HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

دراسة مراجعة ومقارنة طوب الليغو بالطوب الاحمر، البلك الخرساني والطوب الحراري

نها جعفر محمد أحمد[1]

[1] طالبة ماجستير هندسة وإدارة التشييد، قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة جامعة البحر الأحمر، السودان.

بريد الكتروني: Nwnh78950@gmail.com

HNSJ, 2023, 4(4); https://doi.org/10.53796/hnsj4418

تاريخ النشر: 2023/04/01م تاريخ القبول: 2023/03/22م

المستخلص

نتيجة للتطور الصناعي الكبير ظهرت مواد إنشائية جديدة ومتطورة تفي بمتطلبات صناعة البناء المتزايدة. احدي هذه المواد طوب الليغو هو عباره عن كتل خرسانية صلبة تتميز ببساطة الاشكال وسهولة التركيب عند البناء .

وقد ناقش البحث التطور الهائل الذي حدث لتشكيل الطوب كأكثر وحدة بناء مستخدمة في الانشاء .وتم الاستدلال في هذا البحث من عدة مصادر (اوراق علميه، كتب ،دوريات ،مواقع الكترونيه).

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو استكشاف أنواع مختلفة من الطوب خاصه طوب الليغو ،حيث تم مقارنة بعض الخواص مثل الحجم ،واختبار الضغط والامتصاص .ووجد ان :

يحتوي الطوب الأحمر علي اكبر نسبة امتصاص (15.75%) والبلك الخرساني أقل نسبة (4.87%) .

يتميز طوب الليغو بمقاومة ضغط أكبر(4.65) ن /مم2.

وجد أن الطوب الليغو يتميز بجودته العالية وقلة تكلفة التشييد والمظهر الجميل .

الكلمات المفتاحية: طوب ذكي (ليغو) - مزايا الطوب - نسب المواد - تكنولوجيا الإنشاء

RESEARCH TITLE

Study review and comparison of Lego brick with red bricks, concrete blocks and refractory bricks

Noha Gafar Mohamed Ahmed[1]

[1] Master Student in Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Red Sea University, Sudan.
Email: Nwnh78950@gmail.com

HNSJ, 2023, 4(4); https://doi.org/10.53796/hnsj4418

Published at 01/04/2023 **Accepted at 22/03/2023**

Abstract

As a result of the great industrial development, new and advanced construction materials appeared that met the increasing requirements of the building industry. One of these materials is Lego bricks, which are solid concrete blocks characterized by the simplicity of their shapes and ease of installation when building.

The research discussed the tremendous development that took place to make bricks the most used building unit in construction. This research was inferred from several sources (scientific papers, books, periodicals, websites).

The main objective of this research is to explore different types of bricks, especially Lego bricks, and compare some properties such as size, pressure test, and absorption. It was found that:

The red brick has the highest absorption rate (15.75%), and the concrete block has the lowest rate (4.87%).

Lego bricks have a greater compressive strength (4.65 N/mm2).

It was found that the Lego bricks are distinguished by their high quality, low cost of construction, and beautiful appearance.

Key Words: smart bricks (Lego) - brick advantages – material proportions construction technology .

مقدمة Introduction:

يعتبر الطين احد أهم مواد البناء البيئية المستخدمة في معظم بلدان العالم .فقد استخدم على نطاق واسع في الحضارة الفرعونية وحضارة مابين النهرين كما استخدمه الرومان واستخدمته شعوب السند والصين .كذلك بنى سكان امريكا الشمالية الأصليين بيوتهم منه وعرفته حضارات مختلفة في افريقيا.

الطين من ارخص مواد البناء منذ آلاف السنين ولا يتطلب العمل الى مهارة كبيرة حيث أن الجدران الطينية عادة ماتكون سميكة للغاية بسبب هشاشة مواد البناء وحتي تتحمل الضغوط الواقعة عليها.(1)

تم استخدام الكتل الترابية لعدة قرون بدءًا من كتل الطين والقش المصبوبة" اللبن". يعود تاريخ إنتاج البلوك الأرضي المضغوط المستقر الحديث إلى عام 1956 في ذلك العام ، طور راؤول راميريز ، مهندس كولومبي ، آلة ضغط البلوك. CINVA Ram (2)

اهداف البحث Research objectives :

عمل دارسة مراجعة عن طوب الليغو من خلال تعريفه والمواد المصنعه له وأبعاده ومواصفاته ومميزاته .

