معيار الراحة البايومناخية
دراسة تطبيقية على مركز مدينة الديوانية واطرافها

أ.م.د. صالح عاتي الموسوي **م.م. حسين علي عبد الحسين**
جامعة القادسية – كلية الاداب **جامعة القادسية – كلية الاداب**

تمهيد :

لاشك ان الحرارة لها اثر فعال في مستوى الراحة البايومناخية للإنسان خاصة في الفصل الحار من السنة ، وعلى وجه الخصوص في ساعات ما بعد الظهيرة، ولم يؤدّ الموقع الجغرافي للمستوطنة الحضرية ضمن المناطق المدارية الدور الوحيد في رفع درجة الحرارة ، وانما تضيف المدينة الى واقع حرارة المناخ السائد حرارة جديدة ، تباينت من مركز المدينة الى اطرافها مهما كان حجم المدينة وطبيعة استعمالات الأرض الحضرية فيها[1] من خلال وجود ظاهرة الجزيرة الحرارية الحضرية 0

ولقد أوجدت عوامل عديدة ومنها استعمالات الارض الحضرية تلك التباينات الحرارية في المدينة رافقها تباين في الرطوبة النسبية ، أدت إلى اختلاف مستوى الراحة لسكان المدينة سواءٌ أكان داخل الوحدة السكنية أم خارجها ، ولهذا سوف تبين الدراسة أثر حرارة المدينة في الراحة البايومناخية من خلال تسليط الضوء على أثر حرارة كتل المباني في الراحة داخل الوحدات السكنية ولمواد بناء مختلفة تمثلت بالكونكريت والطابوق في فصل الصيف ، مستفيدين من البيانات الحرارية المأخوذة كقراءات من واقع الدراسة الميدانية المتمثلة بالرصد الحراري المباشر لهواء الغرفة من الداخل مع درجة حرارة السقف من الداخل لمنزل كونكريتي وآخر مشيد من الطابوق يقعان في مركز المدينة وآخران يقعان في ضواحيها 0

وجاء اختيار فصل الصيف لكونه يمثل المعدلات السنوية العظمى لدرجة الحرارة اعتماداً على بيانات شهر آب ، بعد ان تعذر الرصد في تموز، فضلاً عن إن فصل الصيف يمتد لأكثر من ستة أشهر تكون فيها درجات الحرارة فوق العتبة الحرارية المريحة لجسم الإنسان، آخذين بنظر الإعتابر إن الراحة البايومناخية لاترتبط بالفصل الحار فقط، وإنما بالفصل البادر أيضاً، ولكنها أكثر وضوحاً في الصيف، حيث تبتعد كثيراً في معدلاتها عن متطلبات الجسم.

مقدمة :

تتظافر استعمالات الارض الحضرية مجتمعة في ايجاد خصائص حرارية داخل المبنى من شأنها ايجاد صفات للعناصر المناخية مؤثرة في واقع الراحة البايومناخية الفسلجية للانسان وهو في منزله [2] دون استخدام وسائل تكييف الهواء تدفئةً او تبريداً ودون استخدام المراوح الهوائية0

واذا ما علمنا ان احد اهم خصائص المناخ المحلي للمدينة هو التباين في درجة الحرارة داخلها ، نتيجة لتباين استعمالات الارض الحضرية والنشاطات البشرية الامر الذي أثر في كمية الطاقة الحرارية المنتجة والمضافة الى هواء المدينة ، ولا ننسى ان المنازل المظللة بالاشجار تتميز بقلة الطاقة التي تطرحها جدرانها وسقوفها قياساً بغير المظللة ، وبما ان المنطقة المركزية من المدينة موضوع الدراسة تقل فيها المناطق الخضراء بشكل عام ، فان ذلك يؤثر في رفع درجة حرارة سطوح المباني فيها ، بينما تنخفض درجة حرارة السقوف والهواء الملامس لها في ضواحي المدينة ، خاصة تلك المنازل المحاطة بظلال الاشجار ، الأمر الذي اثر في درجة حرارة الهواء داخل المبنى ودرجة حرارة الجدار والسقف من الداخل ، وبالتالي التأثير في

