مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (21) العدد (8) 1999
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (21) No (8) 1999

معالجات إشعاعية للأسقف النهائية في الساحل السوري

الدكتور أنيس الدكر*

(ورد إلى المجلة في 1998/9/21، قبل للنشر في 1999/2/27)

□ الملخّص □

تعاني الطوابق الأخيرة في الأبنية من ازدياد تبادلاتها الحرارية مع الغلاف الجوي والفضاء الخارجي، وخاصة من خلال التبادل الإشعاعي لسطحه الأفقي الكبير نسبيا، مما يؤدي إلى ارتفاع كبير لدرجات حرارته صيفا وانخفاضها بشكل متدن شتاءً.

يتضمن البحث معالجة السطح، بإكسائه بمواد ذات مواصفات إشعاعية مختارة، بشكل يساعد على قلب الحالة العادية من التبادلات الإشعاعية، بحيث تقوم بالتقاط الطاقة الشمسية وتدفئة الجو الداخلي شتاءً، بينما تقوم صيفا بعكس الإشعاع الشمسي نهاراً، وتبديد الحرارة إشعاعيا باتجاه السماء خلال الليل، وذلك للمساعدة على تبريد الجو الداخلي، وصولا إلى تامين حماية حرارية مستمرة، وتكييف طبيعي نسبي شبه مجاني يوفر الطاقة ويحافظ على البيئة.

* أستاذ مساعد في قسم التصميم المعماري-كلية الهندسة المعمارية - جامعة تشرين - اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (21) العدد (8) 1999
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (21) No (8) 1999

Treatments by Radiation Control of Roofs at the Syrian Coast

Dr. Anis AL DAKAR*

(Received 21/9/1998, Accepted 27/2/1999)

❐ ABSTRACT ❐

The final floors of buildings suffer as a result of being exposed to higher temperature degrees in summer and lower temperature degrees in winter than normal floors. This is due to the thermal exchanges with atmosphere and the radiation with the sky by a big area of the roof.

The research addresses this problem by covering the roof with specific materials which absorb sunshine in winter with law radiation to the sky, and reflect sun shine in summer with high radiation to the sky, which control the thermal gain, to have a relative conditioning and environment saving at a low price.

* Associate Professor at Department of Architectural Design, Faculty of Architecture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تتعرض الطوابق الأخيرة في الأبنية للمشاكل الحرارية الناتجة عن زيادة تبادلها الحراري مع الجو الخارجي، بسبب تبادلات السطح النهائي المعرض لمختلف العوامل الجوية من رياح وأمطار، إضافة إلى تبادلاته الإشعاعية باتجاه الفضاء الخارجي، مدعوماً بشفافية عالية نسبياً للغلاف الجوي (سماء صاحية عامة)، بسبب نقص الرطوبة الناتج عن ارتفاع الضغط الجوي عامة في خطوط العرض للوطن العربي، وكذلك لانخفاض الرطوبة النسبية في المنطقة الساحلية بسبب دفئها شتاءً .

تتلخص المعاناة في الطوابق الأخيرة بارتفاع درجة الحرارة الناتجة عن التسخين الشمسي الكبير للسطح العلوي صيفاً، حيث يتسرب جزء كبير من الطاقة الحرارية عن طريق الإشعاع نحو الأسفل، وذلك بعد انتقالها إلى السطح السفلي من بلاطة السقف، مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة للجو الداخلي، إضافة إلى رفع درجة الإحساس بالحرارة، نتيجة للتعرض المباشر للإشعاع من السقف ذي الحرارة العالية نسبياً. كما يحدث الشيء المعاكس في فترة البرد الشتوي، من حيث تعرض السطح مباشرة للهواء البارد الخارجي ومياه الأمطار، إضافة إلى كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي يخسرها السقف إشعاعيا عبر سطحه العلوي المواجه للسماء، مما يؤدي بالتالي من خلال انتقال الحرارة إلى تبريد السطح السفلي للسقف، الذي يقوم بدوره بامتصاص حرارة الجو الداخلي بمختلف عناصره، بواسطة عوامل الحمل والتبادل الإشعاعي.

تزداد أهمية المعاناة الحرارية المذكورة، ولاسيما أن عدداً كبيراً من الأبنية لا يتمتع بعازلية حرارية كافية، إن كان ذلك من حيث العازلية الذاتية للسقف، أو العزل الإضافي المطبق عليه، الذي نادراً ما يكون كافياً، مع العلم أن نسبة كبيرة من الأبنية تكتفي بسقف أفقي عار مؤلف من بلاطة بيتونية ملينة، وبسماكات محدودة 10 -15 سم، كما ظهرت بعض البحوث المنشورة حديثاً والتي تتطرق لموضوع المعالجة الإشعاعية [1 ، 2] .

الهدف من البحث :

يهدف البحث إلى معالجة ظاهرة التبادل الإشعاعي لبلاطة السقف مع الغلاف الجوي والفضاء الخارجي، من خلال استخدام إكساء للسطح النهائي بمواد ذات مواصفات إشعاعية متميزة، ومنتقاة بشكل يتناسب مع الحاجة.

بمـــا أن المعـــادن بشـــكل عـــام ، والبيضـاء اللامعـة منها بشكل خـاص، تتميز بضـعف شديد فـي تبادلها الإشـعاعي، فقد تم اخـتيار معـدن الألمـنيوم الخـام المصـقول للإكسـاء، بقصـد الحـدّ مـن هـذا التـبادل الإشـــعاعي، وتقـــريب الطـــابق الأخيـــر بمواصفاته الحرارية من الطوابق المتكررة العاديـة، وذلـك بإلغـاء أو بـتعديل التـبادل الإشـعاعي نحـو السـماء. حيـث إن نسـبة امتصاص الألمنيوم المصقول من الإشعاع الشمسـي والإشـعاع الأرضـي هـي بالتـالي 15% و 4 % من امتصاص الجسم الأسود النظري لها [3 - ص 340].

التجربة :

لقد تم اختيار موقـع التجارب على عقار فـي اللاذقية، يقع على بعد 500 م من حوض الميناء و1000 م عن مكسر الأمواج فيه (مخطط 1).

تم تطبيق التجربة خـلال شهر تموز مـن عـام 1994، عـلى سـطح مـن البيـتون المسلح ذي عازلية حرارية متوسطة، على شكل بلاطة هوردي بسماكة 28 سم ، حيث تـم تـنظيف السـطح العـلوي وتسـويته جـزئياً وفرشه بروبة إسمنتية بقصد تحسين تسويته، ثم فرشت طبقة زفتيه حارة بسماكة تقريبية قدرهـا 2 مـم، وغطيت بعـد ذلـك مباشـرة، وقـبل تجمـد الـزفت، بصـفائح الألمـنيوم المضـلع بسـماكة 0.4 مـم، وبأبعـاد قدرهـا 1,5x1 م للقطعة الواحدة، حيث تـم تثبيتها بضـغطها عـلى الطبقة الزفتية اللزجة. كما أضيفت زيادة على ذلك نقاط تثبيت إضافية عند تلاقي الزوايا بواسطة مسامير فولاذية.

بعد مضي عامين على هذه التجربة وحصول بعض التغيرات نـتيجة لتعرضـها لـلعوامل الجويـة، إضـافة إلى الـرذاذ المـالح لمياه البحر القادم مع الرياح، أدى إلى تغير لـون الالمـنيوم نـتيجة للـتفاعل الكيميـائي لسطحه وأصـبح أكـثر امتصاصـا للإشـعاع الشمسـي، وأقـرب فـي مواصـفاته الفيـزيائية إلى اللاقـط الشمسـي، حيـث، مـع زيـادة امتصاصـه للإشـعاع الشمسـي، يـبقى محافظاً الى حـد كـبير عـلى مواصـفاته، مـن حيـث ضـعف تبادلـه الإشـعاعي بالنسـبة للإشـعاع الأرضـي ذي الموجـات الطويلة (أطـول من 4 ميكرون).

قبل البدء بإجراء القياسات اللازمة، وفي 15 تموز 1996 تم إكساء جزء من السطح المغطى بالألمنيوم بطبقة من الكلس المطفأ على شكل دهان، بمعدل 100غ من الكـلس الحـي (قـبل إطفائـه) عـلى المـتر المربع؛ وذلك لتشكيل سطح مقارنـة بـارد، واختير لذلك مساحة 20 متراً مربعاً تقريباً فـوق المطـبخ المطـل بـنافذته نحـو الغـرب، والذي لا يحتاج لتدفئة كبقية أجزاء المنزل شـتاءً، إضـافة إلى توافـر مصـادر منـتجة

للحرارة فيه، من خلال الاستخدام الطبيعي لها (قرن غاز- براد- فريزر -غسالة آلية..الخ).

جرت قياسات درجات الحرارة للسطح العلوي، وكذلك للسطح السفلي من بلاطة السقف في قسميه، المغطى منه بالألمنيوم فقط، والمطلي منه بالكلس المطفأ فوق طبقة الألمنيوم.

كما جرت القياسات للسطح العلوي فقط من السقف البيتوني العاري بقصد المقارنة.

كانت تجرى القياسات في مختلف ساعات الليل والنهار، خاصة في فترات الشروق والغروب والظهيرة، مع ملاحظة الرياح ونسبة الغيوم في الجو.

يلاحظ، نتيجة لموقع مدينة اللاذقية بالنسبة لخطوط الطول والتوقيت الدولي، أن الساعة 11,40 بالتوقيت الشتوي و12,40 بالتوقيت الصيفي، هي تقريباً الساعة الثانية عشرة ظهراً بالتوقيت الشمسي، لحظة ورود الإشعاع الشمسي من الجهة الجنوبية بطاقته القصوى، وقد روعي ذلك عند رسم الخطوط البيانية لتغيرات درجات الحرارة للسطوح العلوية والهواء الخارجي، كما تم اختيار دراسة التغيرات الحرارية لأيام محددة، متميزة، ومعبرة بشكل واضح، بما يخدم الهدف الأساسي من البحث الجاري دون اللجوء للتكرار. اتخذ لإجراء قياسات درجات الحرارة الخارجية موقع مظلل من الشرفة الجنوبية لتمثل درجة الحرارة الخارجية المحلية، كما اعتمدت كمرجع مقارنة للقياسات الأخرى، علماً أنها تتميز بارتفاع درجة حرارة نسبي شتاءً بسبب عامل الاتجاه.

استخدمت في قياس درجات الحرارة الداخلية والخارجية موازين حرارة منزلية متوافرة في السوق المحلية (Der Grun Punct)، وكذلك استخدمت عناصر من الميزان المذكور في تصنيع جهاز قياس درجة حرارة السطوح العلوية والسفلية من السقف، وذلك لعدم توافر موازين حرارة أو أجهزة قياس أخرى خاصة في هذا المجال، وقد اعتبر أن دقة القياس بواسطة هذه الموازين مقبولة، والخطأ فيها يقع في حدود 0,5 درجة مئوية.

اعتمد في التسميات على المخططات البيانية ما يلي :

سطح ألمنيوم: درجات حرارة السطح العلوي للسقف المكسو بالألمنيوم.

سطح مكلس: درجات حرارة السطح العلوي للسقف المكسو بالألمنيوم، والذي جرى طليه بطبقة كلسية فوق المطبخ بتاريخ 1996/7/15.

سطح بيتون: درجات حرارة السطح العلوي للسقف البيتوني دون إجراء أية معالجة عليه.

سطح مكلس حديث: درجات حرارة السطح العلوي للسقف المكسو بالألمنيوم، الذي جرى طليه بطبقتين من الكلس فوق غرف النوم بتاريخ 1997/7/11.

سقف ألمنيوم: درجات حرارة السطح السفلي للسقف الذي سطحه العلوي مكسو بالألمنيوم.

سقف مكلس: درجات حرارة السطح السفلي للسقف الذي سطحه العلوي مكسو بالألمنيوم ومطلي بالكلس فوق المطبخ بتاريخ 1996/7/15.

سقف مكلس حديث: درجات حرارة السطح السفلي للسقف الذي سطحه العلوي مكسو بالألمنيوم فوق غرف النوم، ومطلي بطبقتين من الدهان الكلسي بتاريخ 1997/7/11.

