Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

دراسة خاصية العزل الحراري للطابوق الترابي المضغوط المثبت بالجص

ليزان أحمد صالح زنكنة[1]، أوميد أحمد محمد التوكمجي[2]
[2,1] قسم الجيولوجي، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق.
[1]lizan.ahmed@gmail.com, [2]dr_aomed@yahoo.com

المخلص

من الطرق المبتكرة والتي تم اعتماد استخدامها بكثرة خلال العقود القليلة الماضية هي انتاج طابوق ترابي مضغوط ذي كلفة واطئة و صديقة للبيئة. وقد هدفت الدراسة الحالية الى دراسة الخصائص الجيوتكنيكية للطابوق الترابي المضغوط المثبت التي تم انتاجها من المواد الارضية لترسبات تكوين انجانة التي تم جمعها من ثلاث مواقع مختلفة بالقرب من محافظة كركوك. تم إعداد مزيج من نماذج تربة منطقة الدراسة لتشكيل خليط جيد من التربة بنسبة 82% من الرمل و17.43% من المواد الناعمة التي تشمل كل من الغرين والطين لتصنيع وانتاج الطابوق الترابي المضغوط المثبت. ثم تم اضافة الماء بنسب متدرجة تصل الى 15% و فيما بعد تم اضافة 15% من الجص لمزيج التربة المهيئة لانتاج الطابوق الترابي المضغوط، وتم خلط مزيج التربة الرطبة وكبسها يدويا بواسطة مكبس يدوي والذي يعرف عالميا بأسم CINVA-RAM الذي بدوره قادرعلى تسليط اكبر ضغط ممكن والذي يقدر بحوالي 17.2 ميكاباسكال لانتاج جميع نماذج الطابوق. ثم تم تجفيف جميع نماذج الطابوق المنتج تجفيفا طبيعيا و بدرجة حرارة الغرفة لمدة 28 يوم لاجل اخضاعها لفحص العزل الحراري. ووفقا للنتائج المستحصلة من فحص العزل الحراري، تم الاستنتاج بأنه يوجد علاقة وثيقة بين كل من المحتوى المائي وقابلية التوصيل الحراري للطابوق الترابي، اذ تبين بأنه كلما كان الطابوق الترابي سريعا في فقدان الماء كلما كان ذو عزل حراري اقل والبطئ في فقدان الماء يكون ذو خصائص عزل حراري اعلى، حيث ان اقل قيمة للتوصيل الحراري سجلت في نماذج الطابوق المنتج من التربة الخابطة والتي بلغت (0.005 W/mk) والذي بدوره يتناسب عكسيا مع العزل الحراري.

الكلمات الدالة: الطابوق الترابي المضغوط، تكوين انجانة، العزل الحراري.

DOI: http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.1.16

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

Study of the Thermal Insulation Properties of the Compressed Earth Block Stabilized with Gypsum

Lizan Ahmed Salih Zangana[1], Aomed Ahmed Mohammed Tokmachy[2]
[1,2] Department of Geology, College of Science, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq
[1]lizan.ahmed@gmail.com, [2]dr_aomed@yahoo.com

Abstract

One of the innovative ways that has been widely used in the last few decades is the production of compressed stabilized earth block with low cost and environmentally friendly. The current study aimed to study the geotechnical specification's for compressed stabilized earth block that were produced from earth materials for deposits of injana formation which were gathered from three different locations near Kirkuk governorate. A mix of soil samples were prepared in order to make a good soil mixture of 82% of sand and 17.43% of fine materials that include each of clay and silt to manufacture and produce compressed earth block. Then 15% of Paris plaster was added to the prepared soil mixture for the compressed stabilized earth block production, and then the wet soil mixture manually blended and compacted by manual press which is globally known as CINVA-RAM exerting high pressure by 17.2 MPA to produce all soil block samples. Then the blocks were cured naturally at room temperature for 28 days in order to undergo thermal insulation test. Based on the results it was concluded there is a close relationship between each of moisture content and the ability of thermal conduction for each block, in the sense that as it quickly loss water as the thermal insulation decrease and as it slowly loss water the thermal insulation increase, were the less value (0.005 W/Mk) of thermal conduction is recorded in block samples produced from the mixture soil which in turn is inversely proportional with thermal insulation.

