

المنشآت النموذ.

الاستاذ ال

قسم الهند

نييل

سابقا طالب م

كلية ا

### الخلاصة

يقدم البحث منشآت ولظروف مرور متعدد العراق. لقد استخدم نيلو هذه ١٩٨٦ في تصميم هذه ثلاثة مجاميع تضم التربة وسطى والتربة الجيدة سبعة أصناف حيث يمتد السيارات والشوارع ذات المرور الضعيف. قياسيا مكافئا خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى السرعة في العراق حين مكافئا خلال فترة تصميم أن معايير المرونة ما تحت الأساس تم تعيين بين معايير المرونة الديناميكية المقابلة لها. وشبهها لذلك الأساس الحصوية الرملي ثبات مارشال.

لقد أعتبر فقدان في مناسباً لصنف المرور (١) للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المر دليل نخدمه الحالي مرض أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى التصميم الإنشائي للتبليط ووتسك ومعهد الإسفلت

# AL-BUHOOTH AL TACHANIYA

(Technical Research Journal)

Published by :

Foundation of Technical Institutes  
Baghdad - Iraq

VOL. 13

2000

No. : 72

رقم الايداع في المكتبة الوطنية في بغداد (٥١٧) لسنة ٢٠٠٠



### الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبليط ولظروف مرور متعددة ولم العراق. لقد استخدم دليل الإالة ١٩٨٦ في تصميم هذه المقاد ثلاثة مجاميع تضم التربة الطوسطة والتربة الجيدة إلى الة سبعة أصناف حيث يمثل الص السيارات والشوارع السكنية. ذات المرور الضعيف حيث ية قياسياً مكافئاً خلال الفترة التص للمرور فإنه يعود إلى الطرق السريعة في العراق حيث يقاب مكافئاً خلال فترة تصميمية مقد أن معايير المرونة الديناميك ما تحت الأساس تم تعيينه من بين معايير المرونة الديناميك المقابلة لها. وشبهها لذلك فإن الأساس الحصوية الرملية المثبتة ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في دليل الة مناسباً لصنف المرور (I, VII) للطرق الرئيسية. أما للطرق خفيفة المرور فقد دليل الخدمة الحالي مرضياً. أن أقل سمك لكل من الطبقة الأساس فقد خضع إلى التحديد الة للتصميم الإنشائي للتبليط لسنة ٦٠ ووتسك ومعهد الإسفلت

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION &  
SCIENTIFIC RESEARCH FOUNDATION OF  
TECHNICAL INSTITUTES

AL-BUHOOTH-ALTACHANIYA  
(Technical Research Journal)

Vol. 13

2000

NO. 72



المنشآت النموذجية

الأستاذ الدكتور  
قسم الهندسة

نائب  
سابقاً طالب ما  
كلية الآ

الخلاصة

يقدم البحث منشآت  
ولظروف مرور متعدد  
العراق. لقد استخدم دليل  
١٩٨٦ في تصميم هذه  
ثلاثة مجاميع تضم التز  
وسطي والتربة الجيدة  
سبعة أصناف حيث به  
السيارات والشوارع ال  
ذات المرور الضعيف  
قياسياً مكافئاً خلال الف  
للمرور فإنه يعود إلى  
السريعة في العراق  
مكافئاً خلال فترة تص  
أن معايير المرونة  
ما تحت الأساس تم ت  
بين معايير المرونة ال  
المقابلة لها. وشبهها ل  
الأساس الحصوية الر  
ثبات مارشال.

لقد أعتبر الققدان  
مناسباً لصنف المرور  
للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة  
دليل الخدمة الحالي  
أن أقل سمك لكل  
الأساس فقد خضع إلى  
للتصميم الإنشائي لل

Editorial Board

Editor In Chief

Dr. Mazen Mohammed Ali Juma Prof

Co- Editor- In- Chief

Dr. Sajidah Abdel-Hameed Khalill Prof

Editorial Director

Dr. Fikri N. Younis Prof

Members

Mr. Mahmood Shakir Abdul-Hussain Prof

Dr. Haifa Ibrahim Tawfik Prof

Mr. Saramad Fakhri Al-Naimi Prof

Dr. Arkan Mahmood Al-Shoek Asistant

Pror

Dr. Mahdi Ali Al-Wahid Asistant

Pror

Dr. Ayaad Mahmood Abdul Kareem Asistant

Pror

Dr. Hekmat N. Abdul- Kareem Asistant

Pror



## المنشآت النموذجية للتبليط

الأستاذ الدكتور صب  
قسم الهندسة المدنية  
جامعة د

و  
نبيل خليل ه  
سابقاً طالب ماجستير -  
كلية الهندسة -

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبليط مر  
ولظروف مرور متعددة ولمواد  
العراق. لقد استخدم دليل الاشتو  
١٩٨٦ في تصميم هذه المقاطع.  
ثلاثة مجاميع تضم التربة الضعيف  
وسطي والتربة الجيدة إلى الممتا  
سبعة أصناف حيث يمثل الصنف  
السيارات والشوارع السكنية خفيف  
ذات المرور الضعيف حيث يقابها  
قياسياً مكافئاً خلال الفترة التصه  
للمرور فإنه يعود إلى الطرق ال  
السريعة في العراق حيث يقابله  
مكافئاً خلال فترة تصميمية مقداً  
أن معايير المرونة الديناميكي  
ما تحت الأساس تم تعيينه من  
بين معايير المرونة الديناميكي  
المقابلة لها. وشيهاً لذلك فإن  
الأساس الحصوية الرملية المثبتة  
تبات مارشال.

