

تقليل تأثير البيئة على درجة حرارة حيز المبنى بتغليف الجدران من الخارج (دراسة تجريبية)

عاطف علي حسن¹

قبول النشر: ٢٠١٠/٩/٧

تاريخ الاستلام: ٢٠١٠/٣/١٠

الخلاصة (Abstract):

يهدف البحث الى تقليل كميات الحرارة المنتقلة من والى الحيز الداخلي للمبنى بتغليف الجدار الخارجي (المعرض للبيئة) للأبنية المنفذة حالياً وباستخدام مواد متوفرة في الأسواق المحلية، لذلك تم تشييد غرفة أبعادها (2x1x1) م، تقع في الطابق الثالث لمبنى موجود في مدينة بغداد (خط عرض 33.2 درجة شمالاً)، والجدار (2x1) م مواجه للشرق، استخدم لأغراض الدراسة، بينما تم عزل بقية الجدران والأسطح من الداخل باستخدام (200) ملم عازل حراري (ستايربور) واستخدام مكيفة هواء جدارية سعتها التبريدية (0.5) طن تبريد لتوفير الظروف الحرارية القياسية.

توصل الباحث من خلال دراسة السلوك الحراري للجدار بعد تغليفه بالمواد، بأن استخدام الغلاف المعدني المطلي بالأصباغ الحرارية البلاستيكية وبوجود عازل حراري سمك (10) ملم، يحقق نسبة تخفيض قدرها 57% مقارنة بما يستهلكه الجدار الاعتيادي بدون تغليف، وعند نفس التغليف ولكن بدون وجود العازل الحراري سنجد أن التخفيض يصل الى 46.2%، بينما استخدام ألواح البلاستيك المجوف (ألواح ديكور) قد حقق توفير قدره 42.5%، بينما طابوق الواح المجوف مع العازل الحراري يحقق نسبة تخفيض قدرها 40.22% والطابوق الفرشي الصلد مع العازل يحقق 39.5% توفير، بينما ألواح الاسبست المطلية بطلاء الألمنيوم العاكس يحقق 34% في حين حقق استخدام السيراميك وبوجود العازل الحراري توفير قدره 31.9%، في حين كانت نسبة التخفيض عند التغليف بالمرمر، البورسلين، حجر الحلان، ألواح الفايبركلاس مع استخدام العازل الحراري أقل من 30%.

الكلمات الرئيسية: تقليل التسرب الحراري من جدران الأبنية – تغليف الجدران بمواد متوفرة – تقليل تأثير البيئة على درجة حرارة الحيز – تقليل استهلاك الطاقة داخل المبنى.

The Environmental Effect Reduction On Internal Space Temperature By External Walls Covering (Experimental Study)

Atif Ali Hassan

Abstract:

The object of this paper was reduced the heat transferred quantities from or to internal building space by covering it's external walls with many materials, therefore, the researcher build the (1x1x2) m room sample at 3rd floor for building in Baghdad city (L = 33.2 N°), and (1x2)m wall has East orientation, while the other surfaces were insulated by 200 mm styropor sheets, and using Air – Conditioner 0.5 Ton of refrigeration to afford the standard thermal comfort.

¹ استاذ مساعد – معهد التكنولوجيا / بغداد .

The researcher found that, the metal sheet painted with thermal plastic paint with 10 mm thermal insulation used as a cover layer for ordinary wall saved 57% from electrical energy consumption in Air-Conditioner, while used that material without insulation layer gives 46.2% , hollow plastic board (for decorative used) gives 42.5% , hollow faced brick with thermal insulation gives 40.22%, solid flooring brick with thermal insulation gives 39.5% , colour metal sheets with air – gap gives 36.4%, asbestos – cement board coated by reflective aluminum paint gives 34%, the ceramic with thermal insulation gives 31.9%, while all the material – marble , porcelene , hallan stone , fiberglass sheets with 10 mm thermal insulation will gives the electrical energy reduction percentage less than 30% .

Main Words :Heat Transfer Reduction Through Walls, Covering Materials For Thermal Environmental Effect Reduction, Energy Consumption Reduction Through Building.

١. المقدمة (Introduction):

أن الأبنية تستهلك ولأغراض تكييفها السنوي ما يقارب (70) % من إجمالي استهلاكها السنوي للطاقة (علي حسن ، لطيف- 2008)، وبما أن حجم المبنى لا يتعدى (500-1000) متر مكعب، وكذلك فإن ارتفاعه لا يزيد عن الثلاث طوابق (9 متر)، لذلك فإن تأثير الحمل الحراري المتسرب من جدران المبنى يكون في الحدود (50-80)% من إجمالي التأثير البيئي على المبنى (علي حسن – 2009)، وعليه فإن تقليل التسرب الحراري خلال جدار المبنى سينعكس مباشرة على تقليل الطاقة المطلوبة لتكييف المبنى، وإحدى السبل المتاحة لتحقيق ذلك، هو تقليل معامل الانتقال الحراري الإجمالي لمقطع الجدار الخارجي للمبنى (المعرض للبيئة).

إن الجدار التقليدي شائع الاستخدام منذ عدة عقود وفي عموم العراق تقريباً، هو التشييد بالطابوق الفني سمك (240) ملم مع استخدام طبقتي إنهاء، لبخ بالاسمنت سمك (20) ملم من الخارج، وطبقة جص فني سمك (25) ملم من الداخل والتي تعطي معامل انتقال حراري إجمالي قدره (1.75) واط/م²ك (الدوري – 1992) وهو رقم كبير نسبياً (رغم وجود أنماط أخرى للبناء – حجر الحلان سمك (400) ملم والكتل الحرسانية المحوفة سمك (200) ملم، إلا أنها محدودة الاستخدام) ومما كانت نسبة تخميد تردد الموجة الحرارية المؤثرة على الجدار، فإن فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار (بين البيئة وداخل الغرفة) لا يقل عن 20°م (كامل شعبان – 1973)، لذلك فإن كمية الحرارة المتسربة من أو الى داخل المبنى ستكون كبيرة المقدار ، وكما موضح في الشكل (1)، وبما أن العراق يعمل على وضع اللبنة الأولى لحملة إعمار ضخمة، لتلبية متطلبات الحاجات الأساسية للفرد العراقي (أبنية سكنية – مدارس – مستشفيات وأبنية عامة أخرى)، سيتطلب هذا زيادة كمية الطاقة الكهربائية التي تستهلكها تلك الأبنية وبالتالي يتطلب زيادة الطلب على إنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية لتلبية ذلك الطلب.

لقد تناول عدد من الباحثين تقليل التسرب الحراري من الأبنية، فمنهم من أكد على ضرورة توفير تشجير محيط بالأبنية باستخدام المتسلقات لكونها تؤثر في تخفيض درجة حرارة الحيز الداخلي للأبنية في حدود (4) م° ، أي أن تقليل الطاقة المطلوبة لتكييفها سيكون في حدود 28% (حسن 2008) ومنهم من ركز على ضرورة استخدام عزل حراري في حدود (70-100) ملم، تبعاً لنوع واتجاه الجدار (Hasan – 1984)، والبعض من اقترح استخدام نظام التشييد ثنائي القشرة بدلاً من الجدران الصلابة (علي حسن – 2009)، والبعض اقترح استخدام مواد ثنائية الطور كظام خزن للحرارة قبل دخولها الحيز (Amori–2009)، ويسبب تزايد مواد الإنهاء المتوفرة حالياً في الأسواق، وان استخدامها في الأبنية يتم تبعاً للذوق العام، لذلك تم اقتراح دراسة السلوك الحراري لها وصولاً لتحديد أفضلها حرارياً، لتقليل الأحمال الحرارية البيئية والمنقلة خلال الجدران، وبالتالي سيقل استخدامها، كمية الطاقة المستهلكة لغرض التكييف السنوي، وبالتالي سيؤدي الى توفير وحدات طاقة، وتعود بالفائدة أخيراً على المواطن والحكومة المحلية.