Keywords: Compressed earth block; injana formation; thermal insulation.

DOI: http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.1.16

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

1. المقدمة:

يعد توفير المجمعات السكنية واطئة الكلفة (Affordable housing) بمثابة تحدي في جميع انحاء العالم، فإن العوائق التي تحول دون حل مشكلة الاسكان هي ندرة وارتفاع تكلفة مواد البناء [1] و [2]، ومن هنا فقد كان التحقيق في ايجاد المواد البديلة لبناء المساكن محور العديد من الدراسات في كثير من البلدان النامية، إذ إن المعدل الحالي للبناء في البلدان النامية وفقا ل[2] يكفي عموما لتلبية إحتياجات 10% فقط من الزيادة في الكثافة السكانية سنويا، ويعزى ذلك جزئيا الى عدم توافر مواد البناء التقليدية وإرتفاع تكاليفها، وبما إن هذا النقص في البناء يزداد سوءا، فإنه يتطلب بذل المزيد من الجهود لتوفير وتطوير مواد البناء المحلية الواطئة الكلفة والموفرة للطاقة من أجل بناء مباني مستدامة وبتكاليف أقل تناسب جميع الفئات.

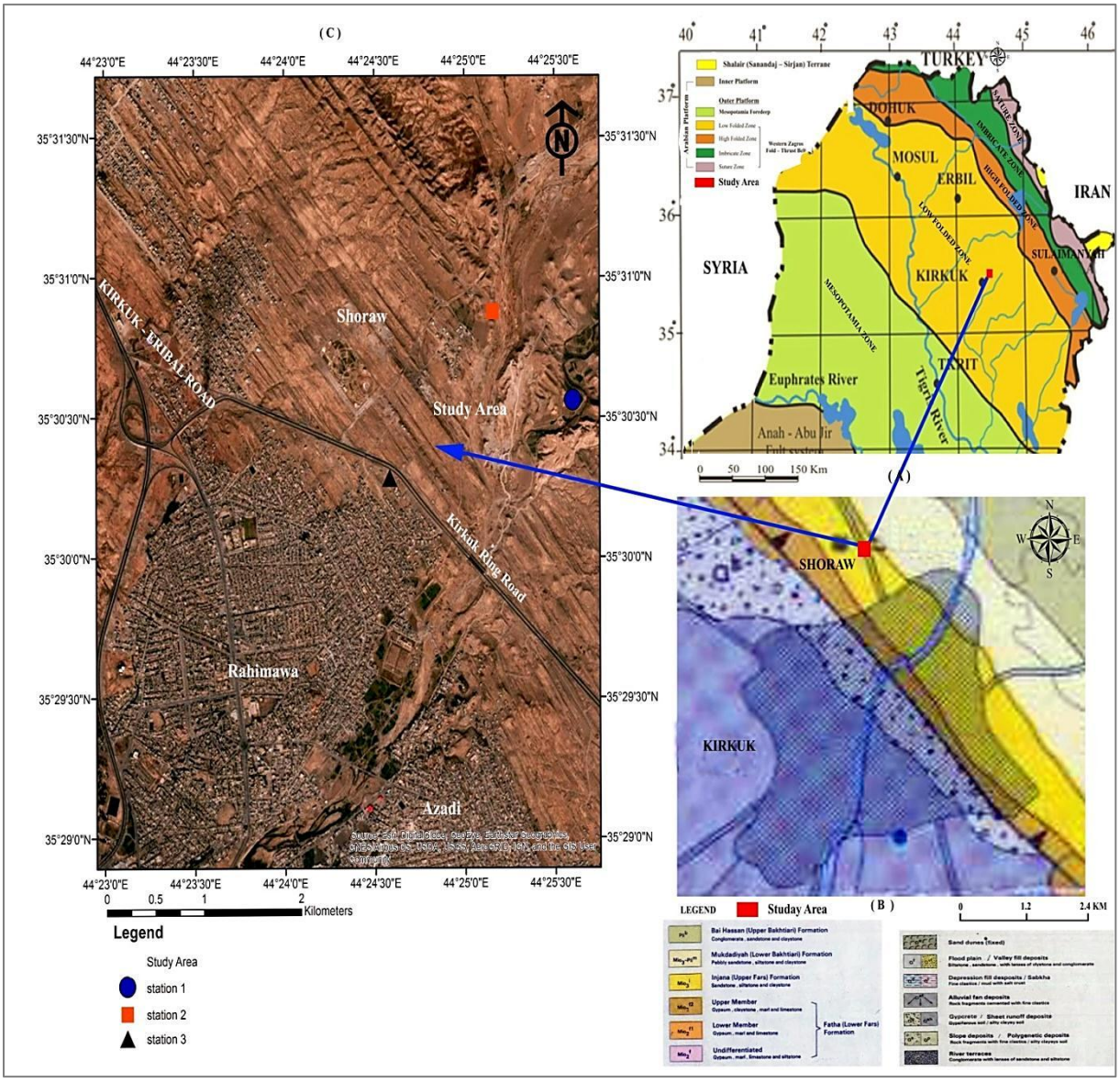
وعلى مدى السنوات الاربعين الى الخمسين الماضية كان هناك اهتمام متزايد بإستخدام الطابوق الترابي المضغوط لبناء المجمعات السكنية [2] و [3] الذي يعرف بأنه اصغر وحدة بنائية تتسم بخصائص منتظمة، متماسكة ومدعمة والذي بدوره يعزى الى الضغط المسلط عند الكبس على الكتل الترابية في حالتها الرطبة اثناء الانتاج [4]. ويوفر الطابوق الترابي المضغوط العديد من المزايا التي تشمل زيادة في استخدام واستهلاك المواد المحلية وخفض تكاليف النقل نظرا لان الانتاج يكون في الموقع مما يجعل المساكن ذوجودة تناسب جميع الفئات ويولد الاقتصاد المحلي بدلا من الانفاق على المواد المستوردة [5] و[6] كما ويتميز الطابوق الترابي بخصائص العزل الحراري العالية، اذانها قادرة على امتصاص الحرارة اثناء النهار واطلاق الحرارة المخزونة ليلا اي بمعنى اخر تعمل على موازنة الهواء داخل المباني الترابية, لذا فإن امتلاك الموصلية الحرارية الواطئة تؤدي الى كفائة في استخدام الطاقة, وخفض تكاليف التدفئة في الشتاء وتكييف الهواء في الصيف وبذلك تكون تلك المباني صديقة للبيئة (Environmentally friendly) [7] و[8]، اذ تعد فحوصات العزل الحراري واحدة من اهم الخصائص الهندسية التي ينبغي ان تتصف بها مواد البناء [9]، ففي ظل الاهتمام المتنامي بالوعي البيئي و الادراي للطاقة أصبح خاصية العزل الحراري في مواد البناء جانبا مهما يجتذب اهتماما كبيرا في الوقت الحاضر, حيث تؤكد انظمة مشاريع البناء على الاداء الحراري للمباني مقارنة بالعقود السابقة [10]. وهذا ما يتم دراسته في هذا البحث من خلال انتاج طابوق ترابي مضغوط ومثبت بمادة الجص بهدف دراسة خاصية العزل الحراري لكل نموذج ومن ثم المقارنة فيما بينها.

