الفصل الرابع : الطاقة الشمسية والعمارة

- مقدمة
- الاستخدام السلبى للطاقة الشمسية
  * الطريقة المباشرة لاكتساب وفقدان الحرارة
  * الطرق غير المباشرة
  * اكتساب أو فقدان الحرارة بالعزل
  * العناصر الأولية للتصميم الشمسى

الفصل الرابع

الطاقة الشمسية والعمارة

مقدمة :

ناقشت النقاط السابقة موضوع أشعة الشمس فى المناطق الحارة وتأثيرها غير المرغوب فيه على الزيادة فى درجة حرارة المناخ الخارجى وبالتالى على درجة حرارة الفراغات الداخلية للمبانى وكيفية معالجة هذا التأثير . ونتيجة لذلك فقد أعتبرت أشعة الشمس ذات تأثير سلبى يتحتم تجنبه أو على الأقل التحكم فيه بدرجة كبيرة . إلا أنه من الأهمية الاستفادة من الناحية الإيجابية لأشعة الشمس وما تمثله من طاقة يمكن استعمالها فى كثير من الأنشطة ، وبذلك يمكن الاقتصاد أو التنويع فى مصادر الطاقة .

لذلك اتجهت معظم الدول وخاصة الدول الصناعية فى استخدام الطاقة الشمسية لخدمة المجالات المختلفة من الحياة . كما أن الدراسات والأبحاث تعطى مؤشرات جيدة عل الاستخدامات العديدة لها فى مجال العمارة .

الاستخدام السلبى للطاقة الشمسية Passive Solar Energy :

ويطلق عليه " السلبى " نظراً لاستخدام الطاقة الشمسية كما هى دون تحويل .

وهناك الاستخدام " النشط " للطاقة الشمسية Active Solar Energy ، حيث تُحوّل الطاقة الشمسية إلى أنواع أخرى من الطاقة ، مثل الطاقة الكهربائية أو الطاقة الهيدروليكية قبل استخدامها .

وتستخدم الطاقة الشمسية سلبياً فى تدفئة وتبريد المبانى أى خفض درجة حرارة الجو الداخلى لها ، وهذا يعتمد على دراسة المسار الطبيعى لأشعة الشمس (الطاقة) حول المبنى وخلاله بهدف الوصول إلى توفير الراحة الفسيولوجية للإنسان .

ففى حالة التدفئة يتم تجميع الطاقة الشمسية وتخزينها ثم إعادة توزيعها بواسطة الوسائل الثلاث الأساسية للانتقال الحرارى وهى : الانتقال والتوصيل والإشعاع . وقد يستلزم الأمر استعمال بعض وسائل التحكم المساعدة للوصول بالطاقة إلى أفضل استغلال ممكن ، لهذا يجب أن يكون الاهتمام بترشيد فقدان الطاقة ضرورياً ، وذلك عن طريق دراسة العزل الحرارى والتوجيه ، ونسبة السطح إلى الحجم ، والمادة المستخدمة ذاتها والملمس واختيار مواد النهو .

أما التبريد فهو ببساطة تحسين المناخ الداخلى للمبنى بالاستخدام الأنسب للظواهر الحرارية الطبيعية . ومن الطرق المستخدمة فى التبريد نذكر التهوية الطبيعية ، والتحكم فى الفتحات ، والتبريد الليلى لكتلة الهواء الداخلية ، وانخفاض درجة حرارة الأرض وغير ذلك من الطرق .

والمبنى المصمم ليبرد تبريدا طبيعيا يجب أن يحتوى على عناصر تقلل من اكتساب الحرارة ، مثل العزل الجيد ، وكواسر الشمس المدروسة ، والتوجيه السليم .

وإذا أمكن التحكم فى الحرارة الخارجية قبل اختراقها بغلاف المبنى يكون ذلك فى مصلحة التصميم . ومن الأهمية التخلص من الحرارة داخل المبنى باستخدام خواص الانتقال الحرارى سالفة الذكر أيضا وهى الانتقال والتوصيل والإشعاع ، علاوة على وسائل أخرى مثل التبخير Evaporation ، والتجفيف Dehumidification .

وهناك ثلاث طرق رئيسية لاستخدام الطاقة الشمسية فى التسخين والتبريد وهى :

أ - اكتساب أو فقدان مباشر للطاقة الشمسية Direct gain/loss .

ب - اكتساب أو فقدان غير مباشر وذلك بواسطة الحائط المختزن للحرارة أو بركة مياه على سطح المبنى .

جـ - التسخين أو التبريد بالعزل ويشمل طريقة الفراغ الشمسى Sunspace والسيفون الحرارى Thermosiphon .