داخل ألمنيوم: درجات حرارة الجو الداخلي حيث السطح العلوي مكسو بالألمنيوم.

داخل مكلس: درجات حرارة الجو الداخلي للمطبخ، حيث السطح العلوي لسقفه مكسو بالألمنيوم ومطلي بالكلس بتاريخ 1996/7/15.

داخل مكلس حديث : درجات حرارة الجو الداخلي لغرف النوم حيث السطح العلوي لسقفه مكسو بالألمنيوم ومطلي بطبقتين من الدهان الكلسي بتاريخ 1997/7/11.

هواء خارجي: درجات حرارة الهواء الخارجي المقيسة في الشرفة الجنوبية وفي موقع محمي من أشعة الشمس المباشرة.

غائم أو صحو: تحديد النسبة المئوية التقريبية لتغطية السماء بالغيوم أو الانقشاعات.

جنوب-غرب-شرق-شمال ، متوسط-خفيف-عاصف: بيان وضع الرياح ، اتجاهها وشدتها.

درجة الحرارة: تحديد درجات الحرارة المئوية على محور شاقولي مدرج كل خمس درجات.

التوقيت: تحديد محور أفقي للتوقيت الساعي لليوم بأكمله، وتحدد عليه ساعات إجراء القياسات بحسب التوقيت المحلي (صيفي أو شتوي).

اليوم والتاريخ: هو يوم وتاريخ إجراء القياسات، مع بعض المعلومات العامة أحياناً.

الخطوط البيانية: خطوط بيانية تقريبية تمر بالنقاط المحددة على المخطط البياني، والممثلة لنتائج القياسات التي جرت في التوقيت المحدد.

قياس درجات حرارة السطوح :

تقاس درجات حرارة السطوح بتطبيق سطح الجهاز مع ضغطه على السطح المراد قياس درجة حرارته، وتبديل

موقع التطبيق 3-4 مرات خلال القياس الواحد، بقصد الحد من تأثير عامل العطالة الحرارية للجهاز نفسه، وذلك خلال مدة دقيقتين تقريباً. مع العلم أنه من خلال التجربه تبين أن درجة الحرارة المقيسة تستقر خلال هذه الفترة، كما أن الفارق بينها وبين درجة الحرارة المقيسة خلال دقيقة واحدة فقط لا يتجاوز 0,5 درجة مئوية، وبذلك يمكن اعتبار نتائج القياس مقبولة، علماً أن درجات الحرارة للسطح نفسه غير متجانسة كلياً، للأسباب التالية:

1- عدم تجانس كتلة السقف نفسه؛ لكونه بلاطة هوردي مع فراغات داخلية.

2- عدم تجانس لون سطح الألمنيوم المعرض للتبادل الإشعاعي.

3- عدم تجانس درجة التصاق صفائح الألمنيوم بالسطح البيتوني.

تواتر عمليات القياس :

جرت عمليات القياس لدرجة الحرارة المسجلة مرتين كحد ادنى في اليوم الواحد. في فترة الصباح الباكر (شروق)، وفي فترة بعيد الظهيرة، ليمثلا بشكل عام الحدود الدنيا والقصوى لدرجات الحرارة اليومية، وغالباً مع قياس لصباح اليوم التالي. كما تم في حالات أخرى قياس درجة الحرارة مرات عديدة خلال النهار، وكذلك خلال الليل، بقصد الحصول على مخططات بيانية أكثر دقة وتعبيراً.

مع الأخذ بعين الاعتبار احتمالات تقلب الطقس وورود موجات من الحر والبرد متأثرة بمصادر ورود الرياح من خطوط عرض دنيا أو عليا، فإننا بشكل عام، وبالاعتماد على الأطلس المناخي لسورية، يمكننا اعتماد التصنيف التالي لمناخ المنطقة الساحلية، وبشكل خاص لموقع التجارب في اللاذقية.

آ-الفترة الباردة: وهي أشهر: كانون أول - كانون ثان – شباط - آذار. حيث معدلات درجات الحرارة فيها هي بالتتالي 14.5 ، 12 ، 13 ، 15 درجة مئوية [4].

ب-الفترة الحارة: وهي أشهر حزيران - تموز - آب - أيلول - حيث معدلات درجات الحرارة فيها هي بالتتالي 24 ، 27 ، 27 ، 25 درجة مئوية [4].

ج-فترتا اعتدال: ربيعية وهي شهرا نيسان وأيار، بمعدلات درجات حرارة 18و 21 درجة مئوية. وخريفية وهي شهرا تشرين أول و تشرين ثان، بمعدلات درجات حرارة 22 و18 درجة مئوية[4].

آ - الفترة الباردة :

مع العلم بأن الانقلاب الشتوي يكون في 21 كانون أول ، حيث تكون زاوية ورود الأشعة الشمسية ظهراً بالتوقيت

الشمسي هي في حدودها الدنيا وقدرها 31 درجة عن الأفق في اللاذقية، وكمية الطاقة الشمسية الساقطة على المتر المربع من السطح الأفقي تكون في حدودها الدنيا، نجد أن الشهرين الأقل درجة حرارة هما كانون الثاني، وشباط 12 و13 درجة مئوية، وذلك بسبب تأخر الموجة الحرارية الناتج عن العطالة الحرارية للأرض والبحر [4].

بالعودة إلى المخططات البيانية، نلاحظ في هذه الفترة، وعندما يكون الطقس صحوا والسطح جافاً والداخل مغلقاً، الأمور التالية.

1- درجة حرارة سطح الألمنيوم دائماً أعلى من درجة حرارة الهواء الخارجي بمعدل يتراح بين 3 و3,75 درجة، وأعلى من درجة حرارة سطح البيتون بمعدل حوالي 4,8 درجة، بينما يكون معدل درجة حرارة سطح البيتون وسطح المكلس أخفض من معدل حرارة الهواء الخارجي، ما بين 0,7 و1,3 درجة للبيتون و 0.6 حتى 2.2 درجة للمكلس، وذلك كما في المخططين البيانيين (4، 5) لشهري كانون أول وكانون ثان، عندما تكون زاوية ورود الأشعة الشمسية في حدها الأدنى. كما أن درجة حرارة سطح الألمنيوم تكون أعلى من درجة حرارة الهواء الخارجي بمعدل يتراوح بين6,3 و7,5 درجة وأعلى من درجة حرارة سطح البيتون بمعدل يتراوح بين 5.5 و6.5 درجة كما في المخططين البيانيين (6، 7) خلال شهري شباط وآذار، ذلك بسبب ازدياد زاوية ورود الأشعة الشمسية على السطح الأفقي.

2 - تقارب معدلات درجة حرارة سطح الألمنيوم وسقف الألمنيوم، وداخل الألمنيوم، مع فارق واضح في مدى الموجة الحرارية وتوقيتها، حيث يحصل تخامد في الموجة الحرارية، وتأخير في وصولها من السطح إلى السقف والداخل، بشكل يتناسب مع سماكة ونوعية بلاطة السقف، كما يظهر ذلك في المخططات البيانية (2، 4، 5، 6، 7).

3 - معدل درجة حرارة الجو الداخلي للألمنيوم هو أعلى من معدل درجة حرارة الهواء الخارجي بمقدار 3,5 درجة في فترة الانقلاب الشتوي كما في المخططين البيانيين (3، 4) وترتفع إلى 5,3 حتى 7 درجات في شهري شباط وآذار، مع ارتفاع زاوية ورود الأشعة الشمسية على السطح الأفقي كما في المخططين (6، 7).

4 - عندما يكون الطقس صحوا والسطح مبللاً، فإن معدل درجة حرارة السطح بمختلف أنواعه يصبح أقل من معدل درجة حرارة السقف، وأقل من معدل

درجة حرارة الهواء الخارجي، ويكون سطح الألمنيوم ذا درجة حرارة أعلى من سطح البيتون، ويليه السطح المكلس الأقل درجة حرارة، وإنما بفوارق محدودة بمعدلاتها وتتراوح بين 0,5 و 1,5 درجة كما في المخطط البياني.رقم (2) تاريخ 1997/12/17 بينما تنخفض درجة حرارة البيتون الرطب، لتعادل درجة حرارة المكلس الرطب بسبب تغير لون البيتون بعد زوال الماء، عنه كما في المخططين (1و2) لليوم نفسه.

5 - تظهر الحاجة عموما إلى التدفئة الاصطناعية أثناء السطوع الشمسي، عندما ينخفض معدل درجة حرارة الهواء الخارجي عن 15 درجة في شهري كانون اول وكانون ثان وعن 13 درجة في شهري شباط وآذار ولمدة تزيد عن 24 ساعة، حيث يستنزف المخزون الداخلي من الطاقة الحرارية، وتنخفض درجة حرارته إلى مادون 20 درجة، بسبب قصور حرارة سقف الألمنيوم عن تزويد الجو الداخلي بدرجة حرارة تزيد عن 20 درجة، لتعويض الفاقد الحراري عبر النوافذ والجدران والأرضية المعرضة للعوامل الجوية والهواء الخارجي، كما يظهر ذلك في المخطط البياني رقم (6) تاريخ 1997/2/7 وكذلك في المخططات (2، 4، 5).

عندما يكون الطقس غائما عموما مترافقا بالمطر أحيانا، ومع انخفاض كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الألمنيوم إلى حد كبير فإن الحاجة إلى التدفئة الاصطناعية تظهر، عندما ينخفض معدل درجة حرارة الهواء الخارجي عن 17 درجة مئوية، ولمدة تزيد على 24 ساعة، مع العلم أن ذلك يحصل غالبا مع رياح بحرية معتدلة البرودة، كما يظهر ذلك في المخطط البياني رقم (8) بتاريخ 1997/3/22.

ب - الفترة الحارة :

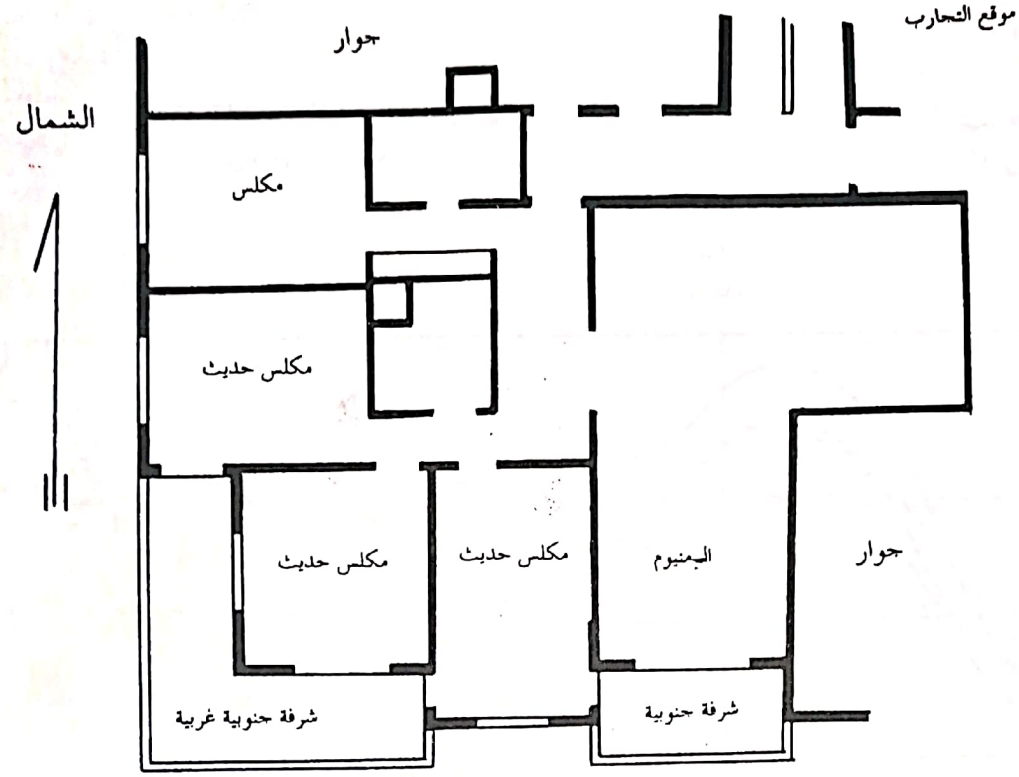
كما في الفترة الباردة، فإن أعلى معدل لدرجات حرارة السطح تكون خلال شهري تموز وآب، علما بأن الانقلاب الصيفي يحصل في 21 حزيران، حيث تكون زاوية ورود الأشعة الشمسية عن الأفق هي في حدها الأقصى وتصل حتى 78 درجة عند الظهيرة، يعود ذلك لتأخر الموجة الحرارية بسبب العطالة الحرارية للأرض والبحر. وبالرجوع إلى المخططات البيانية ذوات الأرقام من (9) إلى (12) المأخوذة للفترة الحارة من السنة نلاحظ ما يلي:

1-معدل درجة الحرارة مرتفع بالنسبة لسطحي الألمنيوم 32,5 إلى 36 درجة والبيتون من 30,5 إلى 34,5 درجة، بينما

ترتفع درجة حرارة الذروة إلى 51 درجة بالنسبة للألمنيوم وإلى 47 و48 درجة بالنسبة للبيتون، كما في المخططين (9،10).

