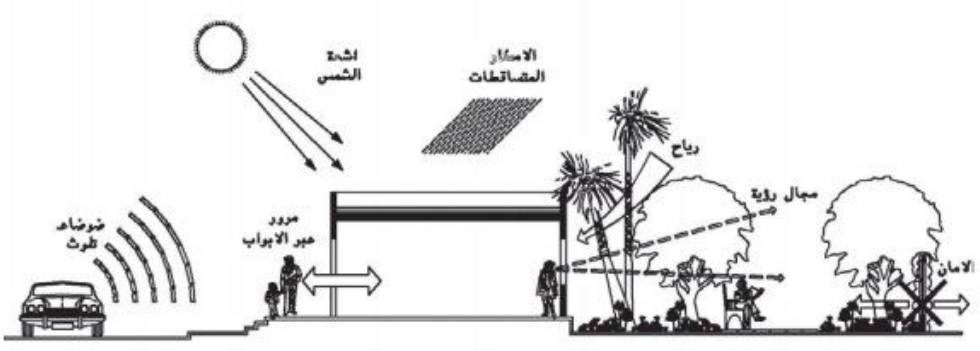
3-2 الغلاف الخارجي للمبني

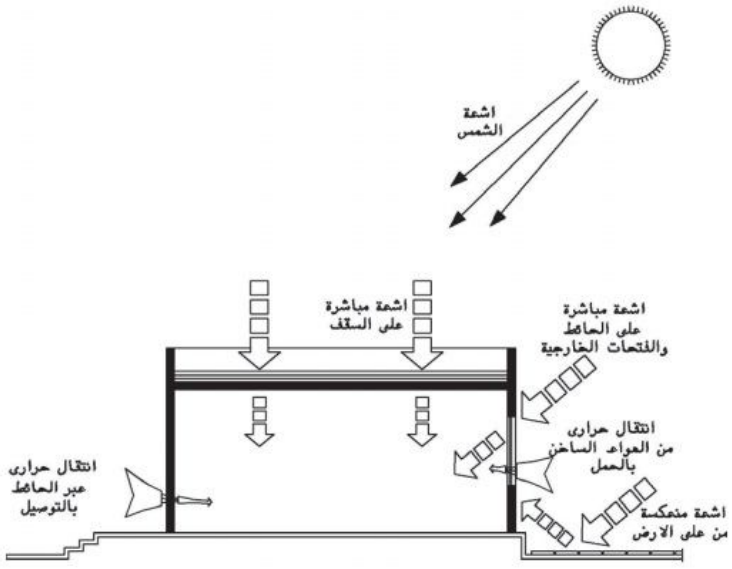
1-3-2 تعريف غلاف الخارجي للمبني :

يمكن تعريف غلاف المبني بأنه الجزء الفاصل بين البيئة الداخلية والخارجية للمبني ويقوم بحماية المبني ومستخدميه وتنظيم البيئة الداخلية ، كما يمثل المحور الرئيسي لجميع عمليات التبادل والإنتقال الحرارية بإعتبار كونه عازلا للبيئة الداخلية عن الخارجية .

يعتبر الغلاف الخارجي للمبني حلقة وصل ما بين الداخل والخارج سواء إتصال الداخل بالخارج كالرؤية أو دخول المبني ، وإتصال الخارج بالداخل سواء بالتأثير بالضوضاء أو الحرارة أو ما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر علي الفراغ الداخلي ، ويوضح الشكل (3-2) تبسيط لأهم العناصر والمؤثرات وتبادل الإتصال ما بين الداخل والخارج عن طريق غلاف المبني .



الشكل رقم (3-2) أهم المؤثرات مابين داخل وخارج المبني خلال غلافه الخارجي .
المصدر : محمد الحداد, 1990 [8] .



