# دراسة السلوك الحراري للجدران الخرسانية الملائمة للمناخ الحار وبديلة عن الطابوق

عاطف علي حسن[1]

تاريخ الاستلام : ٢٠١١/١/١٢ قبول النشر : ٢٠١٢/٢/٦

## الخلاصة (Abstract):

لغرض تقليل الاعتماد على استخدام الطابوق الفني في تشييد الجدران غير الساندة (القواطع) في الأبنية الهيكلية، تم استخدام قطع من الخرسانه المسلحة (4x2x1)(سمكها 140 ملم) مصنعة مسبقاً وبإبعاد خاصة [500 ملم(عرض)،1000ملم (الارتفاع)]، تجمع موقعياً باستخدام لوالب مع الهيكل، يتم تغليفها من الخارج بمواد متوفرة، بعد توفير حيز لوضع المادة العازلة حرارياً، حيث تم اختبار الجدار المقترح باختلاف كلاً من مواد التغليف (الواح الاسبست المطلية بمادة الايبوكسي، ألواح الفايبر كلاس، الألواح المعدنية الاعتيادية والمطلية باصباغ حرارية بلاستيكية، ألواح الألمنيوم (العظم الملون) والواح البلاستك المجوف (الديكور)) وكذلك بتغير نوعية وموقع المادة العازلة حرارياً المستخدمة مع تثبيت نوعية انهاء السطح الداخلي للجدار (البورك الفني سمك 3 ملم)، بحيث يكون سمك الجدار المقترح (200)ملم، وتم قياس السلوك الحراي للجدار المقترح خلال 15 ساعة/يوم وليوم (21) من شهر تموز في مدينة بغداد (خط عرض 33.2 درجة شمالاً).

توصل الباحث الى ان تغليف الجدار من الخارج باستخدام الالواح المعدنية ذات الطلاء البلاستيكي الحراري يحقق اكبر توفير في الطاقة المستهلكة لاغراض التكييف مقارنة بالطاقة المستهلكة للجدار المشيد من الطابوق سمك 120ملم او 240ملم .ويليه التغليف باستخدام ألواح البلاستك المجوف (الديكور) وتزداد نسبة التوفير عند استخدام الالواح القصبية بدلا من فجوة الهواء والتي يفضل ان تتوسط الجدار الخرساني .

الكلمات الرئيسية : جدار خرساني – بدائل عن الطابوق الفني – جدار خرساني ملائم للمناخ الحار – جدار من الألواح القصبية مع الخرسانة – تغليف الجدار لتقليل الطاقة المستهلكة.

# Thermal behaviour of concrete walls for hot climate region instead of common bricks

**Atif Ali Hassan**

## Abstract :

To reduce using the brick as a unloaded walls in frame building by using concrete parts to preproduction walls and is assemble in working area , the suggested wall is consist of a double parts (1000x500x140)mm with 50mm insulating material

[1] أستاذ مساعد / معهد التكنولوجيا

and arrangement parts by roller bolts with building frame and covered by sheets as external finishing material, and used a gypsum layer of 3mm thickness as an internal finishing material, therefore, the total wall thickness is 200mm.

The thermal behavior of that suggested wall was measured for 15 hour/day for one day in July month. in Baghdad climate region (33.2 N°).

The researcher found that, the metal sheet which paint with thermal & plastic paints cover that suggestive wall is gave more energy saving when it compared with brick wall (240mm,120mm) and the saving value was increased when uses reeds stalks sheay 50mm (thickness) as an insulating material among the concrete wall instead of air gap.

**Key words :- Preproduction wall, Concrete instead of brick wall, Concrete walls for hot climate region, Reeds stalks sheay with concrete for wall, Walls cover material for reduced energy consumed.**

## ١- المقدمة (Introduction):

إن المناخ السائد في عموم العراق هو المناخ الصحراوي، حيث يستمر فيه فصل الصيف اكثر من سبعة أشهر، تسطع الشمس خلاله اكثر من (12) ساعة/يوم، وتصل درجة حرارة الهواء (في الظل) الى أكثر من (45)°م (كامل شعبان–1975)، والشكل (1) (الباحث) يوضح كمية الطاقة الشمسية التي يستلمها الجدار المواجه للشرق وباختلاف الفصول وعلى مدار ساعات اليوم الواحد، وكذلك يوضح الشكل ما تتعرض اليه طبقة الهواء المتاخمة للقشرة الخارجية والداخلية للجدار من تغيرات في درجة الحرارة أيضاً.

إن الكتل البنائية التي تشكل الجدار تعمل على تخميد تردد الموجة الحرارية المؤثرة وتأخير مرورها (كما موضح بالشكل -2-)(الباحث) ولكن بالرغم من ذلك فان درجة حرارة القشرة الداخلية للجدار سترتفع بعد فترة (jones –1987)، مؤثرة في تغيير المستوى القياسي لحدود الراحة الحرارية داخل المبنى .

إن الجدار التقليدي شائع الاستخدام ومنذ عدة عقود في عموم العراق هو البناء بالطابوق الفني سمك 240ملم مع استخدام طبقة إنهاء خارجي الاكساء بالسمنت سمك 20 ملم وطبقة الإنهاء الداخلية الاكساء بالجص سمك 25 ملم، والذي يمتلك معامل انتقال حراري إجمالي قدرة (1.514)واط/م$^2$.ك° (الدوري وآخرون –1992) وهو رقم كبير مهما كانت نسبة تخميد تردد الموجة الحرارية المؤثرة، وعليه فان كمية الحرارة المتسربة خلاله إلى داخل المبنى (صيفاً) ستكون كبيرة وتقدر بحوالي 10.5 طن لكل متر مربع من الجدار المواجه للشرق وخلال شهر تموز (حسن–2009) وبما أن الاتجاهات الإنشائية الحديثة تشير إلى تزايد استخدام الأبنية الهيكلية (الحديدية أو الخرسانية)، ذات الجدران غير الساندة ، كنظام تشييد للأبنية متوسطة الارتفاع، حيث يكون فيها الجدار مؤلف من الطابوق الفني (120 ملم) مع وجود طبقتين من الإنهاء، مما زاد من مقدار معامل انتقال الحرارة الكلي ليصل (2.282) واط/م$^2$.ك°، وبهذا تكون كمية الحرارة المنتقلة خلاله قد زادت وتقدر كمية حمل التكييف المطلوب لهذا الجدار حوالي 11.0 طن تبريد لكل

متر مربع من الجدار المواجه للشرق خلال شهر تموز، مما يتقدم، يتضح ضرورة التفتيش دائما عن مواد بناء أخرى لسببين أولهما إن المادة الأولية الأساسية المستخدمة في صناعة الطابوق هي الطين، حيث يتطلب إنتاجه الزحف باتجاه الأراضي الزراعية، وبزيادة الإنتاج تتقلص تلك الأراضي (العزي-1986) وثانيهما تقليل الحرارة المتسربة من خلال الجدار في محاولة لتقليل أحمال التكييف وبالتالي تقليل مستوى الطاقة الكهربائية المستهلكة في المبنى ولأغراض التكييف. ولكن ما متوفر من مواد بناء في سوق العمل حالياً لا يفي بالمتطلبات المطلوبة، لذلك برزت الحاجة الى ايجاد بدائل اخرى تعتمدها الانظمة الانشائية في تشييد جدران الابنية الهيكلية والتي تمتاز بسرعة التنفيذ وان لا تكون مرتبطة بالاستيراد او بتوفير رؤوس الاموال القادرة على الاستثمار في الصناعة الانشائية داخل العراق وكذلك ان لا تدمر الاراضي الزراعية، لذلك تم اقتراح استخدام جدران خرسانية ولكن ليس بالطريقة التقليدية بل بطريقة القطع مسبقة التجهيز والملائمة للمناخ الحار.

