تآثير الكتلة على درجة الحرارة الداخلية للمباني
بمدينة اغدامس القديمة

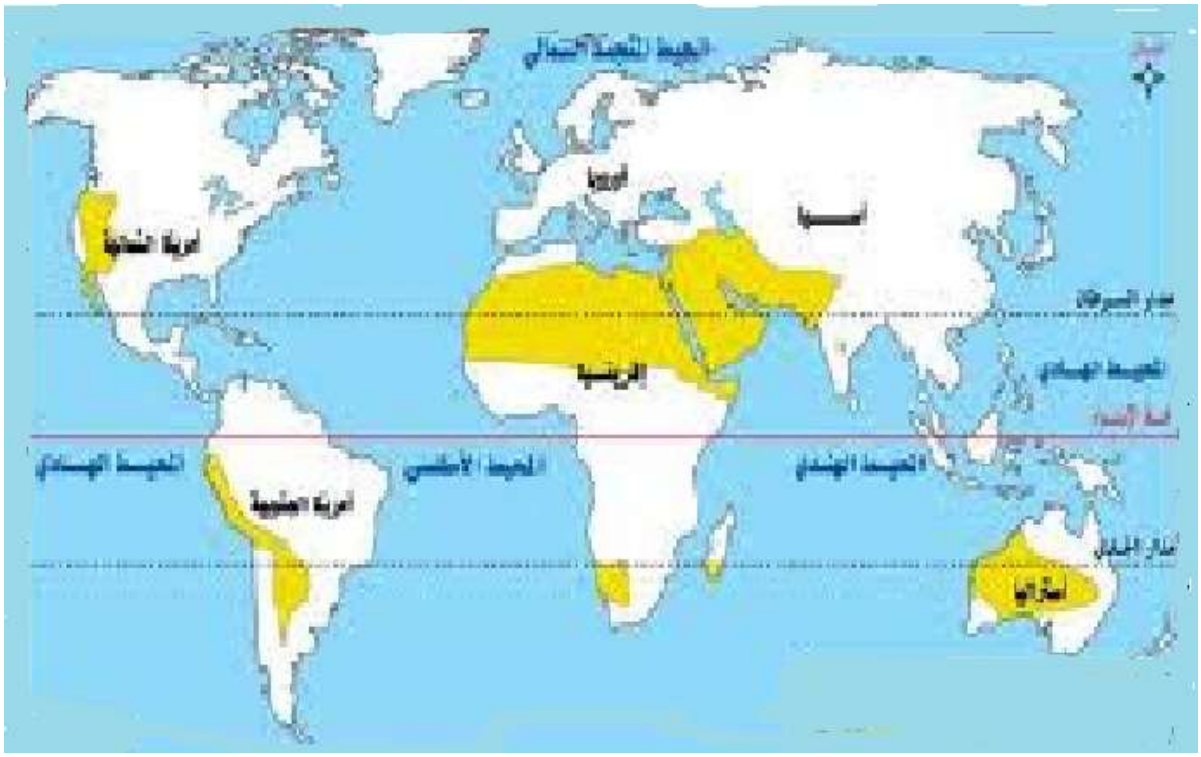
د. عزالدين محمد الشاوش
قسم العمارة والتخطيط العمراني
كلية الهندسة– جامعة طرابلس

الملخــص

تتطرق هذه الورقة الى دراسة ومعرفة والتحقق من مدى فعالية استعمال الحوائط السميكة المبنية من الطين لمساكن مدينة اغدامس للتقليل من انتقال الحرارة من الخارج الى الفراغات الداخلية للمسكن في فصل الصيف، والاحتفاض بدراجات الحرارة داخل المسكن في فصل الشتاء حيث يتوفر السكن الملائم الذي يوفر الراحة والطانينة والمناخ الملائم لقاطنيه. عليـه تتركز هذه الورقة على عمل تجربة عملية للتاكد والتحقق من فعالية استخدام الحوائط السميكة في بناء المساكن لتفادي ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وانخفاض دراجات الحرارة في فصل الشتاء.

المقدمـــة

يتميـز المناخ الصحراوي بالارتفاع الكبير في درجة الحرارة وانخفاض الحاد في معدلات الرطوبة النسبية بفصل الصيف مع انخفاض معدلات سقوط الامطار. وتعتبر مدينة اغدامس من ضمن المناطق الصحراوية والشبه صحراوية التي يغطيها المناخ الصحراوي الذي يتميز بشدة سقوط اشعة الشمس الافقية صيفا والتي من شانها ان تسبب في ضغط منخفض بالقرب من خط الاستواء والهواء ذو الضغط العالي بالجنوب والشمال حيث يتحرك نحو هذه المناطق مما يؤدي الى تقليل او فقدان بخار الماء من الهواء وارتفاع الحرارة وهذا ينتج عنه المناخ الصحراوي شكل (1).



الشكل (1) يبين مناطق المناخ (الصحراوي) الحار الجاف

الهـدف

تهدف هـذه الدراسة لمعرفة والتحقق من اداء الحوائط السميكة المبنية من الطين لبناء المساكن بمدينة اغدامس القديمة والتي يهدف منها التقليل من تسرب الحرارة الى الفراغ الداخلي للمسكن في فصل الصيف والاحتفاظ بالحرارة داخل المسكن خلال فصل الشتاء.
في هذه الدراسة تم افتراض بان درجة الحرارة الداخلية المريحة للانسان هى حوالي 25 c (65 F) واعتمادا على هذه الفرضية تم تقييم نتائج هذه التجربة.

تقنيـات البناء واختيار المواد المستعملة

ان اختيار تقنيات البناء واختيار المواد المحلية المتوفرة محليا لها الاثر الكبير على تكوين الشكل العام للمبنى وفي الوقت نفسه يكون هناك رد او تفاعل المبنى ازاء المؤثرات الطبيعية مثل الحرارة، البرد والرطوبة وغيرها.
في المناطق الصحراوية ذات المناخ الحار والجاف الظروف المناخية الصعبة يكون تصميم شكل المبنى محدود كمل هو الحل في مدينة اغدامس موضوع هذه الدراسة.
ان المواد المستخدمة في بناء المباني القديمة وبخاصة في المدن الاسلامية لها الدور الفعال في تحديد شكل المبنى حيث اعتمد البنايين المحليين دائما على استخدام مواد البناء المتاحة بسهولة في تشكيل المباني. طبيعة المواد المحلية ليست فقط تحدد نموذج او شكل المبنى بل أن تلك المواد قد تنتج أشكالا مختلفة جدا (Rapaport , 1980).

