السلوك الحراري للجدران المحلية المنفذة حالياً وتلك المقترحة (دراسة تجريبية)

عاطف علي حسن

معهد التكنولوجيا

بغداد

Email : Atif56ali@yahoo.com

تاريخ الاستلام : 11 / 1 / 2011 **تاريخ القبول :2012/4/3**

الخلاصة.

يهدف البحث الى دراسة السلوك الحراري للجدران (المنفذة حالياً وتلك المقترحة للتنفيذ) ضمن الظروف المناخية لمدينة بغداد (خط عرض 33.2 درجة شمالاً) بوجود وعدم وجود عازل حراري سمكه (40) ملم، وأجريت الدراسة خلال ساعات يوم واحد (اليوم 21) من شهر تموز ولجدار مواجه للشرق.

تمكن الباحث من جدولة النتائج المستخلصة من البحث والتي تضمنت المعامل الكلي لانتقال الحرارة، وزن الجدار لكل وحدة مساحة، السمك، فروق درجات الحرارة عى طرفي مادتي إنهاء الجدار (المواجه للبيئة والمواجه للغرفة) وكذلك فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية (للجدار) ودرجة حرارة الهواء (الغرفة) التصميمية وبتغير ساعات اليوم الواحد وكذلك المتوسط اليومي لها.

كلمات رئيسية: الحمل التبريدي للجدران العراقية ، وزن الجدار، معامل انتقال الحرارة للجدار ، فرق درجات الحرارة خلال الجدار، السلوك الحراري للجدران المحلية والمقترحة ، تأثير استخدام العازل في الجدار.

1. المقدمة.

ان المناخ السائد في عموم العراق هو المناخ شبه الصحراوي، حيث يستمر فيه فصل الصيف أكثر من سبعة أشهر وتسطع الشمس خلاله أكثر من 12 ساعة/يوم وتصل درجة حرارة الهواء (الظل) أكثر من 45°م [1] و**الشكل (1)** يوضح كمية الطاقة الشمسية التي يستلمها الجدار المواجه للشرق وكذلك يوضح ما تتعرض اليه طبقة الهواء المتاخمة (الحدية) للقشرة الداخلية والخارجية للجدار من تغيرات في درجة الحرارة نتيجة تأثير البيئة. أن الكتل البنائية التي تشكل الجدار تعمل على تخميد تردد الموجة الحرارية المؤثرة وتأخير مرورها الى الغرفة وكما موضح في **الشكل (2)** ولكن بالرغم من ذلك فان درجة حرارة القشرة الداخلية للجدار سترتفع بعد فترة [1] وبالتالي تؤثر في رفع المستوى القياسي لحدود

الراحة الحرارية داخل تلك الغرف، ان كمية الحرارة (φ) التي تنتقل من خلال جدار المبنى تعتمد على ثلاث متغيرات كما في المعادلة (1) :

$$\varphi = u.\ A.\ \Delta t \qquad (1)$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{oa}} + \frac{\sum x}{k} + \frac{1}{h_{in}}} \qquad (2)$$

u= معامل انتقال الحرارة الإجمالي لمقطع الجدار (واط/م^2 . ك)

A = مساحة الجدار المعرضة للبيئة (م^2)

Δt = فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار (المواجه للبيئة والغرفة) في زمن حساب كمية الحرارة.

h_{in}، h_o : معاملات انتقال الحرارة بالحمل لطبقة الهواء المتاخمة (الحدية) للجدار المواجه للبيئة والداخل.

x = سمك مادة الإنشاء (م)

k = معامل التوصيل الحراري لمادة الإنشاء (واط/م . ك)

ان اختلاف طبيعة المواد الداخلة في صناعة مواد البناء ستعود حتماً الى تغير خواصها الحرارية مما أثر على كمية الحرارة المنتقلة خلالها. وبما أن مقدار الموصلية الحرارية لمواد البناء التي تشكل الجدار معروفة [2] أو مقاسة مسبقاً [3]، بينما فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار ما زال عملياً مجهول نوعاً ما، إلا ما تم افتراضه نظرياً أو بصورة مقربة اعتماداً على قياسات أخرى [2] ، [3] لذلك جاء بحثنا في إيجاد تلك الفروق للجدران المنفذة حالياً أو تلك المقترحة من قبل الباحث.

2- مراحل تحقيق هدف البحث.

لتحقيق هدف البحث يتطلب بناء نموذج لغرفة أبعادها (2x1x1) م تقع في الطابق الثالث من مبنى في مدينة بغداد، خط عرض (33.2 درجة شمالاً) والجدار (2x1) م معرض للبيئة ويواجه للشرق ويتم تشييد الجدار من المواد الإنشائية المتوفرة في العراق ويحمل على عربة تنزلق داخل غرفة الاختبار لدراسة التصرف الحراري وبثبوت المتغيرات التالية :

1. منطقة البحث – مدينة بغداد – خط عرض 33.2 درجة شمالاً (باعتبارها متوسط خطوط العرض المارة بالعراق).
2. موقع غرفة الاختبار في الطابق الثالث من مبنى مرتفع (6) م عن الأرض، لكي تكون الغرفة (جهد الإمكان) معرضة للبيئة طيلة ساعات النهار، وعدم وجود ما يعيق تأثير الطاقة الشمسية عليها .

3. ان اتجاه الجدار قيد الدراسة هو الشرق. والرياح السائدة صيفاً في مدينة بغداد – شمال غرب (الرئيسية)، شمال (الثانوية)، لذلك لن يكون لها تأثير واضح على تغيير درجة حرارة سطح طبقة الإنهاء الخارجي للجدار (قيد الدراسة)، أما تأثير دخول هواء البيئة الى داخل الغرفة. فتم وضع الاحتياطات اللازمة لجعل الهواء ساكن داخل الغرفة(باستثناء حركة الهواء نتيجة عمل مكيفة الهواء).
4. لغرض تقليل انتقال الحرارة عبر المساحات الأخرى للغرفة، تم استخدام ألواح الستايربور (البولي ستايرين) سمك (200) ملم لتغليف سقف وأرضية وجوانب الغرفة لتحييد هذه المصادر جهد الإمكان وجعل انتقال الحرارة من جدار الواجهة (الجدار قيد الدراسة) هو المصدر المؤثر في تغيير مستوى الراحة الحرارية داخلها.
5. استخدام مكيفة هواء جدارية سعتها نصف طن تبريد لتوفير الظروف الحرارية المناسبة داخل الغرفة.
6. مستوى الراحة الحرارية المطلوب توفيرها داخل الغرفة يكون 26.5 م° بصلة جافة،65% رطوبة نسبية صيفاً، لكون أن إشغال الحيز أكثر من 40 دقيقة (درجة حرارة هواء البيئة صيفاً (الظل) أقرب الى 50 م°) [4] .
7. ان مادة الإنهاء الخارجية للأرض المحيطة بالنموذج هي البلاطات الخرسانية (الشتايكر) (40x800x800) ملم، رصاصية اللون ومادة الإنهاء الداخلية للجدران والسقف هي الجص سمك 25 ملم.
8. تم الاعتماد على قيم معامل التوصيل الحراري والكثافة للمواد المستخدمة في البحث [3] لغرض تقدير معامل الانتقال الحراري الإجمالي للمقاطع الإنشائية وكما موضح في **الجدول(1)**
9. المواد المستخدمة في الإنهاء الخارجي والداخلي للجدران قيد الدراسة هي الاكساء بالجص سمك (25) ملم من الداخل والاكساء بالسمنت من الخارج سمك 20 ملم.
10. تم الاعتماد على البيانات الموضحة في [5] لتقدير انتقال الحرارة بالحمل الحر (h) من الجدار الى حيز الغرفة كما موضح في المعادلة

$$h = 1.31\ (\Delta t)^{1/3} \qquad (3)$$

حيث أن Δt هي فرق درجات الحرارة بين السطح الساخن (الجدار) ودرجة الحرارة القياسية داخل الغرفة.

11. الاعتماد على دليل الجمعية الأمريكية لمهندسي التكييف والتبريد والتهوية [2] لتحديد فرق درجات الحرارة المكافئ لحمل التبريد للمقاطع الإنشائية التي تم دراستها عملياً.

12. لغرض تقدير الأحمال التبريدية تم قياس درجات الحرارة على طرفي جدار الاختبار باستخدام مقاييس الكترونية مصنعة من قبل شركة (Intelligent Auto Digital Thermo-meter by Victor Company) وموزعة على كامل مساحة وجهة الجدار الخارجي والداخلي.

أما المتغيرات التي شملتها الدراسة فهر دراسة السلوك الحراري للجدران المنفذة حالياً وتلك المقترحة وهي:-

أ) الجدران المنفذة بتغيير مادة البناء الأساسية مع ثبوت مواد الإنهاء المستخدمة.

الثرمستون (300,200,100) ملم – الطابوق الفني (240,120) ملم – الكتل الخرسانية المجوفة (200) ملم – حجر الحلان والكتل الخرسانية الصلدة.