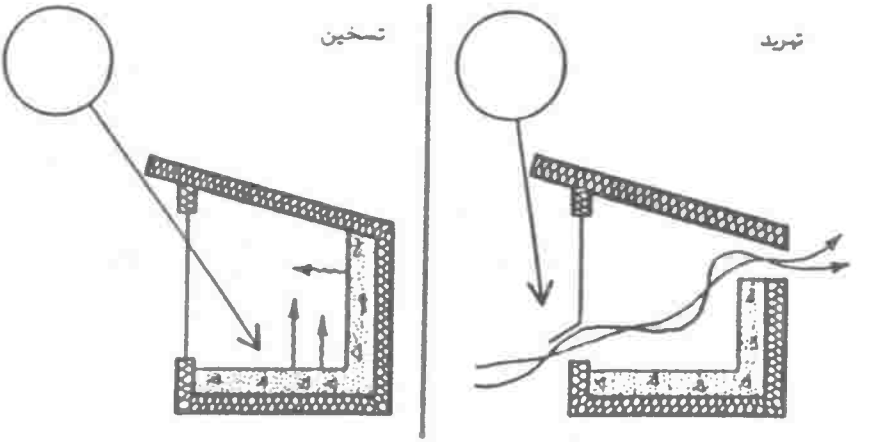
وفيما يلى شرح لهذه الطرق .

الطريقة المباشرة لاكتساب أو فقدان الحرارة (شكل ٤٣) :

هى أكثر الطرق شيوعا فى استخدام الطاقة الشمسية ، وفيها يتكامل الفراغ مع تجميع وتخزين الطاقة .

ففى فصل الشتاء يتم تجميع الطاقة الشمسية عن طريق مجمع الطاقة Collector وهو ببساطة عبارة عن سطح زجاجى يتم توجيهه إلى الجنوب غالبا للاستفادة بأكثر وقت لسقوط أشعة الشمس ، حيث يسمح لها بالدخول إلى الفراغ الموجود خلفه فتمتصها عناصر تخزين للحرارة محسوبة الكمية تدخل ضمن التكوين المعمارى للمنشأ .

أما أثناء الصيف فتتم عملية خفض درجة حرارة الفراغ الداخلى (التبريد) بالتحكم فى تحريك بعض أجزاء الحوائط والأسقف وفتح النوافذ لكى تؤدى التهوية الطبيعية وظيفتها فى تبريد كل من الكتلة والفراغ .

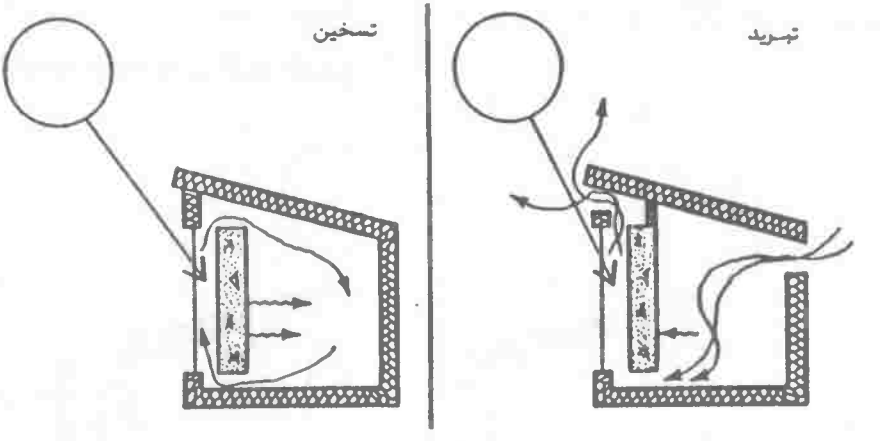


شكل ٤٣ : الطريقة المباشرة لاكتساب أو فقدان الحرارة

الطرق غير المباشرة :

الحائط المخزن للحرارة - الحائط السميك Thermal storage wall - mass wall (شكل ٤٤) ، وفكرتها الأساسية هى انتقال الحرارة من أشعة الشمس إلى الكتلة ثم إلى الفراغ .