لقد أعتبر فقدان في دليل  
مناسباً لصنف المرور (VII, I)  
للطرق الرئيسية.  
أما للطرق خفيفة المرور ف  
لدليل الخدمة الحالي مرضياً.  
أن أقل سمك لكل من الطبقة  
الأساس فقد خضع إلى التحديد  
للتصميم الإنشائي للتبليط لسنة  
ومتساك ومعهد الاسفات

SOLID THERMAL STORAGE MEDIUM  
FOR  
PASSIVE HEATING

Dr.Abdul Jabbar N. Khalifa \*

Jamal H. Whaib \*\*

Ah. N. Khalifa \*\*\*

وسائط الخزن الحراري الصلبة

المستخدمة في

نظام التدفئة السلبي

عبد الهادي نعمة خليفة

جمال حميد وهيب

د. عبد الجبار نعمة خليفة

## الخلاصة :

يقدم هذا البحث تحليل نظري لانتقال الحرارة إلى غرفة غير مكيفة تحتوي على جدار ترؤمب  
مواجهاً إلى الجنوب ، في هذا التحليل اعتبرت أن جميع السطوح الخارجية لتراكيب البناية معرضة  
إلى أشعة الشمس ودرجة الحرارة الخارجية والتي تم افتراضها بأنها دالة زمنية في حين أن السطوح  
الداخلية لتراكيب البناية في تماس مع هواء الغرفة والذي هو عند درجة حرارة متغيرة .  
تم إجراء حسابات رقمية ليوم ١٦ كانون الثاني لعام ١٩٩٩ ومن خلال النتائج تم استنتاج أن  
الجدران ذات السمك القليل الذي يساوي ١٥ سم يمكن أن تكون مناسبة للبنائيات التي تتطلب الاستعادة  
السريعة من أشعة الشمس في التدفئة ، في حين أن الجدران السميكة الذي يساوي سمكها ٣٠ سم تكون  
مناسبة عند الرغبة في الحصول على درجة حرارة مستقرة خلال اليوم مع تأخير زمني للحرارة  
المنتجة إلى الغرفة كذلك تم دراسة تأثير أنواع مواد البناء مثل الطابوق و الكونكريت الخفيف  
والاعتيادي على درجات الحرارة الداخلية للغرفة .

\* Solar Energy Research Center  
Jadiriya - Baghdad

\*\* Tech. Inst. Of Army

\*\*\* Tech. Inst. Of Anbar



## المنشآت النموذجية

الأستاذ الدكتور

قسم الهندسة

ج

نبيل خا

سابقاً طالب ماجس

كلية الهندس

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبلي ولظروف مرور متعددة ولالعراق. لقد استخدم دليل 1987 في تصميم هذه المنا ثلاثة مجاميع التربة وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع السكنية ذات المرور الضعيف حيث قياسي مكافئ خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى الطر السريعة في العراق حيث مكافئ خلال فترة تصميمية أن معايير المرونة الندي ما تحت الأساس تم تعيينه بين معايير المرونة الدينامي المقابلة لها. وشيها لذلك الأساس الحصوية الرملية ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في د مناسباً لصنف المرور (II) للطرق الرئيسية. أما للطرق خفيفة المرو دليل نخمة الحالي مرضي أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى التدرج والتصميم الانشائي للتبليط

## ABSTRACT: -

This paper presents a time dependent periodic heat transfer analysis of a non-air-conditioned room having a southern Trombe - wall. The outer surface of roof and walls of the room are exposed to periodic solar radiation and ambient temperature, while the inner surface are in contact with variable indoor temperature. The effect of heat transfer through walls and roof, heat transfer through the ground as well as heat lost by ventilation have been incorporated in to the building. Numerical calculations for climatic conditions of Baghdad show that thin Trombe wall of 0.15 m thickness is suitable when immediate heat transfer is required. While Thick Trombe wall of 0.3 m thickness gives good load leveling and significant phase shift, so this system is desirable when both day and night performance is the prime concern. The effect of constructional materials of such as light concrete, brick and concrete, at different thicknesses on the indoor temperature have been discussed also.

## Nomenclature

A <sub>j</sub>	Area of walls and roof	m <sup>2</sup>
C <sub>a</sub>	Specific heat of air at constant pressure	kJ/kg.°C
C <sub>j</sub>	Specific heat of walls and roof	kJ/kg.°C
h <sub>1,2</sub>	Heat transfer coefficient by convection and radiation from the outer surface of walls and roof to the ambient and from the inner surface to the inside air respectively	kJ/hr.m <sup>2</sup> .°C
j	1,2,3,4 and 5 Correspond to roof, east, south, west and north walls respectively	
K <sub>j</sub>	Thermal conductivity of walls and roof	kJ/hr.m.°C
m	number of harmonics	
M <sub>a</sub>	Mass of inside air	kg
Q <sub>j</sub>	Heat flux entering the room through j th wall/roof	kJ/hr.m <sup>2</sup>
I <sub>s</sub>	Solar intensity incident on walls and roof	kJ/hr.m <sup>2</sup>
I <sub>c</sub>	Average value of solar intensity	kJ/hr.m <sup>2</sup>
I <sub>Aj,m</sub>	Amplitude of the m th harmonic of S <sub>0j</sub>	kJ/hr.m <sup>2</sup>
ST <sub>j</sub>	Solair temperature of the walls and roof (Calculated)	°C
TF <sub>2,t</sub>	Solair temperature for trombe wall	°C
TF <sub>1,j</sub>	Average value of Solair temperature	°C
TF <sub>2,m</sub>	Amplitude of the of the m th harmonic of TF <sub>1,j</sub>	°C
T <sub>0</sub>	Ambient air temperature	°C
T <sub>1</sub>	Average value of ambient air temperature	°C
T <sub>2,m</sub>	Amplitude of the of the m th harmonic of TAO	°C
T <sub>D,i</sub>	Inside air temperature	°C
t	Time co-ordinate	hr
UT	Heat transfer coefficient for Trombe wall	kJ/hr.m <sup>2</sup> .°C
x	Co-ordinate normal to the walls and roof	m
α <sub>a</sub>	Apsorptance of inside air	
α <sub>g</sub>	Apsorptance of glass for solar radiation	
ρ <sub>j</sub>	Density of the walls, roof and door	kg/m <sup>3</sup>
τ <sub>g</sub>	Transmittance of glass	
ω	Day time cycle 2π/24	



## المنشآت النموذجية

الأستاذ الدكتور

قسم الهندسة

نبيل

سابقاً طالب ماجستير

كلية الهندسة

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت نموذجية وظروف مرور متعددة العراق. لقد استخدم دليل 1986 في تصميم هذه الثلاثة مجاميع تضم التربة وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع السريعة ذات المرور الضعيف كقياساً مكافئاً خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى السرعة في العراق حيث مكافئاً خلال فترة تصميمه أن معايير المرونة التي ما تحت الأساس تم تعيينها بين معايير المرونة الدنيا والمقابلة لها. وشبهها لذلك الأساس الحصوية الرملية ثباتاً مارشالاً.

لقد أعتبر الفقدان في مناسباً لنصف المرور (1) للطرق الرئيسية. أما للطرق خفيفة المر دليل الخدمة الحالي مرض أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى التصميم الإنشائي للتبليط ووتسك ومعهد الإسفلت

## 1- INTRODUCTION :

There are three methods of storing thermal energy, sensible latent and thermochemical heat storage. In a sensible heat storage, thermal energy is stored by changing the temperature of the storage medium. The amount of heat stored depends on the heat capacity of the medium, the temperature change and the amount of storage material. For a solid storage medium, rock or concrete beds have been employed widely. The latter usually utilize air as the heat transfer medium.