2-معدل درجة حرارة السطح المكلس منخفض نسبياً، حيث يتراوح بين 27,6 و 30,8 درجة، غير أن تعرض الطلاء الكلسي لمختلف العوامل الجوية والاحتكاك لمدة عام كامل يعرضه للتآكل، ويحصل تدهور في المواصفات الاشعاعية للسطح المكلس، ويرتفع معدل درجة حرارته ليصل إلى ما بين 30 و 33,6 درجة كما في المخططات البيانية (9، 10، 11، 12)، بينما يظهر فيها تدني درجة حرارة السطح المكلس حديثاً والمطلي بطبقتين من الدهان الكلسي، لتصبح أخفض من درجة حرارة الهواء الخارجي، وبمعدل يتراوح بين 0.5 و 1 درجة، ذلك بسبب نسبة الانعكاس العالية للأشعة الشمسية عن السطح الكلسي الحديث والتي تقارب نسبة 88% [3 ص 340]، إضافة إلى استمرار السطح الكلسي بالتبادل الاشعاعي ليلا مع الغلاف الجوي والفضاء الخارجي، بنسبة تفوق 90% من تبادل الجسم الأسود النظري للإشعاع الأرضي ذي الموجات الطويلة نسبيا حوالي 10 ميكرون [5 ص579]، ويصبح معدل درجة حرارة السطح المكلس حديثا 23.5-27.6 درجة، بينما معدل درجة حرارة الهواء الخارجي في موقع القياس هو 24.6-28.1 درجة.

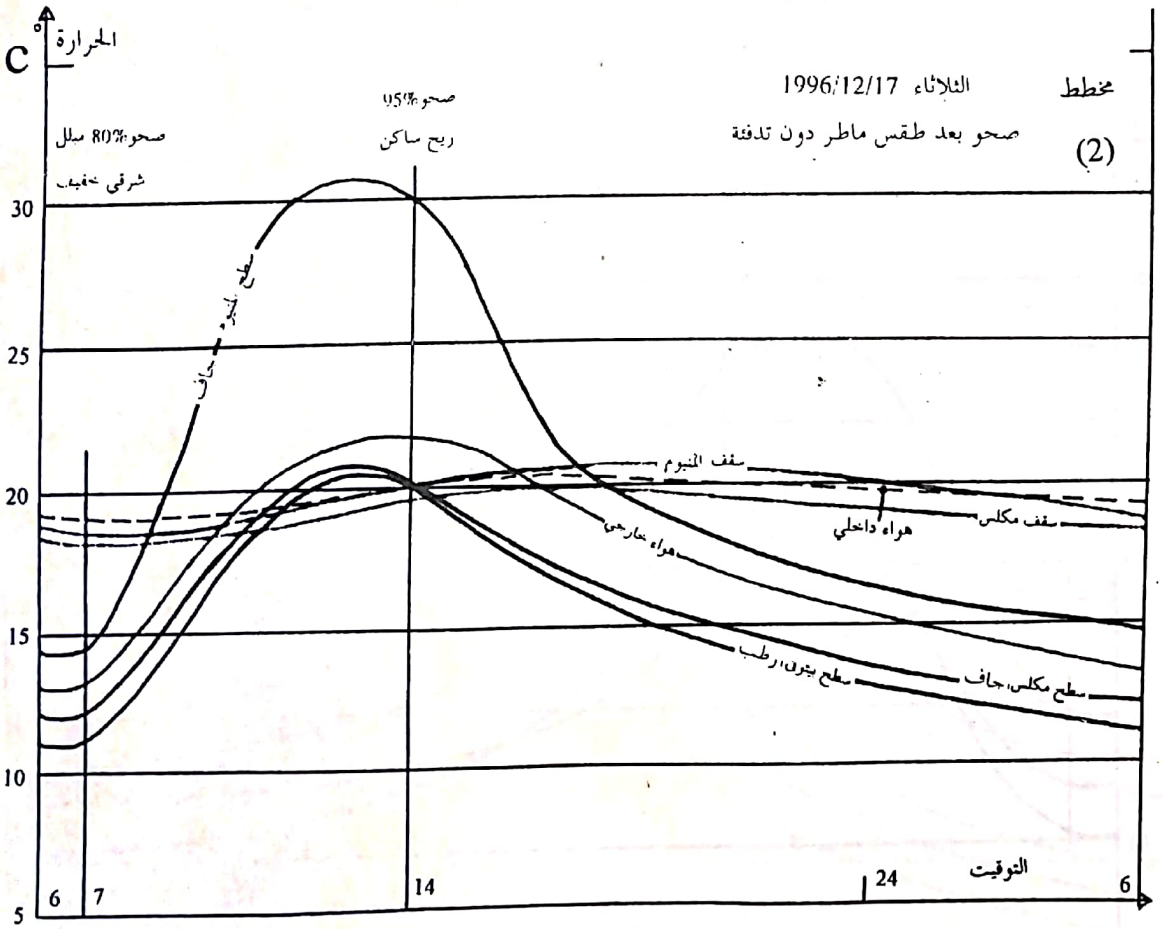
مخطط (1)

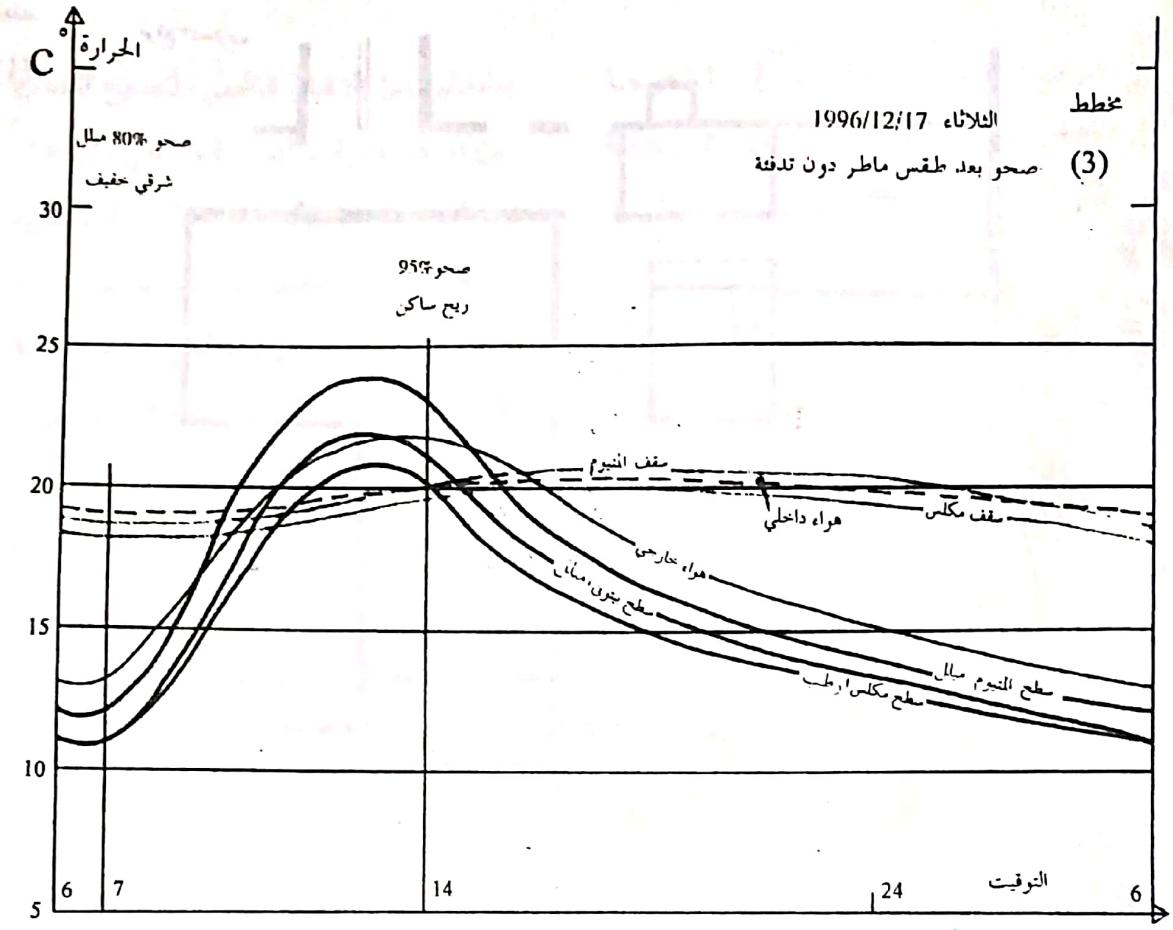


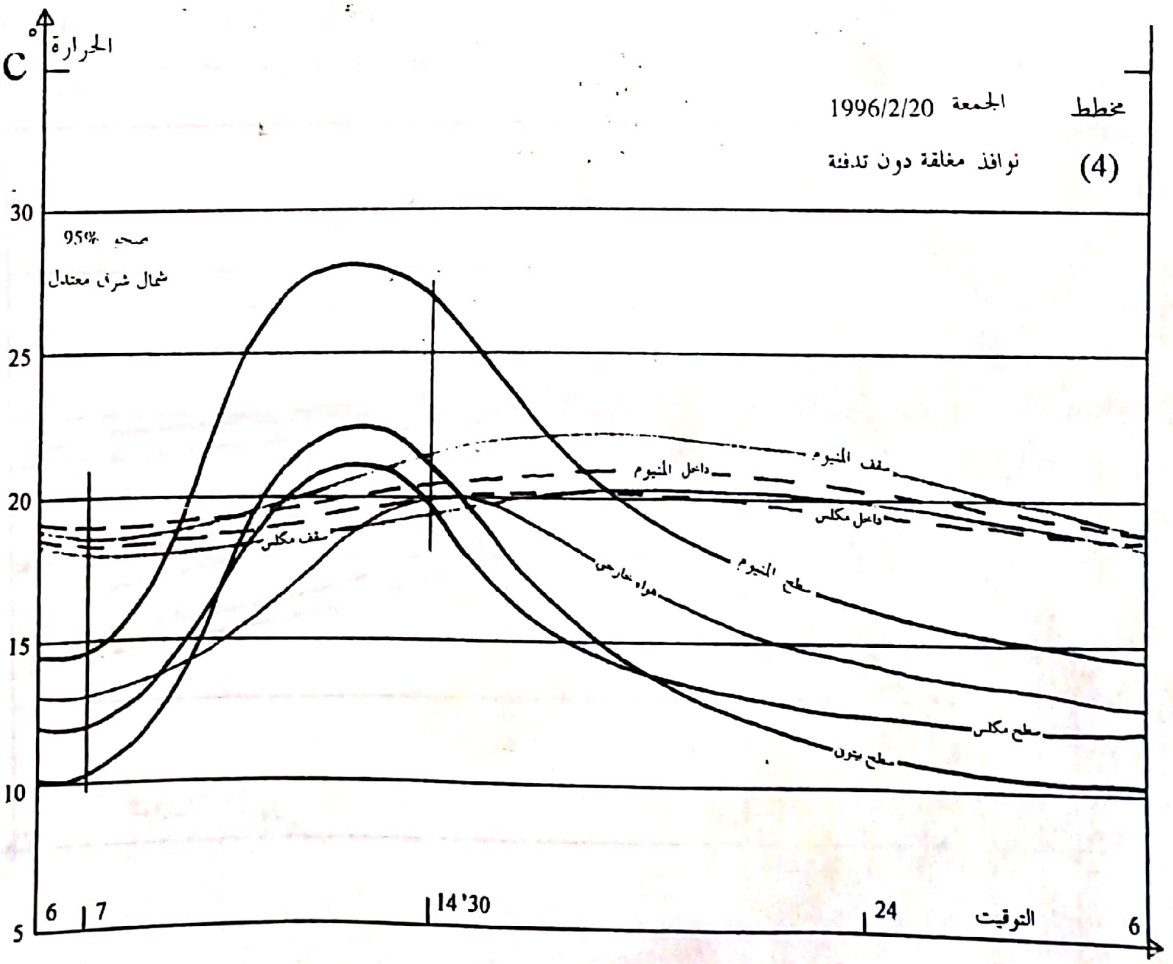
مخطط (2)

