Heat Transferred Reduction From Concrete Roofs Building By Using Many Suggestive Economical Roofs .

(Economical Analysis & Experimental Study)

تقليل التسرب الحراري من سقوف الابنية باقتراح عدة بدائل اقتصادية

(تحليل اقتصادي ودراسة تجريبية)

أ.م.عاطف علي حسن م. عماد راغب

معهد التكنولوجيا–بغداد

-Email : ATTF 56 ALI@yahoo.com

الملخص :-

في محاولة للتقليل من استخدام السقوف الخرسانية المسلحة (لكونه يمتلك معامل انتقال حراري كبير، ثقيل الوزن، إضافة لاستهلاكه كميات كبيرة من المواد الإنشائية الأولية وامتلاكه فترة إنجاز طويلة نسبياً). تم أجراء تحليل اقتصادي لتقدير الكلف الأولية (كلفة الإنشاء) والكلف الثانوية (كلفة التشغيل) واعتمادهما أساس تقييم السقوف المستخدمة حالياً والمقترحة (البديلة) من قبل الباحثيين ومقبولة إنشائياً, اضافة لدراسة تجريبية لتحديد السلوك الحراري لبعض تلك البدائل.تناول البحث دراسة ستة عشر نوع من السقوف المقترحة ضمن منطقه بغداد، (خط عرض 33.3 درجه شمالاً) مع افتراض إن عمليات تكييف الهواء تتم باستخدام الطاقة الكهربائية.

توصل الباحثيين إلى إن إضافة عازل حراري سمك 25ملم، 50 ملم إلى السقف الحالي (الخرسانة المسلحة) سيقلل التكلفة الكلية ولكن وزنه كبير نسبياً، بينما استخدام الروافد الخرسانية المسلحة الطولية والتحشية بالكتل الخرسانية المجوفة سيحقق تقليل معقول في قيمة الكلفة الكلية مع زيادة سرعة إنجاز السقف وتقليل وزنه الى النصف، بينما السقوف المعدنية ثنائية القشرة تكون ذات اقتصادية معقولة وتمتاز بقصر فترة الإنجاز وفي الوقت نفسه تكون خفيفة الوزن جداً.

الكلمات الرئيسية:- السقوف ذات الكلفة القليلة، أضافه العازل للسقف الخرساني، الروافد الخرسانية في السقف، الكتل الخرسانية المجوفة والثرمستون في السقف، سقوف بديله مقنعة إنشائياً وخفيفة.

Abstract

The determination of the best (economical) types from many types of suggestive ceiling insteads of common concrete, (high thermal conductivity & heavy, it's consumed large quantities of raw materials and it's have also much built time) which it is used in Iraqi construction roofs, is explained, in regard to the recommendation based of the criteria of maximum reduction in total cost.

Sixteen roofs were also included in the study, which was carried out at Baghdad city (latitude 33.2N) it is assumed that the air-conditioning process is performed by electricity .

The researchers found that , the most economical roof is concrete with 25mm & 50mm thermal insulating materials, but it very heavy, while, longitudinal concrete beams and hollow block concrete as a filling materials between beams have good reduction in total cost and also has decreased the built time and weight, while uncommon roof, sandwich panal have also good economics and very light and low builts time.

Main word :low cost roofs, thermal insulation with concrete, concrete beam as roofing system– hollow block concrete and thermostone in roofs – suggestive roofs insteads of concrete ,light weight roofs

المقدمـــــة

إن تسارع النهضة الاجتماعية والعمرانية في العراق,أدى إلى ازدياد عدد الدور المشيدة في العراق عموماً وفي مدينه بغداد خاصة , فقد ارتفع عددها في الثلاثين سنة الأخيرة من 352870 عام 1977 إلى 611022 عام 2007 ونسبة الزيادة كانت 73.2% بينما لعموم العراق ولنفس الفترة الزمنية ارتفع عدد الوحدات السكنية من 470942 إلى 2391262 ونسبة الزيادة كانت 62.6% (المجموعة الإحصائية). ولمواكبة حركة الأعمار هذه، زادت كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة، لذلك زادت كمية الطاقة المنتجة لكل شخص من 403.8 kw-hr/person عام 1977 إلى 1115 kw-hr/person عام 2007 حيث تغيرت حصة الاستهلاك المنزلي (نسبة إلى الطاقة المنتجة) من 24%عام 1977 إلى 64% عام 2000. لذلك تطلب التركيز على هذا القطاع دون غيره، وتتنوع منافذ استهلاك الطاقة داخل الوحدة السكنية وتستهلك عمليات توفير مستويات الراحة الحرارية داخل الوحدة السكنية جزاً كبير من أجمالي ما يستهلكه المبنى السكني حيث قاربت 70% من أجمالي استهلاك السنوي للوحدة السكنية (علي حسن/2008) حيث تتناسب بدورها مع مقدار الحرارة المتسربة من خلال قشرة المبنى، وبما إن حجم المبنى السكني في العراق لا يتجاوز الحدود (500-1000م3) لذلك فان تأثير الحرارة المتسربة خلال سقف المبنى نسبه إلى أجمالي الحرارة المتسربة من المبنى ستكون في حدود (25-50) % (علي حسن/ 2009) ، وبما إن السقف الأكثر شيوعاً في عموم الأبنية المشيدة هو الخرساني المسلح سمك 150ملم ومنذ عدة عقود. (ويكاد إن يكون النموذج الوحيد المستخدم في التراكيب الإنشائية في المواقع الحضرية في عموم العراق) والذي يمتلك معامل انتقال حراري كبير، مما يسمح بتسرب كميات كبيرة من الحرارة خلاله (الدوري/1992) . إضافة لكونه يستهلك مواد إنشائية كثيرة، ويتطلب أيضاً الكثير من الوقت خلال مرحلة إنجازه يحتاج إلى (21 يوم شتاءً ، 12 أيام صيفاً تقريباً) مما يؤدي إلى توقف مراحل بناء أخرى (اللجنة الاقتصادية /2002)، من كل هذه الأسباب جاءت دراستنا هذه للبحث عن بدائل وتقنيات ممكن استخدامها في مجال الأبنية السكنية بحيث تتجاوز سلبيات السقوف الخرسانية المسلحة.

الأبنية والبيئة:-

يقع العراق في المنطقة شبه 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 /اليوم) ، وتصل درجة الحرارة الظل إلى أكثر من 45م) وبهذا تتعرض القشرة الخارجية للمبنى إلى موجات حرارية تتناسب شدتها مع تغير الوقت وكما موضح في الشكل (1) (الحديثي1975) مسببة أحداث فروق كبيرة بين درجتي حرارة الهواء الملامس (الطبقة المتاخمة) للقشرة الخارجية والداخلية للمقطع الإنشائي للمبنى خلال ساعات اليوم الواحد، إضافة إلى المدى اليومي الكبير نسبياً لتغير درجات حرارة البيئة والذي يصل لأكثر من 20 مْ .(كامل شعبان 1975). إن الكسب الحراري خلال القشرة الخارجية للمقطع الإنشائي للمبنى يتألف من مجموع كميات الحرارة المنتقلة في حاله الاستقرار (والذي ينشأ عن اختلاف درجتي حرارة الهواء داخل وخارج المبنى) والحالة غير المستقرة (الناتجة عن اختلاف كثافة الإشعاع الشمسي الساقط على أسطح المبنى) وتتعقد عملية انتقال الحرارة خلال السقف لامتلاكه سعة حرارية السمك (تعتمد قيمتها على كلاً من مقدار الموصلية الحرارية ، الحرارة النوعية, السمك والكثافة لمكونات السقف) . (Jones-87)، يجعلها تخزن جزءاً من الحرارة المتنقلة خلالها ، حيث لا تظهر تقلبات درجة حرارة السطح الخارجي لمقطع السقف بصورة سريعة بتقلبات مماثلة لدرجة حرارة السطح الداخلي لمقطع السقف، إي إن المواد الإنشائية المؤلف منها مقطع السقف ستزيد من قيمة المقاومة الحرارية للسقف نفسه وبالتالي ستزيد من مقدار التأخير الزمني لانتقال الحرارة خلاله ، إضافة إلى تخميد ترددها العالي وكما موضح في الشكل (2)، ولكن بالرغم من ذلك فان درجة حرارة القشرة الداخلية لسقف المبنى سترتفع بعد فتره (قد تطول) ومما يؤدي إلى رفع درجة حرارة هواء الحيز الداخلي للمبنى لمستوى أعلي مما مؤشر في مستويات الراحة الحرارية المتناسبة مع طبيعة استخدام ذلك المبنى، مما يتطلب استخدام معدات التكييف على مدار ساعات اليوم الواحد لامتصاص هذه الأحمال الحرارية حال وصولها وتخفيض درجة حرارة هواء الحيز إلى ذلك المستوى المحدد مسبقاً ، أي إن استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض تشغيل معدات التكييف يكون مرتبطا بكمية الحرارة المنتقلة خلال سقف المبنى ، فتقليل تلك الحرارة سيقود إلى تقليل فترة تشغيل مكيفات الهواء وبالتالي تقليل كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة لأغراض التكييف.