التقليل من انتقال الحرارة الى الفراغات الداخلية للمباني بالمناطق الصحراوية

ان المناخ القاسي الذي تتمتع بها المناطق الصحراوية والشبه صحراوية جعل الانسان الذي يقطن هذه المدن ان يستخدم المواد المحلية المتوفرة بالموقع مثل الطين وغيره في بناء الحوائط والاسقف للمساكن وبقية المباني للمدن الصجراوية وقد اخترع سكان هذه المدن عدة حلول لتفادي والحد من الحر الشديد في فصل الصيف والبرد القارص في فصل الشتاء نسرد هنا بعض منهـــا:

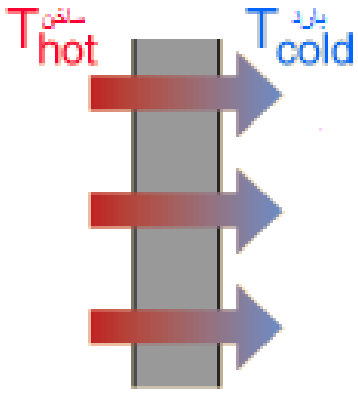
- استعمال الحوائط والاسقف السميكة وهذا (موضوع هذه الورقة البحثية).
- نظام المباني المتراص (للتقليل من مساحة الحوائط المعرضة للشمس) في تخطيط المدن.
- استعمال الافنية الداخلية.
- استعمال الالوان العاكسة لاشعة الشمس.
- اختيار مواد بناء محلية مناسبة.
- عمل فتحات (نوافذ) صغيرة.

ان كمية الحرارة التي تصل الى الفراغات الداخلية للمسكن عن طريق الحوائط والاسقف تزيد عن 30% من كمية الطاقة الكلية المنتقلة الى الفراغات الداخلية للمبنى عليه قد اهتم الانسان في المناطق الصحراوية بضرورة التقليل والحد من هذه الحرارة المتسللة الى الفراغ الداخلي وذلك عن طريق استعمال الوسائل المنوه عليها اعلاه وغيرها لم يتم ذكرها هنا.
استخدام الحوائط السميكة للمباني له الاثر الفعال في التقليل من تسرب الحرارة الخارجية الى الفراغ الداخلي للمبنى في فصل الصيف والعكس في فصل الشتاء، وهذا ما اكدته دراسة ميدانية عن تاثير كتلة الحائط على احمال التدفئة والتبريد للمباني السكنية قام بها (D.M Burch, W.E. Remmert, D.F. Krintz, and C.S.Barnes) سنة 1982 حيث كانت النتيجة لدراسة ستة

مجسمات تمثل ستة مباني في الولايات المتحدة الامريكية ان استخدام الحوائط السميكة له الاثر الفعال في التقليل من استخدام التدفئة والتبريد الميكانيكي.

ان تسرب الحرارة الخارجية والداخلية يعتمد على خصائص مكونات حائط المبنى وكذلك على مواد البناء المستعملة، وهذا ما اكدته الدراسات التي قام بها Kossecka, Kosny (1998, Ghrab-Marcos (1991) and Boji´c, Loveday (1997) ، على ان كيمة الحرارة المتسربة من الخارج الى الداخل وبالعكس لاى مبنى تعتمد على خصائص الحائط (المواد المستعملة وسماكتها وكذلك عدد طبقاتها) حيث بينت الدراسات ان سمك كتلة الحائط تعتبر من العوامل الاساسية التي لها الاثر الفعال في السلوك الحراري للمبنى.

كما هو معروف انتقال او تسرب الحرارة عادة يكون من الحرارة المرتفة للجسم الى جسم ذو حرارة منخفظة._المباني ذات الحوائط الخاريجية السميكة وبخاصة التي تكون باتصال مباشر باشعة السمس يكون اداها فعال حيث تساعد في التقليل من تسرب الحرارة من والى المبنى.



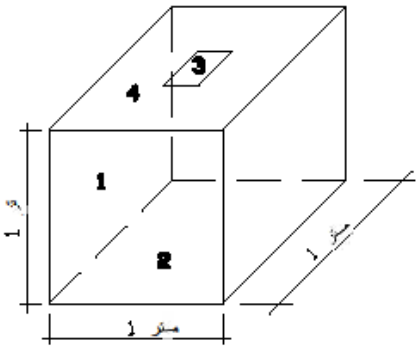
.

الشكل (2) يبين كيفية انتقال الحرارة

التجربــة

لكــي يتم التحقق من تاثير او اداء الكتلة على الحرارة الداخلية للمبنى تم بناء حجرة والشكل رقم (1) يمثل رسم تخطيطي لحجرة الاختبار التي تم بنائها، حيث كان مقياس الحجرة 1*1*1م. تــم بناء الحوائط والسقف باستخدم الطوب الاجر (brick) بسمك 20 سم ومن ثم وضع مانع للبخار (vapour barrier) ومن الخارج تم وضع الاواح رقائيقية (plywood) بسمك 2.5 سم تم عمل فتحة من اعلى الصندوق من الزجاج كما تم طلاء الحجرة من الخارج باللون الاسود. تم قياس درجة الحرارة في نقاط مختلفة وذلك عن طريق توزيع اسلاك حرارية في نقاط مختلفة كم هو واضح في الصور (1، 2، 3، 4) , مبين في الرسم التخطيطي (الشكل) رقم (2).

ملاحظــة: كان من الصعب عمل الصندوق من الطين الذي عملت به مساكن اغدامس وعوضا عنه تم استخدم الطوب كماد اساسية لبناء الصندوق.



شـكل (3) رسـم تخطيطـي يمثـل
الحجـرة الـتي تـم بنائهـا

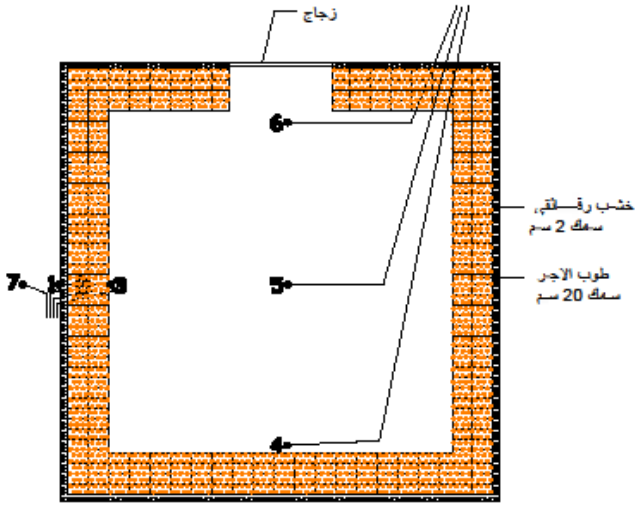
Q= UA*T
UA= U1A1+U2A2+U3A3+U4A4

R

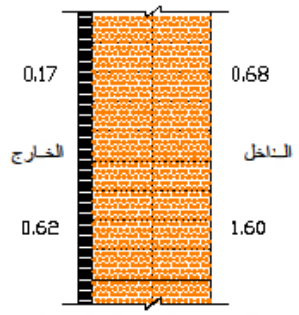
OUTSIDE AIRFILM= 0.17
PLYWOOD= 0.62
BRICK=1.60
INSIDE AIRFILM=0.68
TOTAL R = 3.07

U1= 1 = 0.326
3.07
U1A1= 0.326*27=8.802
U2= 0.265
U2A2= 0.265*9= 2.08
U3 = 1.06 (GLASS)
U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265
U4 = 0.333
U4A4 = .0333*8.75= 2.8

UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 =14
Q = 14*T
= 14*(65 -Inside Temperature)



شـكل (4) قطـاع رأسـي فـي الغرفـة يوضـح
توزيـع السـلك الحـراري

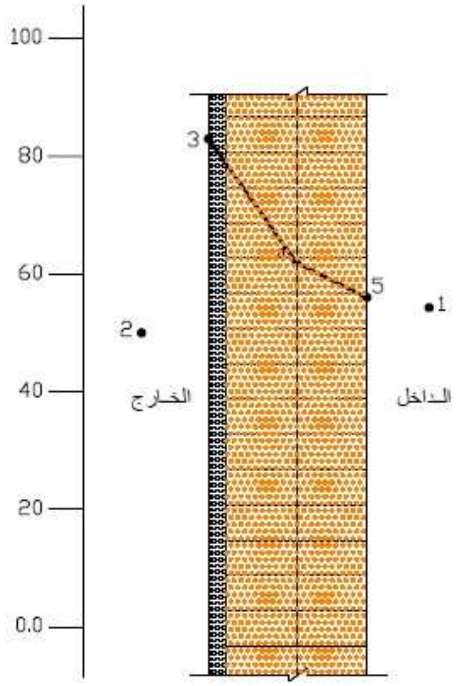


شـكل (5) قطـاع رأسـي فـي الحـائط

1- Outside Surface Thermocouple
2- inside the Brick Thermocouple
3- inside the Brick Thermocouple
4- In the L.P. of the space Thermocouple
5- In the center of the SpaceThermocouple
6- In the H.P. of the Space Thermocouple
7- In the outside air Thermocouple

THERMAL GRADIENT DURING NOON

شـكل (4) يبيـــن التـــدرج الحـراري خـلال الظهـيرة

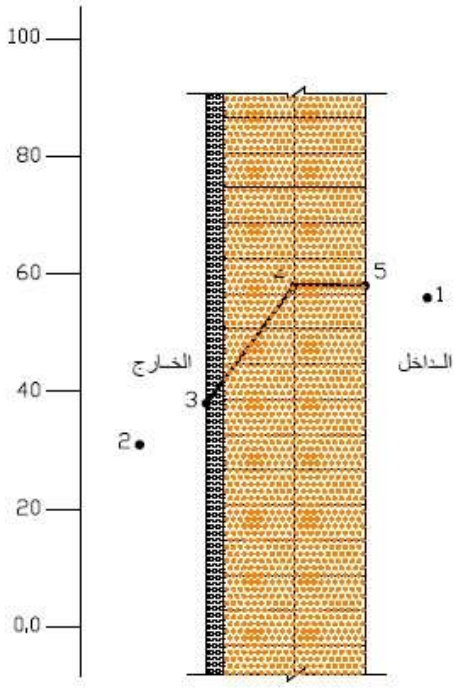


شـكل (6) قطـاع فـي الحـائط

1- 54.32 F 2- 48.00 F
3- 83.00 F 4- 61.97 F
5- 56.00 F

THERMAL GRADIENT DURING NIGHT

شـكل (5) يوضـح التـدرج الحـراري خـلال الليـل



شـكل (7) قطـاع فـي الحـائط

1- 55.00 F 2- 31.00 F
3- 38.00 F 4- 58.00 F
5- 58.00 F

معدات قياس دراجات الحرارة

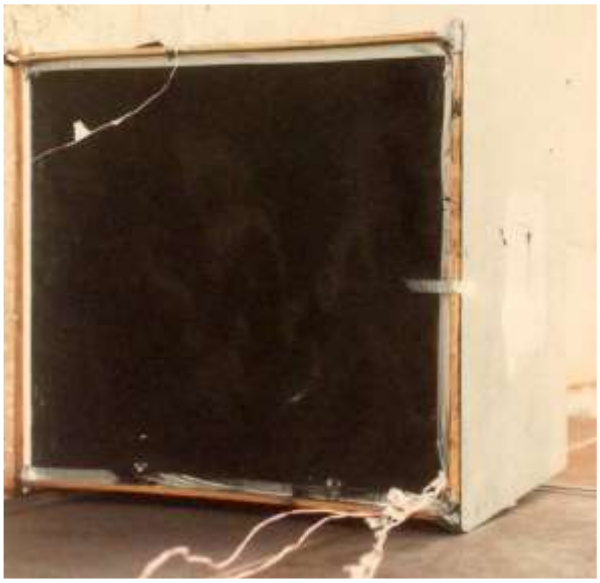
تـم قياس دراجات الحرارة الهواء الخارجية ودراجات الحرارة الداخلية بواسطة سلك حراري (Thermocouple) بحيث تم توزيع الاسلاك الحرارية كما هو واضح في الصور (1، 2، 3، 4) ومبين في الرسم التخطيطي (الشكل) رقم (2) وذلك على النحو التالـي:

- سلك حراري (Thermocouple) رقم (1) وضع على السطح الخارجي للحائط.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (2) وضع بين الطوب.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (3) وضع على السطح الداخلي للحائط.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (4) وضع على ارتفاع حوالي 10 سم من قاع الصندوق.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (5) وضع في مركز الصندوق.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (6) وضع على ارتفاع حوالي 10 سم من سقف الصندوق.
- سلك حراري (Thermocouple) رقم (7) وضع في (الخارج) الهواء.

ان الفترة الزمنية لاخذ قياس دراجات الحرارة استمرة لمدة خمسة ايام متتالية نهارا وليلا كما هو مبين في الرسومات المرفقة بحيث تم افتراض بأن تمثل دراجات الحرارة التي تؤخذ خلال اليل فصل الشتاء ودراجات الحرارة التي تؤخذ خلال النهار فصل الصيف.

صورة رقم (1)

صورة رقم (2)



صورة رقم (3)

صورة رقم (4)

تفاديا للحرارة الشديدة في فصل الصيف والبرد القارص في فصل الشتاء قام اهالي مدن الجنوب الليبي وبخاصة مدينة اغدامس ببناء حوائط سميكة عند تشييد مساكنهم وذلك من مادة الطين وغيره من المواد الاخرى المتوفرة محليا. وفي هذه الدراسة نستقصي مدى فاعلية الحوائط السميكة لتقليل من كمية الحرارة المتسربة الى الفراغ الداخلي للمبنى حيث استخدمت المعادلة التاليـــة:

$$Q = UA(To- Ti)$$

ومن خلال هذه المعادلة تم التحقق من فاعلية استخدام الحوائط السميكة في مساكن مدينة اغدامس.

$$Q = UAT$$
$$UA = U1A1+U2A2+U3A3+U4A4$$

$$U1 = 0.326$$
$$U1A1 = 0.326*27 = 8.802$$
$$U2 = 0.265$$
$$U2A2 = 0.265*9 = 2.08$$
$$U3 = 1.06 \text{ (GLASS)}$$
$$U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265$$
$$UA = 0.333$$
$$U4A4 = 0.333*8.75 = 2.8$$
$$UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 = 14$$
$$Q = 14*T$$
$$= 14*(65- Ti)$$