٢. الأبنية والبيئة :-

يقع العراق في شبه المنطقة المدارية – الحارة الجافة والتي يغلب عليها المناخ الصحراوي، حيث يستمر فيها فصل الصيف لأكثر من سبعة أشهر، تسطع الشمس خلاله فترات طويلة (لأكثر من (12) ساعة/ يوم، وتصل درجة حرارة الظل خلاله الى أكثر من (45°م) ، وبهذا

تعرض القشرة الخارجية للمبنى الى موجات حرارية تتناسب شدتها مع تغير الوقت وكما موضح في الشكل (1) مسببة إحداث فرق كبيرة بين درجتي حرارة الهواء الملاصق للقشرة (الطبقة المتاخمة) الخارجية والداخلية للمقطع الإنشائي للمبنى خلال ساعات اليوم الواحد، إضافة الى المدى اليومي الكبير نسبياً لتغير درجات حرارة البيئة (ليلاً ونهاراً) والذي يصل لأكثر من (20°م) (كامل شعبان - 1975). أن الكسب الحراري خلال القشرة الخارجية للمقطع الإنشائي للمبنى يتألف من مجموعة كميات الحرارة المنتقلة في حالة الاستقرار (والذي ينشأ عن اختلاف درجتي حرارة الهواء داخل وخارج المبنى) والحالة غير المستقرة (الناتجة عن اختلاف كثافة الإشعاع الشمسي الساقطة على أسطح المبنى) وتتعدد عملية انتقال الحرارة خلال الجدار لامتلاكه سعة حرارية (تعتمد قيمتها على كلاً من مقدار الموصلية الحرارية، الحرارة النوعية وكثافة وسمك مكونات الجدار) (Jones -87)، يجعلها تخزن جزءاً من الحرارة المنتقلة خلالها، حيث لا تظهر تقلبات درجة حرارة السطح الخارجي لمقطع الجدار بصورة سريعة بتقلبات مماثلة لدرجة حرارة السطح الداخلي لمقطع الجدار، أي أن المواد الإنشائية المؤلف منها مقطع الجدار ستزيد من مقدار التأخير الزمني لانتقال الحرارة خلاله، إضافة الى تخميد ترددها العالي وكما موضح في الشكل (2)، ولكن بالرغم من ذلك، فإن درجة حرارة القشرة الداخلية لجدار المبنى سترتفع بعد فترة (قد تطول) ومما يؤدي الى رفع درجة حرارة هواء الحيز الداخلي للمبنى لمستوى أعلى مما مؤشر في مستويات الراحة الحرارية المناسبة مع طبيعة استخدام ذلك المبنى، مما يتطلب استخدام معدات التكييف على مدار ساعات اليوم الواحد، لامتناس هذه الأحوال الحرارية حال وصولها (منعاً لتجمعها) وتخفيض درجة حرارة هواء الحيز الى ذلك المستوى المحدد مسبقاً، أي أن استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض تشغيل معدات التكييف يكون مرتبطاً بكمية الحرارة المنتقلة خلال جدران المبنى، فتقليل تلك الحرارة سيقود الى تقليل فترة تشغيل مكيفات الهواء وبالتالي تقليل كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة لأغراض التكييف وبالتالي تقليل كمياتها المستهلكة في القطاع السكني.

٣. خطة البحث :-

لغرض تحقيق هدف البحث في تقليل الطاقة الكهربائية التي تستهلكها الأبنية السكنية (المشيدة حالياً) لأغراض التكييف وذلك بتخفيض مقدار كميات الحرارة المنتقلة الى المبنى عبر جدرانه المعرضة للبيئة، تم استخدام عدة مواد متوفرة محلياً لغرض تغليف تلك الجدران، لذلك تم تشييد غرفة أبعادها (2x1x1) م، تقع في الطابق الثالث لمبنى في مدينة بغداد (وكما موضحة في الشكل (3))، إحدى جوانبها (2x1) م معرض للبيئة الخارجية (التوجيه - الشرق)، حيث استخدم لأغراض الدراسة، ودراسة التصرف الحراري للجدار مع مادة التغليف المستخدمة، وبتثبيت عدة متغيرات خلال هذا البحث والتي هي :-

١. منطقة البحث / مدينة بغداد - خط عرض 33.2 درجة شمالاً (متوسط خطوط العرض المارة بالعراق).
٢. موقع غرفة الاختبار - الطابق الثالث لمبنى سكني، لتجنب وجود ما يعيق وصول أشعة الشمس لغرفة الاختبار خلال ساعات النهار.
٣. توجيه جدار الاختبار - تم تثبيت توجيه جدار الاختبار (قيد الدراسة) باتجاه الشرق، الجدول رقم (1) يوضح تأثير تغيير التوجيه لجدار مغلف بالطابوق.
٤. أن اتجاه الجدار قيد الدراسة - الاتجاه المواجه للشرق، والرياح السائدة صيفاً في مدينة بغداد - الرئيسية باتجاه شمال غرب، الثانوية باتجاه الشمال، لذلك لن يكون هناك تأثير واضح على تغير درجة حرارة الطبقة المتاخمة الخارجية للجدار، إضافة الى أن دخول الرياح الى داخل غرفة الاختبار، احتمال ضئيل لوجود شريط مطاطي (مانع تسرب الهواء) على محيط جدار الاختبار.
٥. لغرض تقليل انتقال الحرارة عبر المساحات الأخرى (المعرضة للبيئة)، تم استخدام عازل حراري ألواح الستايربور بسمك (200) ملم، لتغليف جوانب وسقف وأرضية غرفة الاختبار، لتحديد هذه المصادر محمد الإمكان، وجعل انتقال الحرارة من جدار الواحمة (الجدار قيد الدراسة) هو المصدر المؤثر في تغيير مستوى الراحة الحرارية داخلها.
٦. استخدام مكيفة هواء جدارية سعتها التبريدية نصف طن تبريد، لتوفير الظروف الحرارية المناسبة داخل الغرفة.
٧. الاعتقاد على قيم معامل التوصيل الحراري والكثافة للمواد المستخدمة في البحث على المصدر (الدوري وآخرون - 1992)، لغرض حساب معامل التوصيل الحراري الكلي لمقطع الجدار (قيد الدراسة). وكما موضح في الجدول رقم (2) ان الجدار المشيد من الطابوق الفني سمك 240 ملم مع طبقتي لبيخ بالسمنت من الخارج وبياض بالجبص من الداخل، وان معامل الانتقال الحراري الكلي له 1.74 .
٨. أن مستوى الراحة الحرارية المطلوب توفيرها داخل المبنى السكني. (26.5°م° بصللة جافة، 65% رطوبة نسبية) صيفاً، لكون أن إشغال الحيز أكثر من 40 دقيقة ودرجة حرارة البيئة (الظل) أقرب الى (50°م) (Arora - 2007).
٩. مادة الإنهاء للأرض المحيطة بالغرفة هي البلاطات الحرسانية - الشتايرك - قياس (40x800x800) ملم - رصاصي اللون - ومادة الإنهاء الداخلية للجدار قيد الدراسة - الجص سمك 25 ملم .
- ١٠- الاعتقاد على البيانات الموضحة في (Rohsenow & hortnett - 1973) لتقدير معامل انتقال الحرارة بالحمل الحر (h) من الجدار الى حيز الغرفة 1.3 (Δ t) (h = 1.31) . حيث أن (Δ t) فرق درجات الهواء بين درجتي حرارة الهواء في الطبقة المتاخمة الداخلية والغرفة.