وكذلك مقارنة بعض الخواص الهندسية لطوب الليغو بالبلك الخرساني والطوب الاحمر والطوب الحراري مثل:

1. الإمتصاص Absorption
2. مقاومة الضغط Compressive strength
3. الابعاد Dimensions

المواد وطرق تصنيع طوب الليغو Material and Methods:

بدءًا من عام 1967 ، بدأ TISTR ، المعهد التايلاندي للبحوث العلمية والتكنولوجية Thai Institute for Scientific and Technological Researches، البحث والتطوير باستخدام الكتل الأرضية المضغوطة العادية .قدم فريق البحث والتطوير TISTR كتلة متشابكة في عام1983. في وقت لاحق، طور كل من المعهد الآسيوي للتكنولوجيا، (باثوم ثاني ، تايلاند) وشركة تطوير بلوك التربة (شيانغ راي ، تايلاند)كتلة أكبر من كتلة TISTR . قد يشار إلى هذه باسم" كتل الكركدن ."اليوم ، ينتشر استخدام كلا الحجمين في تايلاند .تحظى بشعبية كبيرة في الشمال وعلى طول شاطئ البحر الشرقي .هناك العديد من المجموعات القروية والشركات الخاصة التي تنتجها .بينما تستخدم مجموعات القرى المكابس اليدوية ، تفضل الشركات الخاصة المكابس الهيدروليكية المزودة بخلاطات الأسمنت وسيور النقل. (2)

الكتل الترابية المضغوط Compressed Earth Blocks (CEBs)عبارة عن عناصر بناء صغيرة ، متوازية الشكل ، لكن أبعادها الشائعة تختلف عن تلك الموجودة في الكتل الترابية المصبوبة يدويًا أو الطوب المحروق وتختلف اعتمادًا على نوع المكابس المطورة خصيصًا أو القوالب المستخدمة. (3)

تحديد التربة الخطوة الأولى في صنع CEB هي تحديد التربة المناسبة لإنتاج البلوكات والتي تكون متاحة محليًا بالكمية المطلوبة .كما يجب مراعاة أن يكون هناك ما يكفي من جزيئات الرمل الخشنة وكذلك كمية من الطين في مزيج التربة .يوفر الرمل قوة هيكلية لـ CEB ويقلل أيضًا من تشقق الانكماش في الكتلة .بشكل عام ، تعتبر التربة التي تحتوي على10-20 ٪ طين و50-75 ٪ رمل مرضية لصنع CEB. يمكن استخدام أنواع مختلفة من التربة

لإنتاج CEB عادة ، يجب إضافة الرمل الخشن إلى خليط التربة بشكل منفصل إذا تمت إضافة الأسمنت إلى خليط التربة. يجب أن يكون موقع الحصول على التربة قريبًا قدر الإمكان من موقع الإنتاج .

عادة ، يشكل العمال CEBs من خلال الجمع بين الركام الرمل الزاوي 40 %إلى 70% ، والتربة الطينية 15%إلى % 60 ، والمياه 8% إلى 12 % ثم يقومون بخلط المكونات الجافة وإضافة الماء وخلطها جيدًا قبل وضع المحتويات في قالب . ثم يقوم العمال بضغط القالب إما يدويًا أو هيدروليكيًا لتشكيل كتلة. في المناخات الأكثر رطوبة ، فإن إضافة نسبة خليط من الأسمنت من الجير بنسبة 4% إلى 6% تعمل على استقرار CEBs ؛ إن إضافة الأسمنت البورتلاندي أو الجير المطفأ يقلل من قدرة CEBs على امتصاص الرطوبة ، مما يقلل بدوره من تعرضها للتدهور(4).