الجدول رقم (1) يوضح قائمة الرموز وتعاريفها التي استخدمت في هذه الدراسة

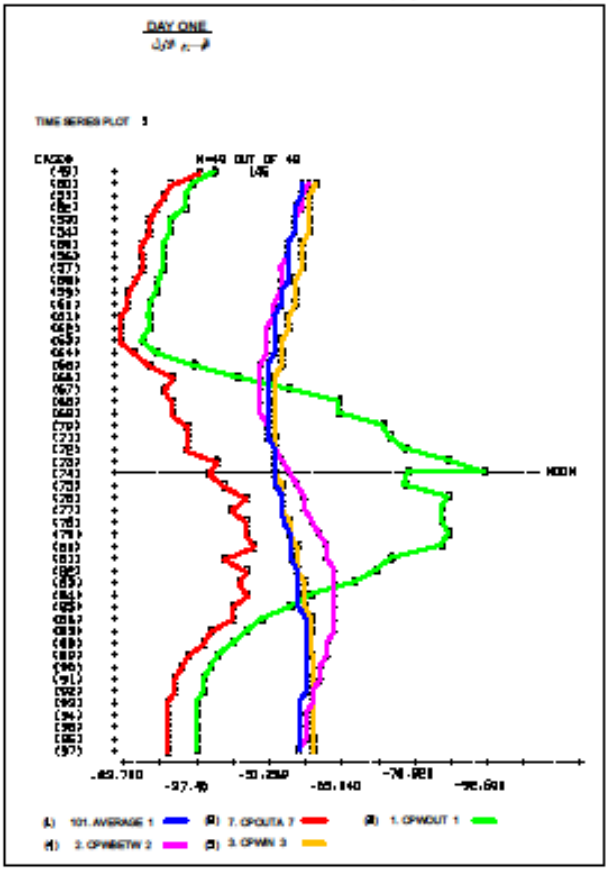
الرمـــز	التعريـــف	
Q	Thermal Transmission	الانتقال الحراري
U	Overall Heat Transfer Cofficient	المعامل الكلي لانتقال الحرارة
R	Thermal Resistance	المقاومة الحرارية
A	Surface Area	مساحة المسطح
T	Temperature	درجة الحرارة
To	Outside Temperature	الحرارة الخارجية
Ti	Inside Temperature	الحرارة الداخلية
A1	Area of Wall	مساحة الحائط
A2	Area of Floor	مساحة الارضية
A3	Area of Glass	مساحة الزجاج
A4	Area of Roof	مساحة السقف

الجدول رقم (2) يبين المقاومة الحرارية (R) للمواد المكونة للحائط

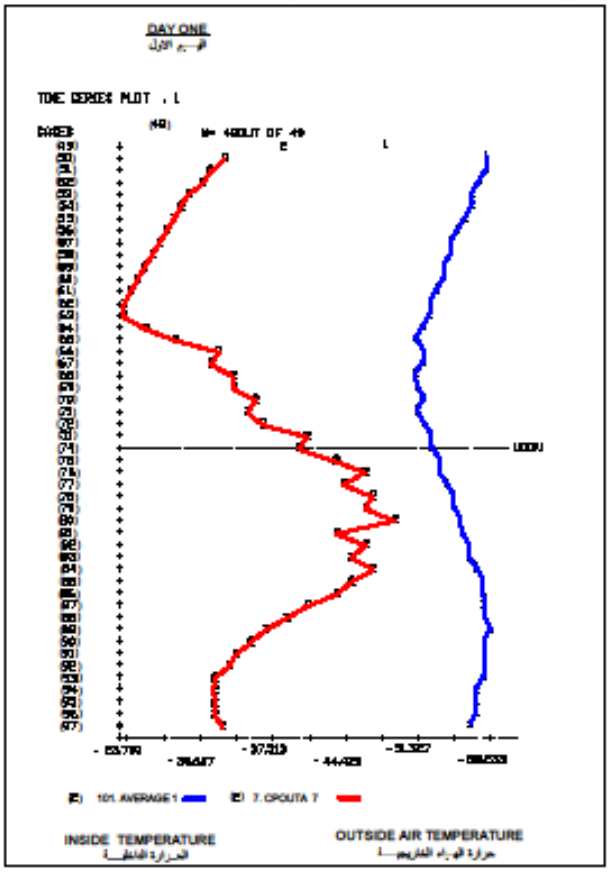
المـــادة	المقاومة الحرارية (R)
OUTSIDE AIRFILM	0.17
PLYWOOD	0.62
BRICK	1.60

INSIDE AIRFILM	0.68
TOTAL R	3.07

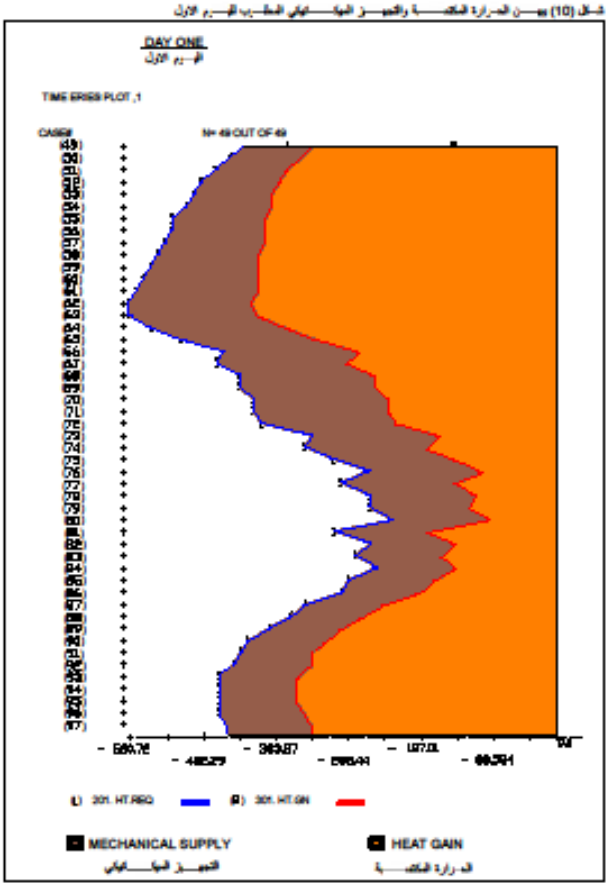
شكل (8) يبين درجات الحرارة التي تم قياسها في اليوم الاول



شكل (9) يبين درجات الحرارة الداخلية والخارجية لليوم الاول



شكل (10) يبين الحرارة المكتسبة والمبرد المائي المطلوب لليوم الاول



Q= UA*T

UA= U1A1+U2A2+U3A3+U4A4

R

OUTSIDE AIRFILM= 0.17

PLYWOOD= 0.62

BRICK=1.60

INSIDE AIRFILM=0.68

TOTAL R = 3.07

U1= 1 = 0.326
3.07

U1A1= 0.326*27=8.802

U2= 0.265

U2A2= 0.265*9= 2.08

U3 = 1.06 (GLASS)