خطه البحث

لغرض تحقيق هدف البحث في التقليل من الاعتماد على الصيغة الحالية للسقف الخرساني المسلح والمستخدم في غالبية الابنية , تم تقسيم الدراسة الى محورين :-

اولهما اجراء دراسة نظرية تحليلية لمجموعة الكلف الكلية (كلفة الانشاء والتشغيل) المطلوبة لعدد من السقوف البديلة المقترحة من قبل الباحثيين وفي الوقت ذاتة تكون مقبولة انشائيا" (بعد ان تم انجاز الحسابات الانشائية والتاكد من امكانية استخدامها بامان وبالابعاد المحددة) وكما موضح في الجدول (1) , حيث تمت مقارنة مقدار الكلفة الكلية اللازمة لانشاء واستخدام اياً" من السقوف المقترحة ومقارنتها بالكلفة الكلية للسقف الخرساني المسلح الحالي لتحديد افضلها (وكما موضح في جدول (2)) .

وثاني محاور الدراسة هو دراسة السلوك الحراري اليومي لعدد من السقوف المنفذة وخلال يوم واحد من شهر تموز وكما موضح في الاشكال (4,3) .

ولتسهيل دراسة متغيرات البحث , كان لابد من تثبيت عدة متغيرات والتي هي :-

1-ابعاد الغرفة المطلوب تسقيفها (4.5 x 4.5)م
2- مادة الإنهاء الخارجي للسقف هي البلاطات الخرسانية رصاصية اللون ابعادها (800 x 800 x 40) ملم. والإنهاء الداخلي هي الجص سمك 25 ملم
3-اعتماد بيانات مقدار معامل التوصيل الحراري للمواد وكثافها الموضحة في المصدر(الدوري واخرون /1992) لتقدير المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة ووزن المقطع المقترح والموضحة في أدناه :

المادة	معامل التوصيل الحراري w/m.k	الكثافة kg/m^3
الخرسانة المسلحة	1.49	2300
الطابوق الفني	*0.85	1200
الثرمستون	0.21	760
الكتل الخرسانية المجوفة	*1.28	1440
الواح البولي ستايريز (الستايربور)	0.03	25
جص فني	0.57	1200
تراب التهوير	0.25	1450
بلاطات خرسانية للتسطيح	0.85	2240
الكاشي الخرساني الملون	0.56	2030
قير التسطيح	0.24	1070

4- اعتماد فرق درجات الحرارة المكافىء لحمل التبريد والموضحة في المصدر (ASHRAE 97) لتقدير الأحمال الحرارية التي توثر بها البيئة عبر مساحة السقف.
5- اعتماد المصدر (Rohsenow & Hartnett 1973) لتقدير معامل انتقال الحرارة بالحمل لهواء الغرفة.
6- اعتماد بيانات دائرة الأنواء الجوية العراقية لتحديد درجات حرارة تغير البيئة.
7- اعتماد المصدر (Garmo & canada/1973) لتقدير حسابات الكلفة الكلية والتي تحسب من العلاقة التالية :-
الكلفة الكلية المطلوبة = الكلفة الاولية اللازمة لتشييد السقف + الكلفة التشغيلية (الثانوية)
الكلفة الاولية اللازمة لتشييد السقف = كلفة إنشاء السقف + كلفة شراء منظومة تكييف الهواء + كلفة صيانة مكيفة الهواء + كلفة نصب وتشغيل مكيفة الهواء+ كلفة الاشراف الهندسي
الكلفة التشغيلية (الثانوية) = كلفة استهلاك وحدة الطاقة المستهلكة نتيجة عمل مكيفة الهواء + كلفة صيانة مكيفة الهواء + كلفة اندثار مكيفة الهواء + كلفة صيانة السقف + كلفة اندثار السقف .

أما المتغيرات المفروضة بالاعتماد على نفس المصدر فهي :-
-كلف نصب وتشغيل مكيفة الهواء 5% من كلفة شراء وحدة تكييف الهواء
-كلفة صيانة السقف سنويا"3 % من كلف تشييد السقف
-كلفة صيانة وحدة تكييف الهواء سنويا" 5% من كلفة شراء الوحده .
-كلفة الاندثار السنوي للسقف 4% من كلفة تشييد السقف.
-كلفة الاندثار السنوي لوحدة تكييف الهواء 10% من كلفة شراء الوحدة .
- العمر الافتراضي للمبنى 25 سنة.
- العمر الافتراضي لوحدة تكييف الهواء 10 سنة.
-افتراض إن سعر وحدة تكييف الهواء بعد انتهاء فترة استخدامها (10) سنة هي صفر دينار عراقي
-كلفة شراء وحدة تكييف الهواء 350 دولار لمنظومة تكييف ذات سعة (1) طن اعتمادا" على ما متوفر في الأسواق العراقية
-كلفة شراء وحدة الطاقة الكهربائية 30 دينار لكل(كيلو واط –ساعة)
-اعتماد الاسعار المعمول بها في مدينة بغداد عام 2008 . فيما يخص اسعار مواد البناء واجور العمل .

نتائج الدراسة والمناقشة:-

لغرض تحقيق هدف البحث, في تحديد بدائل (للسقف الخرساني) ممكن استخدامها بما يتناسب والتقنيات المتاحة في تشييد الابنيه السكنية في العراق, تم دراسة(15) سقف بديل وكما موضح ابعادها مقاطعها الانشائية, معامل الانتقال الحراري ووزنها في الجدول (1) وكذلك تتم وتوضيح نتائج التحليل الاقتصادي للسقوف المشمولة بالدراسة في الجدول (2) اما النتائج الجانب التجريبي, فتوضحه الاشكال(4,3). حيث تم قياس درجة حرارة طبقة الهواء المتاخمة لسطح السقف, المعرض للبينية والمعرض في جانبه الاخر الى الغرفة وكذلك درجة حرارة الهواء (الظل) لتوضيح السلوك الحراري لهذه السقوف

* ان انتقال الحرارة يحدث بطريقتين: التوصيل و الحمل ، لذلك تم حساب المعامل (c) ومن ثم حساب المعامل (k) بعد تثبيت السمك.