١١- لغرض قياس درجة حرارة الهواء في الطبقة المتاخمة الخارجية والداخلية للجدار وكذلك درجتي حرارة هواء البيئة (الظل) والغرفة، استخدمت مقاييس الكترونية - رقمية مصنعة من قبل شركة (Intelligent Auto Digital Thermo – meter by Victor Company)

١٢- كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة من قبل مكيفة الهواء المستخدمة لتوفير مستوى قياسي لظروف الراحة الحرارية داخل الغرفة. يتم قراءتها مباشرة من خلال عداد للطاقة الكهربائية بوحدة (kw – hr) مربوط الى المكيفة والمصنع من قبل نفس الشركة.

أما المتغيرات التي شملتها الدراسة فهي :

١- استخدام عدة مواد متوفرة محلياً لتغليف الجدار (قيد الدراسة) والمعرض للبيئة، والمواد هي :

ألواح البلاستيك المجوف (ألواح ديكور) سمك ١٠ ملم، المرمر الطبيعي (مرمر سيد صادق سمك 20 ملم)، الكرايت (الصيني المنشأ سمك 20 ملم) السيراميك سمك (6) ملم (Group Ceramica Cleopatra-Egypt)، البورسلين سمك (10) ملم (Dingyi Ceramics-China)، حجر الحلان (الأنبار- مقالع الصقلاوية - سمك 40 ملم - الألواح الاسبست المقرض سمك 6 ملم ، ألواح الفايبركلاس المقرض - (الإيراني - سمك 1.5 ملم) ، الطابوق الفرشي (العراق - كربلاء المقدسة - سمك 30 ملم)، الطابوق الفني المجوف (الواحات - إيراني سمك 120 ملم) ، طابوق احمر صلد لتغليف الواحات سمك 38 ملم والغلاف المعدني الألمنيومي المعدن المطلي (التركي المنشأ - سمك المعدن 1.5 ملم، والفجوة 25 ملم)

٢- استخدام مادة عازلة حرارياً سمكها 10 ملم من الستايور مع المواد الواردة أعلاه .

تم قياس درجة حرارة البيئة (الظل) ودرجة حرارة الهواء في الطبقة المتاخمة الخارجية للمقطع الإنشائي للجدار قيد الدراسة (المشكل من المادة المضافة والجدار الأصلي)) والداخلية، ودرجة حرارة هواء الغرفة خلال يوم واحد من شهر تموز (من الساعة 5:00 صباحاً ولغاية الساعة 7:30 مساءً) وتم رسم السلوك الحراري للمقطع الإنشائي لكل حالة وكما موضح في الأشكال (4-7) .

٤. نتائج الدراسة والمناقشة :

لغرض تسهيل التعرف على الأداء (السلوك) الحراري للجدار بعد تغليفه بإحدى المواد المشار إليها ، تم رسم تغير درجات الحرارة المقاسة للأسطح الخارجية والداخلية للجدار قيد الدراسة وكما موضح في الأشكال (4-7)، بينما الجدول (3) يوضح نتائج الدراسة ونسبة التوفير المتوقعة للطاقة الكهربائية المستهلكة لأغراض التكييف والمتحققة عند كل مادة استخدمت للتغليف مقارنة بالطاقة الكهربائية المستهلكة في حالة الجدار الاعتيادي (قبل التغليف) المشيد من الطابوق سمك (240) ملم .
وفي أدناه مناقشة المتغيرات الرئيسية للبحث :

A - اختيار نوعية مواد الأكساء (التغليف) :-

أن ما متوفر حالياً في الأسواق المحلية، من المواد التي تستخدم لأكساء (تغليف) جدران الأبنية، عديدة وتختلف عن بعضها البعض في النوع واللون والمنشأ، فمن الصعوبة دراسة السلوك الحراري لجميعها. وعليه تم التركيز على أخذ عينات مما ينتج محلياً منها وعند عدم توفر إنتاجه داخل العراق اعتمد على النوع المستورد.

B - موقع مادة الأكساء (التغليف) ضمن جدار المبنى :-

ان استخدام إحدى المواد المتوفرة محلياً وإضافتها الى مكونات المقطع الإنشائي لجدار المبنى المعرض للبيئة، سيزيد من قيمة المقاومة الحرارية لذلك المقطع وبالتالي تخفيض معامل انتقال الحرارة الإجمالي للمقطع (u)، ولسهولة إضافة تلك المادة ، يتم تغليف الجزء المعرض (من الجدار) للبيئة بتلك المادة، أن قيمة المعامل (u) [واط/م². ك] للجدار شائع الاستخدام في أكثر الأبنية المنفذة في العراق ومنذ عدة عقود، هو الجدار المشيد من الطابوق الفني سمك (240) ملم مع وجود طبقتي إنهاء خارجية لبخ بالسمنت سمك (20) ملم وطبقة داخلية بياض بالحص سمك (25) ملم، بحيث توفر معامل قدرة [u = 1.74]، وعند تغليف الجدار بالمرمر سمك (20) ملم سيصبح المعامل [u = 1.546]، وعند التغليف بحجر حلان سمك (40) ملم أصبح [u = 1.485]، وأصبحت [u = 1.10] عند التغليف بالطابوق المجوف سمك (120) ملم أي أن استخدام مواد لتغطية الجدار ستؤدي الى تقليل المعامل (u) (أنظر خطة البحث الفقرة 8) وبالتالي فإن كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل والحمل ستقل أيضاً. إضافة الى أن طبيعة سطح مادة الإنهاء لها أثر واضح في تغيير قيمة معامل انعكاس الطاقة الشمسية من سطح الجدار، وكلما زادت قيمة معامل الانعكاس كلما قلت كمية الطاقة الشمسية التي يمتصها الجدار نفسه. وقيم معامل الانعكاس متغيرة بتغير درجة اللون ونعومة ولمعان السطح، فنجد أن قيمة متوسط معامل الانعكاس لسطح مطلي بالسمنت متوسط الخشونة ستكون 21% ، بينما يكون 43% للطابوق الأصفر ويكون 41% لحجر الحلان و 49% للمرمر (الدوري، وآخرون 1989).

وعليه فإن استخدام مواد تغليف للمقطع الإنشائي الذي يشكل مادة اللبخ بالسمنت مادة إنهاء الخارجية هو مقبول لزيادة معامل الانعكاس وبالتالي تقليل كمية الطاقة الممتصة من قبل الجدار نفسه، أي أن نتيجة التغليف سيحدث تخفيض للحرارة أولها نتيجة رفع مقدار معامل الانعكاس والثانية نتيجة زيادة المقاومة الحرارية للمقطع.

C - موقع العازل ضمن الجدار :-

لا يمكن أن يجد الفريق البحثي إلا موقع واحد لوضع العازل الحراري المستخدم وهو خلف مادة الأكساء المستخدمة لتغليف الجدار المنشأ مسبقاً، لذلك أدى هذا الأسلوب الى رفع درجة حرارة المادة المضافة لأغراض التغليف وكما موضح في الجدول (3) حيث ارتفعت درجة حرارة السطح الخارجي للجدار في الحدود (2-5.6) % تبعاً لكثافة المادة المضافة وسمكها فتجدها تأخذ الحدود العظمى عند استخدام المرمر والطابوق المجوف وألواح الاسمنت وتأخذ الحدود الدنيا عند استخدام ألواح البلاستيك المجوف والغلاف المعدني وألواح الفايبركلاس والبورسلين بينما المواد السيراميك وجر الحلان تأخذ قيم متوسطة ضمن تلك الحدود.

D - تأثير استخدام العازل :-

ان تأثير استخدام المادة العازلة بسمك (10) ملم مع المادة المضافة للجدار لأغراض التغليف سيقبل من كمية الطاقة المستهلكة لأغراض التكييف في حدود (15-30)% نسبة الى الطاقة المستهلكة لأغراض التكييف بوجود المادة المغلفة للجدار وبدون استخدام العازل.