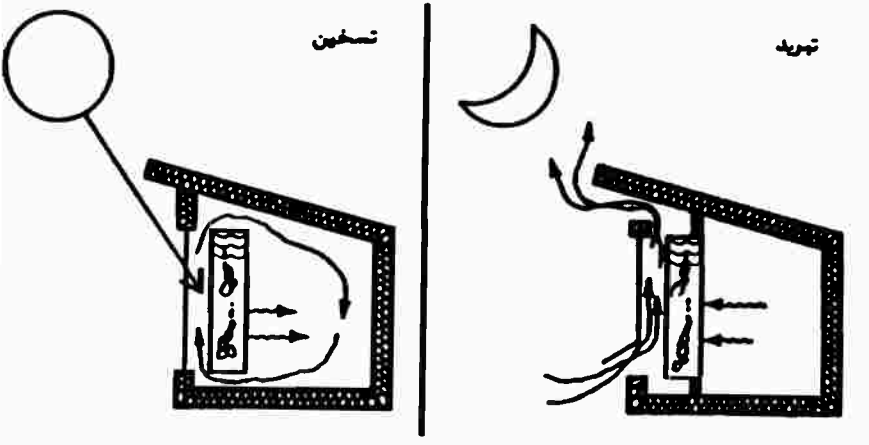
وفيها يفصل التجميع والتخزين عن الفراغ عضويا ، لكنهما يبقيا متصلين حراريا إذ تنتقل الطاقة خلال الحائط بالتوصيل ثم إلى الفراغ بالإشعاع . وفى هذه الطريقة غالبا ما تكون كتلة الحائط المختزن للحرارة من الحجر أو الخرسانة ، ويوضع خلف الزجاج ذى التوجيه الجنوبى مباشرة ، ويمكن تهوية الحائط باتجاه الداخل إذا ما توفر المصدر الحرارى أثناء النهار . هذا فى حالة التدفئة شتاء . أما فى حالة خفض درجة الحرارة للفراغ الداخلى صيفاً فيجب تهوية تلك الحوائط فى اتجاه خارج المبنى أو على الأقل تظليلها .



شكل ٤٤ : الحائط السميك المختزن للحرارة

- الحائط المائى المختزن للحرارة Thermal storage wall - water wall (شكل ٤٥) ، فى هذه الطريقة يقوم الماء بدور الوسط المختزن للحرارة . وهو غالباً ما يحفظ فى براميل أو مواسير توضع مباشرة خلف الزجاج الجنوبى ، وفى الشتاء يمتص الماء أشعة الشمس ويتم إشعاع الطاقة تدريجياً إلى الداخل .

وبالنسبة لخفض درجة الحرارة صيفاً يجب تظليل الحائط المائى وتعريضه لتيار هوائى لسحب الحرارة فى إتجاه خارج المبنى . ويمكن الوصول إلى خفض درجة الحرارة بنسبة كبيرة بتهوية الحائط ليلاً حيث تكون درجة حرارة الهواء الخارجى أقل .



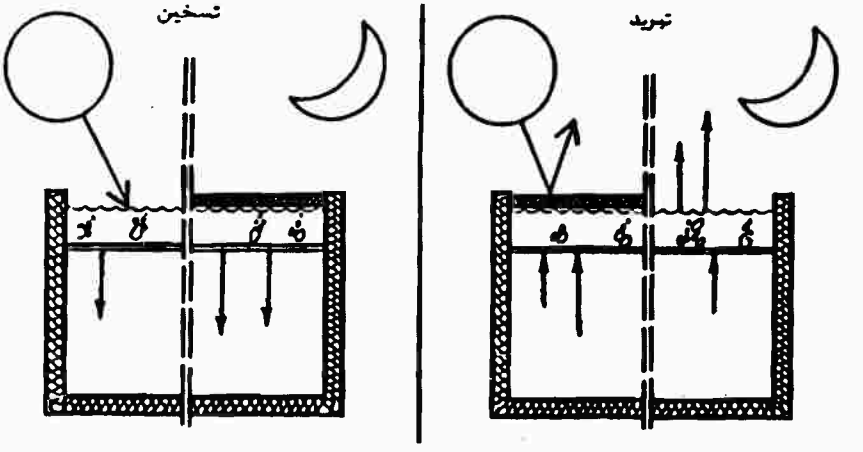
شكل ٤٥ : الحائط المائى المختزن للحرارة

- طريقة بركة المياه على السطح Roof Pool (شكل ٤٦) :

وفى هذه الطريقة يوضع الماء المختزن للحرارة على سطح المبنى (دور واحد) ، وفى أثناء تدفئة المبنى شتاء تتعرض كتلة الماء على السطح لأشعة الشمس المباشرة أثناء النهار لامتصاص الطاقة الحرارية واختزانها .

وللقيام بتدفئة المبنى أثناء الليل يتم تغطية بركة الماء المختزنة للطاقة بواسطة أجزاء متحركة عازلة للحرارة وبذلك يوجه الإشعاع الحرارى إلى داخل المبنى .

وتُعكس هذه العملية صيفاً حيث تمتص الحرارة الداخلية نهاراً بواسطة الماء الذى تتم تغطيته من الشمس ، ويكشف الغطاء عن الماء ليلاً للسماح بإشعاع الحرارة إلى الفضاء الخارجى .