## ٢- تفاصيل الجدار المقترح ومراحل التنفيذ :

لغرض تحقيق هدف البحث في تقليل الاعتماد على الطابوق الفني كمادة أساسية لتشييد الجدران غير الساندة في الأبنية الهيكلية، تم اقتراح استخدام خليط خرساني مسلح مؤلف من سمنت – رمل – حصى وبنسبة وزنية (4:2:1) (نسبة الماء إلى السمنت 0.5). ويصنع بأبعاد (140x1000x500ملم) ولكونه يمتاز بمعامل انتقال حراري مرتفع جداً (3.35 واط/م$^2$.ك°) وكمية حمل التكييف المطلوبة خلال شهر تموز ولجدار مساحة متر مربع واحد مواجه للشرق هو 11.8 طن تبريد، لذلك تطلب استخدام مادة عازلة حرارياً توضع باتجاه البيئة (فجوة هوائية او الواح قصبية) (حسن-2009) مع تغليفها بإحدى المواد المتوفرة محلياً ذات الكثافة الاقل والقدرة الاكبر على توفير الطاقة (علي حسن-2010)، بينما يترك سطح الجدار الخرساني ليشكل طبقة الانهاء الداخلية او الاكساء بالبورك الفني، لذلك تم اعداد نموذج لغرفة ابعادها (2x1x1) م، تقع في الطابق الثالث من مبنى في مدينة بغداد، الجدار(2x1)م مواجه للشرق-(جدار الاختيار)- وبثبوت المتغيرات التالية:

١- منطقة البحث – بغداد – خط عرض ٣٣.٢ درجة شمالاً (متوسط خطوط العرض المارة بالعراق) .

٢- موقع غرفة الاختبار في الطابق الثالث من مبنى يرتفع حوالي (6) م عن الأرض؛ لكي تكون (قدر الإمكان) الغرفة معرضة للبيئة طيلة ساعات النهار وعدم وجود عائق يمنع تأثير الطاقة الشمسية عليها.

٣- 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 تغير درجة حرارة سطح طبقة الانهاء الخارجية

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).

٤- 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 الامكان وجعل انتقال الحرارة من جدار الواجهة (الجدار قيد الدراسة) هو المصدر المؤثر في تغيير مستوى الراحة الحرارية داخلها.

٥- استخدام مكيفة هواء جدارية سعتها نصف طن تبريد لتوفير الظروف الحرارية المناسبة داخل الغرفة لاجراء القياسات المطلوبة.

٦- مستوى الراحة الحرارية المطلوب توفيرها داخل الغرفة 26.5 م° بصلة جافة، 65 % رطوبة نسبية صيفاً، لكون اشغال الحيز أكثر من 40 دقيقة (درجة حرارة هواء البيئة صيفاً (الظل) أقرب الى 50 م°) (Arora –2007) .

٧- توجيه الجدار قيد الدراسة نحو الشرق – (لان البحث لا يتعلق بتحديد أفضل توجيه، بل يتطلب تحديد أفضلية مادة عن اخرى ولا ضرر من تثبيت التوجيه) والجدول رقم (1) يوضح تأثير تغيير التوجيه على حمل التبريد لجدار من الطابوق العادي (علي حسن – 2010).

٨- اعتماد الباحث على البيانات المتوفرة في (الدوري وآخرون – 1992) لتقدير المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة للمقاطع التي تم دراستها وكما موضح في الجدول (2).

٩- ان مادة الإنهاء الخارجية للأرض المحيطة بالنموذج هي البلاطات الخرسانية (الشتايكر) (40x800x800)ملم، رصاصية اللون ومادة الإنهاء للأسطح الداخلية للنموذج (السقف والجدران) الجص سمك (25) ملم .

١٠- تم الاعتماد على البيانات الموضحة في (Rohsenow & Hortnett – 1973) لتقدير انتقال الحرارة بالحمل الحر (h) من الجدار الى حيز الغرفة

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

حيث $\Delta t$ هي فرق درجات الحرارة بين السطح الساخن (الجدار) ودرجة الحرارة القياسية داخل الغرفة

١١- 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)

١٢- كمية الطاقة الكهربائية التي يستهلكها جهاز تكييف الهواء لتوفير مستوى قياسي لظروف الراحة الحرارية داخل الغرفة يتم قراءتها مباشرة من عداد للطاقة الكهربائية مربوط الى جهاز التكييف والمصنع من قبل نفس الشركة.

تم دراسة السلوك الحراري للجدار المقترح وذلك بتغيير مادة و موقع الحشوة وكما موضح في الشكل(3)، حيث استخدمت فجوة هوائية اوالواح قصبية سمكها 50 ملم وضعت أقرب ما تكون الى الخارج او في وسط الجدار الخرساني مع التغليف بعدة مواد متوفرة محلياً، وكذلك دراسة السلوك الحراري للجدار التقليدي سمك 120 ملم، 240 ملم لأغراض المقارنة،

تم قياس درجة الحرارة على جانبي مادتي الانهاء الداخلية (المواجهة للغرفة) الجص الفني، والخارجي (المواجه للبيئة )(إحدى مواد التغليف المستخدمة ) وكذلك درجة حرارة هواء البيئة ((الظل)) خلال اليوم (21) من شهر تموز من الساعة 5 صباحاً ولغاية 07:30 مساءاً وتم تمثيل تلك القراءات في مخططات موضحة في الاشكال من (4) الى (7) .

## ٣- النتائج والمناقشة

لغرض تحقيق هدف البحث في تقليل الاعتماد على الطابوق كنظام رئيسي لتشييد الجدران غير الساندة في الأبنية الهيكلية، تم اقتراح استخدام الخرسانة لتشكيل قطع صغيرة مسبقة التصنيع ( قطع جاهزة ) تنقل الى موقع التشييد لغرض تجميعها مشكلة جدار وكما موضح في الشكل(3) وتم دراسة السلوك الحراري للجدار المقترح بتغيير نوعية الحشوة العازلة حرارياً وكذلك نوعية مادة التغليف الخارجية وكما موضح بالاشكال من (4) الى (7).

## ٤- فترة اختبار الجدار

تم اختبار السلوك الحراري للجدار المقترح لمدة 15 ساعة /يوم (من الساعة 05:00 صباحاً ولغاية 07:30 مساءاً) وليوم (21) من شهر تموز، أي دراسة السلوك الحراري للجدار قبل شروق الشمس ولغاية مغيبها ( دراسة السلوك الحراري للجدار خلال فترة وجود الشمس في السماء ) مع التركيز على شهر تموز لكونه احد الاشهر التي تمتاز بسطوع شمسي طويل وكمية اشعاع كبيرة أيضاً.

## ٥- ٣-٢ نوعية المادة العازلة المستخدمة

لكون البحث يهدف الى انشاء جدران ملائمة للمناخ الحار وتستخدم ما متوفر من مواد محلية، تم التركيز على استخدام مواد عازلة حراريا" متوفرة في البيئة العراقية، فوجد أن الألواح القصبية هي الاسهل إعداداً

والأرخص ثمناً والأعلى عزلاً حرارياً عند المقارنة مع مواد اخرى [علي حسن – 2010] لذلك تم استخدامها مع مقارنة السلوك الحراري للجدارعند استخدام فجوة هوائية .

## ٦- ٣- ٣ أكفأ مادة تغليف

للحصول على ثبات نسبي لدرجة حرارة السطح الداخلي لمادة التشييد (الخرسانة ) يتطلب تخميد الحرارة الموثرة قبل وصولها مادة التشييد، لذلك تم اقتراح وضع المادة العازلة على طبقة مادة التشييد المواجهة للبيئة ولذلك تطلب تغليفها لاكساب الجدار شكل لائق اضافة الى حفظ المادة العازلة من تأثير الرطوبة، وتم دراسة السلوك الحراري للجدار وبتغير مادة التغليف للسطح الخارجي، فوجد ان الالواح المعدنية المطلية بالاصباغ الحرارية البلاستيكية تحقق توفير اكبر في الطاقة الكهربائية المستهلكة لاغراض التكييف وتكون في حدود (35.8-11.4) % والسبب يعود الى معامل الانعكاس العالي، عند مقارنتها بالطاقة المستهلكة من جدار طابوق سمك 240 ملم، بينما تكون في حدود (43.8-22.3) % عند مقارنتها بالطاقة المستهلكة للتكييف من جدار طابوق سمك 120 ملم، بينما استخدام الواح الديكور البلاستك المجوف سيوفر طاقة قدرها (13.4-3.9) % مما يستهلكة جدار الطابوق سمك 240 ملم، بينما تكون (24-9) % مما يستهلكه جدار الطابوق سمك 120 ملم، بينما كمية التوفير الذي يتحقق عند استخدام الواح الديكور الالمونيوم فتكون في الحدود (13.4-1.2) % مما يستهلكه جدار الطابوق سمك 240 ملم و تكون في حدود -24.1)% (13.4 مما يستهلكه جدار الطابوق سمك 120 ملم، أما استخدام ألواح الاسبست فسيوفر طاقة في حدود (11.9-3.2)% ما يستهلكه جدار الطابوق 240 ملم، وتكون (22.8-15.2)% مما يستهلكه جدار الطابوق 120 ملم، أما التغليف باستخدام الواح الفايبر كلاس فان نسبة توفرها تكون (9.0-1.1) %، (7.2-3.4) عند مقارنتها بالطاقة المستهلكة عند استخدام الجدار المشيد من الطابوق سمك 240 ملم والطابوق سمك 120 ملم أما التغليف بالألواح المعدنية، فان نسبة توفيرها تكون في حدود (10-0.5)% عند مقارنتها بالطاقة المستهلكة للجدار المشيد من الطابوق سمك 120 ملم .