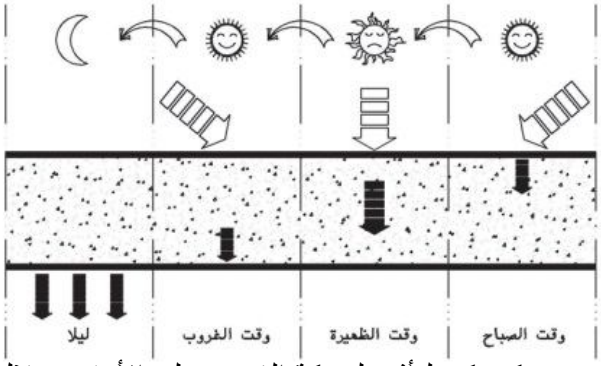
الشكل رقم (4-2) الإنتقال الحراري عبر الغلاف الخارجي للمبنى .
المصدر: دليل المواصفات المصرية العامة لبنود أعمال العزل الحراري، 2001[9] .

2-3-2 عناصر الغلاف الخارجي للمبني :

حتي يتمكن المعماري من الوصول إلي تحقيق بيئة مناخية صالحة داخل الفراغات المعمارية التي يقوم بتصميمها ، يجب أن يكون إهتمامه أكبر بتحليل الخصائص المناخية علاوة علي دراسة العناصر المعمارية المختلفة للمبني من حوائط وأسقف وفتحات خارجية والتأثير المتبادل بين العوامل المناخية وعناصر الغلاف الخارجي للفراغ حيث تعتبر المنفذ الرئيسي لإنتقال الحرارة داخل المبني والغلاف الخارجي للمبني يتكون من ثلاثة عناصر رئيسية وهي :

اولا : الأسقف :

يعتبر السقف المصدر الرئيسي لعمليات للإنتقال الحراري بين داخل وخارج المبني يكون من خلال السقف خاصه فى المناخ المشمس حيث انه يكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم بعكس الحوائط المعرضة فى أوقات لأشعة الشمس خلال عدة ساعات من اليوم وليس اليوم كله مثل السقف, والشكل (5-2) يوضح كروكي لحركة الشمس خلال النهار صيفا وشتاءا تعرض السقف طوال اليوم لأشعة الشمس بعكس الحوائط التي تكون معرضة لأشعة الشمس لعدة ساعات فقط طبقا لكل واجهة .



الشكل رقم (5-2) يوضح كروكي لتأثير لحركة الشمس علي الأسقف خلال النهار والليل .
المصدر : حسن فتحي، 1988[7] .

إلا أن حسن إختيار مادة تغطية المباني لا يعنى التخلص كليا من الحرارة النافذة إلي داخل الفراغ عند إنشاء الأسقف، وهنالك عدة معالجات مختلفة لتحقيق هذه الغاية يمكن إيجازها فيما يلي :

أ-إستخدام مواد عازلة للحرارة :

يمكن إستخدام أحد المواد التي لها خاصية عدم النفاذ الحراري ضمن مكونات تشطيب الأسقف ومن أشهر هذه المواد الفوم والذي له خاصية عدم نفاذ الحرارة للداخل فيقوم بحماية الفارغ الداخلي من الأحمال الحرارية الزائدة، وتكون طبقة العزل الحراري من الفوم بسماكات تبدأ من 2 سم وكلما زاد السمك كلما زادت كفاءته في العزل الحراري المطلوب، الشكل (6-2- أ) .

ب- إستخدام مواد عاكسة للحرارة :

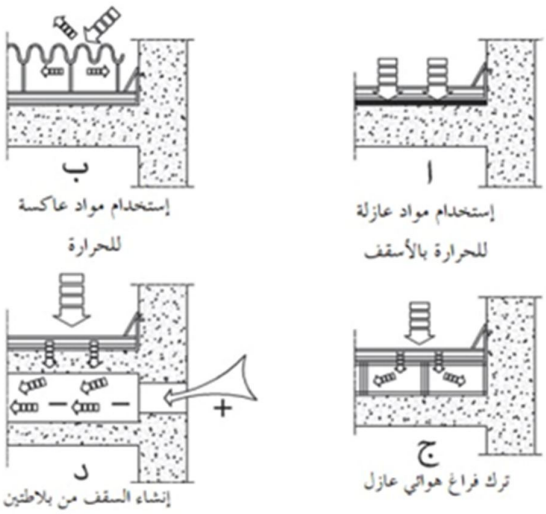
وذلك عن طريق تغطية السطح العلوي للسقف بمادة عاكسة للتخلص من أشعة الشمس وطاقتها الحرارية , ومن أمثلة المواد العاكسة لأشعة الشمس والحرارة هي الألواح المعدنية (الصاج) أو المواد ذات اللون الأبيض العاكس للحرارة، الشكل (6-2- ب) .

