

أثر التعرض الشمسي على تصميم المساحات الزجاجية شتاءاً

رواء فوزي عباوي

مدرس مساعد/ قسم الهندسة المعمارية

الجامعة التكنولوجية

المستخلص

منذ القدم اخذت النواحي البيئية بنظر الاعتبار في التصاميم البيئية للابنية , ولكي يكون المعماري مستمر ومتواصل بخدمة بيئته , جاء هذا البحث لاعطائنا وسيلة لاختبار وتقييم كفاءة التعرض الشمسي للمساحات الزجاجية شتاءاً .

ان هذا البحث هو المرحلة الثانية من سلسلة بحوث تعنى بالتصميم المناخي تهدف في النهاية الى اعداد برنامج على الحاسب يتناول التصميم المناخي للمبنى من كافة جوانبه , يتعامل معه المصمم في إعطاء المتغيرات للحاسب الإلكتروني ويحصل على سلسلة من الاحتمالات التصميمية تتدرج حسب كفاءتها المناخية وحسب مراحل التصميم المختلفة , يكون للمصمم الخيار في اعتمادها حسب تجاوبها مع المتطلبات التصميمية الاخرى غير المناخية . وتكون سلسلة البحوث هذه غير محددة بموقع معين وانما يكون تطبيقها في أي ظرف مناخي واي موقع جغرافي او خط عرض حسب مدخلات البرنامج.

وقد تناول البحث رقم (1) ضمن هذه السلسلة أثر تصميم النافذة على البيئة الداخلية (صيفاً) [1] , أما البحث رقم (2) والذي نحن بصددده فقد تناول اختبار كفاءة التعرض الشمسي للنافذة شتاءاً تبعاً للعلاقة بين كل من مساحة الفتحة الزجاجية , وشكلها , وعمق ارتدادها , وذلك باعطاء نسب التشميس ضمن احتمالات التوجيه المختلفة (وذلك بتحديد عوامل الكسب الحراري والانتقال الحراري عبر النافذة في هذا البحث باعتباره مبحث رقم (2) في سلسلة بحوث التصميم المناخي التي سيجريها الباحث .

ولغرض اعطاء المرونة والشمولية في النتائج تم مايلي :-

أولاً: اعتماد نظام الوحدات والنسب المئوية -أي نسبة عرض النافذة الى الارتفاع وعلاقتها بعمق الارتداد باعتماد الاخير كوحدة معيار اضافة الى حساب مساحة التعرض الشمسي كنسبة مئوية من مساحة النافذة.

ثانياً: دراسة كافة احتمالات التوجيه بتباين 15° بين اتجاه وآخر أي لأربعة وعشرين اتجاه .

يتناول البحث الظروف المناخية لمدينة بغداد ولخط عرض 33° شمالاً كنموذج لمخرجات الدراسة العملية , ويخرج البحث بمخططات بيانية ومزولة تغطي خلاصة نتائج البحث , يمكن للمصمم التعامل معها بشكل سلس ودون الحاجة الى خلفية مناخية واسعة.

المقدمة

تعتبر المساحات الزجاجية الوسيلة الأساسية لإدخال الأشعة الشمسية الى البيئة الداخلية بدون تأخير زمني ، ورغم أن هذه الحالة تؤدي الى زيادة الجهد على اجهزة التبريد صيفاً، ولكنها تعتبر ناحية مرغوب بها شتاءاً ، وهنا تدخل الامكانيات المتاحة للمصمم في تحديد المساحات الزجاجية الا وهي شكل ومساحة الفتحة الزجاجية وعمق الارتداد ومدى تأثير ذلك على كفاءة التعرض الشمسي شتاءاً"

لقد تناول الباحثين هذا الجانب من التصميم المناخي (الا أن هذا البحث يتطرق الى احتمالات اوسع ضمن الاتجاه والتصميم) اضافة الى ان هذا البحث بمثابة لبنة لسلسلة بحوث فلا بد ان تكون مخرجاته ذاتية ولا تعتمد على مخرجات بحوث سابقة لغرض تحقيق الدقة العلمية .

المعيار المعتمد

ان عمق ارتداد المساحة الزجاجية يمثل المعيار المعتمد في تحديد كفاءة مساحة وشكل النافذة ضمن توجيه معين ، والذي يمثل احدي الاحتمالات التصميمية التالية :- (شكل -1-)

أما 1- عمق ارتداد المساحة الزجاجية ضمن الجدار أي السمك الخارجي للجدار .

او 2- عمق ارتداد المساحة الزجاجية كمانعة مركبة .

او 3- عمق ارتداد المساحة الزجاجية ضمن الكتلة البنائية .

ان هذا المعيار يعتبر من المتغيرات التصميمية المتاحة للمصمم والمؤثرة على كفاءة التعرض الشمسي للمساحة الزجاجية شتاءاً ، وذلك لكونه يمثل مانعة مركبة مما يتطلب الى دراسة تأثيره على كفاءة

الاتجاهات والاشهر واشكال ومساحات الفتحات الزجاجية .

الظروف المناخية

تم تقييم معدلات درجات الحرارة والرطوبة النسبية لساعات نهار اشهر السنة لمدينة بغداد (خط عرض 33°) حسب المعادلة التالية والمأخوذة من مخطط الراحة الحرارية لاولكي [2] ،

$$[3] \text{ Tem} = 21 + 0.012 \text{ RH} - 0.0004 (\text{RH})^2$$

حيث RH - مقدار الرطوبة النسبية للحالة المناخية.

TEM - القيمة الحرارية المعتمدة لتحديد الحالة المناخية.

فاذا كان مقدار درجة المحرار الجاف أعلى او تساوي القيمة الحرارية المعتمدة في ناتج المعادلة فتقيم الحالة المناخية بأنها ضمن الفترة الحارة ، أما اذا كانت أوطأ منها فتقيم ضمن الفترة الباردة .