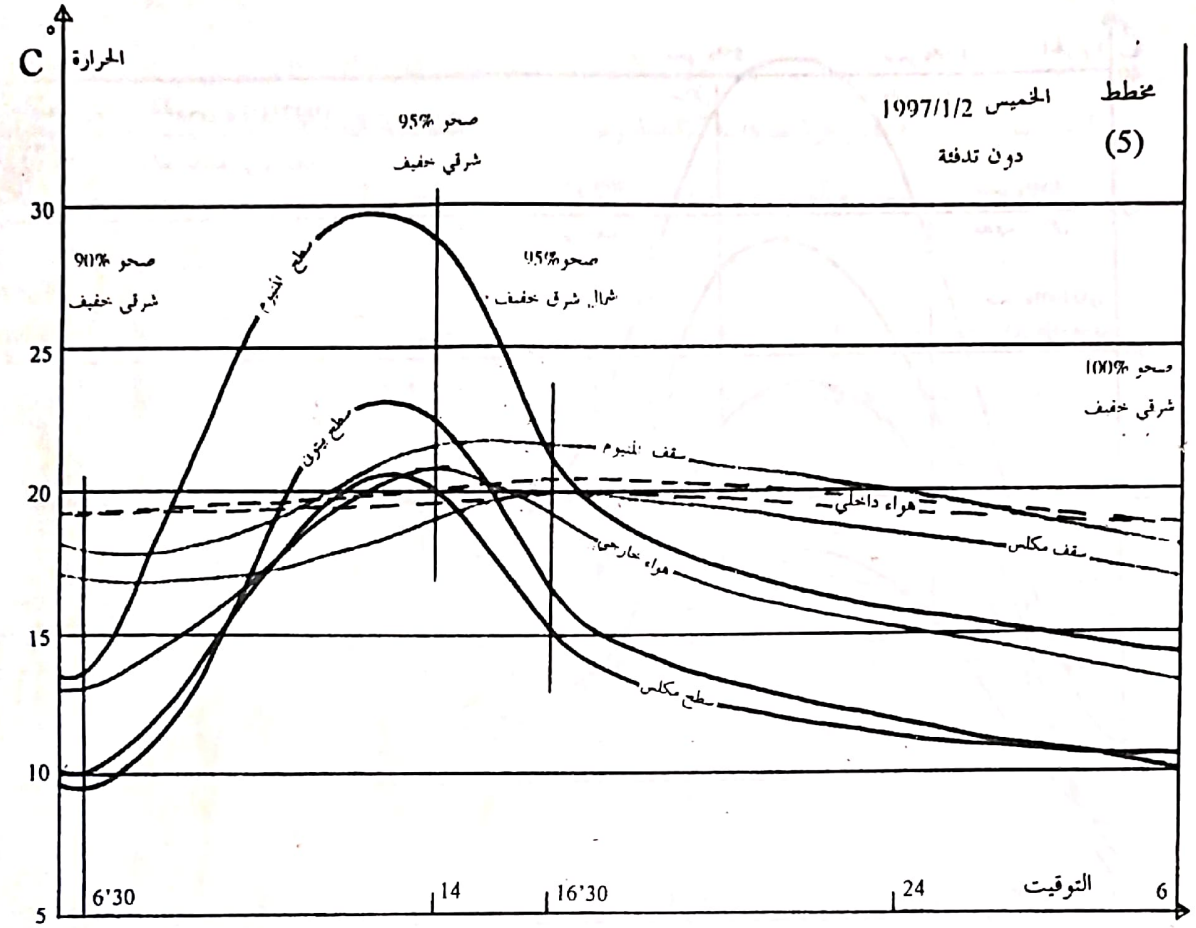
الثلاثاء 1996/12/17

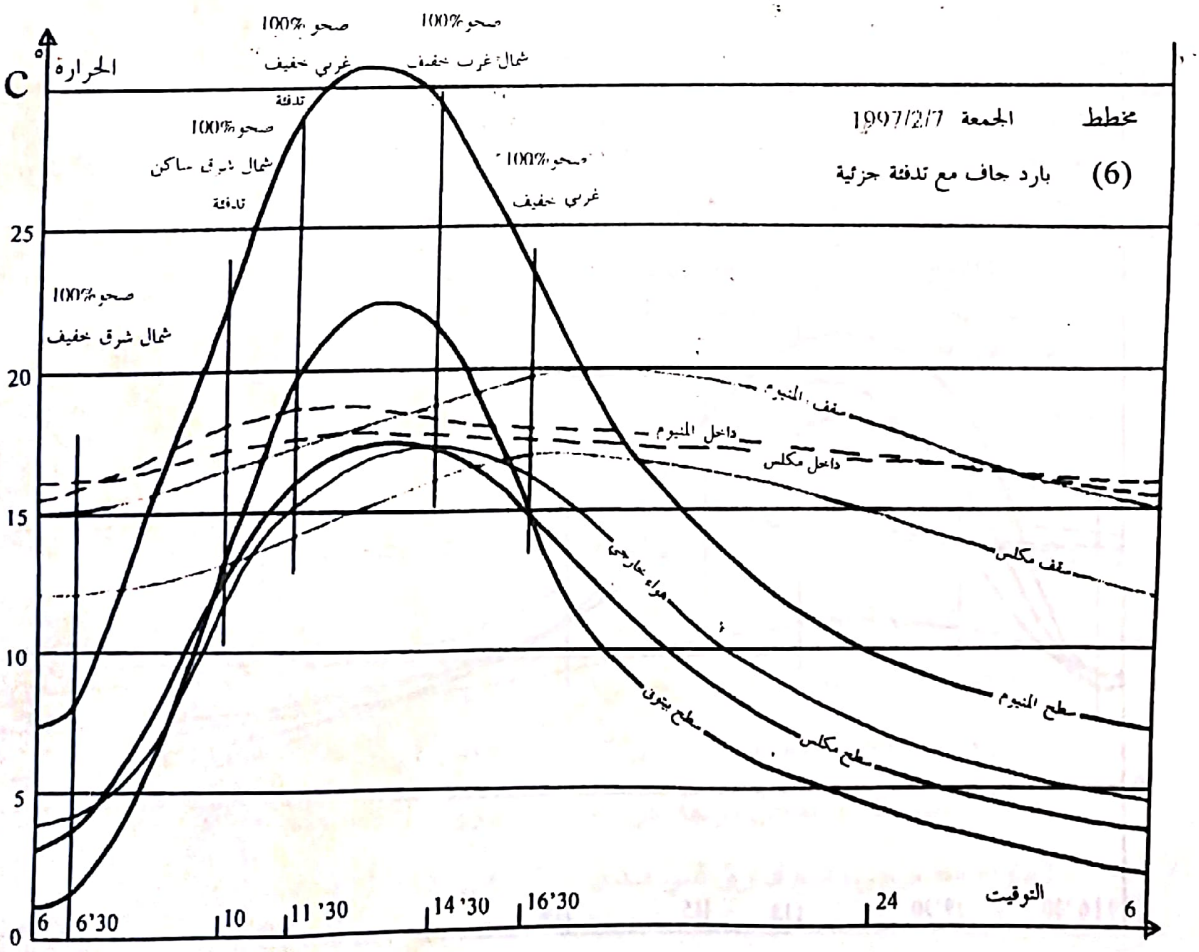
صحو بعد طقس ماطر دون تدفئة

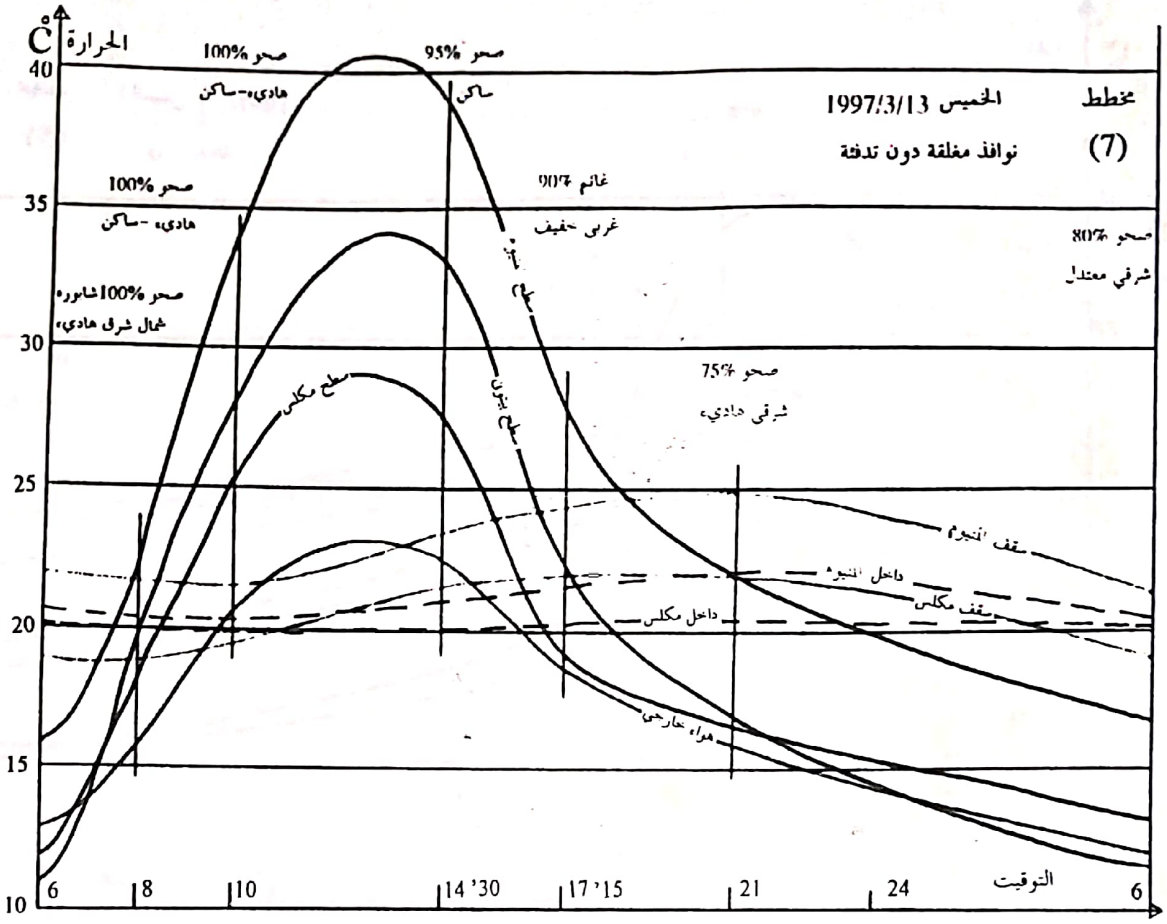



الحرارة
C°
مخطط
الثلاثاء 1996/12/17
(3) صحو بعد طقس ماطر دون تدفئة
صحو 80% مطل
شرقي خفيف
صحو 95%
ريح ساكن
سقف المنيوم
سقف مكلس
هواء داخلي
هواء خارجي
سطح بيتون مطل
سطح المنيوم مطل
سطح مكلس رطب
30
25
20
15
10
5
6
7
14
24
6
التوقيت