مستوى راحة الانسان وهو في بيته ، ووفقاً لنوع مادة البناء ونوع الاشجار المظللة وكثافتها0

ولهذا جاءت اهمية دراسة فوائد ظل الاشجار على راحة الانسان في المدن المدارية وشبه المدارية الى جانب اهمية دراسة مواد البناء لايجاد حماية كافية تحول دون انتقال الحرارة بالتوصيل قدرالامكان، الى جانب تقدير سمك الجدار والسقف وفقاً لحسابات غاية في الاهمية ، مع اعطاء اهمية للخواص الفيزيائية لتلك المواد كدراسة مقدار التوصيل والحمل والاشعاع ولون الطلاء وبالتالي مقدار الانعكاسية ومقدار الطاقة المنتقلة عبر الجدار[3] والمحتسبة عن طريق ايجاد مجموع المقاومة للحرارة المنتقلة عبر الجدار[4] الامر الذي يؤدي الى رفع درجة حرارة الجدار من الداخل ومن ثم رفع درجة حرارة الهواء داخل الغرفة ، اضافة الى انتقال الحرارة بالاشعاع من الجدار الى جسم الانسان، وكلا العمليتين تؤثران في تحديد مستوى الراحة الطبيعية المقاسة وفقاً لمعايير تعتمد على متغيرات العناصر المناخية واهمها الحرارة [5] **0**

طريقة البحث :

جاءت الدراسة لبيان اثر حرارة المدينة في تباين ساعات الراحة داخل الوحدات السكنية وتحليلها ، والتي اختيرت بمواقع مختلفة من جهة وذات مواد بناء مختلفة من جهة اخرى ، ولوحدتين سكنيتين احدهما ذات سقف كونكريتي والآخر من الطابوق المثقب تقعان في مركز مدينة الديوانية (حي العروبة) ومثلهما في الضواحي الشرقية للمدينة برصدات حرارية ولاربع وعشرين ساعة لمعرفة درجة حرارة السقف من الداخل ودرجة حرارة هواء الغرفة، وقد سجلت هذه الرصدات في يوم 18 آب 2000.

وبعد توافر القراءات الحرارية المذكورة استخرجت درجة حرارة السقف من الداخل وهواء الغرفة للنموذجين وكالآتي :-

اولاً :- ايجاد درجة حرارة السقف من الداخل لكل ساعة عن طريق تطبيق معادلتين الاولى لانتقال الحرارة بالحمل والثانية بالتوصيل وهما :

$g = h (Tw - TA)$ (6)

حيث h تعني معامل الانتقال الحراري ووحدته ($w/ m^2 . k$) وتساوي (0ر211) للطابوق المثقب و(0 ر246) للكونكريت (7)، وفقاً للنظام الانكليزي ، ولغرض تحويله الى النظام الفرنسي العالمي يضرب المعامل بـ(5ر678) لتكون النتيجتين (1ر198) للطابوق المثقب و (0 ر530) للكونكريت 0

اما Tw فتعني درجة حرارة السقف من الخارج 0

و TA فتعني درجة حرارة الهواء خارج الغرفة (8) 0

وبعد ايجاد متغيرات المعادلة على مدى ساعات اليوم استخرجت عملية انتقال الحرارة بالحمل (g) للسقف بنوعيهِ الكونكريت والطابوق ، إذ عوضت قيمة(g) في معادلة انتقال الحرارة بالتوصيل والغاية منها الحصول على (T2)

التي تمثل درجة حرارة السقف من الداخل ثم ادخلت البيانات في المعادلة :

$$g = \frac{T1 - T2}{\frac{\Delta X}{K}}$$ (9)