ب) جدران مقترحة– يتم تشييدها باستخدام مادتين من مواد الإنشاء المتوفرة في العراق وكما موضح في **الجدول (1–A)**، عرفت الأولى منها بالمادة الأساسية، بينما عرفت الثانية بالمادة الثانوية،وكما موضحة في **الجداول** المرقمة من **(2 الى 10)**

ج) لكثرة متغيرات البحث تم تشييد (30) غرفة وأجريت التجارب لمدة سنتين صيف عام 2008 & 2009.

تم قياس درجات حرارة أسطح الجدار المواجه للبيئة (T_{out}) وكذلك المواجه للغرفة (T_{in}) مع درجة حرارة هواء البيئة (الظل) (T_{SH}) من الساعة 5:00 صباحاً ولغاية الساعة 7:30 عصراً ، أي خلال 15 ساعة/يوم ولليوم (21) من شهر تموز وتدقيق القراءات لليوم 21 من شهر آب.

3- المناقشة والاستنتاجات.

لتحقيق هدف البحث في معرفة السلوك الحراري للجدران (المنفذة في العراق أو تلك المقترحة للاستخدام واعتماداً على مواد تشييد محلية الصنع)،لغرض اعتمادها من قبل مهندسي التصاميم أثناء حساب أحمال التبريد المطلوبة. رتبت النتائج المستخلصة من البحث بهيئة جداول يسهل الرجوع اليها **الجداول المرقمة من (2 الى 10)** ومعامل التصحيح لتغير التوجيه موضح **بالجدول (11)**، بينما **الشكل (4)** يوضح السلوك الحراري اليومي للجدران المنفذة فعلياً، و**الجدول (12)** يوضح تأثير استخدام مادتين لإنشاء الجدار، بينما **الجدول (13)** يوضح تأثير وجود العازل الحراري ضمن مقطع الجدار. وفي أدناه مناقشة المتغيرات الرئيسية وهي :

3-1 فترة الاختبار.

لكون العراق يقع في المنطقة المدارية والتي يغلب عليها المناخ شبه الصحراوي في أغلب المناطق، والتي تمتاز بطول فترة الصيف مع ارتفاع كلاً من شدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة هواء البيئة (الظل)، وتصل لأقصى قيمها عند اليوم (21–23) من شهري تموز وآب، ولتقارب تأثيرهما،تم اختيار اليوم الـ (21) من الشهر السابع لاختبار الجدران قيد الدراسة.

2-3 طبيعة المواد الإنشائية المستخدمة.

ان المواد الإنشائية المتوفرة محلياً والمستخدمة منذ عدة عقود في إنشاء الأبنية بمختلف استخداماتها، لا تختلف كثيراً على ما متوفر حالياً (باستثناء المستورد منها) (الطابوق الفني– المثقب، الثرمستون، الكتل الخرسانية المجوفة، حجر الحلان، الكتل الخرسانية الصلدة) والموضح خواصها الحرارية في **الجدول(1)**، وتشير ما متوفر من بيانات إحصائية ان نسبة تنفيذ الأبنية للعام –2009) (2008 باستخدام الطابوق كمادة أساسية كانت في حدود 79% (رغم ان إنتاجه مصاحب لتقليص الأراضي الزراعية)[5] بينما استخدام الكتل الخرسانية المجوفة كانت في حدود 17%، بينما استخدام حجر الحلان كانت في حدود 4%، بينما التي استخدمت مادة الثرمستون كمادة بناء أساسية كانت في حدود 0.04% من إجمالي عدد الأبنية المشيدة [6]، وكما موضح في **الجداول** المرقمة **(من 2 الى 10)** فان معامل الانتقال الحراري للجدار المشيد من الطابوق أو الكتل الخرسانية المجوفة يمتلك قيم مرتفعة مما أدى الى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في تلك الأبنية وكانت في حدود 69 % مما تم إنتاجه عام 2009 [7]، لذلك تم مزاوجة أكثر من مادة مع بعض لإنتاج جدران مركبة (ثنائية القشرة) ودراسة السلوك الحراري اليومي لها.

3–3تأثير استخدام العازل الحراري.

ان تأثير البيئة يكون كبيراً من خلال مساحات الجدران المعرضة للبيئة بسبب ارتفاع قيم معامل التوصيل الحراري للمواد الإنشائية الداخلة في التراكيب الإنشائية العراقية، إضافة الى وزنها المرتفع نسبياً مما يؤدي الى نشوء أحمال ميتة إضافية، لذلك كان لا بد من استخدام مواد عازلة حرارياً ضمن المقطع الإنشائي وبسمك ثابت (40) ملم (رغم كونه أقل مما مطلوب اقتصادياً [6]، اتضح أنه قد قلل أحمال التبريد المطلوبة لجدار مشيد من الثرمستون بنسبة (40–60)%، بينما كانت النسبة (60–70)% للجدران المشيدة من الطابوق، والسبب يعود الى انخفاض معامل التوصيل الحراري لمادة الثرمستون عند المقارنة مع الطابوق، لذلك فان كمية الحرارة المتسربة خلاله ستكون أقل وبالتالي فان نسبة التوفير ستكون أقل، وكما موضح في **الجدول (13)**، بينما زيادة الوزن لا تكون ملحوظة لكون أن المواد العازلة خفيفة الوزن أصلاً .

3-4 تأثير استخدام الجدران المركبة (ثنائية القشرة).

ان استخدام الجدران ثنائية القشرة مع ثبوت المواد المستخدمة للإنهاء الخارجي والداخلي، سيغير مقدار المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة مقارنة بالجدار الأصلي وعند تقارب السمك الكلي لمقطع الجدار، فعلى سبيل المثال وكما موضح في **الجدول (12)** فان استخدام حجر الحلان سمك (100) ملم مع الجدار المشيد من مادة الثرمستون (100) ملم لتشييد جدار مركب سمك (245) ملم فان قيمة المعامل ستزداد وقيمة حمل التكييف سيزداد بنسبة (40)% عند المقارنة مع جدران الثرمستون بنفس السمك، وكذلك عند إضافة حجر الحلان سمك (100) ملم الى جدار الطابوق سمك (120) ملم فان مقدار الحمل التبريدي سيزداد بنسبة (27)% عند المقارنة مع جدار مشيد من الطابوق بسمك (240)ملم، بينما إضافته الى الكتل الخرسانية المجوفة سمك (200) ملم سيقلل الحمل المطلوب بنسبة (19)% مقارنة بالحمل المطلوب للجدار المشيد من الكتل الخرسانية المجوفة. بينما إضافة الكتل الخرسانية الصلدة سمك (140) ملم الى جدار الطابوق سمك (120) ملم سيزيد مقدار حمل التكييف بنسبة (24)%، وكذلك استخدام الكتل الخرسانية المجوفة (200) ملم مع جدار الطابوق (120) ملم سيزيد الحمل المطلوب بنسبة (60) %، ولكون ان الثرمستون والطابوق الفني من أكثر المواد عازلية عند مقارنتها بإحدى مواد الإنشاء التالية الكتل المجوفة، الصلدة، حجر الحلان.

3-5 تأثير زيادة سمك الجدار.

مما يلاحظ على نتائج القياسات الموضحة في **الجداول** المرقمة **من (2 الى 10)**، ان استخدام الجدران ثنائية القشرة (المركبة) سيزيد من سمك الجدار ولكنه سيقلل من قيمة المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة للمقطع الإنشائي وبالتالي سيقلل من حمل التكييف المطلوب، فعلى سبيل المثال استخدام الثرمستون (200) ملم مع ثرمستون (200) ملم سيقلل حمل التكييف بنسبة (45)% عن ذلك المطلوب لجدار الثرمستون (200) ملم، بينما استخدام ثرمستون (100) ملم مع جدار ثرمستون (200) ملم سيجعل النسبة في حدود (29)%، بينما إضافة الثرمستون سمك (200) ملم الى جدار الطابوق (240)ملم سيقلل الحمل المطلوب بنسبة (20)% بينما إضافته الى جدار الطابوق (120) ملم سيقلل الحمل بنسبة (11)%، بينما إضافته الى جدار مشيد من حجر الحلان سمك (100) ملم سيقلل الحمل المطلوب بنسبة (7)%، بينما استخدامه مع الكتل الخرسانية الصلدة (140) ملم سيقلل الحمل بنسبة (7.5)%، ومما اتضح أعلاه، نجد ضرورة استخدام مقاطع إنشائية مركبة (ثنائية القشرة) للجدران المعرضة للبيئة لتقليلها الواضح للحمل التبريدي وعلى حساب زيادة السمك الكلي بينما يفضل استخدام

مقاطع إنشائية مفردة للجدران غير المعرضة للبيئة مباشرة لعدم الحاجة الى ضياع جزءاً من مساحة المبنى.

3-6 دقة حساب الأحمال التبريدية.

كما يتضح من **الجداول** المرقمة **(من 2 الى 10)**، أن قيم فروق درجات الحرارة خلال طبقتي إنهاء الجدار المعرض للبيئة وللغرفة، وكذلك بين طبقة الإنهاء الداخلية (المعرضة للغرفة) ودرجة حرارة هواء المبنى (التصميمية)، متغيرة باختلاف وقت حساب الحمل (ضمن فترة إشغال المبنى) وليس خلال الحمل الأقصى، فعلى سبيل المثال، يتطلب حساب الحمل التبريدي للأبنية ذات الاستخدام المكتبي عند الساعة الثانية عشر ظهراً، إذا كان موعد مغادرة شاغلي المبنى في حدود الساعة الثانية ظهراً .