طريقة اعداد الدراسة

1 - باعتماد القراءات المناخية لمدينة بغداد للسنتين (1961-1990) [4] ، تم تصنيف معدلات درجات الحرارة والرطوبة النسبية لأشهر السنة بموجب ماسبق والخروج بجدول يوضح ساعات الفترة الباردة لأشهر السنة (جدول 1-1) ، والتي تتطلب التعرض الشمسي للمساحات الزجاجية .

2 - تم تحديد ابعاد المساحة الزجاجية بعلاقتها بعمق الارتداد فعولمت كمصفوفة (شكل -2-) يتدرج كل من عرضها وارتفاعها من 1X الى 16X حيث X هو عمق الارتداد ، وذلك ل (81) احتمال او نموذج تقرأ على شكل اعمدة أي من

- AL - زاوية ارتفاع الشمس .
- AZ - زاوية اتجاه الشمس .
- AW - زاوية السميت للجدار .
- HAS - زاوية الظل الافقية .
- VSA - زاوية الظل العمودية .
- VC - ارتفاع الظل الافقي .
- HC - عرض الظل العمودي .
- HI - ارتفاع المساحة الزجاجية .
- W - عرض المساحة الزجاجية .
- DE - عمق ارتداد المساحة الزجاجية .
- SP - النسبة المئوية للمساحة الزجاجية .

النتائج

تعرض النتائج بأسلوبين وكما يلي :

الاسلوب الاول - المخططات البيانية

حيث تم دمج كل ستة مخططات بيانية كل واحدة تمثل اتجاه معين تبدأ من الشمال وتباين 15° بين اتجاه وآخر . تمثل هذه المخططات نسب التعرض الشمسي لنماذج المساحات الزجاجية حسب ترتيب قراءتها من المصفوفة وذلك لغرض عرض النتائج بشكل تفصيلي . (شكل -3)

الاسلوب الثاني - المزولة

حيث تم عرض خلاصة النتائج بمزولة (شكل -4) قسمت الى 24 قطاع كل قطاع يمثل توجيه معين , ثبتت زاوية توجيه القطاع قرب مركز المزولة , وقسم القطاع الواحد الى عشرة حقول تمثل نسب التعرض الشمسي حيث الحقل الابعد عن المركز يمثل نسبة التعرض الشمسي من (90-99%) والأقرب من (0-9%) , يتضمن القطاع نماذج المساحات

A1 الى A9 ثم من B1 الى B9.....I1 الى I9 .

3 - بأعتماد المعادلات الرئيسية المدرجة في أدناه [5] , تم استخراج نسبة مساحة التعرض الشمسي على المساحة الزجاجية لكافة ساعات الفترة الباردة لـ (81) نموذج , من ثم تكرر العملية لـ (24) احتمال توجيه أي بتباين 15° بين اتجاه واخر .

1. $D=23.45 \times \sin(360 \times (284+N/365))$
2. $TR=\cos^{-1}(-\tan(D) \times \tan(L))$
3. $TS=-TR$
4. $TE=\cos^{-1}(\tan(D)/\tan(L))$
5. $TW=-TE$
6. $AL=\sin^{-1}(\cos(L) \times \cos(D) \times \cos(T) + \sin(L) \times \sin(D))$
7. $T=15(12-H)$
8. $AZ=\sin^{-1}(\sin(T) \times \cos(D) \times \sec(AL))$
9. $HSA=AW-AZ$
10. $VSA=\tan^{-1}(\tan(AL) \times \sec(HSA))$
11. $VC=DE \times \tan(VSA)$
12. $HC=DE \times \tan(HSA)$
13. $SH=VC(W-HC)+(VC \times HC/2)$
14. $SV=HC(H-VC)+(VC \times HC/2)$
15. $SP=((SV+SH)/(W \times HI)) \times 100$

L - خط العرض .

D - الميل الزاوي للشمس .

N - رقم اليوم من السنة

TR - الوقت حيث الشروق مقاسا بالزاوية الساعية

TS - الوقت حيث الغروب مقاسا بالزاوية الساعية

TE - الوقت حيث الشمس في الشرق تماما مقاسا

بالزاوية الساعية .

TW - الوقت حيث الشمس في الغرب تماما مقاسا

بالزاوية الساعية .

H - الوقت الساعي .

الراحة الحرارية من تشميس او تظليل خلال ساعات النهار لاشهر السنة والتي تمتاز بعدم تناظرها.

ان المساحات الزجاجية تعمل باقل كفاءة عند زاوية سمت (0°) أي باتجاه الشمال حيث ان نسبة التعرض الشمسي لكافة نماذج المساحة الزجاجية تتراوح بين (0-39%) من المساحة, حيث ان افضل مساحة ذات نسبة 39% هي للمساحات الكبيرة والمستعرضة الواسعة, اما الارتفاع فليس له تأثير واضح الا في حالة المساحة الكبيرة جدا".

ان كفاءة التعرض الشمسي لنماذج المساحة الزجاجية عند زوايا السمات (15° و 345°) تتراوح بين (0-69%) للزاوية 15° و (0-49%) للزاوية 345° وان افضل كفاءة في كلا التوجيهين هي للمساحات الزجاجية الكبيرة والمستعرضة الواسعة حيث لايزال الارتفاع غير مؤثر بشكل واضح .

اما عند زوايا السمات (من 30° الى 90°) فإن الكفاءة تزداد تدريجيا كلما ازداد تعرض المساحة الزجاجية الى الاشعاع الشمسي بفعل تأثير زاوية اتجله الشمس (AZ), حيث تبلغ اعلى كفاءة 59% للزاوية 30° و 69% للزاوية 45° و 79% للزاوية 60° , 75° , 90° .

عند هذه الزوايا تعتبر المساحات المستعرضة هي الفعالة بشكل عام اما الارتفاع فلايؤثر خاصة عند زاوية السمات 30° , اما عند زاوية (45° , 60°) فان الارتفاع لا يؤثر كلما كان العرض قليل اما عند زيادة العرض فان الارتفاع يكون اكثر تأثيرا, اما عند الزاوية 75° فان العمودي نوعا ما له فاعلية ولكن المستعرض اكثر فاعلية منه .

