التحكم الشمسى بإستخدام الكاسرات الشمسية

م . عائدة الجروشى *

اعتمدت نظرية التحكم الشمسى فى المبانى على السمح للاشعة الشمسية بالدخول الى الفراغات خلال الفترات الباردة من السنة ومنع دخولها فى الفترات الحارة من اجل تهيئة المناخ المناسب داخل المبانى ، وبالرغم من ان كل مبنى يستقبل الاشعة الشمسية من خلال اسطحه الخارجية (كالاسقف والحوائط) الا انه يمكن التحكم فى كمية الحرارة المكتسبة من خلال تلك الاسطح اما باستخدام بعض المواد العازلة ، او من خلال التوجيه الجيد لكتلة المبنى .

ويعتبر وجود الفتحات (الابواب والنوافذ) احد الاسباب الرئيسية فى عملية الكسب الحرارى المباشر فى المبانى حيث تمر الاشعة الشمسية مباشرة خلال تلك الفتحات الى الداخل مسببة ارتفاعا فى درجة الحرارة خاصة فى فصل الصيف ، وللسيطرة على هذه الظاهرة يجب تنظيم مسار تلك الاشعة الشمسية وذلك باعتراضها باستخدام مايعرف بالكاسرات الشمسية .

تنقسم الكاسرات الشمسية عامة الى نوعين اساسيين ، ويعرف النوع الاول بالكاسرات الشمسية الداخلية ، وهو يشمل جميع المظللات الداخلية كالستائر والحصائر الخشبية والبلاستيكية . . . الخ ويسمى النوع الثانى بالكاسرات الشمسية الخارجية وهى بروزات انشائية تحيط بفتحات النوافذ وتمتد من الحوائط الخارجية للمبنى بمسافات معينة ويعتبر النوع الثانى اكثر كفاءة من النوع الاول لانه يعترض الاشعة الشمسية ويعكسها قبل دخولها الى المبنى ، ويمكن لهذا النوع تقليل الانتقال الحرارى بنسبة 80٪ [1] .

تعتبر الكاسرات الشمسية الخارجية بروزات انشائية ملحقة بفتحات المبانى (الابواب والنوافذ) وهى اما رأسية او افقية او مركبة ، وتمتاز بخاصية السماح للاشعة الشمسية المنخفضة بالدخول الى المبنى خلال الفترات الباردة ومنع دخولها خلال الفترات الحارة . من هنا زادت اهمية وجود مثل تلك العناصر للمساهمة فى حماية المبنى من ارتفاع درجة الحرارة خاصة فى المناطق الحارة .

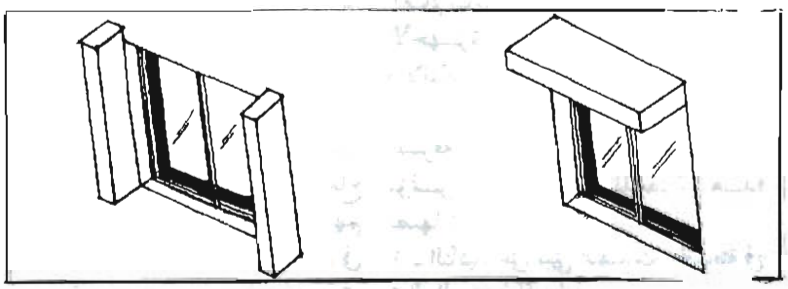
وتهدف هذه الدراسة الى ايجاد الاسلوب العلمى الامثل لتصميم الكاسرات الشمسية لما لها من تأثير فى التحكم الشمسى فى المبانى .

2 ـ الكاسرات الشمسية الخارجية :ـ

(Exterior shading devices)

تنقسم الى 3 انواع رئيسية هى :ـ

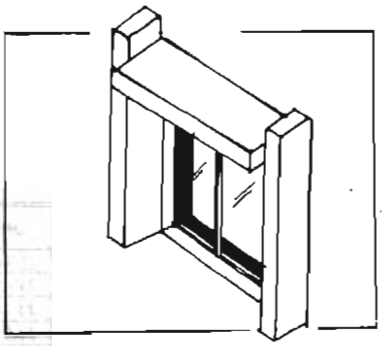
1 ـ الكاسرات الافقية (شكل 1)
2 ـ الكاسرات الرأسية (شكل 2)
3 ـ الكاسرات المركبة (شكل 3)



شكل (1) الكاسرة الشمسية الأفقية

شكل (2) الكاسرة الشمسية الرأسية

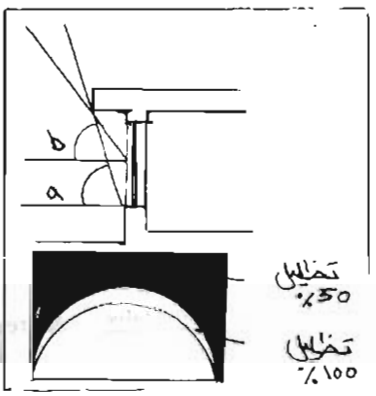
* مركز دراسات الطاقة الشمسية



شكل (3) الكاسرة الشمسية المركبة

2 . 1 . الكاسرات الشمسية الافقية :-

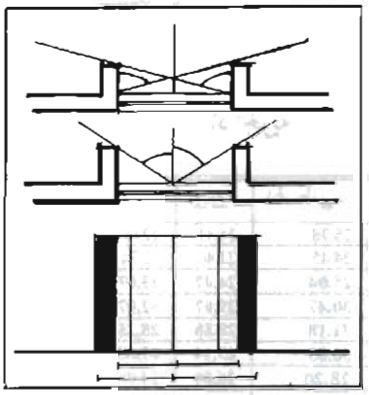
تعتبر اكثر كفاءة ضد الاشعة الشمسية المرتفعة لذا تستخدم على الواجهات الجنوبية [1-3] كما تستخدم فى الواجهات الشمالية للحماية من مياه الامطار ، يوضح شكل (4) الظل المنحنى الذى يصنعه هذا النوع خلال يوم كامل .



شكل (4) زوايا الظلال التي تحدثها الكاسرة الشمسية الافقية

2 . 2 الكاسرات الشمسية الرأسية :-

تستخدم ضد الاشعة الشمسة المنخفضة على الواجهات الشرقية والغربية وتكون ظلا رأسياً كما هو مبين فى شكل (5) .