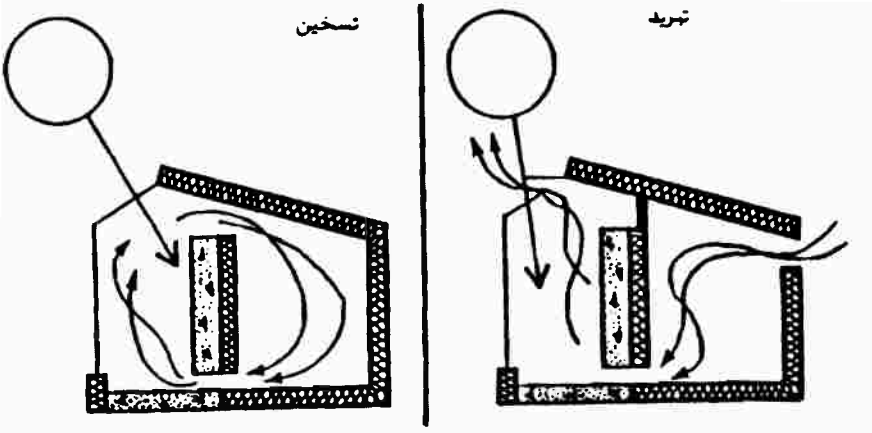
شكل ٤٦ : طريقة بركة مياه السطح

اكتساب أو فقدان الحرارة بالعزل Isolated Heat Gain or Loss :

- *طريقة الفراغ الشمسى Sunspace* (شكل ٤٧) :

وفيها يتم عزل عملية تجميع الطاقة وتخزينها المبدئى عن جميع فراغات المعيشة بالمبنى ، وهذا يسمح باستقلال النظام الشمسى فى أداء وظيفته عن بقية أجزاء المبنى مع إمكان سحب كمية الطاقة حسب الطلب .

وعند عملية التبريد يمكن استغلال الفراغ الشمسى فى خلق تيار هواء من الخارج يقوم بعملية التبريد ، كما يجب تظليله لتلافى ارتفاع درجة حرارة الفراغ نفسه ودرجة حرارة الكتلة المختزنة للحرارة .



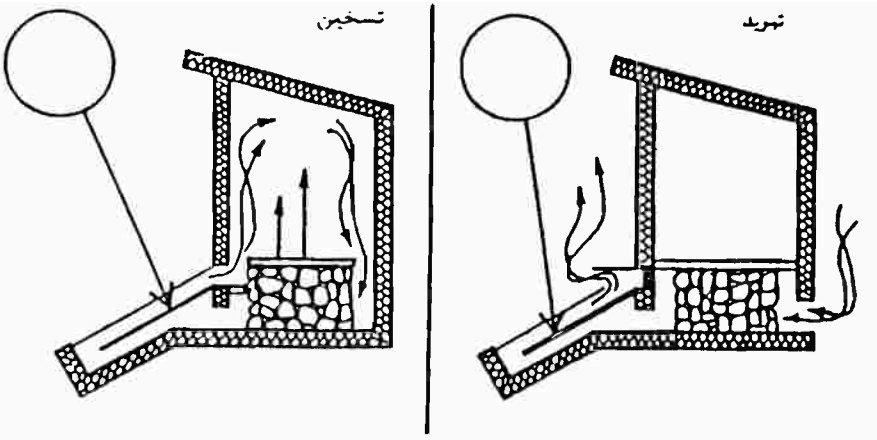
شكل ٤٧ : طريقة الفراغ الشمسى

- *السيفون الحرارى Thermosiphon* (شكل ٤٨) :

وفكرتها الأساسية تعتمد على الانتقال الطبيعى الناتج عن ارتفاع غاز لأعلى أو انخفاضه لأسفل عند رفع أو خفض درجة حرارته .

فعندما تسخن أشعة الشمس سطح المجمع الشمسى Collector يصعد الهواء الساخن الملامس للسطح إلى أعلى ساحباً معه الهواء الأقل درجة حرارة من قاع المخزن ، مكوناً بذلك دورة طبيعية لانتقال الحرارة . وهكذا يمكن أن تنتقل الحرارة إلى الفراغ لتدفئته عن طريق الهواء أو أن تختزن فى الكتلة الحرارية إلى حين الحاجة إلى استخدامها .

أما فى فصل الصيف فيمكن استخدام المجمع الشمسى Collector كمدخنة حرارية حيث يسمح بتمرير الهواء السابق تبريده خلال الكتلة المختزنة للحرارة لتبريدها .



شكل ٤٨ : طريقة السيفون الحرارى

العناصر الأولية للتصميم الشمسى :

هناك عناصر أولية فى التصميم الشمسى ، وذلك بالنسبة لجميع الطرق السابق ذكرها وهى :

- تجميع الطاقة الشمسية .
- التخزين الحرارى والتوزيع .
- التحكم .