اما عند زوايا السمات (من 90° الى 270°) فانه بصورة عامة هناك تناظر بين المساحة الزجاجية المستعرضة الواسعة والعمودية الواسعة المتساوية

الزجاجية موزعة على الحقول حسب قيم نسب التشميس .

ويتم قراءة المزمولة بالأسلوب التالي الموضح في (الشكل 5-5) والذي يمثل قطاع توجيه 120 درجة كمثال, ففي الحقل الرابع حيث نسب التظليل من 60 الى 69% يتضمن النماذج التالية :-

B5.9 - تعني النماذج الواقعة ضمن العمود الثاني(العمود B) من المصفوفة من B6,B5, B9..... والى B9.

C3.E - تعني النماذج الواقعة ضمن الصف الثالث من المصفوفة من D3,C3... الى E3

C4 - تعني النموذج C4 من المصفوفة .

مناقشة النتائج

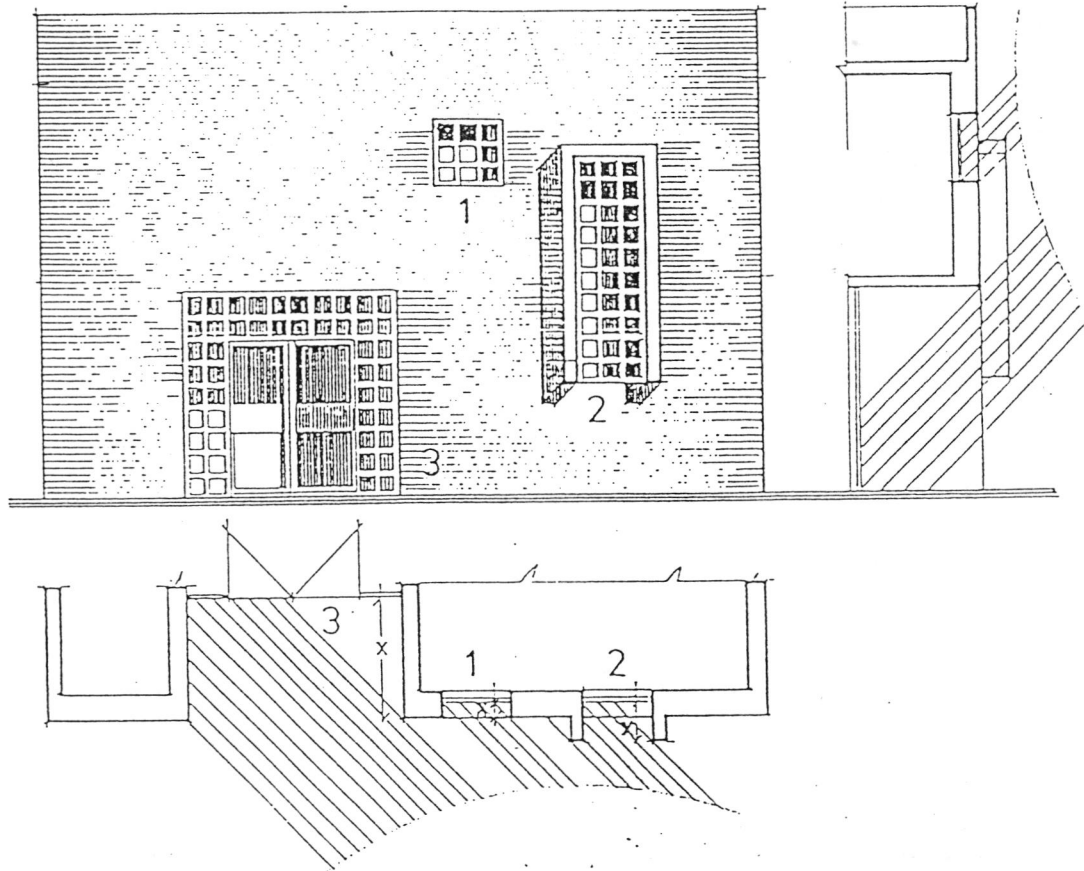
بشكل عام ان المساحات الزجاجية الصغيرة غير كفوة واحيانا ذات كفاءة قليلة في بعض التوجيهات , وذلك لان عمق الارتداد يكون كبيرا "قياسا" الى العرض والارتفاع فيعمل كمانعة مركبة تمنع وصول أشعة الشمس الى المساحة الزجاجية.

يفترض ان نماذج المساحات الزجاجية لزوايا السمات (من 0° الى 180°) تتناظر بالكفاءة نماذج المساحات الزجاجية لزوايا السمات (من 180° الى 360°) , ولكن من خلال الاطلاع على نتائج المخططات البيانية (شكل 3-3) نلاحظ بشكل عام التشابه في شكل منحنيات كفاءة التعرض الشمسي (لنماذج المساحات الزجاجية) للزوايا المتناظرة مع وجود بعض الاختلافات مثال على ذلك كفاءة التعرض الشمسي لمساحة زجاجية معينة لزوايا السمات (من 15° الى 90°) تزداد بمقدار (10-19%) عن كفاءة التعرض الشمسي لنفس شكل المساحة لزوايا السمات (من 270° الى 345°) , وذلك بسبب اختلاف متطلبات

(135° و 225°) اما بالنسبة للزوايا (150° و 210°) فإنه تأثير الارتفاع يبدأ بالزوال نوعاً ما .
 اما عند زوايا السمات (165° الى 195°) فإنه ايضا" يوجد تناظر بالكفاءة للمساحات المتشابهة كما سبق ولكن للمساحات التي تزيد ابعادها عن ($2x$) بالنسبة لزويا السمات (165° و 195°) و ($4x$) بالنسبة لزاوية السمات (180°) . اما بالنسبة للمساحات الضيقة (العمودية والمستعرضة) فإنها تمتاز بترجيح المستعرضة حيث يبدأ تأثير الارتفاع بالزوال .
 اما عند زوايا السمات من (285° والى 330°) فان المساحات المستعرضة هي الفعالة بشكل عام اما الارتفاع فلا يؤثر خاصة عند زاوية السمات 330° اما عند الزوايا (300° و 315°) فان الارتفاع لا يؤثر كلما كان العرض قليل ، اما عند زيادة العرض فان الارتفاع يكون اكثر تأثيراً". ان هذه المناقشة تشكل فكرة عامة ملخصة للنتائج الرقمية في صيغة توضيحية عامة ويمكن الرجوع إلى النتائج الدقيقة في المزمولة (شكل-4) حيث ان هذه المناقشة لاتلغي أهمية التفاصيل الدقيقة للأبعاد .