U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265

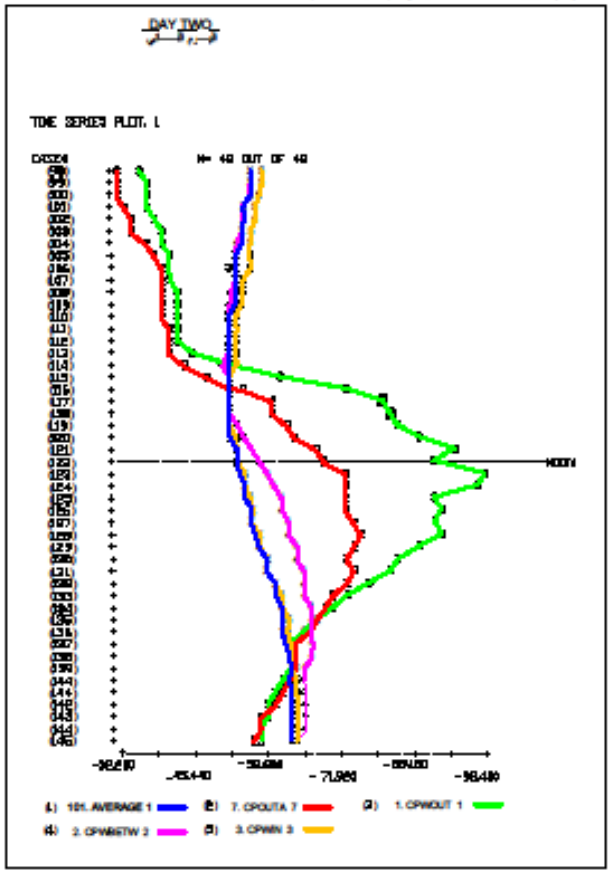
U4 = 0.333

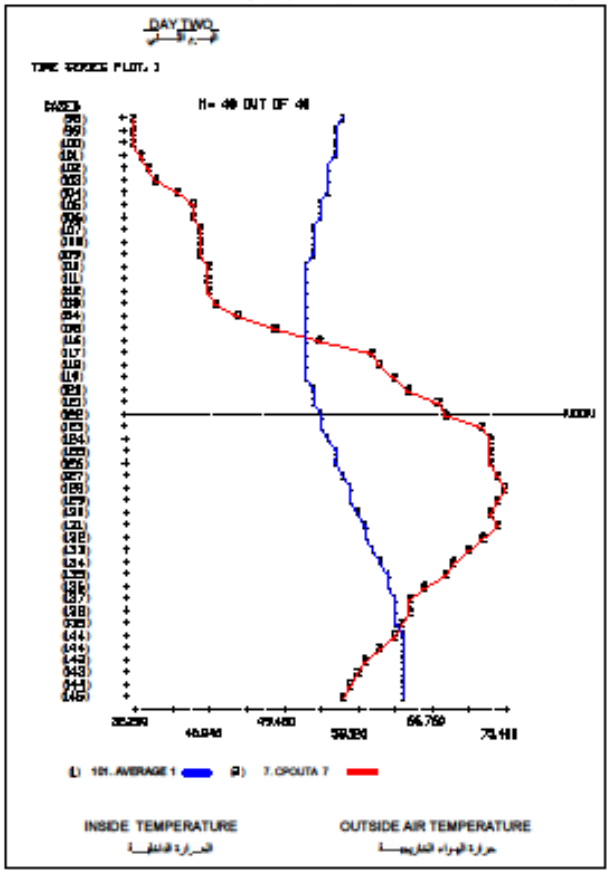
U4A4 = .0333*8.75= 2.8

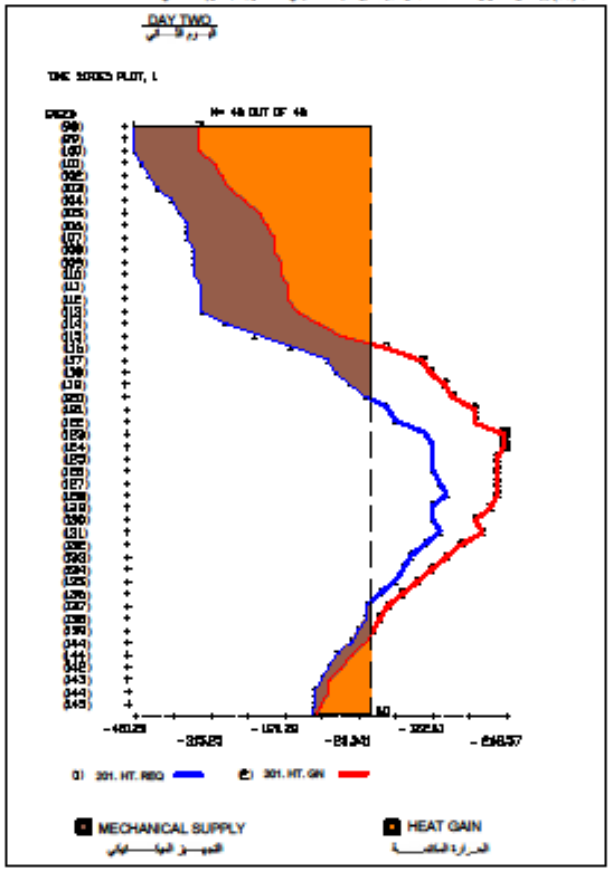
UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 =14

Q = 14*T

= 14*(65 -Inside Temperature)