وفي أدناه مناقشة المتغيرات الرئيس للبحث

أ-طبيعة السقوف قيد الدراسة

تم تحليل كلف الإنشاء والتشغيل للسقوف المستخدمة حالياً في التراكيب الإنشائية في الابنية المشيدة في العراق وهما السقف الاعتيادي –الطابوق – (الذي يعرف بالاعقادة) ($u= 1.643W/m^2.k$) والسقف الخرساني المسلح سمك 150 ملم ($u= 2.48 W/m^2.k$)، حيث تم منذ عدة عقود الابتعاد كلياً عن السقف الأول والتركيز على استخدام السقف الثاني، وبسبب ارتفاع قيمة المعامل الإجمالي لانتقال الحرارة تم أضافه العازل الحراري نوع الستايربور (البولى ستايرين) بسمك (10,25,50,100) ملم وبذلك انخفضت قيمة المعامل إلى (0.27, 0.48 , 0.809, 1.56) على التوالي (محسوبة من قبل الباحثيين اعتمادا" على (الدوري واخرون1992), وكذلك تم دراسة السقف المؤلف من الروافد الخرسانية التي تحتوي على ثقوب تستخدم لمرور الهواء خلاله وكذلك تم دراسة عدة أشكال للسقوف التي تستخدم الروافد الخرسانية الصلدة بصورة أساسية ويتم ملئ الفراغ بين كل رافدتين متتاليتين باستخدام الكتل الخرسانية المجوف، الثرمستون والعازل الحراري (الستايربور) مع دراسة نموذجين آخرين للسقف المعدني, ثنائي القشرة مع وجود عازل حراري بينهما، والسقف المعدني على شكل شبه منحرف , بينما تم دراسة نموذج آخر, خرسانة مسلحة على محيط الغرفة مع وجود رافدتين خرسانيتين تتوسط الغرفة طولياً وعرضياً مع ملئ الفراغ الوسطي باستخدام ألواح الثرمستون , وكما موضح التفاصيل الإنشائية لجميع تلك السقوف في الجدول(1) في حين فشلت إنشائياً (من خلال حسابات الباحثيين) السقوف التي استخدمت الثرمستون أو حجر الحلان كأسلوب للاعقادة...

ب- السقف الأمثل اقتصادياً

السقف الامثل الاقتصاديا" هو السقف الذي يتطلب اقل كلفة كلية سنوية (كلفة الانشاء والتشغيل السنوي) ولمعرفة ذلك السقف تم دراسة السقوف الستة عشر قيد الدراسة الموضحة في جدول (1) وادرجت نتائج الحسابات التفصيلية لها في الجدول (2) و اتضح من خلالها إن السقف الذي يحقق اقل كلفة كلية هو السقف المشيد من الخرسانة المسلحة مع استخدامه العازل الحراري بسمك 25 ملم او 50 ملم، حيث اتضح إن أضافه العازل الحراري البولي ستايرين (الستايربور) إلى مكونات المقطع الخرساني للسقف سيزيد من مقدار المقاومة الحرارية للمقطع وبالتالي سيقلل من التسرب الحراري خلاله، وتبين إن نسبه تقليل تكلفة التشييد والتشغيل (الكلفة الكلية) ستكون 51.8% عند استخدام خرسانة مسلحة مع عازل سمك 25 ملم ,بينما تقل نسبة التوفير لتصبح 50.5%عند استخدام خرسانة مسلحة مع عازل سمك 50 ملم مقارنة بما يتطلبه السقف الخرساني المسلح الاعتيادي. إن العازل الحراري المستخدم في التراكيب الإنشائية هو ألواح الستايروبور (الموصلية الحرارية 0.035 واط/م.كَ والكثافة 20 كغم/ م3) حيث سيزيد من قيمة المقاومة الحرارية ولكن هذا العازل له قابلية جيدة على امتصاص بخار الماء (50 غرام/م2 لكل 24 ساعة)، لذلك فان وصول أية جريئة بخار أو ماء ستبقى موجودة ضمن مكونات المقطع، ونتيجة لارتفاع درجة حرارة المقطع تتبخر جزيئه الماء وعند انخفاض درجة حرارة المقطع تتكثف جزيئه البخار وبذلك تشكل جسور لانتقال الحرارة خلال طبقة العازل، مما يفقده قابليته على العزل الحراري ، ولمعالجة هذه المشكلة عملياً يتم تغطية العازل بطبقة من البولي ايثلين (النايلون) لحمايته من تفاعله مع المواد النفطية وكذلك لعزله عن الرطوبة، ومن خلال المراقبة العملية (الباحثيين) لعدد من السقوف التي تم اعادة تسطيحها وجد ان طبقة النايلون المغلفة للعازل قد جفت وتكسرت نتيجة تكرار انخفاض وارتفاع درجات حرارة سطح المبنى وعند ذلك تبدأ الرطوبة بالوصول إلى العازل، إضافة إلى إن قابليه العازل على مقاومة الانضغاط تقل مع تقادم العازل (رغم ارتفاع مقاومة انضغاط العازل) ويبدأ بالتفتت، مما يؤدي إلى هطول طبقة الإنهاء الخارجي للسقف مما يؤدي إلى تجمع المياه عليه وعدم تصريفها بالاتجاه الصحيح، [ويعود ذلك إلى انتهاء صلاحية الحبيبات(المشكل منها العازل) قبل مرحلة تصنيعها والسبب يعود إلى استيراد كميات كبيرة من الحبيبات وتخزن فترات زمنيه طويلة بانتظار التصنيع وبذلك تستنفذ مدة الصلاحية]. اضافة الى ان تخفيض وزن السقف عند استخدام العازل الحراري يكون في حدود 12.4% من وزن السقف الخرساني الاعتيادي لذلك تم تجاهل استخدام هذا النوع من السقف.

ج- الروافد الخرسانية المسلحة

تم دراسة خمس نماذج للسقوف التي تحتوي على روافد خرسانية صلدة طويلة موضحة االارقام (12,11,10,9,8) في جدول (2) وتم ملئ الفراغ بين كل رافدتين متتاليتين باستخدام إحدى المواد التالية:- الكتل الخرسانية المجوفة ، الثرمستون والستايربور. وفيما يخص الأسلوب الأول، التحشية باستخدام الكتل الخرسانية المجوفة تم دراسة ثلاث نماذج موضحه في الجدول (2,1) وبالفقرات (10,9,8), في النموذج الموضح في الفقرة (8)، يتضح إن منطقه التلامس بين الكتل الخرسانية المجوفة والرافدة الخرسانية تكون على امتداد طول جانب الكتل وعلى عكس النموذج الموضح في الفقرة (9) حيث يكون التلامس على حافة صغيره تأخذ شكل حرف L ، بينما النموذج الموضح في الفقرة (10) تجلس الكتل الخرسانية على الرافدة. إن الكتل الخرسانية المجوفة تصنع خصيصاً لهذا السقف وإن الأداء الحراري للنموذج الموضح في الفقرة (10) يعتبر أكفأ من الأخرى انظر في التفاصيل في الجدول(1) بسبب كون الكتل الخرسانية اكبرٌ وحجم الفراغات فيها يكون كذلك اكبر، مما ينعكس على قيمة معامل انتقال الحرارة الكلي، وعند مقارنة الاداء الحراري للنماذج التي تاخذ الفقرات (10,9,8) مع الفقرات (13,11) نجد ان التحشية بالكتل الخرسانية المجوفة له فائدة اكبر لوجود تراب التهوير مع الفجوة الهوائية حيث يشتركا مع بعضهما في رفع مقدار المقاومة الحرارية للمقطع ولكون حجم الثرمستون أو الستايربور صغير مقارنه بحجم ألروافده الخرسانية الطولية لذلك يكون تأثيره الحراري اقل إضافة لارتفاع سعر التشييد كذلك. وعليه يكون السقف المؤلف من الروافد الخرسانية مع الكتل الخرسانية المجوفة أكفأ من التحشية بالثرمستون أو الستايربور والنسبة المئوية لتقليل التكلفة الكلية تكون 40.8% مما يتطلبه السقف الخرساني الاعتيادي (انظر تفصيل حسابات الكلفة في الجدول (2)). إضافة إلى إن هذا الأسلوب يمهد إلى استخدام تقنيات القطع مسبقة

التصنيع، حيث يمكن إن تتواجد بمقاسات محددة يمكن شراؤها جاهزة وتنقل الى الموقع أو تنشأ ضمن الموقع ويتم رفعها بواسطة الآلات إلى موقعها النهائي وبذلك سيتم اختصار الفترة الزمنية اللازمة لإنشاء السقف مما ينعكس إيجاباً على تقليل فترة إنشاء المبنى وهذه ايجابية تزيد من امكانية الاستغناء عن اسلوب التسقيف الحالي بالصب الموقعي للخرسانة المسلحة لصالح استخدام الروافد الخرسانية مسبقة التجهيز.