بالمساحة مع وجود ترجيح للمستعرضة الضيقة او العمودية الضيقة في بعض الحالات.
 حيث عند زاوية السمات (90° و 170°) تمتاز المساحات (المستعرضة او العمودية) الواسعة (بأبعاد تتراوح بين $4x$ الى $16x$ للعرض والارتفاع) بانها كفؤة حيث تتراوح كفاءتها بين ($59-79\%$) اما المستعرضة الضيقة فإنها اقل كفاءة ولكن أكفاً من العمودية الضيقة .
 اما عند زوايا السمات (105° ، 255°) فهناك تناظر بين كفاءة المساحات الزجاجية المستعرضة والمساحات الزجاجية العمودية المتشابهة (متشابهة بالشكل والمساحة) أي لا يوجد ترجيح للعرض او الارتفاع . حيث بصورة عامة المساحات الواسعة التي تزيد ابعادها عن $4x$ تكون أكفاً، ولكن الكفاءة تزداد عند الزاوية 105° بنسبة 10% زيادة عن الزاوية 255° وذلك للنماذج التي نقل أحد ابعادها عن ($10x$) .
 اما عند زوايا السمات (120° و 240°) فهناك تناظر بين كفاءة المساحات الزجاجية المستعرضة والعمودية المتشابهة بالشكل والمساحة والتي تزيد بأبعاد عرضها وارتفاعها عن $4x$. اما المساحات التي تقل أحد ابعادها عن $4x$ والبعد الآخر يتراوح بين (x الى $16x$) أي المساحات المستعرضة الضيقة او العمودية الضيقة فإنها تمتاز بكفاءتها القليلة ولكن يبدأ تأثير الارتفاع لذا ترجح العمودية الضيقة على المستعرضة الضيقة .

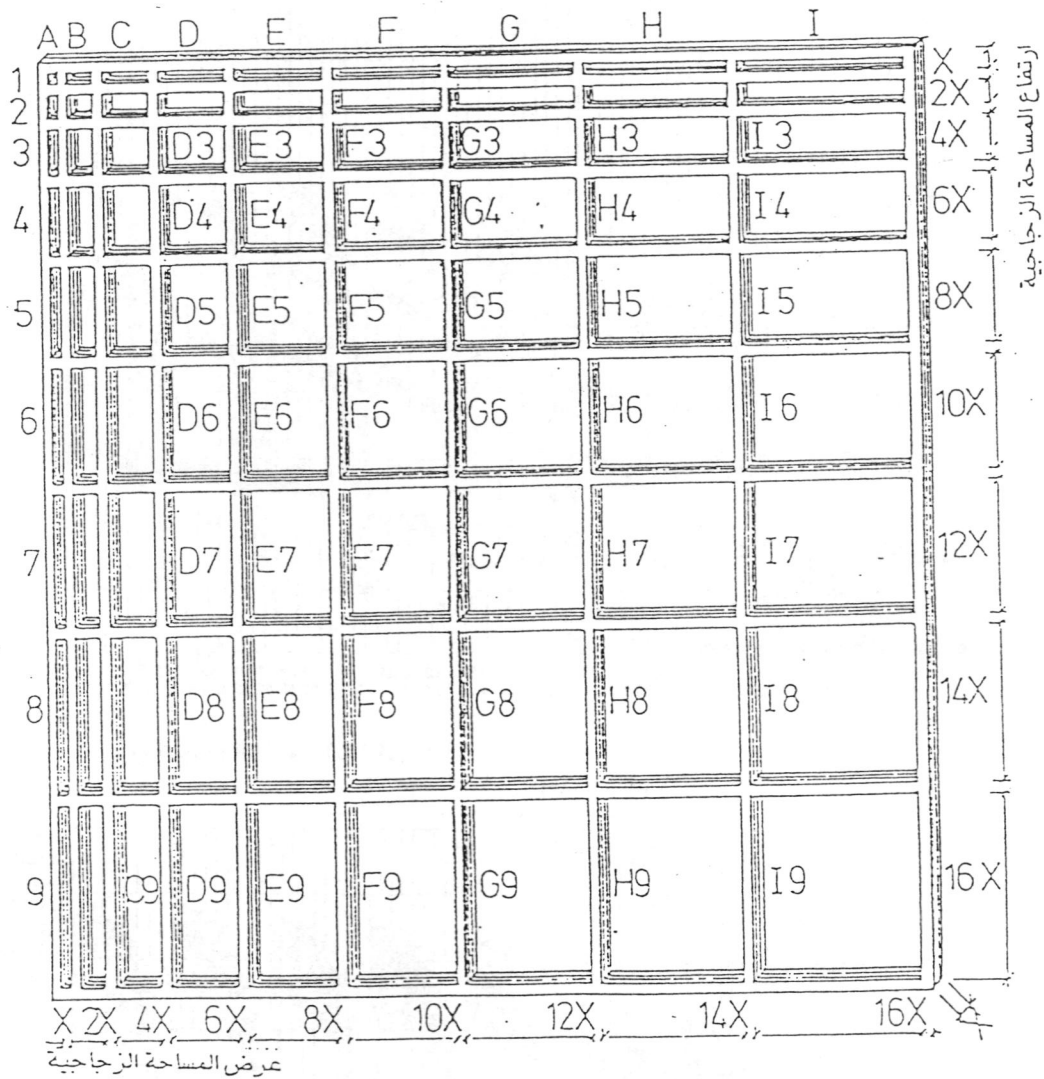
اما عند زوايا السمات (135° الى 150° ، 210° الى 225°) فإنها ايضا" تمتاز بتناظر كفاءة المساحات الزجاجية المستعرضة والعمودية المتشابهة بالشكل والمساحة والتي تزيد ابعاد عرضها وارتفاعها عن x (للزوايا 135° ، 150° ، 210°) اما بالنسبة للمساحات (المستعرضة او العمودية) الضيقة (احد ابعادها اقل من $2x$) فإنه لاتزال ترجح العمودية الضيقة للزوايا



(شكل -1-) عمق الارتداد واحتمالاته التصميمية ضمن المبني (X يمثل عمق الارتداد)
 1- عمق الارتداد كسك لجدار الخارجي . 2- عمق الارتداد كملعة مركبة .
 3- عمق الارتداد ضمن الكتلة البنائية .