حيث T1 درجة حرارة السقف من الخارج 0

T2 درجة حرارة السقف من الداخل0

Δ X سمك الجدار (و كان اختياره بسمك موحد وقدره 38 سم لغرض المقارنة)

K معامل التوصيل الحراري وهو (0ر69) للطابوق و (0ر76) للكونكريت[10] 0

ثانياً :- وبعد استخراج درجة حرارة الجدار من الداخل، لابد من معرفة درجة حرارة الهواء من الداخل ،اذا ما علمنا ان هناك متغيرات ثلاثة تم الحصول عليها وهي درجة حرارة الهواء الحر من الخارج المقاسة ميدانياً ودرجة حرارة السقف من الخارج عن طريق تطبيق المعادلتين المذكورتين ثم الحصول على درجة حرارة السقف من الداخل ، عن طريق تطبيق معادلة انتقال الحرارة بالحمل نحصل على درجة حرارة الهواء من الداخل وكما يأتي : -

$$g = h(Tw - TA)$$

$$\frac{g}{h} = (Tw - TA)$$

$$TA = Tw - \frac{g}{h}$$

وبعد استخراج درجة حرارة الهواء من الداخل لكلا المنزلين الكونكريتي والطابوق في مركز المدينة ورديفيهما في الأطراف فضلاً عن درجة حرارة السقف بنوعيه والهواء من الداخل وتسقيط البيانات كنقاط في الاشكال البيانية التي تمثل منطقة الراحة البايومناخية [11] لمعرفة مستوى الراحة في كل ساعة داخل النموذجين 0

ثالثاً :- ايجاد مدة التأخير الزمني، اذ تتباين المدة الزمنية المطلوبة لانتقال الحرارة عبرالسقف ، ويمكن تحديد ساعات التأخيرلأي جدارعن طريق تطبيق المعادلة :-[12]

$$O = 1.38 + (Q \times R)^{½}$$

إذ إن Q السعة الحرارية والبالغة (7ر31) للكونكريت و(6ر24) للطابوق[13]0

R المقاومة الحرارية ويمكن الحصول عليها عن طريق المعادلة :-

$$R = \frac{\Delta x}{k}$$

إذ إن Δ X سمك السقف 0

k معامل التوصيل الحراري والبالغ (69ر0) للطابوق و (76ر0) للكونكريت [14] 0

وبعد تطبيق المعادلة اتضح ان السقف المشيد من الطابوق المثقب بحاجة الى(6:36) ساعة لانتقال الحرارة عبره بينما يحتاج السقف الكونكريتي الى(5:05) ساعة 0

مستوى الراحة في مدينة الديوانية :

يبلغ أقصى فرق حراري مسجل بين مركز المدينة وأطرافها ثمان درجات مئوية خلال الرصد الحراري الصيفي آواخر المساء وفقاً لرصدة حرارية اجريت في يوم الخميس 15 آب 2000 الساعة 19:30 وكان الجو صحواً والرياح شمالية غربية تقدر سرعتها بـ(1. 1,5م/ ثا) [15] مما يشكل عبئاً في عدم تحقق الراحة البايومناخية لسكان مركز المدينة بشكل يفوق ما يتحقق في اطرافها ، آخذين بنظر الاعتبار الموعد المتباين لارتفاع درجة الحرارة الى ذروتها للسقف من الداخل لكل من النموذجين ،

ناهيك عن تباين درجة حرارة الهواء داخل النموذجين ايضاً وضمن منطقة واحدة بسبب التأخير الزمني لانتقال الحرارة عبر السقف 0

مستوى الراحة في الوحدات السكنية صيفاً :