ج- ترك فراغ هوائي عازل :

ومن خصائص الهواء أنه يعتبر عازل للحرارة بصورة نسبية , ولذلك يمكن إستخدامه كفراغ هوائي لعزل الحرارة كما موضح في الشكل (6-2- ج)، ويتحقق ذلك إما بإستخدام بلوكات مفرغة فوق سطح السقف أو أنشاء السقف من طبقتين خرسانيتين بينها فراغ محصور، إلا أنه بمرور الوقت وما لم يتجدد الهواء فإن درجة حرارة الهواء ستتأثر بكل تأكيد بالتقلبات الحرارية المستمرة، ولذلك يجب عمل تجديد مستمر للهواء ومن هنا نشأت فكرة إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين تسمح بمرور الهواء بينهما .

ح- إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين :

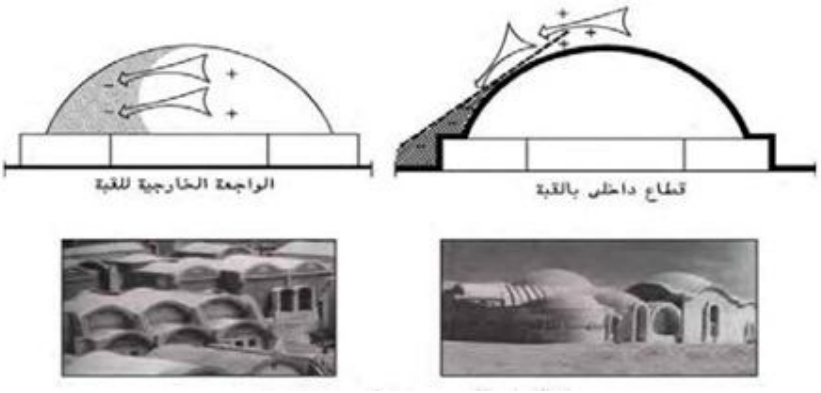
يتم فيها إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين مما يؤدي إلي حركة الهواء، مما يولد منطقة ضغط منخفض أسفل السقف العلوي ومنطقة ضغط مرتفع فى الخارج مما يؤدي لحركة الهواء من المنطقة ذات الغضط المرتفع الي المنطقة ذات الضغط المنخفض ، وبالتالي التخلص من أي حرارة نافذة عبر السقف العلوي وعدم نفاذها من خلال السقف السفل الشكل (6-2- د) .



الشكل (6-2) يوضح بعض المعالجات المناخية الخاصه بالسقف
المصدر : حسن فتحي، 1988م [7].

خ- إستخدام أشكال منحنية للسقف :

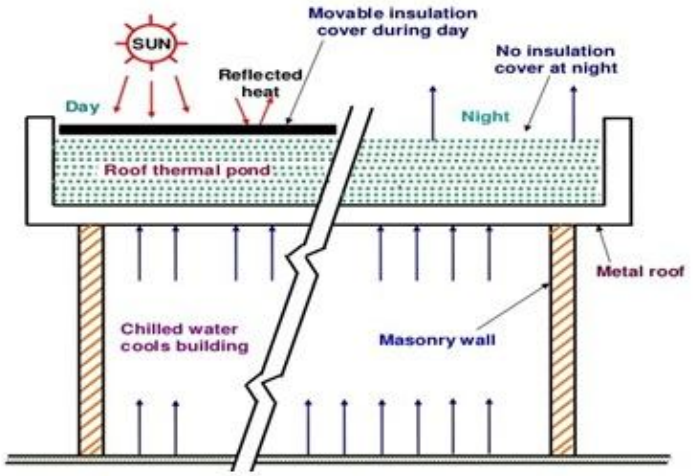
من المعروف بدراسة زوايا الشمس عدم تعرض الأسقف المنحنية بالكامل لأشعة الشمس وبالتالي يقلل الضغط الحراري علي السقف، ومن أشهر أمثلة الأسقف المنحنية القبة والقبو والتي تستخدم بصورة منتشرة في المناطق الصحراوية، ومن أبرز امثلتها عمارة حسن فتحي وتساعد هذه الأسقف علي توليد منطقة ضغط منخفضة في المكان المظلل من السقف مما يساعد علي تخفيف الحمل الحراري الزائد علي السقف.