MONTH	DAY HOURS																		
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
JAN.	-	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-			
FEB.	-	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-			
MAR.	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	H	C	C	C	-	-			
APR.	-	C	C	C	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
MAY	-	H	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
JUNE	H	H	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
JULY	-	H	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
AUG.	-	H	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
SEP.	-	H	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-			
OCT.	-	-	C	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-			
NOV.	-	-	C	C	C	C	C	H	H	H	H	H	H	C	-	-			
DEC.	-	-	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-			

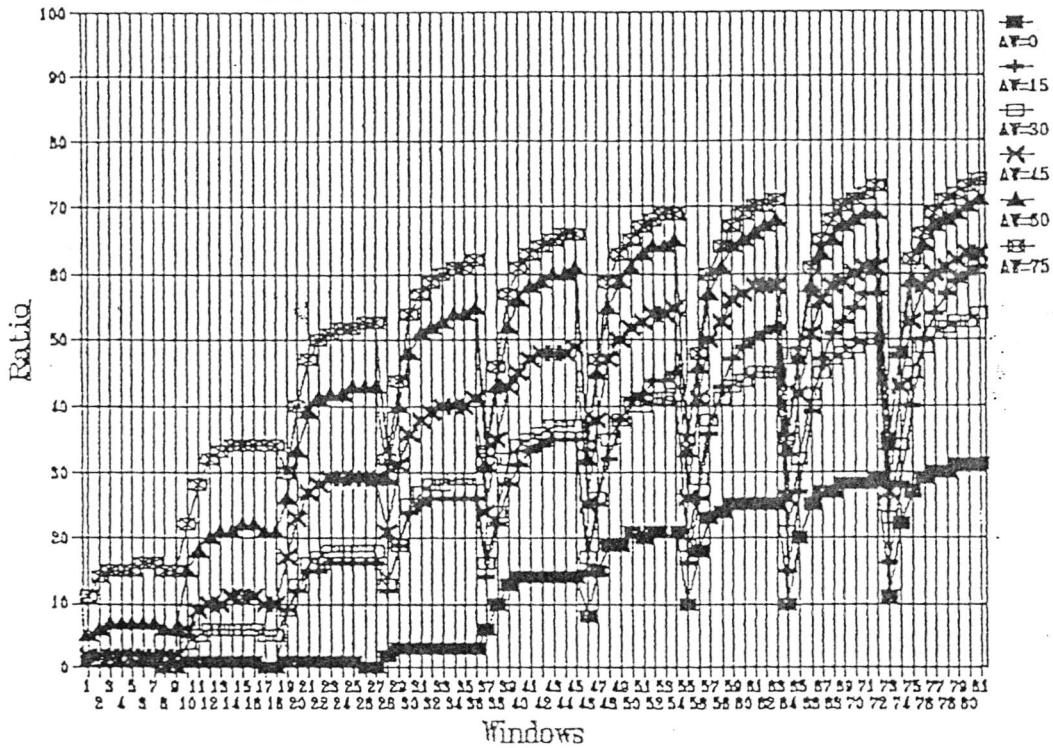
(جدول-1-) للحالات الحرارية لساعات النهار لاشهر السنة .
 C-ساعات البرودة التي تتطلب تعريض الاشعاع الشمسي .
 H-ساعات الحرارة التي تتطلب حجب الاشعاع الشمسي .



(شكل 2-2) مصفوفة للمساحة الزجاجية (ابعادها وطريقة ترقيمها)

(شكل 3-) المخططات البيئية لنسب التعرض الشمسي شتاء لنموذج المساحات لزجاجية كلفة .
 1- لزوايا توجيه (AW) من (0 الى 75 درجة).

