المؤتمر السادس للعلوم الهندسية والتقنية
The Sixth Conference for Engineering Sciences and Technology (CEST-6)
Confrence Proceeeding homepage: https://cest.org.ly

تدعيم الطوب الإسمنتي بأساليب التسليح المختلفة للحو ائط الحاملة في ليبيا

*ابوالقاسم يحيى ابوصبيع و نجيب حسن سويسي و مروان سالم اشكندالي

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة صبراته، ليبيا

الملخص

انتشر في ليبيا الانشاء بنظام الحوائط الحاملة في عدد كبير من المباني المصنوعة من مواد البناء المختلفة منها الطوب الاسمنتي والحجر الجيري انتشاراً كبيراً. ومعظم هذه المباني تكون خامات الطوب اقل تدهوراً من الخرسانة المسلحة وخاصة في البيئات الحارة. ويوجد هذا النوع من الانشاء في الكثير من المناطق وسبب انتشاره قلة التكاليف وتوفر المواد.. يهدف البحث لدراسة استخدام اساليب مختلفة لتدعيم الطوب وسلوك الطوب الاسمنتي تحث تأثير الاحمال المنتظمة الراسية ومعرفة مدى كفاءة الطوب المدعم تسليحها بالفولاذ والتفكير في استبدال قضبان الفولاذ بقضبان البلاستيك بي بي ار واخر تسليحها بالمواسير كهربائية. وملء الطوب بمونة الحقن فقط وذلك لإمكانية تدعيم المباني قيد الانشاء بالنوع الافضل من التدعيم. والحصول على حائط قوي وقادر على مقاومة الكثير من الاجهادات لفترة زمنية طويلة . تم عمل دراسة معملية على الطوب الاسمنتي المستخدم في ليبيا حيث تم تدعيم الطوب الاسمنتي بتسليحها باستخدام اسياخ فولاذ وقضبان بلاستيك بي بي ار وقضبان من البلاستيك الكهربائية وملء فراغات الطوب الاسمنتي بمونة الحقن فقط بدون تسليح واجراء اختبار مقاومة الضغط على هذه الطوبات المختلفة مع عمل اختبارات ضبط الجودة على المواد الداخلة في الطوب. من نتائج هذه الدراسة ان الطوب الاسمنتي الغير حامل المصنوع في ليبيا اظهرت النتائج ان نظام التدعيم بمونة الحقن اثبت كفاءة مع فولاذ التسليح كفاءة ملحوظة واعطى افضل نتائج في تدعيم الطوب الاسمنتي لأثرة الواضح في رفع مقاومة الضغط وامكانية استخدامه في الحوائط الحاملة. وايضاً تسليح الطوب بمواسير بي بي ار كانت نتائجه جيدة بالمقارنة مع تسليح الفولاذ . مما يستدعي الامر الى الاستمرار في البحث والتوسع في التجارب المعملية منها امكانية استخدام طبقات من الالياف الزجاجية اوشبك الحديد على جانبي الطوب الاسمنتي لتدعيم المباني القائمة

الكلمات المفتاحية:

الطوب الاسمنتي
مقاومة الضغط للطوب
فولاذ
قضبان بلاستيك

Reinforcing cement bricks with different reinforcement methods for load-bearing walls in Libya

*Abulgasem Yaha, Najab Hasan, Mroan Ahkndaly

Department of Civil Engineering, College of Engineering, Sabratha University, Libya

A B S T R A C T

The construction of load-bearing wall systems has become widespread in Libya in a large number of buildings made of various building materials, including cement bricks and limestone. Most of these buildings are made of brick materials that are less deteriorating than reinforced concrete, especially in hot environments. This type of construction is found in many regions and the reason for its spread is the lack of costs and availability of materials. The research aims to study the use of different methods to reinforce bricks and the behavior of cement bricks inducing the effect of regular vertical loads, knowing the efficiency of bricks reinforced with steel, and thinking about replacing steel rods with PPR plastic rods. The latter was armed with electrical pipes. Filling the bricks with injection mortar only in order to support the buildings under construction with the best type of reinforcement. Obtaining a strong wall capable of resisting a lot of stress for a long period of time. A laboratory study was conducted on the cement bricks used in Libya, where the cement bricks were reinforced by reinforcing them using steel rods, PPR plastic rods, and electrical plastic rods. The