Literature Review :-

دراسات سابقه :-

من خلال عرض الدراسات السابقه من مختلف المؤلفين تم التوصل إلى ما يلي

كتل الليغو :-

فيانا باهينس ، الكسندر. (2020):-

قالت المنتجات المصنوعة باستخدام المواد المتاحة محليا وكذلك الخلائط المعدنية المنتجة محليا تستخدم في كتل الرصف الخرسانية التي تحتوي علي صخور زخرفية فائضة ،بهدف تلبية المعايير الميكانيكية والتشكيل مع ضمان قابلية البقاء على المدى الطويل لصناعة المعادن، علي الرغم من وجود مخاوف بيئية حول توليد النفايات. يستخدام الحد الأدنى من نسبة الفراغ لتحديد تركيز الرمل والركام الخشن وغرامات النفايات. (5)

باو ،يي. (2020) :-

يحلل إمكانية وجود نموذج بناء جديد – بناء مستوحى من Lego .

تقترح الدراسة الكتل الخرسانة المرنة التي يمكن بناؤها بمفاصل جافة وتفكيكها لعناصر مختلفة.

ذكر Lego مستوحاة من طوب يمكن بناؤه وتفكيكه وفقا لتطبيقات مختلفة .

تم استخدام الطوب لعمل نموذج أولي لجسر المشاة لإثبات طريقة الصحيحة للتجميع لأنظمة البناء الروبوتية واظهرت الإختبارات الميكانيكية أن جسر المشاة يمكن أن يحمل وزنا كبيرا .(5)

- جنسونجي (2021):-

وقال أن العديد من مجتمعات السياسة الاجتماعية تركز الآن على "المخاطر الاجتماعية الجديدة". على الرغم من التفضيل القوي للقيود المالية ، ومع ذلك فإنهم يجادلون بان هذه المخاطر تتطلب "الإتفاق الإجتماعي " .

ينُظر إلى التركيز على الاستثمار والتفعيل والمستقبل على أنه الركيزة الأفضل لإصلاح نظام الرعاية الاجتماعية للدولة .يمكننا التحدث عن التحرك نحو نموذج LEGOTMهذا بسبب إندماج

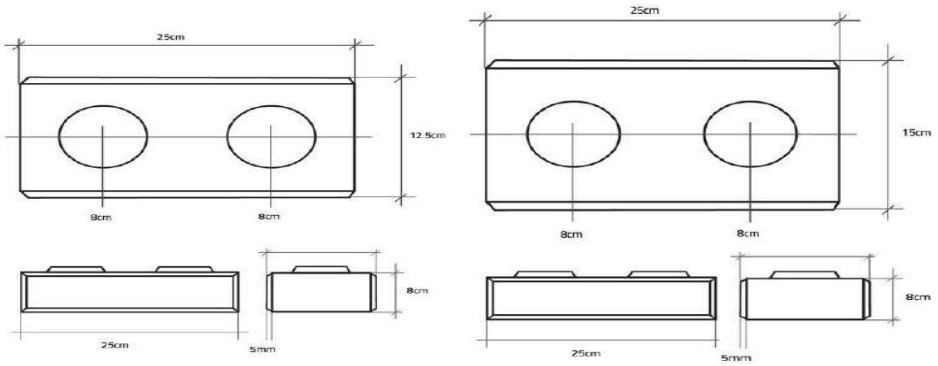
ثلاث أفكار:

الفوائد الإجتماعية للتعلم مدى الحياة ، والتوجه المستقبلي والمشاركة المجتمعية .ومع ذلك ،

مهما كانت الكينزية نموذجية ،فإننا ندرك أن هناك اختلافات في كيفية تطبيق النموذج.(5)

المواد المصنعة لطوب الليغو :-

من الممكن استخدام أجزاء ناتجة عن تكسير الصخور الجيرية أو الغبار البركاني أوالرمل. علاوة على ذلك ، كلما كانت جزيئات المواد الخام أصغر ، زادت جودة الطوب. إذا كانت المادة الخام تتكون من جزيئات كبيرة بطريقة ما ،يمكن كسرها وبالتالي تنخفض جودتها .(6)



شكل (1)يوضح ابعاد طوب الليغو

انواع طوب الليغو:-

- ليغو اعتيادي
- ليغو U

تستخدم طابوق ليغو الاعتيادية في البناء في حين تستخدم ليغو U في التأسيسات الافقية (الكهربائية وانابيب المياه) داخل الجدار مباشرة اثناء البناء ؛ بالاضافة الي إنشاء الرباطات الداعمة .