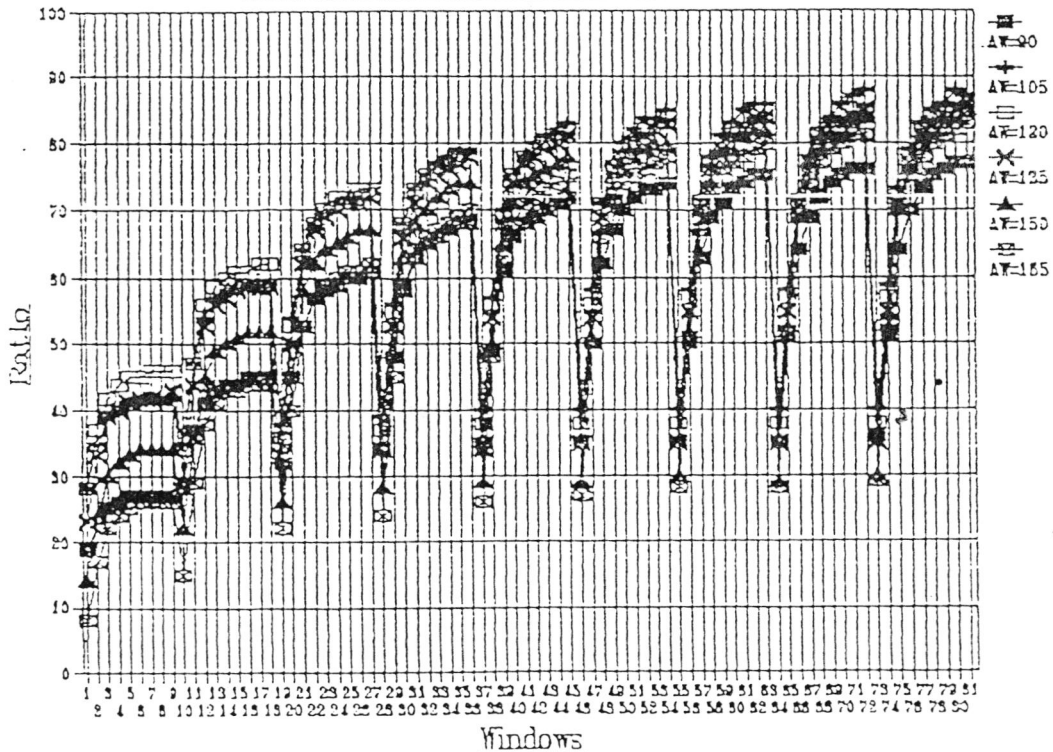
AW = 0 — 75



Windows

ب - لزوايا توجيه (AW) من (90 الى 165 درجة).

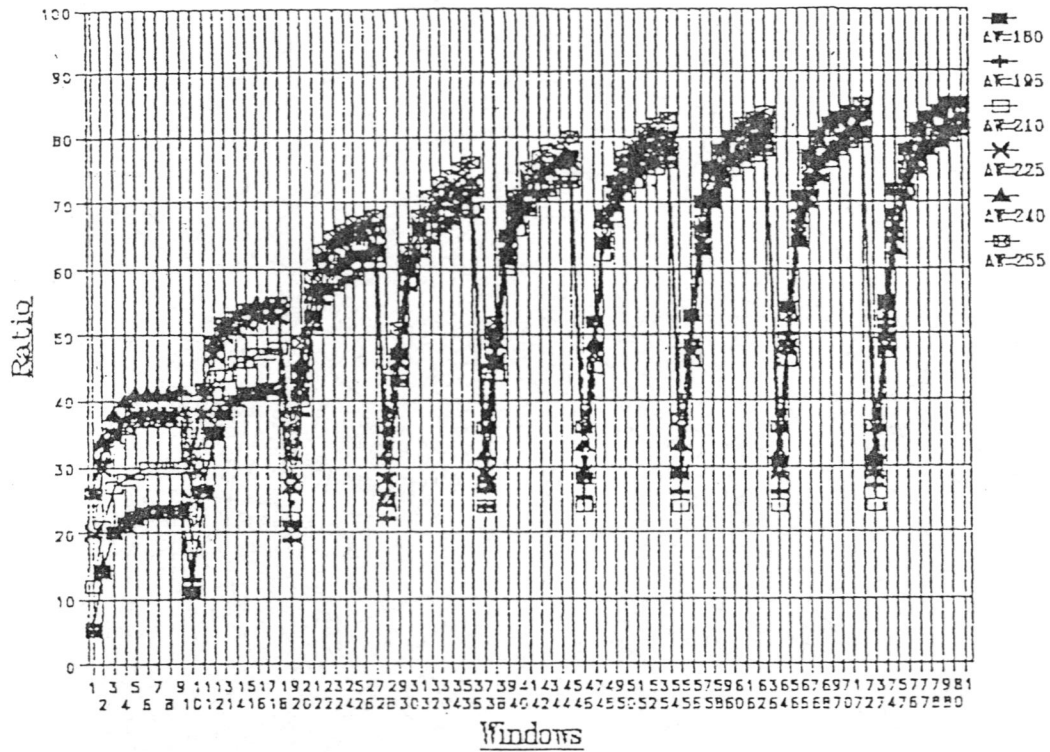
AW = 90 — 165



Windows

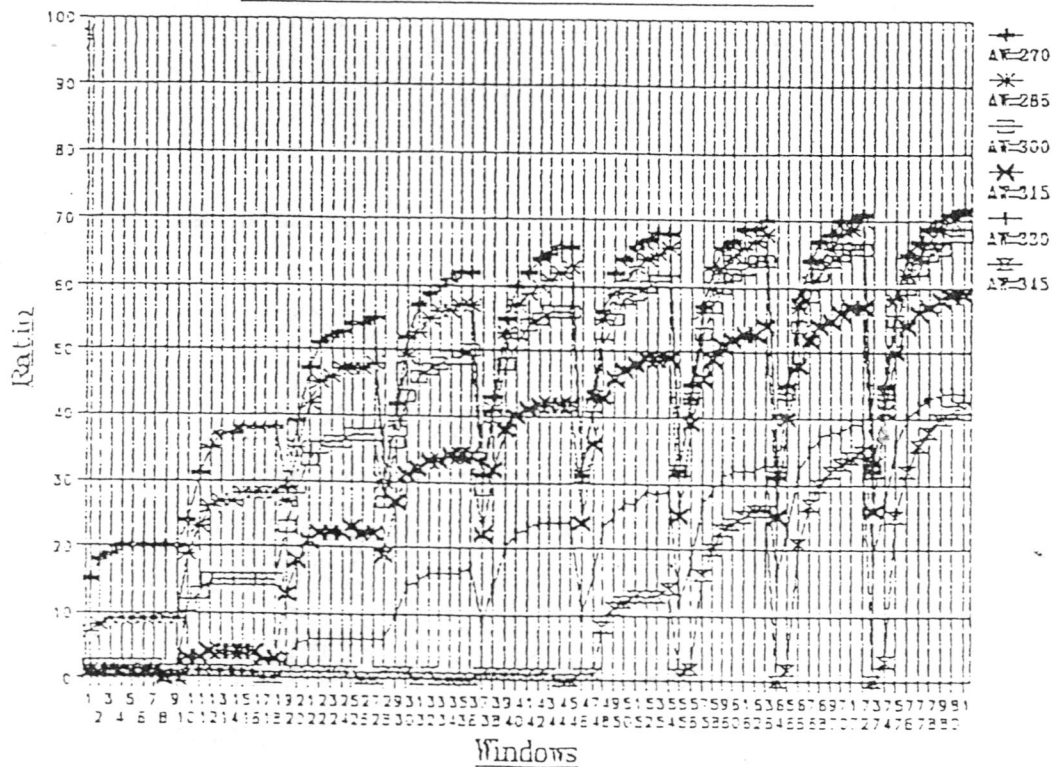
ج - لزوايا توجيه (AW) من (180 الى 255 درجة).