Keywords:

Cement bricks
Compressive strength bricks
Steel
Plastic bars

*Corresponding author:
E-mail addresses: abulgasem.abusbuea@sabu.edu.ly ,(N. Hasan) naJebsawsi@yahoo.com ,(M. Ahkndaly) Marwan.eshkandali@sabu.edu.ly
Article History : Received 18 March 2024 - Received in revised form 20 August 2024 - Accepted 21 October 2024

voids of the cement bricks were filled with injection mortar only, without reinforcement, and a pressure resistance test was conducted on these various bricks, with quality control tests being carried out. On the materials included in the bricks. Among the results of this study are non-load-bearing cement bricks manufactured in Libya. The results showed that the injection mortar reinforcement system demonstrated remarkable efficiency with reinforcing steel and gave the best results in cement brick reinforcement due to its clear effect in increasing pressure resistance and the possibility of using it in load-bearing walls. Also, reinforcement of bricks with PBR pipes had good results compared to steel reinforcement. This calls for continuing research and expanding laboratory experiments, including the possibility of using layers of fiberglass or iron mesh on both sides of cement bricks to reinforce existing buildings.

2. المقدمة

من المعروف أن المسكن هو المطلب الأول وهو المكان الذي يتوفر فيه الهدوء والراحة وتتوفر فيه السلامة والديمومة ويكون مرتبط بواقع المجتمع الذي نعيش فيه ومرتبط باحتياجاته وبمستوى داخل الفرد وبات الجميع يطلب البيت الاقتصادي حيث أن اغلب المباني في ليبيا من دور واحد وبالتالي قلة التكاليف هذا النوع تودي الى العمل على تنفيذ البيت بنظام الحوائط الحاملة .ونتيجة للطلب على البناء بأسلوب الحوائط الحاملة في ليبيا خلال السنوات الأخيرة الامر الذي يجعلنا نعمل على ضرورة اظهار هذا النظام الانشائي.

ومباني الحوائط الحاملة هي كل ما يبني من الطوب الذي يتم تصنيعه من الطوب الإسمنتي أو الطوب الترابي المضغوط او اي نوع اخر من الطوب لتشكيل حائط ويكون حامل للمبني؛ [1]والطوب من مواد البناء المُصنعة المهمة في البناء ولها مواصفات خاصة للحوائط الحاملة ،حيث يهدف هذا النوع من البناء الى تقديم السكن الاقتصادي مع تحقق القدر الممكن من المرونة والمتانة والقوة فهذه الدراسة سيتم التطرق الى أمكانية استعمال الطوب المسلح في نظام الحوائط الحاملة المسلحة من دور ودورين نظراً للزيادة العمرانية في المساكن الامر الذي يحتم علينا ضرورة استعمال هذا النظام من البناء حيث ان تكاليف هذا البناء اقتصادي وإمكانية تطويره لغرض استعماله في المباني السكنية قليلة الأدوار والتي لها أسقف قصيرة البحور.وتم في سنة (2008)اجري بحث عن تدعيم حوائط البلوكات ذات فتحات أو بدون فتحات [1]باستخدام أساليب تدعيم مختلفة منها واستخدام طبقات من المونة الاسمنتية العادية واستخدام طبقات من الالياف الزجاجية وتم استنتاج من هذا البحث ان نظام حقن الطوب له نتائج جيدة في رفع مقاومة الضغط والمرونة, وفي 2013 بحث استبدال مخلفات البلاستكية بدل الرمل بنسب 3% و12% لصناعة الطوب الاسمنتي حيث كانت مقاومة الضغط للطوب التي تم استبدال 3% وصلت المقاومة الى ضعف مقاومة الطوبة المرجعية وعند زيادة النسبة الى 12% انخفضت المقاومة الى النصف المرجعية [2]

ويحتوي نظم البناء على أربعة أنظمة للإنشاء والمتمثلة [3]في :.