اولاً : النموذج الكونكريتي (رصدة 18 آب 2000) 0

تعد الساعات (900و1000 و1100) الساعات الاقرب الى منطقة الراحة المحددة مثالياً في (الشكل البياني 1) للوحدات السكنية الواقعة في مركز المدينة واطرافها على حد سواء ،ولكن هناك تبايناً واضحاً بين مواقع النموذج في مدى اقترابهما من منطقة الراحة،حيث نلاحظ النموذج الواقع في اطراف المدينة هو الاقرب الى منطقة الراحة من نموذج المركز، وهذا ناتج عن اثر ظل الاشجار لنموذج اطراف المدينة ، وانعدام ذلك الظل في المركز بالاضافة الى العديد من العوامل التي اسهمت بشكل او بآخر في صنع ذلك الفارق الحراري بين الموقعين والمتمثلة بطبيعة استعمالات الارض الحضرية المنتجة للطاقة والرافعة للحرارة 0

وبما ان موازنة الطاقة بدون ظل النباتات صيفاً تعد ذات قيمة عالية جداً [16] اذ يتبين ان الجو يصبح مريحاً عندما تكون موازنة الطاقة مثالية (صفراً) بينما تزداد حاجة الانسان للتبريد عندما تكون الموازنة فائضة (موجبة) وتزداد حاجته للتدفئة عندما تكون الموازنة سالبة [17] ، فان الريف المجاور للمدينة اكثر راحة خلال الصيف ، كما لوحظ ان كلا النموذجين كانا بعيدين عن منطقة الراحة للساعات (1900 ،2000، 2100) ولكن هناك تبايناً واضحاً بين هذين النموذجين ، فنموذج المركز هو أبعد اثناء هذه الساعات عن منطقة الراحة، اذا ما قورن باطراف المدينة 0كما لوحظ ان درجة الحرارة العظمى للسقف من الداخل لنموذج المركز بلغت (5ر56 م^5) في الساعة (2000) في حين بلغت درجة الحرارة العظمى لمثيله في

الاطراف المظلل بالاشجار (1ر47 م^5)[18] الامر الذي انعكس على درجة حرارة الهواء داخل المنزل للنموذجين ، حيث كان (6ر45 م^5) و(38م^5) على التوالي 0

وتعد الساعات التي سجلت فيها درجة الحرارة الصغرى للمنزل الواقع في الاطراف اقل من الساعات التي تسجل فيها تلك الدرجة للمنزل الواقع في مركز المدينة ، كما تزداد الساعات التي تسجل فيها درجة الحرارة العظمى على الساعات المماثلة للمنزل الواقع في الاطراف ، الأمر الذي جعل ساعات الحرارة الصغرى للمنزل الواقع في الاطراف اقرب الى منطقة الراحة من مثيلها في مركز المدينة ، فضلاً عن الساعات التي سجلت الحرارة العظمى للمنزل المركزي ابعد عن منطقة الراحة مقارنة بساعات الحرارة العظمى لمنزل الاطراف (جدول 1) 0

ثانياً : نموذج الطابوق المثقب (رصدة 18 آب 2000) 0

تعد الساعات (2000 و2100) الساعات التي سجلت درجة الحرارة العظمى للسقف من الداخل في مركز المدينة إذ بلغت (3ر49 م^5) و (2ر49 م^5) على التوالي الامر الذي جعل هتين الساعتين تسجلان أعلى درجة للهواء من الداخل والذي بلغ (8 ر46 م^5) و(5ر48 م^5) 0

وسجلت أدنى درجة حرارة للسقف من الداخل في الساعة (1200) والبالغة (33م^5) الامر الذي جعل هذه الساعة هي الاخرى تسجل الدرجة الصغرى للهواء من الداخل والبالغة (3ر29 م^5)0

اما في اطراف المدينة فقد بلغت درجة الحرارة العظمى للسقف من الداخل في الساعات (2000و2100) ما مقداره (1ر41 م^5) لكلا الساعتين الامر الذي جعل الساعة (2100) تسجل درجة الحرارة العظمى للهواء من الداخل والبالغة (6ر40 م^5)0 في حين بلغت أدنى درجة للحرارة للسقف من الداخل (6ر27م^5) للساعات (1100و1200) وبلغت درجة حرارة الهواء من الداخل (5ر23م^5) 0 هذا وكانت