تقع منطقة الدراسة في شوراو اي في الجزء الشمالي الشرقي من مدينة كركوك والتي تبعد بحوالي (10) كم عن مركز مدينة كركوك, كما هو موضح في الشكل 1 أدناه. جيولوجيا يتمثل الموقع بتكوين انجانة التي تتكشف في الاراضي المنخفضة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

المتمثلة بالطيات المقعرة وفي بعض أجزاء منطقة الطيات العالية ويتألف التكوين من تعاقبات دورية متناوبة من طبقات الحجر الرملي و الطيني والغريني بشكل دورات رسوبية، ويشكل الحجر الطيني الغالبية العظمى من ترسبات هذا التتابع وتمتاز بصلابة واطئة، حيث تتكسر الى قطع صغيرة، وتمثل هذه الوحدة الفتاتية المرحلة الانتقالية من البيئة البحرية الضحلة لتكوين الفتحة الى البيئات القريبة لتكوين المقدادية [11] و [12]. سمك التكوين متغاير جدا بسبب تأثرها بعمليات التجوية والتعرية والتي تؤدي الى تشكيل وديان وجداول موازية لاتجاه مضرب الطبقات ويتراوح سمكها في منطقة الدراسة حوالي(900 m). كما وتعود البيئة الترسيبية للتكوين الى بيئة نهرية دلتاوية نتيجة التراجع التدريجي لمياه البحر في عصر المايوسين المتوسط. يكون الحد الفاصل السفلي للتكوين مع تكوين الفتحة حادا وهذا يدل على ان السطح العلوي لآخر طبقة من الحجر الجيري المتواجد في تكوين الفتحة ممثلا الحد الفاصل السفلي للتكوين.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)