الشكل (7-2) إستخدام الأسقف المنحنية لتقليل الإكتساب الحراري .
المصدر : حسن فتحي، 1970م [10] .

د- إستخدام نظام السقوف الحوضية :

يعتبر هذا النظام احدي تطبيقات التبريد التبخيري غير المباشر ويسمى السقوف الخازنة للبرودة باستعمال الماء بالسقوف الحوضية، حيث تكون الكتلة الخازنة للحرارة عبارة عن أحواض مملوءة بالماء،أو أكياس مضغوطة توضع على سطح المبنى لتقوم بنقل الحرارة المخزونة فيها إلى السماء بالإشعاع الليلي في حين يتم التحكم بالكسب الحراري نهارا باستعمال الأغطية العازلة لتعمل على امتصاص حرارة الفضاء الداخلي بفعل انخفاض درجة حرارة السقف الذي يعمل كعنصر تبريد إشعاعي دون حدوث زيادة في مستويات. فبدلا من اعتماد التبخير لترطيب وتبريد الهواء الخارجي الداخل إلى المبنى فان بالإمكان أتباع تبريد الرطوبة الداخلية فبدلا من اعتماد التبخير لترطيب وتبريد الهواء الخارجي الداخل إلى المبنى فان بالإمكان أتباع تبريد سقف المبنى من خلال وضع الأحواض السقفية فوقه حيث تشع الحرارة من السقف بسبب الفرق بدرجات الحرارة بين السقف والماء من جهة والسقف ودرجة حرارة البيئة الداخلية من جهة أخرى[11] .



الشكل رقم (8-2) يوضح نظام الاسقف الحوضية (ارتفاع حوض الماء 20 سم) .
المصدر : إبراهيم يحي، 2005م [11] .

11. ^ إبراهيم عادل ، 2005 .

ثانيا : الحوائط الخارجية :

إن الحوائط الخارجية تتعرض مثل الأسقف للإشعاع الحراري والنفاذ الحراري داخل الفراغ، ولذلك فإن مادة إنشاء الحائط تؤثر أيضا علي كمية النفاذ الحراري بين خارج وداخل الفراغ، ولكن الحوائط لا تتعرض لأشعة الشمس مثل تعرض الأسقف لها، وذلك لأن أي واجهة بالمبني لا تتعرض لأشعة الشمس طوال اليوم مثل الأسقف، إضافة إلي إختلاف زاوية ميل الشمس علي الأسقف عنها علي الحوائط مما يؤدي إلي تقليل شدة أشعة الشمس علي الحوائط، وهنالك عدة مصادر حرارية تتعرض لها الحوائط الخارجية للمبني وتشمل أشعة الشمس المباشرة والأشعة المنعكسة من سطح الأرض والحمل الحراري الناتج من الهواء الساخن القريب من سطح الأرض، ومعالجات الحوائط تتشابه الي حد كبير مع معالجات الأسقف ومن أمثلة تلك المعالجات[12] :

أ- إستخدام مواد عازلة فى الحوائط .
ب- إنشاء الحوائط من مواد بطيئة الإكتساب والإنتقال الحراري .
ت- إنشاء حوائط مزدوجة لعمل فراغ عازل هوائي.
ث- عمل حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها وتجديده وتقليل الحمل الحراري النافذ إلي داخل الفراغ .
ج- تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة .
ح- تظليل أجزاء من الحائط الخارجية بالبروزات .
خ- التحكم فى البدائل المختلفة لقطاع الحائط عن طريق عدة متغيرات وبدائ تتمثل فى :
- الحائط سماكة الحائط .
- نوع مادة المستخدمة فى بناء .
- نوع مادة التشطيب للحائط .
- سماكة ونوع الطبقة العازلة .