E - أفضل مواد التغليف :-

من خلال دراسة السلوك الحراري للمواد المضافة الى الجدار الخارجي للمبنى والموضحة في الأشكال (4-7) وكذلك النتائج التي يوضحها الجدول (3) ، يتبين أن استخدام الغلاف المعدني الألمنيومي المطلي يحقق نسبة مئوية لتقليل الطاقة المطلوبة للتكييف قدرها 46.2% من الطاقة التي يستهلكها الجدار الاعتيادي لأغراض التكييف ، ويليه استخدام ألواح الاسبست المطلية بالطلاء الألمنيومي العاكس حيث حقق نسبة تخفيض قدرها 34% واستخدام الطابوق المجوف سمك 120 ملم حقق نسبة تخفيض قدرها 32.6% ، بينما حققها استخدام الطابوق الفرشي سمك 50 ملم والغلاف المعدني العاكس مع فجوة هوائية 25 ملم حقق توفير قدرة 27.9% ، بينما حقق استخدام حجر الحلان سمك 40 ملم تخفيض قدره 23.3% وألواح الاسبست المطلية بالايوكسي حققت توفير قدره 22.3% ووجود ألواح البلاستيك المجوف ذو السمك الإجمالي 10 ملم قد حققت توفير قدره 17.5% فقط وحقق السيراميك نسبة التوفير التي قاربت 16% وتختلف عنه بقليل الكرانيت سمك 20 ملم بينما المرمر والبورسلين حقق كل منها نسبة توفير في حدود 8% .

F - أفضل مادة للتغليف مع استخدام العازل :

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (3)، تبين أن استخدام الغلاف المعدني المطلي بالأصباغ الحرارية البلاستيكية قد حققت نسبة توفير قدرها 57% مما استهلكه الجدار الاعتيادي بدون تغليف وبدون عازل حراري. بينما حقق استخدام ألواح الديكور البلاستيك المجوف نسبة تخفيض قدرها 42.5% ، وحقق استخدام الطابوق المجوف والطابوق الفرشي نسبة تخفيض تقترب من 40% ، بينما استخدام الغلاف المعدني الألمنيومي المطلي قد حقق 36.4% . واستخدام ألواح الاسبست المطلية بالايوكسي قد حققت 33.4% وحقق السيراميك 32% . بينما استخدام حجر الحلان، البورسلين، المرمر والكرانيت، ألواح الفايبركلاس قد حقق كل منها نسبة تخفيض تقترب من 25% .
 بما تقدم ، يمكن للباحث تثبيت عدة استنتاجات وهي :-

- مادة التغليف الأقل كثافة والأعلى توفير في الطاقة المستهلكة لأغراض التكييف هي الغلاف المعدني المصنع من صفائح الألمنيوم والمطلية بالأصباغ الحرارية البلاستيكية مع استخدام العازل الحراري .
- يمكن استخدام ألواح الديكور المصنعة من البلاستيك المجوف مع العازل الحراري مع خسائر في نسبة التوفير لا تتجاوز 8% .
- يمكن استخدام طابوق الواجحات المجوفة، ولكنه ثقيل إلا أنه يحقق نسبة تخفيض معقولة رغم أن كلفة الإنشاء ليست قليلة إضافة الى أنه يتطلب توفير مساحة من الأرض لكون سمكه 120 ملم. ويمكن الاستعاضة عنه بالألواح المعدنية المطلية العادية مع العازل الحراري ويفقد قليل، وكذلك يمكن استخدام ألواح الاسبست المطلية بالطلاء الألمنيومي العاكس أو السيراميك.

جدول (1) تأثير تغيير اتجاه المبنى على الحمل الحراري واستهلاك الطاقة الكهربائية (الباحث)

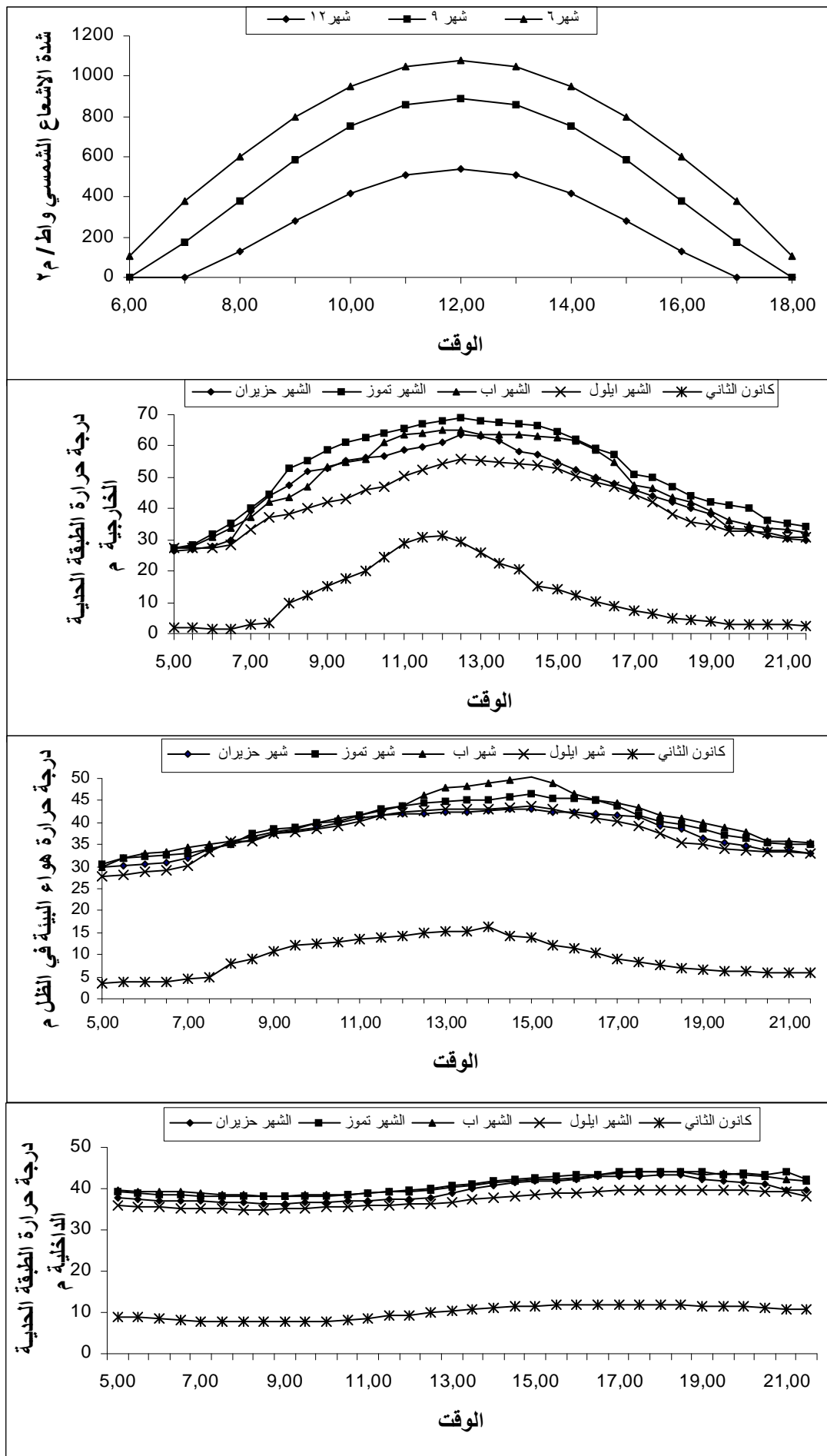
النسبة المئوية لتغير الطاقة المستهلكة نسبة للاتجاه الشرقي %	الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة kw-hr شهرياً	السعة التبريدية بوحدة طن تبريد شهرياً	فرق درجات الحرارة بين الجدار والحيز	درجة حرارة السطح الداخلي المواجه للغرفة Tr	درجة حرارة السطح الخارجي للجدار To	درجة حرارة الظل Tsh	توجيه الجدار
- 20.8	16.1	21.4	9.03	35.53	34.31	39.34	الشمال N
-4.8	19.35	25.7	10.86	37.36	45.54		الشمال الشرقي NE
-	20.33	27	11.4	37.9	46.2		الشرق E
- 0.74	20.18	26.8	11.32	37.82	46.1		الجنوب الشرقي SE
- 2.61	19.8	26.3	11.1	37.6	45.84		الجنوب S
+ 5.26	21.4	28.4	12	38.5	47.02		الجنوب الغربي SW
+ 2.61	20.86	27.7	11.7	38.19	46.55		الغرب W
- 5.02	19.3	25.65	10.83	37.33	45.41		الشمال الغربي NW