الحرارة
C°
مخطط
الجمعة 1996/2/20
(4) نوافذ مغلقة دون تدفئة
صحو 95%
شمال شرق معتدل
سقف المنيوم
داخل المنيوم
داخل مكلس
سقف مكلس
هواء خارجي
سطح المنيوم
سطح مكلس
سطح بيتون
30
25
20
15
10
5
6
7
14'30
24
6
التوقيت

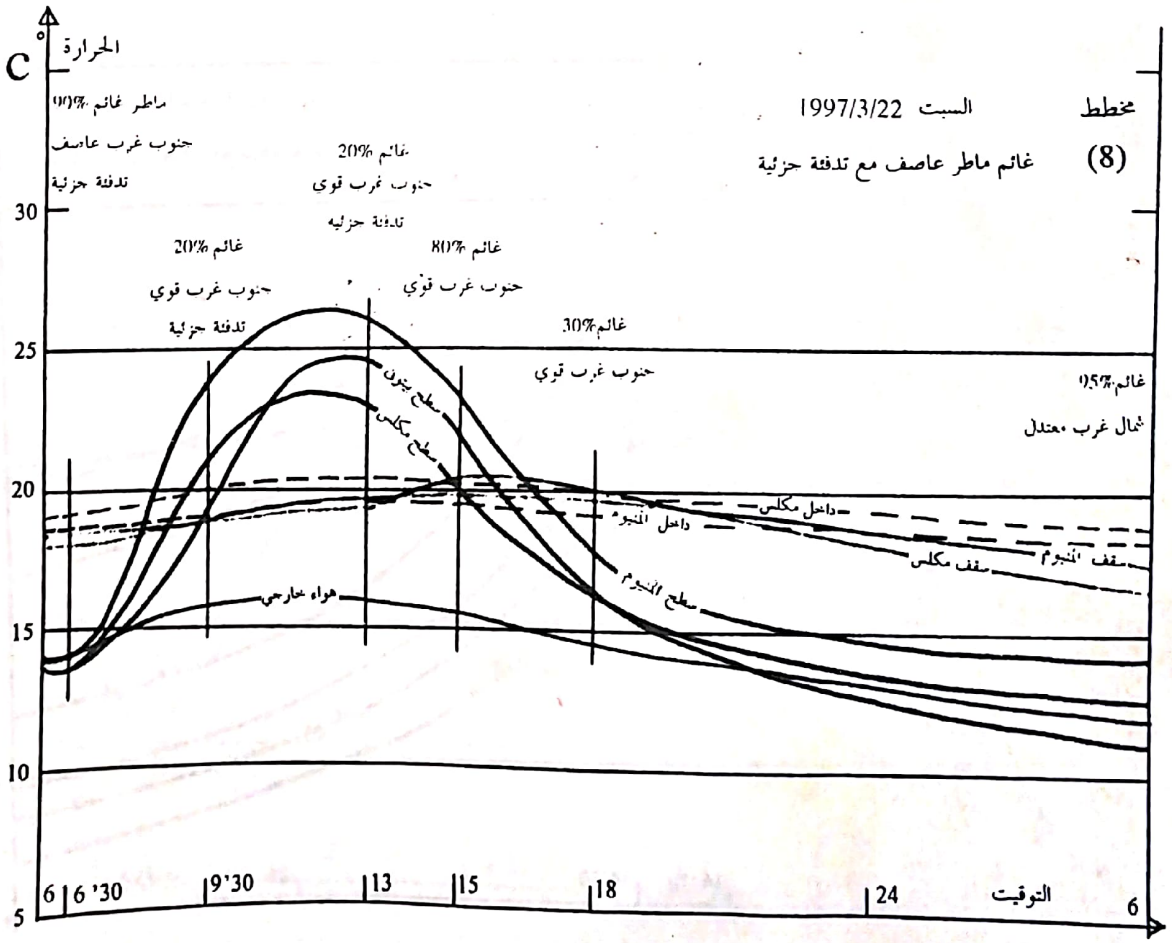

مخطط (5)
الخميس 1997/1/2
دون تدفئة
الحرارة C°
صحو 95%
شرقي خفيف
صحو 90%
شرقي خفيف
صحو 95%
شمال شرق خفيف
صحو 100%
شرقي خفيف
سطح النجوم
سطح بتون
سقف النجوم
هواء داخلي
سقف مكلس
هواء خارجي
سطح مكلس
30
25
20
15
10
5
6'30
14
16'30
24
6
التوقيت


مخطط (6)
الجمعة 1997/2/7
بارد جاف مع تدفئة جزئية
الحرارة C°
صحو 100%
غربي خفيف
تدفئة
صحو 100%
شمال غرب خفيف
صحو 100%
شمال شرق ساكن
تدفئة
صحو 100%
غربي خفيف
صحو 100%
شمال شرق خفيف
سقف النجوم
داخل النجوم
داخل مكلس
سقف مكلس
هواء خارجي
سطح النجوم
سطح بتون
سطح مكلس
25
20
15
10
5
0
6
6'30
10
11'30
14'30
16'30
24
6
التوقيت



مخطط (7) الخميس 1997/3/13

نوافذ مغلقة دون تدفئة



مخطط (8) السبت 1997/3/22

غائم ماطر عاصف مع تدفئة جزئية

3- معدل درجة حرارة سقف الالمنيوم 29-32.2 درجة، والسقف المكلس 28-30 درجة و 29.7- 30.7 بعد مضي عام. بينما هو 26.1-28 درجة للسقف المكلس حديثاً، حيث يقوم عندما يكون في درجة حرارته الدنيا بدور المعدل، لارتفاع درجات الحرارة الداخلية الناتجة عن تسرب الحرارة من خلال الجدران والنوافذ، وبواسطة الهواء الخارجي في ساعات الذروة، خاصة في الأيام المتميزة بحر شديد كما في المخطط البياني رقم (0 1) تاريخ 1997/7/19 و(11) تاريخ 28 /1997/8، حيث يفيد إغلاق النوافذ في فترة الظهيرة الحارة وإعادة فتحها لمرور الهواء العبار عندالمساء، بعد ان تنخفض درجة حرارة الهواء الخارجي عن درجة حرارة السقف التي تقترب في تلك الفترة من مستوى الذروة.

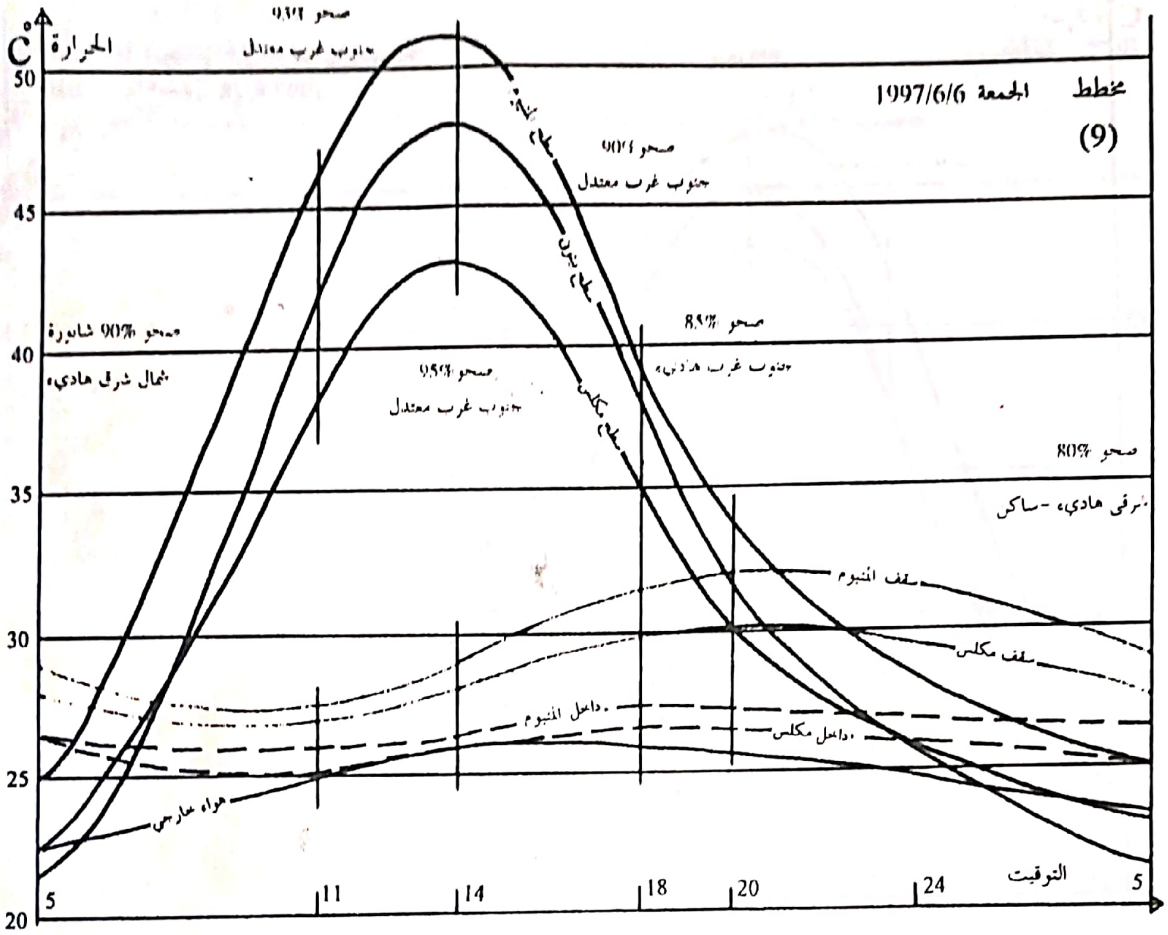
4- في تجربتنا، وبسبب اتجاهات الموقع (جنوب غرب) وارتفاعه عن الشارع (طابق سادس فني)، وكذلك انفتاحه على الرياح السائدة صيفا بدون عوائق، نلاحظ في المخططات البيانية للفترة الحارة عامة، أن معدل درجة حرارة الداخل مساو تقريبا لمعدل درجة حرارة الهواء الخارجي، مع فارق في مدى الموجة الحرارية وتوقيتها، وذلك بسبب التهوية العبارة الجيدة، حيث يكون لها التاثير الاكثر فعالية في تحديد درجة حرارة الداخل والاحساس بالراحة، مهمشة بذلك تاثير درجة حرارة السقف الحار فيه.