الساعات التي سجلت فيها أدنى درجة حرارة للمنزل الواقع في اطراف المدينة اقل من التي بلغت فيها أعلى درجة للحرارة لمنزل المركز، كما لوحظ ان درجة حرارة الساعات التي بلغت فيهاأعلى درجة للحرارة للمنزل المركزي اكثر مما يماثله في منزل الاطراف ، مما انعكس على ان تكون الساعات التي سجلت فيها أدنى درجة الحرارة لمنزل الاطراف ، اقرب الى منطقة الراحة المبينة في (الشكل (2))مقارنة بما يماثلها لمنزل المركز(جدول 2) كما لوحظ ان الساعات ذات أعلى درجة الحرارة لمنزل المركز ، ابعد من ساعات الحرارة المرتفعة لمنزل الاطراف(الشكل البياني 2) 0

نستخلص مما تقدم ان الواقع الحراري داخل المنازل صيفاً بغض النظر عن موقعها في المدينة ومادة بنائها خارج نطاق منطقة الراحة المحددة لساعات اليوم كلها حتى تلك الساعات التي سجلت فيها أدنى درجة للحراة الا ان الواقع الحراري ضمن ساعات اليوم تتباين في قربها لمنطقة الراحة وبعدها عنها ، حيث نلاحظ بصورة عامة ابتعاد الساعات حسب الواقع الحراري فيها في منزل المركز من موقع منطقة الراحة واقترابها في موقع الاطراف 0

كما نلاحظ الابتعاد عن منطقة الراحة للمنزل ذات السقف الكونكريتي لمنزلي المركز والأطراف معاً وبشكل فائق وللساعات جميعها مقارنةً بالمنزل المشيد سقفه من الطابوق (للمقارنة انظر الشكلين1 و2) 0

ولا ننسى التباين الكبير لوقت درجة الحرارة الأعلى والأدنى المسجلة في داخل المنزل عن مثيليها اللتين سجلتا في الخارج وذلك ناجم عن التأخير الزمني لانتقال الحرارة عبر السقوف والجدران بوساطة التوصيل 0

الهوامش والمصادر :

(1) Maurice G.Estes and other,The urban heat island phenom - enon and potential mitigation strategies ,New york,1999 .p.1.

Hassan Fathy, Natural energy vomoculer architecture, principles and examples with reference to hat arid climate ,1986. p.3. (2)

(3) تتكون الجدران والسقوف في اغلبها من طبقات عدة تختلف بخواصها الفيزيائية ومعاملاتها الحرارية ، ولغرض ايجاد مقاومة الجدار للحرارة لابد من معرفة مدى ممانعة كل طبقة على حدة 0 وتستخرج الممانعة عن طريق المعادلة:-

$$R=\frac{\Delta X}{K}$$

إذ إن : **ΔX** سمك الجدار 0

K معامل توصيل الحرارة 0

وبعد استخراج الممانعة ولكل طبقة ، يمكن ايجاد الحرارة المنتقلة عبر الجدار عن طريق المعادلة :

$$G = \frac{\Delta T}{\sum R}$$

حيث : Δ T الفرق بين درجتي حرارة جانبي الجدار 0

∑R مجموع الممانعات المستخرجة في المعادلة الاولى 0

للمزيد ينظر :

(J.P.Holman , Heat transfer ,4th Edi,New york ,1976.p.16)

(4) Hassan Fathy, op.cit., p.4.

(5) S.Samth , climate responsive building, London ,1999.p.23.

(6) J.P.Holman , op.cit., p. 25 .