Q= UA*T
UA= U1A1+U2A2+U3A3+U4A4

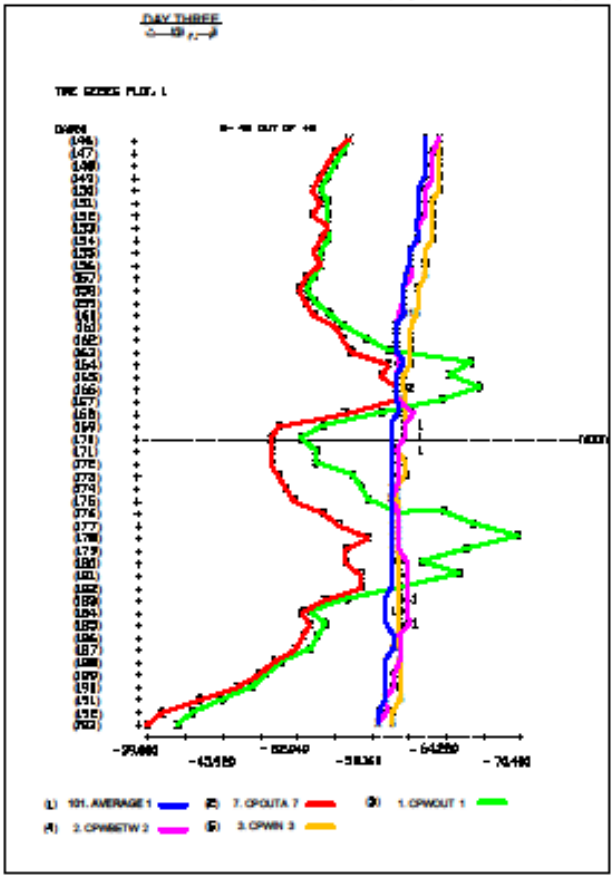
R

OUTSIDE AIRFILM= 0.17
PLYWOOD= 0.62
BRICK=1.60
INSIDE AIRFILM=0.68
TOTAL R = 3.07

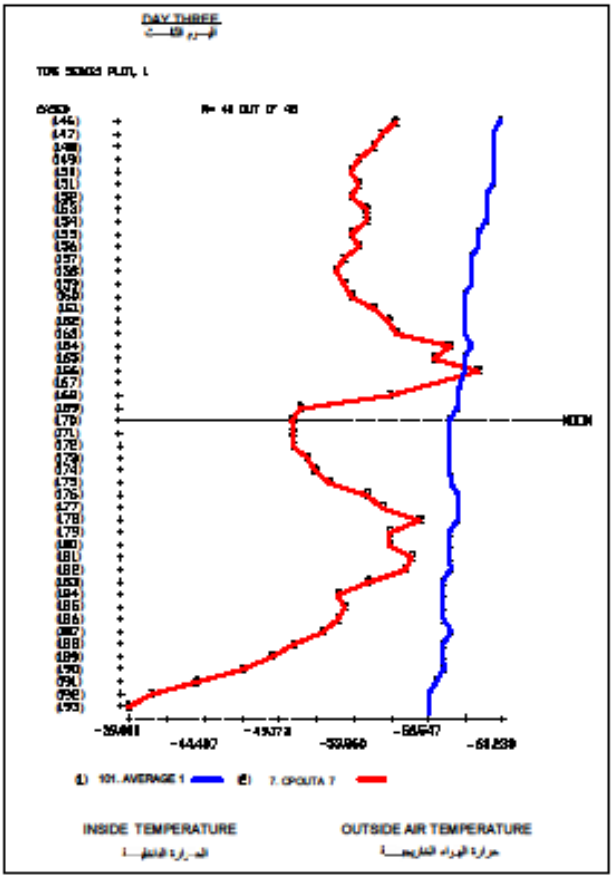
U1= 1 = 0.326
3.07
U1A1= 0.326*27=8.802
U2= 0.265
U2A2= 0.265*9= 2.08
U3 = 1.06 (GLASS)
U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265
U4 = 0.333
U4A4 = .0333*8.75= 2.8

UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 =14
Q = 14*T
= 14*(65 -Inside Temperature)

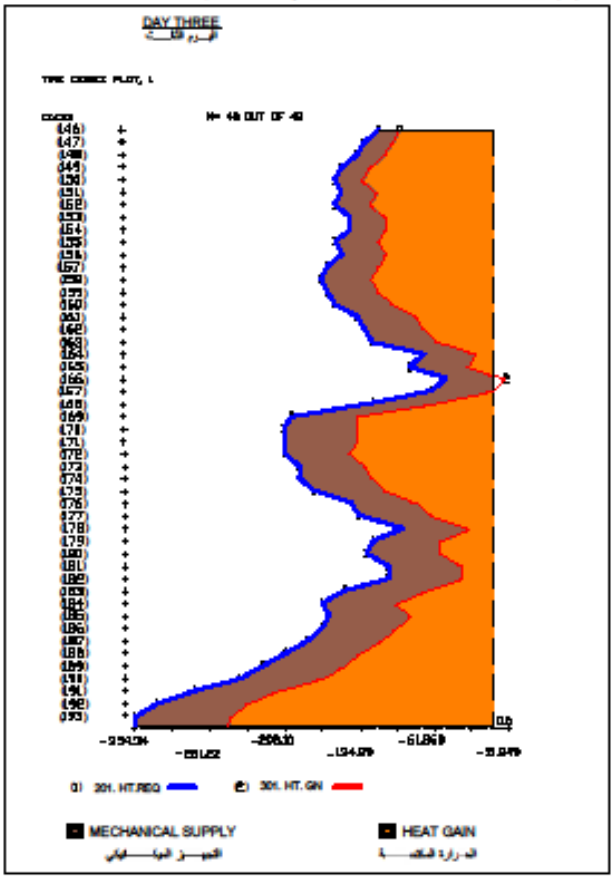
شكل (14) يبين درجات الحرارة التي تم قياسها في اليوم الثالث