ومن ثم اختيار قطاع الحائط والمعالجات المناسبة طبقا لأفضل البدائل والمتغيرات المتاحه لتحقيق أقل إكتساب حراري ممكن لقطاع الحائط تبعا للقياسات المناخية الخاصة بالمناخ الحار الجاف .

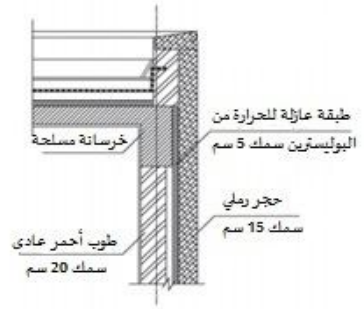
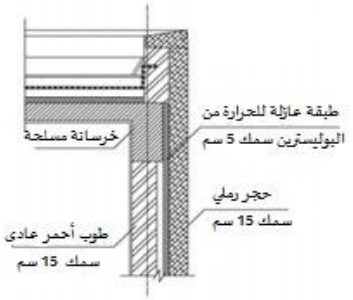
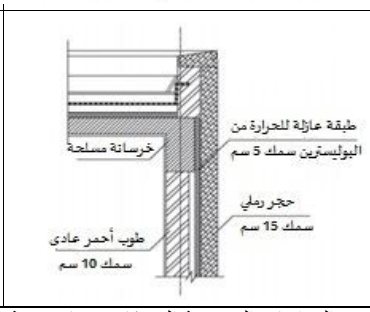
I. تأثير سمك الحائط الداخلي علي الإنتقالية الحرارية لقطاع الحائط الخارجي :

من المعروف أنه كلما زادت سماكة المادة كلما قلة قابليتها لإنتقال الحرارة، ولإثبات ذلك إستند البحث على الدراسة التجريبية التى قامت بها مدرسة العلوم – بالجامعة الأمريكية بالقاهرة [8]، حيث قامت بإختبار تأثير سمك الحائط علي الإنتقالية الحرارية لقطاع الحائط وكانت التجربة كالتالي :

- المواد المستخدمة فى مباني الحائط الداخلي : - طوب أحمر عادي .
- السماكات المستخدمة لقطاع المبني : - 20 سم . - 15 سم. - 10سم.

وقامت الدراسة بحساب قيمة الإنتقالية الحرارية لكل بديل وكانت نتائج دراسة تأثير سمك الحائط علي الإنتقالية الحرارية لقطاع الحائط الخارجي كما موضح فى الجدول[8] التالي رقم (1-2) .

12. ^ محمـد علـي، 2001م.

قطاع الحائط	بدائل سمك الحائط	قيمة الإنتقالية الحرارية U-Value وات / م^2 . م^o
	الحائط الأساسي للمبني بإستخدام حائط داخلي من الطوب الأحمر العادي سمك 20 سم .	0.326
	الحائط الأساسي للمبني بإستخدام حائط داخلي من الطوب الأحمر العادي سمك 20 سم .	0.400
	الحائط الأساسي للمبني بإستخدام حائط داخلي من الطوب الأحمر العادي سمك 20 سم .	0.530

13. ^ الدراسات التجريبية التى قامت بها مدرسة العلوم – بالجامعة الأمريكية بالقاهرة ,2001 .

II. تأثير اختلاف مادة التشطيب الخارجي للحائط :

إن لنوع المادة المستخدمة فى التشطيب الخارجي أثر فى الإنتقالية الحرارية للحائط، والجدول أدناه رقم (2-2) يوضح الخواص الفيزيائية والحرارية لبعض أنواع المواد المستخدمة فى التشطيب .

