*100*60mm	200*100*60mm
26	27	28	29	30
200*100*60mm	260*160*100mm	300*150*100mm	300*150*100mm	250*125*60mm

الشكل (2-10) يوضح أشكال الطوب

ونذكر منها المستخدمة بكثرة :

- الصورة الموضحة بالرقم 1 هو شكل طوب الليغو العادي.
- الصورة الموضحة بالرقم 2 هو شكل طوب الليغو حرف U .
- الصورة الموضحة بالرقم 3 هو شكل طوب الليغو نص طوبة.
- الصورة الموضحة بالرقم 18 هو شكل طوب الليغو القفلة.
- الصورة الموضحة بالرقم 19 هو شكل طوب الليغو الهيدروفورم.

5-2 المواصفات القياسية للطوب المضغوط

1-5-2 المرجع Referent :

تختص المواصفة الإفريقية (ARS670:1996) بالطوب المضغوط المثبت (S.S.B) المستخدم في أعمال البناء.

2-5-2 التعريفات Definitions:

الطوب المثبت المضغوط (Soil Stabilized block)

هو وحدة بنائية خالية من الفجوات ويمكن أن تكون بها فجوات ومتماسكة ناتجة من ضغط ميكانيكي وضغط آلة.

3-5-2 التصنيع ((Manufacturing)) :

يصنع الطوب المثبت من خليط التربة رمل ، طمي ، طين (بإضافة مادة مثبتة) اسمنت ، جير ، بنسبة تتراوح من (5-8)% حسب نوع التربة ، ثم تضغط بواسطة ماكينة يدوية او الية. يعالج الطوب المثبت بالتغطية بالشمع لمدة تتراوح من (10-15)يوم ويرش بعد مرور 24 ساعة من تصنيعه بقليل من الماء كل صباح ثم تعاد تغطيته لاكتمال فترة الانضاج 15 يوم.

4-5-2 التصنيف ((Classifications)) :

يصنف الطوب المثبت وفقا للاتي:

أ/ حسب الاستخدام:

- طوب مثبت مضغوط للحوائط الحاملة وحدات بنائية تستخدم في الإنشاءات غير الهيكلية

كوحدة بناء حاملة.

- طوب مثبت مضغوط للحوائط غير حاملة وحدات بنائية تستخدم في الإنشاءات الهيكلية

كوحدة مألئة للفراغات وفواصل داخلية.

ب/حسب الكثافة الحجمية :

- لا يزيد وزن الطوب المثبت عن 9 كيلوجرام.

2-5-5 المواد ((Materials)) :

-المواد الاساسية : هي التربة المكونة من خليط الرمل والطين والطين بنسب محددة كما يلي:

رمل بنسبة تتراوح من (60-70)%

طمي بنسبة تتراوح من (0-25)%

طين بنسبة تتراوح من (0-25)%

-المواد المثبتة :

هي المواد المضافة لخليط التربة الجافة بنسبة تتراوح من (5-8)% وتشمل الاسمنت البورتلاندي العادي

والجير المطفأ والمواد البترولية و الجبس الخ)

2-5-6 المتطلبات الفنية: (Technical Requirements)

-المظهر :تكون كيقة الطوب المثبت ذات شكل منتظم وسليم وقائم الجوانب وخالي من التشققات او

العيوب

- المقاسات الفعلية :-

السماكة:

- لا تقل سماكة الجدران الخارجية للطوب المثبت عن 15سم .
- تكون الابعاد الفعلية للطوب (100×150×300) ملم.
- يكون الفرق المسموح به في الابعاد الفعلية(+ أو -3)ملم.

- مقاومة الضغط : -

- تكون مقاومة الضغط للطوب المثبت حسب طريقة الاختبار (لا تقل عن 2kn/m^2).

- يجرى اختبار مقاومة الضغط خلال 72 ساعة من تسليم العينات

- امتصاص الماء :-

يكون الحد الاقصى لامتصاص الماء لا يزيد عن نسبة 20%

2-5-7 طرق الفحص والاختبار :

- تتبع في فحص واختبار الطوب المثبت الطرق القياسية للمواصفات الإفريقية

2-5-8 التفتيش والقبول والرفض :

- تؤخذ العينات من الطوب المثبت من موقع الانتاج بمعدل 20 طوبة لكل كمية تتبع .