شكل (15) يبين درجات الحرارة الداخلية والخارجية لليوم الثالث



شكل (16) يبين الحرارة المكتسبة والتبريد المطلوب لليوم الثالث



$$Q = UA*T$$

$$UA = U1A1+U2A2+U3A3+U4A4$$

$$R$$

OUTSIDE AIRFILM= 0.17
PLYWOOD= 0.62
BRICK=1.60
INSIDE AIRFILM=0.68
TOTAL R = 3.07

$$U1 = \frac{1}{3.07} = 0.326$$

$$U1A1 = 0.326*27 = 8.802$$

$$U2 = 0.265$$

$$U2A2 = 0.265*9 = 2.08$$

$$U3 = 1.06 \text{ (GLASS)}$$

$$U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265$$

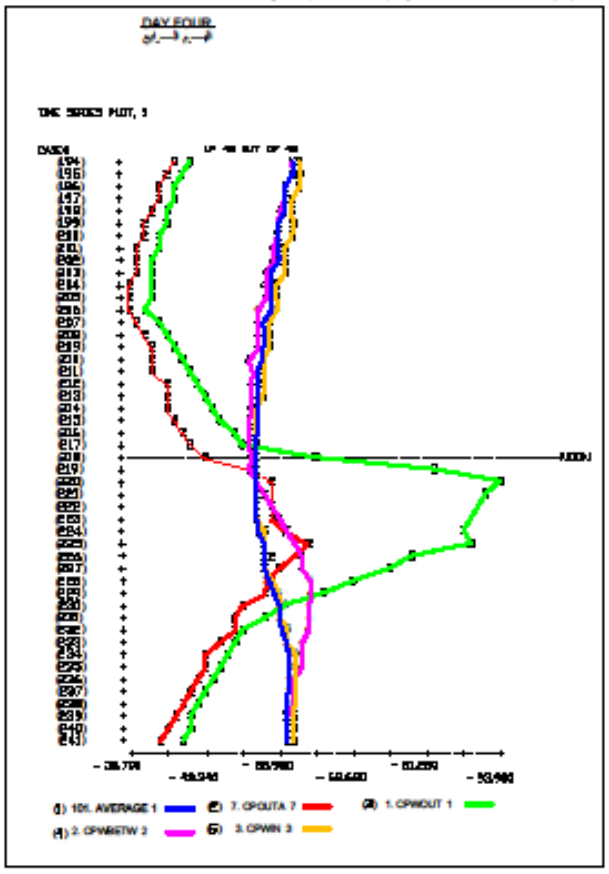
$$U4 = 0.333$$

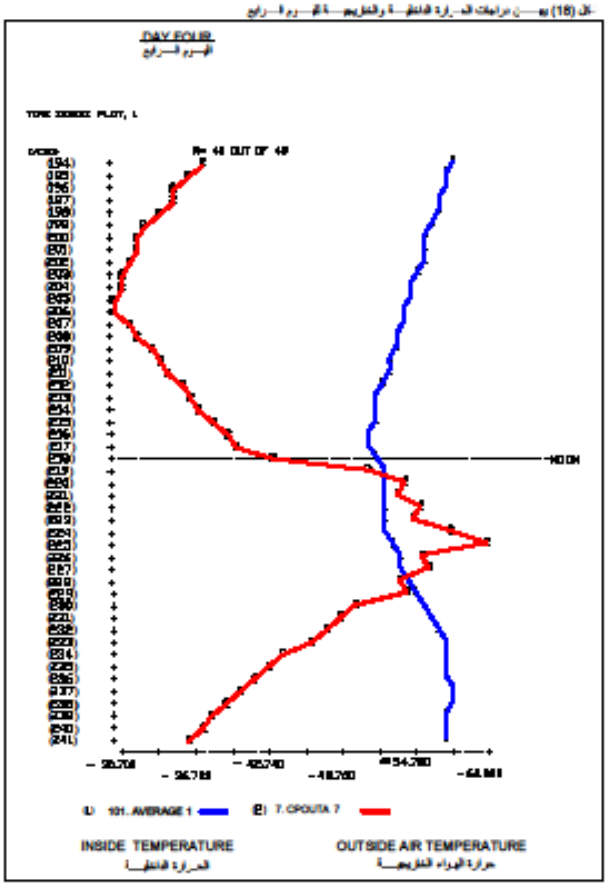
$$U4A4 = .0333*8.75 = 2.8$$

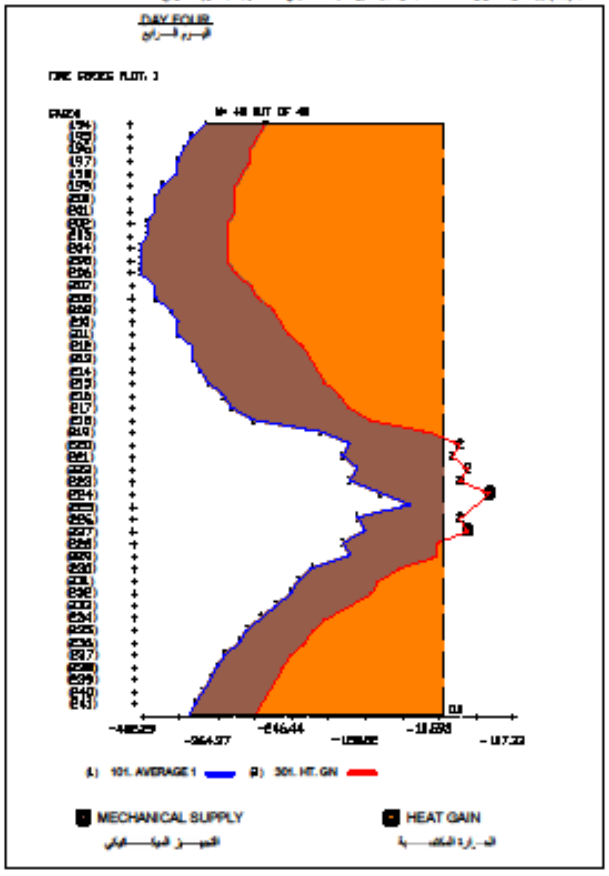
$$UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 = 14$$