## ٧- ٣-٤ نوع المادة العازلة

تمت المقارنة بين نوعين من المواد العازلة حرارياً في الجدران هما وجود فجوة هوائية وألواح قصبية بموقع متغير، ففي بعض الجدران تتوسط الجدار الخرساني، وفي جدران أخرى تكون على طرف منه، وكما موضحة في الأشكال من (4) الى (7). أظهرت النتائج الموضحة في الجدول(3) أن وجود الألواح القصبية يحقق توفير اكبر في كمية الطاقة المستهلكة لأغراض التكييف مقارنة بما يستهلكه بوجود فجوة هوائية، أي إن وجود الألواح القصبية سمك 50 ملم يوفر طاقة قدرها (32.2-3.12) % عند المقارنة

مع الطاقة المستهلكة من جدار طابوق سمك 120 ملم، وتكون (22.6-0.6) % عند المقارنة مع الجدار المشيد من طابوق سمك 240 ملم وتبعاً لتغير مادة الإنهاء الخارجي، بينما وجود الفجوة الهوائية بنفس سمك الألواح القصبية سيجعل قيم التوفير تكون في حدود (22.3-0.5) %، (11.4-1.1) % من الطاقة المستهلكة من جدار طابوق سمك 120 ، 240 ملم، ويتضح أن استخدام الألواح القصبية بسمك 50 ملم سيزيد كمية الطاقة المتوفرة في حدود 51%، 85% عن تلك الموفرة بوجود الفجوة الهوائية وعند المقارنة مع الطاقة المستهلكة من جدار طابوق سمك 120، 240 ملم .

## ٨- ٣-٥ الموقع الأمثل للمادة العازلة

اتضح من نتائج البحث الموضحة في الفقرة السابقة، إن الألواح القصبية هي الاعلى توفيراً للطاقة، ولتحديد موقعها ضمن الجدار الخرساني، تم دراسة السلوك الحراري للجدار الخرساني ولموقعين مختلفين للمادة العازلة، أولهما أن تكون اقرب ما يمكن للبيئة وثانيهما ان تتوسط الخرسانة، وكما موضح في الجدول(1)، فان وجود الالواح القصبية في الموقع الثاني (تتوسط الجدار الخرساني) سيحقق توفير اكبر ويكون في حدود (20-27) % ، بينما التوفير المتحقق عند وضع الالواح القصبية اقرب مايكون الى البيئة يكون في حدود (11.6-17.7) % عند المقارنة مع ما يستهلك من طاقة لاغراض التكييف للجدار المشيد من الطابوق سمك 120 ملم، 240 ملم (على التوالي)، ويعود ذلك الى ان توسط العازل للجدارالخرساني سيقسم الجدار الى جزئين اولهما يكون معرض للتقلبات في درجة الحرارة، بينما تظهر وبتردد اقل خلال الجزء الثاني من الجدار. وعند انخفاض درجة الحرارة البيئة، فان الجزء الاول سيعكس انتقال الحرارة، ويكون انتقالها الى البيئة، وبالتالي سينخفض معدلها المنتقل خلال الجزء الثاني عبر اللوح القصبي.

## ٩- ٣-٦ كلفة تنفيذ الجدار المقترح

إن تكلفة إنشاء القطع الخرسانية مسبقة التصنيع لتشكيل الجدار الخرساني وبالصورة المقترحة وكما موضح في الشكل(3) وبسمك 200 ملم وتتوسطها الألواح القصبية سمك 50 ملم مع التغليف باستخدام الواح الديكور البلاستك المجوف (وبالاعتماد على الاسعار السائدة في سوق العمل في مدينة بغداد –2009) كانت تزيد بمقدار 60% عن تلك المطلوبة لانشاء جدار طابوق 240 ملم وكذلك تزيد بمقدار 80% عن تكلفة انشاء جدار طابوق سمك 120 ملم، بينما متوسط الطاقة الموفرة عند استخدام الجدار الخرساني المقترح ستكون 24%، 13.4% مقارنة بالطاقة المستهلكة عند انشاء الجدار من الطابوق سمك 240,120 ملم، وكمية الطاقة الموفرة لاغراض التكييف ستكون في حدود (7,10) كيلو واط–ساعة /م2 عند المقارنة مع ما يستهلكة جدار الطابوق سمك 120 ملم، 240 ملم وبهذا يمكن توفير المبالغ الاضافية المدفوعة لغرض الانشاء خلال 4

سنوات، إضافة الى الفائدة المتحققة في منع تقليص الاراضي الزراعية لعدم الحاجة الى التراب لصناعة الخرسانة.

ومما تقدم، يمكن تثبيت عدة توصيات تتعلق بمبادى حفظ الطاقة وترشيدها داخل المباني وهي :

١- استخدام الجدار ( المقترح) الخرساني مسبق التصنيع يسهل ويسرع من انشاء الجدار واستكمال الأبنية.

٢- استخدام الجدار المقترح يسهل تداول القطع ويقلل من تكلفة الانشاء عند مقارنته بالجدار الكامل مسبق التصنيع .

٣-استخدام الالواح القصبية كمادة عازلة حرارياً يقلل الطاقة المطلوبة للتكييف .

٤- التقليل من استخدام الفجوات الهوائية كمادة عازلة حرارياً، لقلة الكفاءة اضافة لتوفر عدة بدائل رخيصة الثمن.

٥- بسبب ارتفاع كلفة استخدام الألواح المعدنية الألمنيوم المطلي بالألوان الحرارية البلاستيكية، لا نؤيد استخدامه رغم انه كفوء بتوفير الطاقة .

٦- نجد ان الواح الديكور البلاستك المجوف تحقق توفير معقول اضافة الى انخفاض ثمنها وقلة كثافتها.

٧- لا يوجد مبرر لاستخدام الالواح المعدنية الملونة المعروفة بالعظم (Alubond) لارتفاع ثمن الشراء والتنفيذ، وتقارب نسبة توفيرها للطاقة مع الواح البلاستك الديكور المستخدمة حالياً في أعمال الإنهاءات الداخلية.

٨- إن تكلفة إنشاء الجدار المقترح تزيد بمقدار 80% عند تكلفة انشاءه جدار الطابوق ذي السمك 120 ملم وتزيد بنسبة 61% عن تكلفة انشاء جدار الطابوق سمك 240 ملم ولكن نسبة توفيرها للطاقة سيكون (15-7) كيلو واط-ساعة/م2 وبهذا ستحقق استرجاع لفرق تكلفة التشييد خلال (4) سنوات فقط.

## جدول (1) تأثير تغير التوجيه على حمل التبريد لجدار من الطابوق العادي (علي حسن – 2010)

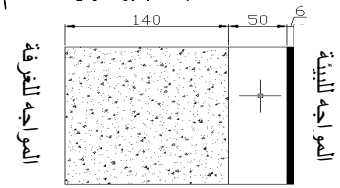
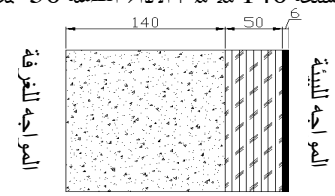
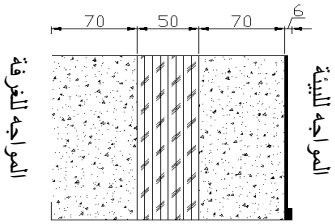
| توجيه الجدار | درجة حرارة الظل Tsh | درجة حرارة السطح الخارجي للجدار To | درجة حرارة السطح الداخلي المواجه للغرفة Tr | فرق درجات الحرارة بين الجدار والحيز | السعة التبريدية بوحدات طن تبريد شهرياً | الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدات kw-hr شهرياً | النسبة المئوية لتغير الطاقة المستهلكة نسبة للاتجاه الشرق % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشمال N | 39.34 | 43.31 | 35.53 | 9.03 | 21.4 | 16.1 | -20.8 |
| الشمال الشرقي NE | | 45.54 | 37.36 | 10.86 | 25.7 | 19.35 | -4.8 |
| الشرق E | | 46.2 | 37.9 | 11.4 | 27 | 20.33 | ___ |
| الجنوب الشرقي SE | | 46.10 | 37.82 | 11.32 | 26.8 | 20.18 | -0.74 |
| الجنوب S | | 45.84 | 37.6 | 11.1 | 26.3 | 19.8 | -2.61 |
| الجنوب الغربي SW | | 47.02 | 38.5 | 12 | 28.4 | 21.4 | +5.26 |
| الغرب W | | 46.55 | 8.19 | 11.7 | 27.7 | 20.86 | +2.61 |
| الشمال الغربي NW | | 45.41 | 37.33 | 10.83 | 25.65 | 19.3 | -5.02 |