شكل (2) يوضح أنواع طابوق الليغو

يقلل استخدام طوب الليغو بشكل كبير من تكاليف تشغيل المبنى ويحسن استدامته، نظرا لوجود القليل من المخلفات في موقع البناء تقريبا مما يعني أن المبني نظيف ، عند اكتمال بناء الطوب لا يحتاج رباطها الى مونة او تسوية، لذلك يمكن بناء المباني متعدد الطوابق بسهولة ، ويمكن ايضا رفع الطوب للادوار العليا والارتفاعات الشاهقة بالمصاعد ولا حاجة لرافعة في موقع البناء ولا رمل لارضية المبني ، ويمكن تصميم الطوب بالاحجام والكميات والتشطيبات المناسبة بحيث لا يلزم إجراء أعمال تشطيب إضافية في موقع البناء. (7)لا يحتاج جدار طوب الليغو الي تشطيب حيث يحافظ علي اللون الطبيعي لفترة زمنية طويلة. (2)

مميزات الطوب الذكي (الليغو): -

لا توجد بدائل حقيقية للطوب الذكي،معظم انواع الطوب غير مجدية لانها مبنية على سقالات هيكلية بسيطة للمنشأ قد تحتوي بعض أنواع الكتل المتطوره الاخري على العزل، كما فعلت قبل 100 عام ولكن الطوب يتمتع

بتوصيل حراري ممتاز وممر كامل للأنابيب والاسلاك والكابلات
وغيرها من "Smart Brickالذكي "، تتميز التركيبات الفنية التي يحتاجها المبني بمزايا قوة الشد
غير عادية وسهولة البناء وسلامة المواد و كما يمكن تفسيرها ايضا في النقاط التاليه :
توفير النفقات : تشير بعض التقديرات توفير 50٪ من إجمالي النفقات المرتبطة بنظام الطوب
الذكي عند بناء مبنى مكون من ثمانية طوابق. (7)
لا توجد أعمدة – تصُنع الكتل جدراناً حاملة للأوزان. الزوايا الداخلية للجدران مربعة.
لا توجد أعمدة لتشوش الغرفة.(2)
توفير الطاقة : يمكن أن تؤدي الخصائص الحرارية للطوب الذكي إلى توفير كبير في تكاليف
التدفئة والتبريد ، كما نعلم جميعا ترتبط 60٪ من تكاليف الطاقة للمبنى بالتدفئة والتبريد (بما في ذلك تسخين
المياه)، ويمكن أن توفرهنا تقنية الطوب الذكي الكثير من المال .تقليل تكاليف
استهلاك الطاقة في المبني والذي يتم تحقيقه من خلال االحفاظ علي الطاقة المستخدمة لتشغيل المبنى والذي يتم
تحقيقة من خلال إعادة توجيه الحرارة بكفاءة في الصيف، بينما يتم إحتجازها
في الشتاء ويمنع تسربها خلال الجدران والأسقف، يسمح تصميم الطوب بتحكم حراري أفضل هذا
هو السبب الرئيس لصنع هذا المنتج من خلال تكنولوجيا العزل الحراري . (7)
حفظ الموارد: يتم إنتاج الطوب حسب الطلب ، بما في ذلك الأشكال والأحجام والتشطيبات ، من
الداخل والخارج ، علي سبيل المثال مشروع بناء الطوب الذكي ، حيث يتم نقل الطوب المطلوب إلى موقع البناء
،حيث يتم تركيب الهيكل المطلوب بسرعة وبهدوء مع الحد الأدنى من العمل
والوقت ، بالإضافة إلى الأبواب والنوافذ وغيرها.(7)
المتانة – مع الأسس والأسطح الجيدة ، يمكن أن تدوم مبانيICEB 400عام أواكثر (2).
المقاومة العالية :
إن طريقة بناء الطوب الذكي وتسليحه بقضبان الحديد من خلال فتحات المتصلة تجعلة هيكلا
قويا ومتماسكا ومقاوما ومناسبة لأي ظروف تحميل أو ظروف جوية قاسية ، و الذي يقلل بشكل كبير من
متطلبات المواد الطبيعية مثل الرمل والحديد والماء حيث يتم تصنيع الطوب والهياكل
المرتبطة بها للحصول على المقاومة القصوى، بما في ذلك أثناء الزلازل وعوامل الطقس المختلفة. (7)
مقاوم جدا للزلازل . (8) ان القاعدة الخرسانية المسلحة خاصة في الاماكن التي تشهد زلازل يجب التاكد من
القضيب الفولاذي المستخدم خال من الصدأ ومغطي جيدا بالخرسانة ويجب ان لاتكون قطع الحديد بارزة باستثناء
قضيب الحديد الراسي الذي سيستقبل الكتل .(2).
الجمال – تحتوي الكتل المصنوعة من اللاتريت أو الصلصال الطيني على لون أحمر دافئ.
يبلغ سمك الكتلة 15 سم (6 بوصات) وتوفر عزلاً حرارياً وصوتيا .(2).