- نظم الإنشاء بالحوائط الحاملة(Wall Bearing Systems)
- نظم المنشآت الهيكلية(Skeleton System)
- نظم المنشآت القشرية (الفراغية Shell-Light Structure(Systems))
- نظم المنشآت الخرسانية مسبقة الصب(Pre-Cast Concrete Systems

3.الطوب الاسمنتي (Cement bricks)

الطوب الاسمنتي هو وحدة بناء تصنع من خليط متجانس من الاسمنت والركام والماء ويكون على شكل مصمت أو مجوف[4], ويمكن تقسيم الطوب الاسمنتي إلى الانواع التالية :

- الطوب الإسمنتي المجوف للحوائط الحاملة
- الطوب الإسمنتي المجوف للحوائط غير الحاملة
- الطوب الإسمنتي المصمت للحوائط الحاملة
- الطوب الإسمنتي المصمت للحوائط غير الحاملة

4.الحوائط الحاملة (Wall Bearing)

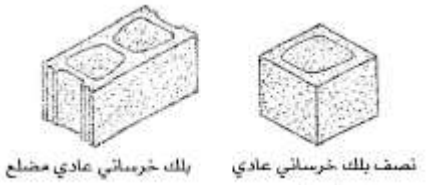
من المعروف أن مباني الهيكل الخرساني يعتمد على استخدام الأعمدة لحمل الأسقف وهو الأسلوب الشائع في البناء وأساسات منفصلة وبالتالي يزيد في التكاليف الاقتصادية لتنفيذ المباني واستخدام نظام الحوائط الحاملة يتم تنفيذه من مباني من الطوب الحجري أو الأسمنتي وأساسات مستمرة وبدون أعمدة وأساسات منفصلة وبالتالي يقلل في التكاليف .والحوائط الحاملة هي الحوائط الداخلية والخارجية والتي يرتكز عليها المبنى ، وتقوم بنقل جميع الأحمال الميتة (أرضيات ، أسقف) والأحمال الحية (الأشخاص ، الأثاث) إلى التربة التي تقع تحت هذه الحوائط مباشرةً . وارتفاع المباني ذات الحوائط الحاملة يكون دائماً محدود بالاعتماد على الأحمال الميتة والحية[2] ، وكذلك نوع وقوة تحمل التربة الواقعة تحتها ، ولربط أجزاء المبنى بعضها مع بعض فإن الأحزمة الأرضية "الميدات" الخرسانية يمكن عملها تحت هذه الحوائط ، وغالباً ما يتميز البناء بهذا النظام بسرعة التشييد .

4-1المباني الحاملة بالطوب الاسمنتي :

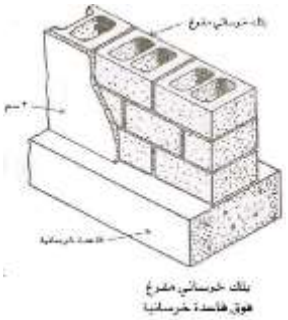
وهي عبارة عن مباني يتم تنفيذها بالطوب الاسمنتي وهناك عدة انواع من هذه المباني وهي كالتالي

4-1-1 مباني النوع الأول : مباني غير مسلحة .

تستخدم فيها بناء وحدات البناء المفرغة كما بالشكل رقم (1) (الحوائط الحاملة) وتحتوي على كمرات رباط اسفل البناء خرسانية كما في الشكل رقم (2) وسقف من الخرسانة المسلحة أو من عناصر إنشائية أفقية قادرة على مقاومة القوى الأفقية 3]



الشكل رقم (1) يوضح الطوب الاسمنتي



الشكل رقم (2) بناء الطوب فوق قاعدة خرسانية

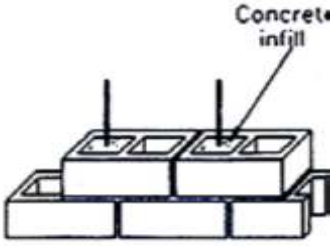
4-1-2 مباني النوع الثاني : مباني غير مسلحة ومدعمة رأسياً .

وهي مباني حاملة يتم تدعيمها بعناصر خرسانية مسلحة وهي أعمدة وكمرات رابطة وسقف المبني والمباني بالطوب الاسمنتي . بحيث تتواجد عناصر التدعيم الرأسية على الأقل عند تقاطعات الحوائط وعند الأحرف الحرة من الحائط وعلى ألا تزيد المسافة الأفقية بين العناصر الرأسية على 4,00 م [3]كما في الشكل رقم (3) .