3-7 فترة تشغيل أجهزة تكييف الهواء.

تعمل مكيفات الهواء على امتصاص الأحمال المنتقلة والمتولدة لحظياً، وبما أن فترة تشغيل مكيفات الهواء في أغلب التطبيقات لا تتم إلا عند إشغال المبنى، أي أنه يتم إيقاف تلك الأجهزة عن العمل عند مغادرة مستخدمي تلك المباني، ولكون سريان الحرارة يستمر خلال أسطح المبنى المعرضة للبيئة، لذلك ستتجمع هذه الأحمال الحرارية وتؤدي الى رفع درجة حرارة الهواء التصميمية عن تلك المصمم عليها، ويظهر هذا التأثير في اليوم التالي أو عند إعادة استخدام المبنى، حيث لا تكون أجهزة التكييف متمكنة من إعادة درجة حرارة هواء المبنى الى تلك المصمم عليها إلا بعد فترة قد تطول تبعاً لكمية الخزن الحراري الموجود، وعليه نقترح التذكير باستخدام التهوية الليلية خلال ساعات الفجر الأولى، أي تشغيل مراوح سحب هواء البيئة (دون تشغيل المكيفات) خلال تلك الفترة للاستفادة من انخفاض درجة حرارة هواء البيئة وكذلك انخفاض المحتوى الرطوبي له، لامتصاص الأحمال المخزونة [8] .

من خلال النتائج التي توصل إليها الباحث ومناقشة متغيرات الدراسة يمكن للباحث ان يثبت مجموعة التوصيات التالية :

1- ضرورة استخدام العزل الحراري وبسمك اقتصادي، أو بسمك متوسط (40) ملم، ضمن المقاطع الإنشائية المنفذة حالياً أو المقترحة للاستخدام، لما يحققه من تخفيض واضح في الحمل التبريدي وبالتالي تقليل كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة لأغراض تكييف المبنى.
2- لا نجد ضرراً، بل نجده طبيعياً أن تختلف مكونات المقطع الإنشائي المستخدمة في تشييد الجدران المعرضة للبيئة عن تلك التي لا تتعرض مباشرة، وهذا سيقود الى اختلاف سمك ومكونات الجدار.

3- لا نجد ضرراً، بل نجده منطقياً أن يزداد سمك الجدارعن تلك المنفذة منذ عقود، لما يحققه من تقليل كمية الحمل التبريدي المطلوب وبالتالي تقليل الطاقة الكهربائية المستهلكة لأغراض التكييف.

4- أية تكاليف إضافية تتسببها استخدام جدران بمقاطع أكبر سمكاً، يمكن استرجاعها من خلال تقليل الكلف التشغيلية (تقليل الطاقة المستهلكة نتيجة عمل مكيفات الهواء) .

5- التقليل من استخدام الطابوق كمادة أساسية للبناء، لكون إنتاجه يصاحب تقليص الأراضي الزراعية.

6- حساب أحمال التبريد بدقة أكثر، لتوفر الجداول الخاصة وبكل مادة إنشائية مصنعة داخل العراق، فلا حاجة من افتراض قيم مقربة للأحمال التبريدية وكذلك اختيار الوقت الملائم لحساب حمل التبريد الأقصى.

4. المصادر.

[1]. Jones, W.P, "Air-conditioning Eng.", Edward Arnold, London, 1987.

[2]. ASHRAE, "Handbook of Fundamentals", American Society of Heating, Refrigeration & Air-conditioning Eng., U.S.A., 1992.

[3]. Carrier Air-Conditioning Company, "Handbook of Air-Conditioning System Design", MC – Graw – Hill Book Company – New York , 1965.

[4]. Arora, S.Domkundwar, "A Course in Refrigeration and Air-Conditioning", Dhanput Rai & Sons – Delhi , 2007.

[5]. Rohsenow, Warren & Hartnett, James,"Handbook of Heat Transfer", Mc –Graw – Book Company, New York, 1973. Hill

[6]. Hasan, Atif Ali, "Optimum Insulation Thickness for Iraqi Walls & Roofs", Symposium of thermal insulation in hot climates, Scientific Research Council, Iraq, 1984.

[6]. كامل شعبان – عوني، الجودي. مقداد، " التحليل المناخي للعراق وأثره على العمارة "، تقرير من منشورات مركز بحوث البناء – مجلس البحث العلمي – العراق، 1975.

[7]. المركز القومي للاستشارات الهندسية والمعمارية ، " كراسة دليل العزل الحراري "، اللجنة الاستشارية للطاقة / قسم الإعلام – وزارة النفط / العراق ، 1986.

[8]. الدوري. د. مجيد، حسن. عاطف علي وآخرون، " الصفات الحرارية لمواد البناء والإنهاء المحلية" ، المؤتمر العلمي الأول للطاقة – وزارة النفط – العراق ، 1992.

[9]. حسن. عاطف علي ،" دراسة السلوك الحراري لجدار من الثرمستون ثنائي القشرة نظرياً وتجريبياً "، المؤتمر الهندسي الأول للمواد الهندسية / كلية الهندسة / جامعة بابل ، 2010.

[10]. العزي – د. محمد ايوب ، " المشاكل المتعلقة بصناعة مواد البناء "، تقرير من منشورات مركز بحوث البناء – مجلس البحث العلمي – العراق ، 1986.

[11]. الجهاز المركزي للإحصاء، " المجموعة الإحصائية 2009 "، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي– العراق، 2009.

[12]. مديرية مبيعات الطاقة الكهربائية / وزارة الكهرباء – العراق ، " القيمة السعرية الجديدة"، ومصادقة مجلس الوزراء – الجلسة 49 عام 2008 .

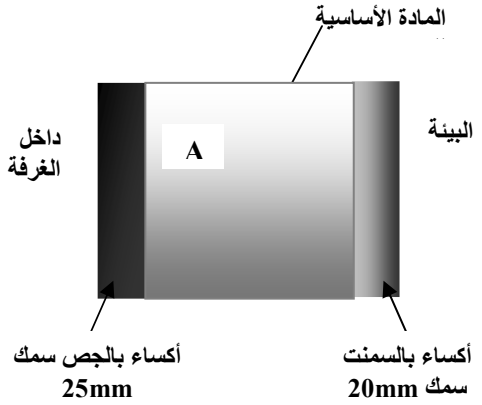
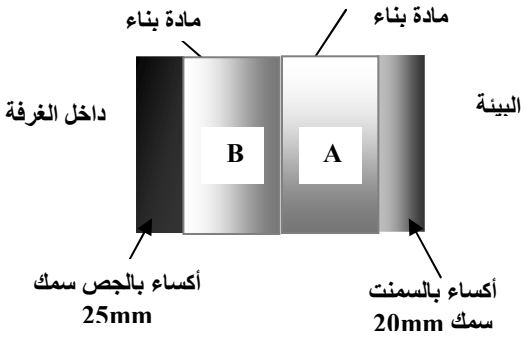
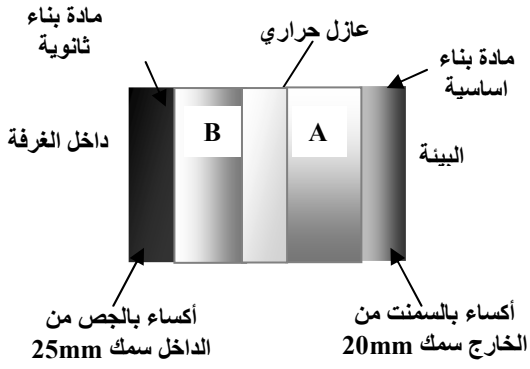
[13]. علي حسن. عاطف، الراوي. د. حكمت نجيب ، " التهوية وترشيد استهلاك الطاقة "، المؤتمر العلمي الثامن لهيئة التعليم التقني – العراق ، 2002.

جدول (1): الخصائص الحرارية للمواد الإنشائية المحلية [3].

مادة البناء	الكثافة kg/m^3	معامل التوصيل الحراري W/m.k
الثرمستون	760	0.21
حجر الحلان	1680	1.2
كتل خرسانية صلدة	2300	1.49
كتل خرسانية مجوفة*	1440	1.28*
طابوق	1200	0.85*
جص فني	1200	0.57
لبخ بالسمنت	2050	1.08
الواح الستايربور	25	0.03

*** تم حساب المعامل C ومن ثم حساب المعامل k بعد تثبيت السمك**

جدول (A-1): تفاصيل الجدران المشمولة بالدراسة.