- في حالة عدم مطابقة احدى العينات لاحد الاشتراطات الفنية بنجاح يعاد الاختبار على ضعف الكمية الاولى .

فاذا لم تجتاز عينات الاعداد اي ما بعد اشتراطات العينة المنصوص عليها, تعتبر الدقة غير مطابقة للمواصفات القياسية وترفض جملة واحدة .

2-5-9 الصيانة :

للحفاظ على استمرارية المبني للحصول علي عمر افتراضي اطول ترفع نسبة المادة المضافة (اسمنت وجير او أي مضاف اخر) عن 5% اي بين 6% الي 8% ثم يجدد الطلاء الخارجي بمادة بونش لمنع امتصاص الطوب للماء ومنع التآكل والتعرية .

2-5-10 اختبار العينات المنتجة من المناطق المختارة :

وفقا للمواصفة الإفريقية لقد اجريت اختبارات المتانة الجافة والرطوبة على بلوكات الطوب المثبت لبعض العينات المختارة من مناطق مختلفة في ولاية شمال كردفان وكانت نتيجة مقاومة افضل عينة لمنطقة الجلابية تساوي (2) كيلو نيوتن للمتر المربع ونسبة الامتصاص للماء تساوي (10%) .

2-6 مقارنة فنية :

طوب الليغو	الطوب العادي
30*15*10cm	24*11*7cm
عدد الطوب في المتر المربع 40 طوبة	عدد الطوب في المتر المربع 60 طوبة
الربط العمودي مقاوم للتشققات	الربط أفقي
عزل حراري 35UV	عزل حراري عادي
سريع العمل والبناء	بطئ العمل
إمكانية تسليح الجدار	لا يمكن تسليح الجدار
يوفر الديكورات الداخلية والخارجية في نفس الوقت	لا يوفر الديكورات (بناء عادي)
تكلفة البناء قليلة	تكلفة البناء كثيرة
كمية المونة المستخدمة قليلة (في المدماك الأول فقط)	كمية المونة المستخدمة كثيرة

7-2 مميزات وعيوب طوب الليغو :

1-7-2 المزايا :

- التربة متوفرة بكميات كبيرة في معظم المناطق.
- رخيصة وبأسعار معقولة , في معظم أنحاء العالم يمكن الوصول بسهولة إلى التربة للفئات ذات الدخل المنخفض - في بعض المواقع هي المادة الوحيدة المتاحة.
- سهولة الاستخدام و عادة لا توجد حاجة إلى معدات متخصصة للغاية .
- مناسبة كمواد بناء لمعظم أجزاء المبنى .
- مقاومة للحريق , غير قابلة للاحتراق مع خصائص مقاومة ممتازة للحريق .
- أداء مناخي مفيد في معظم المناطق بسبب قدرته الحرارية العالية ، والموصلية الحرارية منخفضة والمسامية أيضا ، وبالتالي يمكنه تخفيف درجات الحرارة القصوى في الهواء الطلق والحفاظ على توازن درجة الحرارة الداخلية المرضية .
- مدخلات طاقة منخفضة في معالجة التربة والتعامل معها حوالي 1% فقط من الطاقة اللازمة لتصنيع ومعالجة نفس الحجم من الخرسانة الاسمنتية ، تم التحقيق في هذا الجانب من قبل وحدة الهندسة المعمارية الصحراوية التي اكتشفت أن الطاقة اللازمة لتصنيع ومعالجة متر مكعب واحد من التربة حوالي 36 ميغا جول ، في حين أن الطاقة المطلوبة لتصنيع نفس الحجم من الخرسانة حوالي 3000 ميغا جول.
- عدم وجود تلوث واستهلاك للطاقة .

2-7-2 العيوب:

- انخفاض المتانة , إذا لم يتم الحفاظ عليها بانتظام وحمايتها بشكل صحيح ، خاصة في المناطق المتأثرة بهطول الأمطار المتوسطة إلى العالية .
 - قوة شد منخفضة , مقاومة ضعيفة للحظات الانحناء ، لاستخدامها فقط في الضغط مثل الجدران الحاملة والقباب والأقبية.
 - مقاومة منخفضة للتآكل والتأثير ، إذ لم تكن معززة أو محمية بما فيه الكفاية.
 - انخفاض القبول بين معظم الفئات الاجتماعية .
 - يعتبره الكثيرون من الدرجة الثانية ومواد بناء أقل شأنًا بشكل عام.
- وبسبب هذه المشاكل , تفتقر الأرض كمواد بناء إلى القبول المؤسسي في معظم البلدان ونتيجة لذلك لم يتم تطوير قوانين للبناء ومعايير الأداء بشكل كامل.
- عدم وجود GOST والوثائق التنظيمية الموحدة للإنتاج .