الشكل 1: (A) خارطة تكتونية لمنطقة الدراسة محور عن (Fouad, 2012), **(B)** جزء من الخارطة الجيولوجية الاقليمية للعراق محور عن (Sissakian, 1993), **(C)** صورة فضائية موقعية مأخوذة من ال(Bing map) موضح عليها مواقع النماذج الملتقطة.

2. طرائق العمل:

تم جمع نماذج التربة المستخدمة في الدراسة الحالية من ثلاث مواقع مختلفة من مناطق مختارة من اطراف مدينة كركوك (شوراو) بسبب الامتداد الواسع لترسبات تكوين انجانة في منطقة شوراو، وقد تم النمذجة تم بعد اجراء عملية الحفر وبأعماق قليلة من مستوى سطح التربة لضمان عدم احتواء نماذج التربة على اية مواد عضوية ومتأثرة بعمليات التجوية والتعرية [13]

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

وإعداد النماذج لأجل دراسة الخواص الجيوتكنيكية ومن ثم انتاج الطابوق الترابي المضغوط المثبت ودراسة خواصها الجيوتكنيكية والهندسية وتحديد المتغيرات ذات العلاقة والمؤثرة فيها. ومن ثم تم تهيئة نماذج تربة المواقع الثلاثة والتي تتكون بشكل اجمالي من (82%) من الرمل و (17.43%) من كل من الرطين والغرين. وتم اعداد وتهيئة عينات الطابوق من الكميات المطلوبة من مزيج التربة المهيئة من كل موقع، بالاضافة الى نموذج التربة الخابطة وبنسب متساوية من المواقع الثلاثة مع الكمية المناسبة من الماء والتي تقدر بحوالي (15–10%) حسب [13]. بعد ذلك، تم مزج خليط التربة مع النسبة الموصى بها من الجص والتي تقدر بـ (15%) وفقا لكل من [13] و [14], ومن ثم تترك مزيج التربة المهيئة لمدة (24) ساعة لكي تتجانس. بعد ذلك , تم كبس نماذج التربة بواسطة مكبس يدوي والذي يعرف عالميا بإسم CINVA–RAM والمصمم خصيصا لانتاج وتصنيع الطابوق الترابي المضغوط كما هو موضح في الشكل 2 أدناه. يتكون المكبس من جزئين، تتلخص الاولى بقوالب حديدية والثانية بذراع قادر على ان يسلط ضغط كبير جدا على حبيبات التربة يقدر بـ (17.2 MPA) ليكون الطابوق المنتج بأبعاد (6×9×2.5 cm)، ومن ثم تجفف نماذج الطابوق لمدة 28 يوما. وأخيرا، تم إجراء فحوصات العزل الحراري والمحتوى الرطوبي لنماذج الطابوق الترابي المضغوط المثبت الناتج من عينات التربة المختلفة وفي مختلف مراحل التجفيف.

(أ)

(ب)

الشكل 2: (أ) يبين جهاز CINVA-RAM لانتاج الطابوق الترابي المضغوط، (ب) يبين نماذج لقالب الطابوق الترابي المنتج.