وفيما يلى تعريف وإيضاح لهذه العناصر :

- *تجميع الطاقة الشمسية* Solar Collection :

وتتم بواسطة المُجمعات Collectors ، وهى عبارة عن ألواح من البلاستيك أو الفايبرجلاس أو الزجاج الشفاف أو المنفذ للضوء فقط ، الذى يأخذ اتجاه الجنوب . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار مدى تأثر هذه المواد بالشمس وبعناصر الجو الأخرى .

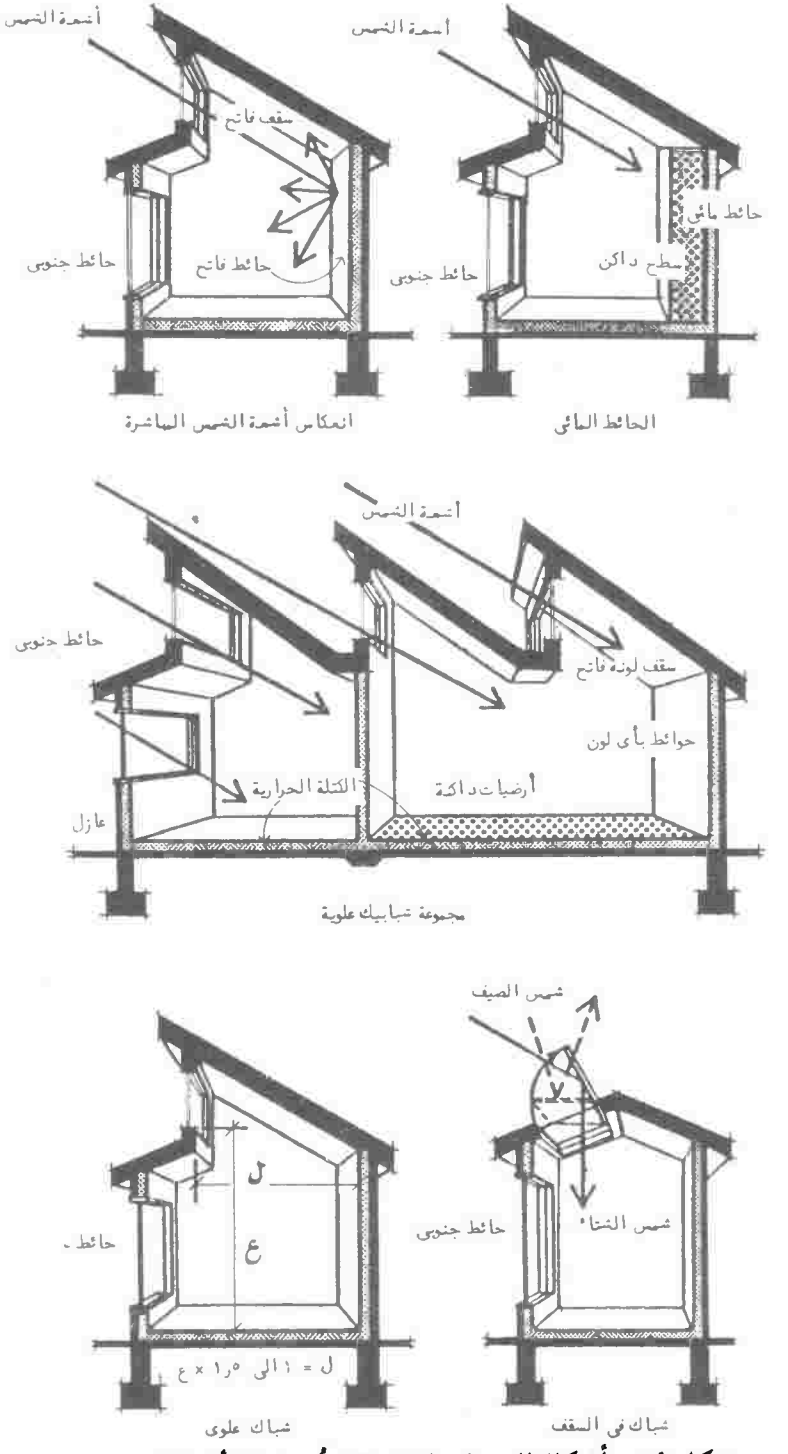
ويوجه المجمع الشمسى أساساً إلى الجنوب ، وإن كان من الممكن أن ينحرف التوجيه فى مجال ٣٠° شرقاً أو غرباً . ويمكن للمجمع أيضاً أن يكون فى صورة نوافذ تخدم الأغراض الأخرى مثل الإضاءة والمنظر الخارجى .

ولكى يوصف التصميم والتوجيه للمجمع بالنجاح يجب أن يحقق كسباً حرارياً كافياً للمحافظة على الجو الداخلى للمبنى فى الشتاء عند درجة حرارة متوسطة تبلغ ٢٠° مئوية لمدة ٢٤ ساعة . وعلى هذا الأساس أمكن التوصل إلى تحديد جداول توضح العلاقة بين مسطح الشباك ودرجات الحرارة ، مثل الجدول التالى :

متوسط درجة الحرارة فى فصل الشتاء	مسطح الشباك الزجاجى بالقدم² المطلوب لكل ١ قدم² من سطح الأرضية عند خط عرض			
	٣٦°	٤٠°	٤٤°	٤٨° شمالا
٣٥° ف (١,٧° م)	٠ر١٦	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢١
٤٠° ف (٤,٤° م)	٠ر١٣	٠ر١٤	٠ر١٦	٠ر١٧
٤٥° ف (٧,٢° م)	٠ر١٠	٠ر١١	٠ر١٢	٠ر١٣

وعلى هذا يمكن القول أنه بالنسبة لمكان يقع على خط عرض ٣٦° شمال خط الاستواء ويبلغ متوسط درجة حرارته فى فصل الشتاء ٤٥° فهرنهايت أو ٧,٢ مئوية فإن الغرفة بالمبنى تحتاج لمجمع شمسى (شباك زجاجى) مسطحه يساوى ٠ر١٠ قدم² أو ٠ر٠٩٠ م² × مسطح الغرفة ، ليصبح متوسط درجة حرارة الغرفة ٢٠° م ، وذلك فى حالة استخدام الطريقة المباشرة .

أما فى الطريقة غير المباشرة فهو يحتاج لشباك زجاجى مسطحه يساوى ٢٥,٠٠ قدم² أو ٢,٠٠٠ م² × مسطح الغرفة . وبالنسبة للحائط المائى فيضرب المعامل ١٧,٠٠ × مسطح الغرفة بالقدم . وتجدر الإشارة إلى أن الأرقام والمعاملات السابقة خاصة فقط بمكان يقع على خط عرض ٣٦ شمالا وتختلف باختلاف خط العرض .

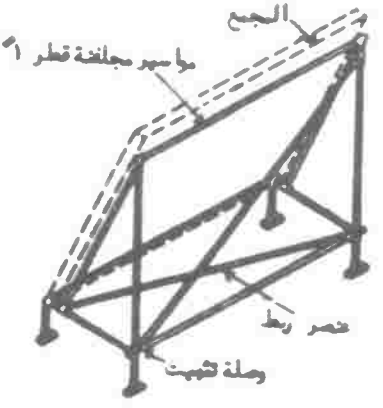


شكل ٤٩ : أشكال الفتحات العلوية المُستقبِلة لأشعة الشمس

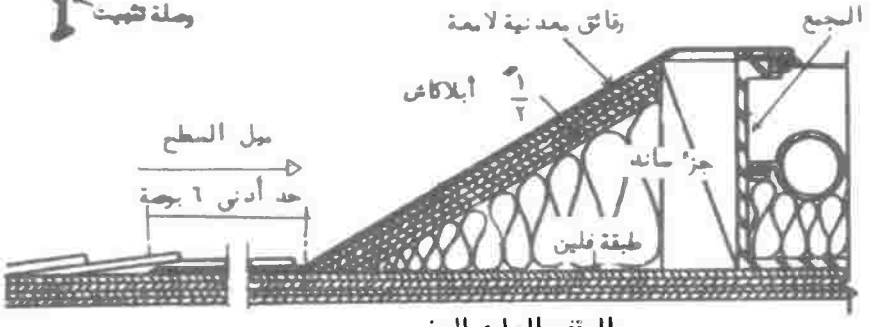
وبالإضافة إلى الشبابيك الزجاجية العادية بالواجهات فإنه يمكن استقبال أشعة الشمس المباشرة باللجوء إلى الشبابيك العلوية Clearstories وفتحات السقف Skylights ، ذلك لعدة أسباب أهمها (شكل ٤٩) :

- الخصوصية Privacy .
- التظليل على الوجهات الجنوبية .
- أن تكون الواجهات غير جنوبية .
- لتجنب سقوط أشعة الشمس المباشرة على الأشخاص والأثاث .

أما بالنسبة للمجمع المنفصل فيوضع حيث يستقبل أكبر كمية ممكنة من أشعة الشمس . وأنسب مكان لذلك هو سطح المبنى ، وإذا تعذر ذلك فيمكن وضع المجمع على الأرض بالقرب من المبنى (شكل ٥٠) .



أ ـ السطح المجمع للأشعة مثبت على هيكل من المواسير المجلفنة



السقف العلوى للمبنى

ب ـ السطح المجمع للأشعة ملتصق بالسطح

شكل ٥٠ : أشكال للمجمع الشمسى بأعلى المبنى

- التخزين الحرارى *Thermal storage* :

تقوم المخزنات الحرارية أو كتل التخزين الحرارى بامتصاص وحفظ الطاقة الشمسية لحين الحاجة لاستعمالها ، كذلك بتقليل المدى الحرارى اليومى للفراغ الداخلى . لذلك يجب اختيار موضعها بعناية لضمان أقصى تعرض لأشعة الشمس سواءً المباشرة أو غير المباشرة . ومادة هذه المخزنات إما الخرسانة أو الطوب أو الرمل أو الحجر ، وكذلك الماء والسوائل الأخرى . كما يمكن استخدام مواد أخرى من التى يتغير شكلها طبقاً للظروف المحيطة مثل زيت البارافين وبعض الأملاح .

وأكثر المواد المستخدمة شيوعاً فى كتل التخزين الحرارى هى مبانى الطوب والحجر وكذلك الماء . وعند استخدام المبانى كمخزنات حرارية يجب اتباع الآتى :

١ - يكون سمك الحوائط والأسقف الداخلية ١٠ سم على الأقل .

٢ - توزيع أشعة الشمس المباشرة على سطح المبانى سواء باستخدام الزجاج المنفذ للضوء أو بتقسيم مسطح المجمع الشمسى إلى شبابيك صغيرة لإسقاط بقع من الأشعة ، أو بعكس الأشعة المباشرة على حائط داخلى فاتح اللون .

٣ - بالنسبة لاختيار مواد النهو وألوان الأسطح الداخلية يراعى الآتى :

أ - أن تكون الأرضيات ذات لون غامق .

ب - يمكن للحوائط أن تأخذ أى لون .

جـ - استخدام منشأ خفيف ذى كتلة حرارية صغيرة بلون فاتح لعكس أشعة الشمس المباشرة على سطح كتلة التخزين .

د - تلافى ضوء الشمس المباشر على أسطح المبانى ذات اللون الغامق لفترة زمنية طويلة .

هـ - عدم استخدام الموكيت فوق الأرضية البلاط .

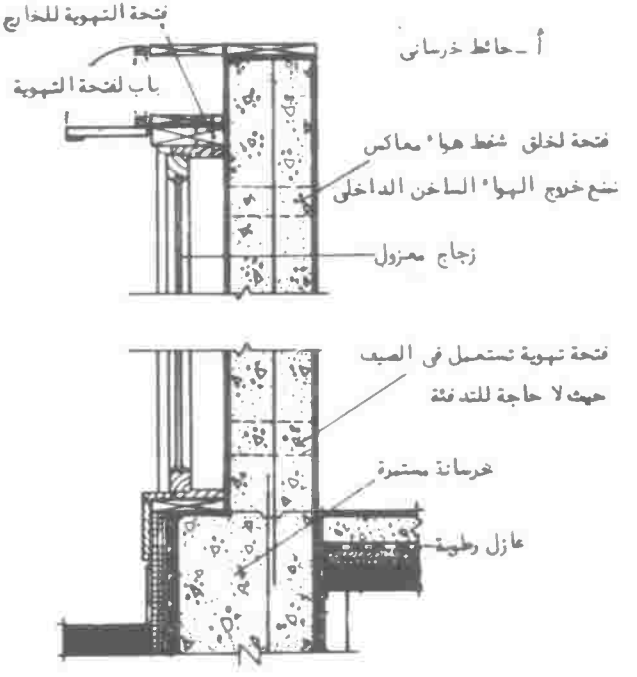
ويوضح شكل (٥١) نماذج لمثل هذه الحوائط .

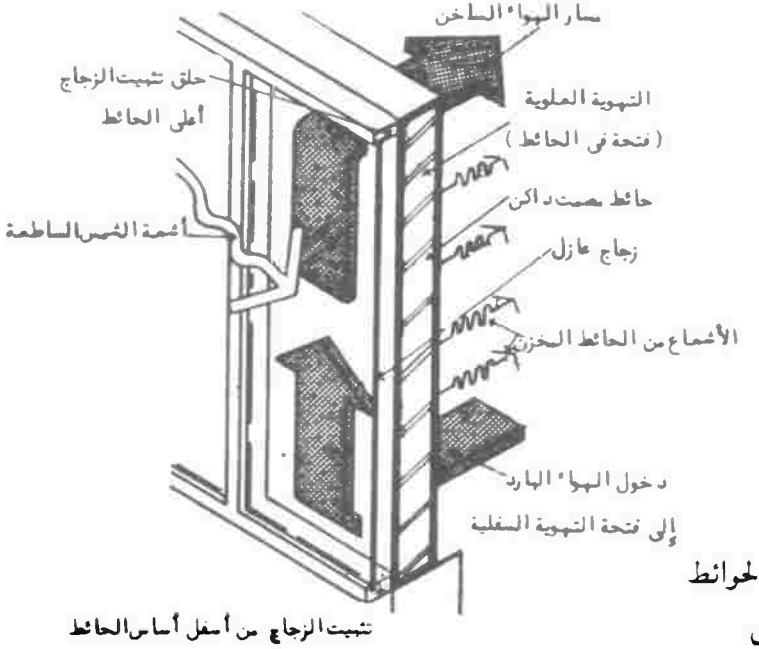
أما فى حالة استخدام الماء للتخزين الحرارى فيجب اتباع الآتى :

١ - يوجه الحائط المائى بحيث يستقبل أشعة الشمس المباشرة من العاشرة صباحاً حتى الثانية بعد الظهر .

٢ - دهان السطح المعرض للشمس باللون الغامق لضمان امتصاص بنسبة ٧٥٪ على الأقل لحرارة الشمس .

٣ - استخدام متر^{٣} من الماء لكل متر مربع من سطح الشباك وذلك يضمن ضبط حجم الماء بالنسبة للمدى الحرارى المطلوب .

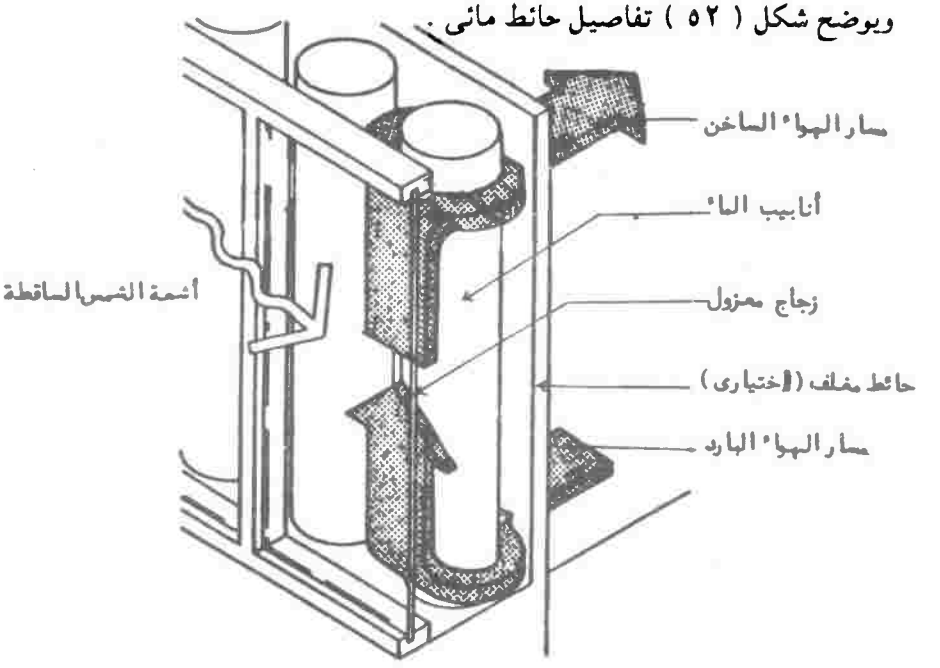




شكل ٥١ : نماذج لحوائط تخزين حرارى

ب - حائط مبانى

ويوضح شكل (٥٢) تفاصيل حائط مائى .



شكل ٥٢ : تفاصيل حائط مائى

فتحات التهوية موجودة بالحائط المغلف

- *التوزيع الحرارى Heat Distribution* :

ويتم بالوسائل الطبيعية بالتوصيل والانتقال والإشعاع وغالباً لا تستخدم المراوح أو الوسائل الميكانيكية ، وإن كانت مطلوبة فى بعض الأحيان .

- *التحكم Control* :

تساعد بعض الوسائل البسيطة مثل المراوح ونواشر الرطوبة Dampers ، والعوازل المتحركة وطرق التظليل فى تحقيق توزيع متوازن للحرارة .

ومما سبق يمكن استنتاج أن وسائل استخدام أشعة الشمس تتكامل مع التصميم المعمارى للمبنى إذ يجب تحديد نوعية الوسيلة منذ مراحل التصميم الأولى . ويتطلب هذا قدرة متميزة فى استخدام العناصر المعمارية المكونة لكل فراغ مثل الحوائط والنوافذ والأسقف والأرضيات ، وحتى ألوان الأسطح الداخلية لخدمة التصميم الحرارى للمبنى

* * *