## جدول (2) الخواص الحرارية للمقاطع التي تم دراستها بالبحث (الدوري وآخرون – 1992)

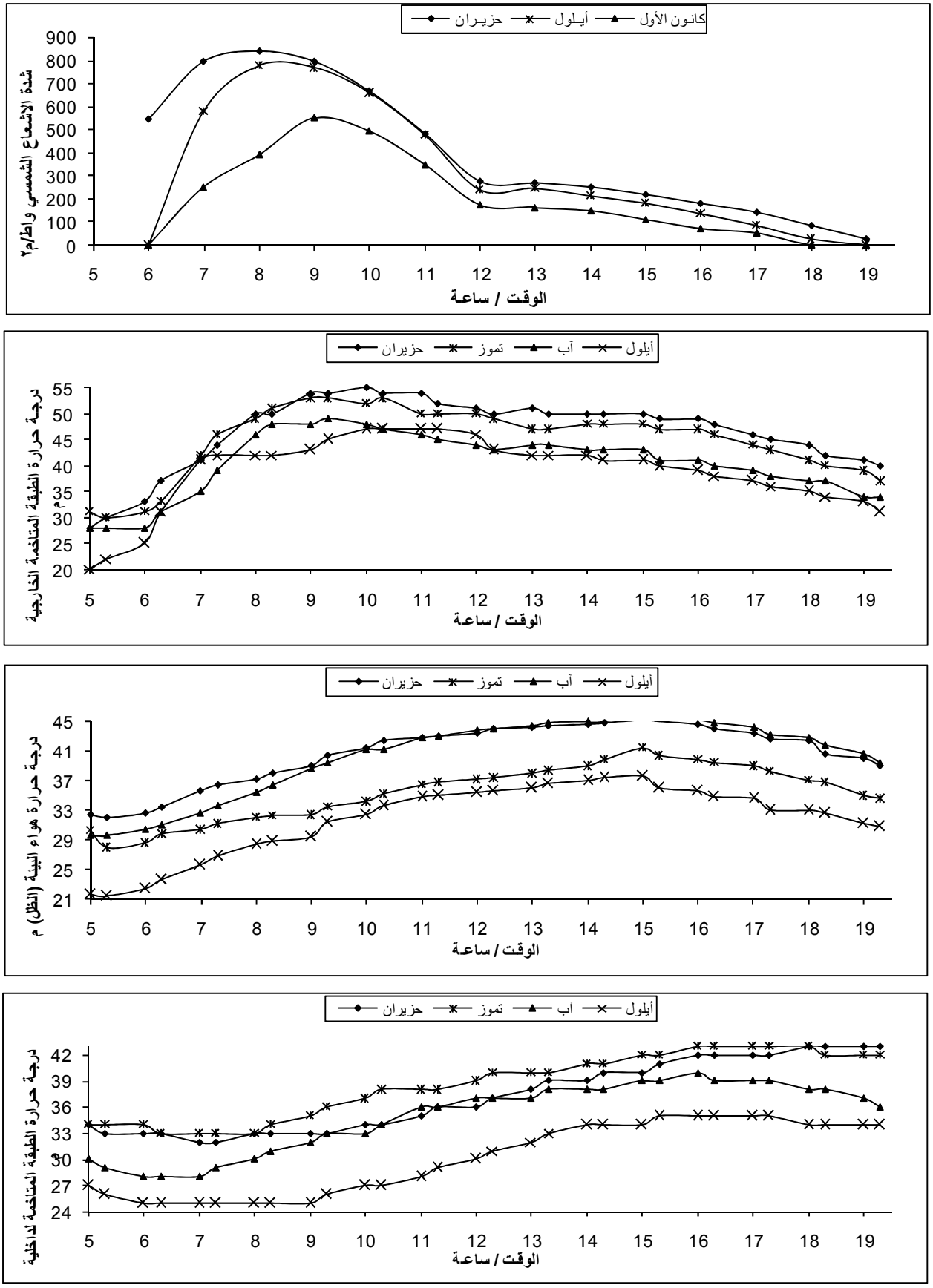
| المادة | الكثافة $Kg/m^3$ | معامل التوصيل الحراري * | المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة** |
|---|---|---|---|
| الخرسانة المسلحة | 2300 | 1.49 | |
| ألواح الاسبست | 1500 | 0.6 | |
| ألواح الفايبر كلاس | 160 | 0.350 | |
| الألواح المعدنية | 1716.5 | | |
| ألواح الألمنيوم | 1320 | | |
| ألواح بلاستك المجوف | 2752 | | 1.509 |
| الألواح القصبية | 400 | 0.110 | |
| الطابوق الفني | 1400 | | 1.1 |
| الإكساء بالجص | 1200 | 0.57 | |
| الإكساء بالسمنت | 2050 | 1.08 | |

* وحدات القياس $(W/m.c°)$ ** وحدات القياس $(W/m^2.c°)$

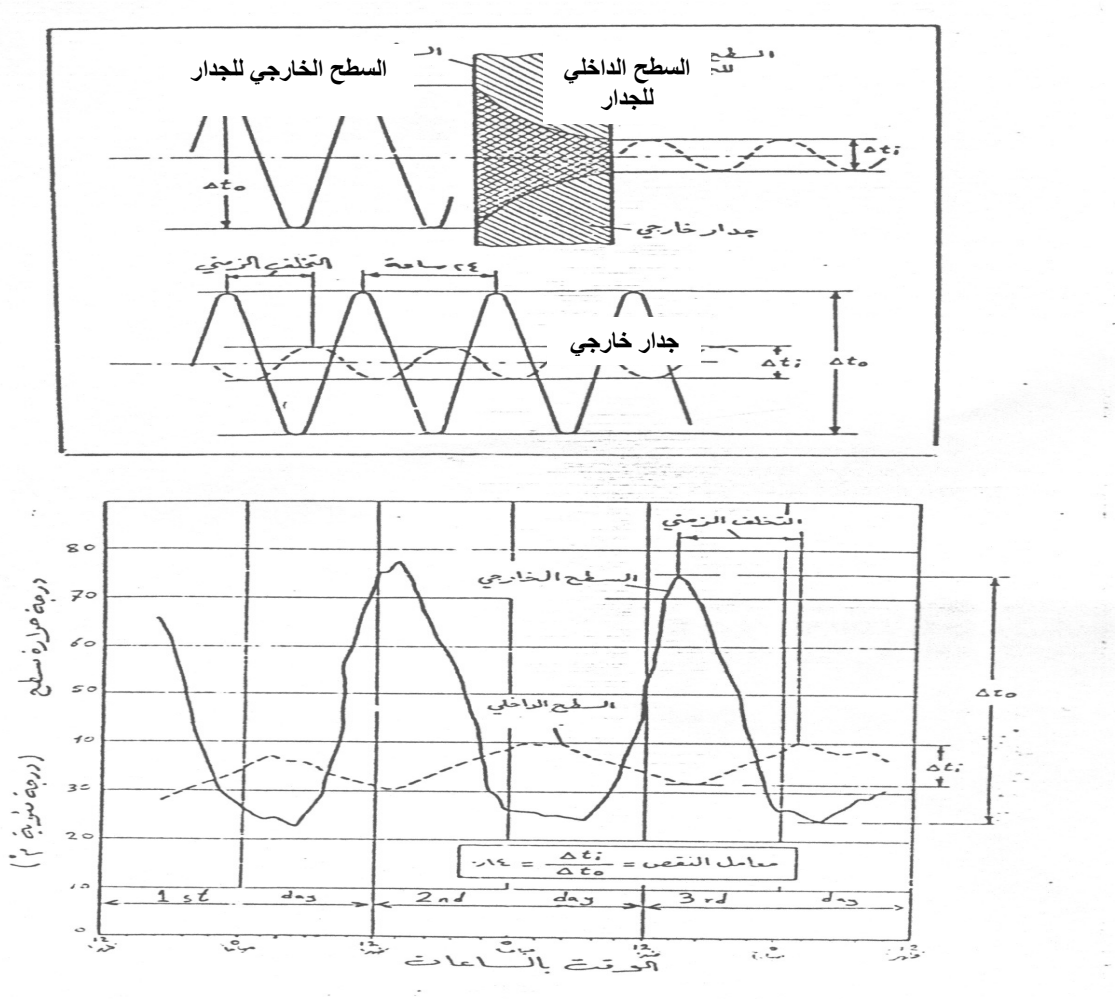
## جدول (3) تفاصيل حساب التوفير في الطاقة الكهربائية المستهلكة بتغيير موقع العازل وأسلوب التغليف