جدول (2) الخواص الحرارية للمواد المستخدمة بالبحث (الباحث)

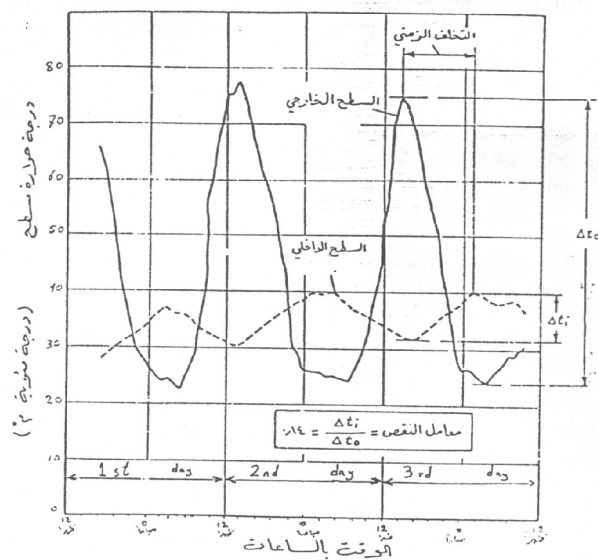
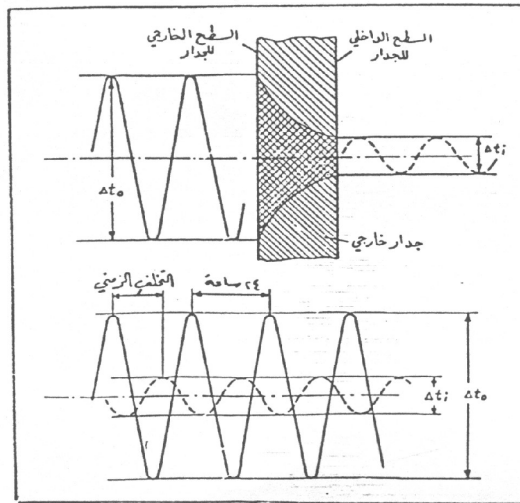
المادة المغلفة للجدار	السمك (مم)	معامل الانعكاسية	الكثافة kg/m ³	الموصلية الحرارية k.(w/m.k)	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل والحمل w/m ² .k	المعامل الاجمالي لانقلال الحرارة الكلية بوجود العازل	المعامل الاجمالي لانقلال الحرارة الكلية بوجود العازل
الواح بلاستيك ديكور	8	0.65	2752			0.86	1.509
مرمر طبيعي	20	0.2	2650	2.4		0.872	1.546
الكرانيت	20	0.49	2688	2.1		0.87	1.54
سيراميك	6	0.5	2304	0.93		0.867	1.53
بورسلين	10	0.2	1990	2.4		0.872	1.546
حجر حلان	40	0.41	1680	1.13		0.852	1.485
الواح اسبست	6	0.3	1500	0.6		0.871	1.543
الواح فاير كلاس	1.5	0.43	603	0.135		0.863	1.52
طابوق مجوف	120	0.41	1200		0.2078	0.71	1.1
طابوق فرشي	50	0.73	1350	0.49		0.807	1.351
غلاف معدني (مع الهيكل الحديدي الساند)	27	0.69	1716.5				

جدول (3) متوسط درجات الحرارة المسجلة على الجدار (سطحه الخارجي والداخلي) والنسبة المئوية لتغير حمل التبريد

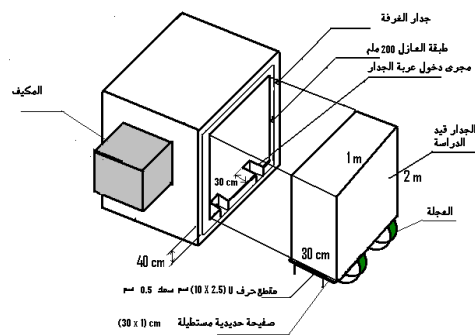
النسبة المئوية لتقليل حمل التبريد	الطاقة الكهربائية المستهلكة شهرياً kw-hr	الحمل التبريدي Ton/m2/month	Δt_{in-r}	Δt_{in-o}	t_{in}	t_o	t_{sh}	استخدام العازل الحراري	مادة التغليف
17.5	23.3	30.9	13.2	1.3	39.2	40.5	39.34	مع عازل	ألواح بلاستيك ديكور (مجوف)
42.5	16.2	21.54	10.0	5.1	36.0	41.4		مع عازل	مرمر طبيعي 20 ملم
8.4	25.9	34.29	14.3	4.9	40.3	45.16		مع عازل	كرايت 20 ملم
24.7	21.3	28.19	12.3	9.5	38.27	47.74		مع عازل	سيراميك 6 ملم
13.05	24.8	33.0	١٣.٧٤	٨	٣٩.٧٤	47.74		مع عازل	بورسلين 10 ملم
28.81	21.3	28.3	11.78	11.34	٣٧.٧٨	49.12		مع عازل	حجر حلان 40 ملم
15.84	23.7	31.51	13.4	5.0	39.4	44.4		مع عازل	ألواح اسبست مطلية بالايوكسي
32.0	18.36	24.38	11.0	8.8	37.0	45.8		مع عازل	ألواح اسبست مطلية بلون الالمنيومي العاكس
7.6	26.0	34.6	14.4	5.3	40.4	45.7		مع عازل	ألواح فايبركلاس
24.7	21.23	28.19	12.3	8.4	38.3	46.7		مع عازل	طابوق مجوف 120 ملم
23.1	21.68	28.79	12.5	6.3	38.5	44.8		مع عازل	طابوق فرشي 30 ملم
27.9	20.33	27.0	11.9	8.3	37.9	46.2		مع عازل	مع فجوة هوائية
22.3	22.0	29.09	12.6	5.5	38.6	44.1		مع عازل	مع فجوة هوائية
33.4	18.8	24.96	11.2	9.1	37.2	46.3		مع عازل	مع فجوة هوائية
34.0	18.4	24.38	11.0	6.9	37.0	43.9		مع عازل	مع فجوة هوائية
14.15	24.2	32.14	13.6	5.2	39.6	44.8		مع عازل	مع فجوة هوائية
25.5	21.0	27.89	12.2	7.3	38.2	45.5		مع عازل	مع فجوة هوائية
32.6	20.1	26.68	11.3	6.3	37.8	44.06		مع عازل	مع فجوة هوائية
40.22	17.1	22.66	10.3	9.1	36.4	46.5		مع عازل	مع فجوة هوائية
28.7	19.0	25.25	11.8	7.6	37.3	44.9		مع عازل	مع فجوة هوائية
39.5	16.9	22.38	10.8	9.7	36.3	46.0	مع عازل	مع فجوة هوائية	
27.9	20.3	27.00	11.9	0.9	37.9	38.8	مع عازل	مع فجوة هوائية	
36.4	17.9	23.80	10.8	2.9	36.8	39.7	مع عازل	مع فجوة هوائية	
46.2	15.2	20.15	9.5	10.3	35.5	45.8	مع عازل	مع فجوة هوائية	
57.0	12.14	16.12	8.0	11.8	34.0	46.8	مع عازل	مع فجوة هوائية	
23.1	22.00	29.22	12.88	7.68	37.38	46.6	مع عازل	مع فجوة هوائية	
33.0	19.17	25.46	11.22	9.92	37.72	47.64	مع عازل	مع فجوة هوائية	