الباب الثالث

3-خطوات تصنيع طوب الليغو

1-3 خطوات التصنيع :

1-1-3 غربلة و طحن المكونات :

نقوم بخلط المكونات (10% أسمنت , 30% رمل , 10% جبس , 50% تراب ردميات) وبعد ذلك نقوم بطحنها في ماكينة خاصة بالطحن وبعد ذلك غربلة المكونات من المواد والأحجار الكبيرة .



الشكل(3-1) غربلة و طحن المواد

2-1-3 الخلط:

تقوم ماكينة الغربال بوضع المكونات على سير لتوضع في ماكينة الخلط أو الخلاط وتقوم بإضافة المياه والصبغات (اللون الذي يرغب فيه المالك).



الشكل (2-3) يوضح خلط المواد

3-1-3 المكبس الهيدروليكي :

بعد ذلك نقوم بصب أو إضافة المكونات المخلوطة في قادوس المكبس الهيدروليكي ويقوم المكبس بكبس أو ضغط المكونات على شكل الطوب الذكي أو طوب الليغو , الشكل على حسب القالب أو المصفوفة المركبة أو المربوطة بالمكبس .



الشكل (3-3) يوضح طريقة تشغيل المكبس

4-1-3 التجفيف:

بعد تصنيع طوب الليغو نقوم بتخزينه لمدة تتراوح إلى 3 أيام تحت الظل وخلال هذه الفترة نقوم بتغطية الطوب ليحافظ على رطوبته قبل البدء في البيع أو التوزيع .



الشكل (4-3) يوضح طريقة التخمير

2-3 الآلات المستخدمة في صنع الطوب :

- خط انتاج كامل يبدأ بغريال وطاحونة وخلط
- مكنة هيدروليكية يفضل ان يكون معها خلط وغريال .
- مكنة يدوية مناسبة للنفير والبناء لغرض شخصي .

3-3 معدلات الإنتاجية للطوبة في 8 ساعات :

- خط الإنتاج يبدأ من 3000 وحتى 5000 طوبة.
- المكنة الهيدروليكية من 1000 وحتى 2000 طوبة.
- الماكينة اليدوية من 350 وحتى 500 طوبة.

من حيث المكونات هنالك مكنة وملحق معها خلط مثل ماكينة الهيدروفورم و لديها قاطرة يمكن سحبها

بالسيارة ويمكن ان تحتوي على مكبسين او مكبس واحد.

المكنة الهيدروليكية سهلة الفك و التركيب و المكنة اليدوية بها قالب او اثنين.



الشكل (3-5) يوضح الماكينة اليدوية



الشكل (3-6) يوضح طريقة عمل الماكينة اليدوية

الشكل (3-7) يوضح الماكينة الهيدروليكية



الشكل (3-8) يوضح الماكينة الآلية



الشكل (3-9) يوضح الماكينة الهيدرولفورم

3-4 المكونات الرئيسية للآلة هي وحدات معينة :

- تحميل القبو.
- خلط المزيج مع دليل محرك الأقراص.
- غرفة التشكيل.
- مصفوفة و بمساعدتها ، تم تعيين هندسة معينة لثقوب لبنة Lego يقع في غرفة الصب .
- محرك كهربائي
- مضخة وقود.
- الضغط الهيدروليكي ، يعمل من الزيت الذي يضخ المضخة .
- حامل الوحدة.

3-5 طريقة البناء:

تتم طريقة البناء بالبناء العادي أو المستمر أو الشناوي والصور توضح ذلك :

الشكل يوضح أعمال المدماك الأول مع استخدام مونة أسمنتية :



الشكل(3-10) يوضح عمل المدماك الاول مع استخدام مونة اسمنتية

الشكل يوضح الربط بين الطوب بالغراء لزيادة قوة التماسك بين الطوب ويوضح طريقة وامكان التسليح
وشكل المبني :



الشكل(3-11) يوضح عمل الغراء



الشكل(3-12) يوضح المبني

3-5 حساب الكميات لغرفة m(3*4*4) بالنسبة لطوب الليغو والطوب الاحمر:

الغرفة سمك طوبية واحدة (3 شبابيك , باب).