Kaushik and Kaut [1] studied the periodic heat transfer analysis of a non-air-conditioned building having south facing thermal storage mixed water-mass wall. The outer surface of walls and roof were exposed to periodic solar radiation and ambient air temperature, while the inner surface were in contact with variable indoor temperature. The effects of heat transfer through walls and roof, heat conduction to the basement ground and furnishings as well as heat loss due to air ventilation have been incorporated into the building model. Explicit solution for the inside air temperature and periodic heat flux through the thermal storage mixed water mass wall have been obtained. Numerical calculations showed that a concrete-water-concrete mixed thermal storage wall was more desirable than a pure water or pure concrete mass Trombe wall for providing excellent thermal comfort in building.

Sodha et al [2] developed a thermal model for a solarium with insulation, the indoor temperature was assumed to be at constant temperature (corresponding to air-conditioning). The model enabled the evaluation of the temperature of the air in the sun space and the thermal flux through the southern wall into the house as a function of time, from the hourly variation of solar insolation and atmospheric temperature, the effect of various parameters, like the thickness of the thermal wall, its area and the presence of an isothermal mass on the temperature of solarium zones and heat flux through the thermal wall into the room from solarium zone have been investigated.

Salem and Alkarogalli [3] studied the heat transfer analysis at a Trombe wall with vents under Baghdad weather condition, a mathematical model governing the heat transfer equations through the wall under unsteady case was performed. The system of different equations were solved numerically using a control volume formulation. To obtain the temperature distribution through the wall.

In this paper the authors analyze a system which can be applicable everywhere for air-conditioning. A solid storage medium has been considered as a southern wall of a non-air-conditioned room. The outer surfaces of room walls and roof are exposed to solar radiation and ambient air which are assumed to be as a periodic function, while the inner surfaces of room structure are contact with uncontrolled indoor temperature studied to investigate.

The effect of various parameters like the thickness of the thermal wall and its materials. On the indoor temperature, thermal storage of the wall and heat flux to the room from Trombe wall is studied.

## 2-ANALYSIS

Figure 1-a shows a schematic sketch of a Trombe wall consist from outer glass, air cavity and a solid storage medium. It is assumed that the temperature does not vary in the (y) and (z) direction. The temperature variation through the wall can be written as [4]

$$T_x = ax + b + \sum_{n=1}^6 (A_n \cdot e^{\gamma_n x} + B_n \cdot e^{-\gamma_n x}) e^{i n \omega t} \quad 1$$

$$\text{Where } \gamma_n = \sqrt{\frac{i n \omega \rho c}{K}}$$



## المنشآت النموذجية

الاستاذ الدكتور

قسم الهندسة ا

جا

نبيل خلد

سابقا طالب ماجستير

كلية الهندسة

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت تباين ولظروف مرور متعددة و العراق. لقد استخدم دليل العراق في تصميم هذه الم ثلاثة مجاميع تضم التربة وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع السكن ذات المرور الضعيف حيث قياسيا مكافئا خلال الفترة للمرور فانه يعود إلى الط السريعة في العراق حيث مكافئا خلال فترة تصميم أن معايير المرونة الد ما تحت الأساس تم تعيين بين معايير المرونة الديناه المقابلة لها. وشيها لذلك الأساس الحصوية الرملية ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في مناسباً لصنف المرور (ل للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة الم دليل الخدمة الحالي مرة أن أقل سمك لكل مز الأساس فقد خضع إلى التصميم الانتشاري للتبلد

al heat  
ture of  
edium,  
1, rock  
ransfer

itioned  
face of  
, while  
ransfer  
well as  
xplicit  
storage  
ncert-  
or pure

indoor  
oning).  
und the  
hourly  
neters,  
on the  
n from

under  
ations  
s were  
bution

or air-  
on-air-  
liation  
ices of

ls. On  
rombe

ty and  
nd (z)

The solar intensity on different orientation walls and roof are assumed to be a periodic function and can be expressed as a Fourier series as [4]

$$I_{j,t} = I_{c_j} + \sum_{m=1}^6 I A_{j,m} \cdot e^{imwt} \quad 2$$

The readable data of outdoor air temperature can be expanded in Fourier series as [4]

$$T_{o,t} = T_1 + \sum_{m=1}^6 T_2 m \cdot e^{imwt} \quad 3$$

The Solair temperature can be calculated by the equation [5]

$$ST_{j,t} = T_{o,t} + \frac{\alpha_g \cdot \tau_g \cdot I_{3,t}}{h_1} \quad 4$$

Equation (4) can be expanded to :

$$TF_{3,t} = TF_1 + \sum_{m=1}^6 TF_2 m \cdot e^{imwt} \quad 5$$

Finally the temperature fluctuation equation of indoor air - can be written as :-

$$TD_t = TD_1 + \sum_{m=1}^6 TD_2 m \cdot e^{imwt} \quad 6$$

The constants TD1 and TD2 are to be found by solving the Fourier equation of heat transfer in plane wall.

The energy balance of southern wall can be written as :-

At x=0

$$-K \frac{dT_{3,t,x}}{dx} = h_1 [TF_{3,t,x} - T_{3,t,x}] \quad 7$$

at x=l

$$-K \frac{dT_{3,t,x}}{dx} = h_2 [T_{3,t,x} - TD_t] \quad 8$$

the heat flux from the Trombe wall to the room can be written as :-

$$QT_t = h_2 [T_{3,t,x} - TD_t] \quad 9$$

Equation (9) can be written as :-

$$QT_t = UTA_3 [TF_1 - TD_1] + A_3 \sum_{m=1}^6 [HF_4 m \cdot TF_2 m + FS_4 m \cdot TD_2 m] \cdot e^{imwt} \quad 10$$

the constants HF and FS are shown in appendix .

the heat balance of the room air is :-

$$MaCa \cdot \frac{dT_{D,t}}{dt} = \left[ \begin{aligned} & \text{Heat flux from Trombe wall} \\ & + \text{Heat flux from room walls} \\ & + \text{Heat flux from roof} \\ & + \text{Heat lost by ventilation and infiltration} \\ & + \text{Heat lost by the ground} + \text{Heat flux from window} \end{aligned} \right]$$



## المنشآت النموذج

الأستاذ الذ

قسم الهندس

نييل

سابقاً طالب ما.