شكل (5) زوايا الظلال التي تحدثها الكاسرة الشمسية الرأسية

2 . 3 . الكاسرات الشمسية المركبة :-

يستخدم هذا النوع فى اى توجيه ويعتمد على عمق وابعاد الفتحات ، ويكون ظلا مركبا يجمع النوعين السابقين ، شكل (6) .

3 . تصميم الكاسرات الشمسية :-

تبدأ عملية التصميم بايجاد مايعرف بالجدول الشمسى وهو اداة التصميم الرئيسية ، والجدير بالذكر ان لكل خط عرض جدولا شمسيا خاصا به ، وقد تم اختيار خط العرض 32 . 59° شمالا (مكان البحث) لتطبيق هذه الدراسة . ويتطلب استخراج الجدول الشمسى بداية معرفة بعض المتغيرات الهامة كتحديد الفترات الساخنة من السنة والتى تتطلب اما تظليلا كاملا او جزئيا ، وتحديد موقع الشمس رياضياً من خلال زوايا الارتفاع ، زوايا الانحراف ، . . . الخ ، ويلى ذلك اعداد برنامج كمبيوتر يتم بواسطته رسم الجدول الشمسى مباشرة لاى خط عرض .

(The overheatel periods)

يحدد فصل الصيف فى ليبيا بالفترة من الاول من يونيو الى الحادى والثلاثين من اغسطس [4] ، وهى الفترة التى تتطلب تظليلا كاملا ، حيث تتجاوز درجات الحرارة داخل المبانى الحد المناسب وتتراوح درجة الحرارة المناسبة بين 21°م و 23°م [5 ، 4] ويمكن تطبيق ذلك على خط العرض (59 . 32 شمالا) والذى يمثل موقع مدينة طرابلس .

3 . 1 . تسجيلات درجات الحرارة لمدينة طرابلس :-

نتيجة لعدم وجود تسجيلات للقراءات الداخلية لدرجات الحرارة ، تم استخدام القراءات الخارجية للترمومتر الجاف المتوفرة لدى مصلحة الارصاد الجوى وقد تم تجميع المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة لمدة 7 سنوات (من 1989 الى 1995م) (انظر الجدول 1) .

يوضح الجدول تمثيلا للفترات التى يحتاج فيها المبنى للتظليل الجزئى والكامل بحيث توفر الكاسرات الشمسية المصممة حماية من الساعة 00 : 11 الى الساعة 00 : 20 خلال شهر مايو واكتوبر ، ومن الساعة 00 : 14 الى الساعة 00 : 17 خلال شهر نوفمبر بينما يجب ان توفر حماية كاملة (من الشروق الى الغروب) فى

شكل (6) شكل الظل التي تحدثه الكاسرة المركبة

جـــدول (1)

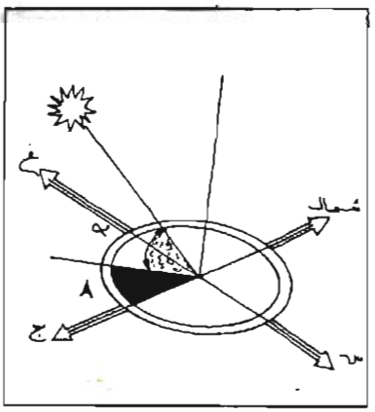
المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة للفترة من 1989 الى 1995
توضح الفترات الساخنة من السنة والتى تتطلب التظليل الكامل
المصدر ، (مصلحة الارصاد الجوية)

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
02	11.25	12.20	14.30	16.38	19.10	22.61	24.44	25.78	25.34	22.14	16.94	12.82
05	10.18	11.07	13.25	15.24	18.94	21.74	23.40	24.45	24.15	20.92	15.94	11.85
08	9.80	10.62	13.17	15.64	19.60	23.07	24.47	25.04	24.44	20.78	15.55	11.44
11	13.44	15.32	17.92	20.52	24.05	32.07	29.07	30.47	30.01	26.34	20.57	15.48
14	16.07	17.71	19.82	21.84	24.90	28.25	29.88	31.18	30.91	28.20	22.58	18.37
17	15.62	17.12	19.04	20.75	24.10	27.38	29.14	30.35	29.78	26.88	21.64	17.75
20	14.02	15.12	16.90	18.67	21.68	24.98	26.88	28.20	27.50	24.54	19.68	15.80
23	12.48	13.65	15.45	17.44	20.37	23.50	25.12	26.87	26.35	23.22	18.00	14.18

شهر يونيو ، يوليو ، اغسطس وسبتمبر . كما يتضح من الجدول ان التظليل غير مطلوب فى شهر يناير ، فبراير ، مارس وديسمبر .

3 . 2 . موقع الشمس :-

يمكن تحديد موقع الشمس فى السماء فى اى لحظة من خلال احداثين يمثلان زاوية الارتفاع (α) وزاوية الانحراف (A) [2 ، 6 ، 7] شكل (7) .



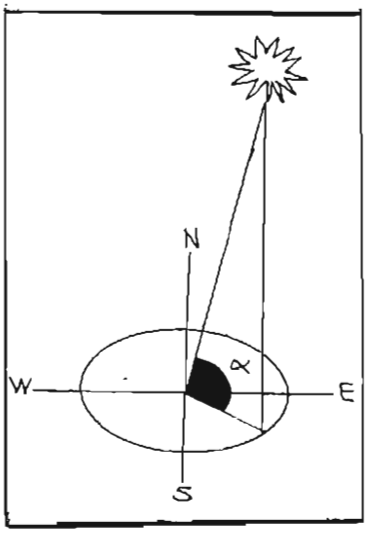
شكل (7) موقع الشمس من خلال زاوية الارتفاع (α) وزاوية الانحراف (A)

3 . 2 . 1 زاوية ارتفاع الشمس :- (α) (the Altiude Angle)