الجدار المقترح	تفاصيل الجدار
	تم تشييد عدة جدران تتغير مادة البناء الأساسية (A) وتأخذ الصور التالية وبثبوت مواد الإنهاء في كلاً منها 1- ثرمستون 200 ملم 2- ثرمستون 100 ملم 3- طابوق فرشي 360 4- طابوق فني 200 5- طابوق فني 120 6- حجر حلان 7- كتل خرسانية 200 8- كتل خرسانية صلدة 1400 9- كتل خرسانية صلدة 200
	تم تشييد عدة جدران تتألف من كل مادة بناء أولية مشار اليها بالفقرة (بثبوت مواد الإنهاء) أعلاه مضافاً اليها ما يلي 1- ثرمستون 100 ملم 2- ثرمستون 200 ملم 3- طابوق فني 120 ملم 4- طابوق فني 240 5- حجر حلان 100 ملم 6- طابوق فرشي 70 7- كتل خرسانية مجوفة 200 8- كتل خرسانية صلدة 70 9- كتل خرسانية صلدة 140
	تم تشييد عدة جدران تتألف من كل من مادة بناء أولية (A) مضافاً إليها المواد الثانوية (B) بوجود عازل حراري سمك 40 ملم

جدول (2): الخواص الحرارية لجدار الثرمستون المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
ثرمستون 200 ملم	__	__	0.865	152	245	2	10	8	2	10	8	8	15	5	18	2	20	1	19	1	8	5	14
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.265	306	485	5	1	19	1	23	4	18	8	11	10	5	11	2	11	1	11	4	8
		__	0.475	304	445	3	1	14	2	17	6	14	11	8	14	4	15	1	15	1	8	6	12
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.304	230	385	4	1	17	2	20	5	16	9	10	11	5	13	2	12	1	10	5	9
		__	0,613	228	345	3	1	11	3	13	8	11	12	6	15	3	18	1	14	1	6	7	12
	طابوق 240 ملم	عازل	0.322	442	525	4	1	16	2	19	5	15	10	9	11	4	13	1	13	1	9	5	10
		__	0.695	440	485	3	1	10	2	12	7	9	13	6	16	3	19	1	18	1	6	7	13
	طابوق 120 ملم	عازل	0.338	298	445	3	1	15	2	18	6	14	10	9	12	4	14	1	14	1	9	5	10
		__	0.77	296	405	2	1	9	2	11	7	8	14	5	17	3	20	1	19	1	5	8	14
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.337	249	355	4	1	15	2	18	5	14	10	9	11	5	13	1	13	1	9	5	9
		__	0.77	247	315	2	1	9	2	11	7	8	14	5	17	3	20	1	19	1	5	8	14
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.344	322	385	4	1	15	2	18	6	14	10	9	12	4	14	1	14	1	9	5	10
		__	0.807	320	345	2	1	9	3	10	7	8	14	5	18	2	20	1	19	1	5	8	14
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.336	442	485	4	1	15	2	18	5	15	10	9	12	4	14	1	13	1	9	5	9
		__	0.762	440	445	2	1	9	2	11	7	9	14	5	17	3	20	1	19	1	5	8	14
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.349	315	355	4	1	15	2	18	6	14	11	8	12	4	15	1	14	1	9	5	10
		__	0.831	313	315	2	1	8	3	10	8	8	14	5	18	2	20	1	19	1	2	8	14
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.343	476	425	3	1	15	2	18	6	14	11	9	12	5	13	1	11	1	9	5	10
		__	0.8	474	385	2	1	9	3	10	7	8	14	5	18	3	20	1	15	1	5	7	14

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (3): الخواص الحرارية لجدار الثرمستون المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
ثرمستون 100 ملم	__	__	1.46	76	145	1	2	5	4	6	11	5	18	3	23	1	25	1	23	1	12	18
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.304	230	385	4	1	17	2	20	5	16	9	10	11	5	13	1	12	1	5	9
		__	0.613	228	345	3	1	11	2	13	8	11	12	6	15	3	18	1	14	1	7	12
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.354	154	285	4	1	15	2	18	6	14	11	8	13	4	16	1	15	1	6	11
		__	0.861	152	245	2	1	8	2	10	8	8	15	5	18	2	20	1	19	1	8	14
	طابوق 240 ملم	عازل	0.38	366	425	4	1	14	2	16	6	13	12	8	14	4	17	1	12	1	7	11
		__	1.033	364	385	2	2	7	3	8	8	6	15	4	20	2	21	1	18	1	8	15
	طابوق 120 ملم	عازل	0.401	222	305	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	3	18	1	16	1	7	12
		__	1.209	220	265	2	1	6	3	7	9	6	16	3	19	2	24	1	22	1	9	16
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.401	173	255	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	3	18	1	16	1	7	12
		__	1.207	171	215	2	1	6	3	7	9	5	16	3	19	2	24	1	22	1	9	16
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.411	246	285	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	16	1	15	1	6	12
		__	1.3	244	245	2	1	6	3	6	9	5	16	3	20	2	23	1	21	1	8	16
	كتل خرسانية مجوفة	عازل	0.399	366	385	3	1	13	2	16	7	12	13	7	15	4	17	1	16	1	7	12
		__	1.188	364	345	2	1	6	3	7	9	6	16	4	19	2	23	1	22	1	9	16
	كتل خرسانية صلدة 70	عازل	0.417	239	255	3	1	12	2	15	7	12	13	7	15	4	18	1	16	1	7	12
		__	1.365	237	215	1	1	5	2	6	9	5	16	3	20	1	24	1	23	1	9	16
	كتل خرسانية صلدة	عازل	0.409	400	325	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	16	1	13	1	5	12
		__	1.283	398	285	1	1	5	3	7	9	5	16	3	19	2	22	1	19	1	8	15

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (4) الخواص الحرارية لجدار الطابوق الفني المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi
طابوق فني 360 ملم	___	___	1.133	432	405	1	2	3	6	9	7	16	5	22	3	26	2	19	1	10	1	16	3
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.286	586	645	1	5	2	18	6	21	22	17	13	10	15	5	15	2	6	1	11	10
		___	0.545	584	605	1	3	3	13	8	15	14	12	17	7	19	4	19	1	7	1	14	7
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.331	510	545	1	4	2	16	7	19	14	15	16	9	19	5	15	2	8	1	13	9
		___	0.736	508	505	1	2	3	9	9	11	16	9	21	5	23	3	20	1	10	1	17	6
	طابوق 240 ملم	عازل	0.353	722	685	1	4	2	15	7	18	14	14	15	8	18	4	15	2	10	1	13	9
		___	0.859	720	645	1	2	3	8	9	10	17	8	20	5	24	2	20	1	12	1	17	5
	طابوق 120 ملم	عازل	0.382	578	565	1	3	2	14	7	17	14	13	15	8	19	4	15	1	10	1	13	8
		___	1.061	576	525	1	2	3	7	9	8	19	7	21	4	25	2	20	1	12	1	16	4
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.372	529	515	1	4	2	14	7	17	14	13	16	8	19	4	15	1	10	1	13	8
		___	0.975	527	475	1	2	3	7	9	9	19	7	21	4	25	2	20	1	12	1	17	4
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.38	602	545	1	4	2	14	8	16	14	13	16	8	19	4	15	1	10	1	13	8
		___	1.035	600	505	1	2	3	7	10	8	20	6	22	4	25	2	20	1	12	1	18	4
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.37	723	645	1	4	2	14	7	17	14	13	16	8	19	4	15	1	10	1	13	8
		___	0.963	721	605	1	2	3	7	9	9	20	7	21	4	25	2	20	1	12	1	17	4
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.385	595	515	1	3	2	14	8	16	15	13	17	8	19	4	15	1	10	1	13	8
		___	1.076	593	475	1	2	3	6	10	8	21	6	22	4	25	2	20	1	12	1	18	4
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.378	756	585	1	3	2	14	6	17	12	13	19	8	23	4	14	1	6	1	11	8
		___	1.024	754	545	1	1	3	4	9	5	16	4	26	2	25	1	21	1	8	1	18	2

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (5) الخواص الحرارية لجدار الطابوق الفني المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi
طابوق فني 240 ملم	___	___	1.514	288	285	2	1	3	4	10	5	18	4	22	2	25	1	21	1	11	0	17	3
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.322	442	525	1	4	2	16	5	19	10	15	11	9	13	4	13	1	5	1	10	9
		___	0.695	440	485	1	3	2	10	7	12	13	9	16	6	19	2	18	1	8	1	13	6
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.38	366	425	1	4	2	14	6	16	12	13	14	8	17	4	12	2	7	1	11	9
		___	1.033	364	385	2	2	3	7	8	8	15	6	20	4	21	2	18	1	8	1	15	4
	طابوق 240 ملم	عازل	0.383	578	565	1	4	2	13	6	16	12	13	14	8	17	4	13	1	9	1	12	8
		___	1.061	576	525	1	2	3	7	8	8	15	6	19	4	23	2	19	1	11	1	16	4
	طابوق 120 ملم	عازل	0.405	434	445	1	3	2	13	7	15	13	12	15	7	18	3	13	1	9	1	12	7
		___	1.25	432	405	1	2	3	6	9	7	16	5	20	3	24	2	19	1	11	1	16	3
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.405	385	395	1	3	2	13	7	15	13	12	15	7	18	3	13	1	9	1	12	7
		___	1.245	383	355	1	2	3	6	9	7	16	5	20	3	24	1	19	1	11	1	16	3
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.415	458	425	1	3	2	12	7	15	13	15	15	7	18	3	13	1	9	1	12	7
		___	1.344	456	385	2	1	3	5	9	6	16	5	22	3	23	1	19	1	11	1	16	3
	كتل خرسانية مجوفة	عازل	0.403	578	525	1	3	2	13	7	15	13	12	15	7	17	4	13	1	9	1	12	7
		___	1.225	576	485	1	2	3	6	9	7	16	5	20	3	23	2	19	1	11	1	16	3
	كتل خرسانية صلدة 70	عازل	0.422	451	395	1	3	2	12	7	15	13	11	15	7	18	3	13	1	9	1	12	7
		___	1.414	449	355	1	1	3	5	9	6	16	5	21	3	25	1	15	1	11	1	17	3
	كتل خرسانية صلدة 140	عازل	0.414	612	465	1	3	2	12	7	15	13	11	15	7	16	4	10	1	7	1	12	7
		___	1.326	610	425	1	1	3	5	9	6	16	5	20	3	22	2	11	1	8	1	16	3