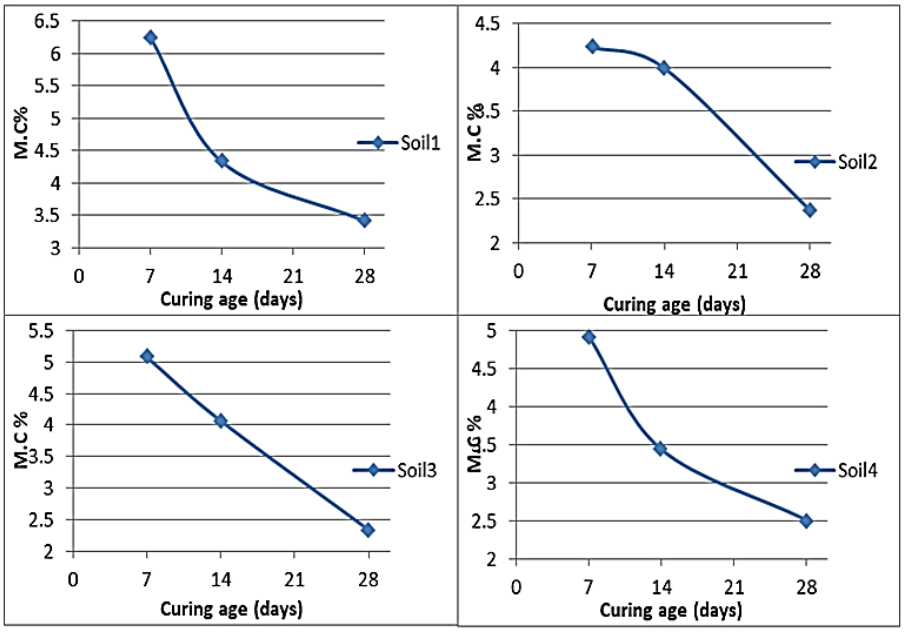
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

3. النتائج و المناقشة:

3.1 المحتوى المائي:

يعبر عن المحتوى المائي للطابوق الترابي بالنسبة المئوية للماء الذي يملأ الفراغات أو المسامات الموجودة داخل جسم الطابوق [8] وتعتمد هذه النسبة على حجم وتوزيع حبيبات المواد الارضية الداخلة في تشكيل وصناعة الطابوق الترابي المضغوط. ويرتبط المحتوى الرطوبي بشكل رئيسي بخصائص المتانة و الاستدامة للطابوق الترابي, وبالتالي من المهم تحديد معدل امتصاص الماء او المحتوى المائي للطابوق الترابي، اذ ان ارتفاعها قد يؤدي الى حدوث انتفاخ لجزيئات الطين مما يؤدي الى فقدان القوة مع مرور الوقت [16]. و مع ذلك, تشير الدراسات الى إن المحتوى المائي للطابوق الترابي يتناقص مع زيادة عمر الطابوق (اي بزيادة عدد ايام التجفيف) كما هو واضح في الشكل 3 أدناه.

وقد تم احتساب المحتوى الرطوبي للطابوق الترابي بعد عملية الكبس نظرا لفقدان كمية من المحتوى المائي قبل الكبس وحسب المواصفات الامريكية (ASTM D 558) المذكورة في [16]، وذلك بتقطيع احد نماذج الطابوق الترابي المنتجة والمجففة بعد 7 ايام من الانتاج لقياس المحتوى المائي ووضعها في الكونتينر ووزنها ومن ثم توضع في الفرن بدرجة حرارة (150^{o}) ولمدة (24) ساعة ليتم اخذ وزن العينة الجافة لاحتساب نسبة المياه المفقودة والتي تمثل المحتوى المائي للطابوق الترابي.



الشكل 3 : تباين نسب المحتوى المائي للطابوق الترابي المضغوط المثبت خلال ايام التجفيف.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

3.2 العزل الحراري:

تم احتساب قيم الموصلية الحرارية للطابوق الترابي المضغوط المنتج وبواقع ست نماذج و بطريقة (R–value) و باستخدام الجهاز (Guarded Hot Plate- Apparatus) حسب المواصفات العالمية [17]، والتي تعتمد على قابلية مقاومة المادة للأمرار الحراري بين جهتي النموذج. واستنادا الى الدراسات المنشورة في [16]، فإن التوصيلية الحرارية للطابوق الترابي تعتمد بشكل رئيسي على محتواها الرطوبي وكثافتها، مع وجود علاقة قوية بين كل من المحتوى الرطوبي والتوصيل الحراري، اذ كلما كان الطابوق الترابي سريعا في فقدان الماء كلما كان ذو عزل حراري اقل والبطئ في فقدان الماء يكون ذو خصائص عزل حراري اعلى كما هو موضح في الشكل 4 أدناه.