كيفية بناء منزل بطابوق ليغو:

- المرحلة الاولى، تنظيف الأرض وتهيئة موقع البناء.
- المرحلة الثانية، صب الاساس.
- المرحلة الثالثة، بدأ البناء بفرش طبقة من الملاط على الاساس.
- ثم نبدأ ببناء الطبقة الأولى، حيث يتم وضع طابوقة ليغو على ملاط الأسمنت باستخدام مستوى تحديد الميلان عمودياً وأفقياً.
- يجب التحقق من مستوى الميلان بدقة ليتم البناء فيما بعد بسلاسة وعلى استقامة واحدة.
- لبناء الطبقات التالية يمكن وضع الطوب مباشرة.
- يمكن وضع طابوق المستويات التالية بدون مستوى التحديد، لأنه من خلال تركيب النتوءات والأخاديد ، يتم الحصول على الصفوف بشكل مثالي.
- بناء الأركان، بعد وضع عدة صفوف ، ويتم إدخال قضبان حديد في الزوايا والأركان لتحقيق الثبات والصلابة. يتم تثبيت صفوف لاحقة من الطوب عليها.
- يتم تدعيم الاركان بقضبان من الحديد شكل حرف U مقلوب توضع في ثقوب الاركان .
- صب الخرسانة في ثقوب الأركان ثم يسُمح للخرسانة بالجفاف.
- ترك الفراغ لتحقيق العزل الحراري تبلغ مسافة الفراغ داخل الجدار 75 سم، تحقق هذه الفجوه الهوائيه افضل عزل حراري .
- يمكن تركها او ملئها بالطين او باستخدام صوف قطني لتعزيز العزل الحراري .
- بسبب هذه الطبقة يتم انشاء عزل حراري ممتاز ، ولهذا فأن المنزل المبني بطابوق ليغو بارد صيفا ودافئ شتاءً .
- تأسيس الاتصالات العمودي: يمكن التأسيس لأنابيب المياه والكهرباء أثناء بناء الطوب عبر تمريرها بالفتحات مباشرة.
- تأسيس الاتصالات الافقي: يتم عبر طابوقه ليغو علي شكل حرف U .
- انشاء فتحات الأبواب والشبابيك يتم كالمعتاد بترك الفراغ المفتوح ليتم تثبيتها لاحقاً.
- انشاء العتب عند الوصول بالبناء الى الضلع الاعلى من فتحات الشبابيك والأبواب يتم عمل الجسر بطبقة واحدة من طابوقة ليغو نوع حرف U مع وضع قضبان الحديد فيها .
- غلق الفتحات لضمان عدم تسرب الاسمنت والحفاظ على التجويف الداخلي ؛ ويتم صب الاسمنت في العتب ثم يترك ليجف .
- عند اكتمال إنشاء الجسر أو العتب ؛ يتم رفع الغوالق بعد الجفاف .
- بعد ان يجف الجسر، يتم اكمال البناء بطابوقة ليغو كالمعتاد لحين الوصول الى مستوى السقف .
- يتم عمل الجسر الثاني بنفس الطريقة عند الوصول الي السقف .
- وبهذا يتم الحصول على بناء مدعم من كل الجوانب3D .
- إنشاء السقف بالطريقة المعتادة، وضع القالب ثم الصب المسلح.
- بناء الطابق الثاني بنفس طريقة بناء الطابق الاول. (6)
- المرحله الرابعه الانهاءات (التشطيبات) .