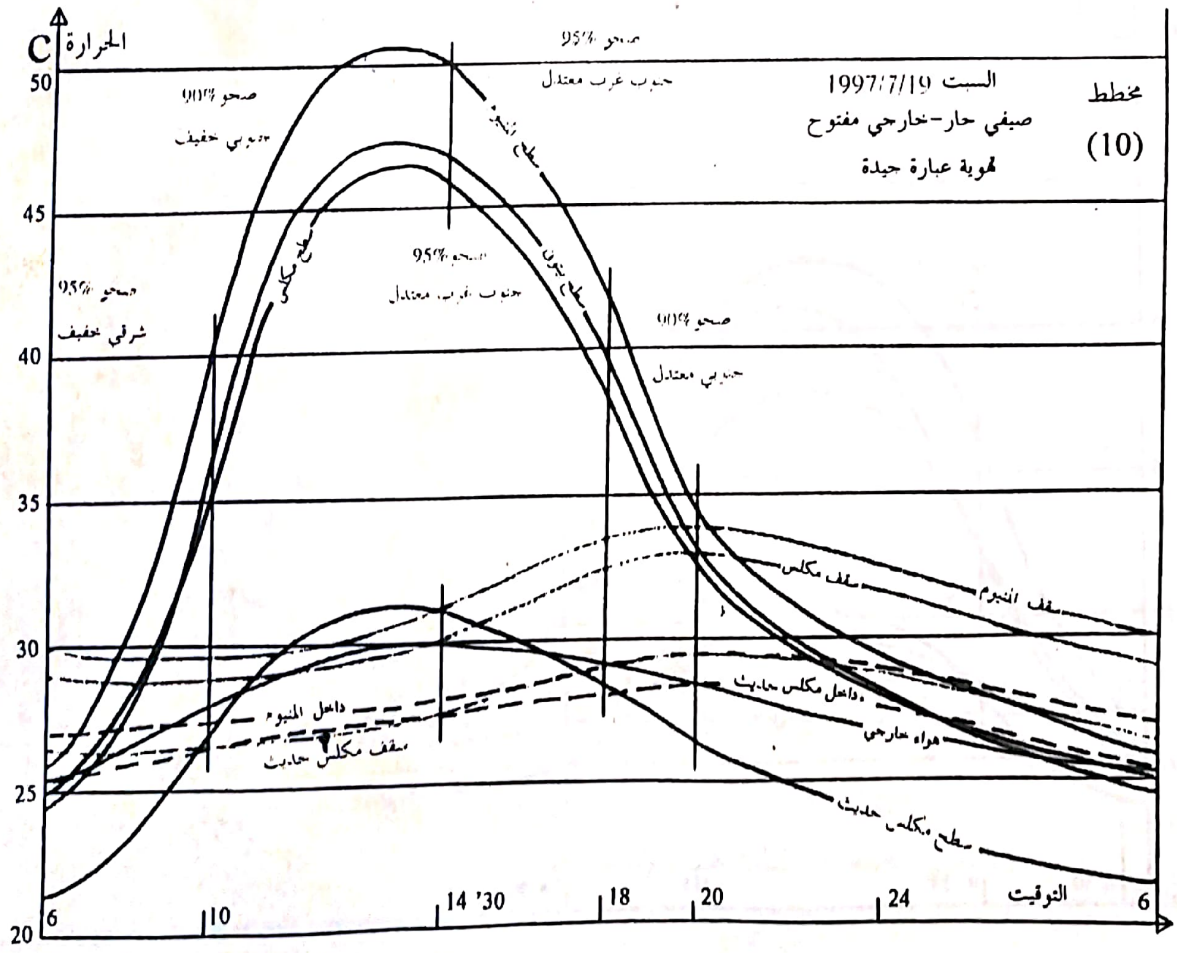
غير أنه عندما تكون التهوية العبارة محدودة، ان كان ذلك بسبب موقع البناء واتجاهاته أو بسبب هدوء وسكون الريح مع ورود جبهة حارة، حيث تقترب درجات الحرارة الداخلية من درجة حرارة السقف الحار، أو إن كان في حالة سكون الريح المؤقت عندمايتغير اتجاه الريح من البحري الى البري في ساعات المساء، حيث تكون درجة حرارة السقف في مستوى الذروة، فإن درجة حرارة الجو الداخلي، إضافة إلى التعرض المباشر لإشعاع السقف الحار أثناء غياب التهوية العبارة، تؤدي إلى الانزعاج بسبب تجاوز مجال الراحة الحرارية.

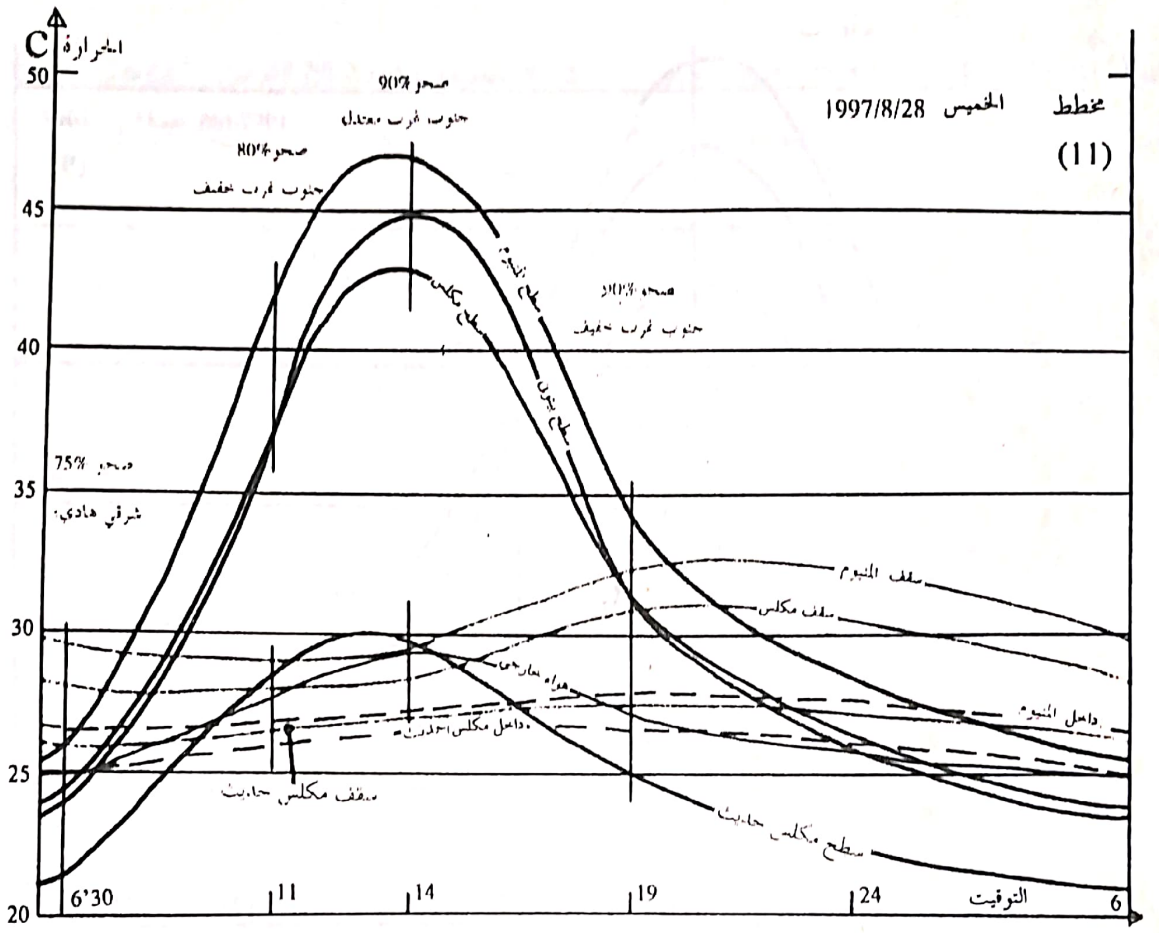
ج - فترة الاعتدالين الربيعي والخريفي :

يجري خلالهما تحول سريع نسبيا في معدلات درجات الحرارة، من البارد الى الحار في الاعتدال الربيعي مع زيادة زاوية ورود الأشعة الشمسية عن الأفق، وبالعكس في الاعتدال الخريفي، حيث تتحول معدلات

درجات الحرارة من الحار إلى البارد مع انخفاض زاوية ورود الأشعة الشمسية عن الأفق. غير أن معدل درجة الحرارة عامة يبقى ضمن الحدود المريحة، التي تتراوح بين 22 و18 درجة في الجو الخارجي، وبين 20و25 درجة في الجو الداخلي كما في المخططات ذوات الأرقام من (13) حتى (16)، علما أنه قد تتجاوز درجات الحرارة الداخلية 25 درجة، مع ورود موجات حارة، كما في المخطط البياني رقم (14) بتاريخ 1997/5/14.

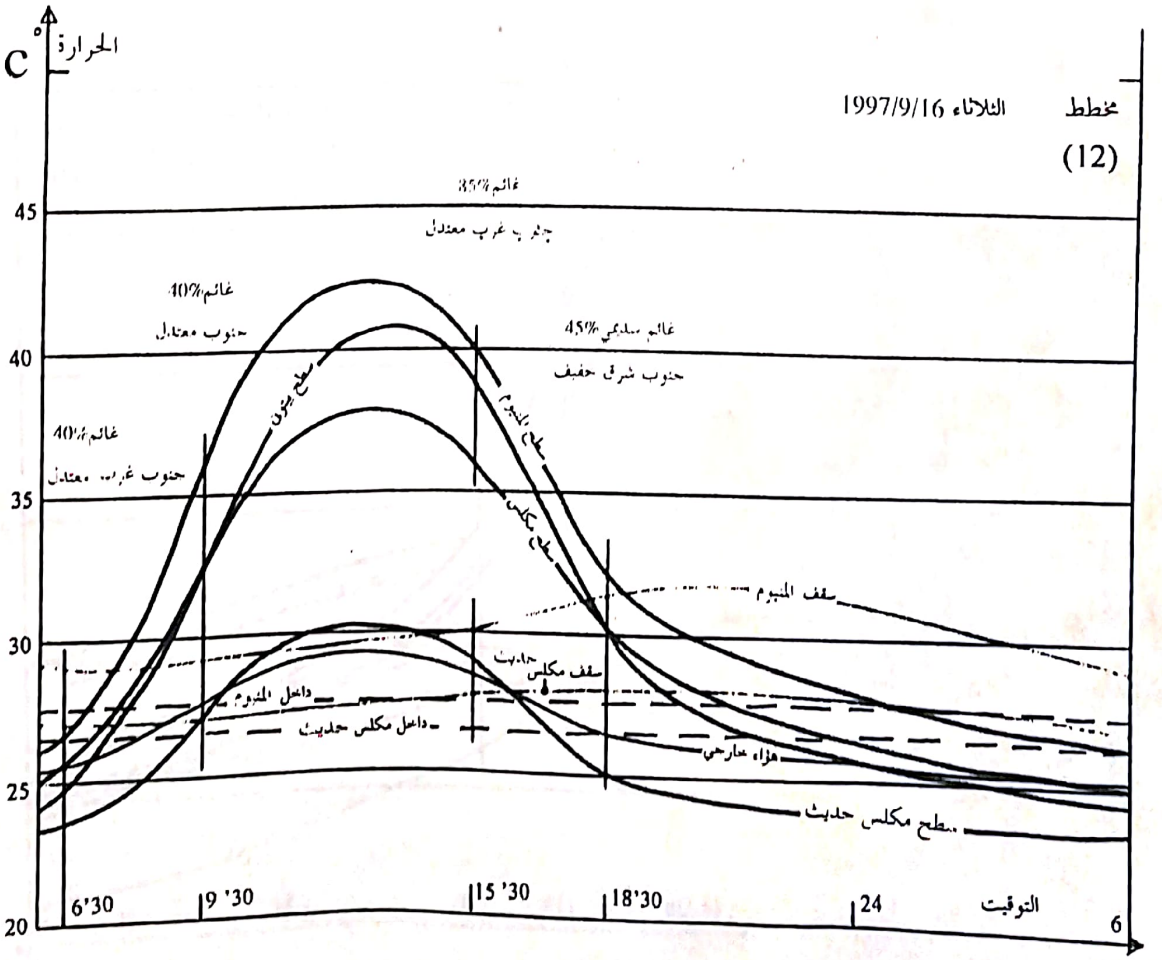

مخطط (9)
الجمعة 1997/6/6
الحرارة C°
50
45
40
35
30
25
20
صحو 90% شاطورة
شمال شرقي هادي
صحو 95%
جنوب غرب معتدل
صحو 90%
جنوب غرب معتدل
صحو 85%
صحو 80%
شرقي هادي - ساكن
سقف المبنى
سقف مكلس
داخل المبنى
داخل مكلس
هواء خارجي
5
11
14
18
20
24
5
التوقيت


مخطط (10)
السبت 1997/7/19
صيفي حار-خارجي مفتوح
قهوية عبارة جيدة
الحرارة C°
50
45
40
35
30
25
20
صحو 95%
جنوب غرب معتدل
صحو 90%
جنوبي خفيف
صحو 95%
شرقي خفيف
صحو 90%
جنوبي معتدل
سقف مكلس
سقف المبنى
داخل مكلس حديث
هواء خارجي
داخل المبنى
سقف مكلس حديث
سطح مكلس حديث
6
10
14 '30
18
20
24
6
التوقيت



مخطط الخميس 1997/8/28

(11)



مخطط الثلاثاء 1997/9/16

(12)

النتائج:

1- إن استخدام الألمنيوم بعد تعرضه للعوامل الجوية كلاقط شمسي، يحمي إلى حد كبيرمن فقدان الحرارة بالإشعاع عبر السقف شتاءً، إضافة إلى إمكانيته في تدفئة الحيز الداخلي، ورفع درجة حرارته حوالي 3-7 درجة عن متوسط درجة حرارة الهواء الخارجي، خلال الفترة الباردة من السنة.