4-1-3 مباني النوع الثالث : مباني مسلحة .

مباني حاملة ذات ميدات وكمرات رباط وسقف من الخرسانة المسلحة أو من عناصر إنشائية أفقية قادرة على مقاومة القوى الأفقية حيث تبنى هذه المباني من وحدات البناء المفرغة مع ضرورة تسليحها أفقياً ورأسياً مع الحقين [3]شكل (4) .وذلك بإتباع نظام الحوائط المجوفة (Cavity walls) شكل (5) ، ويجب أن تستخدم مباني النوع الثالث في منطقة الشدة الزلزالية.

شكل رقم (3) يوضح الاعمدة الخرسانية



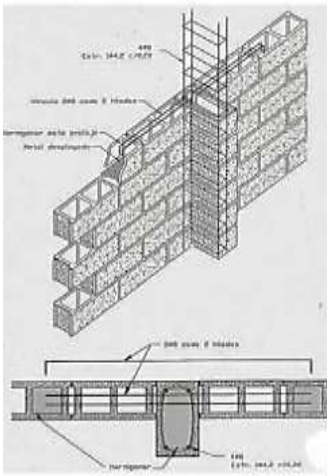
شكل رقم(4) تسليح حوائط الطوب الاسمنتي عموديا

4-1-4 استعمال نظام الشد اللاحق للمباني

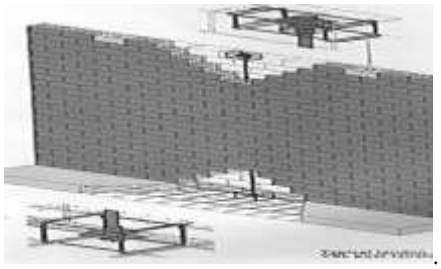
في حالة استخدام نظام الشد اللاحق يتم بناء الطوب اولاً وتجهيز القنوات التي ستمر الاوتار الفولاذية ضمنها وبعد ان يصل البناء الى المقاومة المطلوبة تشد الاسلاك من نهاية العنصر بمماسك تعمل على الارتكاز كما في الشكل (6)ويعطي هذا النوع زيادة في المقاومة وامكانية ارتفاع المباني الانشائية [1].

5.النظام الإنشائي لمباني الحوائط الحاملة

في مباني الحوائط الحاملة يعتمد النظام الإنشائي على الحوائط وهي حوائط متماثلة في المستوى الأفقي وذات اتجاه واحد أو اتجاهين ومتناظرة في الاتجاه الرأسي لجميع الأدوار (الحوائط أعلى بعضها) والحوائ قد تبني بالحجر أو الطوب وترتكز الأسقف على هذه الحوائط وهي تكون بلاطات مسلحة على الحوائط عن طريق كمرات مسلحة وفى بعض المباني الاثرية تكون الحوائط بدون سقف حيث خرسانية تعمل هذه الحوائط ككابولي والاحمال الواقعة على المبنى تنتقل من الاسقف الى الحوائط الحاملة والتي تنتقل رأسيا حتى تصل إلى القطاع السفلي إلى الحوائط بالدور الأرضي. [3].



الشكل رقم(5) التسليح العمودي والافقي لمباني الطوب الاسمنتي



شكل رقم (6) يوضح استخدام الشد اللاحق في المباني

6.الحقين (Grout)

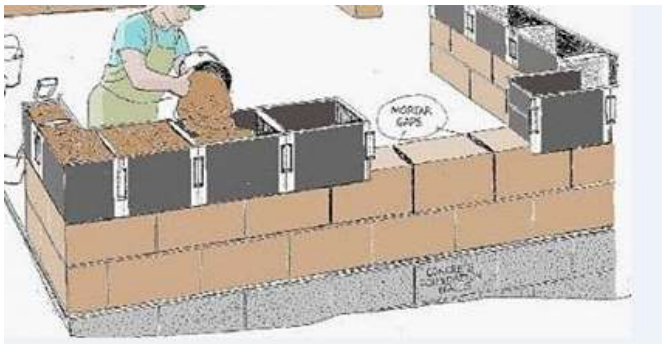
الحقين هوا نوع من الخرسانة ذات الهبوط الكبير (أكبر من 20 سم) ويستخدم في إنشاء المباني ويتكون من مواد لاحمة وركام وماء وإضافات ويستخدم الحقين لملئ الفراغات الموجودة بوحدات البناء المفرغة كما بالشكل رقم (7) لزيادة مقاومتها وقدرتها على التماسك وأيضاً لتثبيت صلب التسليح في أماكنه إن وجد ، وفي هذه الحالة يجب أن تنطبق على الإسمنت المستخدم في الحقين الشروط الواردة بالكود لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية[3] .