وقد تم الاعتماد على المعادلة التالية :

$$R=A\ (TH- TC)/Q \quad (1)$$

اذ ان :

R = الانتقال الحراري على وحدة السمك

A = مساحة وجه النموذج

TH = درجة حرارة الوجه الحار من النموذج

TC = درجة حرارة الوجه البارد من النموذج

Q = الكهربائية المستخدمة بالواط بالساعة على وحدة المساحة

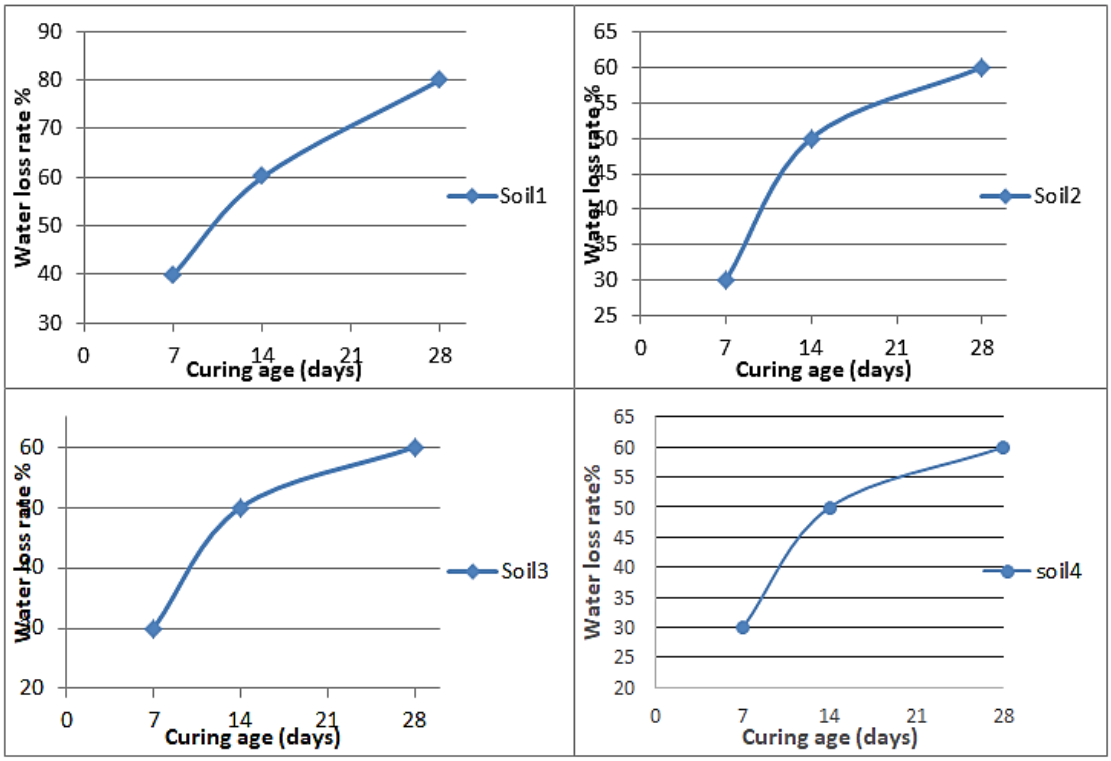
الجدول 1: يبين نتائج قيم التوصيلية الحرارية للنماذج قيد الدراسة.

CEB NO.	Thermal Conductivity (W/mK)
CEB1	0.118
CEB2	0.008
CEB3	0.273
CEB4	0.005

وقد أشارت النتائج المدرجة في الجدول أعلاه، بأن الطابوق المنتج من التربة الخابطة هي التي تحقق اقل قيمة للتوصيل الحراري(0.005 W/mk) والذي يتناسب عكسيا مع العزل الحراري، بذلك تكون التربة الخابطة اكثر انواع الترب التي تنتج

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

طابوقا ترابيا مضغوطا مثبتا ذي عزل حراري عال جدا, نظرا لاحتوائها على نسبة عالية من الاطيان التي تتصف بدورها بأنها ذات عزل حراري اعلى, اضافة الى انها تفقد الماء ببطئ مقارنة مع الرمل والغرين.



الشكل 4: يوضح تباين نسبة فقدان ماء كل طابوق خلال ايام التجفيف.