2 - يمكن حماية السطح النهائي من الإشعاع الشمسي والحرارة الزائدة صيفاً، بطليه بطبقة كلسية بمعدل 150-200 غرام من الكلس الحي (بعد إطفائه) على المتر المربع، يضاف إلى ذلك إمكانيته في المساهمة بتبريد الحيز الداخلي، إلى ما دون معدل درجة حرارة الهواء الخارجي بمقدار درجة واحدة تقريبا.

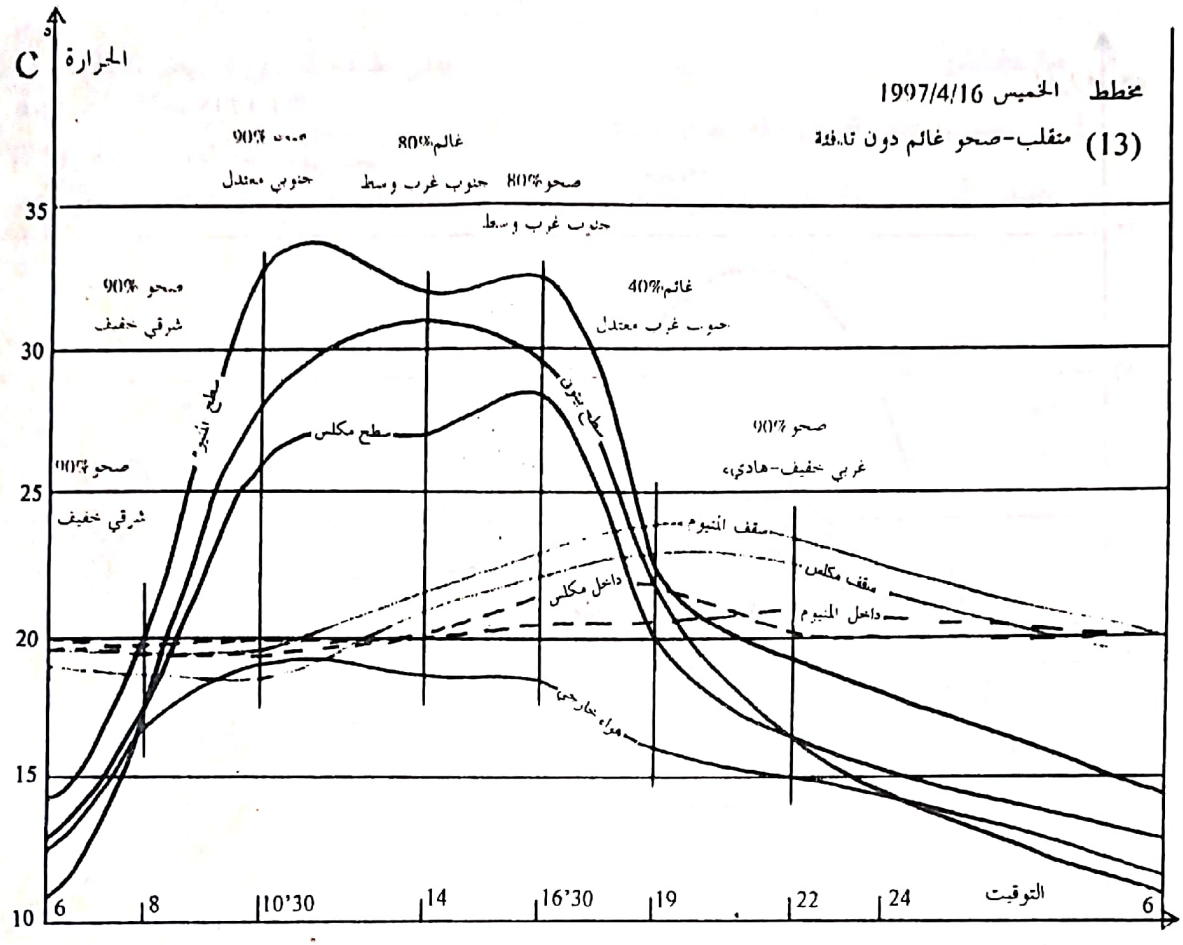
3 - يمكن، بالاستخدام المتناوب لخواص التدفئة والتبريد سالفة الذكر، المحافظة على جو داخلي معتدل طوال العام؛ وذلك بإكساء السطح بالألمنيوم، وطليه بالكلس في بدايات الفترة الحارة، ثم إعادة تنظيف الألمنيوم من هذا الدهان في اوائل الفترة الباردة، بواسطة فراش بلاستيكية مركبة على جهاز دوار تم استخدامه في التجربة بنجاح، مع إضافة الماء على السطح الكلسي، علما أن كلفة هذا الاستخدام المتناوب ضئيلة إذا ما قورنت بكلف التدفئة والتكييف الاصطناعيين، للحصول على نفس النتائج، ذلك باعتبار أن المادة الكلسية المستخدمة طبيعية، ومتوافرة ورخيصة الثمن، إضافة إلى أن عملية الطلاء وتنظيفه لا تحتاج إلى يد عاملة خبيرة ومتخصصة.

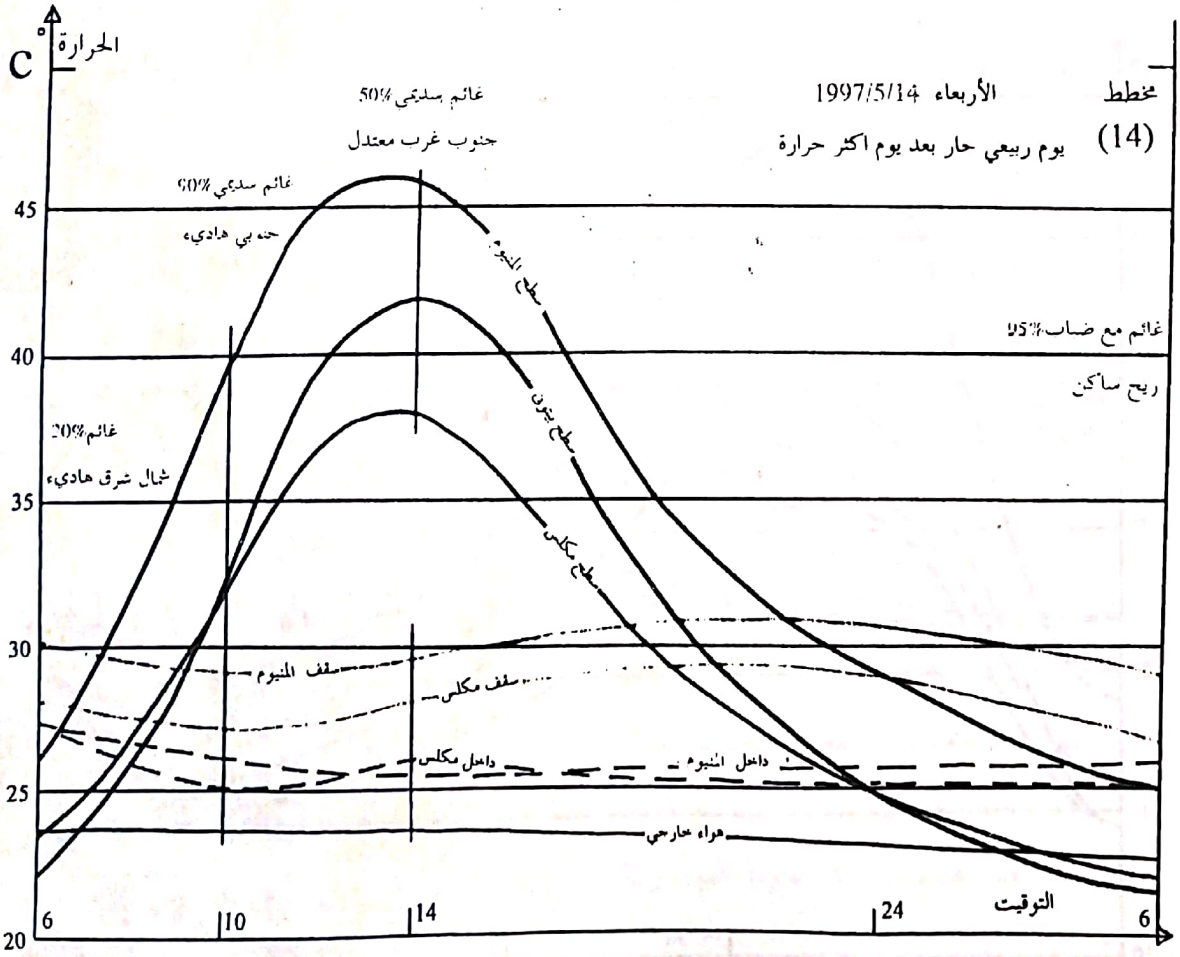
نتائج ثانوية:

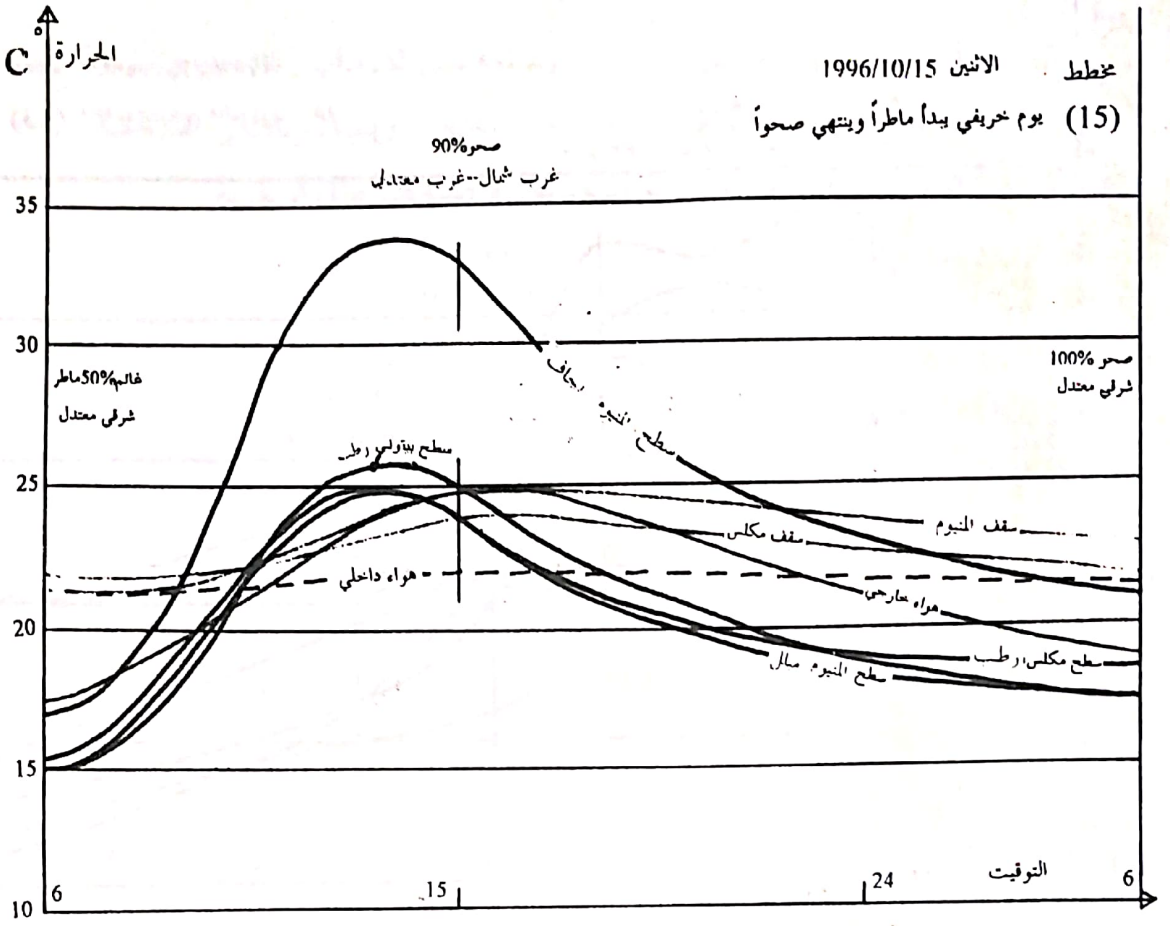
1 - نتيجة لاستخدام المادة الزفتية على السطح، فقد قامت هذه الطبقة بحماية السقف ودهانه الزياتي من الرطوبة و المياه، خلال ثلاثة أعوام ونصف، مع مرور أربعة مواسم أمطار على تطبيق التجربة، وذلك إضافة إلى دورها في حماية حديد التسليح في بلاطة السقف من الصدأ، مما يطيل في عمر الهيكل الإنشائي.