المادة	الكثافة (كجم/م^3)	الموصلية الحرارية (وات/م^o.س)	الحرارة النوعية
رخام	2600	2.6	880
جرانيت	2800	3.5	900
محارة	2100	0.75	835
خشب	750 – 350	0.16 - 0.11	2000

حديد	7700 – 7200	60 – 45	500
ألمونيوم	2740	221	895

المصدر : من إعداد الباحث إستنادا علي بيانات من "شفيق الوكيل" 2001م [15].

III. تأثير نوع الطوب المستخدم فى الحائط الداخلي :

تختلف الإنتقالية الحرارية من مادة لأخري تبعا للخواص الحرارية لكل مادة، مما يؤثر على الإنتقالية الحرارية الكلية لقطاع الحائط، الجدول رقم (3-2) يوضح الخواص الفيزيائية والحرارية لبعض أنواع المواد المستخدمة في البناء .

المادة	الكثافة (كجم/م^3)	الموصلية الحرارية (وات/م.^{o}س)	الحرارة النوعية
الطوب الأحمر	2100 –1800	1.54	800
طوب أسمنتي مصمت	2000 –1600	1.4 – 1.2	880
طوب أسمنتي مفرغ	1140	1.6	880
طوب رملي	1800	1.59	835
طوب طفلي مصمت	1950	1.0	829
طوب طفلي مفرغ	2000 – 1850	0.65 – 0.55	835
طوب ليكا مفرغ	1300 – 1000	0.45 – 0.35	1000
الطوب خفيف الوزن	985	0.33	850
حجر جيري	2380	0.73	840
حجر رملي	2260	0.97	840
رمل	1520	0.33	800
جبص	1200	0.43	1080
خرسانة	2300	0.93	653

المصدر : من إعداد الباحث إستنادا علي بيانات من "شفيق الوكيل" 2001م [15].

IV. تأثير تغيير نوع وسمك الطبقة العازلة للحرارة :

تختلف وتتنوع المواد المستخدمة فى العزل الحراري وتختلف تبعا لها خواصها الحرارية وأيضا لسمك المادة العازله تأثير فى الإنتقالية الحرارية لها حيث أن زيادة سمك الطبقة العازلة للحرارة يزيد من قيمة الإتقالية الحرارية U-Value، لكن هذه الزياده فى سمك المادة العازلة يزيد من تكلفة إنشاء الحائط لذلك لابد للمصمم من الموازنه بين إختيار نوع وسمك المادة العازله بغرض التقليل من الإنتقالية الحرارية والتكلفة الإقتصادية، والجدول رقم (4-2) أدناه يوضح الخواص الفيزيائية والحرارية لأهم أنواع المواد المستخدمة فى العزل الحراري .

المادة	الكثافة (كجم/م^3)	الموصلية الحرارية (وات/م.^{o}س)	الحرارة النوعية
خرسانة رغوة	515 – 450	0.21 – 0.18	1000
خرسانة خفيفة	800	0.275	1000
سيليتون	450 – 350	0.12 – 0.09	550
بوليسترين	30 – 15	0.03 - 0.037	835

بولسترين مشكل بالبثق	25	0.03	835
صوف صخري	140	0.04	835
صوف زجاجي	52	0.038	660

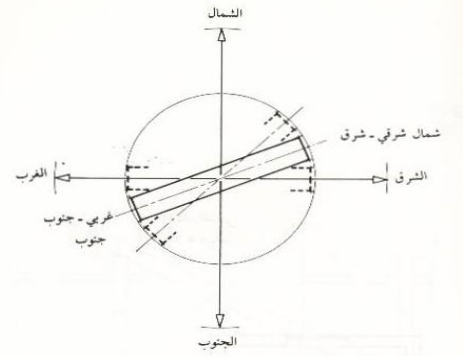
المصدر : من إعداد الباحث إستنادا علي بيانات من "شفيق الوكيل" 2001م [15] .