4. الاستنتاجات:

أظهرت الدراسة بأنه توجد علاقة عكسية بين نسبة فقدان الماء والعزل الحراري للطابوق الترابي المضغوط المنتج بدون مواد اضافية، اذ كلما كان الطابوق الترابي يفقد الماء بصورة اسرع خلال ايام التجفيف كلما كان ذو عزل حراري اقل والعكس. كما أشارت الدراسة الحالية وجود علاقة وثيقة بين نوع التربة و العزل الحراري للطابوق الترابي المضغوط المنتج. ومن خلال مقارنة نتائج العزل الحراري لنماذج الطابوق الترابي المضغوط المثبت، تبين بأن جميع نماذج الطابوق المنتج تظهر عزل حراري عالي. كذلك تبين ان اعلى قيم العزل الحراري سجلت عند الطابوق الترابي المثبت للموقع الخابط بعد 28 يوم من التجفيف والذي بلغ (0.005 W/mK)، وقد تم ايعاز السبب الى احتوائها على نسبة عالية من الاطيان والتي تتصف بأن نسبة فقدان الماء فيها تكون اقل مما في الرمل والغرين.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 14, Issue 1, March 2019 , pp. (241-251)
ISSN: 1992-0849 (Print), 2616-6801 (Online)

المصـــادر

[1] K. Kabiraj and U. K. Maundal,**" *Experimental Investigations and Feasibility Study on Compacted Earth Block Using Local Resources*",** International Journal of Civil & Structural Engineering, 2, 838 (2012).

[2] H. Houben and et. al., **"*Compressed Earth Blocks Standards Guide*"**, series technologies, Belgium, 142 (1998).

[3] Peter Walker and Trevor Stace**, '' *Properties of cement stabilized compressed earth blocks and mortars*''**, Materials and Structures, 30, 545 (1997).

[4] AS-1**, "*Standard for Compressed Earth Blocks*".**Solid Environmental Solutions, (2007).

[5] A. k. Lal, '' ***Handbook of low cost housing***'', New Age International Publishers, New Delhi, India (1995).

[6] M. S. Zami, and A. Lee, ''***Use of Stabilized Earth in The Construction of Low Cost Sustainable Housing in Africa – An Energy Solution in The Era of Climatic Changes***'', International Journal of Architectural Research, 3(2), 51 (2009).

[7] Anon, **"*Introduction to The Production of Compressed Stabilized Earth Block (CSEB) using any way soil block*"**, Auroville earth institute, 35 (2007).

[8] P. J. Walker, '' ***Bond Characteristic of Earth Block Masonry*''*,*** Journal of Materials in Civil Engineering, 11(3), 249 (1999).

[9] E. Frawley, D. Kennedy,'' ***Thermal testing of building insulation materials***'', Engineers Journal, 61 (9), (2007).

[10] F. V. Riza, I. A. Rahman and A. M. A. Zaidi, **" *Preliminary study of compressed stabilized earth brick (CSEB)*"**, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9), 6 (2011).

[11] V. K. Sissakian, **''*The Geology of Kirkuk Quadrangle*''**, sheet NI-38-2, scale 1: 250 000. GEOSURV, Baghdad, Iraq (1993).

[12] T. R. Buday,'' ***The regional geology of Iraq, stratigraphy and Paleogeography***'', Dar al-Kutip Publishing House, University of Mosul nofIraq, Tectonism, 2, (NIMCO) D.G.Geol.Surv.Min.Invest.,352, Baghdad, Iraq (1980).

[13] S. F. A. Fouad, **"*Tectonic Map of Iraq, scale 1: 1000 000*"**, 3rd Ed., GEOSURV, Baghdad, Iraq, (2012).

[14] R. B. Johson and J. V. DeGraff, **"*Principles of Engineering Geology*"**, John wiley & Sons Inc., USA, 497 (1998).

[15] R. Vroomen, **''*Research on the properties of cast Gypsum-stabilized Earth and its Suitability for low cost housing construction in developing countries*''**, MSc Thesis, University of Technology, The Netherlands, (2007).

[16] Carlos Marin Lopezl, **''*Effect of fly ash and hemihydrate gypsum on the properties of unfired compressed clay bricks*''**, International Journal of the Physical Sciences. 6(17), 5766 (2011).

[17] J. E. Oti, J.M. Kenuthia and J. Bai, **''*Engineering Poperties of unfired clay masonry bricks''***, Engineering Geology, 107(3-4), 130 (2009).

[18] ASTM, C177-97 Designation,**''*Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements & Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-hot Apparatus*"**, ASTM international, 24 (2003).