كلية البو

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت ؛ ولظروف مرور متعددة العراق. لقد استخدم دليل 1986 في تصميم هذه ا ثلاثة مجاميع تضم التبريد وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع الس ذات المرور الضعيف ح قياسياً مكافئاً خلال الفتر. للمرور فإنه يعود إلى الد السريعة في العراق حيث مكافئاً خلال فترة تصميمه أن معايير المرونة الد ما تحت الأساس تم تعيينه بين معايير المرونة الديناه المقابلة لها. وشبيهاً لذلك الأساس الحصوية الرملياً ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في مناسباً لنصنف المرور I) للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المر دليل الخدمة الحالي مرض أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى الد للتصميم الإنشائي للتبليط ووتسك ومعهد الإسفلت

## 2- Results and Discussion :-

A quantitative estimate of the thermal performance of the Trombe wall has been made in terms of the hourly variation of the indoor temperature and heat flux coming into the room through the southern vertical wall corresponding to typical cold winter day in Baghdad i.e. 19 January 1999. The solar radiation incident on roof and vertical walls with different orientations and ambient temperature [6] has been shown in figure (1-b).

Figure (2) shows the daily variation of indoor temperature for a room with a southern Trombe wall made of concrete of different thickness. It is seen from the that as the concrete thickness increases the indoor temperature tend to be stable along the day. The fluctuation of indoor temperature is 6.5,5,4,2.75 ,and 2.25 ° C for concrete thickness of 0.1,0.15,0.2,0.25, and 0.3 m respectively. While the maximum indoor temperature varied from 17.5 °C for concrete thickness of 0.1 m to 14.5 °C for concrete thickness at 0.3 m.

Figure (3) shows the hourly variation of heat flux (H.F.) to the room from southern Trombe wall made of concrete of different thickness. It is seen from the figure that the H.F. from Trombe wall of thickness of 0.1 to 0.2 m is negative during the period extended from 1 to 8 hr. after which it is positive for all remaining hours, except for that of 0.1 m thickness which is record a negative value of H.F. during the period extended from 20 to 24 hr. while when the concrete thickness is varied from 0.25 to 3m the H.F. to the room from that wall is a positive value along the day. The maximum H.F. to the room from the Trombe wall of 0.1 m thickness is about 375 KJ/hr occur at 13 hr, while it is about 125 KJ/hr. occur at 13 hr. when the Trombe wall thickness is 0.3m.. There for there are 5 hours time delay for the H.F. to reach its maximum value as the Trombe wall thickness is increased from 0.1 to 0.3 m. While the daily H.F. is increased from ( 1434 KJ/hr ) to ( 1897 KJ/hr ) as the wall thickness is reduced from 0.3 m to 0.1 m. This is due to the fact that thick wall has high thermal storage compared with that of thin wall.

Figures (4) and (5) show the variation of indoor temperature for a room with southern Trombe wall made of different constructional materials of 0.1 m and 0.5 m thickness respectively. It is seen from figure (4) that the concrete wall at 0.1 thickness gives the maximum indoor temperature at 17.5 °C, while it is equal to 16 °C for Brick wall and 15.5 °C for light concrete wall both of them at 0.1 m thickness. Referring to figure (5) it is seen that as the wall thickness become 0.5 m the effect of constructional materials on the indoor temperature appear clearly, thereat the maximum indoor temperature is equal to 14.5,13 and 12.75 for concrete, Brick and light concrete respectively.

Figure (6) shows the hourly variation of ambient and indoor temperatures along the day for different Trombe wall constructional materials and thickness. It is seen from the figure that as the wall thickness decreases the fluctuation of indoor temperature increases. Thus the indoor temperature for a room having a thin Trombe wall is higher than that for a room having a thick Trombe wall during the period extended from 8 to 12 hr., while thick wall gives a higher indoor temperature to the room during night time ( i.e. the period extended from 20 to 8 hr.) compared with that for a thin wall .

Figure (7) shows the variation of heat stored within the Trombe wall for different constructional materials and thickness. It is seen from the figure that the maximum heat stored within thin wall occur at 8 hr. while it is occur at 16 hr. for thick wall, i.e. there are 8 hours phase lag for thick wall to reach its maximum heat stored .

Figures (8) and (9). Show the hourly variation of H.F. to the room from the Trombe wall for different constructional materials of thickness of 0.1 m and 0.5 m respectively. It is seen from figure (8) that the thermal performance of Trombe wall dose not affected strongly by the type of constructional materials. There at all Trombe wall types of 0.1 m thickness are given a negative value of H.F. during the period extended from 20 to 9 hr. The maximum H.F. to the room is about 380 KJ/hr for concrete wall and 280 KJ/hr for light concrete both of them of 0.1 m thickness. Referring to figure (9) it is seen that as the wall thickness is increased to 0.5 m. the thermal performance of Trombe wall is affected strongly by constructional



## المنشآت النموذجية

الاستاذ الدكتور

قسم الهندسة

نييل

سابقاً طالب ماجستير

كلية الهندسة

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت نموذجية ولظروف مرور متعددة في العراق. لقد استخدم دليل ASHRAE 55 في تصميم هذه المنشآت الثلاثة مجاميع تضم التربة الجيدة إلى وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع السكنية ذات المرور الضعيف حيث قياسياً مكافئاً خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى الحد السريع في العراق حيث مكافئاً خلال فترة تصميمية أن معايير المرونة الدنيا ما تحث الأساس تم تعيينها بين معايير المرونة الدينامية المقابلة لها. وشبهها لذلك الأساس الحصوية الرمالية ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في المرور مناسباً لصنف المرور (I) للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المرور دليل الخدمة الحالي مرضد أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى التقييم الإنشائي للتبليط.

ade in  
room  
e. 19  
ferent

thern  
crete  
on of  
0.25,  
for

hren  
H.F.  
m l  
ress  
hile  
is a  
l m  
ren  
to

is  
ge

en  
ss  
re  
C  
is  
or  
d

e  
p  
t

materials type. The fluctuation of H.F. is varied from 150 KJ/hr for concrete wall to 95 KJ/hr for Brick wall.