(د) الخرسانة المسلحة على المحيط والثرمستون في الوسط

التفاصيل الإنشائية والحرارية موضحة بالجدول (1) الفقرة (7) وهذا النموذج معمول به في بعض الدول المجاورة للعراق حيث يتم استخدام خرسانة مسلحة على محيط سقف الغرفة وبعرض قدره 0.75م مع وجود رافدتين إحداهما طولية والأخرى عرضية تقسم الفراغ الوسطي إلى أربعة فراغات يتم تحشيتها باستخدام ألواح الثرمستون، ومن خلال دراسة تحليل الكلفة الموضح في الجدول (2) تبين إن النسبة المئوية لتخفيض الكلفة الكلية له تكون 21% مما يتطلبه السقف الخرساني الاعتيادي بينما كانت تخفيض وزن السقف المتحققة كانت 18%, الا ان تشييد هذا السقف يحتاج الى اعمال كثيرة منها بناء قالب خشبي مدعم بمساند وشد حديد التسليح ثم صب الخرسانة ورفع القالب مما ينعكس سلبا" على فترة انجاز السقف .

(هـ) الروافد الخرسانية المجوفة والصلدة المشكلة للسقف

تم دراسة نظام اخر لاسلوب تشييد السقف, المؤلف من عدد من الروافد الخرسانية المجوفة أو الصلدة والموضح حساباتها الانشائية والحرارية في الفقرات (16,14) في الجدول (1) ومن ملاحظة تلك الفقرات من الجدول (2) يتضح ان الروافد المجوفة قد حققت تخفيض في كلفتها الكلية بنسبة 35% في حين تخلفت عنها الروافد المطوية وأصبحت 24% , بينما تقليل وزن السقف كان في حدود 5% عند استخدام الروافد المطوية، 29% عند استخدام الروافد المجوفة .

(و) السقوف المعدنية

إن نظام السقوف هذه غير مستخدم بكثرة في العراق، وتم دراسة نوعين منه وموضح بالفقرات(15,12) من الجدول (1), (2) حيث التفاصيل الانشائية والحرارية موضحة اضافة الى تحليل كلفهما الكلية. ان استخدام السقوف المعدنية ثنائية القطعة مع عازل حراري سمك 50ملم، يوفر تخفيض في الكلفة الكلية قدره45% بينما نسبة التخفيض في وزن السقف تكون في حدود 94% , اما الاسلوب الاخر الذي اعتمد في الدراسة هو استخدام صفائح معدنية تاخذ شكل شبه المنحرف , حيث حقق تخفيض في الكلفة الكلية قدرة 39% بينما تخفض وزن السقف كان في الحدود 74%

(ي) السلوك الحراري للسقوف المنفذة

تم دراسة تجريبية لعدد من السقوف المنفذة ضمن مدينة – بغداد والتي هي :

1- السقف الخرساني الاعتيادي [الفقرة 2- جدول (1)]
2- السقف العقادة بالطابوق الفني [الفقرة 1- جدول (1)]وباختلاف مادة التسطيح المستخدمة, الكاشي الخرساني الملون(250 x 250 x **2**0) ملم والبلاطات الخرسانية (800 x 800 x 40)ملم .
3- السقف المشيد من الروافد الخرسانية الصلدة الطولية مع التحشية باستخدام الكتل الخرسانية المجوفة [الفقرة 10 – جدول (1)]
4-السقف المعدني ثنائي المعدن [الفقرة 12- جدول (1)] بتغير نوعية الحشوة الموجودة بين طبقتي المعدن .

تم قياس درجة الحرارة للسطحين الخارجي (المعرض للبيئة) والداخلي المعرض للغرفة ودرجة حرارة هواء البيئة (الظل) خلال ساعات يوم واحد من شهر تموز وكما موضح في الشكلين (3) ,(4) .

اتضح من دراسة السلوك الحراري للسقوف المنفذة وكما موضح في الشكل (3), ان متوسط درجة حرارة السطح الداخلي للسقف المشيد من الخرسانة المسلحة الاعتيادي كان 40.8 مَ , واصبح(38.12) مَ في حالة السقف العقادة بالطابوق الفني والتسطيح بالبلاطات الخرسانية, واصبحت (35.62)مَ عند التسطيح بالكاشي الخرساني الملون، (ان نسبة تخفيض حمل التبريد المطلوب نتيجة تاثير البيئة خلال مساحة سقف العقادة نسبة الى ما يؤثره السقف الخرساني كانت 24% , 44.3% على التوالي), واصبحت درجة حرارة السطح الداخلي للسقف المشيد من الروافد الخرسانية الصلدة والتحشية باستخدام الكتل الخرسانية المجوفة (32.62)مَ (نسبة تخفيض حمل التبريد اصبحت 67% مما يسببه السقف الخرساني الاعتيادي). بينما الشكل (4) يوضح السلوك الحراري للسقف المشيد من الصفائح المعدنية ثنائية القطعة وبتغيير مادة الحشوة بين تلك الصفائح (25 ملم عازل حراري , 25 ملم الواح القصبية ,25 ملم ,50 ملم فجوة هوائية) واتضح ان النسبة المئوية لتخفيض الحرارة المنتقلة خلال هذا السقف تكون في حدود 18% بوجود الفجوة الهوائية سمك 50 ملم وتصل النسبة الى 7.6% عند الفجوة الهوائية سمك 25ملم , بينما اصبحت النسبة 17.3% عند استخدام الالواح القصبية سمك 25 ملم وتصل الى 30% عند سمك 50ملم والمغلفة باكياس من البولي ايثيلين (النايلون), بينما نسبة التخفيض كانت 14.5% عند استخدام عازل حراري سمك 25ملم وتصل الى 35% عند زيادة سمك العازل الى 50 ملم. بينما فترة التاخير الحراري بين القيمة العظمى لكلا من درجتي حرارة الهواء الملامس للطبقة المتاخمة لمادة الانهاء الخارجي والداخلي للسقف , كانت (2:30) ساعة عند استخدام العازل الحراري سمك 50 ملم وتصل الى (3:30) ساعة عند استخدام نفس السمك من مادة الالواح القصبية بينما كان (1:0) ساعة عند وجود فجوة هوائية بنفس السمك .

الاستنتاجات

من خلال مناقشة نتائج التحليل الاقتصادي لكلف تشييد وتشغيل السقوف المقترحة وكذلك من خلال نتائج الدراسة التجريبية لعدة سقوف منفذة في مدينة بغداد , يمكن للباحثين تثبيت عدة استنتاجات وهي

أ- استخدام العازل الحراري سمك 25 ملم , 50 ملم مع السقف الخرساني الاعتيادي سمك 150 ملم , يؤدي الى تخفيض واضح في قيمة الكلفة الكلية , ولكن بسبب وزن السقف الثقيل لايفضل استخدامهُ .