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (6): الخواص الحرارية لجدار الطابوق الفني المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
طابوق فني 120 ملم	__	__	2.282	144	165	1	3	3	4	4	11	3	22	2	27	1	28	1	31	0	20	2	23
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.338	296	405	4	1	15	2	18	6	14	10	9	12	4	11	1	15	1	5	9	10
		__	0.77	296	365	3	1	9	2	11	7	8	14	5	17	3	15	1	19	1	8	5	14
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.401	222	305	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	13	1	16	1	7	7	12
		__	1.209	220	265	2	1	6	3	7	9	5	16	3	19	2	18	1	21	1	9	4	16
	طابوق 240 ملم	عازل	0.419	434	445	3	1	13	20	15	7	12	13	7	15	4	13	1	13	1	9	7	12
		__	1.388	432	405	2	1	6	3	7	9	5	16	3	20	2	19	1	19	1	11	3	16
	طابوق 120 ملم	عازل	0.445	290	325	3	1	12	2	14	8	11	14	7	16	3	14	1	15	1	9	7	13
		__	1.726	288	305	1	2	4	3	5	10	4	17	2	22	1	20	1	21	0	11	3	17
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.445	241	275	3	1	12	2	14	7	11	14	7	16	3	13	1	15	1	9	7	13
		__	1.721	239	235	1	2	4	3	5	10	4	17	2	22	1	20	1	21	0	11	3	17
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.457	314	305	3	1	11	2	14	8	11	15	7	15	3	14	1	15	1	9	7	13
		__	1.917	312	265	1	1	4	3	4	10	3	18	2	21	1	20	1	21	0	11	2	18
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.442	435	405	3	1	12	2	14	7	10	15	7	16	3	14	1	15	1	9	5	16
		__	1.682	433	365	2	2	4	3	5	9	4	18	2	21	1	20	1	21	0	11	2	18
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.465	307	275	3	1	11	3	13	8	10	15	6	17	3	15	1	15	1	11	6	14
		__	2.063	305	235	1	2	4	3	4	10	3	18	2	23	1	20	1	22	0	13	2	18
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.455	468	345	3	1	11	3	14	8	10	15	7	16	4	13	1	11	1	14	7	13
		__	1.88	466	305	1	1	4	3	4	10	4	18	2	22	1	20	1	17	1	16	2	18

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (7): الخواص الحرارية لجدار حجر الحلان المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
حجر حلان 100 ملم	—	—	3.29	168	145	1	1.3	2	4	3	13	2	25	1	29	1	37	0	28	0	15	1	24
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.344	322	385	4	1	15	2	18	6	14	10	9	12	4	14	1	1	1	5	9	10
		—	0.807	320	345	2	1	9	3	10	7	8	14	5	18	3	20	1	19	1	8	5	14
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.401	246	285	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	16	1	7	1	6	7	12
		—	1.207	244	245	1	1	6	3	6	9	5	16	3	20	2	23	1	21	1	8	3	16
	طابوق 240 ملم	عازل	0.415	458	425	3	1	12	2	15	7	12	13	7	15	4	18	1	13	1	9	7	12
		—	1.344	456	385	1	2	5	3	6	9	5	16	3	22	2	32	1	19	1	11	3	16
	طابوق 120 ملم	عازل	0.457	314	305	3	1	11	2	14	8	11	15	6	15	3	20	1	15	1	9	7	13
		—	1.917	312	265	1	1	4	3	4	10	4	18	2	21	1	26	1	21	1	11	2	18
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.476	265	255	3	1	11	3	13	8	10	15	6	16	3	21	1	15	1	10	6	14
		—	2.295	263	215	1	1	3	3	4	10	3	19	2	29	1	28	1	22	1	11	2	19
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.485	338	285	3	1	11	24	13	8	10	15	6	16	3	21	1	15	1	10	6	14
		—	2.521	336	245	1	1	3	3	3	10	3	19	2	22	1	28	1	22	1	11	2	19
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.468	458	385	3	1	11	2	13	8	10	15	6	15	3	20	1	15	1	9	6	14
		—	2.129	456	345	1	1	3	3	4	10	3	19	2	23	1	27	1	21	1	11	2	19
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.494	331	255	3	1	11	3	13	8	10	15	6	16	3	32	1	15	1	10	6	14
		—	2.78	329	215	1	1	3	3	3	10	2	19	2	23	1	29	1	22	1	11	2	20
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.483	492	325	2	1	11	3	13	8	10	15	6	16	3	19	1	12	1	8	6	14
		—	2.46	490	285	1	1	3	3	4	10	3	19	2	22	1	26	1	18	1	16	2	19

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي

جدول (8): الخواص الحرارية لجدار الكتل الخرسانية المجوفة المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U w/m²k°	الوزن kg/m²	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	__	__	2.613	288	245	0	2	3	4	3	14	3	26	2	31	1	37	0	29	0	16	2
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.336	442	485	4	1	15	2	18	5	15	10	9	12	4	14	2	13	1	5	9
		__	0.767	440	445	2	1	9	2	11	7	9	14	5	17	3	20	1	19	1	8	5
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.399	366	385	3	1	13	2	16	7	12	13	7	15	4	17	1	16	1	7	7
		__	1.188	364	345	2	1	6	3	7	9	6	16	3	19	2	23	1	22	1	9	4
	طابوق 240 ملم	عازل	0.403	578	525	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	17	1	13	1	9	7
		__	1.225	576	485	1	1	6	3	7	9	5	16	3	20	2	23	1	19	1	11	3
	طابوق 120 ملم	عازل	0.442	434	405	3	1	12	2	14	7	11	15	7	16	3	20	1	15	1	9	7
		__	1.682	432	365	1	2	4	3	5	9	4	18	2	21	1	26	1	21	1	11	3
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.456	385	355	3	1	11	2	14	8	11	15	6	16	3	20	1	15	1	9	7
		__	1.903	383	315	1	1	4	3	4	10	3	19	2	22	1	26	1	21	1	11	2
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.468	458	385	3	1	11	2	13	8	10	15	6	17	3	20	1	15	1	9	6
		__	2.129	456	345	1	1	3	3	4	10	3	19	2	23	1	27	1	21	1	11	2
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.46	578	485	3	1	11	2	14	8	10	15	6	17	3	20	1	15	1	9	6
		__	1.85	576	445	1	1	4	3	5	10	4	19	2	23	1	26	1	21	1	11	2
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.48	451	355	3	1	11	3	13	8	10	15	6	17	3	20	1	15	1	9	6
		__	2.33	449	315	1	1	3	3	4	10	3	20	2	23	1	27	1	21	1	11	2
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.47	612	425	2	1	11	2	13	8	10	15	6	16	4	18	2	14	1	5	6
		__	2.1	610	385	1	1	4	4	4	10	3	20	2	22	1	25	1	19	1	7	2

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (9): الخواص الحرارية لجدار الكتل الخرسانية الصلدة المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الإساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
الكتل الخرسانية الصلدة 140 ملم	__	__	3.35	322	185	1	1	2	3	3	11	2	20	1	25	1	30	1	23	1	14	1	20
	ثرمستون 200 ملم	__	0.343	476	425	3	1	15	2	18	6	14	11	9	12	5	13	2	11	1	5	1	10
		عازل	0.8	474	385	2	1	9	3	10	7	8	14	5	18	3	20	1	15	1	7	1	14
	ثرمستون 100 ملم	__	0.409	400	325	3	1	13	2	15	7	12	13	7	15	4	16	2	13	1	5	1	12
		عازل	1.283	398	285	1	1	5	3	7	9	5	16	3	19	2	22	1	19	1	8	1	15
	طابوق 240 ملم	__	0.414	612	465	3	1	12	2	15	7	11	13	7	15	4	16	2	11	1	7	1	12
		عازل	1.326	610	425	1	1	5	3	6	9	5	16	3	20	2	22	1	11	1	8	1	16
	طابوق 120 ملم	__	0.455	468	345	2	1	11	2	14	8	10	15	7	16	4	17	1	11	1	14	1	13
		__	1.88	466	305	1	1	4	3	4	10	3	18	2	22	1	24	1	17	1	16	1	18
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.474	419	295	2	1	10	3	13	8	10	15	6	17	3	20	1	12	1	19	1	14
		__	2.266	417	255	1	1	3	4	4	10	3	19	2	23	1	25	1	19	1	20	1	18
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.483	492	325	2	1	11	3	13	8	10	15	6	16	3	20	1	12	1	8	1	14
		__	2.46	490	285	1	1	3	3	3	10	3	19	2	18	1	26	1	18	1	25	1	18
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.47	612	425	2	1	11	2	13	8	10	15	6	16	4	18	2	12	1	5	1	14
		__	2.1	610	385	1	1	4	4	4	10	3	20	2	22	1	25	1	19	1	15	1	16
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.497	485	295	2	1	10	3	13	8	10	15	6	16	3	20	1	15	1	7	1	14
		__	2.9	482	255	1	1	2	4	3	11	2	20	2	23	1	27	1	19	1	20	1	17
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.486	645	365	2	1	11	3	13	8	10	15	7	16	3	18	1	14	1	14	1	14
		__	2.55	643	325	1	1	3	4	3	10	4	18	3	20	1	25	1	19	1	20	1	18

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جدول (10): الخواص الحرارية لجدار الكتل الخرسانية الصلدة المفرد والمركب والسلوك الحراري اليومي .