6-1أنواع الحقين :

تختلف أنواع الحقين طبقاً للسمك المطلوب حقنه وينقسم إلى حقين لسمك صغير وحقين لسمك كبير كما هو مبين في الجدول رقم (1) والذي يوضح نسب استرشاديه لخلط الحقين والمقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم في الحقين .ومقاومة الضغط للحقين .يجب ألا يقل جهد الضغط للمنشور القياسي للحقين [4]عن 14 نيوتن / مم^2.

جدول رقم (1) مواصفة الركام الناعم والخشن لمونة الحقن ASTM C404 [4]

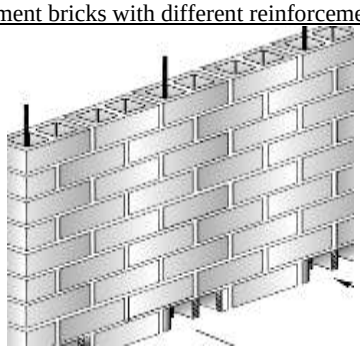
Sieve size	Fine aggregate ركام ناعم			Coarse aggregate ركام خشن	
	Size NO 1	Size NO 2		Size NO 8	Size NO8 9
		Natural	Manu-factured		
1/2	-	-	-	100	100
3/8	100	-	-	100 85-	-100 90
NO 4	100 95-	100	100	-30 10	-55 20
NO 8	100 80-	95-100	95-100	-10 0	5-30
No 16	-85 50	70-100	70-100	0-5	0-10
NO 30	-60 25	40-75	40-75	-	0-5
NO 50	-30 10	10-35	20-40	-	-
NO100	-10 2	2-15	10-25	-	-
NO200	0-5	0-5	0-10	-	-



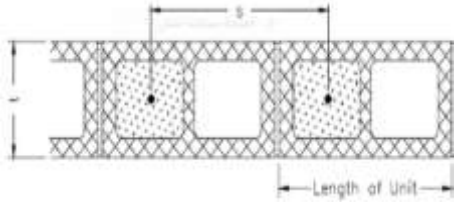
شكل رقم(7) اعمال بناء الطوب الاسمنتي المصمت مملوة بالحقين

7.تدعيم الحوائط الحاملة

التسليح معناه الانشائي زيادة عزم المقاومة في القطاعات في حالتي الشد والضغط وربط وحدات المادة ببعضها بحيث يمكنها ان تعمل متضامنة على مقابلة القوى المنقولة اليها [5]،ويدفن التسليح بأساليب المختلفة فولاذ التسليح او مواسير البلاستيك في طبقات المونة او مادة الحقن راسيا ويتم وضع الفولاذ بقطر 12مم داخل الطوبة ويتم على مسافات من اسفل الى اعلى بشكل عمودي حسب الشكل رقم (8) وعند ربط كمرة السقف مع الحائط حيث ان المسافة بين الاسياخ =S وعرض الطوب الاسمنتي في الحائط=t والمسافة بين الاسياخ t6=b كما في الشكل(9) بحسب المواصفة MSJC1.9.6 [8].