(7) Hassan Fathy, op.cit., p.31

(8) قيست درجة الحرارة في مركز المدينة بوساطة جهاز الثرموكراف ، وفي اطراف المدينة بوساطة الثرمومتر الزئبقي ولاربع رصدات يومياً ، ثم قدرت درجات الحرارة للساعات الواقعة بين الرصدات لتعذر الحصول على ثرموكراف ثانٍ 0

(9) J.P.Holman , op.cit., p.31.

(10) ستيفنسين وتيكير ، المبادىء الاساسية لانتقال الحرارة ، ترجمة محيي الدين عباس وحسين السايس، الموصل، مطبعة جامعة الموصل ، 1984،ص 0481

(11) S.Samth , op.cit., p.23.

(12) Ibid ,p.35.

(13) مهدي حمد فرحان الدليمي ، المناخ المحلي لمدينة الرمادي ، اطروحة دكتوراه ، كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد ، 1997 ، ص 111 0

(14) J.P.Holman , op.cit., p.45

(15)حسين علي عبد الحسين العابدي ، الجزيرة الحرارية لمدينة الديوانية ، رسالة ماجستير، كلية الآداب ، جامعة القادسية ، 2001،ص39 0

(16) Jose Manual Ochoo,Jaume Roset and Rafael Seva, vegetation influences on the Human Thermal comfort in out door spaces ,London,1999. P.4-5.

(17) للمزيد من الاشكال والجداول ينظر:

Jose Manual Ochoo, op.cit., p.2.

(18) وفقاً للمتغيرات المتوفرة والتي طبقت بموجبها المعادلات الرياضية للانتقال الحراري المشار اليها 0

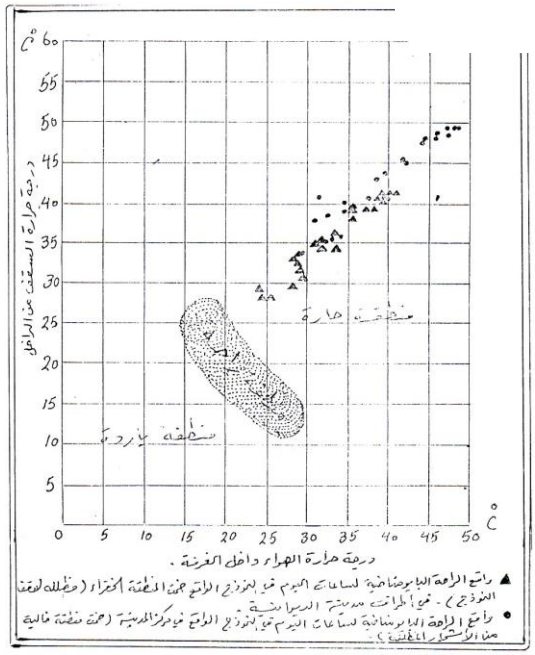
شكل (1) موقع ساعات اليوم بالنسبة لمنطقة الراحة البايومناخية في الديوانية داخل الوحدة السكنية ذات السقف الكونكريتي لموقعين ، احدهما في منطقة خضراء في اطراف المدينة والآخر في مركزها ، صيفاً 0تاريخ الرصدة 18 آب 2000 0 بالاعتماد على نموذج لقياس الراحة داخل الوحدة (s.samth , p.23)0

٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠
٣٩	٣٩,٥	٤١	٤٢	٤٤	٤٦	
٤٣,٤	٤٣,٢	٤٢,٧	٤٢,٧	٤٢,٧		
٤٧,٧	٤٨,٥	٤٨,٨	٤٩,٢	٤٨,٤		
٤٥,٦	٤٦,٨	٤٧,٧	٤٨,٥	٤٥,٥	٤٢,١	

٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٤,٠
٣٤	٣٤,٥	٣٤	٣٥	٣٧	٣٨	٣٩
٣٣	٣٣,٥	٣٤	٣٥	٣٧	٣٨	٣٩
٢٩,٥	٤٠,٤	٤٠,٨	٤١	٤١,٦	٤٢,٤	٤٢,٦
٢٧,٨	٢٩	٢٩,٦	٢٩,٧	٢٩,٧	٢٩,٤	٢٩,٢

(جدول ٧)

درجة حرارة ورطوبة سقف من الطابوق في مركز المدينة للرصدة الصيفية في ١٨ آب ٢٠٠٠ .