مادة البناء الأساسية	مادة البناء الثانوية	وجود العازل الحراري	معامل انتقال الحرارة U $w/m^2k°$	الوزن kg/m^2	السمك الثاني mm	قيمة فرق درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الواحد												القيمة المتوسطة	
						ص 06:00		ص 08:00		ص 10:00		12 non		م 02:00		م 04:00		م 06:00		م 08:00	
						Tsh 32.5		Tsh 37.1		Tsh 41.5		Tsh 45.4		Tsh 46.6		Tsh 45.5		Tsh 43.6		Tsh 40.8	
						Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri	Δtoi	Δtri
الكتل الخرسانية الصلدة 70 ملم	—	—	3.975	373	115	1	1	2	4	2	13	2	24	1	29	1	35	0	27	0	17	1	24
	ثرمستون 200 ملم	عازل	0.349	315	355	4	1	15	2	18	6	14	11	8	12	4	15	1	14	1	9	5	10
		—	0.831	313	315	2	1	8	3	10	8	8	14	5	18	2	20	1	11	1	5	8	14
	ثرمستون 100 ملم	عازل	0.417	239	255	3	1	12	2	15	7	12	13	7	15	4	18	1	16	1	7	7	12
		—	1.365	237	215	1	1	5	2	6	9	5	16	3	20	1	24	1	23	1	9	9	16
	طابوق 240 ملم	عازل	0.422	451	395	3	1	12	2	15	7	11	13	7	15	3	18	1	13	1	9	9	12
		—	1.414	449	355	1	1	5	3	6	9	5	16	3	21	2	25	1	15	1	11	11	17
	طابوق 120 ملم	عازل	0.465	307	275	3	1	11	2	13	8	10	15	6	17	3	20	1	15	1	11	11	14
		—	2.061	305	235	1	1	4	3	4	10	3	18	2	23	1	27	1	22	1	13	13	18
	طابوق فرشي 70 ملم	عازل	0.485	258	225	3	1	11	3	13	8	10	15	6	18	3	21	1	15	1	6	3	14
		—	2.535	256	185	1	1	3	3	4	11	3	19	2	23	1	28	1	23	1	2	5	18
	حجر حلان 100 ملم	عازل	0.494	331	255	3	1	11	3	13	8	10	15	6	16	3	22	1	15	1	6	10	14
		—	2.78	329	215	1	1	3	3	3	10	2	19	2	23	1	29	1	22	1	2	11	19
	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم	عازل	0.48	451	355	3	1	11	3	13	8	10	15	6	17	3	20	1	15	1	6	11	14
		—	2.33	449	315	1	1	3	3	4	10	3	20	2	23	1	27	1	21	1	2	11	18
	كتل خرسانية صلدة 70 ملم	عازل	0.509	324	225	3	1	10	3	12	9	9	16	6	19	3	23	1	16	1	6	12	15
		—	3.35	322	185	1	1	2	4	3	11	2	20	1	25	1	30	1	23	1	1	14	20
	كتل خرسانية صلدة 140 ملم	عازل	0.497	485	295	2	1	10	3	13	9	10	15	6	18	3	18	1	12	1	6	10	14
		—	2.9	483	255	1	1	2	4	3	11	3	20	2	23	1	18	1	18	1	2	11	17

Δtoi فرق درجات الحرارة على طرفي مادة الانهاء . **Δtri : فرق درجات الحرارة بين مادة الانهاء الداخلية وهواء الغرفة التصميمي**

جـدول (11): معامل التصحيح لفروق درجات الحرارة بتغير الساعة والتوجيه.

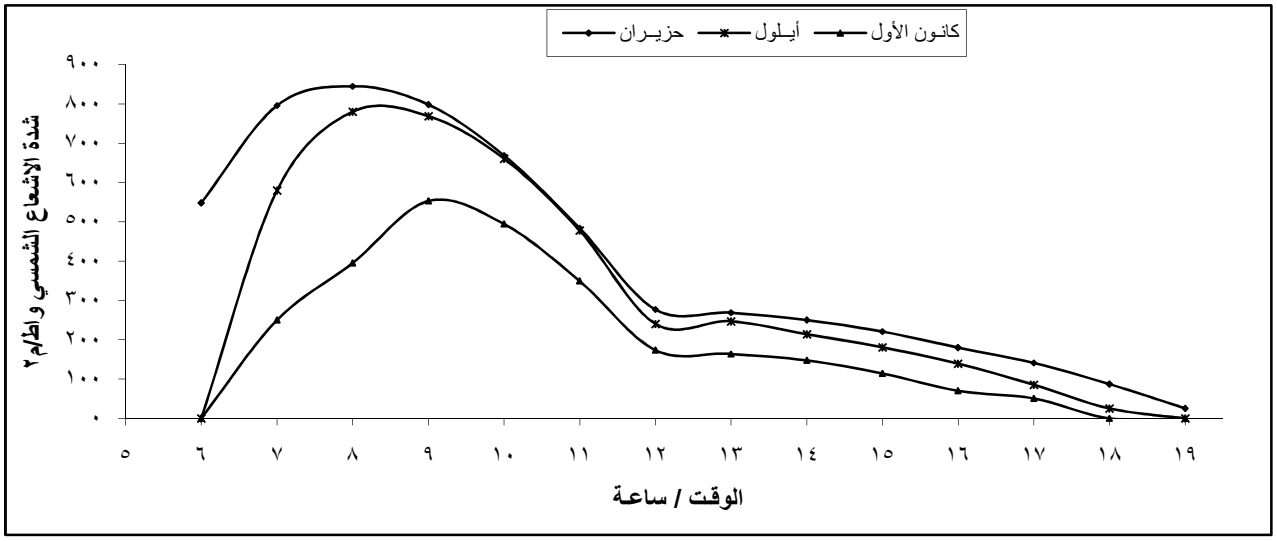
WN	W	SW	S	SE	E	NE	N	hr
0.67	0.67	0.67	0.67	83	1	0.98	0.73	6
0.62	0.62	0.62	0.62	0.86	1	0.92	0.74	8
0.72	0.72	0.72	0.98	0.96	1	0.86	0.86	10
1	1.07	1.07	1.5	1.06	1	1	1	12
1.18	1.4	1.33	1.3	1	1	1	1.04	14
1.44	1.58	1.36	1.03	1	1	1	1.04	16
1.48	1.5	1	1	1	1	1	1.03	18
1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	20

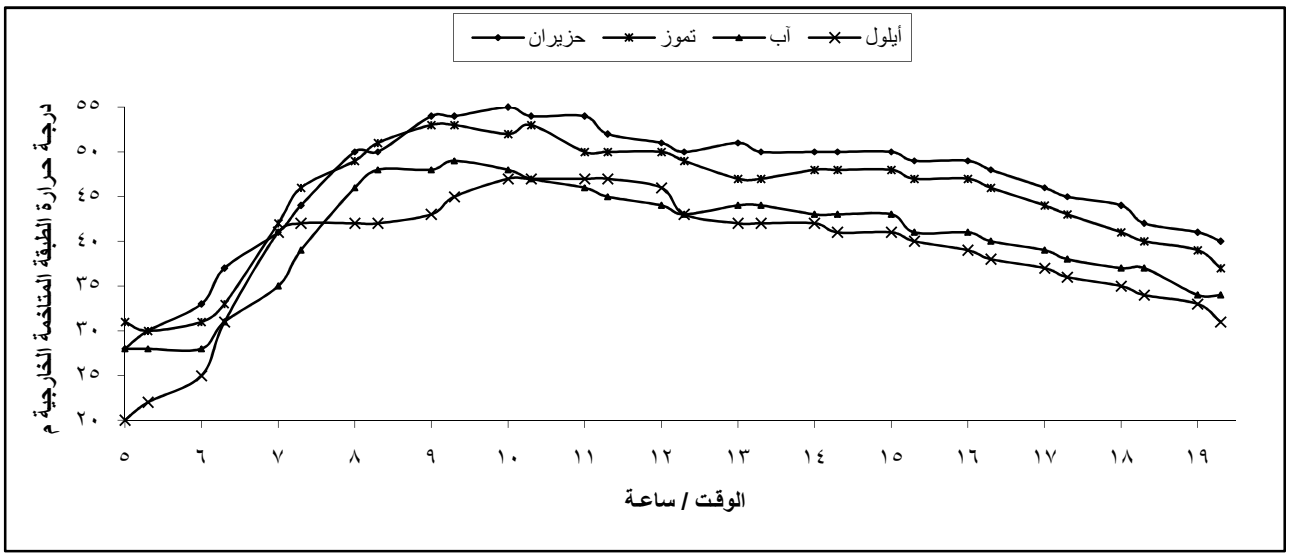
جـدول (12): تأثير وجود أكثر من مادة في جدار واحد.