## 3- CONCLUSIONS:-

The above mentioned results and discussion may be summarized as follow: -

- 1-Considerable heat gain can be increased by using passive heating concepts and indoor temperature can be maintained nearly the comfortable range.
- 2- Thin Trombe walls as a passive heating concept is useful when immediate heat transfer is required , so, for building like school, offices and business establishments where day time heating load is significant, this will become very promising.
- 3-Thick wall ensures good load leveling and significant phase shift. So this system is attractive when both day and night performance as well as load leveling are the prime concern.
- 4-Concert seemed to be suitable to construct the Trombe wall since it gives maximum delay H.F. to the room compared with that for other constructional materials
- 5-The present results of this paper are in fact only illustrative for appreciating the analysis by numerical different results quantitatively but quantitative nature will be the same.

## REFERENCES:

- 1- S.C. KAUSHIK and S. KAUL " Thermal Comfort in Building through a mixed water - Mass Thermal Storage Wall" Building and Environment, vol. 24. No. 3 pp. 199-207, 1989
- 2- M.S.SODHA, J.K.NAYAK and I.C.GOYAL " Thermal performance of a solarium with Removable Insulation " Building And Environment, vol. 17, No. 1, pp.23-32, 1982.
- 3- J.M.Salem and A.Akcoragulli " Theoretical analysis of a vented Trombe-wall Solar Collector system " Al-Muhandis 1999.
- 4- J.M.Salem and A.H.N.Khalifa " Thermal load leveling in a Triple-layered wall Evaluation of Best wall Materials " Al- Muhandis vol. 139.No. 3 1999.
- 5- W.P.Jones " air conditioning Engineering " 2<sup>nd</sup> Edition Edward Arnold, Britaina, 1973.
- 6- Solar Energy Research Center , 2000 , Solar Radiation Laboratory, Solar Radiation and collator weather data, Iraq.



## المنشآت النموذجية

الأستاذ الدكتور

قسم الهندسة

نييل خ

سابقاً طالب ماجه

كلية الهندا

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبا  
ولظروف مرور متعددة و  
العراق. لقد استخدم دليل  
١٩٨٦ في تصميم هذه ال  
ثلاثة مجاميع تضم التربة  
وسطي والتربة الجيدة إلى  
سبعة أصناف حيث يمثل  
السيارات والشوارع السك  
ذات المرور الضعيف حد  
قياسياً مكافئاً خلال الفترة  
للمرور فإنه يعود إلى الط  
السريعة في العراق حيث  
مكافئاً خلال فترة تصميم  
أن معايير المرونة الد  
ما تحث الأساس تم تعيينا  
بين معايير المرونة الديناه  
المقابلة لها. وشيها لذلك  
الأساس الحصوية الرملية  
ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في  
مناسباً لصنف المرور (I)  
للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المر  
دليل انخمة الحالي مرض  
أن أقل سمك لكل من  
الأساس فقد خضع إلى ال  
للتصميم الإنشائي للتبليط  
من الاسفلت.

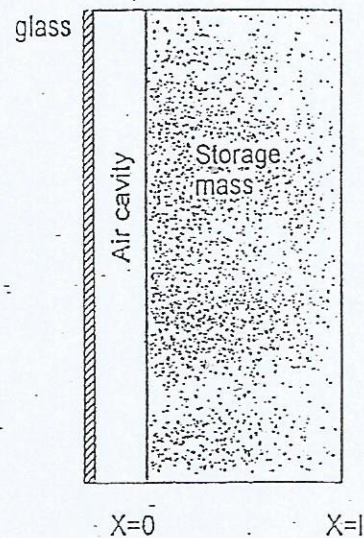


Fig (1-a) Trombe Wall



## المنشآت النموذجية للتبليط

الأستاذ الدكتور  
قسم الهندسة المد  
جامع

نبيل خليل  
سابقاً طالب ماجستير  
كلية الهندسة

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبليط ولظروف مرور متعددة ولموا العراق. لقد استخدم دليل الأشنة ١٩٨٦ في تصميم هذه المقاطب ثلاثة مجاميع تضم التربة الض وسطى والتربة الجيدة إلى المد سبعة أصناف حيث يمثل الصدا السيارات والشوارع السكنية ذات المرور الضعيف حيث ية قياسياً مكافئاً خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى الطرق السريعة في العراق حيث يقابل مكافئاً خلال فترة تصميمية أن معايير المرونة الدينامية ما تحت الأساس تم تعيينه من بين معايير المرونة الديناميكي المقابلة لها. وشبهها لذلك فإن الأساس الحصوية الرملية المثبتات مارشال.

لقد أعتبر فقدان في دليل مناسباً لصنف المرور (VII) للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المرور دليل الخدمة الحالي مرضياً. أن أقل سمك لكل من الطب الأساس فقد خضع إلى التحديد للتصميم الإنشائي للتبليط لسنة