| مواصفات الجدار | مادة التغليف | السمك الكلي mm | درجة حرارة هواء البيئة $T_{sh}$ °C | درجة حرارة السطح الخارجي $T_o$ C° | درجة حرارة الهواء المناخمة الداخلية $T_i$ °C | فرق درجة الحرارة بين الجدار الغرفة °C | مقدار الحرارة المنتقلة kw/m² | الطاقة الكهربائية المستهلكة-Kw hr/m² | النسبة المئوية % للتخفيض المتحقق مقارنة بالجدار الطابوق سمك 120 | النسبة المئوية % للتخفيض المتحقق مقارنة بالجدار الطابوق سمك 240 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خرسانة مسلحة 140 ملم + مع فجوة هوائية 50 ملم   | ألواح الاسبست مطلية بالايبوكسي<br>ألواح الفايبر كلاس<br>ألواح البلاستك المجوف (الديكور)<br>الألواح المعدنية المطلية *<br>ألواح الديكور (عظم)<br>الألواح المعدنية | 200 | 41.28 | 55.9<br>45.9<br>47.5<br>48.8<br>46.3<br>44.7 | 46.1<br>51.4<br>47.38<br>45.0<br>46.6<br>49.0 | 19.7<br>25<br>21<br>18.6<br>20.2<br>22.6 | 24.4<br>39.6<br>26.5<br>22.6<br>25.2<br>29.3 | 19.0<br>30.0<br>20.4<br>17.4<br>19.4<br>22.5 | 15.2<br>-<br>9.0<br>22.3<br>13.4<br>0.5 | 3.2<br>-<br>-<br>11.4<br>1.2<br>0.0 |
| خرسانة مسلحة 140 ملم مع + الألواح القصبة 50 سمك ملم   | ألواح الاسبست مطلية بالايبوكسي<br>الواح الفايبر كلاس<br>الواح البلاستك المجوف (الديكور)<br>الالواح المعدنية المطلية *<br>الواح الديكور (عظم)<br>الواح المعدنية | | 41.28 | 48.2<br>47.1<br>47.9<br>50.4<br>47.7<br>44.6 | 45<br>47.4<br>45.4<br>43.2<br>45.9<br>48.4 | 18.6<br>23.0<br>19.0<br>16.8<br>19.5<br>22 | 22.6<br>24.0<br>23.2<br>19.7<br>24<br>28.2 | 17.4<br>23.0<br>17.9<br>15.2<br>18.5<br>21.7 | 22.3<br>-<br>20.1<br>32.3<br>17.4<br>3.12 | 11.4<br>-<br>8.8<br>22.6<br>5.8<br>- |
| خرسانة مسلحة 140 ملم تتوسطها الألواح القصبة سمك 50 ملم   | ألواح الاسبست مطلية بالايبوكسي<br>ألواح الفايبر كلاس<br>ألواح البلاستك المجوف (الديكور)<br>الألواح المعدنية المطلية *<br>ألواح الديكور (عظم)<br>الألواح المعدنية | | 41.28 | 49.4<br>44<br>44.9<br>46.3<br>46.5<br>44.3 | 44.9<br>47.7<br>44.7<br>41.0<br>47.7<br>48.0 | 18.5<br>21.3<br>18.3<br>14.6<br>18.3<br>21.6 | 22.4<br>27.0<br>22.1<br>16.4<br>22.1<br>26.3 | 17.3<br>20.8<br>17.0<br>12.6<br>17.0<br>20.2 | 22.8<br>7.2<br>24.0<br>43.8<br>24.1<br>10.0 | 11.9<br>-<br>13.4<br>35.8<br>13.4<br>- |
| طابوق 120 ملم<br>طابوق 240 ملم | -<br>- | 180<br>300 | | 48.6<br>46.4 | 49<br>46.8 | 22.5<br>20.4 | 29.1<br>25.6 | 22.4<br>19.63 | -<br>- | -<br>- |

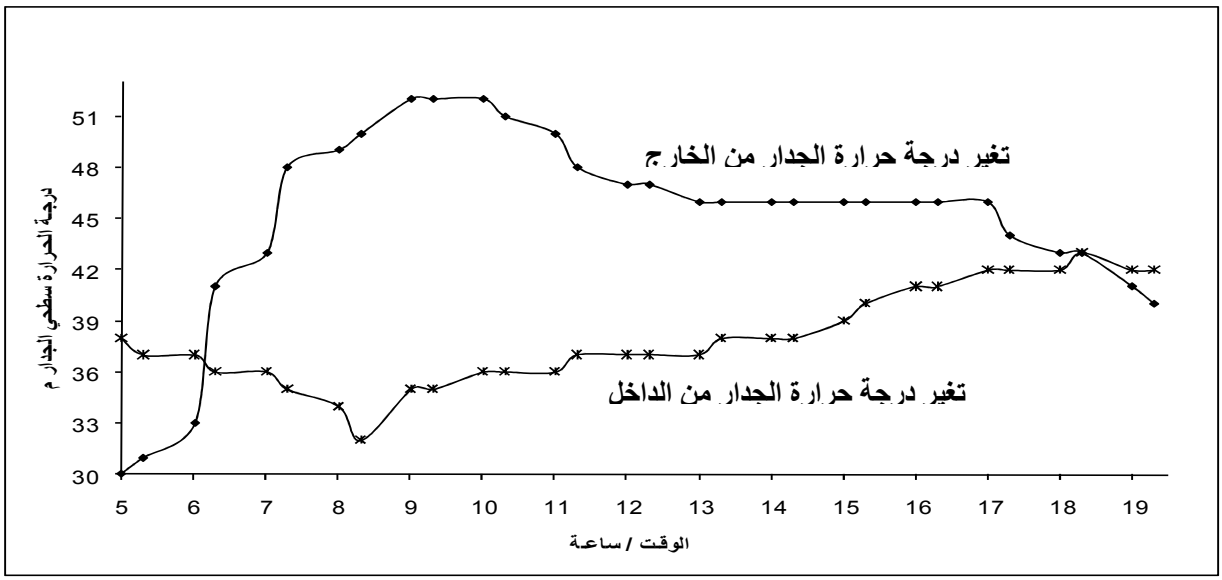
*مطلية بالأصباغ الحرارية البلاستكية.