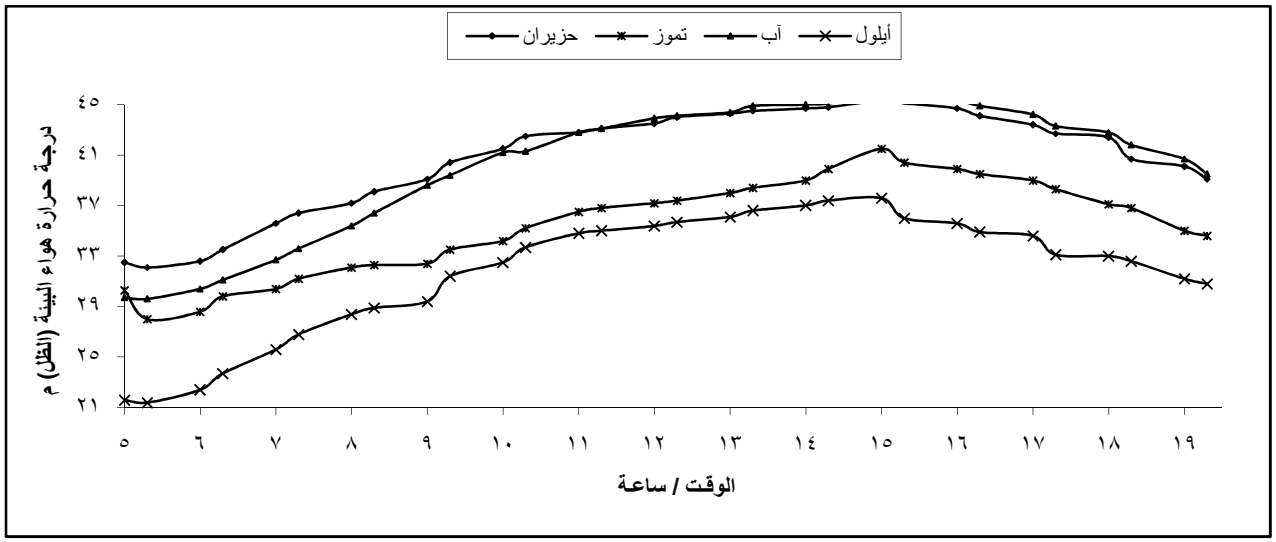
النسبة المئوية للزيادة في الحمل مقارنة بالجدار المنشأ من المادة الأساسية وبنفس السمك الكلي للجدار %	السمك mm	الوزن kg/m^2	معامل انتقال الحرارة $w/m^2\ k°$	الجدار ثنائي القشرة	
				المادة الأولية الأساسية	المادة الثانوية
40	245	244	1.207	ثرمستون 100 ملم	حجر حلان 100 ملم
27	265	312	1.917	طابوق 120 ملم	حجر حلان100 ملم
24	305	466	1.88	طابوق 120 ملم	كتل خرسانية صلدة 140 ملم
49	285	398	1.283	ثرمستون 200 ملم	كتل خرسانية صلدة 140 ملم
-19	345	456	2.129	حجر حلان 100 ملم	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم
60	365	432	1.688	طابوق 120 ملم	كتل خرسانية مجوفة 200 ملم

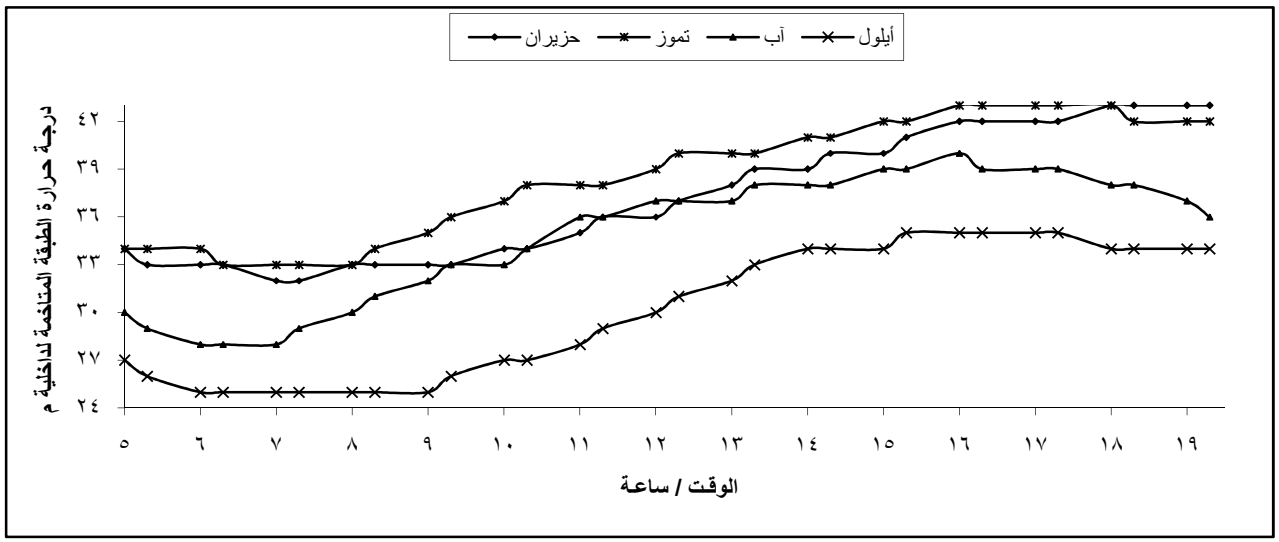
جـدول (13): تغير خواص الجدار لعدة مواد انشائية بوجود وعدم وجود عازل.

السمك mm	الوزن kg/m2	معامل انتقال الحرارة $w/m^2\ k°$	المادة	العازل
145	76	1.46	ثرمستون 100 ملم	بدون عازل
245	152	0.865	ثرمستون 200 ملم	
345	228	0.613	ثرمستون 300 ملم	
445	304	0.475	ثرمستون 400 ملم	
525	576	1.061	طابوق 480 ملم	
405	432	1.133	طابوق 360 ملم	
285	288	1.514	طابوق 240 ملم	
165	144	2.282	طابوق 120 ملم	
285	154	0.354	ثرمستون 200 ملم	مع عازل
385	230	0.304	ثرمستون 300 ملم	
485	306	0.265	ثرمستون 400 ملم	
565	578	0.383	طابوق 480 ملم	
445	434	0.419	طابوق 360 ملم	
325	290	0.445	طابوق 240 ملم	

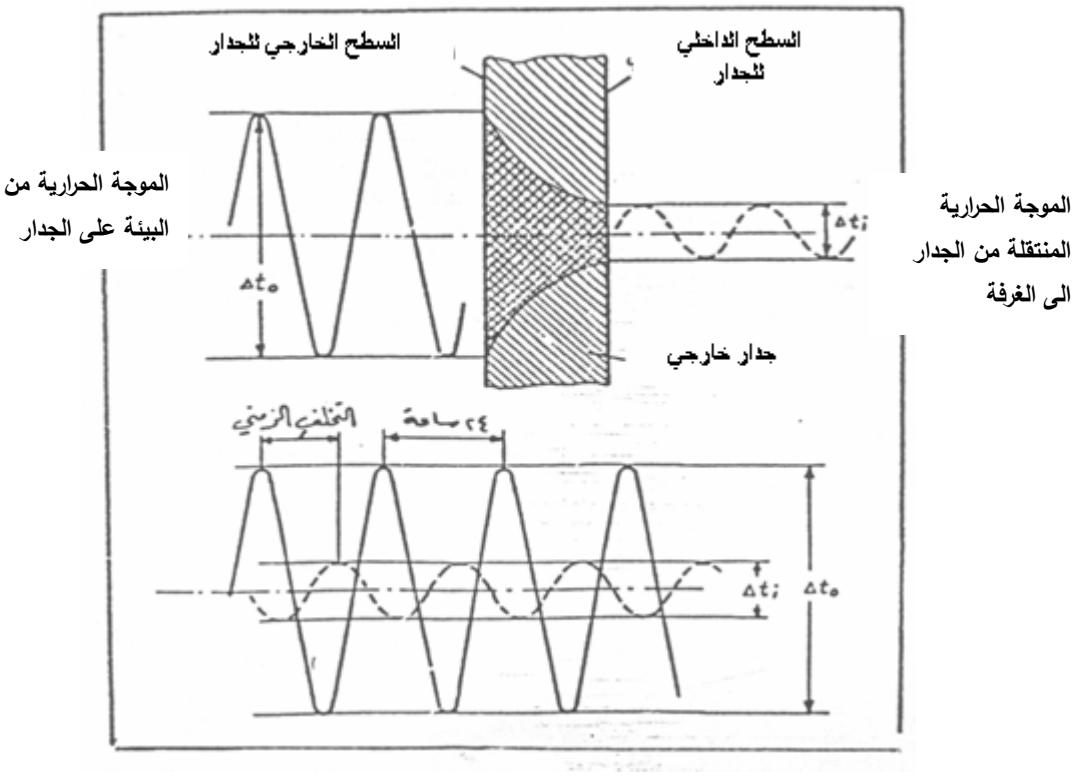

كانون الأول
أيلول
حزيران
شدة الاشعاع الشمسي واط/م٢
٩٠٠
٨٠٠
٧٠٠
٦٠٠
٥٠٠
٤٠٠
٣٠٠
٢٠٠
١٠٠
٠
٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩
الوقت / ساعة