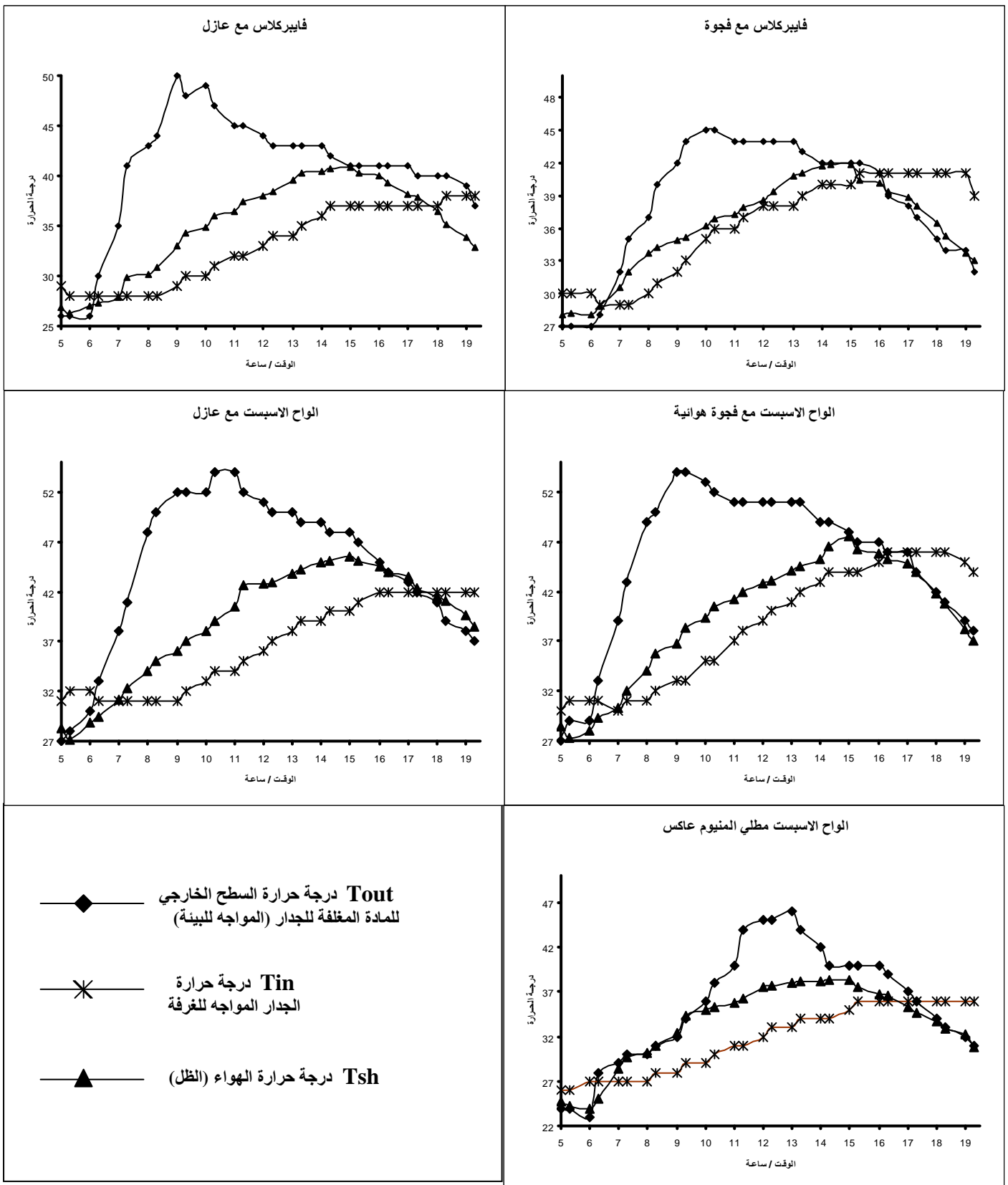
شكل (1) تغيير الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة السطوح والظل بتغير الوقت للجدار المواجه للجنوب (الباحث)



شكل (2) تردد الموجة الحرارية الخارجية المؤثرة على الجدار والموجة المنتقلة الى الداخل (الباحث)

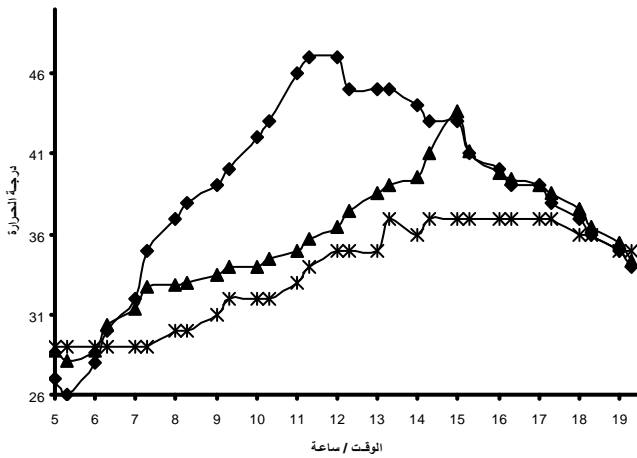


شكل (3) تفاصيل غرفة اختبار السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج

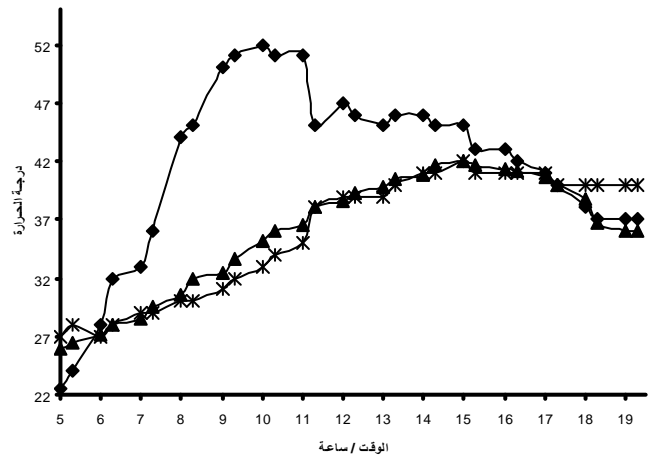


شكل (4) السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج بالواح الاسبست والفايبركلاس بوجود فجوة أو عازل حراري