ب- اسلوب التسقيف باستخدام الروافد الخرسانية الطولية والتحشية بالكتل الخرسانية المجوفة , سيوفر تخفيض معقول في كلا" من الكلفة الكلية ووزن السقف , اضافة الى امتلاكة عزل حراري جيد ينعكس ايجابيا" في تقليل السعة التبريدية للمبنى المشيد بهذا السقف .

ت- اسلوب التسقيف باستخدام الروافد الخرسانية مسبقة التجهيز سيقلل من الفترة الزمنية اللازمة لانشاء السقف وبالتالي انعكاس ذلك ايجابيا" على تقليل فترة انشاء المبنى .

ث- يتطلب التوعية الجماهيرية لاستخدام السقوف المعدنية ثنائية الطبقة لامتلاكة خفة وزن وتوفيرها المعقول في الكلفة الكلية .

ج- بالامكان استبدال العازل الحراري بالالواح القصبية بعد المعالجة بالمواد الكيمياوية لمنع تجمع الحشرات فيها وتغليفها باكياس البولي اثيلين (النايلون) (ان التقدم العلمي ادى الى ظهور مبيدات كيمياوية لا تؤثر على الانسان من حيث الرائحة او المفعول) لكون الكفائة الحرارية جيدة وفترة التاخير الحراري لها افضل اضافة لانخفاض قيمتها.

المصادر

1- ASHRAE /Handbook of fundamentals)/ 1997, American society of heating & refrigeration, air-cond. Eng.

2- De Garmo , E..paul & Canada , John R. [engineering economy] fifth edition Macmillan publishing co., inc , New- York – U.S.A 1975

3- Jones ,w.p(Air – Conditioning Engineering) , Edward – Amold –London – 1985

4- Rohsenow , warren m.& Hartnett ,James p.(Handbook of heat transfer) McGraw – Hill Book company –New York – U.S.A. 1973 .

5- الجهاز المركزي للإحصاء –(المجموعة الاحصائيه السنوية / للسنوات 1977 , 2007 وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي /العراق .

6- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي أسيا /(ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الابنيه)/ مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة / جوها نسبرغ /8/26 – 2002/9/4

7- الحديثي – عبد الإله / (حسابات الاشعه الشمسية على سطوح الابنيه) تقرير من منشورات مركز بحوث البناء -مجلس البحث العلمي العراق / 1975

8- الدوري . د.مجيد واخرون [الموصلية الحرارية للمواد البنائيه في العراق] المؤتمر العراقي الأول للطاقه , وزاره النفط / العراق , 1992

9- دائرة الأنواء الجوية /وزارة المواصلات [التقرير السنوي لدرجات الحرارة] العراق/2006

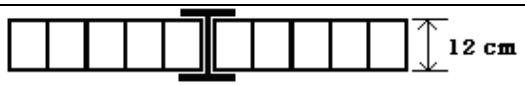
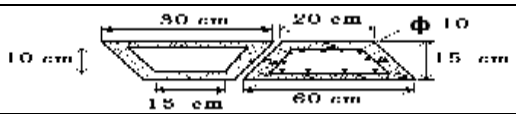
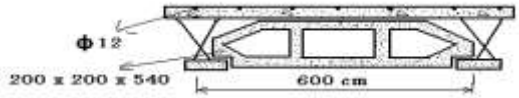
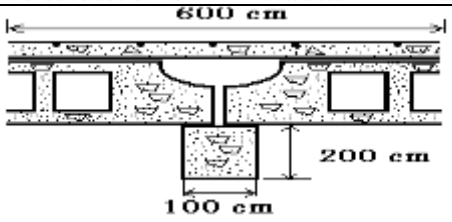
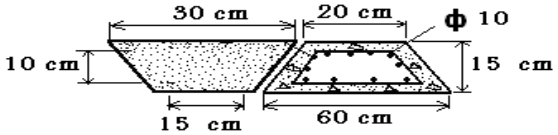
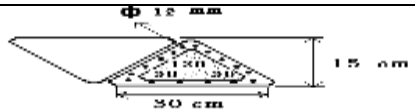
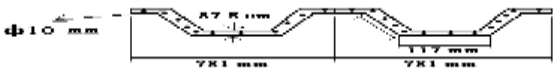
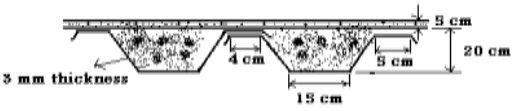
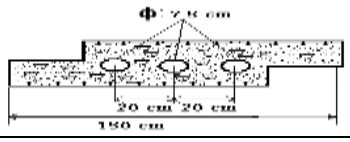
10- علي حسن . عاطف ,لطيف. مثنى [تحليل مسارات الطاقة المستهلكة في القطاع المنزلي في مدينه بغداد] المؤتمر العلمي الأول – الكلية التقنية – النجف / العراق 2007

11- علي حسن , عاطف [تقليل التسرب الحراري خلال السقوف الخرسانية المسلحة] المؤتمر العلمي الحادي عشر / كليه الهندسة / جامعه بغداد - 2009

12- كامل شعبان .عوني , الجوادي .مقداد [التحليل المناخي للعراق وإثره على العمارة) / تقرير من منشورات مركز بحوث البناء – مجلس البحث العلمي – 1973

13- مديرية مبيعات الطاقة الكهربائية /وزارة الكهرباء –العراق-القيمة السعرية الجديدة –ومصادقة مجلس الوزراء –الجلسة 49 لعام 2008

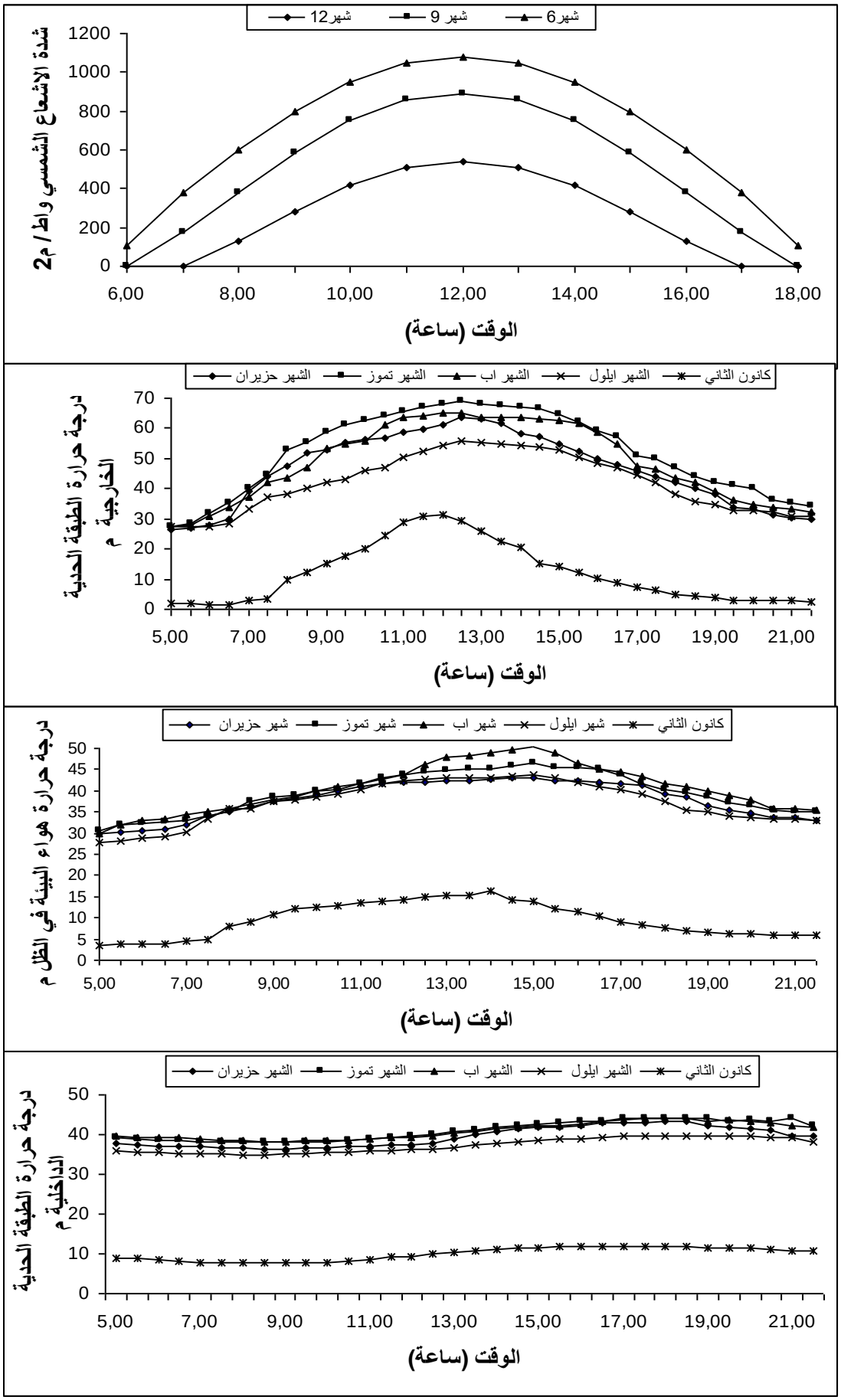
جدول(1) المواصفات الإنشائية والحرارية للسقوف المقترحة (الأبعاد والمواصفات محسوبة من قبل الباحثين)