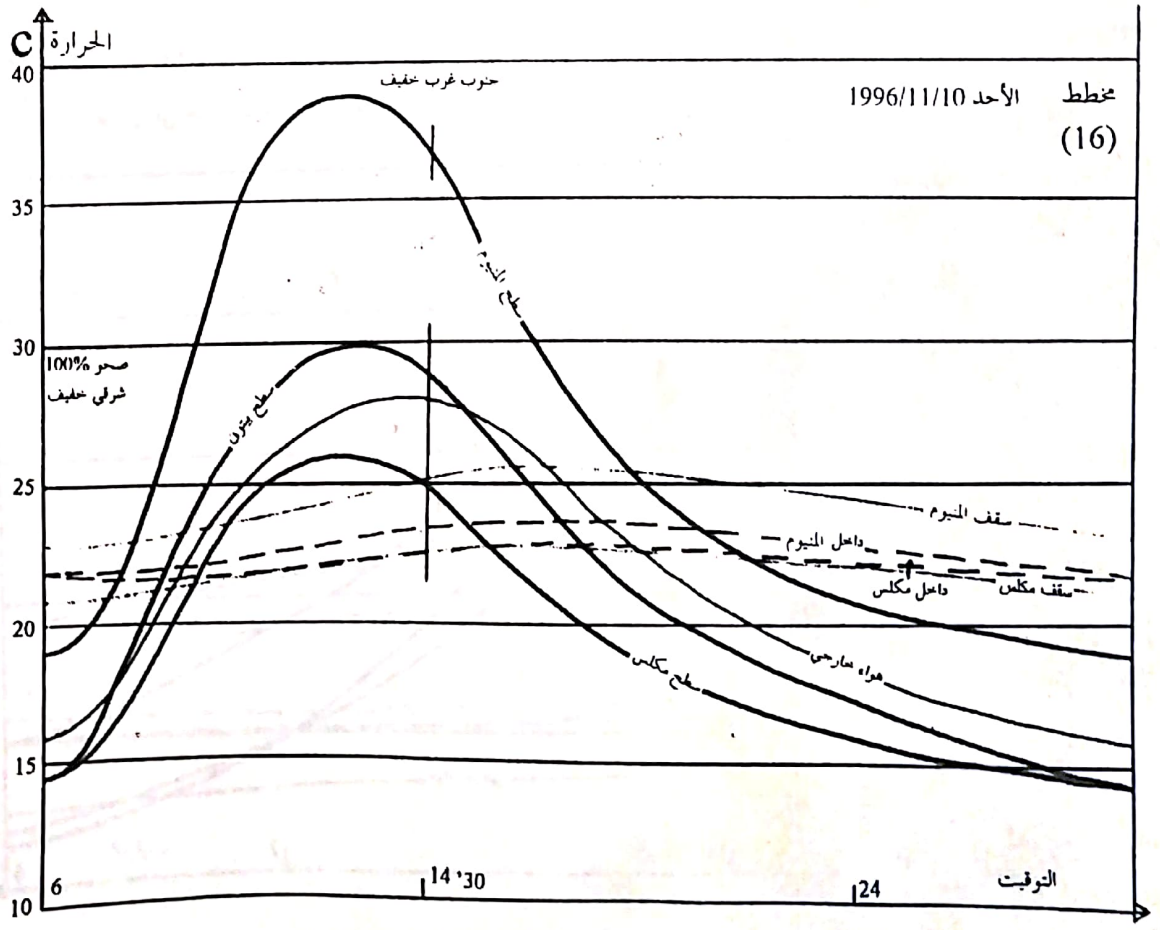
2 - نتيجة للتوفير الحاصل في الطاقة، إن كانت كهربائية ذات مصدر أحفوري، أو حرارية من نفس المصدر، تحصل لدينا مساهمة في الحد من تلوث البيئة الناتج عن حرق المنتجات النفطية، أو غيرها، وانطلاق غاز ثاني أكسيد الفحم، المساهم الأساسي في ظاهرة تسخين الغلاف الجوي، وما ينتج عنه من كوارث طبيعية.

3 - كما أن الزفت يقوم بتثبيت الألمنيوم وحماية وجهه السفلي من الصدأ، كذلك فإن الألمنيوم يقوم بحماية الزفت من الأشعة فوق البنفسجية والأكسجين، ومنعه من التصلب والتشقق وتغيير مواصفاته الفيزيائية، وبالتالي المحافظة على فاعليته في عزل الرطوبة.


مخطط الخميس 1997/4/16
(13) متقلب-صحو غالم دون تاقلة
الحرارة C°
35
30
25
20
15
10
6
8
10'30
14
16'30
19
22
24
6
التوقيت
جنوب غرب وسط
صحو 90%
شرقي خفيف
غالم 40%
جنوب غرب معتدل
صحو 90%
غربي خفيف-هادئ
صحو 90%
شرقي خفيف
سطح الحوض
سطح مكلس
سطح مخزن
سقف المنبوم
سقف مكلس
داخل مكلس
داخل المنبوم
هواء خارجي


مخطط الأربعاء 1997/5/14
(14) يوم ربيعي حار بعد يوم اكثر حرارة
الحرارة C°
45
40
35
30
25
20
6
10
14
24
6
التوقيت
غالم سديمي 50%
جنوب غرب معتدل
غالم سديمي 90%
جنوبي هادئ
غالم 20%
شمال شرق هادئ
غالم مع ضباب 95%
ريح ساكن
سطح الحوض
سطح مخزن
سطح مكلس
سقف المنبوم
سقف مكلس
داخل مكلس
داخل المنبوم
هواء خارجي


مخطط الاثنين 1996/10/15
(15) يوم خريفي يبدأ ماطراً وينتهي صحواً
الحرارة C°
صحو 90%
غرب شمال--غرب معتدل
صحو 100%
شرقي معتدل
غائم 50% ماطر
شرقي معتدل
سطح مكشوف
سطح بتوازن رطب
سقف المنيوم
سقف مكلس
هواء داخلي
هواء خارجي
سطح مكلس رطب
سطح المنيوم مسال
35
30
25
20
15
10
6
15
24
6
التوقيت


مخطط الأحد 1996/11/10
(16)
الحرارة C°
جنوب غرب خفيف
صحو 100%
شرقي خفيف
سطح مكشوف
سطح بتوازن
سقف المنيوم
داخل المنيوم
سقف مكلس
داخل مكلس
هواء خارجي
سطح مكلس
40
35
30
25
20
15
10
6
14 '30
24
التوقيت

ملاحظات:

1 - بسبب عدم تسوية السطح بشكل جيد، فقد كان تلاصق الألمنيوم مع السطح في كثير من الأحيان غير كامل، لذلك تم تصميم وتصنيع جهاز تسوية وتنظيف استخدم في تنظيف الطلاء الكلسي، على أن يجرى استخدامه لاحقا في أعمال التسوية.

2 - بسبب عدم وجود ميول كافية لتصريف مياه المطر، فقد كانت تتجمع المياه في بعض المناطق المقعرة من السطح، مما يؤدي إلى التبريد والحد من فاعلية اللاقط الشمسي، كما يزيد من خطر تسرب المياه إلى بلاطة السطح.

3 - نتيجة لتناوب ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها مع تناوب الليل والنهار، فقد انتشرت ظاهرة انفصال حواف صفائح الألمنيوم عن السطح وترك فراغ بينهما، مما يسمح بدخول الغبار والرمل، ويخفض من فاعلية المعالجة الحرارية الإشعاعية، لذلك يجب البحث عن معالجة للطبقة الزفتية، ليصبح الالتصاق كاملاً والتثبيت جيداً.

4 - لما كانت معالجة السطح بالزفت والألمنيوم غير كاملة، حيث تركت بعض النقاط بدون معالجة بسبب وجود عوائق، فقد ظهرت في جميع نقاط الضعف هذه آثار الرطوبة المتسربة على طبقة الدهان الزياتي للسقف، مما أدى إلى تقشرها واقتلاعها محليا.

5 - نظراً لاستخدام روبة أسمنتية بقصد المساعدة على تأمين تسوية جيدة، وحيث إن هذه الروبة الأسمنتية قد طبقت بعد بضع سنوات من إنشاء الهيكل، فإن تلاصقها مع بيتون السطح لم يكن جيدا بسبب قدم الصبة البيتونية، إضافة إلى عدم التمكن من التنظيف الجيد للسطح من الغبار والاشنيات وغيرهما، مما أدى إلى ضعف التصاق الروبة واقتلاعها أحياناً بواسطة الزفت البارد ، حيث كان التصاقه بالالمنيوم من جهة وبالروبة الاسمنتية من جهة اخرى اقوى من التصاق الروبة نفسها بالسطح البيتوني.

6 - يمكن، مع استخدام أسطح مائلة باتجاه الجنوب من 10-30 درجة، الحصول على تصريف جيد لمياه الأمطار، إضافة إلى تحسين مردود المعالجة الإشعاعية للسطح بسبب استقبال أشعة الشمس بزاوية أكبر شتاءً.

7 - يمكن استخدام المعالجة الإشعاعية في المناطق الداخلية، علماً أن ساعات السطوع الشمسي فيها شتاءً أقل مما هي عليه في الساحل غالباً. غير ان هذا الاستخدام يبقى مفيداً رغم أنه مع درجات حرارة أكثر انخفاضا قد لا يقوم

بالتدفئة بشكل فعال، وإنما مع حفاظه على الطاقة الحرارية من الضياع بواسطة الإشعاع، فإنه يحافظ على درجة حرارة السطح في درجة أعلى من مثيلاتها للأسطح التقليدية، ذلك مما يقلل من الضياعات الحرارية، ويوفر في الطاقة اللازمة للتدفئة الداخلية. يضاف إلى ذلك أن استخدام الطلاء الكلسي في الفترة الحارة من السنة يكون له مردود أكثر فاعلية مما هو عليه في المنطقة الساحلية، بسبب صفاء الجو والجفاف الصيفيين اللذين يزيدان من التبادل الإشعاعي مع الفضاء الخارجي، مما يساعد على تخفيض درجة الحرارة بشكل فعال، ويقلل من الحاجة إلى التهوية العبارة نهاراً، خاصة في فترة الظهيرة ذات الهواء الساخن الذي يؤدي إلى رفع درجة الحرارة الداخلية.

تطلعات مستقبلية :

1 - البحث عن مواد إكساء ذات مواصفات إشعاعية أكثر فاعلية من الألمنيوم.

2 - البحث عن أسلوب أكثر فاعلية واقتصاداً في تنفيذ المعالجة الإشعاعية وديمومتها.

REFERENCES المراجع

[1]- JAMES M. AKRIDGE (1998). *High-Albedo Roof Coating - Impact on Energy Consumption* Ashrae Trans. Vol.104, part 1 . Winter, San Francisco.

[2]- Tomas W. PETRIE , Phillip W. CHILDS, Jeffrey E. CRISTIAN (1998), *Radiation Control Coatings Installed on Rough-surfaced Built-up Roofs- Initial Test Result* ; Ashrae Trans. (1998), Vol.104, Part 1 Winter, San Francisco.

[3]- HOLMAN J. P, (1976), *Heat Transfer*.McGraw-Hill Kogakusha,Ltd 4th Tokyo, 530.

[4] - المديرية العامة للارصاد الجوية مديرية المناخ ،1977 *الاطلس المناخي لسورية* ، ادارة المساحة العسكرية - دمشق ، 150 صفحة.

[5] - Jessse S. DOOLITTLE , (1960) - *Thermodynamics for Engineers*_ International Textbook Company, 2nd, Scranton, Pennsylvania, 593 p_