مقارنة من حيث (كمية المواد وتكلفة البناء) بين الطوب الاحمر وطوب الليغو:

الطوب الاحمر	طوب الليغو	
150 طوبية	40 طوبية	كمية الطوب في المتر المربع
20 كيلوجرام	يوجد فقط في المدماك الاول	كمية الاسمنت في المتر المربع
2500 جنيه	1500 جنيه	تكلفة بناء المتر المربع
6300 طوبية	1680 طوبية	كمية الطوب الكلي
6 سيخات طول 12m	7 سيخات طول 12m	كمية السيخ المستخدم
9 سيخات طول 6m	3 سيخات طول 6m	كمية الكانات المستخدمة
105000 الف جنيه	63 الف جنيه	التكلفة الاجمالية

الباب الرابع الاختبارات المعملية

4-1-1 تجربة فحص نسبة امتصاص طوب الليغو للماء :

4-1-1-1 الغرض من التجربة :

➤ تحديد النسبة المئوية لامتصاص الماء .

4-1-1-2 الأدوات والأجهزة المستخدمة :

➤ ميزان حساس.

➤ فرن تجفيف.

➤ حوض ماء.

4-1-1-3 عينات الفحص:

➤ أخذت عينات الفحص بمقدار 3 طويات.

4-1-4 طريقة العمل: - Test Method

- تم وضع العينات في الفرن لمدة يوم كامل حتى جفت تماما من الرطوبة وأصبحت الأوزان ثابتة

ثم بردت العينات في درجة حرارة الغرفة ووزنت وكانت الأوزان :

رقم العينة	الوزن الجاف
1	6,101
2	5,871
3	6,088

متوسط الأوزان $w_1=6,02\text{KG}$



الشكل (4-1) يوضح وزن العينة جافة

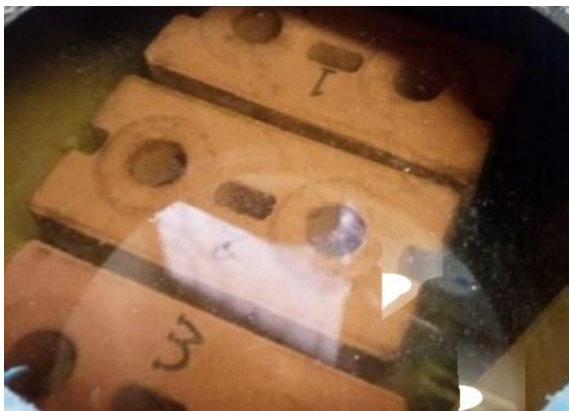
- تم وضع العينات في حوض ملئ بالماء لمدة يوم كامل بعدها تم استخراج العينات وتجفيف

السطح

بقطعة قماش ثم وزنت :

أوزان العينات بعد الغمر:

رقم العينة	المدة الزمنية 24 ساعة
1	6,893
2	6,302
3	6,602



الشكل (4-3) يوضح العينات في الماء



الشكل (4-2) يوضح وزن العينة رطبة

2-4 النتائج والحسابات :

$$\text{النسبة المئوية للامتصاص} = ((w_2 - w_1) \div w_1) \times 100\%$$

حيث:

w1 وزن الطوب جاف

w2 وزن الطوب بعد غمره بالماء

$$w_1 = 6.02$$

$$w_2 = 6.599$$

$$\text{النسبة المئوية للامتصاص} = ((6.599 - 6.02) \div 6.02) \times 100\%$$

إذن النسبة المئوية للامتصاص = 9.6% وهي ضمن الحدود المسموح بها حيث أن أقصى نسبة

للامتصاص هي 20%.

3-4 اختبار الضغط للطوب :

1-3-4 الغرض من التجربة :

- تحديد مقاومة الطوب.

2-3-4 الأدوات والأجهزة المستخدمة :

- ميزان حساس.

- جهاز الكسر.

3-3-4 عينات الفحص:

- أخذت عينات الفحص بمقدار 3 طويات.