ت	اسم السقف	التفاصيل الإنشائي للسقف	وزن السقف kg/m2	المعامل الاجمالي لانتقال الحرارة w/m2k
1-	طابوق (العقادة)		261	1.51
2-	خرسانة مسلحة		604	2.48
3 - 6	خرسانة مسلحة مع عازل حراري سمك1سم، 2.5سم، 5سم ، 10سم		529 529 530 531	1.56 0.809 0.483 0.27
7-	خرسانة مسلحة على المحيط وثرمستون بالوسط		495	1.7
8-	روافد خرسانية مسلحة مع البلوك		346.4	1.65
9-	روافد خرسانية مسلحة مع البلوك		492	1.6
10	روافد خرسانية مسلحة مع البلوك		327.4	1.4
11	روافد خرسانية مسلحة مع ثرمستون		339.7	1.58
12	طبقتين معدنيتين بينهما عازل حراري		40	0.923
13	روافد خرسانية مسلحة مع قطع ستايربور		304.4	1.4
14	روافد خرسانية مطوية		576.4	1.07
15	طبقة معدن على شكل منحرف		157.0	0.989
16	روافد خرسانية مجوفة		592	1.61

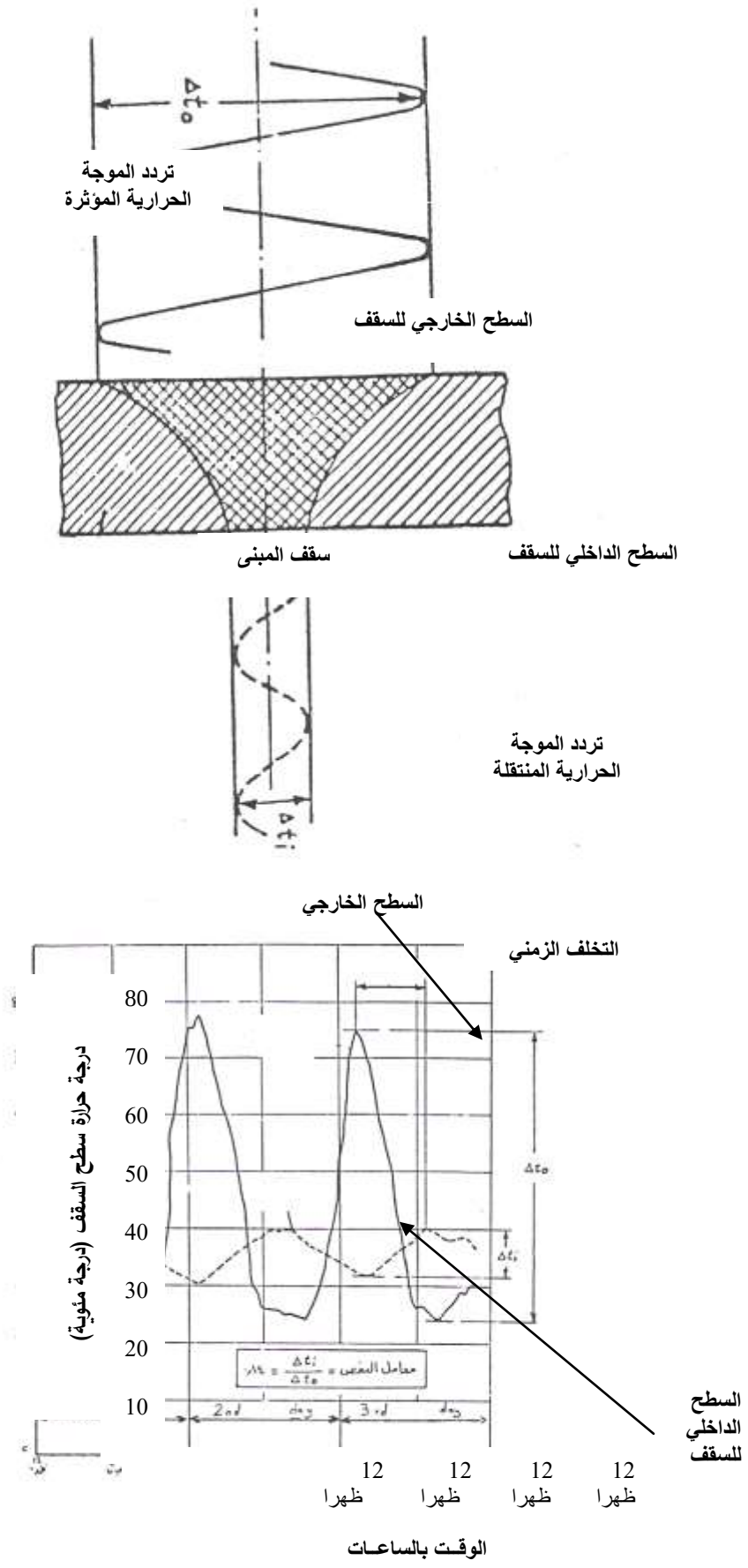
- جميع السقوف تحتوي على مادة إنهاء داخلي جص 20 ملم ومادة إنهاء خارجية طبقة قير ولباد سمك 5 ملم وتراب تهوير سمك 100 ملم وألواح الشتايكر (80x80) سم سمك 40 ملم باستثناء السقف (12).
- السقوف الخرسانية تحتوي على عازل حراري يضاف إليها قبل وبعد العازل طبقة من النايلون جيد السمك.