الشكل (3) صورة توضيحية لطريقه تركيب طوب الليغو

تكنولوجيا البناء بالطوب الالكتروني Electronic Brick:-

قد تؤدي فكرة الطوب الذكي مستقبلا إلى فكرة أكثر تعقدا منها تعتمد بشكل أساسي على تزويد الطوب بتكنولوجيا استشعار إلكترونية، ترسل المباني السكنية والمكاتب إشارات إنزار مبكر لما
قد يتعرض له المبنى،مما يساعد علي إنقاذ مئات الأرواح من البشر، وتجنب الأضرار التي تلحق بالممتلكات .فربما كان في مقدور هذا الطوب أن يكشف الدمار الخفي غير المنظور الذي
تخلفه مثل بعض الكوارث كالزلازل وبعض الهزات الأرضية وغيرها ،هناك مبان ومنشأت تتأثر وتتضرر في كثير من الحالات بشكل كبير من جراء مثل هذه الكوارث الا ان التاثير يظل خفيا
وبعيداً عن أعيون الناس العاديين،وربما حتي المهندسين .
إن هذا الفارق يكمن في أن الطوب الالكتروني قد زود بأجهزة إلكترونية لاسلكية متطورة ، مثل مجسات وأجهزة استشعار ،ووصلة اتصالات لاسلكية، ومعالجات إشارات ، وبطاريات التي تمده
بالطاقة التي يحتاجها لأداء عمله واعمال التكنولوجيا المتقدمة ، و إن جميع هذه الأجهزة والمحتويات هي معبأة في حزمة واحدة مضغوطة مع بعضها بعضا ، في أصغر مساحة ممكنة
داخل هذا الطوب الذكي الإلكتروني.
عندما يتعلق الأمر بهندسة والتشييد والبناء، فإنه أبسط عمال البناء وأقلهم مهارة يمكن أن يتعامل معها كما لو كان يتعامل مع الطوب العادي حيث أن أجهزة الاستشعار يتم دمجها كذلك في
مواد البناء العادية ،مثل البلاستيك ، والخشب ، والخرسانة المسلحة ، وما الي ذلك ولذلك
لا يتطلب إلي عمالة مدربة تدريب مخصص لاستخدامه.(4)

الطباعة ثلاثية الأبعاد كتكنولوجيا إنشاء المبني بالكامله وكوحدة واحدة:-

تعرف الطباعة ثلاثية الأبعاد (الطباعة المضافة أو التصنيع الإضافي) هي تقنية تصنيع تستخدم لإنشاء تكوينات صلبة من خلال ملف رقمي تم تحميله إلى طابعة ثلاثية الأبعاد، حيث تقوم
الطابعة بقراءة الملف وتضع طبقات متتالية من المواد المستخدمه في البناء ،شكل (4)
البلاستيك ،أو الراتنجات، أو الخرسانه، أو الرمل،او المعادن, حتي يتم بناء المبني بالكامل .(7)

شكل (4) يوضح الطابعه ثلاثيه الابعاد وطريقة عملها داخل خيمة

اخترع تشارلز دبليو أول طالعة ثلاثية الأبعاد في عام 1983 ، علي مدي العقود الماضية ، أصبحت الطباعة ثلاثية الأبعاد هي إحدي التقنيات التي تحظي اهتماما بالغا من المهندسين في
جميع المجالات في الوقت الحاضر ، وكذلك تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن يزيد من
استدامة المباني و يمكن استخدام مباني 3D لضمان الاستدامه البيئيه لمواد البناء، ونحن كمهندسين سنكون قادرين علي التخلص من العقبات السابقة المتعلقة بالحد من التقنيات التقليدية
للبناء من خلال تشييد المباني ذات الأشكال المعقده باستخدام بتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الابعاد (7) .