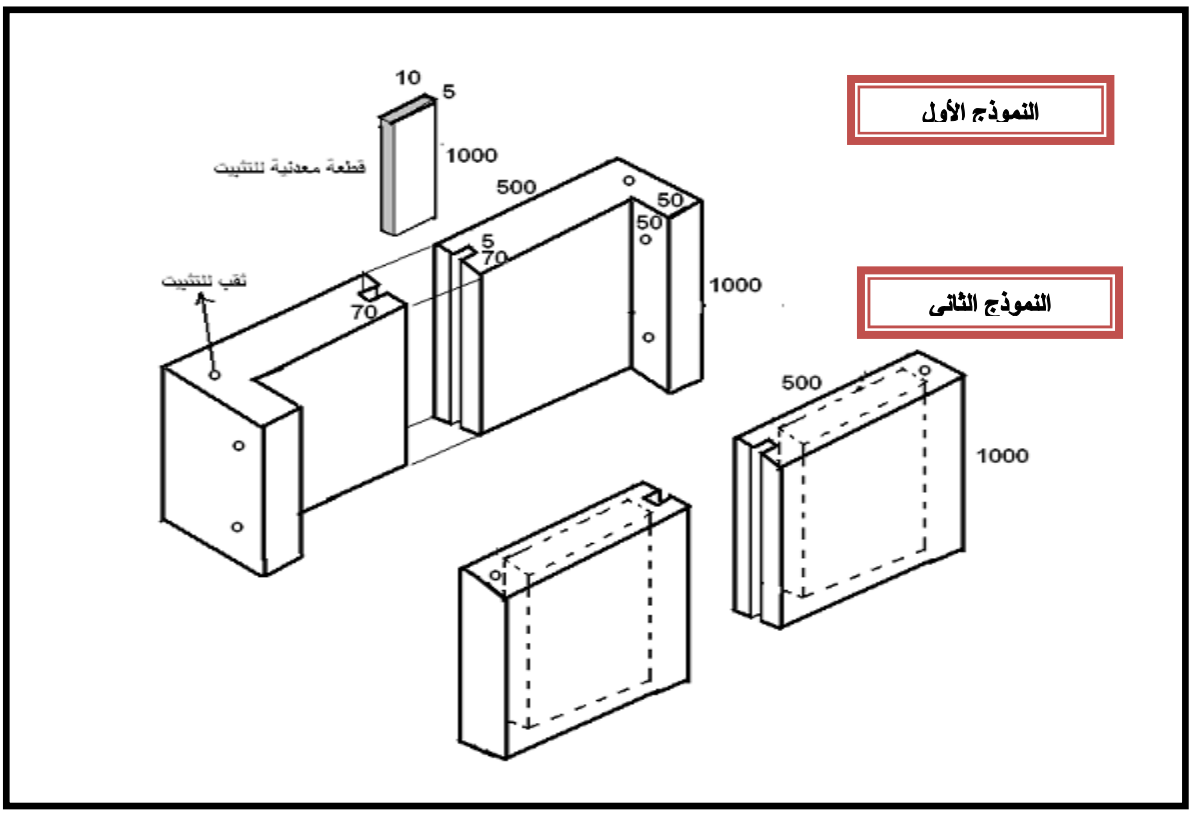

**شكل (1) تغير الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة السطوح والظل بتغير الوقت لجدار مواجه للشرق (الباحث) (الباحث)**

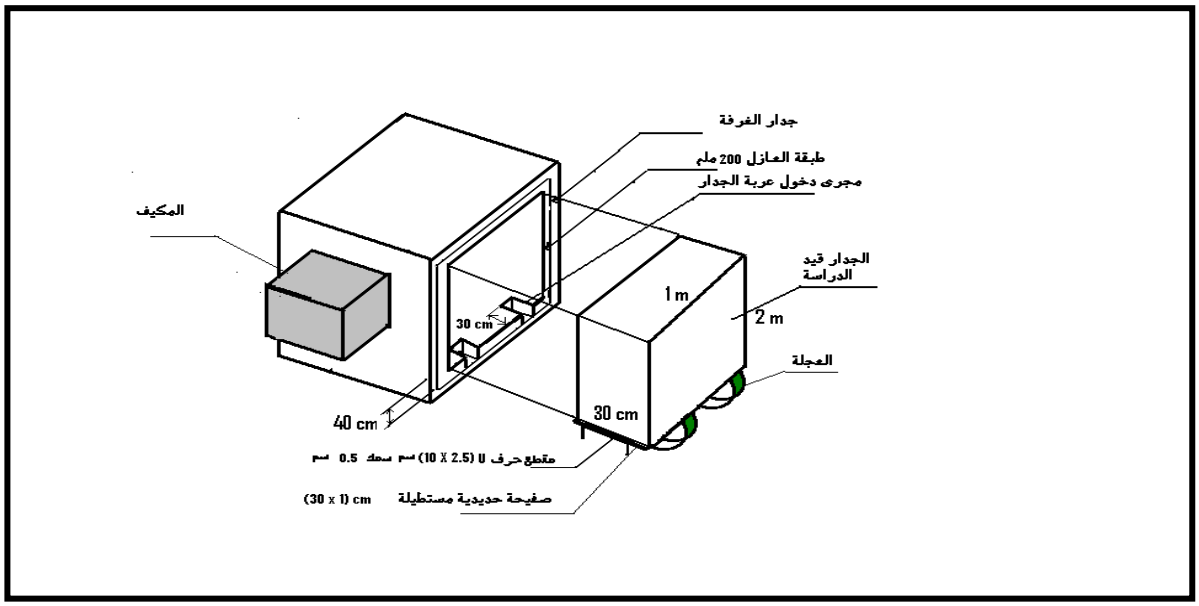



شكل (٢) تغير درجة حرارة البيئة وداخل الغرفة بتغير ساعات اليوم الواحد

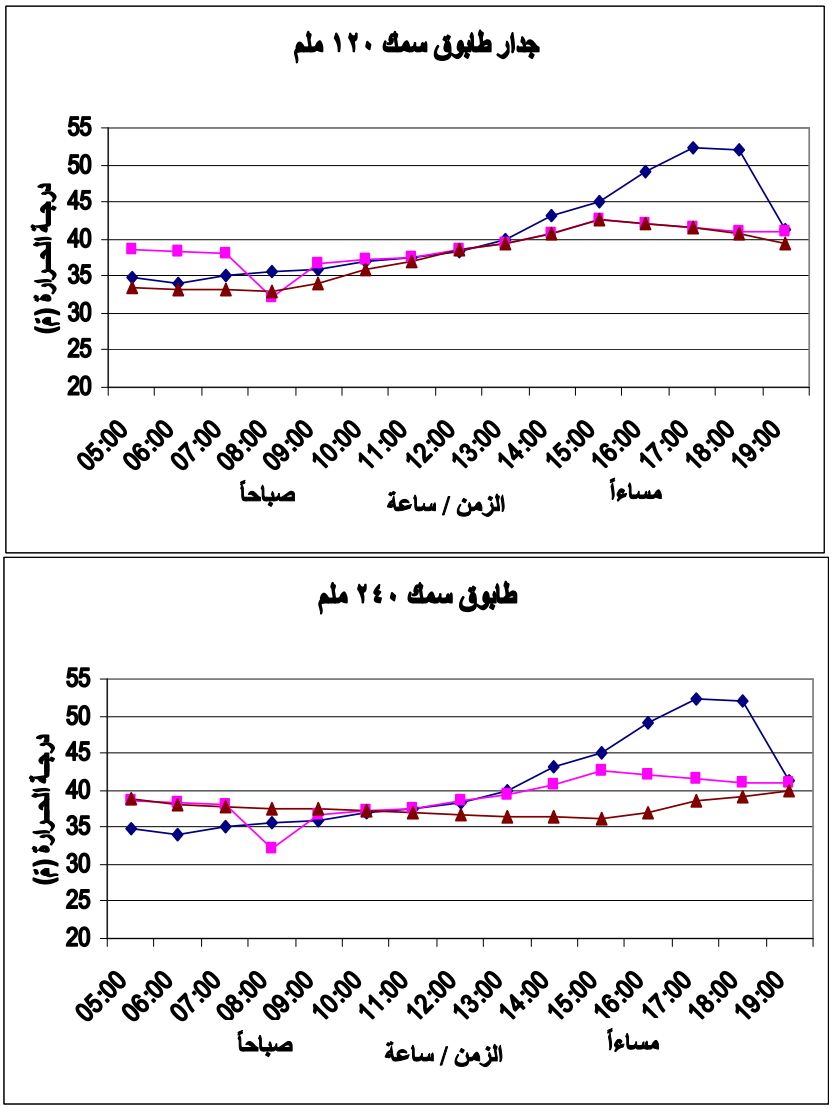



شكل (3) تغير درجة حرارة البيئة وداخل الغرفة بتغير ساعات اليوم الواحد والمواجه للشرق (الباحث)