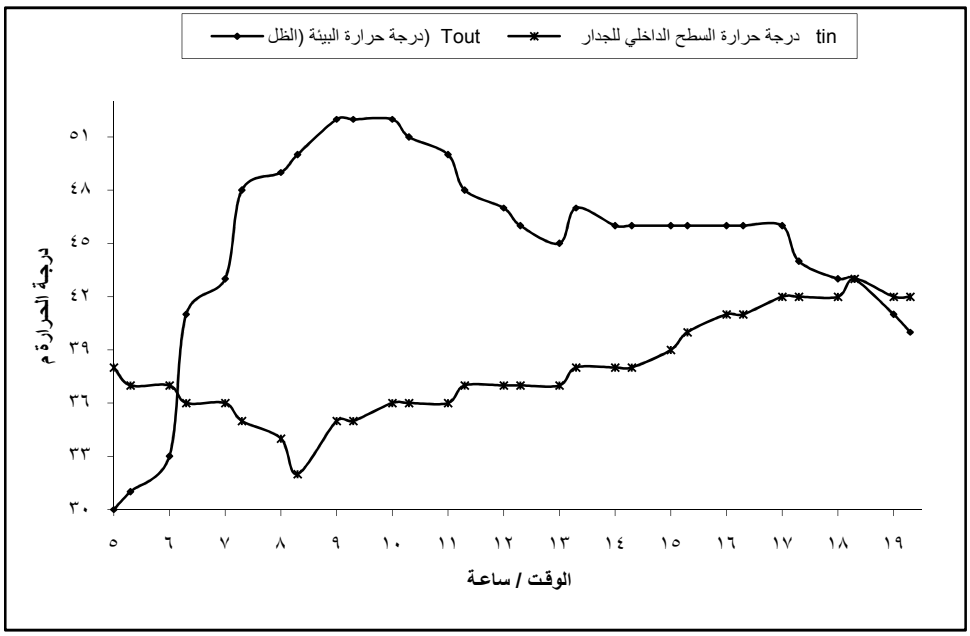

أيلول
آب
تموز
حزيران
درجة حرارة الطبقة المتاخمة الخارجية م
٥٥
٥٠
٤٥
٤٠
٣٥
٣٠
٢٥
٢٠
٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩
الوقت / ساعة



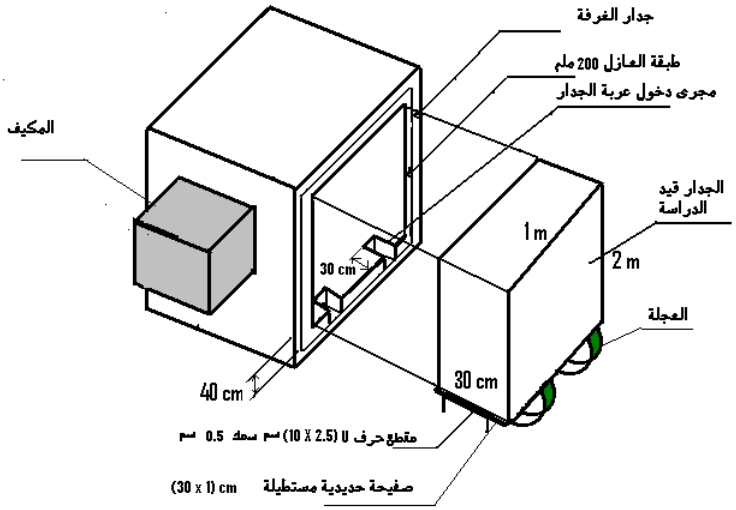


شكل (1): تغير الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة السطوح والظل بتغير الوقت لجدار مواجه للشرق.

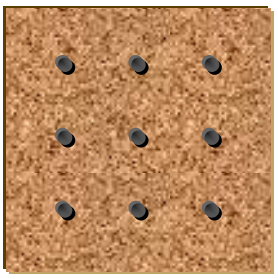




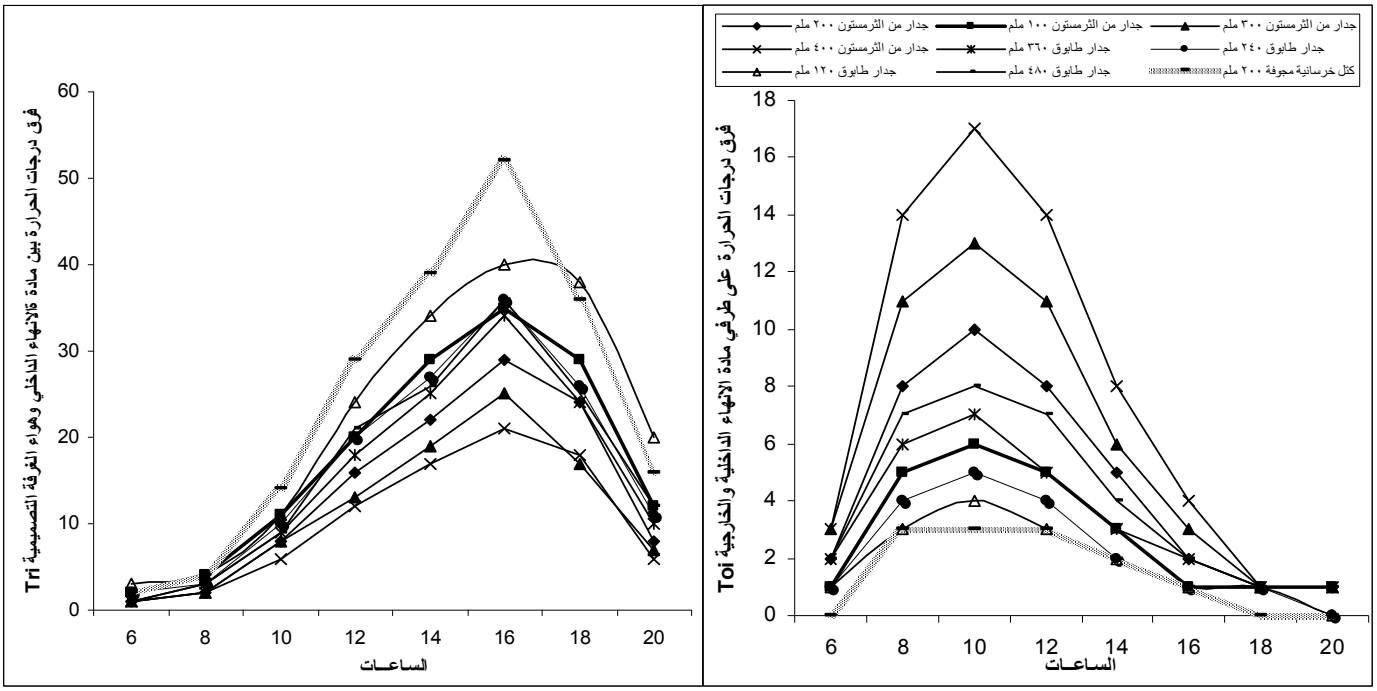
شكل (2): تأثير الموجة الحرارية للبيئة على درجة حرارة الغرفة بتغير ساعات اليوم الواحد لجدار طابوقي مواجه للشرق.



شكل (3): تفاصيل غرفة الاختبار.



مساحة الجدار ومواقع وضع متحسسات درجة الحرارة في كلاً من الوجهين الداخلي والخارجي



شكل (4): السلوك الحراري اليومي.

Thermal Behavior of Present and Future Iraqi Constructed Walls (An Experimental Study)

Atif Ali Hasan
Institute of Technology
Email : Atif56ali@yahoo.com

ABSTRACT .

The object of this paper was determined the thermal behavior of present and future constructs Iraqi walls at Baghdad climate region (Latitude 33.2 °N) with or without (40) mm insulating materials. The study was carried out at day (21) July for East Orientation.
The obtained results were tabulated in terms of over all heat transfer coefficient, weight of the wall per unit area, wall thickness, temperature difference between outside and inside wall face and the temperature difference between inside of the room and it's inside wall surface through on. day hours and it's average values.