هى الزاوية المحصورة بين الافق وموقع الشمس فوق الافق ، شكل (8) وتحسب رياضيا كما يلى [6 ، 8] :-

$$\alpha = SIN^{-1} (SIN\delta\ SIN\Phi + COS\delta\ COS\varepsilon\ COS\Phi$$

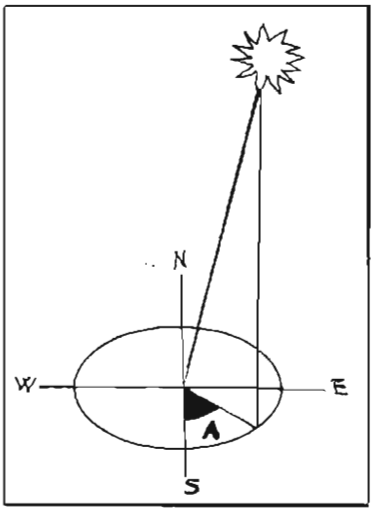
حيث (δ) = الزاوية الساعية
(Φ) = زاوية موقع المراقب
(ω) = زاوية الميلان



شكل (8) زاوية ارتفاع الشمس

3 . 2 . 2 زاوية الانحراف :- (The Azimuth Angle) (A)

هى الزاوية المقاسة من الجنوب الى الشرق او الغرب حسب موقع الشمس واسقاطه على المستوى الافقى ، شكل (9) ، وتحسب رياضيا كما يلى [6 ، 8] .



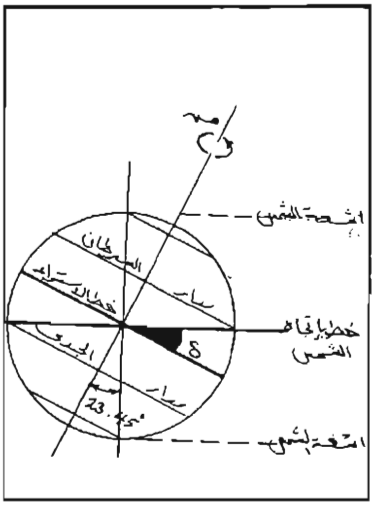
شكل (9) زاوية انحراف الشمس

$$A = \sin^{-1} \left(\frac{-\cos\delta \sin\omega}{\cos\alpha} \right) \text{ degrees}$$

3.2.3 زاوية الميلان :- (The declination Angle)

هى الزاوية المحصورة بين مستوى خط الاستواء والخط المرسوم من مركز الارض الى مركز الشمس (شكل 10) وتختلف قيمتها باختلاف حركة الارض حول الشمس وتحسب رياضيا كما يلى [9]

$$\delta = 23.54 \sin \left(\frac{360}{365} 284 + n \right)$$

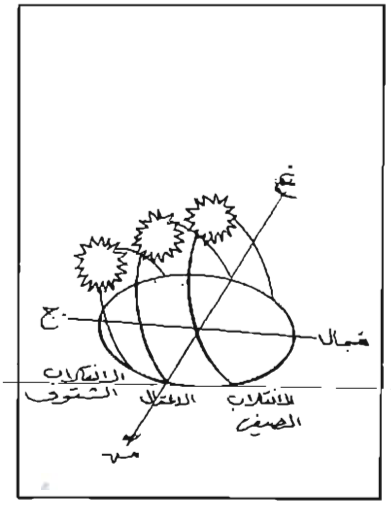


شكل (10) زاوية ميلان الشمس

حيث (n)= هى الترتيب العددى لليوم من 1 : 366

3 . 2 . 3 . 1 . الانقلاب الصيفى :- (Summer solstice)

يحدث يوم 21 يونيو عند منتصف النهار تماما حيث تكون زاوية الميلان فى اكبر قيمة موجبة لها وتساوى δ = 23 . 45 درجات . شكل (11) .



شكل (11) الانقلاب الصيفي الشتوي والاعتدال الربيعي والخريفي

3 . 2 . 3 . 2 . الانقلاب الشتوى :- (Winter solstice)

يحدث يوم 22 ديسمبر من كل سنة عند منتصف النهار تماما حيث تكون قيمة زاوية الميلان فى اكبر قيمة سالبة لها وتساوى δ = - 23 . 45 درجات .

3 . 2 . 3 . 3 . الاعتدال الربيعي والخريفى :- (The Equinox)

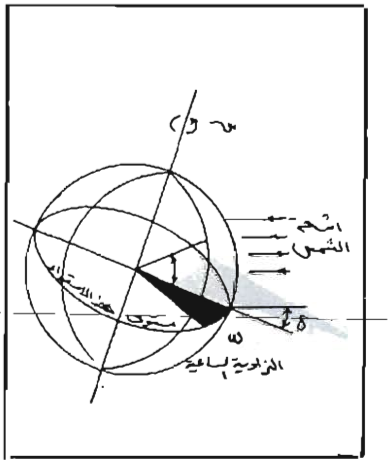
حيث تتساوى فيه ساعات الليل والنهار ويحدث الاعتدال الربيعى يوم 22 مارس محددا بداية فصل الربيع بينما يحدث الاعتدال الخريفى يوم 23 سبتمبر محددا بداية فصل الخريف ، وفى كلتا الحالتين تكون قيمة زاوية الميلان δ = صفر .

3 . 2 . 4 **الزاوية الساعية** :- (The hour angle)

هى الزاوية المقاسة بين مستوى خط العرض الذى يلامس الخط الواصل بين الارض والشمس ، شكل (12) وتحسب رياضيا كما يلى [6 ، 8] :-

$$\omega = 15(t_s - 12) \text{degrees} \quad (8,6)$$

حيث (t_s)= الزمن الشمسى بالساعات



شكل (12) الزاوية الساعية

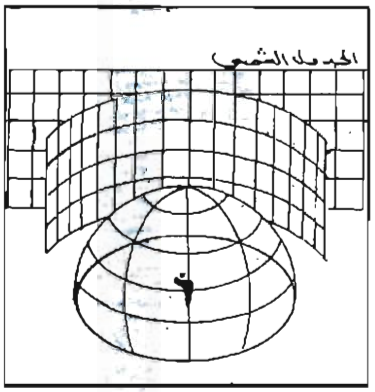
وبناء على المعادلات السابقة تم اعداد برنامج كمبيوتر للحصول على البيانات اللازمة لرسم الجداول الشمسية المطلوبة والتى سيتم باستخدامها تحديد الابعاد الدقيقة لاى نوع من انواع الكاسرات الشمسية ولاى خط عرض .

3 . 3 . الادوات اللازمة لتصميم الكاسرات الشمسية :-

يستلزم استخدام الجداول الشمسية لاتمام عملية التصميم وجود مايعرف بجدول الظلال ويستخدم الاخير لجميع خطوط العرض شريطة ان يكون بنفس مقياس الرسم الذى يحمله الجدول الشمسى .

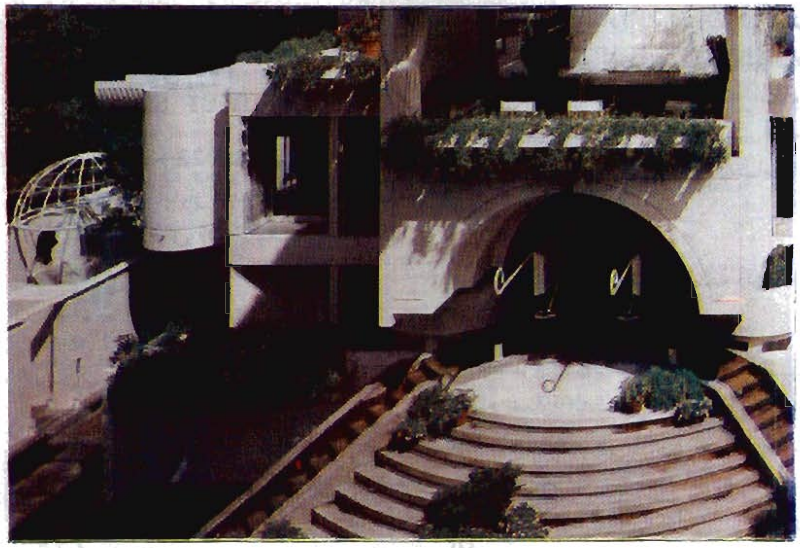
3 . 3 . 1 . **الجداول الشمسية** (Sun charts) :-

تمثل زوايا الارتفاع فى الجداول الشمسية مايعرف بدوائر العرض (المدارات) على الكرة الارضية بينما تمثل زوايا الانحراف مايعرف بخطوط الطول شكل (13) .



شكل (13) الجداول الشمسية

ويمكن رسم مسار الشمس عبر السماء فى اى يوم من ايام السنة على الجدول الشمسى بحيث يمثل كل مسار حركة الشمس فى ذلك اليوم من الشرق الى الغرب .



وقد تم ادخال البيانات الخاصة بيوم 21 من كل شهر حيث يمثل بعضها الانقلاب الصيفى والشتوى والاعتدا الربيعى والخريفى ، وهى جميعا ظواهر تحدث مابين 21 الى 23 من شهر يونيو ، ديسمبر ، مارس ، سبتمبر .

ويمثل الانقلاب الصيفى (يوم 21 يونيو) اطول يوم صيفى فى السنة ، ويسجل مسار الشمس فى ذلك اليوم اكبر قراءات لجميع الزوايا مقارنة بباقى ايام السنة ، وبالمقابل يمثل يوم 21 ديسمبر اقصر يوم شتوى فى السنة حيث تسجل اقل قيم لزوايا الارتفاع لكل ساعة فى ذلك اليوم .

وباستخدام برنامج (ستاتجر افيكس) تم رسم الجدول الشمسى المطلوب والذى يمثل مسار الشمس لخط العرض 32.59 شمالا لكل ساعة لليوم الحادى والعشرين من كل شهر .

انظر الجدول الشمسى ص91

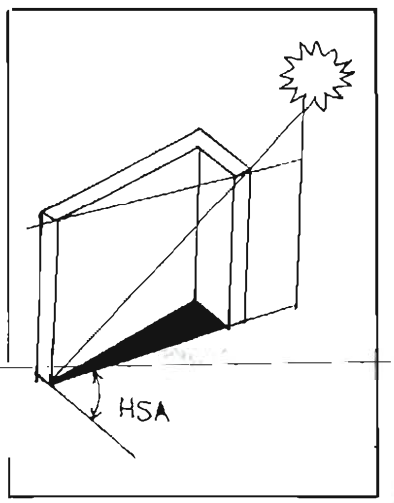
3 . 2 . 2 ـ جدول الظلال :ـ
(Shading calculator)

يمثل جدول الظلال العلاقة بين زوايا الظلال الرأسية والافقية ، كما يمثل المنحنى العلاقة بين زوايا الارتفاع والانحراف ، ومن خلال هذا المنحنى يتم رسم شكل الظل على اى نافذة .

انظر جدول الظلال ص92

3 . 2 . 3 . 1 . زوايا الظل الافقية :ـ
(Horizontal Shadow Angle)

هى الزوايا المحصورة بين اتجاه انحراف الواجهة والانحراف الشمسى (شكل 14) وتنتج من استخدام الكاسرات الشمسية الرأسية وتحسب كما



شكل ـ 14 ـ زاوية الظل الافقية :ـ

يلى [2] :ـ

$HSA = As - Aw$ degrees

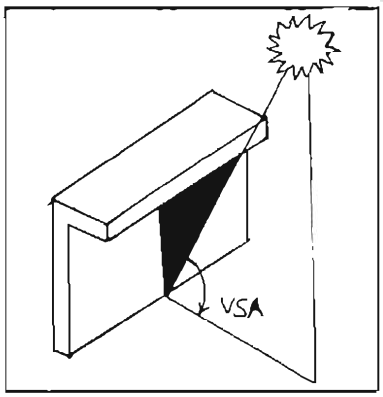
حيث (As)= الانحراف الشمسى بالدرجات

(Aw)= انحراف الحائط

3 . 2 . 3 . 2 زوايا الظل الرأسية :ـ
(Vertical Shadow Angle)

وتحسب من خلال زوايا الارتفاع وزوايا الظل الافقية (شكل 15) كما يلى [2] :ـ

$VSA = \tan^{-1}(\tan\alpha / \cos HSA)$



شكل (15) زاوية الظل الرأسية

4 ـ اختيار زوايا الارتفاع والانحراف للتصميم الامثل .

لتحديد ابعاد الكاسرة المثلى سواء كانت افقية ام رأسية ، ولتحقيق ذلك عمليا يجب اتباع الخطوات التالية :ـ

اولا / بالنسبة للكاسرة الشمسية الافقية :ـ

* يوضح الجدول رقم (1) الفترات التى يجب ان تقوم فيها الكاسرة بتوفير الظل الكامل خلال شهر يونيو ، يوليو ، اغسطس ، وسبتمبر حيث يتوقع وجود

التظليل من الساعة 00 : 8 صباحا الى الساعة 00 : 20 ليلا .

* من خلال البيانات الناتجة من البرنامج المعد ، تم اختيار اعلى قيم لزوايا الارتفاع حيث تصل القراءات الى اعلى مستوى لها عند منتصف النهار ثم تبدأ بالتناقص من جديد . ويمثل الجدول (2) قيم زوايا الارتفاع خلال الفترة من يونيو الى سبتمبر .

جـــدول (2) قيم زوايا الارتفاع خلال الفترة الساخنة من السنة

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
يونيو	0.82	12.4	24.5	36.9	49.5	62.1	73.9	80.9	73.9	62.1	49.5	36.9	24.5	12.4	0.82
يوليو	-	10.8	23.1	35.6	48.2	60.6	71.9	77.8	71.9	60.6	48.2	35.6	23.1	10.8	-
اغسطس	-	10.7	23.0	35.6	48.2	60.6	71.8	77.7	71.8	60.6	48.2	35.6	23.0	10.7	-
سبتمبر	-	6.11	18.7	31.3	43.7	55.3	64.7	68.8	64.7	55.3	43.7	31.3	18.7	6.11	-

يمكن من خلال الجدول ملاحظة ان اعلى قيم لزوايا الارتفاع لكل شهر فى الفترة المحددة (من يونيو الى سبتمبر) تسجل عند الساعة 00 : 12 ظهرا ، وان جميع القيم الاخرى للساعات التى تسبقها او تليها تعتبر اقل .

ولاختبار الزاوية المطلوبة لتصميم الكاسرة الشمسية ، يتم تحديد اقل قيمة وهى المسجلة فى شهر سبتمبر وتساوى (8 . 68) مما يوفر حماية من الساعة 00 : 11 الى الساعة 00 : 13 فى شهر يونيو ، يوليو ، اغسطس ، وفقط عند الساعة 12 فى شهر سبتمبر .

ولزيادة فترة الحماية بالنسبة لشهر سبتمبر يمكن اختيار قيمة اخرى من قيم زوايا الارتفاع فى شهر سبتمبر بحيث تكون اقل من القيمة السابقة ولتكن (3 . 55) وبذلك ستوفر الكاسرة الشمسية حماية من الساعة 00 : 10 الى الساعة 00 : 14 فى شهر يونيو ، يوليو ، اغسطس ، وسبتمبر .

والملاحظ انه كلما زادت فترة الحماية تطلب ذلك زيادة فى ابعاد الكاسرة الشمسية ومن الناحية الاقتصادية والجمالية ايضا يجب ان على المصمم ان يصل الى موازنة بين طول فترة الحماية وتكلفة انشاء الكاسرة وحجمها من اجل الوصول الى تصميم اقتصادى وفعال .

ثانيا / بالنسبة للكاسرة الشمسية (الرأسية) :

يتم اختيار اقل قيمة لزوايا الانحراف لكل شهر خلال الفترة من (يونيو الى سبتمبر) كما هو موضح بالجدول رقم (3) .

جـــدول (3) قيم زوايا الانحراف خلال الفترة الساخنة من السنة

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
يونيو	118	110	103	96.3	88.8	78.6	59.1	0.00	59.1	78.6	88.8	96.3	103	110	118
يوليو	-	107	100	92.7	84.3	72.7	51.0	0.00	51.0	72.7	84.3	92.7	100	107	-
اغسطس	-	99.6	91.8	83.5	73.4	59.3	36.5	0.00	36.5	59.3	73.4	83.5	91.8	99.6	-
سبتمبر	-	-	81.3	72.2	61.1	46.5	26.1	0.00	26.1	46.5	61.1	72.2	81.3	-	-

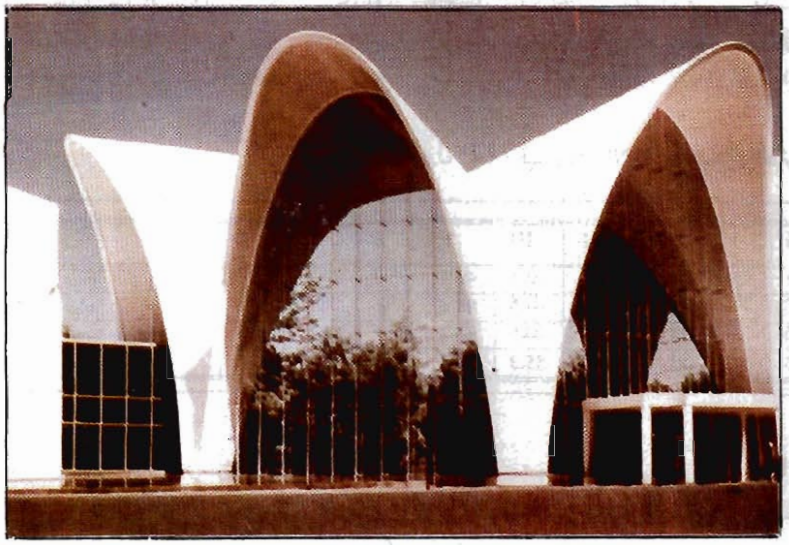
ويلاحظ من خلال الجدول ان اقل قيمة لزاوية الانحراف لكل ساعة قد سجلت فى شهر سبتمبر وهنا يجب اختيار احد اكبر القيم بالنسبة لذلك الشهر ولتكن (2 . 72) حيث يوفر ذلك حماية من الساعة 00 : 10 الى الساعة 00 : 14 فى يونيو ، يوليو ، اغسطس بينما يوفر حماية من الساعة 00 : 8 الى الساعة 00 : 16 فى شهر سبتمبر . ولتقليل فترة الحماية ، يمكن ان يختار المصمم زاوية بقيمة اقل من القيم السابقة مما يؤدى الى تقليل فترة التظليل فى ذلك الشهر اذا رغب فى ذلك .

5) تقييم الكاسرة الشمسية المثلى

بعد تجهيز الجدول الشمسى الخاص بالمنطقة موضوع الدراسة ، يمكن اتباع الخطوات التالية والتى تلخص جميع ماسبق ذكره وتوفر للمصمم الاسلوب الامثل لتصميم الكاسرات الشمسية فى اى منطقة فى العالم .

وهناك معلومات اساسية على المصمم ان يضعها امامه سواء كان بصدد تصميم كاسرة شمسية رأسية او افقية او مركبة وهى مايلى :-

- الجدول الشمسى الخاص بخط العرض .