شكل (4) تفاصيل نماذج الجدار المقترح وغرفة الاختبار

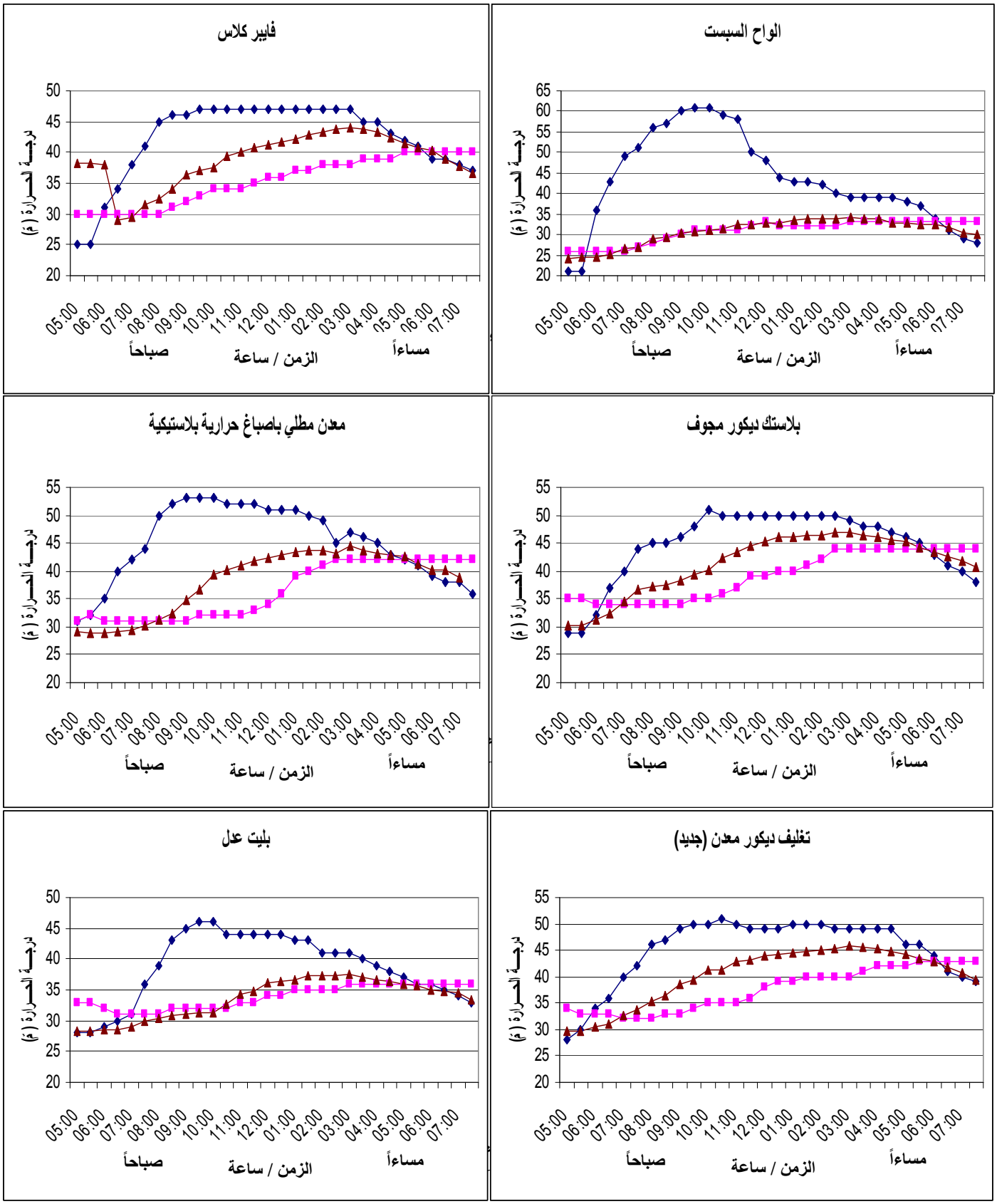



درجة حرارة السطح الخارجي (المواجه للبيئة)

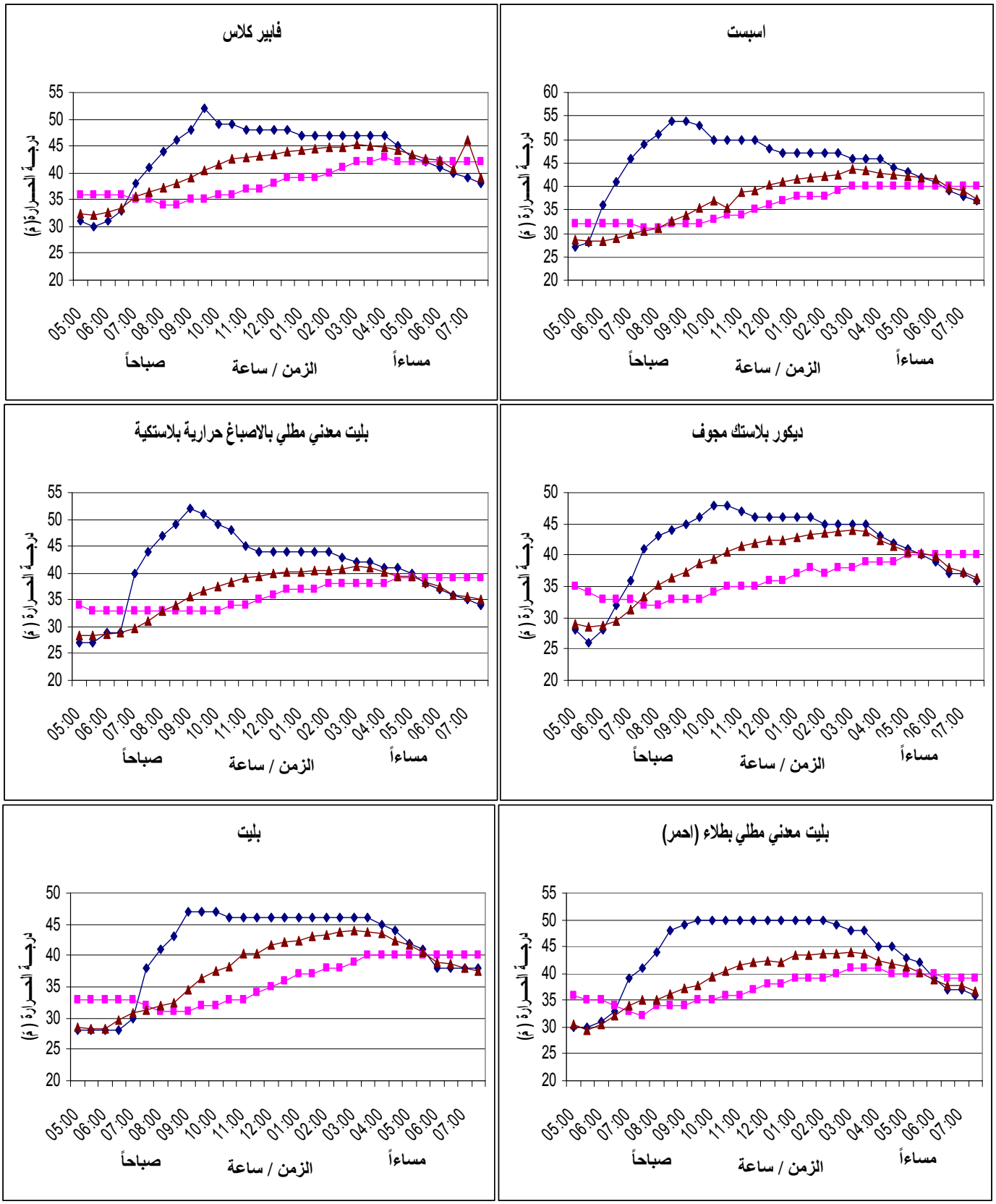
درجة حرارة السطح الداخلي (المواجه للغرفة)

درجة حرارة هواء البيئة (الظل)

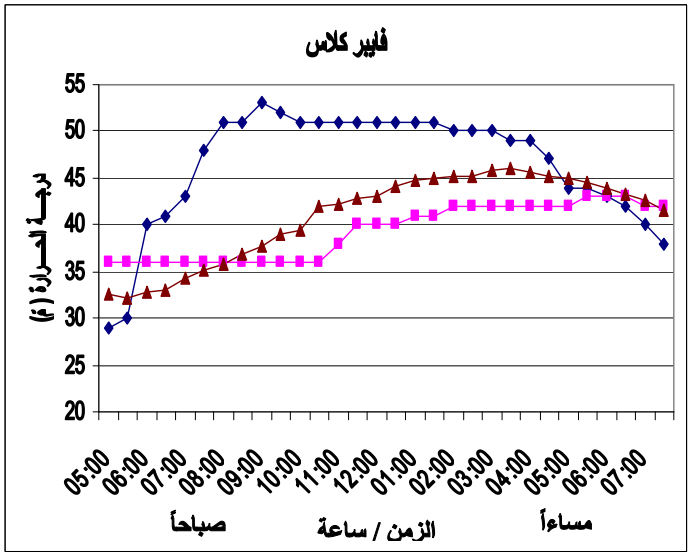
شكل (5) السلوك الحراري للجدران التقليدية المنفذة حالياً (من الطابوق) في العراق بتغيير ساعات اليوم الواحد