$$Q = 14*T$$

$$= 14*(65 - \text{Inside Temperature})$$







Q= UA*T

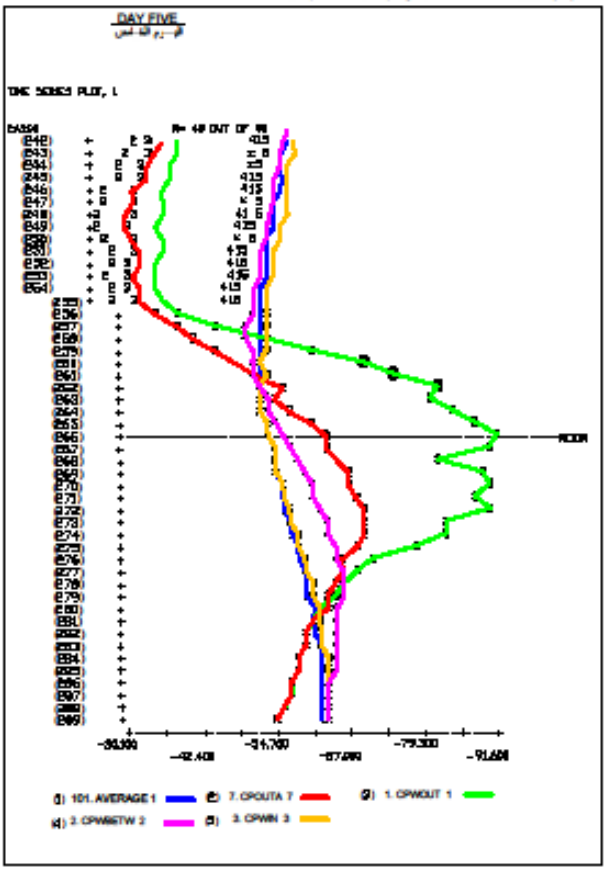
UA= U1A1+U2A2+U3A3+U4A4

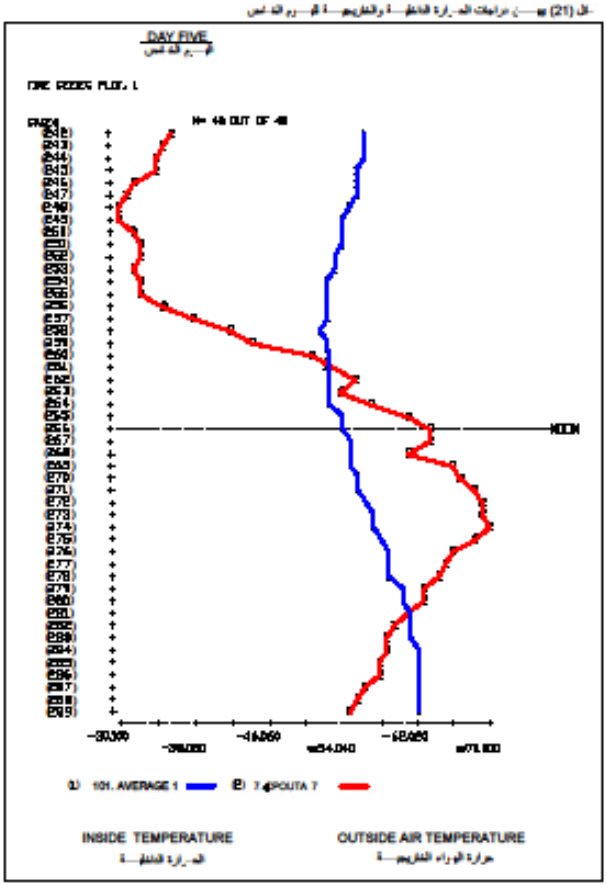
R

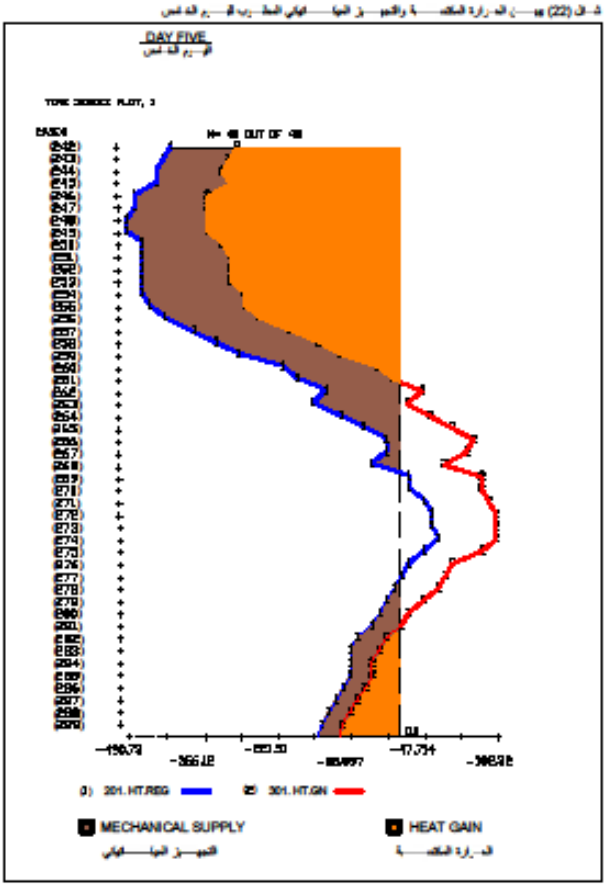
OUTSIDE AIRFILM= 0.17
PLYWOOD= 0.62
BRICK=1.60
INSIDE AIRFILM=0.68
TOTAL R = 3.07

U1= 1 = 0.326
3.07
U1A1= 0.326*27=8.802
U2= 0.265
U2A2= 0.265*9= 2.08
U3 = 1.06 (GLASS)
U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265
U4 = 0.333
U4A4 = .0333*8.75= 2.8

UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 =14
Q = 14*T
= 14*(65 -Inside Temperature)







Q= UA*T
UA= U1A1+U2A2+U3A3+U4A4

R

OUTSIDE AIRFILM= 0.17
PLYWOOD= 0.62
BRICK=1.60
INSIDE AIRFILM=0.68
TOTAL R = 3.07

U1= 1 = 0.326
3.07
U1A1= 0.326*27=8.802
U2= 0.265
U2A2= 0.265*9= 2.08
U3 = 1.06 (GLASS)
U3A3 = 1.06*0.25 = 0.265
U4 = 0.333
U4A4 = .0333*8.75= 2.8

UA = 8.802+2.8+0.265+2.8 =14
Q = 14*T
= 14*(65 -Inside Temperature)

الخلا صــة

مــن خلال االبيانات والنتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة المتمثلة في التجربة التي اجريت لمدة خمسة ايام متتالية كما هو موضح في الرسومات البيانية المرفقة اوضحت بان استخدام الحوائط السميكة وكذلك استخدام مادة الطين في تنفيذ الحوائط والسقف لهما الاثر القوي جدا للحفاظ على درجة الحرارة الداخلية للمبنى ثابتة في فصل الصيف والشتاء بينما درجة الحارة الخارجية غير مستقرة.

ايضـا من فرضية درجة الحرارة (65 F) هى الدرجة المناسبة للراحة داخل المسكن كما تم الاشارة اليها في الرومات البيانية، اكتشف بان كمية الحرارة المكتسبة مناسبة جدا، لذا كمية الحرارة المطلوبة او التي يجب ان يتم تزويدها ميكانيكيا صغيرة جدا ، واحيانا ليست هناك حاجة تزويدها ميكانيكيا.

نتائج التجربة بينت بان درجة الحرارة داخل البيت مريحة جدا في فصل الصيف وكذلك في فصل الشتاء. لذا نستطيع ان اقول بان استعمال هذه الكمية من الكتلة في الحائط تجعل الحرارة الداخلية للبيت مريحة جدا، بذلك نجح اهالي مدينة اغدامس في الحد تسرب الحرارة الشديدة لمساكنهم في فصل الصيف وكذلك الحد من البرد القرص في فصل الشتاء وذلك بالاعتماد على استخدام مواد البناء المتوفرة محليا وكذلك باستخدام الحوائط والاسقف السميكة.

تؤكـد هذه النتائج ايضا على ان الظروف المناخية لها الاثر الفعال في قيادة المصمم المعماري والبنائين في اختيار شكل ومخطط البناء والمواد الداخلة في بنائه وذلك لكي يلبي المبنى المتطلبات الوظيفية لساكنيه من حيث ظروف الراحة الانسانية صيفا وشتا كما حو الحال في مدينة اغدامس.

التوصيــات

مــن خلال نتائخ التجربة المبينة العلاه نوصي بالاتـــي:

- ينصح بان تكون الحوائط الخاريجية ذات سمك كبير او تكون ذات الحائط المزدوج (cavity wall).
- ينصح ان تستعمل المواد المحلية مثل الطين (بلوك من الطين) في بناء الحوائط الخاريجية.
- ينصح بان تطلى الحوائط الخريجية للمباني بمادة بيضاء.
- يمكن عمل الواح متحركة على الحوائط الخاريجية بحيث تكون الواح ذات اللون الاسود في فصل الشتاء يتم تغييرها باخرى ذات اللون الابيض في فصل الصيف.
- المزيد من البحث والتطبيق في هذ المجال وبخاصة في اختيار واستعمال مواد البناء المناسبة والفعالة.

الكلمات الرئيسية

الكتلة، الكتلة الحرارية، الانتقال او التسرب الحراري، مواد البناء.

المراجـــــع

1- ASHRAE, Fundamamental Handbook, (1980): American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
2- B. Givoni, (1976): "Man, Climate and Architecture", Applied Science Publisher, London, UK.
3- T.A. Markus (1980): Buildings, Climate, and Energy, Pitmar Publishing Limited, Parker Street, London, UK.
4- Dieter Holm (1983): Energy Conservation in Hot Climates, Nichols Publishing Company, New York, USA.
5- Rapoport, Amos (1969): House, Form, and Culture, University of Wisconsin- Milwaukee, Prentice- Hall International, London, UK.
6- Katherine Panchyk, (19): Solar Interiors, (Energy- Efficient Space Designed for Comfort, Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA.