الفصل الثانى : الشمس

- أشعة الشمس
  - * مدة سطوع أشعة الشمس
  - * الشدة
  - * زاوية السقوط
  - * زوايا الظل
- الحماية من أشعة الشمس
  - * الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة
  - * حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه
  - * قناع الإظلال
  - * تصميم كاسرات الشمس

الفصل الثانى

الشمس

أشعة الشمس :

تعتبر أشعة الشمس ذات تأثير قوى ومباشر على حياة الإنسان ، وتتحدد محصلة قوتها المؤثرة على الأرض والتى تقدر بحوالى ٥٠٪ من القوة الأصلية نتيجة لعدة عوامل هى الإشعاع الشمسى المباشر والإشعاع المنعكس من سطح الأرض أو من السحب والأشعة التى يمتصها الغلاف الجوى .

وهذه العوامل مجتمعة تكون الاتزان الحرارى للأرض (شكل ٩) .

وتختلف العوامل السابقة باختلاف الظروف فى كل موقع على سطح الكرة الأرضية . وهناك عدة عوامل تتحكم فى تحديد قوة تأثير أشعة الشمس على الموقع وهى التى ينبغى دراستها قبل البدء فى أى تصميم .

وتتلخص فى الآتى :

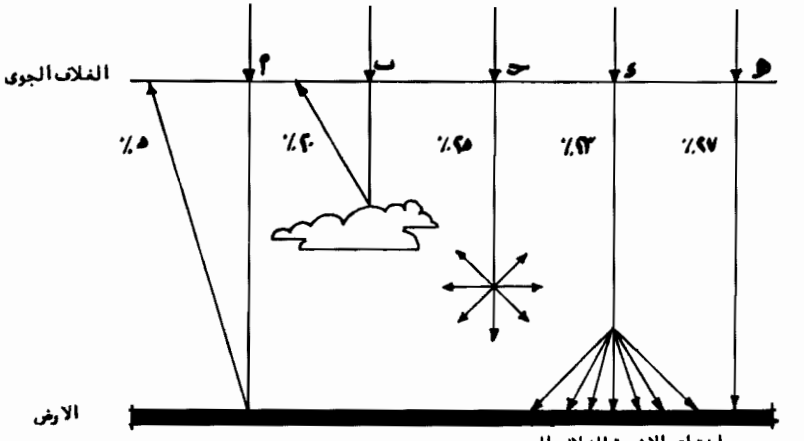
١ - مدة سطوع الشمس Duration

٢ - الشدة Intensity

٣ - زاوية السقوط Angle of Incidence

وهو ما تتناوله النقاط التالية بالتفصيل .

١



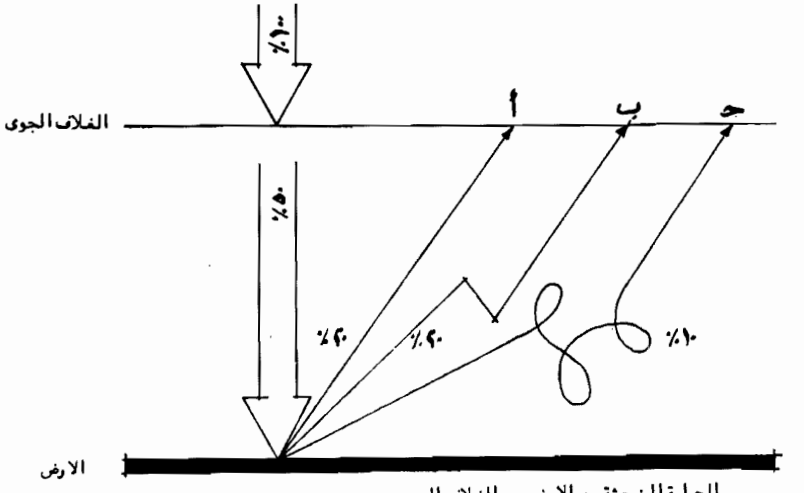
ـ اختراق الاشعة للغلاف الجوى

أ = أشعه منعكسة من الارض ٥٪
ب = أشعة منعكسة من السحب ٢٠٪
جـ = أشعة يمتصها الغلاف الجوى ٢٥٪
د = أشعة موزعة على الارض ٢٣٪
هـ = أشعة مباشرة على الارض ٢٧٪

مجموع الاشعة = ١٠٠٪

مجموع الاشعة الساقطة على الارض ٥٠٪

٢



ـ الحرارة المنبعثة من الارض ومن الغلاف الجوى .

أ = أشعة طويلة الوجه ٢٠٪
ب = أشعة تستهلك فى البخر ٢٠٪
جـ = أشعة تنتقل فى الهواء ١٠٪

المجموع ٥٠٪ (من الشكل السابق)

شكل ٩ : الاتزان الحرارى للأرض

مدة سطوع الشمس Duration :

هى عدد الساعات الفعلية لظهور أشعة الشمس المباشرة خلال النهار أى من شروق الشمس إلى غروبها .

ويقاس سطوع الشمس اليومى بواسطة جهاز فوتوغرافى كهربى يطلق عليه Sunshine autograph وهو مسجل بسيط لأشعة الشمس المباشرة ، كما تستعمل أجهزة أخرى معقدة مثل الـ Solarimeter والـ Heliometer .

وتتأثر مدة سطوع الشمس فى أى منطقة بحالة السماء التى يعبر عنها بكمية السحب الموجودة . وتقاس تلك الأخيرة بالأوكتاس oktas وهو يساوى $\frac{1}{10}$ السماء الملبدة تماماً ، فمثلا ٥ أوكتاس معناها أن ٥٠٪ من السماء مغطى بالسحب .

وتقع المناطق التى بها أطول مدة سطوع للشمس بين خطّى عرض ١٥ ، ٣٥ درجة شمالى وجنوبى خط الاستواء ، والحد الأقصى لمدة سطوع الشمس هو ٩٠٪ من ساعات النهار فى اليوم ، ومن المستحيل منطقياً أن تصل هذه النسبة إلى ١٠٠٪ ، وفى الأماكن الحارة الجافة يصل متوسط سطوع الشمس إلى ٣٠٠٠ ساعة فى السنة .

وبالنسبة لمصر فإنه كلما ابتعد الموقع عن الساحل الشمالى فى اتجاه الجنوب ، فإن نسبة الجزء الذى تحجبه السحب من السماء تقل ، وبالتالى تزيد مدة سطوع الشمس . فإذا كانت كمية السحب فى الإسكندرية مثلا ٣,٣ فى شهر ديسمبر بلغت هذه النسبة فى أسوان ٨ر٠ أوكتاس . وإذا أخذ الساحل الشمالى لمصر كمثال فإن نسبة السحب تبلغ أقصاها فى شهرى ديسمبر ويناير حيث لا تتعدى ٤,٠٠ أوكتاس ، وبنسبة سطوع الشمس ٦٠٪ ، وتبلغ أدناها فى شهر يونية فتصل إلى ٠,٥ أوكتاس وبنسبة سطوع الشمس ٨٩٪ .

شدة أشعة الشمس Intensity :

نظرياً تكون أكبر شدة لأشعة الشمس فى المكان الذى تسقط فيه عمودية على سطح الأرض وهى المناطق المدارية ، حيث تخترق الأشعة مسافة أقل ما يمكن من الغلاف الجوى فتصل إلى سطح الأرض بدون فاقد كبير فى طاقتها الحرارية .

وتتأثر شدة أشعة الشمس بمجموعة من العوامل هى :

أ - عوامل مطلقة ، مثل نشاط البقع الشمسية التى ترتفع بسببها شدة الأشعة فوق البنفسجية فى حدود ١ إلى ٢٪ ، وتغير المسافة بين الشمس والأرض وهذا يحدث تغيرات فى شدة الأشعة بنسبة± ٣,٥٪ .

ب - فقدان الطاقة أثناء اختراق الشمس للغلاف الجوى الذى يختلف من موضع إلى آخر فى درجة احتوائه على الغبار وذرات التراب وبخار الماء .

جـ - ارتفاع الموقع عن سطح البحر ، فكلما ارتفع زادت شدة أشعة الشمس به .

د - زاوية سقوط الشمس ، وتتغير تبعاً لفصول السنة وساعات النهار .

هـ - الإشعاع الشمس غير المباشر والذى يضاف تأثيره على الإشعاع المباشر ويظهر أثره واضحاً عند تلبد السماء بالغيوم .

وبالنسبة لمصر فإنه يمكن ملاحظة اختلاف شدة أشعة الشمس فى شمال البلاد (الوجه البحرى والقاهرة) عن جنوبها (مصر الوسطى والصعيد) حيث يظهر تأثير المسحطات المائية والمناطق الزراعية الكثيفة ، وأيضاً تأثير البحر الأبيض المتوسط على كثرة تجمعات السحب وبالتالى فى شدة أشعة الشمس ، التى تزداد فى اتجاه الجنوب لقلة أو انعدام هذه المؤثرات ، يساعد على ذلك أيضاً تعامد أشعة الشمس لقربها من المنطقة المدارية . وعموماً يجب الإشارة إلى أن الظروف والمؤثرات لا تتماثل أبداً فى المواقع المختلفة حتى لو كانت تقع على نفس خط الطول ونفس الارتفاع عن سطح البحر .

ووحدة قياس شدة أشعة الشمس هى :

سعر كبير / متر^2 . ساعة $K\ cal/m^2.h$

أو سعر / السنتيمتر^2 . ساعة $cal/cm^2.h$

أو الوحدة الحرارية البريطانية / قدم^2 . ساعة $Btu/ft^2.h$

وتستعمل الآن وحدة قياس عالمية هى :

جول /م^2. ثانية $J/m^2.s$

أو وات/م^2 W/m^2 حيث أن $Watt = J/s$

أما شدة الإشعاع الكلية لفترات طويلة فتحسب بجول /م^2. يوم $J/m^2.day$

أو مضاعفاتها ميجا جول/م^2.يوم $MJ/m^2.day$ حيث

$MJ = 1\ 000\ 000\ J.$

وبالنسبة لتصميم أى مبنى يجب توفر بيانات محددة لشدة الإشعاع الشمسى فى موقع المشروع وهى :

- متوسط الشدة لكل شهر من أشهر السنة وتقاس بالميجا جول /م^2.يوم .
- متوسط مجموعة الأشعة فى ساعات معلومة من النهار فى أيام محددة وتقاس بميجا جول /م^2. ساعة = وات/م^2 .

وعادة تتوفر هذه البيانات فى أقرب محطة رصد جوية بالنسبة لموقع المشروع .

كما يمكن الحصول عليها من نشرات خاصة يصدرها مكتب الإرصاد الأمريكى Us. Weather Bureau الذى يجمع البيانات عن جميع أنحاء العالم .

زاويا سقوط الشمس :

هناك عدة طرق لتحديد موضع الشمس بالنسبة لموقع معين ، وذلك فى الفصول الأربعة للسنة ، وكذلك فى ساعات النهار المختلفة . وإحدى هذه الطرق هى طريقة نماذج القياس أو المزولة ، وميزتها هى المشاهدة المباشرة لكن نادراً ما يستعملها المعماريون . وتوجد طريقة أخرى تعتمد على الجداول والحسابات لكنها تحتاج إلى جهد كبير للوصول إلى النتائج التى تتميز بالدقة التامة . ويفضل المعماريون استخدام طريقة أخرى مبسطة هى الطريقة البيانية Graphical Method وذلك لسهولة استيعابها وإمكان الاستعانة بها فى حساب الطاقة الإشعاعية والتظليل .

ويمكن شرح الطريقة وكيفية استخدامها فيما يلى :

يتم رصد وتحديد وضع الشمس فى قبة السماء فى أى مكان وأى وقت من أوقات النهار عن طريق زاويتين هما (شكل ١٠) :

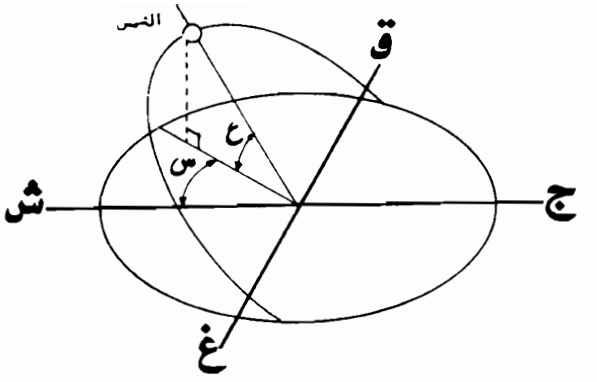
- *زاوية الارتفاع* Solar Altitude :

وهى الزاوية الرأسية بين خط الأفق والشمس وتقاس بالدرجات .

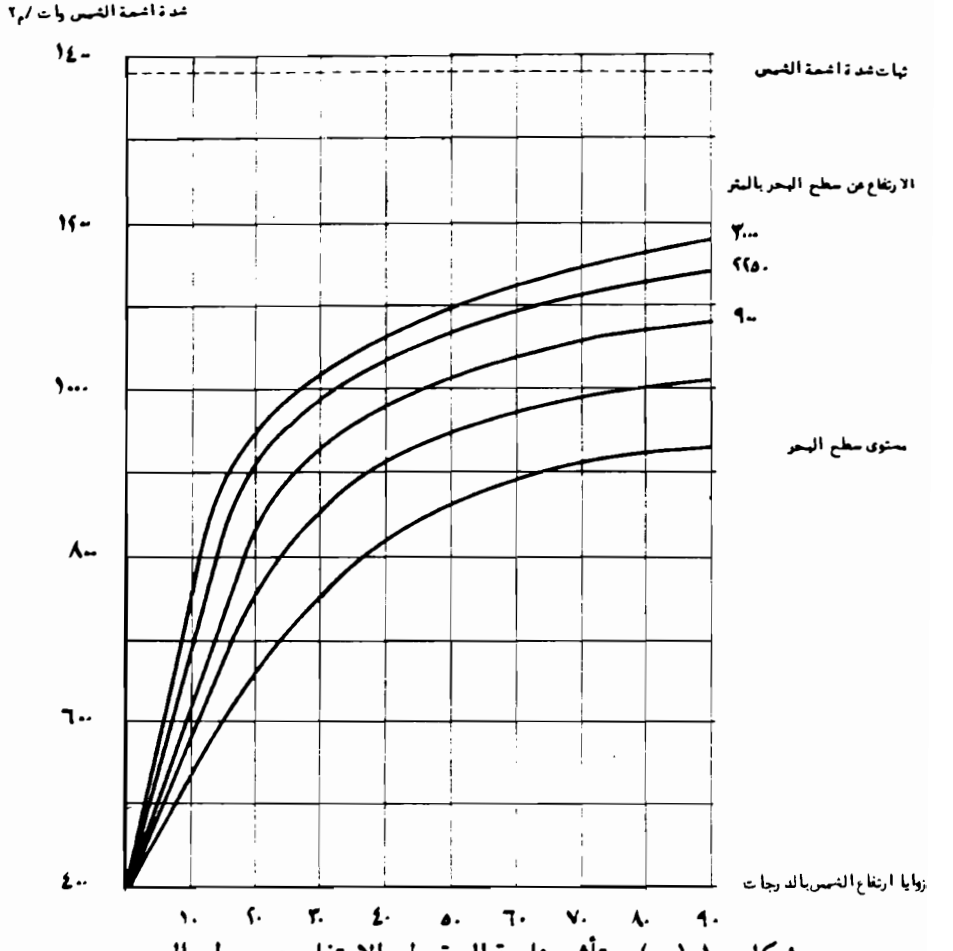
- *زاوية السمت* Solar Azimuth :

وهى الزاوية الأفقية للشمس وتقاس بالدرجات من اتجاه الشمال الجغرافى وفى اتجاه عقارب الساعة إلى الشرق والجنوب فالغرب ثم إلى الشمال مرة ثانية .

وتستعمل خرائط المسار الشمسى Solar Path Diagrams فى قياس زوايا الشمس (شكل ١١) ، وهى طريقة بيانية عملية ، تتلخص فى إسقاط حركة الشمس فى قبة السماء على مستوى أفقى . ويمثل خط الأفق دائرة مركزها عين المشاهد . ويمثل زوايا الارتفاع مجموعة من الدوائر المتحدة فى المركز ، موقعة على مسافات متناسبة تمثل كلّ منها ١٠ درجات وتبدأ بصفرٌ على المحيط الخارجى إلى ٩٠° فى المركز . وهذا التدريج مُوقّع عل كل من نصفىِ القطر الرأسى .



شكل ١٠ (أ) : زاويتا الارتفاع والسمت



شكل ١٠ (ب) : تأثير زاوية السقوط والارتفاع عن سطح البحر فى شدة أشعة الشمس

أما زوايا السموت فيمثلها زوايا مركزية متساوية قيمة كُلّ منها ١٠° وتبدأ من اتجاه الشمال فى اتجاه عقارب الساعة ، ويوقع التدريج الخاص بها على المحيط الخارجى بأكمله ليستخدم الجزء الشرقى بالنسبة لساعات ما قبل الظهر والغربى لساعات ما بعد الظهر .

وتمثل المنحنيات العرضية الإسقاط الأفقى لمسار الشمس ، وذلك فى أيام اختيرت لتناسب معظم الأغراض التصميمية .

أما ساعات النهار فتحددها منحنيات رأسية من وقت الشروق إلى الغروب .

ولتحديد زوايا الشمس يتم توقيع اليوم والساعة فى نقطة على الخريطة ، وتُوصَّل النقطة بالمركز ويمد المستقيم حتى المحيط الخارجى ليعطى زاوية السمت ، وعند دوران النقطة حول المركز فى اتجاه عقارب الساعة يمكن قراءة زاوية الارتفاع على التدريج الرأسى .

مثال :

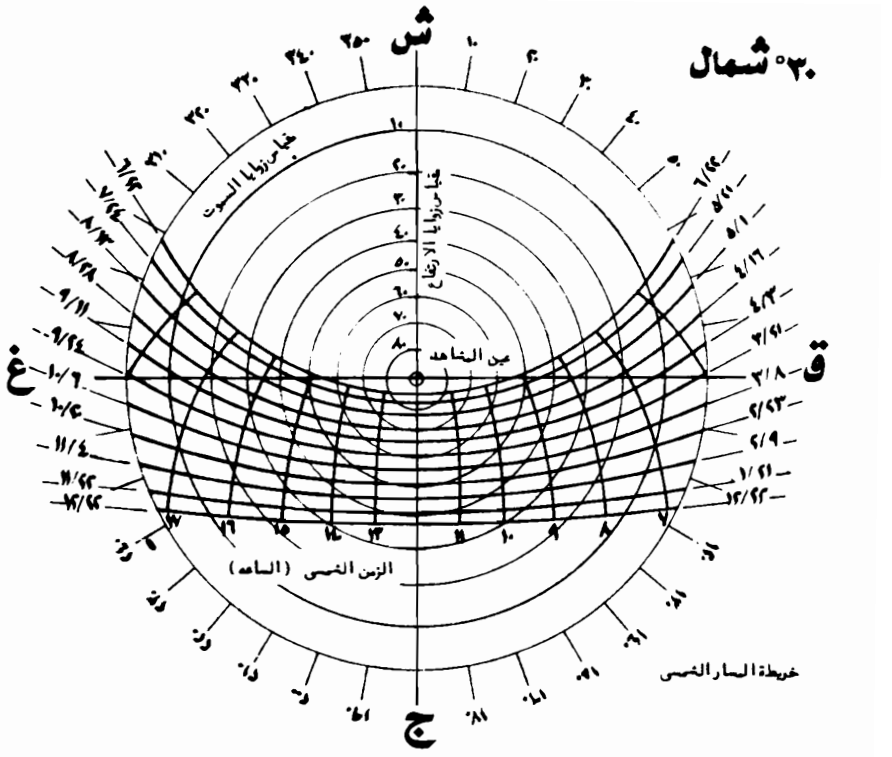
مطلوب تحديد زاويتى السمت والارتفاع للشمس باستعمال خريطة مسار الشمس ، وذلك لمدينة القاهرة (خط عرض ٣٠° شمالا) يوم ٩ فبراير الساعة الثانية بعد الظهر فتكون النتيجة (شكل ١١) :

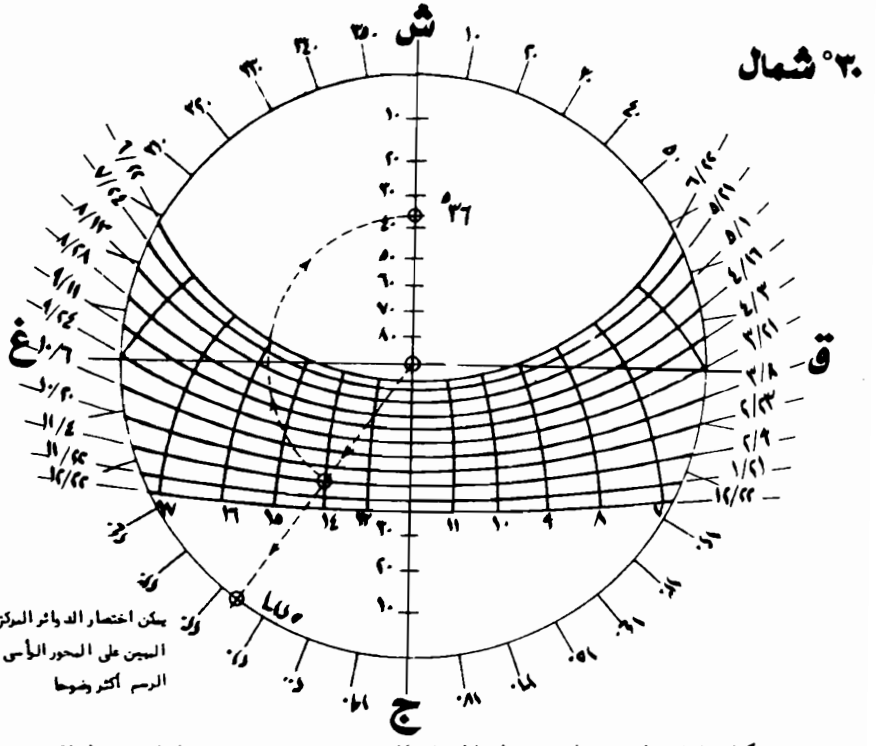
زاوية السمت = ٢١٦°

زاوية الارتفاع = ٣٦°

زوايا الظل (شكل ١٢) :

تحدد زويا الظل الرأسية والأفقية ميل أشعة الشمس على واجهة ذات اتجاه معين فى زمن معروف .



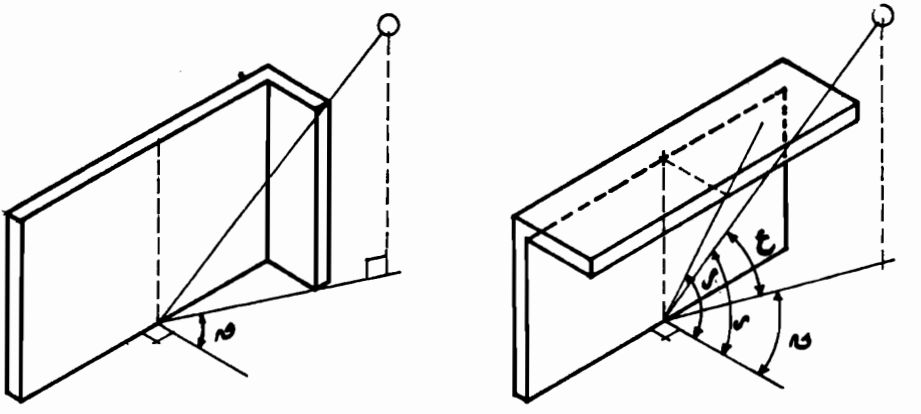


شكل ١١ : استخدام خريطة المسار الشمسى فى تعيين زوايا سقوط الشمس

وتعرف زاوية الظل الرأسية Vertical Shadow angle على سطح رأسى ، بأنها الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على السطح والمستقيم العمودى على هذا السطح .

أما زاوية الظل الأفقية Horizontal shadow angle فهى الزاوية المحصورة بين مسقط الشعاع الساقط والمستقيم العمودى على السطح الرأسى .

ويمكن قياس تلك الزوايا على خريطة المسار الشمسى Solar path chart ، بالاستعانة بمنقلة زوايا الظل Shadow angle Protractor .



ر : زاوية الظل الرأسية وهى الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على واجهة والمستقيم العمودى عليها

ع : زاوية الارتفاع

ق : زاوية الظل الافقية ، وهى الزاوية المحصورة بين المسقط الافقى للشعاع والمستقيم العمودى على السطح الراسى المار من نقطة التقاء الشعاع به

شكل ١٢ : زوايا الظل

منقلة زوايا الظل (شكل ١٣ أ) :

تمثل الخطوط المنحنية بها إسقاطا لزوايا الظل الرأسية ، وتمثل المستقيمات المركزية إسقاطا لزوايا الظل الأفقية على قبة السماء . وهذا التمثيل مطلق أى لايتقيد بتوجيه أو بخط عرض ليمكن استخدامها فى جميع الأوضاع . وتكون هذه المنقلة من مادة شفافة لتسهيل استخدامها ، ويراعى أن تكون بمقياس رسم هو نفسه المستخدم فى خرائط المسار الشمسى .

طريقة استخدام المنقلة :

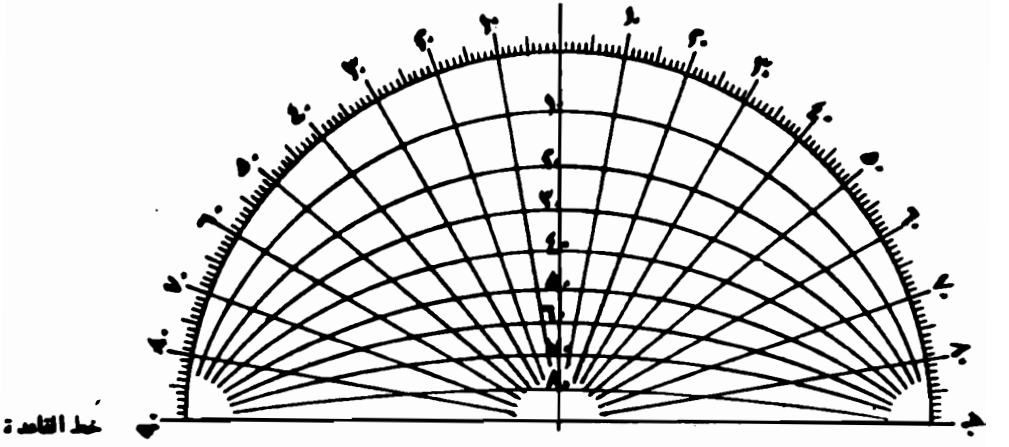
١ - يوقع اتجاه الواجهة على خريطة المسار الشمسى بحيث يمر بمركز الدائرة (الخريطة) الذى يمثل عين المشاهد .

٢ - تحدد اليوم والساعة المطلوبة على الخريطة الشمسية فى نقطة (أ)

٣ - توضع فوق الخريطة الشمسية منقلة زوايا الظل بحيث يتطابق المركزان .

٤ - توصل النقطة (أ) بالمركز وتمد بخط مستقيم حتى يقطع التدريج الموجود على المحيط الخارجى للمنقلة وليس الحرية لتكون هذه زاوية الظل الأفقية على الواجهة .

٥ - من النقطة (أ) يؤخذ موازى للخطوط المنحنية على المنقلة وتؤخذ قراءة زاوية الظل الرأسية على التدريج العمودى على قطر المنقلة .



شكل ١٣ (أ) : منقلة زوايا الظل

مثال : (شكل ١٣ ب)

مطلوب تحديد زوايا الظل الأفقية والرأسية لمبنى بياناته كالتالى :

الموقع : فى منطقة على خط عرض ١٠° شمال خط الاستواء .

(ملحوظة : تستعمل الخريطة الشمسية الخاصة بهذا الخط)

التاريخ والوقت المختار : ٢٢ يونية الساعة ٠٠ر١٦ (٠٠ر٤ بعد الظهر)

توجيه واجهة المبنى : جنوب غربى

الحل :

تتبع الخطوات السابق ذكرها ، فتكون النتيجة :

زاوية الظل الأفقية ٦٦°

زاوية الظل الرأسية ٦٥°

الحماية من أشعة الشمس :

تعتبر الحماية من أشعة الشمس القوية بالمناطق الحارة من الأشياء الضرورية .

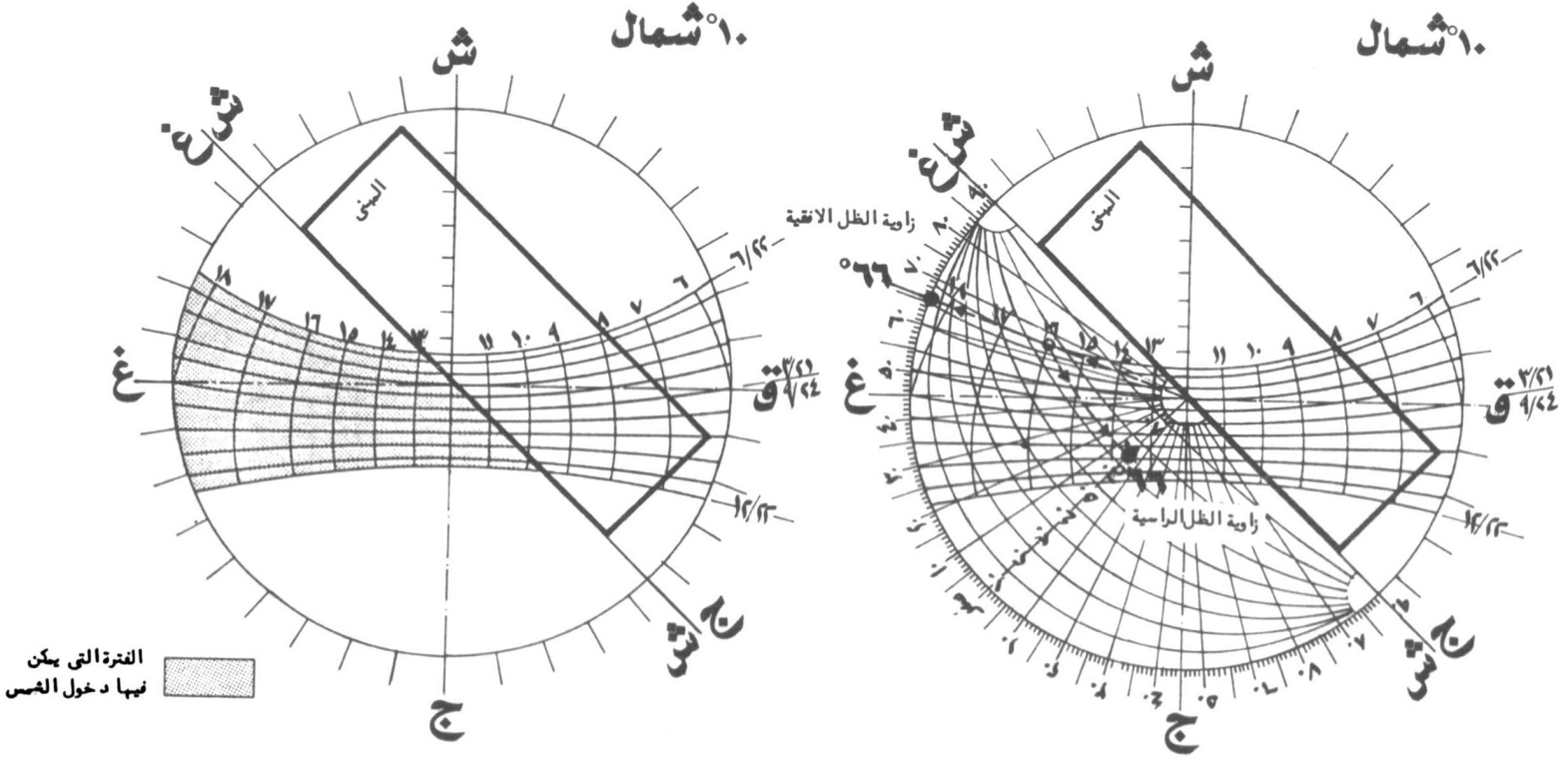
فمنذ القدم وسكان هذه المناطق يعملون على حماية أنفسهم منها باستعمال طرق مختلفة ، منها أغطية الرأس والمظلات ولبس الملابس الفضفاضة .

وقد انعكس هذا أيضا فى المحاولات الدائمة للوصول إلى طرق ناجحة فى حماية المبانى التى يستعملونها . وعموما يمكن تقسيم حماية المبنى من أشعة الشمس الشديدة إلى مرحلتين هما :

أولا : الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة التى تسقط على واجهات المبنى .

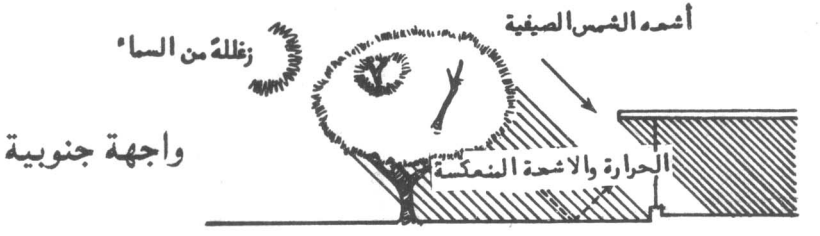
ثانيا : حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه .

ويمكن تناول كلتا المرحلتين بالشرح كلٌ على حدة كما يلى :

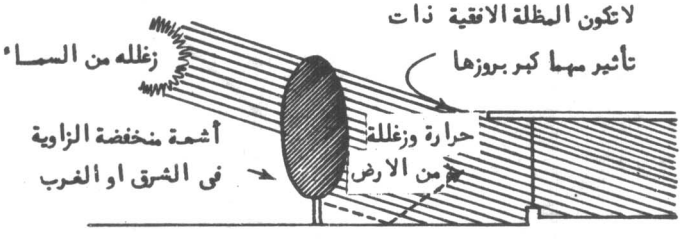


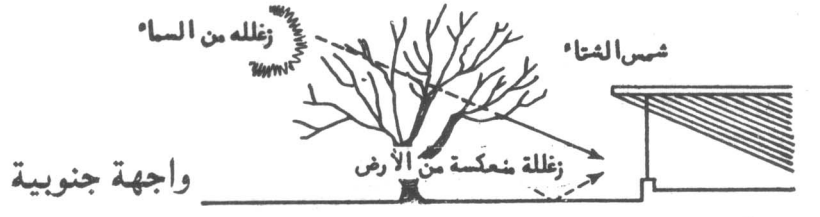
شكل ١٣ (ب) : استخدام المنقلة وخريطة المسار الشمسى فى قياس زوايا الظل

الإقلال من الأشعة المباشرة والمنعكسة التى تسقط على المبنى :

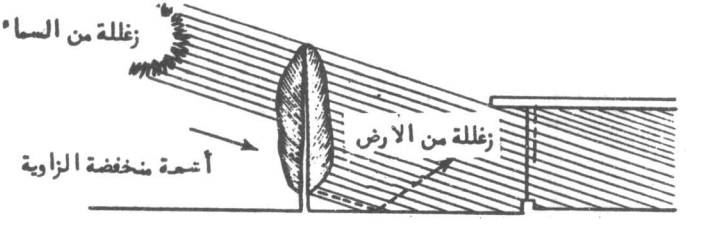


صيفاً : يمكن منع اشعة الشمس والزغلة





شتاءً : الشمس محبوبه ـ تكون الزغله مشكلة فى حالة الجليد فى المناطق الباردة .



شكل ١٤ : استخدام الأشجار فى تظليل واجهات المبانى

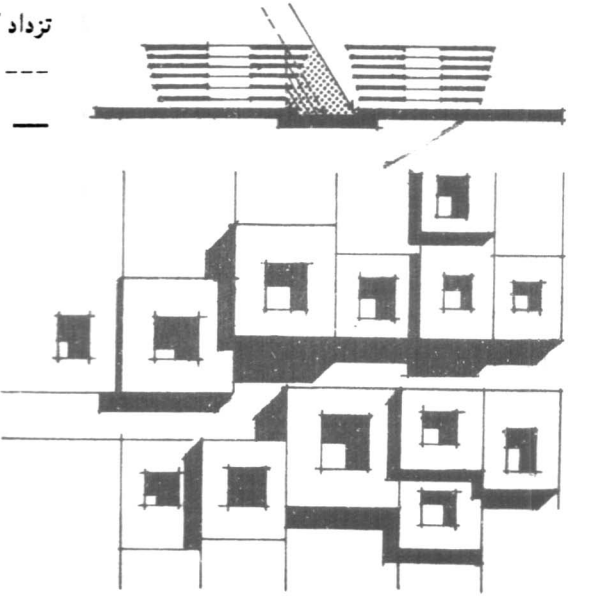
ويتم ذلك بواسطة :

١ - احاطة المبانى بمجموعات من الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة التى تعترض أشعة الشمس قبل وصولها إلى حوائط المبنى وتظللها (شكل ١٤).

٢ - زراعة مساحات خضراء من النجيل حول المبنى مما يؤدى إلى عدم انعكاس الأشعة الضوئية إلى الحوائط ، وكذلك الحد من شدة الزغللة بالمنطقة المحيطة بالمبنى .

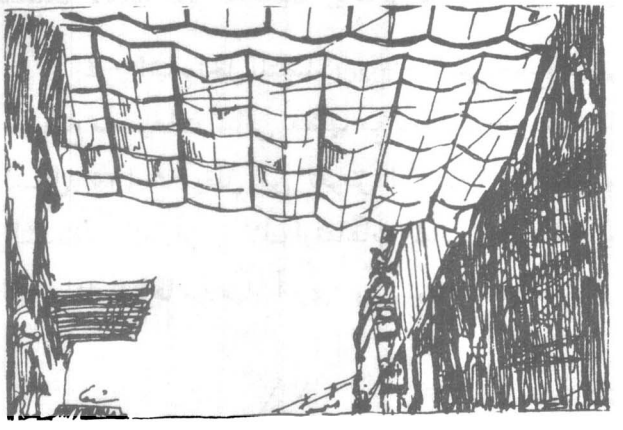
٣ - إيجاد مسطحات من المياه بجوار المبانى مع تزويدها بنافورات تساعد على تحريك مسحها حتى لايعمل كسطح عاكس . وهذا السطح بمياهه المتموجة يؤدى إلى تشتيت الأشعة الساقطة عليها وبالتالى تخفيف القوة الحرارية الضاغطة على المبانى .

٤ - اتباع الحل المتضام Compact فى تجميع المبانى سواء فى التجمع السكنى أو وضع مجموعات المبانى بعضها مع بعض أو حتى على مستوى الشكل العام للمدينة (شكل ١٥) مما يقلل من تعرض الأسطح الخارجية لهذه المبانى لأشعة الشمس الشديدة ، كما أن اختلاف ارتفاعات المبانى وطرق التجميع يؤدى إلى تظليل بعض المبانى لما جاورها من مبانٍ أخرى ، ومن ثم تقل الطاقة الحرارية النافذة إلى داخل المبنى.



شكل ١٥ : تأثير شكل تجميع المبانى فى كمية الظلال الساقطة

أمثلة للشوارع المغطاة فى القرى الافريقية . يتكون السقف من الحصير المجدول المشدود بين واجهات المنازل والمقوى بعوارض خشبية



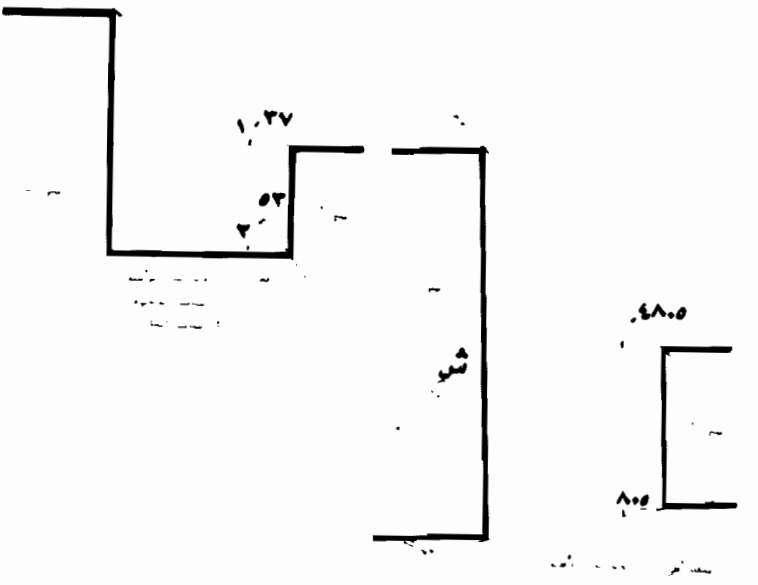
مظلة متحركة من قماش الكانفاس
أشبلية - أسبانيا

شكل ١٦ : تظليل الطرق والممرات

كما أن تظليل الممرات والطرقات لحماية المشاة من أشعة الشمس القوية ينتج عنه تظليل الواجهات (شكل ١٦) .

وهنا يجدر الإشارة إلى نقطة هامة ، وهى أن الهيكل العام للمدينة المعاصرة يتأثر أساساً بالمقياس المتولد عن الحركة الآلية المتغيرة ، ومن ثم كان من الصعب الاستمرار فى الاحتفاظ بالشوراع الضيقة ذات المقياس الإنسانى التى تحقق المزايا المناخية السابق ذكرها .

لذا كان من الضرورى إيجاد الفكر الذى يهدف إلى ايجاد اللقاء المناسب بين كل من المقياسين ، فيمكن الفصل بين شبكة طرق المشاة وشبكة طرق السيارات مع إعطاء كل منهما المعالجة المناسبة .



شكل ١٧ : تحديد كمية الظل التى يسقطها مبنى على آخر مجاور له .
تحديد زوايا الظل الرأسية والأفقية

وإذا استحال هذا الفصل فيمكن اللجوء إلى البواكى على جانبى الطريق ومحاولة التكسير فى خط البناء رأسياً وأفقياً .

ومن الأهمية الاستفادة من خريطة المسار الشمسى ومنقلة زوايا الظل فى تحديد كمية الظلال التى يسقطها مبنى على مبنى مجاور له ، ويمكن إعطاء المثال التالى كتطبيق :

مثال (شكل ١٧ ، ١٨) :

المطلوب دراسة تأثير المبنى (ب) على المبنى (أ) وتحديد كمية الظل الساقطة مع العلم بأن المبنيين فى موقع على خط عرض ١٠° شمالا وأن المبنى" أ " واجهته جنوبية غربية والمبنى " ب " مقابل له كما فى الرسم .

الحل :

١ - تُوقع زاويتا الظل الرأسية والأفقية على القطاع وعلى المسقط الأفقى بنفس الطريقة المذكورة فى صفحة ٥٧ .

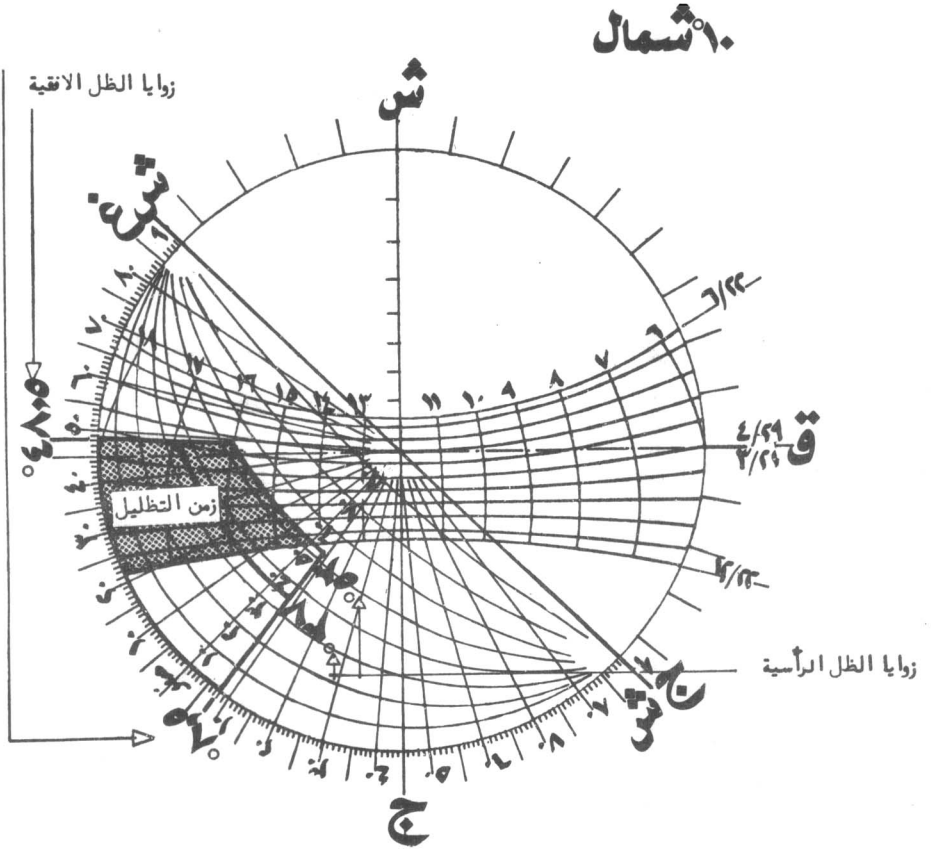
ويتضح من القطاع :

زاوية الشعاع الرأسية التى تجعل الشارع فى الظل هى ٥٣° .

زاوية الشعاع الرأسية التى تجعل واجهة المبنى " أ " فى الظل هى ٣٧° .

ومن المسقط الأفقى :

واجهة المبنى " أ " مظللة تماماً بزاوية ظل أفقية من ٨,٥° إلى ٤٨,٥° بواسطة أحرف المبنى " ب " الرأسية .



شكل ١٨ : تحديد كمية الظلال على خريطة المسار الشمسى

٢ - توقع الزوايا على خريطة المسار الشمسى وتحدد المنطقة المظللة .

٣ - النتيجة :

فى الشتاء تكون واجهة المبنى مظللة تماماً ابتداء من الساعة ٣,٤٥ .

أما الشارع فيكون مظللا فيما بين الساعة الثانية والساعة الخامسة بعد الظهر .

وتعتبر تلك المعالجات مثالية بالنسبة للمناطق الحارة الجافة ذات المبانى محدودة الارتفاع .

أما فى المناطق الحارة الرطبة فمن المستحب جعل الشوارع مستقيمة وواسعة والمبانى متباعدة وذلك لتسهيل حركة الرياح التى تخفف من نسبة الرطوبة العالية فى الجو . ومن الملاحظ أن الإكثار من النباتات الكثيفة يؤدى إلى إعاقة حركة الرياح ، لذلك تركزت محاولات الحماية من الشمس فى معالجة المبنى نفسه .

وبالنسبة للمبانى متعددة الأدوار بالمناطق الحارة الجافة فإن التظليل بواسطة الأشجار لا يكون إلا بالنسبة للأدوار السفلية فقط التى تصل إليها تلك الأشجار لذلك فمن الأهمية دراسة المبنى ذاته للحماية من أشعة الشمس .

حماية المبنى من الأشعة الساقطة عليه :

ويتأثر ذلك بعدة عوامل وهى :

١ - التوجيه Orientation

٢ - كتلة المبنى وشكله Form of the building

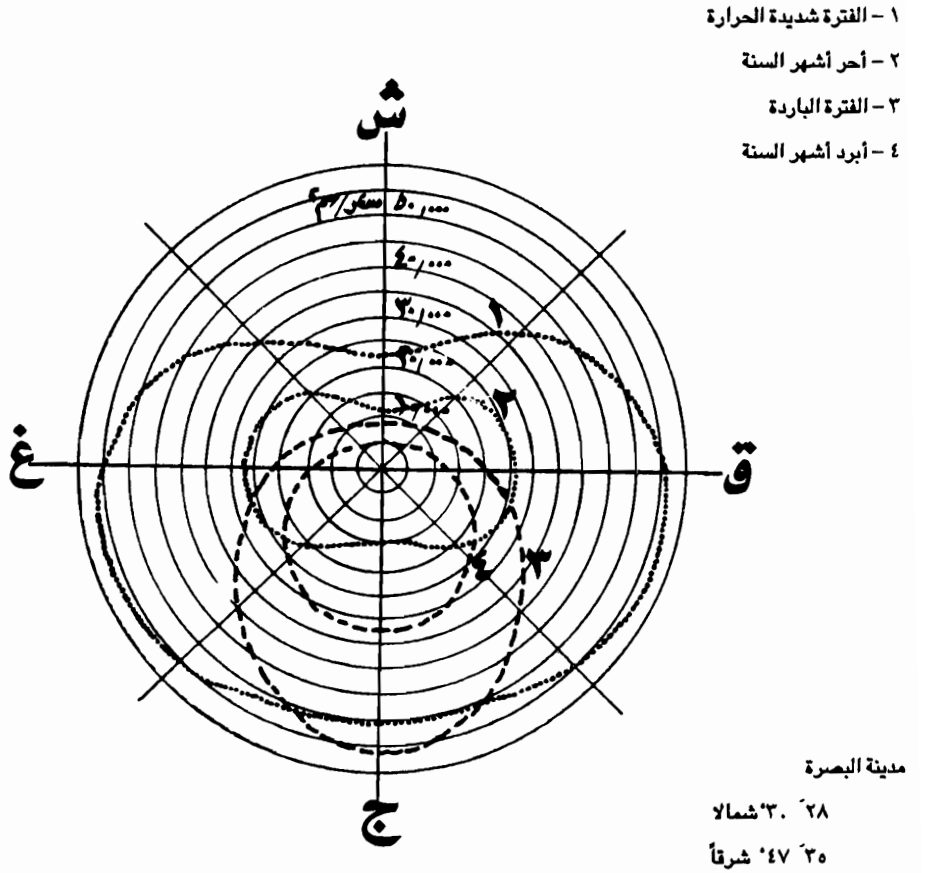
٣ - معالجة الأجزاء المصمتة (الأسقف والحوائط) .

٤ - معالجة الفتحات .

وفيما يلى شرح لكل عامل من هذه العوامل على حدة :

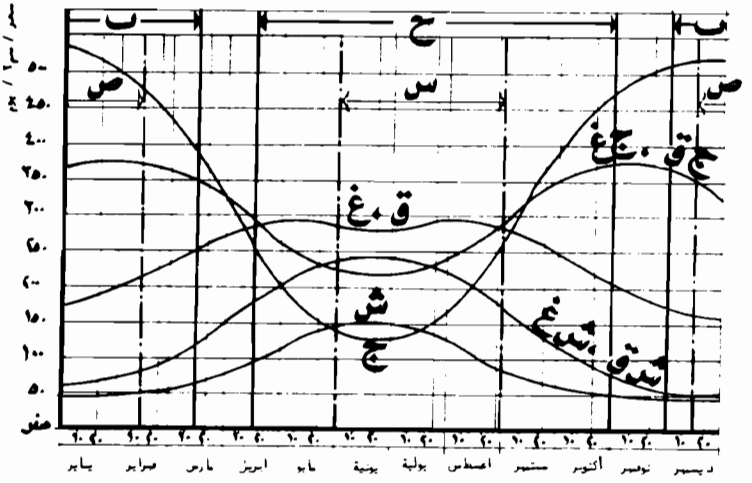
١ - التوجيه بالنسبة لأشعة الشمس Orientation :

يفضل أن يأخذ محور المبنى الطولى الاتجاه شرق غرب ، أى أن الواجهة الطولية هى الشمالية ، وبذلك تسقط أشعة الشمس على واجهة واحدة طويلة هى الجنوبية ، ويتضح ذلك فى شكل (١٩) ، حيث إن الجزء الشمالى يأخذ أقل كمية من الحرارة فى الفترة شديدة الحرارة Overheated Period ، كما تأخذ الواجهة الجنوبية أكبر كمية من الحرارة فى الفترة الباردة Underheated Period .



شكل ١٩ : القيم الكلية للإشعاعات قصيرة الموجة التى تسقط على الواجهات فى توجيهات مختلفة فى فترات مختلفة من السنة

ويلاحظ فى شكل (٢٠) أن الجنوب يتلقى صيفاً أقل كمية من أشعة الشمس ، وتعليل ذلك أن الشمس تكون شبه عمودية ، فتكون المركبة العمودية Perpendicular Component لأشعة الشمس على الواجهة القبلية أصغر ما يمكن والعكس صحيح بالنسبة لفصل الشتاء .

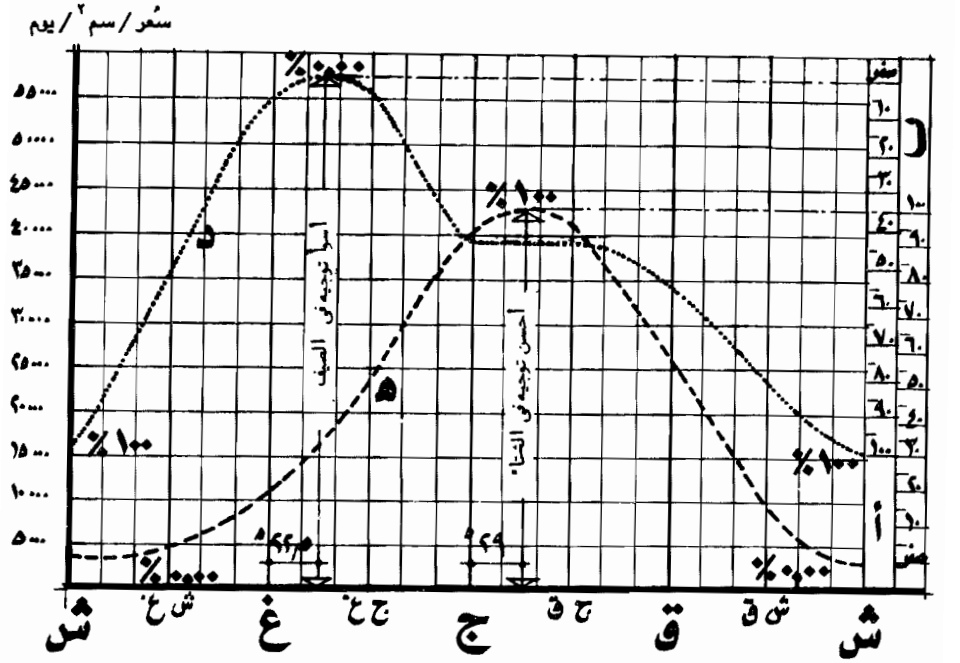


ح = الفترة شديدة الحرارة س = أحر أشهر السنة ب = الفترة شديدة البرودة ص = أبرد أشهر السنة

شكل ٢٠ : القيم اليومية للإشعاعات قصيرة الموجة التى تسقط على الواجهات الرأسية مختلفة التوجيه فى فترات مختلفة من السنة - مدينة البصرة

وشكل (٢١) يمثل « مقياس التفضيل فى التوجيه » ، حيث يمثل المنحنيان (أ ، ب) العلاقة بين الكمية الكلية للأشعة الساقطة (چول / سم^{2}) وواجهة المبنى التى تتلقى تلك الأشعة وذلك بالنسبة للصيف والشتاء .

وعلى جانب الرسم تم توقيع مقياس التفضيل (أ ، ب) ، وهو تدرج فى النسب المئوية ، حيث تمثل ١٠٠٪ فى مقياس " أ " أفضل توجيه بالنسبة لفصل الصيف ، وهو الذى يستقبل أقل كمية من أشعة الشمس وهو تدرج من أعلى إلى أسفل ، أما مقياس " ب " فهو تدرج من أسفل إلى أعلى ، وفيه تمثل ١٠٠٪ أيضاً أفضل توجيه بالنسبة لفصل الشتاء ، حيث تستقبل الواجهة أكبر كمية من أشعة الشمس .



أ = مقياس تفضيل التوجيه صيفاً

ب = مقياس تفضيل التوجيه شتاءً

ه = حينما تتخطى درجة الحرارة اليومية ٢٢° منوية

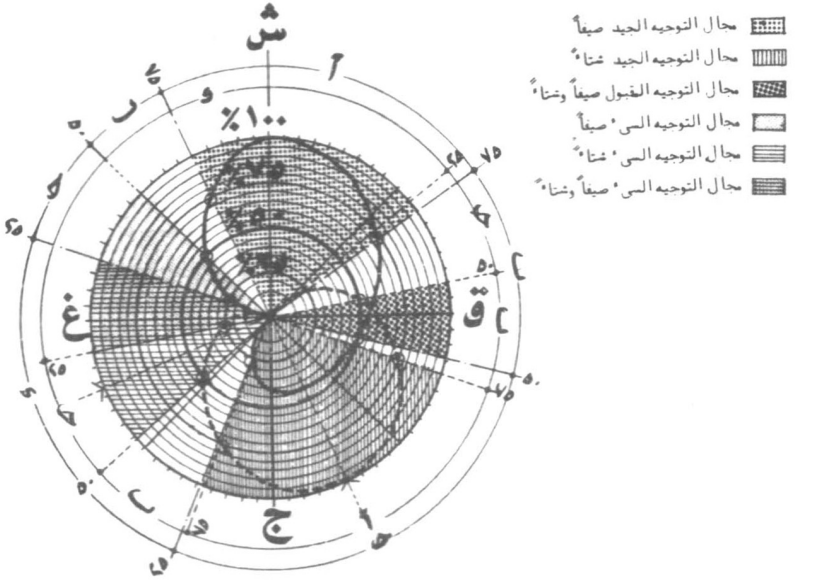
هـ = حينما تقل درجة الحرارة اليومية عن ١٥° منوية

شكل ٢١ : العلاقة بين الكمية الكلية للأشعة الساقطة على واجهة وتوجيه هذه الواجهة – مقياس التفضيل – البصرة ٢٨° ٣٠' شمالا ، ٣٥° ٤٧' شرقاً

ولتسهيل قراءته ترجم الرسم البيانى السابق الى خريطة التوجيه Orientation Chart (شكل ٢٢) .

ويدل التدريج على المحيط الخارجى على مجالات مستوى التوجيه . أما التدريج الداخلى على قطر الدائرة ، الذى يمثل دوائر متحدة المركز ، فيدل على نسب أفضلية التوجيه ، وذلك بالنسبة لفصلى الصيف والشتاء .

وهذه الخريطة هى تجميع لخريطتى توجيه الصيف والشتاء ، وهى ليست مطلقة بل تحدد بالنسبة للمواقع المختلفة حسب مكانها على خطوط الطول والعرض .

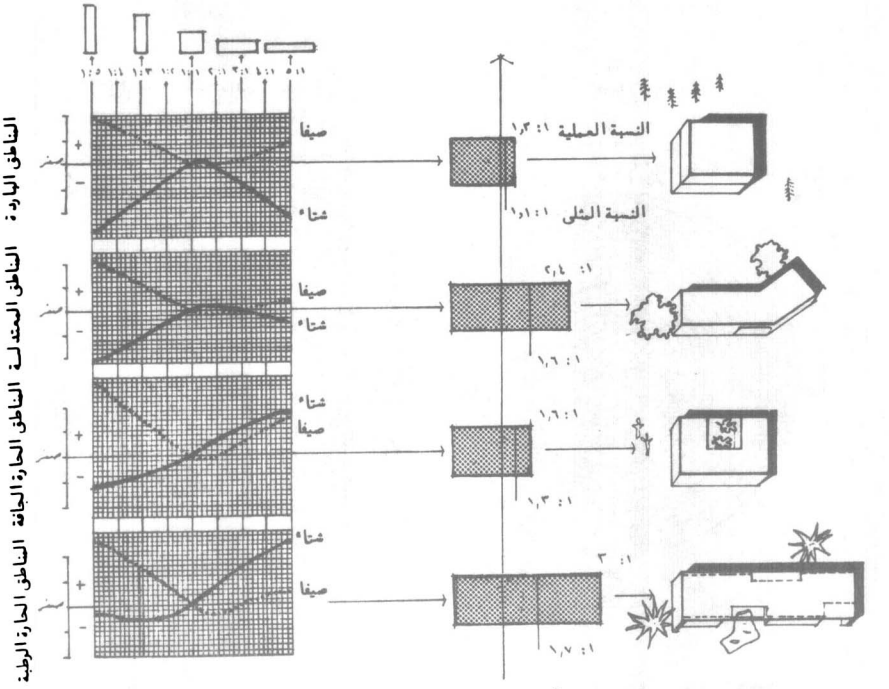


شكل ٢٢ : خريطة التوجيه - القاهرة ٣٠° ٣ شمالا ، ١٥° ٣١ شرقا

وواضح بالنسبة لخريطة مدينة البصرة بالعراق ، وهى تقع تقريباً على نفس خط عرض مدينة القاهرة أن التوجيه الأمثل الشمالى والتوجيه الأسوأ هو الغرب وذلك سواءً بالنسبة للصيف أو الشتاء .

وقد أجريت تجارب للوصول إلى أنسب شكل للمبنى بالنسبة للمناطق المختلفة ، ويوضح لنا شكل (٢٣) نتيجة هذه التجارب بالنسبة للمنطقة الحارة الجافة وكذلك الحارة الرطبة . ففى المنطقة الحارة الجافة ، تكون النسبة المثلى لاستطالة المبنى هى ١,٣:١ ويمكن أن تزيد إلى ١,٦:١ ، وبخلخلة الكتلة وعمل حوش داخلى تزداد المسطحات الشمالية ، دون تأثير على نسبة الاستطالة ، مما يؤدى إلى زيادة الظل سواءً على الواجهات أو على أرضية الفناء .

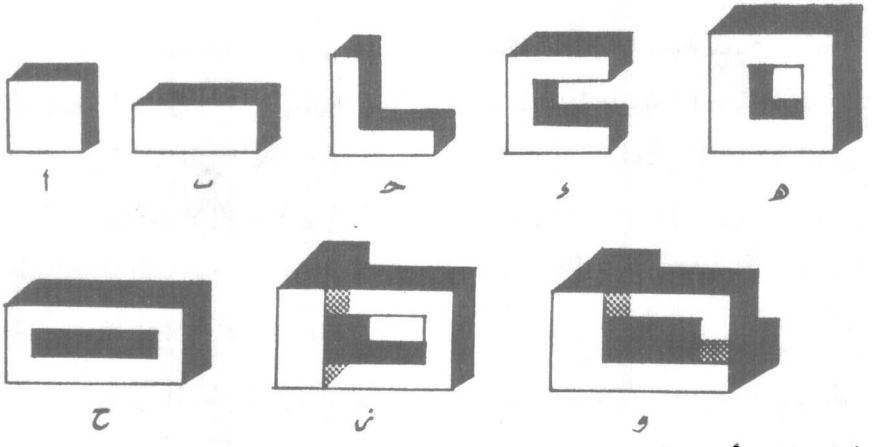
أما فى المناطق الحارة الرطبة فتكون النسبة ١ : ١,٧ - نظرياً - بالإمكان أن تزيد إلى ١ : ٣ عند التطبيق .



شكل ٢٣ : الشكل الأنسب للمبانى فى المناطق المناخية المختلفة

٢ - كتلة المبنى وشكله Form of the building :

يكون لشكل المبنى وكتلته أهمية كبيرة فى تحديد كمية الإظلال به . ويوضح (شكل ٢٤) اختلاف كمية الظلال بين مبانٍ ذات سطح مستوٍ . ويلاحظ أن أقل نصيب

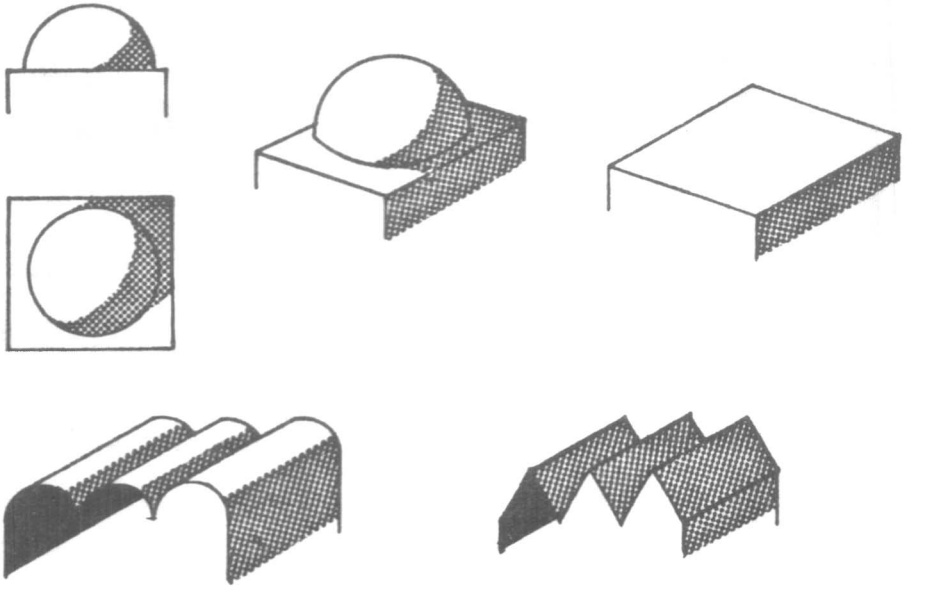


شكل ٢٤ : تأثير شكل المبنى على كمية الظلال الساقطة . من الواضح أن أكبر كمية ظلال تكون فى المبنى متعدد الأدوار ذى الحوش الداخلى

من الظلال يخص المبنى المربع ، وذلك سواء من ناحية الواجهات أو الأسقف المظللة وكمية الظل الساقطة على الأرض .

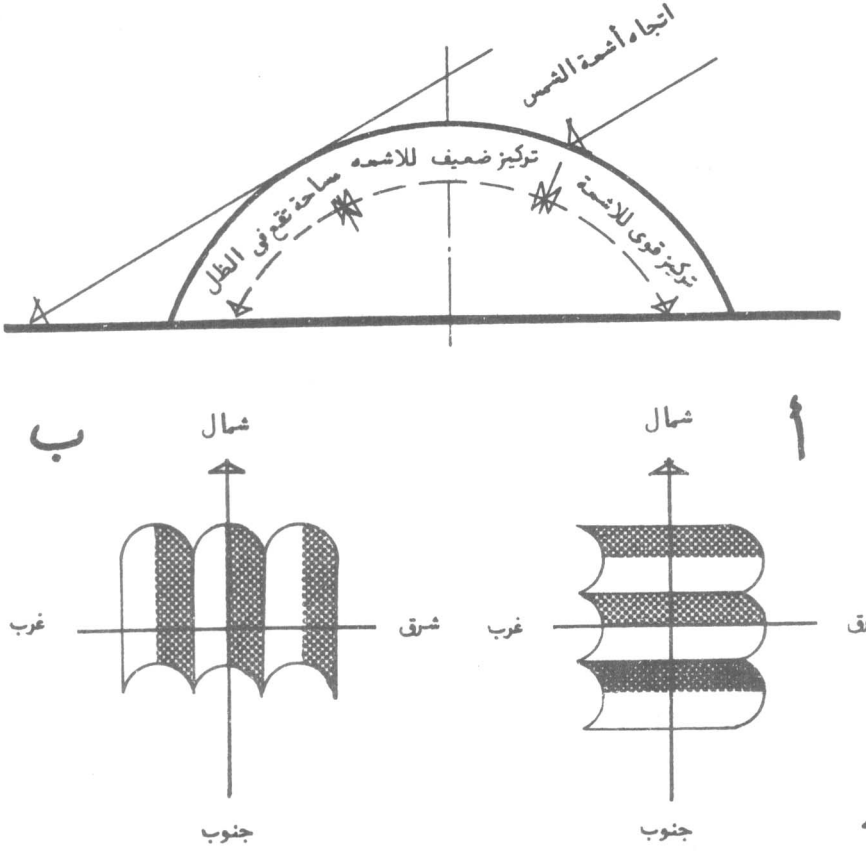
وتزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيداً ، ويلاحظ كثرة الظلال فى المنزل ذى الحوش وخاصة إذا كان هناك أجزاء ترتفع أكثر من دور واحد . كما تأخذ المبانى غير مستوية الأسقف كمية ظلال أكبر ، وذلك بسبب عدم تعرض سطحها المحنى مثل القبة والقباب بالكامل لأشعة الشمس خلال ساعات النهار ، خلافاً لما يحدث بالنسبة للسطح الأفقى (شكل ٢٥) .

شكل ٢٥ : تأثير شكل السطح فى كمية الظلال



يؤدى استخدام الأسطح المنحنية والمنكسرة إلى زيادة كمية الظل الذاتى والساقط وبالتالى تقليل الجزء المعرض لأشعة الشمس من سطح المبنى . كذلك تكون شدة الأشعة على وحدة المساحة من السقف أقل منها على السطح الأفقى المستوى .

(تابع) شكل ٢٥ : تأثير شكل السطح فى كمية الظلال



أ – فى هذا الوضع يكون الجزء الأكبر من القبو معرض للشمس طوال النهار وبذلك لا يحقق القبو أقصى مميزاته .

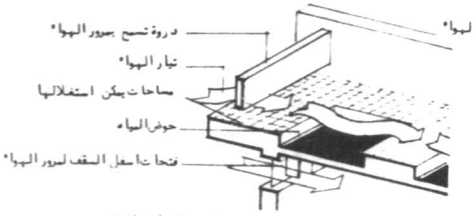
ب – فى هذا الوضع يتحقق أقصى استغلال لخواص القبو حيث يقع الظل فى الجانبين الشرقى أو الغربى وبذلك يظل الجزء الأكبر من القبو مظلل طوال ساعات النهار .

٣ – معالجة الأجزاء المصمتة :

معالجة السطح (شكل ٢٦)

يتعرض سطح المبنى العلوى لأشعة الشمس المباشرة طوال ساعات النهار ، لهذا كانت الحاجة لاتخاذ الاحتياطات اللازمة فى تصميمه وطريقة إنشائه . وعلاوة على ما سبق ذكره بالنسبة لشكل السطح يمكن إجراء الآتى :

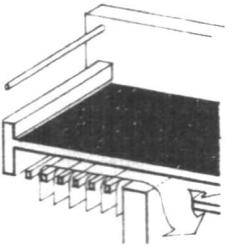
أ – تغطية السطح العلوى للسقف بمادة عاكسة لأشعة الشمس لتقل الطاقة

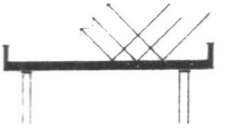


ال السقف بالكامل على هيئة حوض مياه

أ ـ استعمال أحواض المياه

استعمال احواض منفصلة تسمح باستغلال باقى السقف

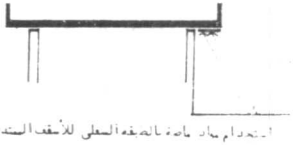




استخدام سطح عاكس فى تغطية السطح

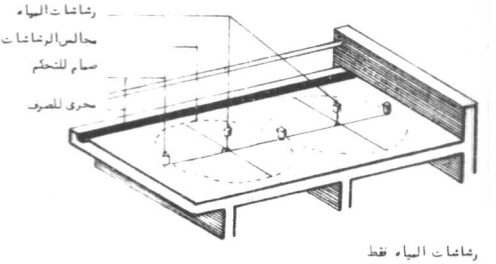
استخدام سقف مزدوج مع تحريك الهواء

استخدام بلاطات مفرغة مع وجود فتحات علوية أسفل السقف

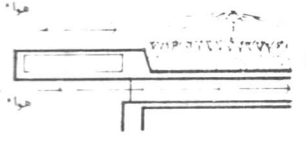


استخدام مياه باردة بالصفة السفلى للأسقف المعدنة

ب ـ بعض الاحتياطات الأخرى فى تصميم الأسطح



رشاشات المياه فقط



رشاشات المياه بحديقة السطح

جـ ـ استخدام رشاشات المياه فوق الأسطح

شكل ٢٦ : معالجة السطح العلوى للمبنى

الحرارية الناتجة من سقوط الأشعة . ويستلزم هذا الأمر الصيانة المستمرة ، إذ أنه بفساد السطح العاكس بسبب العوامل الجوية يعطى نتيجة مخالفة للمطلوب .

ب - بناء السقف من بلاطتين منفصلتين كلياً عن بعضهما البعض ، لتتركا فراغاً لحركة الهواء الحرة تماما . وهنا تقوم البلاطة العليا بدور المظلة التى تقى السقف الرئيسى أو البلاطة السفلية من أشعة الشمس مع قيام طبقة الهواء المحصورة بينهما بدور العزل الحرارى .

جـ - استعمال مادة عازلة للحرارة مثل السيلتون توضع فوق البلاطة الخرسانة المسلحة مباشرة . كذلك يمكن تغطية الأسطح بمواد عزل طبيعية مثل الطمى وزراعتها بالنباتات الخضراء (حديقة السطح) .

د - استخدام رشاشات المياه على الأسقف ، حيث يتم خفض درجة حرارة السقف نتيجة للبخر ، وتعمل الرشاشات بضغط المياه فى مواسير التغذية أو بطرق ميكانيكية بسيطة كما يمكن توقيت عملية الرش على فترات أو بازدياد درجة حرارة الجو عن طريق ترموستات ، ويمكن الاستفادة بعملية الرش فى زراعة حديقة السطح .

هـ - يغطى السطح السفلى الممتد خارج حوائط المبنى (الكابولى) بمادة ذات لون داكن ، لتمتص أشعة الشمس التى قد تنعكس على سطح الأرض المحيطة حتى لا تنعكس مرة ثانية على المبنى .

٤ - معالجة الحوائط :

تتعرض الحوائط لكمية أشعة شمس أقل من السقف نظراً لاختلاف تعرضهما لأشعة الشمس حسب اتجاهها خلال ساعات النهار ، ولتغير زاوية ميل أشعتها باختلاف فصول السنة ، علاوة على كونها رأسية فتكون الطاقة المكتسبة فى هذه الحالة أقل مما يكتسبه السقف من الطاقة ذاتها . إلا أنها تتعرض للأشعة الشمسية المنعكسة وخاصة فى المناطق الصحراوية حيث تكتسب الرمال الناعمة خاصية السطح العاكس .

وهناك رأى قائل بأن تغطية الحوائط بمادة لامعة عاكسة لأشعة الشمس يفيد فى عكس الأشعة الساقطة بعيداً عن المبنى . ويمكن تنفيذ هذا الرأى إذا كان المبنى منفرداً بذاته . إذ أن كمية الأشعة التى تنعكس بعيداً عن المبنى من مبنى مجاور مطلى باللون الأبيض أو المغطى بسطح عاكس تفوق تلك الكمية التى يعكسها هو . لذلك فمن الأفضل استعمال سطح غير ناعم مثل البياض الخشن (الطرطشة) أو البروز بطوب الواجهات ، وذلك لكى تسقط البروزات ظلاً قد يصل إلى تغطية نصف مسطح الواجهة (شكل ٢٧) .

يستعمل الطوب الظاهر علاوة على الناحية الزخرفية فى اسقاط كمية من الظلال على الواجهة – منزل بواحة فى تونس

شكل ٢٧ : الملمس وكمية الظلال

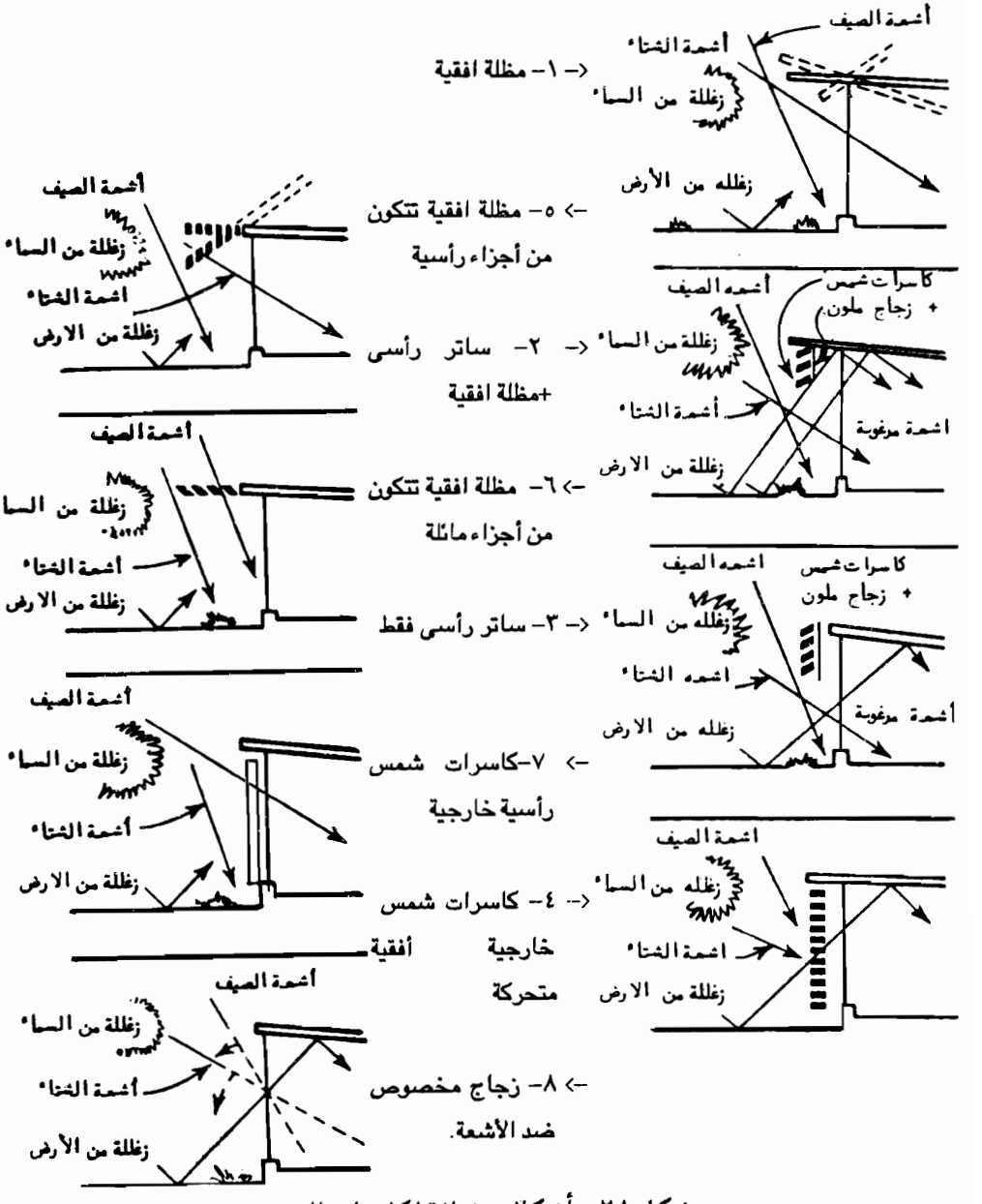
ويمكن اللجوء إلى تظليل الواجهات بواسطة كاسرات الشمس ، تماماً مثل التى تستعمل بالنسبة للفتحات ، أو جعل الحائط مزودجاً بنفس فكرة السقف المزدوج السابق ذكرها أو البروز بكتل من المبنى ذاته .

٥ – معالجة الفتحات :

تعتبر الفتحات مصدراً رئيسياً لنفاذ الحرارة إلى داخل المبنى ، لذا وجب دراسة العوامل التى تتحكم فى كمية النفاذ الحرارى خلال الفتحات . وعلاوة على توجيه الفتحات الذى يتبع توجيه المبنى فإن تظليلها يعتبر من أهم تلك العوامل ويتم ذلك بواسطة كاسرات الشمس .

كاسرات الشمس Sun Breakers :

وهى عبارة عن عناصر تنشأ خصيصاً للوقاية من أشعة الشمس وتتخذ عادة أحد اتجاهين الرأسى أو الأفقى أو كليهما معاً (شكل ٢٨) .

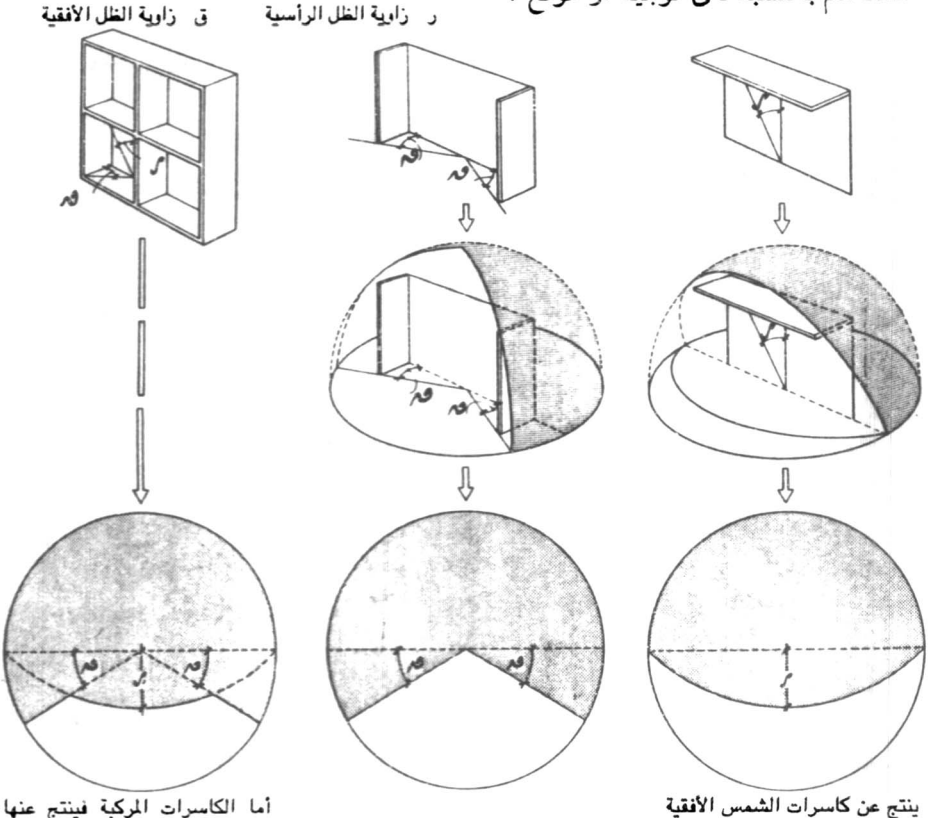


شكل ٢٨ : أشكال مختلفة لكاسرات الشمس

ويكون التعبير عن الظل الناتج من المعالجات المختلفة للفتحة بما يسمى قناع الإظلال .

قناع الإظلال Shading Mask :

وهو الشكل الناتج عن توقيع الظل الساقط على الفتحة بنفس طريقة الإسقاط المتبعة فى خريطة المسار الشمسى ، ويدل على الجزء من قبة السماء الذى سوف تحجبه الكواسر الشمسية عن نقطة الملاحظة الموجودة فى مركز الشكل ، فهو إسقاط لهذا الجزء على الخريطة الشمسية ، وهو يدل على تلك الأجزاء من السماء التى لن يصل منها إلى نقطة الملاحظة شيئاً من الأشعة . وحيث إن تلك الأقنعة هى إسقاطات هندسية مجردة الزوايا فهى مستقلة إذن عن أى اتجاه أو خط عرض ، لذلك يمكن أن تستخدم بالنسبة لأى توجيه أو موقع .



شكل ٢٩ : قناع الإظلال

ويأخذ قناع الإظلال شكله تبعاً للعنصر الذى ينتج عنه ، فينتج عن كاسرات الشمس الأفقية قناعٌ على شكل جزء من دائرة . وينتج عن الكاسرات الرأسية قناع إشعاعى Radial Pattern . أما الكاسرات المركبة فينتج عنها قناع مركب من الشكلين السابقين (شكل ٢٩) .

وبوضع قناع الإظلال لواجهة مبنى على خريطة المسار الشمسى بالتوجيه المطلوب ، يمكن قراءة الأوقات التى يتم فيها منع أشعة الشمس من الوصول إلى الواجهة.

ويكون قناع الإظلال كلياً (قناع ١٠٠٪) عندما تكون نقطة الملاحظة أسفل السطح المظلل أو يكون جزئياً (٥٠٪ مثلاً) إذا كانت نقطة الملاحظة تقع فى منتصف ارتفاع الواجهة المذكورة .

ويمكن إيجاز خطوات عمل قناع الإظلال لواجهة معينة فيما يلى :

١ - إيجاد زوايا الظل للشعاع على المسقط الأفقى أو الجانبى ، وذلك بتوصيل نقطة الملاحظة بالأحرف التى تسقط الظل ، سواء كان الإظلال كلياً أو جزئياً .

٢ - إيجاد المسقط أو المساقط الهندسية لتلك الزاوية أو الزوايا على خريطة المسار الشمسى وذلك باستخدام منقلة زوايا الظل .

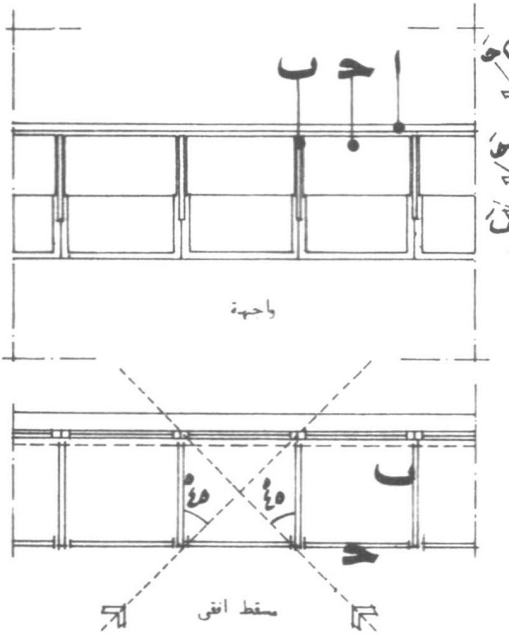
٣ - تركيب الإسقاطات المختلفة للحصول على قناع الإظلال النهائى .

مثال :

المطلوب عمل قناع إظلال كلىّ للواجهة المبينة علماً بأنها لمبنى يقع على خط عرض ١٠° شمال خط الاستواء وموجهة جنوب غرب .

بمراجعة الأشكال (٣٠) وتوقيع زوايا الظل لكل عنصر من عناصر كاسرة الشمس تكون النتيجة :

شكل ٣٠ : طريقة عمل قناع الإظلال لواجهة معلومة



١

أ كاسر أفقى مستمر

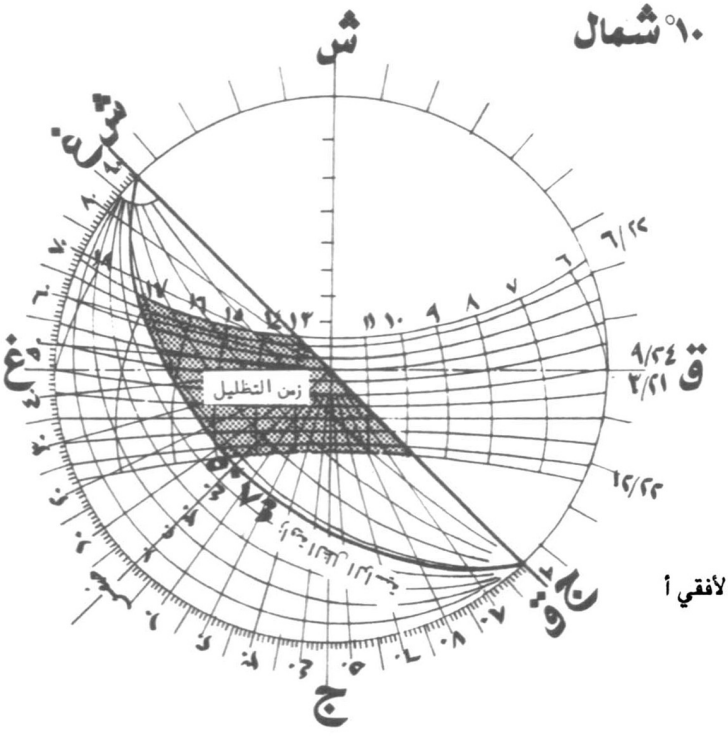
ب كاسرات رأسية عمودية علي الواجهة

ج كاسرات رأسية موازية للواجهة

زاويا الظل الرأسية الناتجة عن الكاسرات الثلاثة

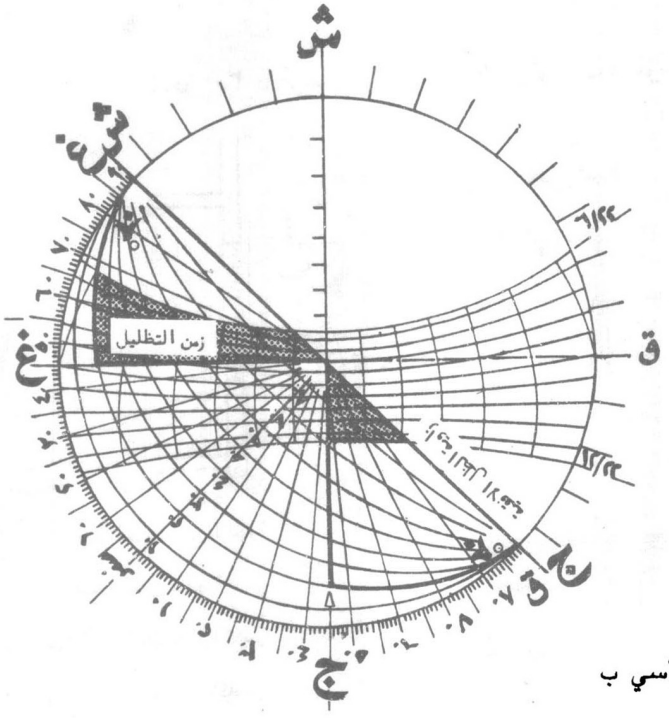
زاويا الظل الأفقية الناتجة عن الكاسر ب

أ، ب، جـ المحددة للظلال من الكاسرات الثلاثة



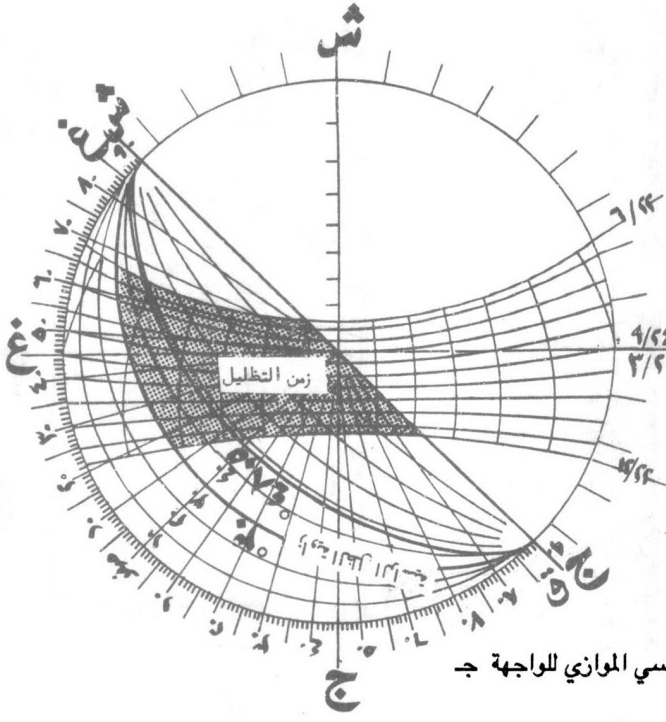
٢

الظل الناتج عن الكاسر الأفقي أ



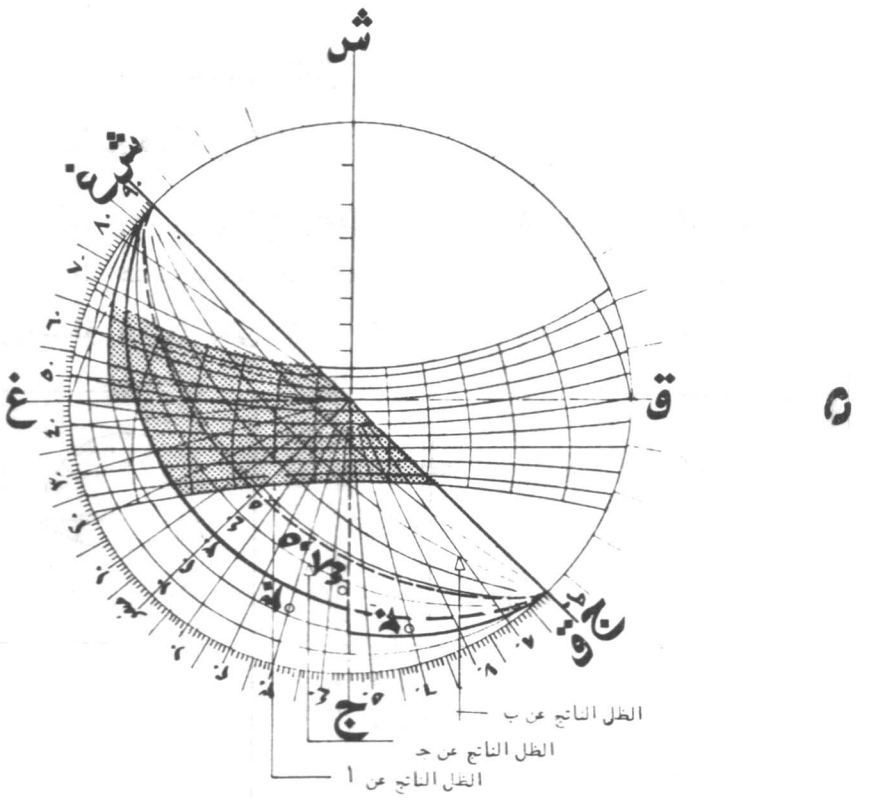
٣

الظل الناتج عن الكاسر الرأسي ب



٤

الظل الناتج عن الكاسر الرأسي الموازي للواجهة جـ



زاويا الظل الرأسية ، وتمثل الجزء الذى يظلله كل عنصر من كاشرات الشمس الأفقية وكذلك الحافة العليا لكاسرات الشمس الرأسية الموازية للواجهة وذلك على المستوى الرأسى (القطاع الرأسى) .

بالنسبة للكاسر الأفقى يحدد زاوية الظل أ من ٩٠° إلى ٤٨,٥° .

بالنسبة للكاسر الرأسى الموازى للواجهة تحدد حافته العليا والسفلى .

زاوية الظل " أ " ٤٨,٥° و " جـ " ٣٠° على التوالى .

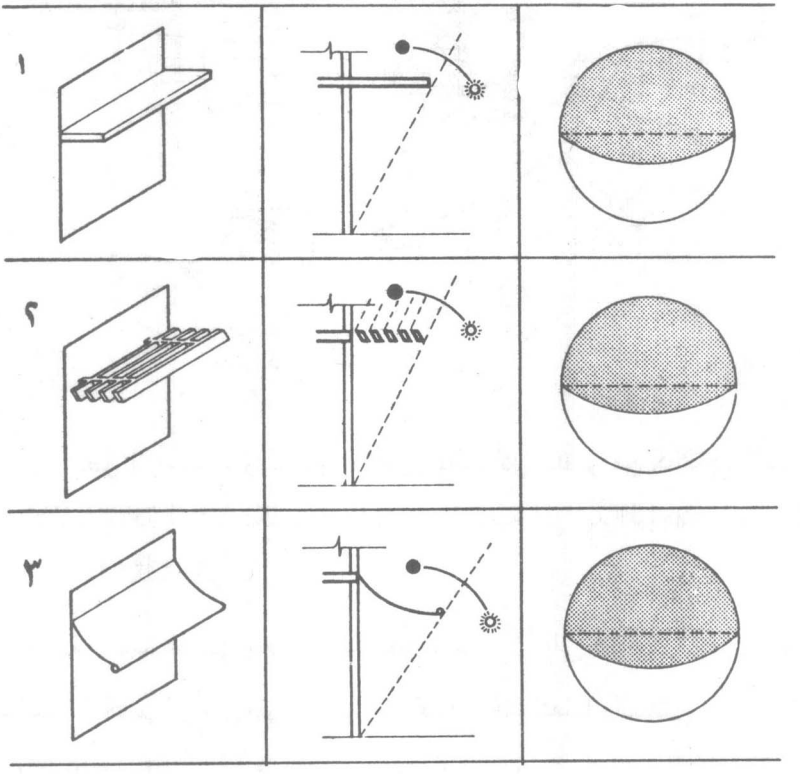
بالنسبة للكاسر الرأسى العمودى على الواجهة يحدد زاوية الظل من ٩٠° إلى ٢٠° .

زاويا الظل الأفقية ، وتمثل الجزء الذى يظلله كاسر الشمس الرأسى العمودى على الواجهة وذلك على المستوى الأفقى (المسقط الأفقى) .

وهذا الكاسر يحدد زاوية الظل " ب " من ٩٠° إلى ٤٥° .

وأيضاً من ٤٥° إلى ٩٠° .

ويمكن الوصول إلى قناع الإظلال لأى كاسرات شمسية مهما بلغت من التعقيد حيث تحلل إلى عناصرها البسيطة وتحدد أقنعة الإظلال لكل عنصر على حدة ثم تجمع لتعطى الشكل المركب النهائى (شكل ٣١) .

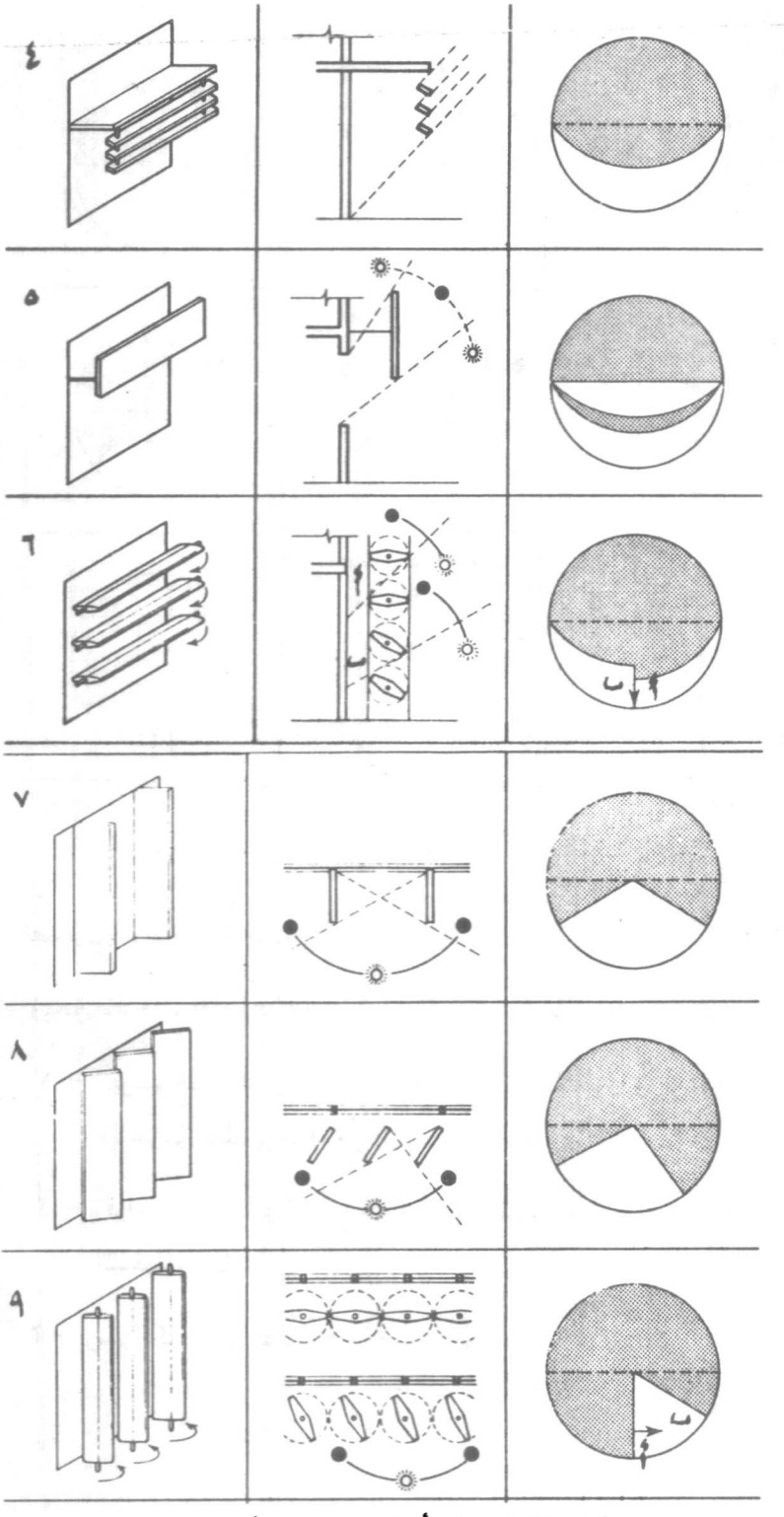


شكل ٣١ : أشكال مختلفة لأقنعة الظلال

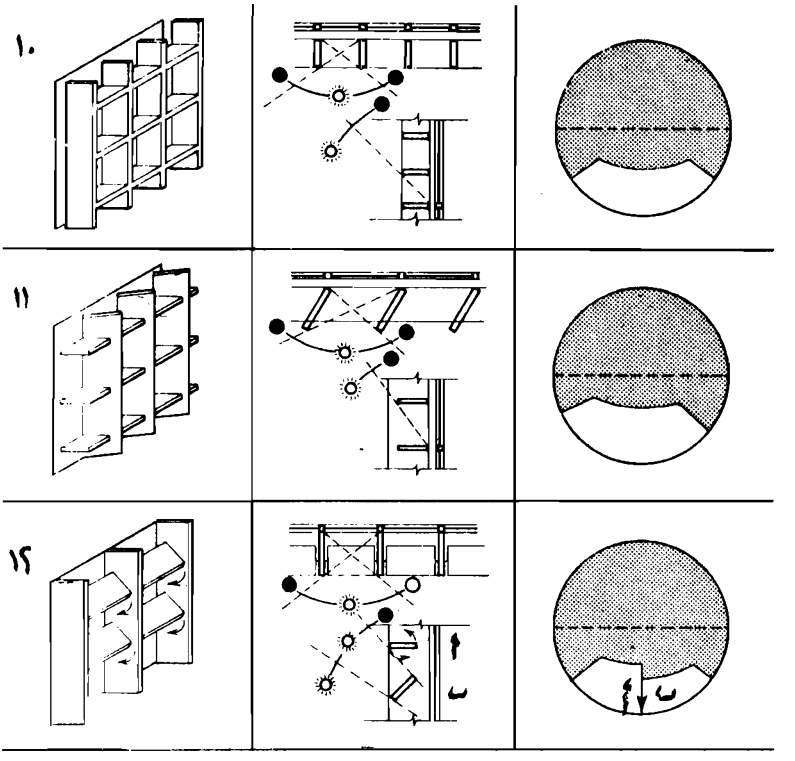
١-٦ أقنعة ظلال لكاسرات شمس تصلح للواجهات الجنوبية وما يقربها من توجيهات حيث تكون الشمس عالية

٧-٩ أقنعة ظلال لكاسرات شمس تصلح للواجهات الشرقية والغربية وما يقربها من توجيهات حيث تكون زاوية الظل الرأسية صغيرة.

١٠-١٢ أقنعة ظلال مركبة.



شكل ٣١ (بقية): أشكال مختلفة لأقنعة الظلال



شكل ٣١ (بقية): أشكال مختلفة لأقنعة الظلال

تصميم كاسرات الشمس :

ويمكن استخدام أقنعة الظلال بطريقة عكسية فى تصميم كاسرات الشمس وذلك:

١ - يرسم قناع الظل الأمثل للواجهة من ناحية طول وزمن وقت التظليل المرغوب وذلك بواسطة خريطة المسار الشمسى والمنقلة .

٢ - قراءة زوايا الظل الرأسية والأفقية المطلوبة على المنقلة وتوقيعها على المسقط والقطاع .

٣ - رسم الكاسرات المطلوبة فى القطاع والمسقط .

مثال :

فى مبنى مكاتب بمنطقة تقع عند خط عرض ٣٠° شمالاً يراد حماية فتحة عرضها ٣,٦٠ وارتفاعها ٢,٤٠ وارتفاع الجلسة ٠,٤٠ م ، باستعمال كاسرات الشمس مع العلم أن الفتحة متجهة جنوب شرق والوقت الحرج للتصميم من الساعة الحادية عشرة صباحاً وحتى الساعة الثانية بعد الظهر .

خطوات العمل (شكل ٣٢) :

أولا : بتحديد زمن الإظلال المطلوب على الخريطة الشمسية وقراءة زوايا الظل ينتج (شكل ٣٢ أ):

زاوية الظل الرأسية = ٤٨° .

زوايا الظل الأفقية من ٢٠° إلى ٩٠° .

ومن هذا يستنتج أن الكاسرات الرأسية غير اقتصادية حيث تتطلب بروزاً كبيراً جداً .

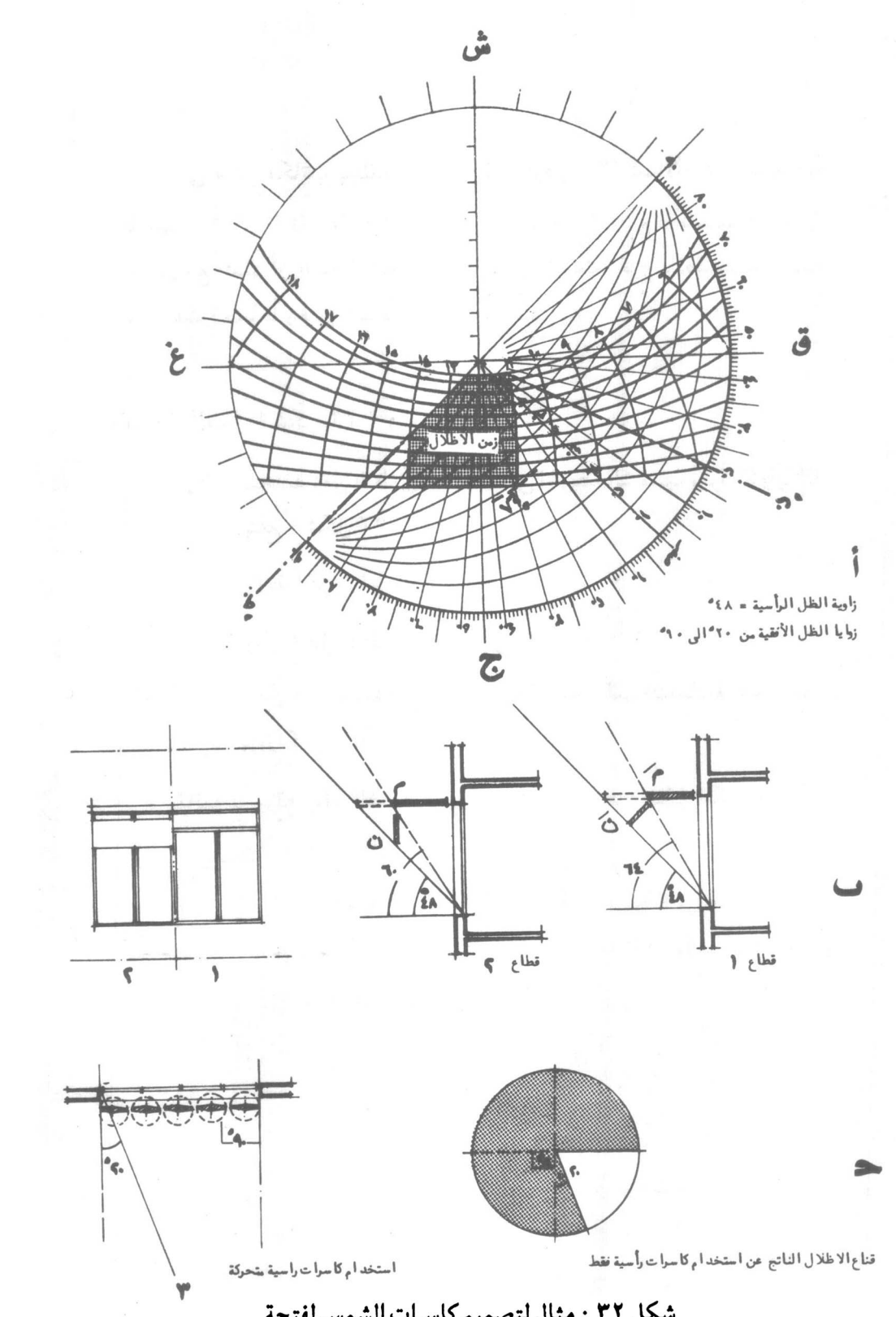
ثانيا : توقع زوايا الظل الرأسية على القطاع ويحدد شكل الكاسرات الأكثر ملاءمة شكل (٣٢ ب) .

وبما أن استخدام كاسر أفقى واحد يتطلب بروزاً كبيراً فى هذه الحالة ، يمكن اختيار أشكال مختلفة ثابتة ومتحركة للكاسرات بشرط أن تقوم بالإظلال المطلوب .

١ - كاسر " م " يظلل من ٩٠° إلى ٦٤° .

كاسر " ن " يظلل من ٦٤° إلى ٤٨° .

وهذا الكاسر يظهر مسطح زجاج أكبر من النافذة .



شكل ٣٢ : مثال لتصميم كاسرات الشمس لفتحة

٢ - كاسر " مَ " يظلل من ٩٠° إلى ٦٠° .

كاسر " نَ " يظلل من ٦٠° إلى ٤٨° .

ثالثا : ويمكن استخدام كاسرات رأسية متحركة (شكل ٣٢ جـ) .

ويمكن الوصول إلى نفس النتيجة بتحديد الزوايا السابقة على منقلة زوايا الظل ، وبوضعها على الخريطة الشمسية بالاتجاه المطلوب يمكن معرفة زمن التظليل .

ولكى تكون الحماية من الشمس مضمونة النجاح ، يجب دراسة كل واجهة على حدة .

ولايدل على فشل مبنى ، أكثر من استعمال نفس الكاسرات فى الواجهات الأربع ، إذ ليس هناك سبب منطقى لذلك .

وهناك قواعد عامة يجب مراعاتها عند استخدام كاسرات الشمس :

- بالنسبة للواجهات الجنوبية : تستعمل الكاسرات ذات الأقنعة القوسية Segmental ، وتستعمل الكاسرات الأفقية بنجاح .
- الواجهات الشرقية والغربية : تستعمل الكاسرات ذات الأقنعة المركزية Radial وهى كاسرات رأسية بالإمكان أن تأخذ ميلاً ناحية الشمال ، وذلك لإعطاء حماية أكبر من أشعة الشمس .
- أما الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية فتستعمل فيها الكاسرات المركبة .
- تستعمل الكاسرات الثابتة فى الحالات الثلاث السابقة ، ولكن من المفضل استخدام الكاسرات المتحركة ، حيث تتغير زوايا الشمس بسرعة فى الشرق والجنوب الشرقى وكذلك فى الغرب والجنوب الغربى .
- يجب أن توضع الكاسرات بحيث تتلافى انعكاس أشعة الشمس الساقطة عليها على أى جزء من أجزاء المبنى .

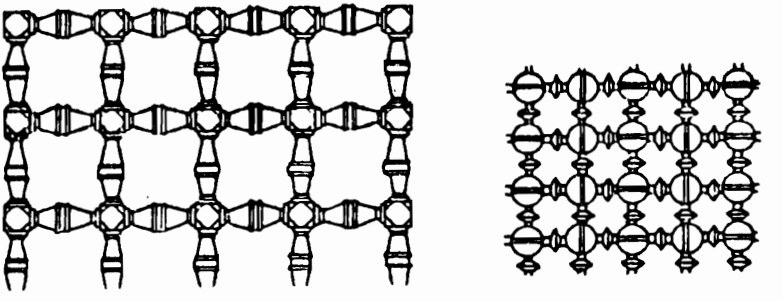
- يجب أن تكون المادة المصنوعة منها الكاسرات خفيفة ولا تحتفظ بالحرارة حتى لا تسخن وتشع الحرارة على الواجهة .

- يستحسن ترك فراغ صغير بين كاسرة الشمس والواجهة ، وذلك لسحب الهواء الساخن بسرعة من على الواجهة ، ويقلل من انتقال الحرارة من خلال اتصال الكاسرة بالواجهة .

وتعتبر المشربية من أنجح الحلول فى معالجة الفتحات . وهى بالإضافة إلى وظيفتها الأساسية فى حجب أشعة الشمس فى مختلف أوضاعها إلا أن تدرج اتساع فتحاتها ، حيث تضيق هذه الفتحات عند مستوى النظر وتتسع بالتدريج إلى أعلى ، أدى إلى التدرج فى كمية الإضاءة النافذة ، الأمر الذى يمنع حدوث الزغللة ويحقق راحة العين .

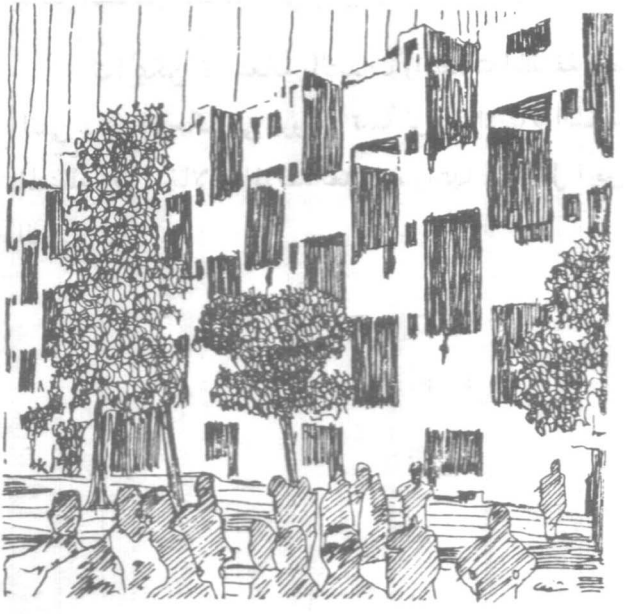
كما أنها تساعد فى تحريك الهواء داخل الغرفة حيث تزداد حركة سحب الهواء المنعش الداخل من الفتحات الصغيرة السفلية وخروج الهواء الساخن من الفتحات الكبيرة العلوية وبذلك تتحق تهوية طبيعية جيدة .

وبالإضافة إلى ما سبق فالمعروف أن استعمال المشربية يحقق أعلى درجات الخصوصية ، بالإضافة إلى أن استعمال مادة الخشب فى صناعتها يعطى الميزة فى أنه لا يسخن كثيراً بتأثير أشعة الشمس وبالتالى لا يشع حرارة على الهواء المحيط (شكل ٣٣) .

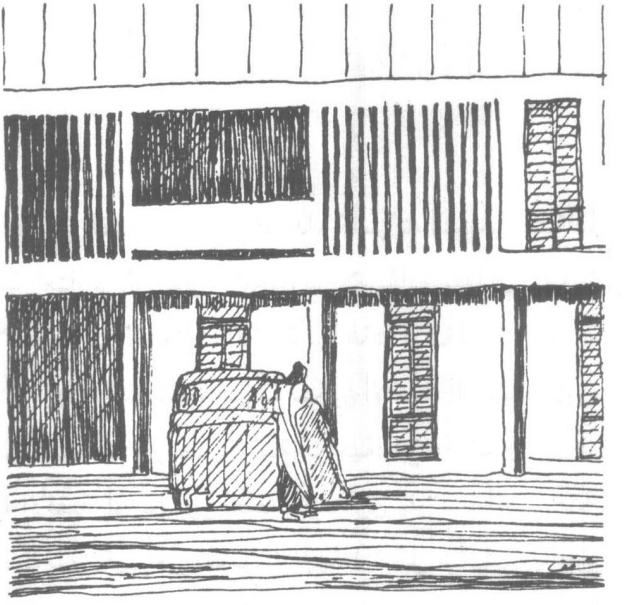


شكل ٣٣ : المشربية

ولا يقتصر الأمر فى تظليل الفتحات على استخدام كاسرات الشمس بشكلها المجرد ، بل يمكن أيضاً دراسة العناصر الإنشائية والمعمارية للاستفادة منها فى تظليل الواجهات ، فيمكن مثلا الاستفادة من البروزات الأفقية لبلاطات الأسقف فى معالجة الواجهات الجنوبية ، أما فى الواجهات الشرقية والغربية فتكون الأعمدة الرأسية البارزة ذات تأثير ملموس فى تظليل الفتحات . وتصل دراسة الواجهة إلى حد البروز بأدوار كاملة تقوم بدور الكاسرات الأفقية أو بالبروز بعنصر معمارى بارتفاع المبنى مثل الأبراج ، كذلك تقوم البلكونات بدور كبير فى تظليل الواجهة (شكل ٣٤) . وبالطبع فإن قناع الإظلال بالنسبة لجميع تلك العناصر يساعد على معرفة مدى صحة التصميم .



شكل ٣٤ أ : استخدام عناصر المبنى من بلوكانات ولوجيا فى مضاعفة كمية الظلال على المبنى



شكل ٣٤ ب : ثلاثة أشكال مختلفة للحماية من الشمس فى مبنى واحد: لوجيا عميقة ، كاسرات رأسية وشباك شمسية

وتستخدم الحصائر المتحركة والستائر المعدنية فى تظليل الفتحات فقط على عكس العناصر السابقة التى يمكن أيضاً استخدامها فى تظليل الواجهات .

كما يمكن الاستعانة بالتندات والمظلات الخفيفة المصنوعة من القماش أو المشمع التى يمكن التحكم فى بروزها تبعاً لزاوية ارتفاع الشمس ، وهى مفضلة فى المبانى المتنقلة وفى الحالات المؤقتة لعدم مقاومتها العوامل الجوية واحتياجها الدائم للصيانة والتغيير .

* * *