ثالثا : النوافذ الخارجية للمبني :

تمثل الفتحات الخارجية عنصرا رئيسيا فى تصميم المبانى، سواء من الناحية الوظيفية والبيئية أو فى تحديد الملامح المعمارية، فالنافذة نظام معقد متعدد المهام، عليه مسئولية الاتصال بين الداخل والخارج بشكل انتقائى يسمح بمرور المؤثرات البيئية المرغوبة، ويعزل المؤثرات غيرالمرغوب ويفرض عليه بالتالى ضرورة الفهم الجيد لنوعيات الزجاج وكيفية أدائها لوظائفها. هنالك عدة عوامل مختلفة والتي تلعب دور أساسي فيتخفيف الحمل الحراري علي المبني عن طريق تصميم الفتحات الخارجية، يمكن إيجازها فيما يلي :

أ- توجيه النوافذ :

إن توجيه النافذة تعتبر من العوامل المؤثرة في اكتساب الحرارة، وبالتالي فإن معرفة تأثيرالنافذة للمبنى على الأداء الحراري للفراغ الداخلي هو ما نهدف إليه من خلال هذا القسم،لذلك يفضل توزيع الفتحات الخارجية علي الواجهة الشمالية وتقليلها في الواجهة الجنوبية والغربية .



الشكل رقم (2-10) توجية المبني لحماية النوافذ من الإشعاع الشمسي المباشر .
المصدر : محمد الحداد، 1990م [8] .

ب- عدد أسطح الزجاج للنافذة :

نجد أن عدد أسطح الزجاجية وتوجيه النافذة يؤثر أيضا علي الإنتقال الحراري كما موضح فى الجدول رقم (2-5) معامل الإنتقال الحراري للنوافذ فى الإتجاهات المختلفة .

الواجهه الموجود بها النافذة	نوع زجاج النافذة	الانتقالية الحرارية وات / م2 .5م
جنوبية	زجاج مفرد زجاج مزدوج بينهم 0.6 سم زجاج مزدوج بينهم 2.0 سم	3.97 2.67 2.32
شرقية جنوبية غربية جنوبية شرقية	زجاج مفرد زجاج مزدوج بينهم 0.6 سم زجاج مزدوج بينهم 2.0 سم	4.48 2.90 2.50
غربية شديدة التعرض جنوبية غربية شمالية غربية/ شمالية شمالية شرقية /شرقية	زجاج مفرد زجاج مزدوج بينهم 0.6 سم زجاج مزدوج بينهم 2.0 سم	5.00 3.06 2.67
غربية / جنوبية غربية جنوبية شرقية/ شمالية غربية شمالية شرقية/ شمالية عادية	زجاج مفرد زجاج مزدوج بينهم 0.6 سم زجاج مزدوج بينهم 2.0 سم	5.67 3.29 2.84

الجدول رقم (5-2) يوضح قيمة الإنتقالية الحرارية للنوافذ حسب الإتجاه وعدد الأسطح والمسافة بينها
المصدر : مها بكري، 1989[16] .

ج- نوع مادة الزجاج للنافذة :

وأيضا نجد أن نوع مادة الزجاج تؤثر علي معدل التدفق الحراري داخل المبني فنجد ان هنالك أنواع من الزجاج الشفاف المنخفض الإنبعاث والمطلي، يتميز بأنه يعكس ضوء الأشعة الحمراء بعيدا بينما يكون الضوء المرئي قادرا علي الإختراق من خلاله، وبالتالي يقليل من الاكتساب الحراري داخل الفراغ .