جدول (2) تفاصيل حساب الكلف الأولية والتشغيلية للسقوف المقترحة في الدراسة (الدينار العراقي) لسقف أبعاده (4.5 x 4.5) م

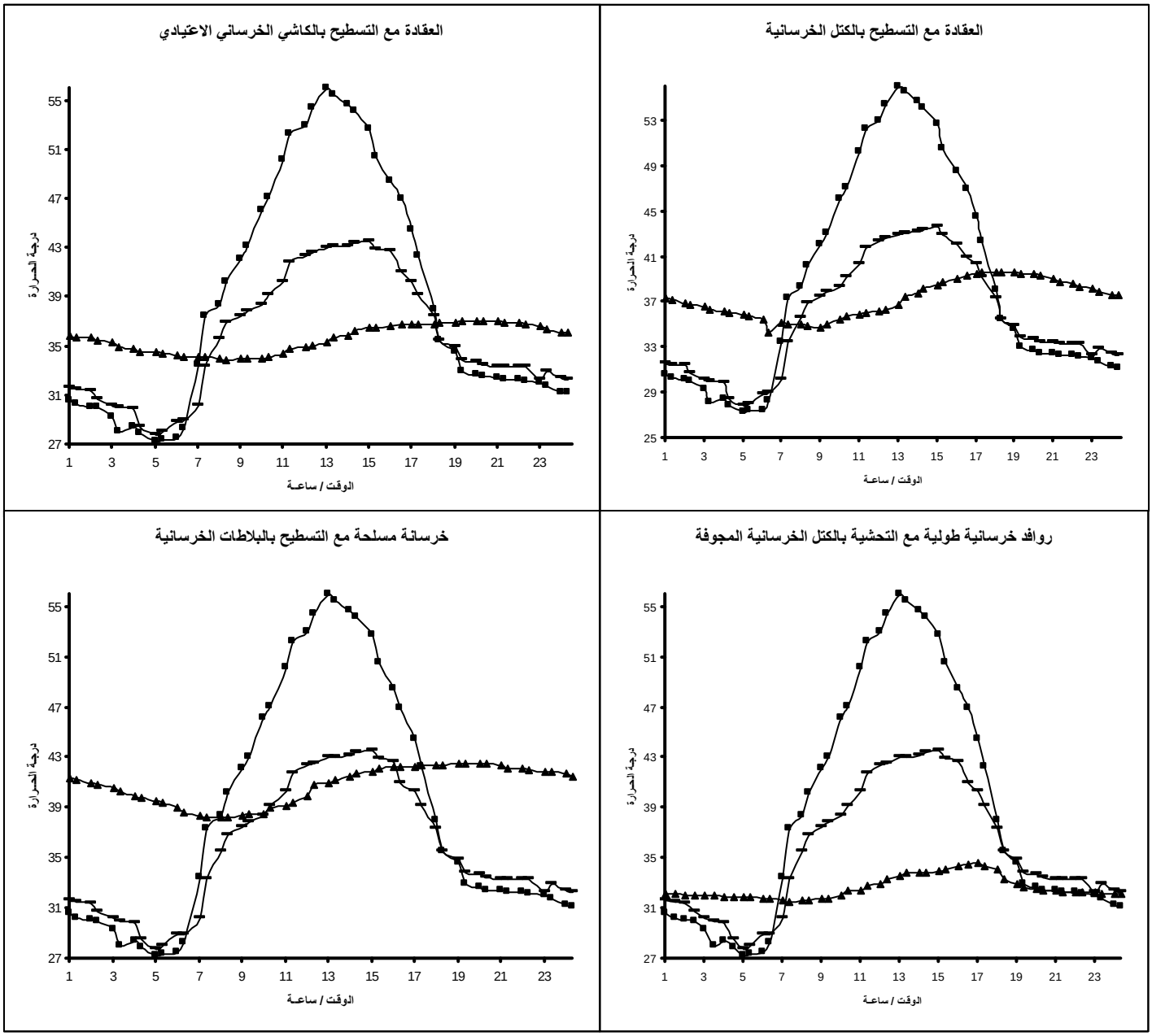
ت	مواصفات السقف	المعامل الكلي لانتقال الحرارة	الحمل الحراري الناشيء عنه		الكلف الأولية للإنشاء بالدينار العراقي				الكلفة التشغيلية (الثانوية) بالدينار العراقي						مجموع الكلفة الكلية A+B	النسبة المئوية لتخفيض الكلفة الى السقف الخرساني
			كياو واط	طن تبريد	إنشاء السقف	شراء الأجهزة	نصب الأجهزة	الكلف الاوليه A	استهلاك الطاقة	صيانة جهاز	صيانة السقف	اندثار الجهاز	اندثار السقف	الكلف التشغيلية B		
1	اعكادة بالطابوق	1.51	1.28	0.4	840000	153000	7650	72303	51840	7650	25200	30600	33600	148890	221193	40.5
2	خرسانه مسلحه	2.48	2.7	0.8	930500	336000	16800	118558	103680	16800	27915	67200	37220	252815	371373	-
3-6	خرسانه مسلحه مع عازل حراري سمك 10 ملم	1.56	1.36	0.4	1100000	68000	8400	87208	51840	8400	33000	33600	44000	170840	258048	30.5
	سمك 25 ملم	0.809	0.4	0.1	1250000	46200	2310	65672	14256	2310	37500	9240	50000	113306	178978	51.8
	سمك 50 ملم	0.483	0.23	0.1	1450000	19371	969	68275	9482	969	43500	3874	58000	115825	184100	50.5
	سمك 100 ملم	0.27	0.13	0	1650000	16800	840	76481	5184	840	49500	3360	66000	124884	201365	45.8
7	خرسانه مسلحه على المحيط والواح ثرمستون بالوسط	1.7	1.65	0.5	1121500	210000	10500	97856	64800	10500	33645	42000	44860	195805	293661	21
8	رافده خرسانيه جاهزه مع بلوك خرساني مجوف	1.65	1.62	0.5	882500	193200	9660	83460	49680	9660	26475	38640	35300	159759	243219	34.5
9	رافده خرسانية جاهزة مع بلوك خرساني مجوف	1.6	1.51	0.4	991000	180600	9030	85323	55723	9030	29730	36120	29640	170243	255566	31.2
10	رافده خرسانيه جاهزه مع بلوك خرساني مجوف	1.4	0.96	0.3	993800	126000	6300	79763	38880	6300	29814	25200	39752	139945	219708	40.8
11	رافده خرسانية جاهزة مع ثرمستون	1.58	1.47	0.4	1207000	176400	8820	93857	54432	8820	36210	35280	48280	183022	276879	25.5
12	ألواح معدنية ثنائيه الطبقة مع عازل سمك 5 سم	0.823	0.5	0.2	1225500	90000	4500	74712	19440	4500	36765	18000	49020	127725	202437	45.5
13	رافده خرسانيه جاهزه مع قطع سايريور	1.4	0.96	0.3	1417000	126000	6300	91454	38880	6300	42510	25200	56680	169570	261024	29.7
14	رفده خرسانية مسلحة جاهزة مطوية	1.07	0.6	0.2	1710880	50000	2500	86829	24475	2500	51326	10000	68435	156736	243565	34.4
15	رافده معدنية تأخذ شكل شبه منحرف	0.909	0.56	0.2	1400000	96000	4800	83776	21472	4800	42000	19200	56000	143472	227248	38.9
16	رافده خرسانية مجوفة تحتوي على عدة ثقوب طوليه	1.61	1.51	0.4	930500	180600	9030	75146	55723	9030	27915	36120	37220	166008	241154	35



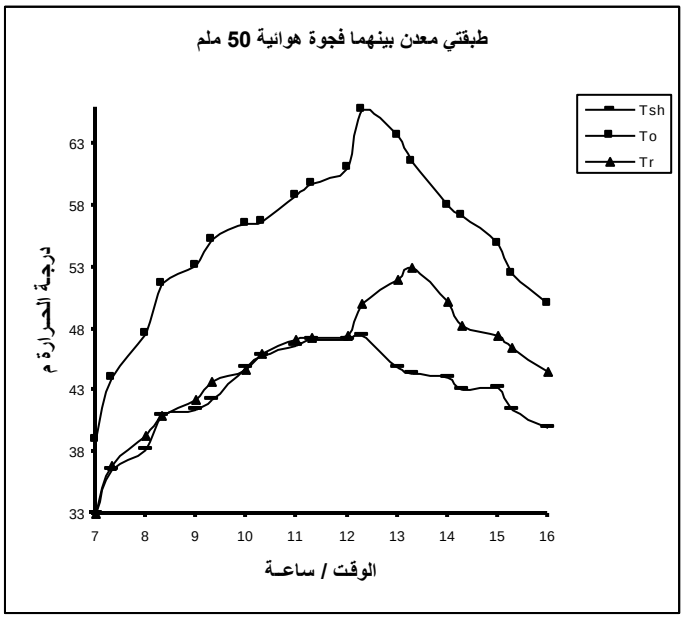
شكل (1) تغير الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة السطوح والظل بتغير الوقت للسقف الخرساني