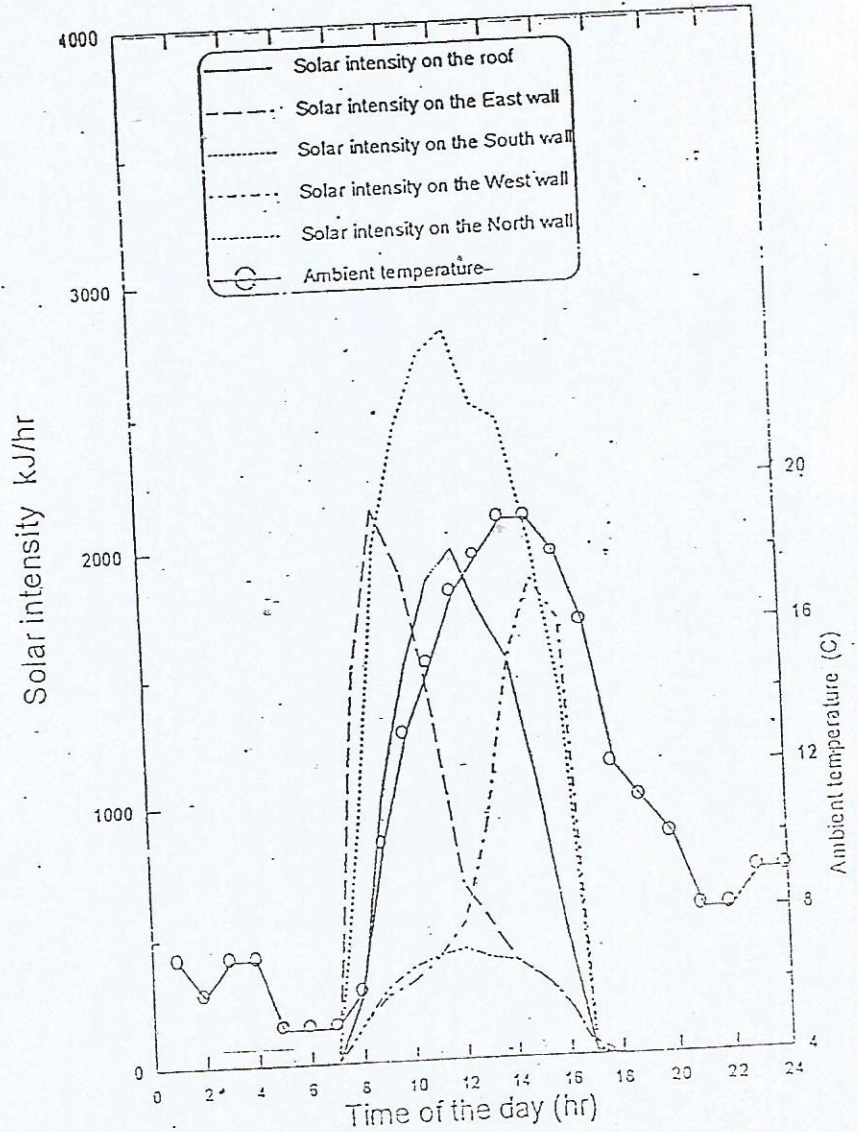


Fig (1-b) Ambient temperature and solar intensity on walls of various orientation for Baghdad on January.



المنشآت النموذجية

الاستاذ الدكتور

قسم الهندسة

نبيل خ

سابقا طالب ماجا

كلية الهندا

الخلاصة

يقدم البحث منشآت تبا ولظروف مرور متعددة و العراق. لقد استخدم دليل 1986 في تصميم هذه اله ثلاثة مجاميع تضم التربة وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع السكذ ذات المرور الضعيف حيث قياسيا مكافئا خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى الطر السريعة في العراق حيث مكافئا خلال فترة تصميميذ أن معايير المرونة الديق ما تحت الأساس تم تعيينه بين معايير المرونة الديناميذ المقابلة لها. وشيها لذلك ف الأساس الحصوية الرملية ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في د مناسباً لصنف المرور (II) للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المرو دليل نخدمه الحالي مرضيذ أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى التذ للتصميم الإنشائي للتبليط ل ووتسك ومعهد الإسفقات

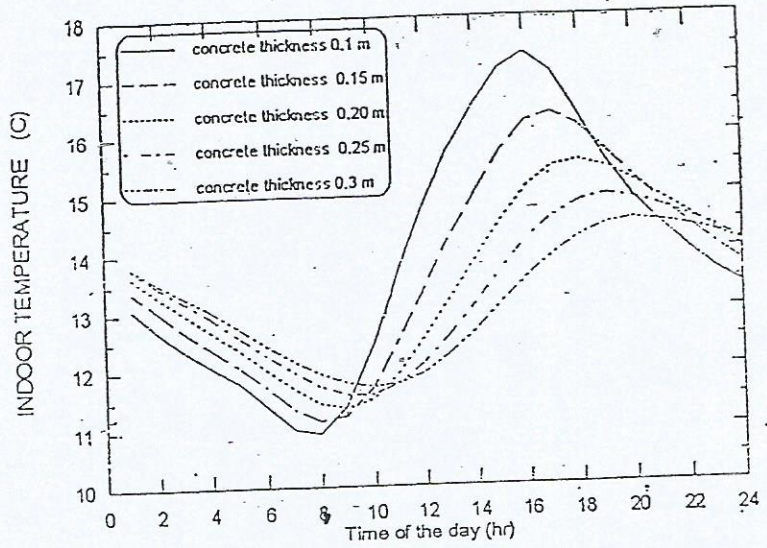


Fig.( 2 ) Effect of concrete thickness of the trombe wall on the indoor temperature

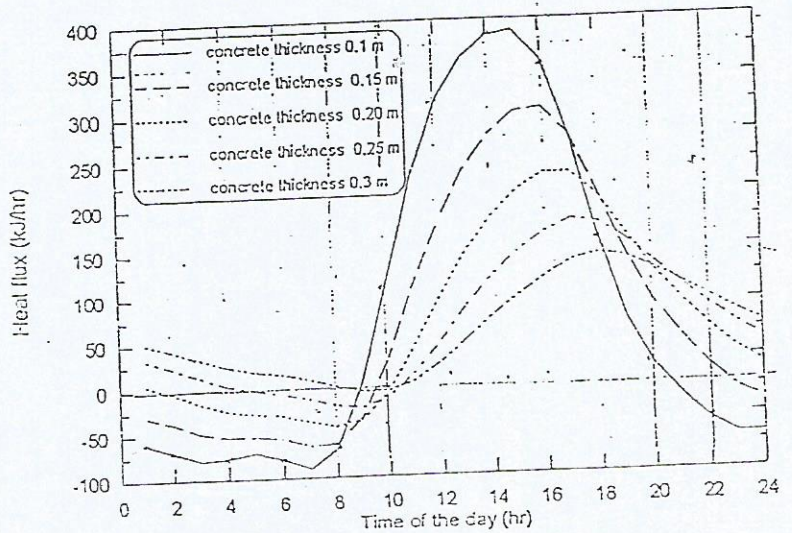


Fig.( 3 ) Effect of concrete thickness of the trombe wall on heat flux to the room



المنشآت النمو

الإستاذ

قسم الهندسة

نيي

سابقاً طالب

كلية

## الخلاصة

يقدم البحث منشأ، ولظروف مرور متعد العراق. لقد استخدم د ١٩٨٦ في تصميم هذا ثلاثة مجاميع تضم الأ وسطى والتربة الجيد سبعة أصناف حيث ي السيارات والشوارع ذات المرور الضعيف قياسياً مكافئاً خلال المرور فإنه يعود إلى السريعة في العراق مكافئاً خلال فترة تصد أن معايير المرونة ما تحت الأساس تم ت بين معايير المرونة الد المقابلة لها. وشيها لذ الأساس الحصوية الر تبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان مناسباً لصنف المرور للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة دليل أنخدمة الحالي مر أن أقل سمك لكل الأساس فقد خضع إلى للتصميم الإنشائي للتبلا ووتسك ومعهد الإسفلت