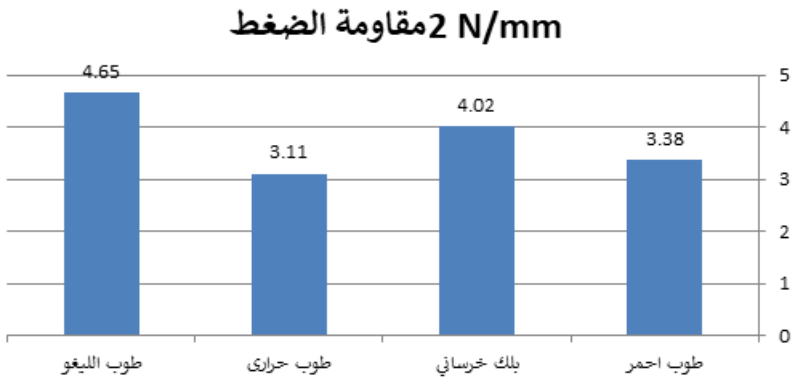
النتائج والمناقشة Results and Discussion :

مقاومة الانضغاط أهم اختبار لضمان الجودة الهندسية لمواد البناء .من جدول رقم 1وشكل رقم 5 وحسب نتائج الاختبارات المعملية لعينات الطوب المختلفة نجد أن طوب الليغو له مقاومة اكبر ($4.65\ N/mm^2$) ومقاومة الانضغاط للبلك الخرساني تقترب من مقاومة طوب الليغو($4.02\ N/mm^2$). وكانت نتائج أختبار الضغط للطوب الاحمر ($3.38\ N/mm^2$) والطوب الحراري ($3.11\ N/mm^2$) كانت أقل مقاومة مختبرة.

جدول (1) يوضح المقارنة بين الطوب الاحمر ،البلك الخرساني ،الطوب الحراري وطوب الليغو من حيث الحجم ،نسبةالامتصاص ومقاومة الضغط

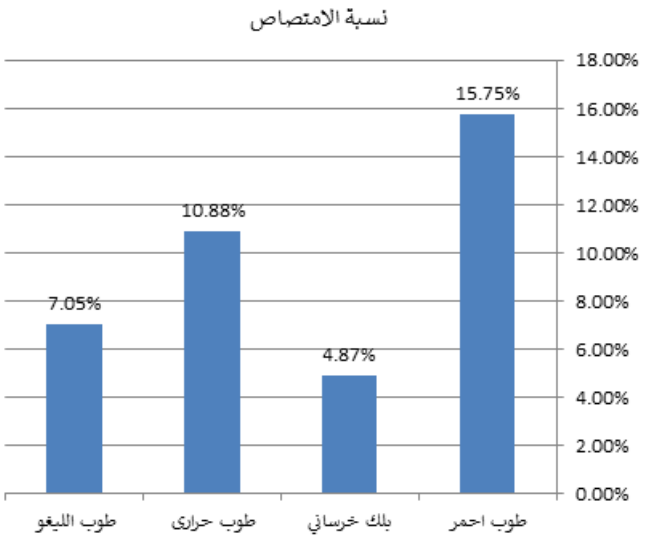
Type	Sample	Dimension Of samples in cm			Weight (kg)	Load (KN)	Absorption (%)age	Average (%)age	Compressive Strength (N/mm2)	Average (%)age
		L	W	H						
Red Bricks	1	20	10	5	0.747	37	16.20	15.75	1.85	3.38
	2	20	10	5	0.804	98	15.30		4.9	
Concrete Blocks	1	40	20	20	17.992	212	4.35	4.87	3.53	24.0
	2	40	20	20	18.051	270	5.38		4.5	
Refractory Bricks	1	30	20	20	6.238	105	12.02	10.88	3.11	3.11
	2	30	20	20	6.391	105	9.73		3.11	
Lego Bricks	1	30	15	8.5	5.833	229.2	7.3	7.05	5.1	4.65
	2	30	15.4	8.3	5.722	194.7	6.8		4.2	

المصدر:المرجع 9 ونتيجة اختبار طوب الليغو معهد ابحاث البناء



الشكل (5) يوضح نتائج إختبار الضغط

امتصاص الماء هو عامل رئيسي يؤثر على خصائص الطوب .كلما قل تسرب الماء إلى الطوب ، زادت مقاومة الطوب للبيئة الطبيعية .وبالتالي ، فإن الهيكل الداخلي للطوب كثيف بدرجة كافية لتجنب تسرب الماء ، الشكل رقم(6) يوضح المقارنة بين نتائج اختبار نسبة الامتصاص لطوب الليغو،الطوب الاحمر،الطوب الحراري والبلك الخرساني.وجد أن الطوب الأحمر أعلى نسبة امتصاص15.75% واقلها نسبة امتصاص البلك الخرساني4.87% .