المنتج	ضوء مرئي			طاقة شمسية					قيمة -U ($W/m^2 \cdot K$)
	النفاذية	الانعكاس خارجي	الانعكاس داخلي	النفاذية المباشرة	الانعكاس	الامتصاصية	معامل الطاقة الشمسية	معامل التظليل	
	L.T	L.R	L.R	D.E.T	E.R	E.A	S.F	S.C	Air
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث3 #2 2mm.	86%	12%	11%	73%	12%	15%	0.75	0.86	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث2 #4mm	85%	12%	11%	71%	12%	17%	0.74	0.85	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث 5mm #2	85%	11%	11%	69%	11%	20%	0.72	0.83	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث2 #6mm	84%	11%	11%	67%	11%	22%	0.71	0.82	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث 8mm #2	82%	11%	11%	65%	11%	24%	69%	0.81	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث2 #10mm	76%	11%	11%	58%	11%	29%	0.65	0.75	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث2 #12-mm	65%	15%	16%	46%	13%	40%	0.55	0.65	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث2 #15mm	76%	11%	11%	58%	12%	33%	0.60	0.74	3.8
الزجاج المسطح الأبيض الشفاف المنخفض الانبعاث #36mm +12A+6mm	75%	15%	16%	59%	13%	28%	0.64	0.73	2.00

الجدول رقم (6-2) الخصائص الحرارية لبعض أنواع الزجاج منخفض الإنبعاث .
المصدر : محمد اسماعيل عمر، 2000م[17].

د- المشربيات / المخرمات:

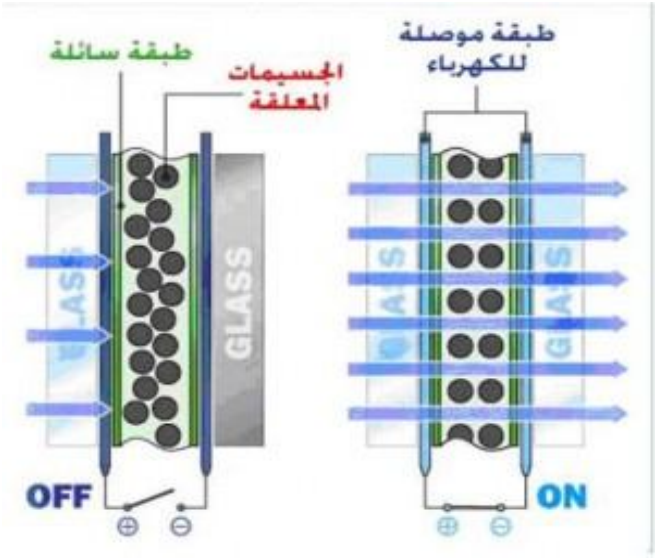
هي عنصر معماري يتمثّل في بروز الغرف في الطابق الأول أو ما فوقه، يمتد فوق الشارع أو داخل فناء المبنى(في البيوت ذات الأفنية الوسطيّة) . تعتبر المشربية إحدى عناصر العمارة التقليدية الصحراوية في المناطق الحارّة[6] .

الشكل رقم (11-2) يوضح المشربية في العصر الحديث .
المصدر : الباحث .

6. ^ سابق، محمـد علـي، 2001م.

هـ- تطبيقات النوافذ الذكية فى المباني وأثرها على تقليل الإكتساب الحراري :

وتعتمد فكرة عمل النوافذ الذكية على التحكم في مرور الضوء و الحرارة من خلالها على الظواهر الفيزيائية الآتية :-البصريات الحرارية ، تغيير لون الضوء ، البلورات السائلة ، شاشة الجسيمات المعلقة ، تغير اللون بالكهرباءحيث تعتمد فكرة النوافذ الذكية على استخدام جسيمات دقيقة تستطيع امتصاص الضوء وتدعى هذه الطريقة بالجسيمات المعلقة[18] .



يوضح الشكل رقم (12-2) النوافذ الذكية بتقنية الجسيمات المعلقة .
المصدر : ايمان الصالحي, 2013م[19]

الشكل رقم (13-2-أ) يوضح انه عند زيادة فرق الجهد تتحرك الجسيمات عشوائيا حيث لاتسمح للزجاج بمرور الضوء .

الشكل رقم (13-2-ب) يوضح انه عند تقليل فرق الجهد تتحرك الجسيمات بانتظام لتسمح للزجاج بمرور الضوء .

المصدر :[20] Baetens, R.; Jelle, B.P.; Gustavsen, A. (2010)

18. ^ مارك أنطونيو, 2012م .