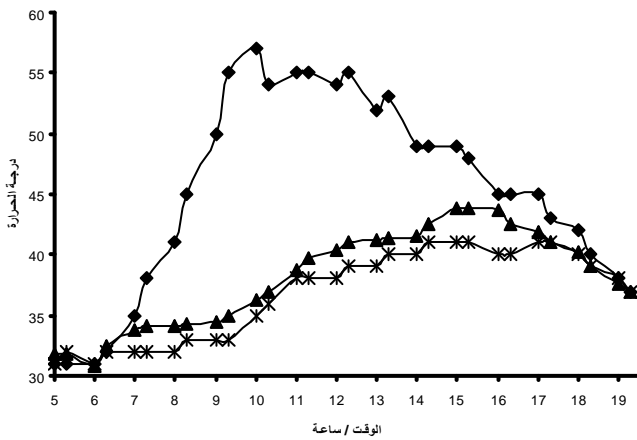
سيراميك مع عازل



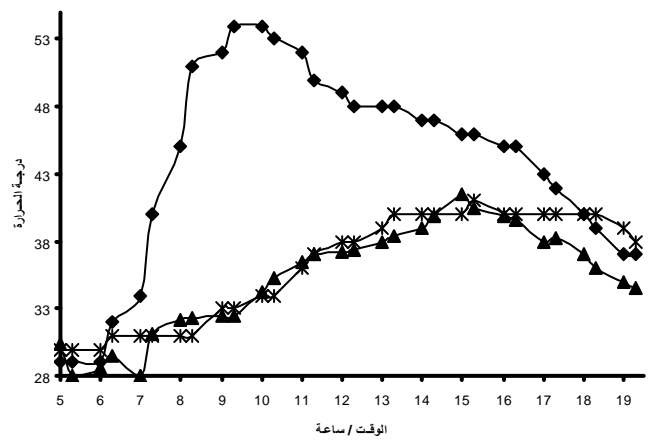
سيراميك بدون عازل



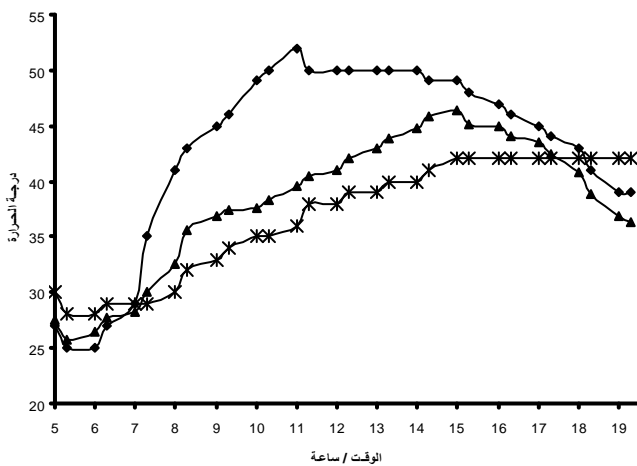
بورسلين مع عازل



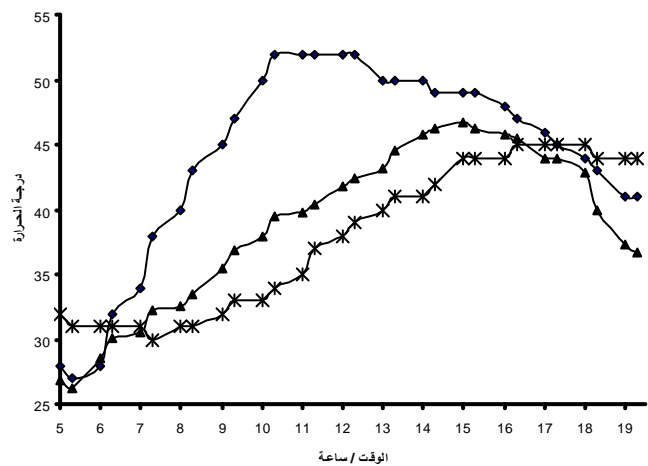
بورسلين بدون عازل



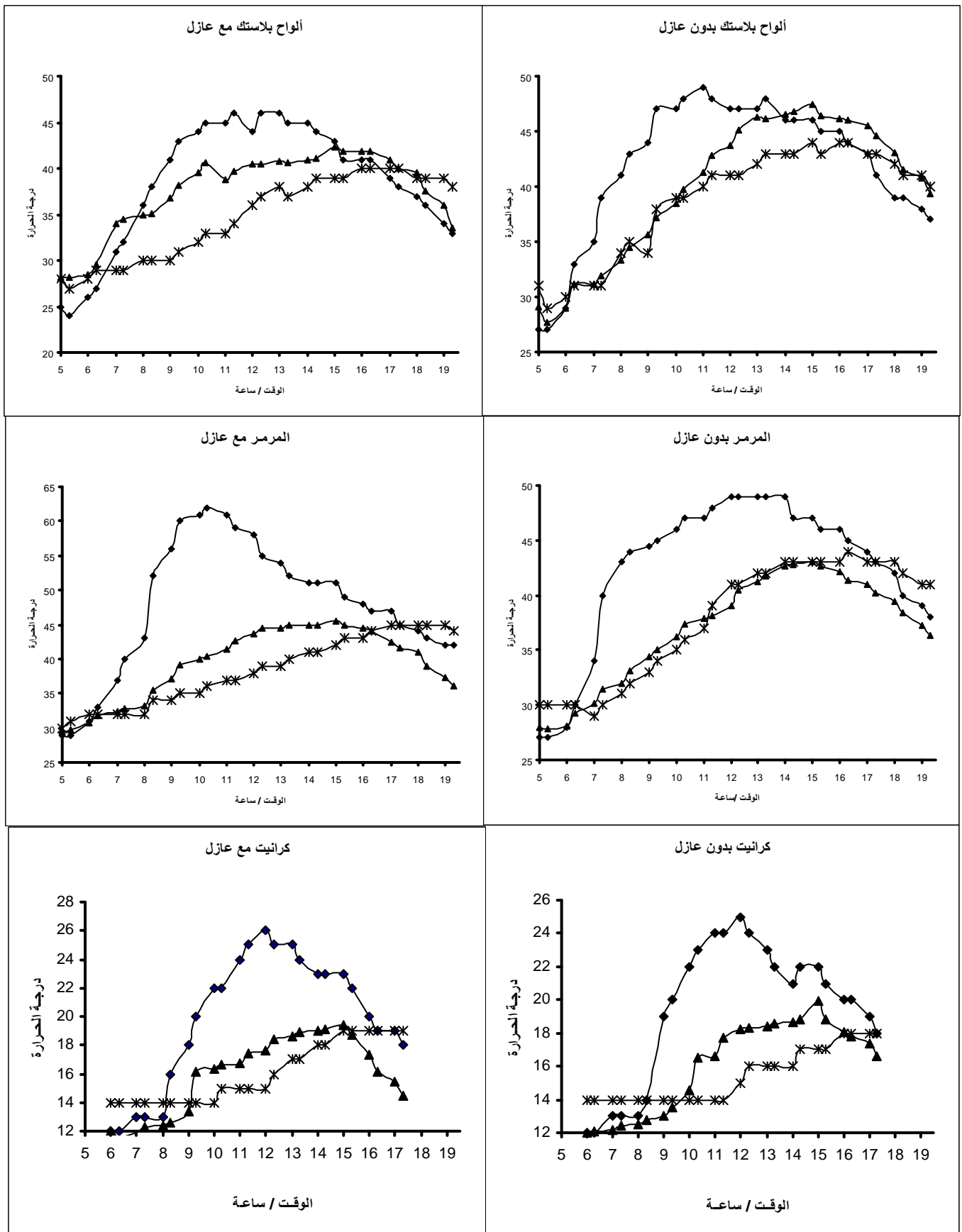
حجر حلان مع عازل



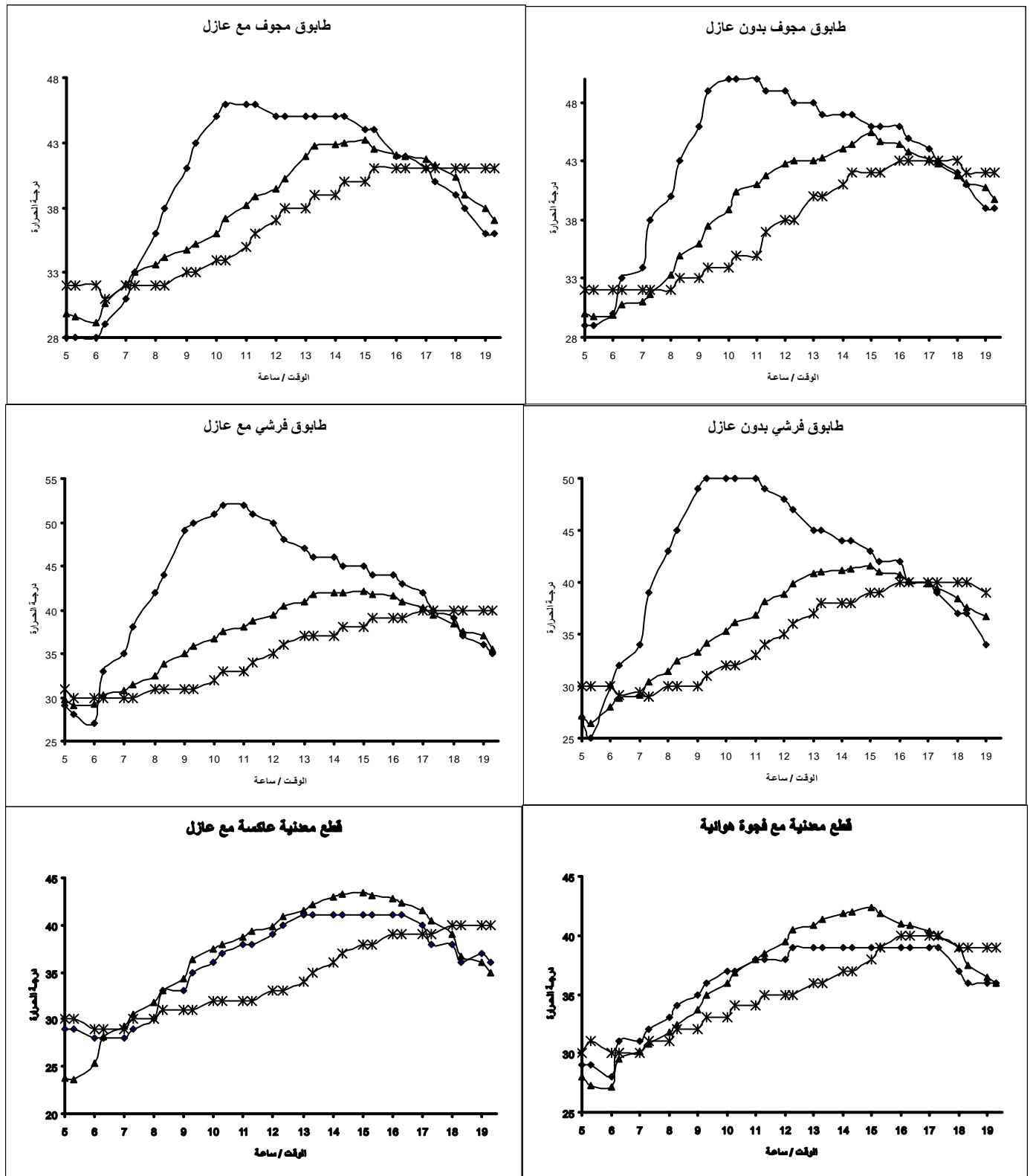
حجر حلان بدون عازل



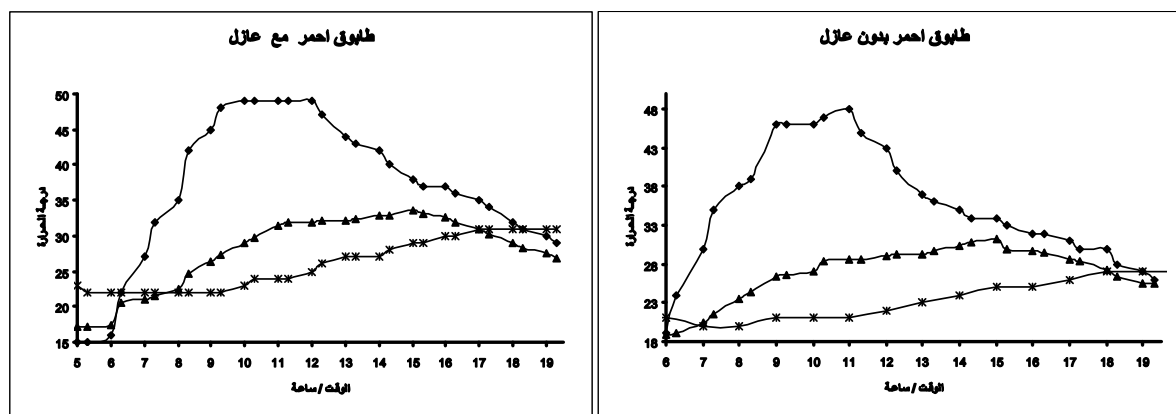
شكل (5) السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج بالسيراميك والبورسلين وحجر حلان بوجود وعدم وجود العازل الحراري



شكل (6) السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج بألواح البلاستيك والمرمر والكرانيت بوجود وعدم وجود العازل



شكل (7) السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج بالطابوق الفرشي والمجوف والقطع المعدنية مع فجوة هوائية أو عازل حراري وبوجود عازل حراري



شكل (8) السلوك الحراري للجدار المغلف من الخارج بالطابوق الأحمر مع فجوة هوائية أو عازل حراري وبوجود عازل حراري

المصادر :-

1. Amori, Dr. Kerima E. , Baqir Ameer K. (Analysis of Thermal Energy Storage System With Two Phase Flow) / the 6th engineering conference, college of Eng. , university of Baghdad, Iraq 2009.
2. Arora – S. Domkundwar (A course in refrigeration and Air-conditioning) Dhanpat Rai & sons – Delhi – 2007.