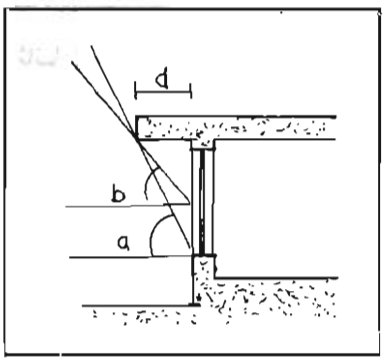


- جـدول الـظلال بنفس مقيـاس رسم الجدول الشمسى .
- زاوية انحراف الحائط .
- زاويـة الارتفاع (المختـارة من الجـدول 2) .
- زاوية الانحراف (المختـارة من الجدول 3) .

ثم يبـدأ المصمم فى اتبـاع الخـطوات التالية لتصميم الكاسرة الشمسية :-

اولا / بـالنسبـة للكـاسرة الشمسيـة الافقية :

1) يرسم قطاع رأسى للنافذة يحدد ارتفاع النـافذة وعمقهـا كما هـو مبين فى الشكـل (16) .



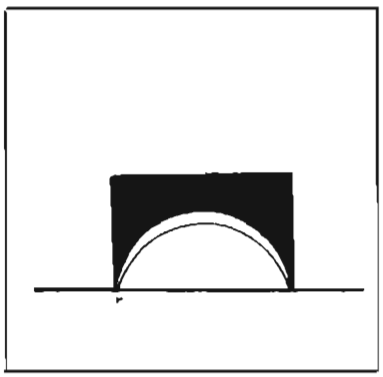
شكل (16) تصميم الكاسرة الشمسية الأفقية

2) تحـدد نقطتـان على النـافـذة الاولى فى منتصف النـافذة من اجـل تـظليـل 50٪ والثانية فى قاعدة النافذة من اجـل تظليـل كامل 100٪ .

3) واذا كـان المـطلوب تـظليـلا كـامـلا للنـافذة (100٪) فـانه يجب قيـاس قيمة زاويـة الارتفـاع التى تم تحـديـدهـا من الجدول ابتداء من خط قـاعدة النـافذة ثم يرسم خط يصل بين مقدار الزاوية ونقطة القاعدة للحصول على الزاوية (a) .

4) من ذلـك يمكن تحديـد طول الكـاسرة الشمسيـة بحيث تمتد المسـافة (d) الى ان تصـل الخط الواصـل بين قـاعدة النـافذة واقصى ارتفاع لها .

ولرسـم شكل الظل تتم مطابقة جدول الـظلال مع الجـدول الشمسى عـلى نفس زاويـة انحراف الحـائط المحددة وبـالتالى يمكن تمثيـل شكل الـظل الـذى ستـوفـره الكاسرة المصممة شكل (17 ، 18) .



شكل (17) شكل الظل الناتج من التصميم

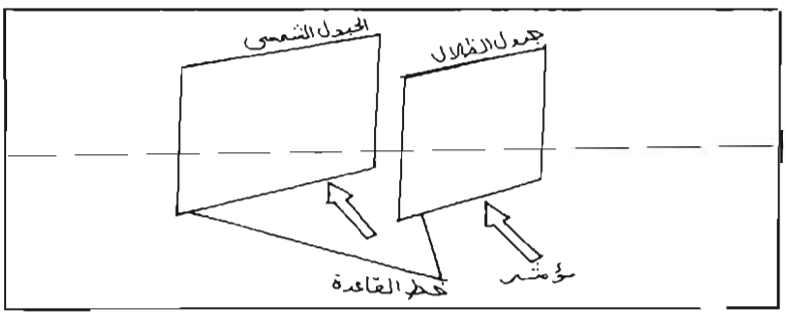
ثـانيـا :- الكـاسرة الشمسيـة الرأسية .

1) يرسم قطاع افقى للنافذة يحدد عرض النـافذة وعمقهـا كما هـو مبين فى الشكـل (19) .

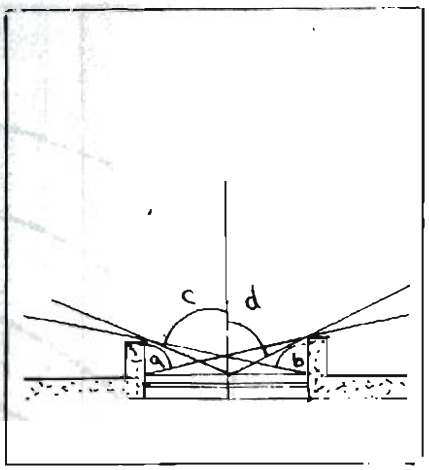
2) تحـدد نقطتـان من اجل 50٪ تـظليل و 100٪ تـظليل كـما هـو مبين بـالرسم (شكل 20) .

3) بـاستخدام وقيـاس زاوية الانحـراف التى تم اختيارها من الجدول رقم (3) يتم رسم الزاوية من اجل 100٪ تظليل .

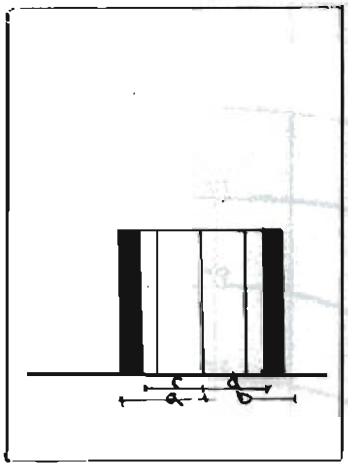
4) باستخدام الجـدول الشمسى وجدول الـظلال يمكن رسم شكـل الـظل الـذى ستوفره الكـاسرة الشمسية بنفس الخـطوة السابقة .