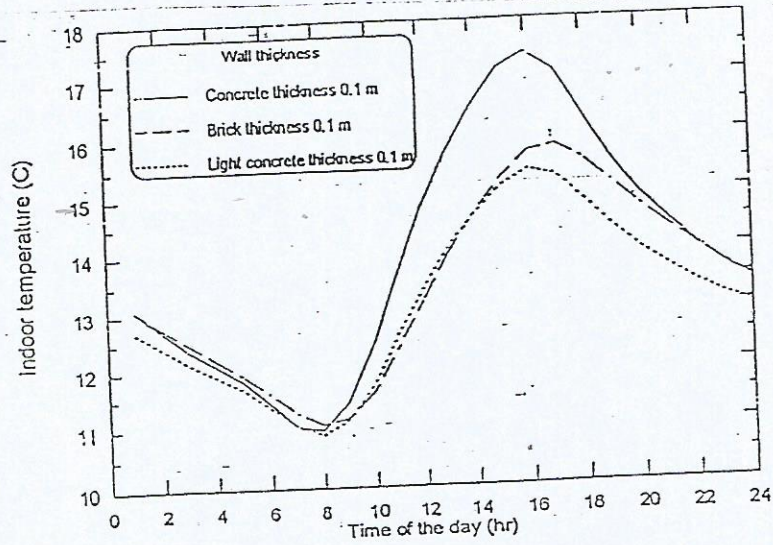


Fig.( 4 ) Effect of wall materials of the trombe wall on the indoor temperature

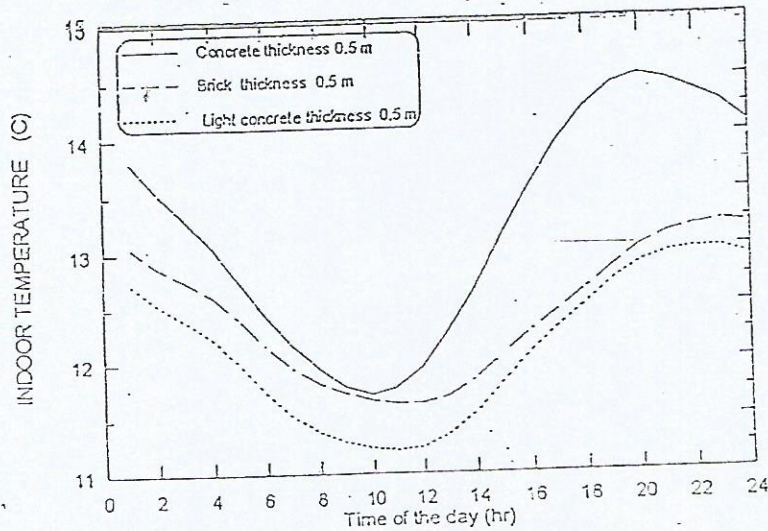


Fig.( 5 ) Effect of wall materials of the trombe wall on the indoor temperature



## المنشآت النموذج

الاستاذ ال  
قسم الهند

نييل  
سابقا طالب ه  
كلية

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت ولظروف مرور متعدد العراق. لقد استخدم دا 1986 في تصميم هذ ثلاثة مجاميع تضم التة وسطى والتربة الجيدة سبعة اصناف حيث يه السيارات والشوارع ال ذات المرور الضعيف قياسيا مكافئا خلال الف للمرور فانه يعود الى السريعة في العراق حذ مكافئا خلال فترة تصه ان معايير المرونة ما تحت الأساس تم تعب بين معايير المرونة الديق المقابلة لها. وشيها لذا الأساس الحصوية الره ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان ف مناسباً لصنف المرور للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة ال دليل انخمة الحالي مر ان أقل سمك لكل ه الأساس فقد خضع إلى للتصميم الإنشائي للتبليد ووتسك ومعهد الإسفلت

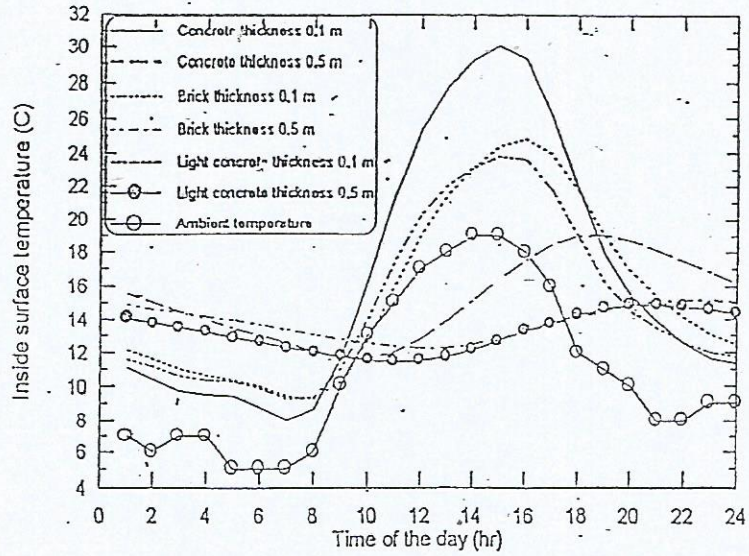


Fig. (6.) Effect of wall materials and thicknesses of the trombe wall on the inside surface temperature

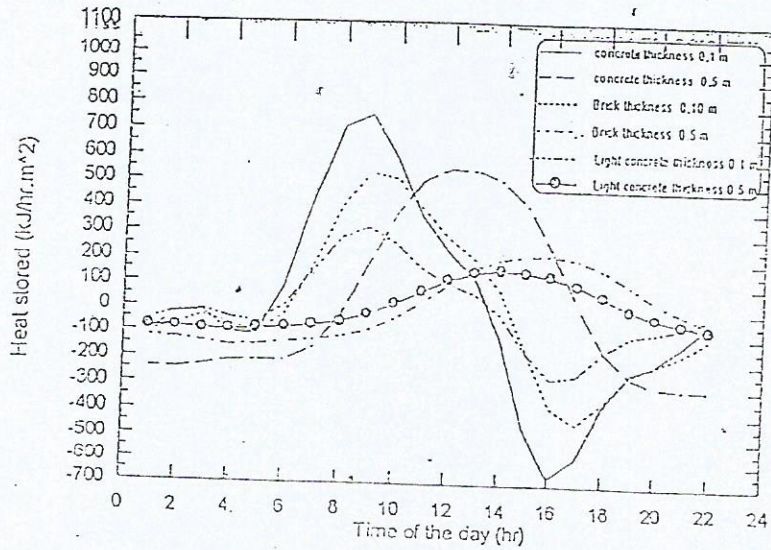


Fig. (7.) Effect of wall materials and thicknesses of the trombe wall on heat stored