الشكل رقم (8)[6] يوضح التسليح العمودي للطوب



الشكل رقم (9)[6] يوضح الشكل الافقي للتسليح العمودي

8.البر.نامج العملي

تم اخذ عينات الطوب الاسمنتي من عدة مصانع داخل المنطقة الغربية واختيار نوع من الطوب الاسمنتي الغير حامل واجراء تدعيم لهذا الطوب وكانت نتائج اختبار مقاومة الضغط للطوب الاسمنتي لهذه المصانع وفق الجدول رقم (3) وقد تم عمل ستة اساليب من التسليح والحقن حيث تم اخذ طوب من السوق المحلى وعمل اختبار مقاومة الضغط وفق المواصفة الليبية طوبة فارغة كما في الشكل رقم (10)واخرى بملء الفرغات في الطوب بمونة الحقن كما في الشكل رقم (11)واخرى مسلحة بالفولاذ كما في الشكل رقم (12) ومواسير بي بي ار كما في الشكل رقم (13) وكانت النتائج كما في الجدول رقم (4,3,) والشكل رقم (14).حيث تم عمل اختبار مقاومة الضغط لمونة الحقن وفق المواصفة وكانت نتائج المقاومة للحقين كما بالجدول رقم (4). وكانت نتائج اختبار مقاومة الضغط لهذه العينات الطوب التي تم تدعيمها وكانت النتائج كما بالجدول رقم (5)

شكل رقم 10 يوضح الطوب الاسمنتي المفرغ

شكل رقم 11 يوضح الطوب الاسمنتي المصمت مملوة بالحقين

شكل رقم 12 يوضح الطوب الاسمنتي المسلح بالفولاذ مملوة بالحقين

شكل رقم 13 يوضح الطوب الاسمنتي المسلح بمواسير مملوة بالحقين

جدول رقم2 الخاص بمقاومة الضغط لمونة الحقين وفق المواصفة ASTM c1019

3. مقاومة الضغط (MPa)	4. 7ايام =9.636	5. 28يوم =16.18	6. المواصفة لا تقل عن 12.402بعد 28 يوم

الجدول رقم(3) مقاومة الضغط وفق المواصفة الليبية وتحدد اختبار مقاومة الطوب الاسمنتي

1. المصنع	1. 2	2. 3	3. 4	4. 5	5. 6	6. 7	8. المواصفة الليبية2/47 000
9. متوسط مقاومة الضغط للطوب MPa	3. 10 74	3. 11 72	2.9 12 07	1.5 13 50	1.4 14 19	2.1 15 97	2.5 16

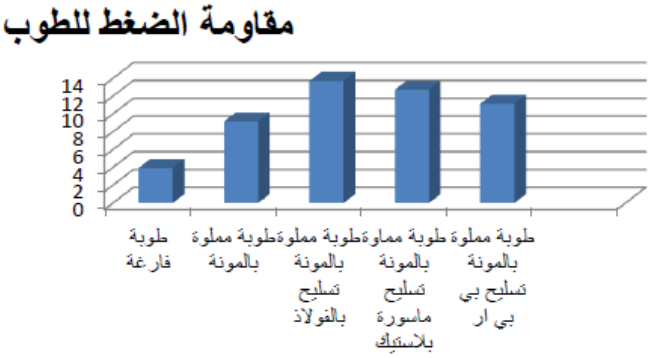
جدول رقم 4 اختبار مقاومة الضغط للطوب والكثافة وفق المواصفة الليبية 47-2002

نوع الطوبة	الكثافة kg/m^3	مقاومة الضغط للطوب N/mm^2)	حدود المواصفة الليبية	
			للمقاومة 472002/ N/mm^2)(	للامتصاص 472002/وفق لايزيد عن 13%
للطوب فارغة 1 المفرغ	1294	74.3	2.5	%4.38
للطوب فارغة 2 المفرغ		3.72	2.5	%4.529
للطوبة مملؤة بالحقن (المصمت)	2153	9.158	9.3	
الطوبه مع تسليح الفولاذ مملؤة بالمونة الحقن (المصمت)	2466	13.699	9.3	
الطوبة مع تسليح مواسيركهرباء بالمونة الحقن(المصمت)	2401	9.997	9.3	
الطوبة مملؤة بالمونة الحقن مع وضع ماسورة بلاستيك(المصمت)	2433	12.724	9.3	
الطوبة مملؤة بالمونة مع وضع ماسورة بي بي ار بالمونة الحقن (المصمت)	2319	11.107	9.3	