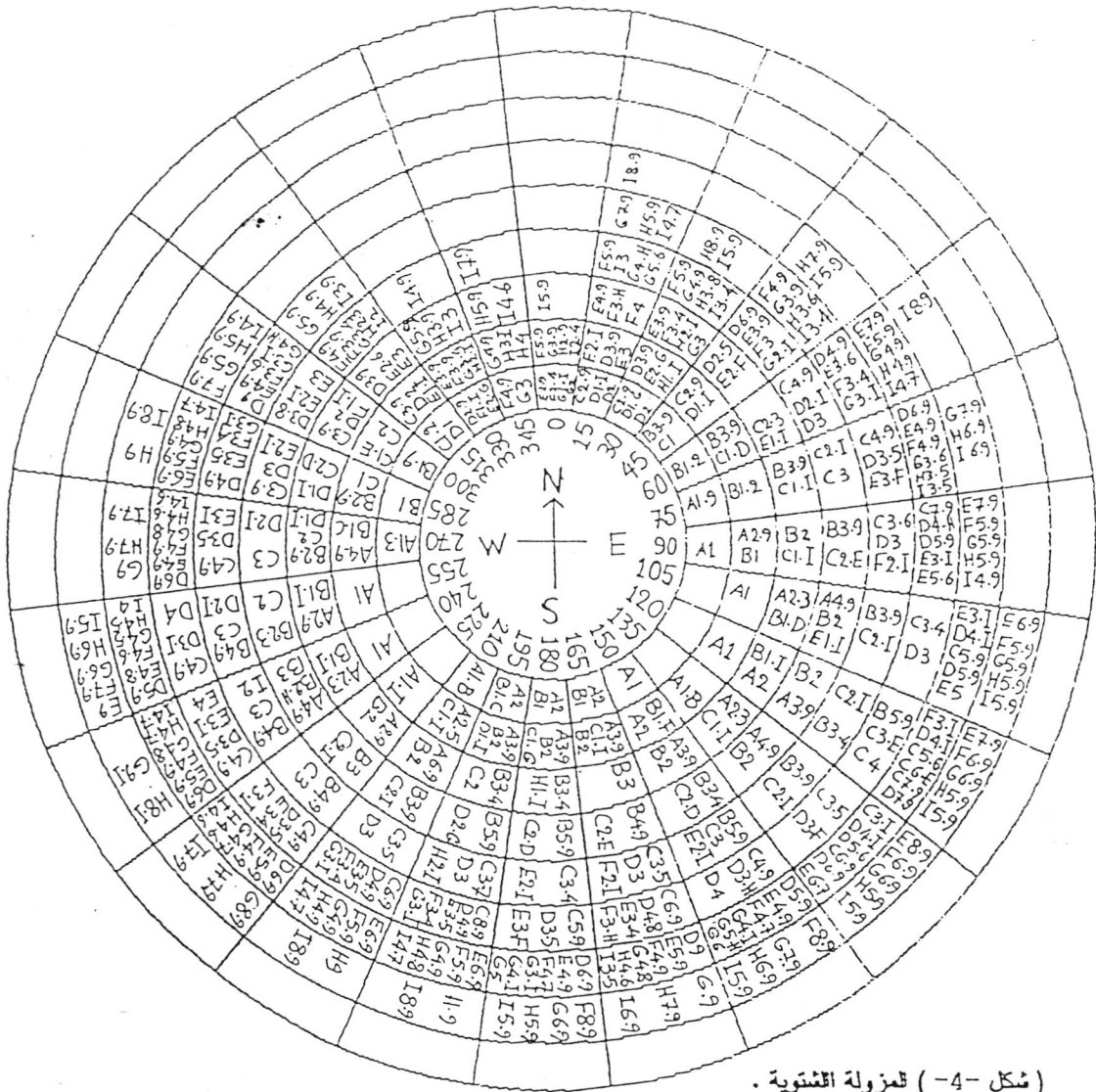
AW = 180 ——— 255



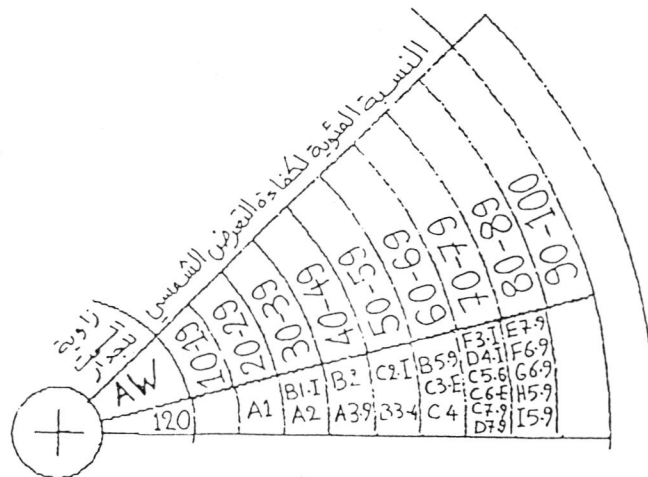
د - لزوايا توجيه (AW) من (270 الى 345 درجة).