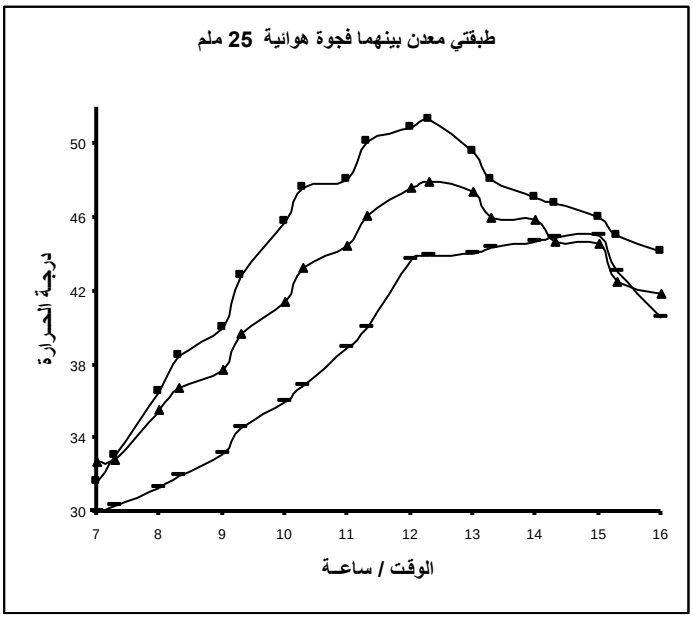


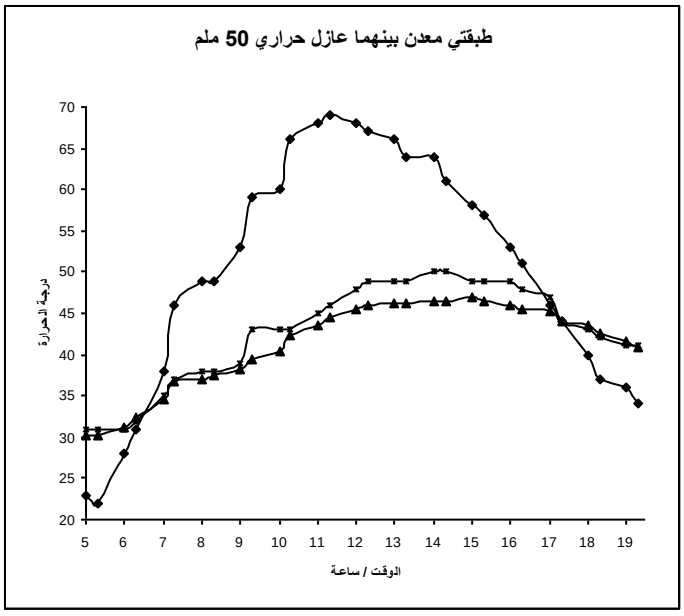
شكل (2) تغير درجة حرارة البيئة وداخل الغرفة لسقف كونكريتي بتغير ساعات اليوم الواحد

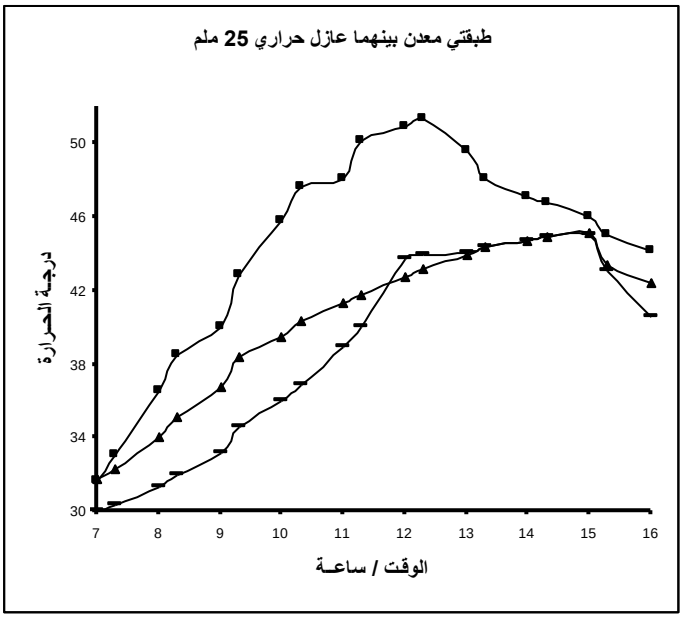


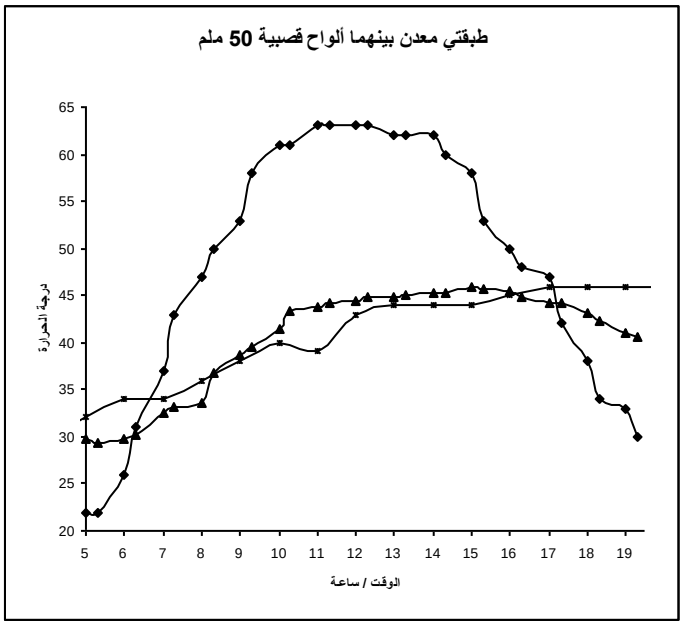
شكل (3) التغير اليومي لدرجات الحرارة المقاسة للسقف بتغيير طريقة الإنشاء

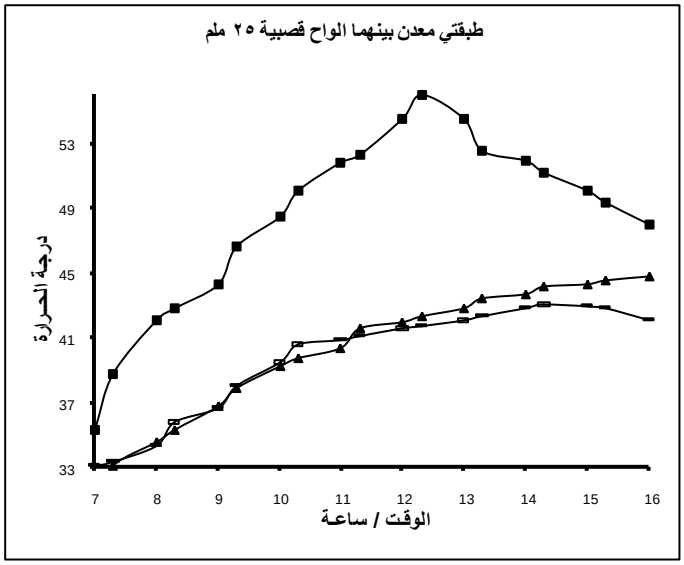












شكل رقم (4) التغير اليومي لدرجات الحرارة المقاسة للسقف المعدني