3. Hasan – Atif Ali (Optimum Insulation Thickness for Iraqi Walls and Roofs) symposium of thermal insulation in hot climates, Scientific research council – Iraq – 1984 .
4. Jones – W.P. (Air – Conditioning Eng.) , Edward Arnold – London – 1987 .
5. Rohsnow, Warren & Hartaeti, James P. (Handbook of heat transfer) MC Graw – Hill book Company, N.Y. USA – 1973.
6. الدوري – د. مجيد ، حسن ، عاطف علي ، وآخرون (الصفات الحرارية لمواد البناء المحلية) المؤتمر العلمي الأول للطاقة – وزارة النفط – العراق 1972.
7. الدوري – د. مجيد ، حسن ، عاطف ، وآخرون (معاملات انعكاس الأشعة الشمسية من أسطح مواد الإنهاء المستخدمة في العراق) المؤتمر العلمي الخامس / مجلس البحث العلمي – العراق / 1989.
8. حسن – عاطف علي (دراسة تأثير ظلال النباتات المتسلقة على تغيير درجة حرارة الأبنية صيفاً) مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية / العدد 2 – المجلد 2008/15 .
9. علي حسن – عاطف، لطيف – مثنى (تحليل مسارات الطاقة المستهلكة في القطاع السكني في العراق) المؤتمر العلمي الأول – الكلية التقنية – النجف/ العراق / 2008.
10. علي حسن – عاطف (تقليل انتقال الحرارة خلال الجدران غير الساندة باستخدام نظام ثنائي القشرة وبدائل عن الطابوق) مجلة كلية الهندسة / جامعة القادسية / 2009 .
11. كامل شعبان – عوني ، الجوادي – مقداد (التحليل المناخي للعراق وأثره على العمارة) تقرير من منشورات مركز بحوث البناء – مجلس البحث العلمي / العراق / 1973 .