شكل (18) مطابقة جدول الظلال مع الجدول الشمسي



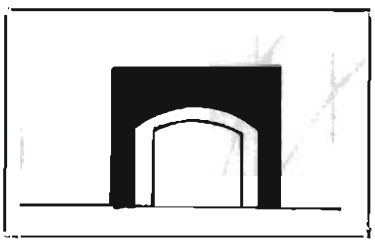
شكل (19) تحديد 50٪ تظليل و100٪ تظليل لتصميم الكاسرة الرأسية



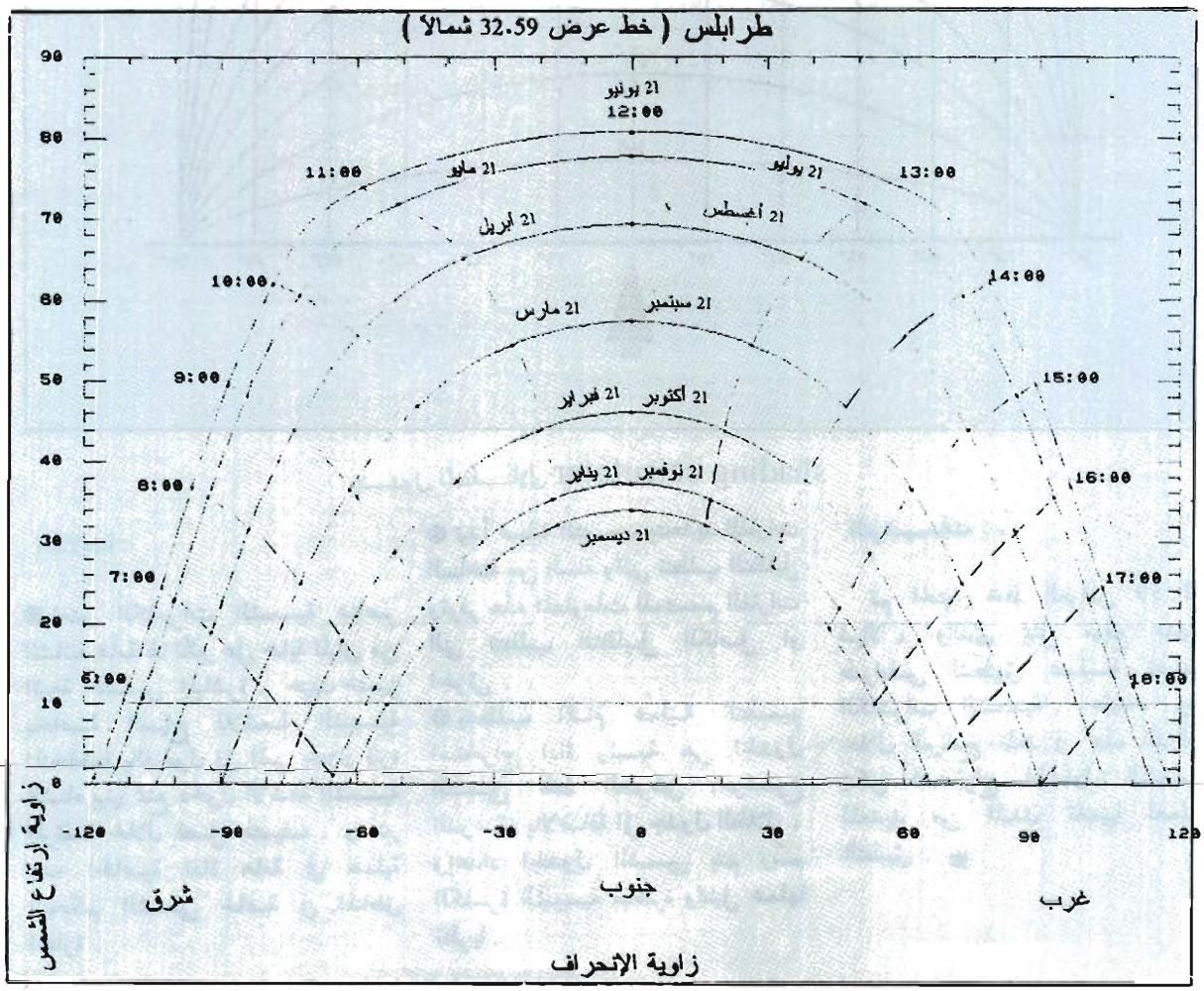
شكل (20) شكل الظل الناتج من التصميم

ثالثا : ـ الكاسرة الشمسية المركبة .

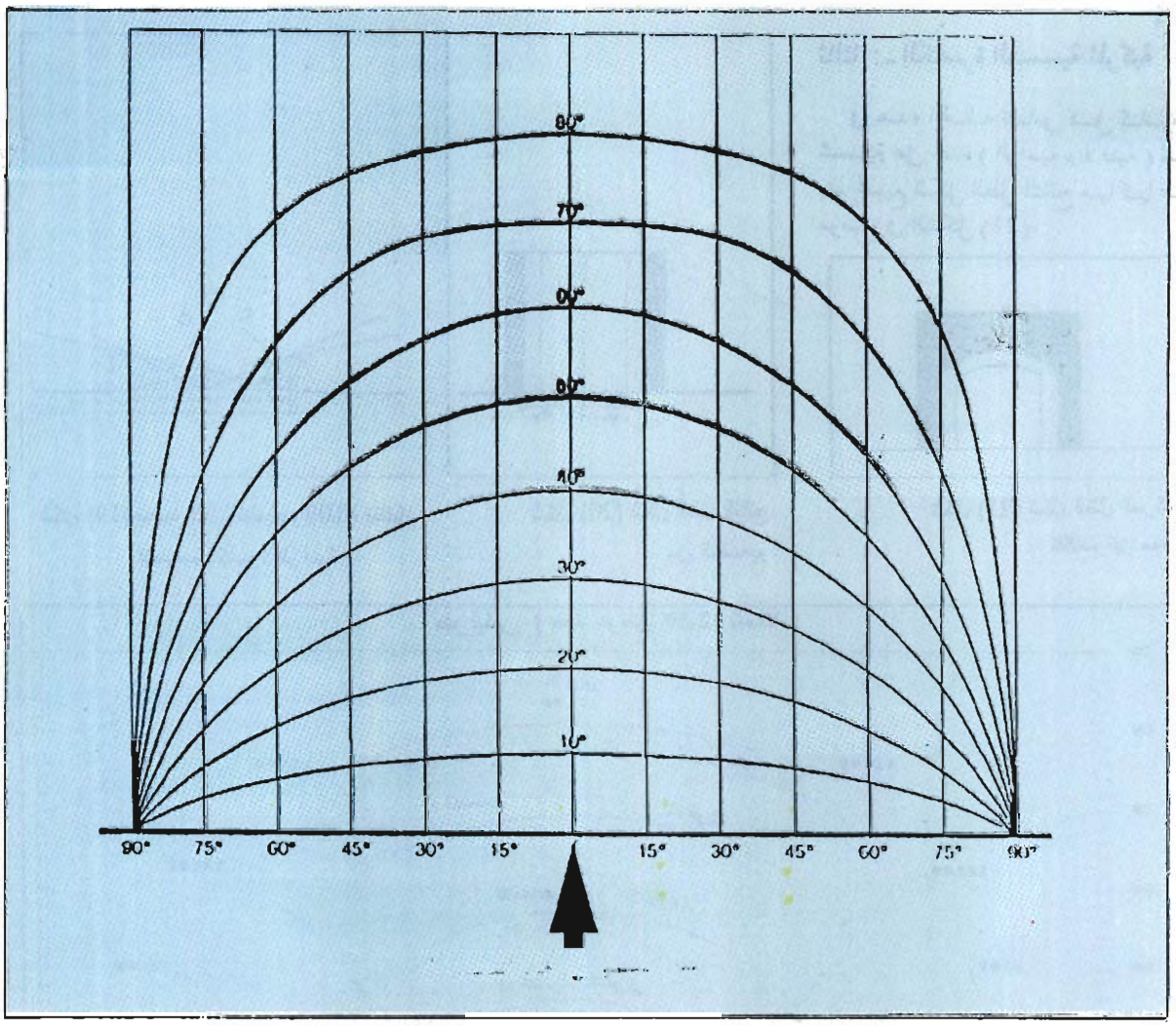
فى هذه الحالة تقاس كل كاسرة شمسية على حدة (الرأسية والافقية) ثم يتم تجميع شكل الظل الناتج منها كما هو موضح فى الشكل (21) .