▲ واقع الراحة البايومناخية لساعات اليوم في النموذج الواقع ضمن المنطقة الخضراء (مظللة لسقف النموذج). في أطراف مدينة الديوانية.
● واقع الراحة البايومناخية لساعات اليوم في النموذج الواقع في مركز المدينة (ضمن منطقة مالية حول الأسطوانة).

شكل (٤) موقع ساعات اليوم بالنسبة لمنطقة الراحة البايومناخية في الديوانية داخل الوصة السكنية ذات سقف من الطابوق لموقعين، احدهما في اطراف المدينة والآخر في مركزها بعيدا عن المنطقة الخضراء صيفا. تاريخ الرصدة ١٨ آب ٢٠٠٠ .

-١٥-

درجة حرارة الهواء داخل الغرفة

▲ واقع الراحة البايومناخية لساعات اليوم في النموذج الواقع ضمن المنطقة الخضراء (مظللة لسقوف النموذج)0 في اطراف مدينة الديوانية 0

جدول (٨) درجة حرارة وصفة سكنية ذات سقف كونكريتي بمركز المدينة للرصفة الصيفية في ١٨ آب ٢٠٠٠ .

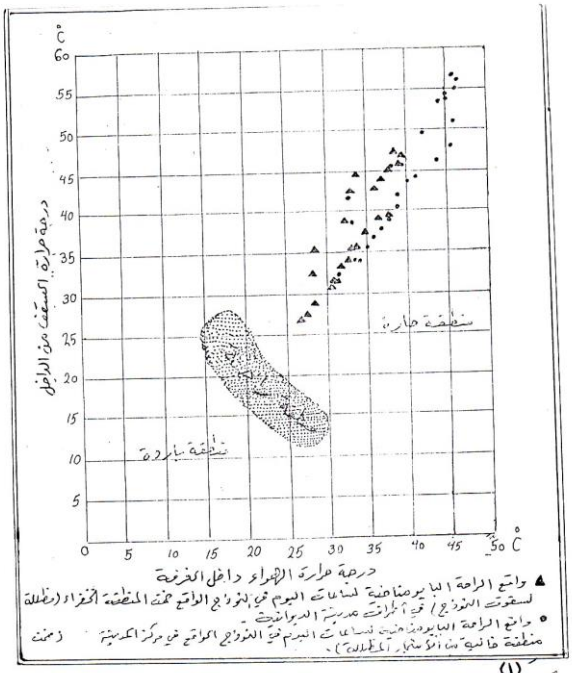
ساعات اليوم	١٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠
TAO	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧
TWO	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨
TWI	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨
TAI	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧

منزل اطراف المدينة الحائل .

ساعات اليوم	١٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠
TAO	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣
TWO	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤
TWI	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣
TAI	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢

TAO درجة حرارة الهواء الملامس للسقف من الخارج .
TWI درجة حرارة سطح السقف من الداخل .

TWO درجة حرارة سطح السقف من الخارج .
TAI درجة حرارة الهواء داخل المنزل .



شكل (1) موقع ساعات اليوم بالنسبة لمنطقة الراحة البايومناخية في الديرانية داخل الوحدة السكنية ذات السقف الكونكريتي لموقعين، أحدهما في منطقة فضاء في أطراف المدينة والآخر في مركزها، صيفاً. تاريخ الرصد ١٨ آب ٢٠٠٠. بالاعتماد على نموذج لتياس الراحة داخل الوحدة (S. Samith, P.23)