الشكل (6) يوضح مقارنة نسبة الأمتصاص

الخلاصة Conclusion:-

مما سبق نستخلص الأتي:

أظهرت هذه الدراسة ،وكذلك الادبيات الاخري ،التطور الهائل الذي حدث لتشكيل الطوب كأكثر وحدة بناء مستخدمة في الانشاء .

وناقشت الورقه أيضا سلوك الطوب وتطبيقه في صناعه البناء ،وكذلك التعرف علي ماهية الطوب الذكي والطوب الكتروني ومعرفة الفرق بينهما ومميزات كل منهما ، واهمية الطوب

المتشابك لتعزيز مرونة بناء الجدار ودقة المحاذاة وتحمل الاحمال ،واخيرا اقترحت الدراسه ايضا

مزيدا من دراسة إمكانية استخدام الطوب الذكي والطوب الاكتروني وتكنولوجيا الطباعه ثلاثيه الابعاد للمباني في السودان وامكانية عمل دراسة جدوي لها .

التوصيات Recommendations :-

- طوب الليغو جودته عالية وقلة تكلفة التشييد وسهولة المعالجة والنقاء البيئي بسبب أن طوب الليغو ومكوناته طبيعيه في الغالب ولا تحتاج الى حرق .
- يمكن تحقيق أوسع في إختيار الالوان عن طريق إدخال الاصباغ المختلفه في الكتله .
- يفضل استخدام طوب الليغو في الجدران الحامله ؛ وحواجز مقاومة الحريق ؛ وحواجز السيول والبحر؛ والجدران الفاصله او الاستناديه ؛كما يستخدم كفواصل لحلول التخزين .
- يجب عمل مزيد من الدراسات النظريه والعمليه التجريبيه لامكانيات الطوب الاكتروني ومدي امكانيات تطور اداؤه بالمباني .
- يمكن للطوب الاكتروني التنبؤه بالاخطار الممكن حدوثها للمبني .
- استخدام تكنولوجيا الطباعه ثلاثيه الابعاد للمباني في حالة حدوث الكوارث والازمات حيث أنها سريعه الانشاء ولاتحتاج للعماله الكبيره والمدربه .
- يجب تطوير صناعة طوب الليغو في السودان لتوفر المواد المكونة له وكذلك لسرعة تنفيذ المباني عند استخدامه وعدم الحوجة للبياض والتشطيبات لما يمتاز به من سطح

ناعم والوان طبيعية جميلة .

المراجع:

1.أحمد،ميساء محمد(2018).المباني قليلة التكلفة .بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية .جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

2 . Geoffrey wheeler2005 Interlocking Compressed Earth Blocks, center for vocational Building Technology , Volume ||. Manual of construction P 3,4,17

3. COMPRESSED EARTH BLOCKS1985: MANUAL OF DESIGN AND CONSTRUCTION byHubert Guillaud, Thierry Joffroy, Pascal Odul, CRATerre- EAG Volume II.

4. Minke, Gernot. 2000. Earth Construction Handbook: The Building Material Earth in Modern Architecture. Southampton, United Kingdom: WIT Press.

5. Kapoor, Raval , Pitroda ,Vallabh Vidyanagar , Gujarat .(04/Apr2022). AN EXPERIMENTAL STUDY ON LEGO – INSPIRED BLOCK **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 09**, P 892 .

6. شركة الإبتكار للبناء الاقتصادي ، **www.master-brick.com**

7. لميس سيد محمدي عبدالقادر**دراسة تحليلية مقارنة للتطور التكنولوجي في تشكيل كوحدة البناء (الطوبة من الطين النيئ ثم الطوب الإلكتروني والذكي إلى طباعة المبنى بتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد)** كلية التكنولوجيا والتعليم .جامعة بني سويف .ص 5,6,7.

8. مشاريع الفلوس ، **دراسة جدوي مشروع الطوب الذكي أو الليغو**

تم استرجاعه في 14/2/2022 علي الرابط

https://www.alflos.com/2022/02//tob-lego-1502.html?m=1

9. بحث تكميلي لنيل درجة الدبلوم التقني في الهندسة المدنية(2023 – 2022)

المقارنه بين البلك الخرساني والطوب الاحمر والطوب الحراري في تشييد المباني – جامعة البحر الاحمر