شكل (21) شكل الظل المركب للكاسرتين معا.



الجدول الشمسى solar chart



جـــدول الظـــلال shading calculator

الخلاصة :

● تعتبر الكاسرات الشمسية عناصر انشائية هامة لها تأثير على حماية المبانى من اشعة الشمس المباشرة . حيث تتميز بخاصية السماح للاشعة الشمسية المنخفضة بالدخول الى المبنى خلال فترة الشتاء بينما تمنع دخول الاشعة الشمسية المرتفعة خلال فصل الصيف . وتعتبر هذه الخاصية اداة هامة فى عملية التحكم الشمسى خاصة فى المناطق الحارة .

● تبدأ عملية التصميم بتحديد الفترات الساخنة من السنة والتى تتطلب التظليل وتوفر هذه المعلومات للمصمم الفترات التى تتطلب التظليل الكامل او الجزئى .

● يتطلب اتمام عملية التصميم استخراج اداة رئيسية هى الجدول الشمسى لخط العرض (موضوع الدراسة) بالاضافة الى جدول الظلال ، وإعداد الجدول الشمسى يتم رسم الكاسرة الشمسية مباشرة وتمثيل عملها نظريا .

التوصيـــات :

تم اختيار خط العرض 32.59 شمالا ، والذى يمثل موقع مدينة طرابلس لتطبيق عملية تصميم الكاسرات الشمسية . عليه ، ومن خلال البرنامج المعد فى هذه الدراسة يمكن استخراج الجداول الشمسية للعديد من المدن تعميما لعملية التطبيق . ■

المراجع

1) Brad Schepp & Stephen M Hastie (1985) .
THE COMPLETE PASSIVE SOLAR HOME BOOK .
Tab Book Inc Ridge Summit, PA 17f14 .

2) John R. Goulding,. J. Owen Lewis, Theo C. Steamers (1994)
ENERGYIN ARCHITECTURE
the european passove solar handbook
B. T. Batsford Limited, 4 Fitzharding street, London WIH OAH

3) Allan Kenya (1984)
DESIGNPRIMER FOR HOT CLIMATES
The arehitecorogical department Itd. Liby

4) Libyan meteorological department
Assaiedi street, Tripoli, Libya.

5) Henry J. Cowan (1980)
SOLAR ENERGY APPLICATIONS IN THE DESIGN OF BUILDINGS
Applied Science publisher LTD, London

6) William B. Stine, Raymond W. Harrigan (1985)
SOLAR ENERGY FUNDAMENTALS AND DESIGN
John Wiley & sons

7) Robert Walraven
CALCULATING THE POSITION OF THE SUN
california, Davis, Ca 9561, USA

8) John R. Goulding,, J. Owen Lewis, Theo C. Steamers (1993)
John R. Goulding,, J. Owen Lewis, Theo C. Steamers (1993)
ENERGY CONSCIOUS DESIGN, A primer for architects B. T. Batsford Itd.

9) O. H. Koenigsbergct, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, S. V. Szokolay (1978)
MANUAL OF TROPICAL HOUSING AND BUILDING
PART 1: CLIMATIC DESIGN
Commonwealth printing press lid

ملخـــص :

تهدف هذه الدراسة الى تحديد الاسلوب العلمى الامثل لتصميم الكاسرات الشمسية الخارجية لما لها من اهمية بالغة فى عملية التحكم الشمسى فى المبانى ، ولتحقيق ذلك تم القيام بمسح علمى استهدف تحديد بعض المتغيرات اللازمة لاستخراج اداة التصميم الاساسية (الجداول الشمسية) كدراسة انواع الكاسرات الشمسية واثرها على فتحات المبانى ، موقع الشمس ، زوايا الشمس وكيفية تحديدها رياضيا ، الجداول وزوايا الظلال .

وتلى ذلك تحديدا للفترات الحارة من السنة والتى تتطلب التظليل الكامل او الجزئى ، كما تم تجهيز برنامج كمبيوتر لحساب زوايا ارتفاع وانحراف الشمس لاى ساعة خلال السنة واتخذ خط العرض 32 . 59 كمثال لتطبيق الدراسة . وقد تم تحليل البيانات الناتجة ورسمها باستخدام برنامج (ستاتجر افيكس)، ويمثل الجدول الشمسى الناتج من الرسم الانقلاب الصيفى والشتوى والاعتدال الربيعى والخريفى .

كما تم اتباع بعض النقاط لتحديد اسلوب اختيار زاوية التصميم المثلى وكيفية تطبيق عملية التصميم لكل نوع من انواع الكاسرات الشمسية ، وصولا الى الخلاصة وبعض التوصيات .