9.مناقشة النتائج

من نتائج هذا البحث كما في الشكل رقم 14 كانت نتيجة مقاومة الضغط للطوب الاسمنتي المفرغ المدعم وفق حدود المواصفة حيث كان الانهيار في المنطقة الجانبية للطوبة وذلك نتيجة تماسك تام للمونة الاسمنتية . اما بالنسبة للطوب المملؤة بمونة الحقن فان مقاومة الضغط كانت وفق المواصفات الليبية للطوب المصمت حيث كانت تقريباً متساوية وكان الانهيار في المنطقة الجانبية وهذا يدل على ان الانهيار في الطوبة له مقاومة للاحمال الراسية وقدرتها علي التماسك. وللمقارنة بين تسليح الفولاذ والمواسير البلاستيك فان مقاومة الضغط كانت قريبة بين المسلحة بالمواسير البلاستيك والفولاذ

NO200	0-5	0-5	0-10	-	-



الشكل رقم (14) يبين مقاومة الضغط للطوب المدعم

10.الخلاصة

- من هذه الدراسة ان التجارب التي تم اجراءها من خلال هذا البحث والمتمثلة في التعريف بالطوب الاسمنتي المدعم بالإضافة الى تقديم فكرة جديدة حول تسليحها كبديل عن اسياخ الفولاذ للتدعيم الحوائط الحاملة منها امكانية استخدام تدعيم الطوب الاسمنتي الغير حامل .
- اعطت النتائج التي تم تدعيمها بفولاذ التسليح زيادة للمقاومة 47% عن قيمة الطوب المصمت للحوائط الحاملة وفق المواصفة الليبية . وزيادة 7.5% للمقاومة التي تم تدعيمها بمواسير الكهرباء. وزيادة 36% للمقاومة التي تم تدعيمها لمواسير البلاستيك . وزيادة 19% للمقاومة التي تم تدعيمها بمواسير بي بي ار ..
- تدعيم الطوب الاسمنتي بمونة الحقن اثبت كفاءة عالية من نتائج مقاومة الضغط للطوب المحقون حيث ان مونة الحقن مقاومتها عالية وقدرتها علي التماسك.
- واظهرت النتائج كفاءة عالية للتسليح بالفولاذ في تقوية الطوب الاسمنتي المفرغ وان اضافة فولاذ التسليح الراسي وكانت نتائج مقاومة الضغط للطوب 13.699MPa ..

أظهرت النتائج المعملية امكانية استعمال تدعيم الطوب الاسمنتي بجميع المواد المستعملة من مواسير كهرباء ومواسير بلاستيك ومواسير بي بي ار في الحوائط الحاملة.

11-المراجع

[1]- المصرية ,امل عبدالمنعم ابراهيم,2008, :"تدعيم حوائط البلوكات الخرسانية ذات او بدون فتحات "،رسالة الماجستير بقسم الهندسة المدنية جامعة القاهرة

[2]- امحمد عبدالرحمن ,احمد جاسم , 2013" ثاتير اضافة المخلفات البلاستيكية على الطوب" مجلة سبها ,المجلد الثاني عشر ,العدد 3 , ليبيا

[3]- ميشيل لطيف ، شريف على ، شريف حسن , 1974؛المنشآت من الحوائط الحاملة مركز بحوث الاسكان والبناء والتخطيط العمراني ،مصر

[4]- المواصفة القياسية الليبية رقم (47) 2002 ورقم (48.) 1974

[5]- الكود المصري لتصميم وتنفيذ أعمال البناء كود رقم 204-2005

[6]- James .marten, and max porter ,2009"Reinforcement masonry Engineering ".hand book ,6th edition,MiA

[7]- نادر جود النمرة ؛التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء, 1976 ؛ مصر

[8]- Building code requirements for masonry structures,2006

Sieve size	Fine aggregate ركام ناعم			Coarse aggregate ركام خشن	
	Size NO 1	Size NO 2		Size NO 8	Size NO89
		Natural	Manu-factured		
1/2	-	-	-	100	100
3/8	100	-	-	-100 85	-100 90
NO 4	95-100	100	100	-30 10	20-55
NO 8	80-100	95-100	95-100	0-10	5-30
No 16	50-85	70-100	70-100	0-5	0-10
NO 30	25-60	40-75	40-75	-	0-5
NO 50	10-30	10-35	20-40	-	-
	NO100	2-10	2-15	-25 10	-