AW = 270 ——— 345

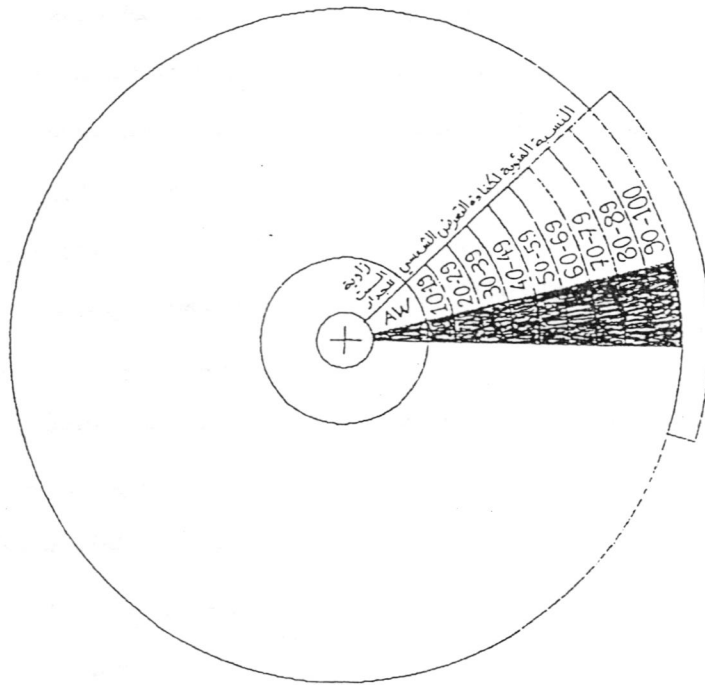




(شكل 4-) لمرزولة افستوية .

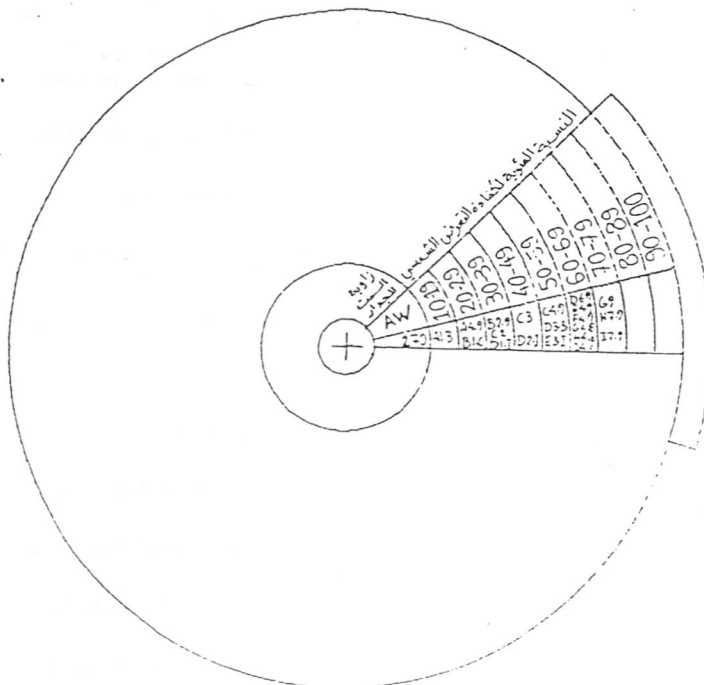


(شكل 5-) قطاع توجيه (AW=120°) من لمرزولة لشتوية .



(شكل -6-) منقطة لقطاع لتوجيه ليلين لتجنب التنبؤ للعرض الشمسي للمساحات التزججية .

ملاحظة :- يتقطع الجزء للمظلل لكي تظهر من خلاله لمزولة لفتوية بعد ان يتم تركيبهم مع بعض من نقطة للمركز (كما في الشكل -7-)



(شكل -7-) لمزولة لفتوية مع منقطة لقطاع لتوجيه .

التوصيات

- ٣- بهجت / رائد - تصميم المظلات الشمسية للنوافذ باستخدام الحاسب الآلي (أطروحة ماجستير) - 1988 ص 33 .
- ٤- وزارة النقل والمواصلات , الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية , قسم المناخ - المعدلات المناخية - نشرة رقم 18 , بغداد ; 1994 (نشرة داخلية غير منشورة) .

5-SHAABAN/A.C.,AL.JAWADI/M.-
SUN LIGHT CONTROL IN
BUILDINGS , Part One , Geometry
And Behavior-,Building Research
Center/ Baghdad,1974.

ان هذا البحث تناول بشكل دقيق ومفصل الإشعاع الشمسي الساقط على المساحة الزجاجية (بمتغيرات أبعادها الثلاث) بشكل بقعة هندسية شمسية كمؤشر واضح لما له من تأثير على البيئة الداخلية , مع تحييد المؤثرات الحرارية الأخرى . ولغرض إتمام الفائدة العلمية , وحيث أن متطلبات الفترة الباردة من حيث تعرض المساحة الزجاجية للإشعاع الشمسي , مناقضة لمتطلبات الفترة الحارة من حيث حجب الأشعاع الشمسي , ولتسهيل القرارات على المهندس المصمم في تحديد الاختيارات المتناقضة للمساحة الزجاجية , نوصي بإعداد بحث يعطي التلاؤم بين متطلبات الراحة الحرارية للفترة الباردة والحارة (أي على مدار السنة) . ومن ثم نوصي بإعداد بحوث عن شدة الإشعاع الشمسي النافذ من خلال المساحات الزجاجية صيفا وشتاء" وعلى مدار السنة . كل هذه البحوث تتناول التأثير المباشر للإشعاع الشمسي فقط . ثم التطرق الى بحوث تتناول المؤثرات الحرارية الأخرى مثل درجة حرارة الهواء والعزل الحراري والتأخير الحراري والانتقال الحراري عبر مكونات غلاف المبنى المختلفة وتأثيرها على البيئة الداخلية صيفا وشتاء وعلى مدار السنة .

المصادر

- ١- الراوي/ شيرين , عبّاوي/ رواء , الموسوي/ ميسون - أثر تصميم النافذة على البيئة الداخلية (صيفا) - (بحث منشور) , مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية , العدد 2 , المجلد 5 , الصفحات 85-103 , السنة 1998 .
- 2- OLGAYAY -SOLAR CONTROL AND SHADING DEVICES- Princeton University Press,New Jersey,1976,P22.