4-3-4 طريقة العمل:

- تم وزن العينات وهي جافة :

رقم العينة	الحالة	الوزن (kg)
1	مشبعة	6.101
2	رطبة	5.871
3	جافة	6.088

- تم كسر الطوب بوضع الطوبة في الجهاز ويكون في أسفلها وأعلىها خشبة ويكون الجزء العلوي مسطح التوزيع الحمل الواقع على الطوبة :



الشكل (4 - 5) يوضح العينة تحت الضغط

الشكل (4-4) يوضح قراءة الجهاز

رقم العينة	الحالة	مقاومة الطوبة KN
1	مشبعة	25.96
2	رطبة	69.65
3	جافة	186.1

مقاومة الطوبة الجافة=186,1KN
 إذن مقاومة الطوبة = $4,14\text{N/mm}^2$

4-4 المناقشة وتحليل النتائج :-

1-4-4 مناقشة اختبار الامتصاص :

إن تأثيرات امتصاص الطوب للماء تؤدي إلى :

- كلما زادت نسبة الرطوبة تقل قوة تحمل الطوب.

- امتصاص الماء يؤدي إلى امتصاص مصحوب بالأملاح والترسب على السطح (التزهير).

- امتصاص الماء له تأثيرات سلبية على المادة الرابطة من خلال امتصاص المادة الرابطة للماء ، لذلك

يتم رش الطوب قبل الاستعمال.

-زيادة امتصاص الطوب للماء يؤدي إلى تلف طبقات التشطيبات و الأصباغ .

-الماء الممتص يؤدي إلى زيادة حجم الطوب وبالتالي تلفه .لذلك فإن امتصاص الماء له علاقة بدوام

البناء بالطوب وقوة تحمله.

- سبب ظهور نسبة الامتصاص هذه تعود إلى :

وجود المسامات في هيكل الطوبة وهي خاصية من الخواص الهندسية للطوب و يعتمد ظهور هذه

الخاصية على :

- ضعف قوة الكبس أثناء التصنيع.

إن زيادة هذه المسامات تؤدي إلى زيادة نسبة امتصاص الطوب للماء ، طريقة تخفيض نسبة

امتصاص الطوب للماء :

- زيادة قوة الكبس أثناء التصنيع .

- تقليل نسبة الماء عند صناعة الطوب .

وبالتالي فإن حجم المسامات سوف يقل و بالتالي يقل امتصاص الطوب للماء .

4-4-2 مناقشة اختبار مقاومة الضغط :

يجب أن تكون مقاومة الضغط للطوب جيدة حتى تصلح للاستخدام .

وللحصول على طوب أكثر تماسكا للقضاء على عملية التشقق وزيادة المقاومة يجب ان يتم زيادة نسبة الجير والاسمنت للخططة.

الباب الخامس

5-الخلاصة والتوصيات والمراجع

5-1الخلاصة :

كانت الدراسة عن طوب الليغو المستخدم في عملية البناء ، وتم إجراء عدة اختبارات عليه لمعرفة صلاحيته للاستخدام ويمكن استخلاصها في الآتي :

- تكلفة البناء بطوب الليغو أقل بنسبة %46 من البناء بالطوب الاحمر .
- نسبة امتصاص الطوب للماء كانت %9,6 وهي ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية.
- مقاومة الضغط للطوب كانت $4,14\text{N/mm}^2$ وهي مناسبة جدا للاستخدام وضمن الحدود المسموح بها وتزيد المقاومة عند زيادة نسبة الاسمنت والمواد المضافة بنسبة أكبر من %10 .

5-2 التوصيات:-

- زيادة قوة الكبس عند تصنيع الطوب لتقليل المسامات وبالتالي تقليل نسبة امتصاص الطوب للماء.
- زيادة نسبة المواد المضافة لزيادة المقاومة.
- نوصي الشركات بتعديل نسب مكونات الخلط وتعديل المواد المكونة للخلطة (مثل اضافة تراب الرقطة) للوصول الى خلطة تعطي نتائج أفضل.

3-5 المراجع:

- مقابلة شخصية , م/ محمد إسماعيل (المواصفات القياسية للطوب المثبت المضغوط - شركة الابتكار للبناء الاقتصادي المحدودة).
- (الإنترنت) مكتبة النور، ويكيبيديا (أنواع الطوب).
- مقابلة شخصية , م / نضال حسين (الماكينات المستخدمة في صناعة الطوب - شركة الابتكار للبناء الاقتصادي المحدودة).
- المواصفة الافريقية (ARS670:1996) القياسية للطوب المضغوط.
- Definition of adobe from Oxford Dictionaries Online Retrieved 25 December 2010 نسخة محفوظة 21 سبتمبر 2010 على موقع واي باك مشين.