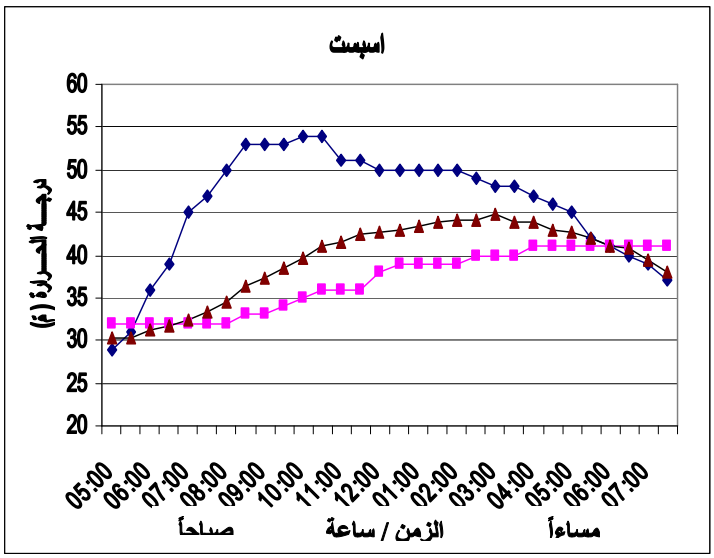


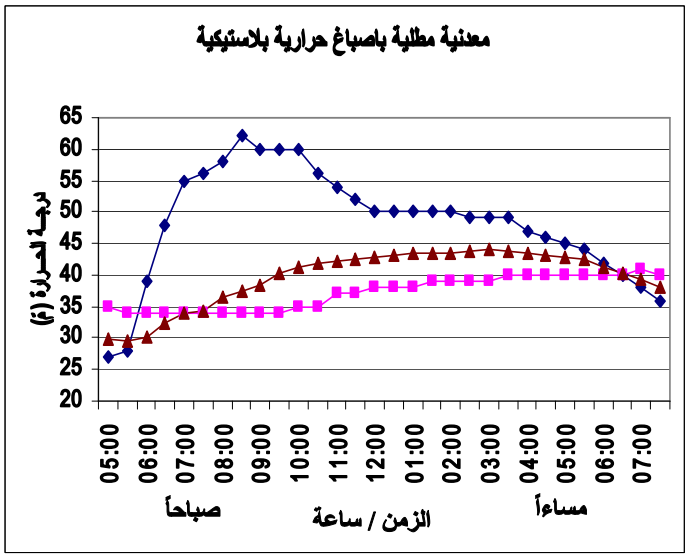

**شكل (6) السلوك الحراري للجدار المشيدة من الخرسانة المقترحة مع فجوة هوائية اقرب الى البيئة (النموذج الأول في الشكل 3) وباختلاف مادة التغليف الخارجي بتغير ساعات اليوم الواحد**

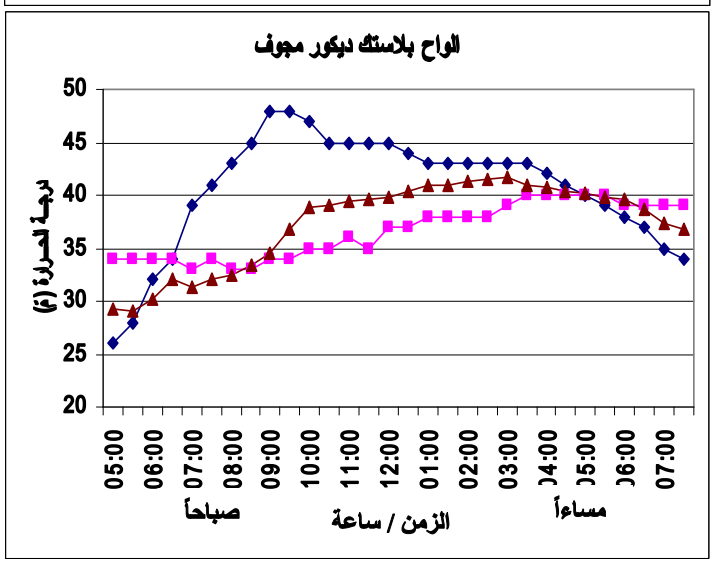


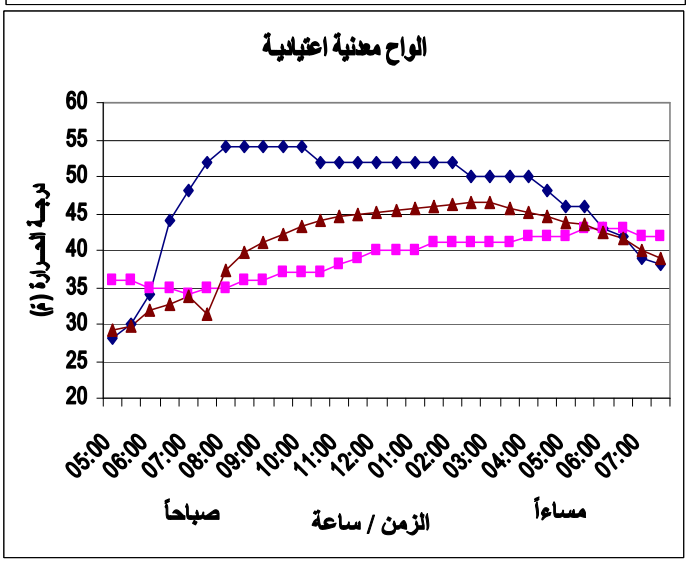

شكل (7) السلوك الحراري للجدار المشيد من الخرسانة بوجود الألواح القصبية اقرب ما تكون الى البيئة (النموذج الأول الموضح في الشكل 3) باختلاف مادة التغليف وخلال ساعات اليوم الواح

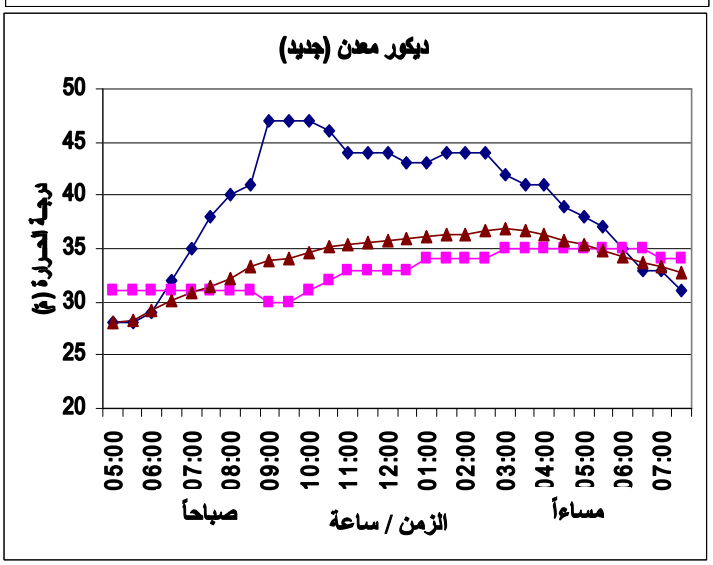



شكل (8) السلوك الحراري للجدار المشيد من الخرسانة تتوسطها الألواح القصبية (النموذج الثاني كما موضح في الشكل 3) باختلاف مادة التغليف خلال ساعات اليوم الواحد

## ١٠- المصـــادر :

1. Arora, S. Domkundwar (A Course in Refregeration & Air – Conditioning) Dhanput Rai & Sons – Delhi – 2007.
2. Jones, W.P. "Air–Conditioning Eng." Edward Amold, London,1987.
3. Rohsenow , Warren M.& Hartnett ,James P."Handbook of heat transfer" McGraw – Hill Book company –New York – U.S.A. 1973 .

٤. الدوري . د.مجيد واخرون " الموصلية الحرارية للمواد البنائيه في العراق " المؤتمر العراقي الأول للطاقة، وزاره النفط / العراق ، 1992

٥. العزي – د. محمد أيوب "المشاكل المتعلقة بصناعة مواد البناء" – تقرير من منشورات مركز بحـــوث البنـــاء – مجلـــس البحث العلمي – العراق 1986.

٦. اتصالات شخصية مع العديد من مقاولي تشييد الأبنية في مدينة بغداد – 2009.

٧. علي حسن . عاطف " تقليل تأثير البيئة على درجة حرارة حيز المبنى بتغليف الجدران من الخـــارج – دراســـة تجريبيـــة" مقبول للنشر في المجلة العراقية للهندسة المدنية – جامعة الأنبار – 2010 .

٨. علي حسن . عاطف " استخدام حجر الحلان لانتاج جدران غير ساند مسبقة التصنيع بديلة عن الطابوق" مجلة كلية المأمون /العدد 2010/16 .

٩. كامل شعبان . عوني، الجودي . مقداد " التحليل المناخي للعراق وأثره على العمارة " تقرير من منشورات مركـــز بحـــوث البناء – مجلس البحث العلمي / العراق 1975.