المنشآت النموذجية

الاستاذ الدكتور  
قسم الهندسةنبيل  
سابقاً طالب ماجستير  
كلية الهندسة

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت ولظروف مرور متعددة العراق. لقد استخدم دليل 1986 في تصميم هذه ثلاثة مجاميع تضم التربة وسطى والتربة الجيدة إلى سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع ذات المرور الضعيف قياسياً مكافئاً خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى السريعة في العراق حيث مكافئاً خلال فترة تصميم أن معايير المرونة ما تحت الأساس تم تعديل بين معايير المرونة الدنيء المقابلة لها. وشبهها لذلك الأساس الحصوية الرمال ثبات مارشال. لقد اعتبر الفقدان في مناسبة لصنف المرور للطرق الرئيسية. أما للطرق خفيفة المر دليل الخدمة الحالي مر أن أقل سمك لكل الأساس فقد خضع إلى للتصميم الإنشائي للتبليد و تسك ومعهد الإسفلت

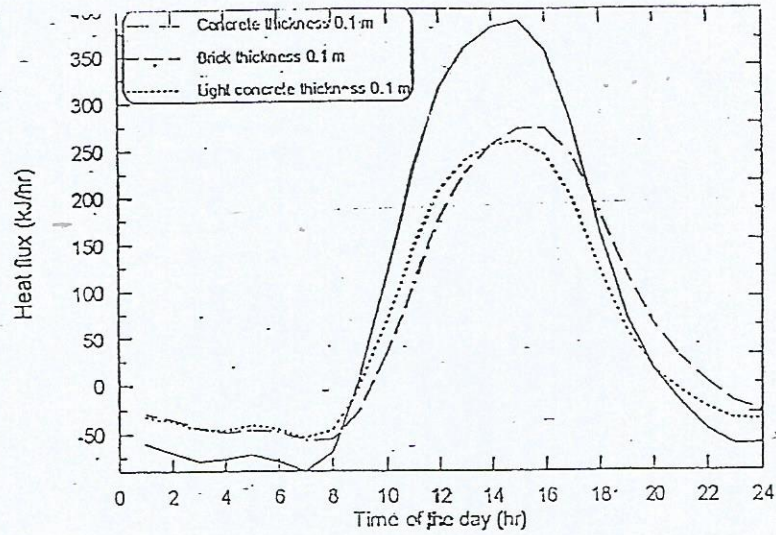


Fig.( 8 ) Effect of wall materials of the trombe wall on the heat flux to the room

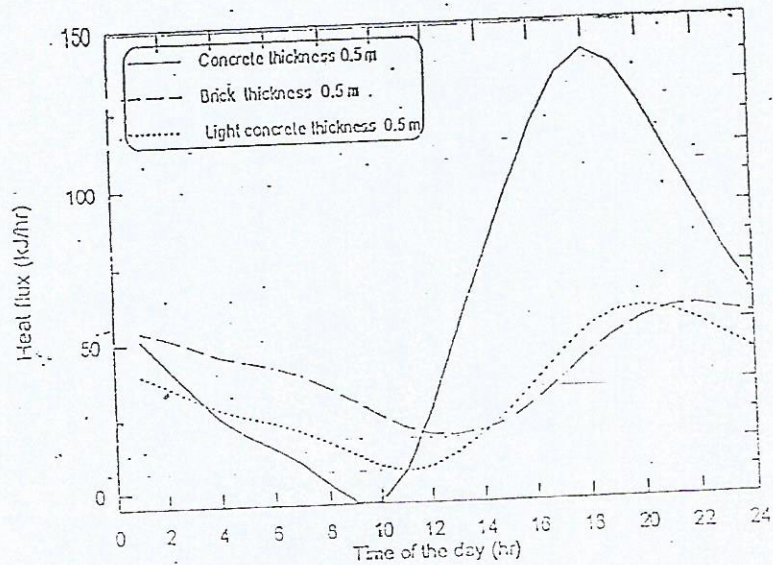


Fig.( 9 ) Effect of wall materials of the trombe wall on heat flux to the room



## المنشآت النمو

الاستاذ ا

قسم الهند

نبيا

سابقا طالب د

كلية

## الخلاصة

يقدم البحث منشآت ولظروف مرور متعدد العراق. لقد استخدم دليل 1986 في تصميم هذه ثلاثة مجاميع تضم الترسى والتربة الجيدة سبعة أصناف حيث يمثل السيارات والشوارع ذات المرور الضعيف. قياسيا مكافئا خلال الفترة للمرور فإنه يعود إلى الالسرعة في العراق حيث مكافئا خلال فترة تصميم أن معايير المرونة الالأساس تم تعيين بين معايير المرونة الدينال المقابلة لها. وشيها لذلك الأساس الحصوية الرمليا ثبات مارشال.

لقد أعتبر الفقدان في

I) مناسبة لصف المرور للطرق الرئيسية.

أما للطرق خفيفة المر دليل انخمة الحالي مرضب أن أقل سمك لكل من الأساس فقد خضع إلى الاللتصميم الإنشائي للتبليط لوتسك ومعهد الإسفلت

## Appendx

$$FSO_m = \frac{1 - \frac{h2_j}{K \cdot \gamma_m}}{1 + \frac{h2_j}{K \cdot \gamma_m}} \cdot c^{-2 \cdot \gamma_m \cdot X1}$$

$$FS1_m = \frac{1 + \frac{h1}{K \cdot \gamma_m}}{1 - \frac{h1}{K \cdot \gamma_m}}$$

$$HFO_m = \frac{\frac{h2_j}{K \cdot \gamma_m}}{1 + \frac{h2_j}{K \cdot \gamma_m}} \cdot c^{-\gamma_m \cdot X1}$$

$$HF1_m = \frac{\frac{h1}{K \cdot \gamma_m}}{1 - \frac{h1}{K \cdot \gamma_m}}$$

$$HF2_m = \frac{FS1_m \cdot HFO_m}{FS1_m - FSO_m}$$

$$FS2_m = \frac{FSO_m \cdot HF1_m}{FS1_m - FSO_m}$$

$$UT_j = \frac{1}{\frac{1}{h1} \cdot \frac{X1}{K} \cdot \frac{1}{h2_j}}$$

$$FS3_m = \frac{HF1_m}{FS1_m - FSO_m}$$

$$HF3_m = \frac{HFO_m}{FS1_m - FSO_m}$$

$$FS4_m = h2_j \cdot (FS2_m \cdot c^{-\gamma_m \cdot X1} + FS3_m \cdot c^{-\gamma_m \cdot X1})$$

$$HF4_m = h2_j \cdot (HF2_m \cdot c^{-\gamma_m \cdot X1} + (HF3_m \cdot c^{-\gamma_m \cdot X1} - 1))$$