

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

إعداد: المهندس المعماري
طارق مولود فرج



المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

مقدمة

يتم في هذا الفصل عرض لمفهوم الغلاف الخارجي للمبنى، و عناصره، و كيفية تأثره بالمناخ المحيط به و دوره في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في التكييف. و يعرض أساليب المعالجات المناخية- المعمارية التي يمكن تطبيقها لعناصر الغلاف الخارجي للمبنى (الحوائط- الأسقف - الفتحات) في المناطق ذات المناخ الحار -الجاف، كما يعرض نماذج متعددة لمباني طبقت فيها المعالجات المناخية- المعمارية المختلفة.

٢ الغلاف الخارجي للمبنى

تعتبر المباني بصورة عامة منشآت ثابتة، في حين يمكن لغلافها البنائي أن يصبح ديناميكياً وحساساً لتغيير المتطلبات والظروف البيئية، فيسمح تارة بدخول المصادر البيئية الخارجية كالحرارة، والضوء، والهواء، والصوت، ويحجبها تارة أخرى.

يعمل كل عنصر في الغلاف البنائي كحاجز مستقر مثل الجدران المألوفة، وكنصر تحول وانتقال مثل النوافذ والأبواب، أو كمنظم معدل مثل الكاسرات الشمسية المتحركة، وإذا كانت الظروف المناخية الخارجية شديدة ومزعجة، فإن غلاف المبنى الملائم يكون بهيئة حاجز مستقر. أما في الظروف المناخية التي تكون مرهبة أحياناً، وغير مرغوبة أحياناً أخرى، فإن الغلاف البنائي يفترض أن يكون ديناميكياً يمكن ضبطه والتحكم فيه، فيصبح ببساطة إطار بنائي مفتوح لذا يمكننا تشبيه المبنى بكائن حي يتفاعل مع البيئة المدونة من خلال سلوكه الحراري إذ يؤثر فيها وتؤثر فيه، ويحقق المبنى توازناً حرارياً من خلال تصميمه بطريقة مرنة ومن خلال غلافه البنائي الذي له الدور الأساس في عمليات السيطرة الحرارية للبيئات الداخلية للمبنى، ويمتاز الغلاف البنائي بديناميكية ومرونة عالية وتغيير مستمر والتي تحدث كرد فعل واستجابة للتأثيرات المناخية الخارجية والمتقلبة في المناطق الحارة - الجافة وصولاً لتخفيض الأحمال الحرارية المسلطة على المبنى، ومن ثم تحقيق أقصى حالات الراحة الحرارية في بيئته الداخلية.

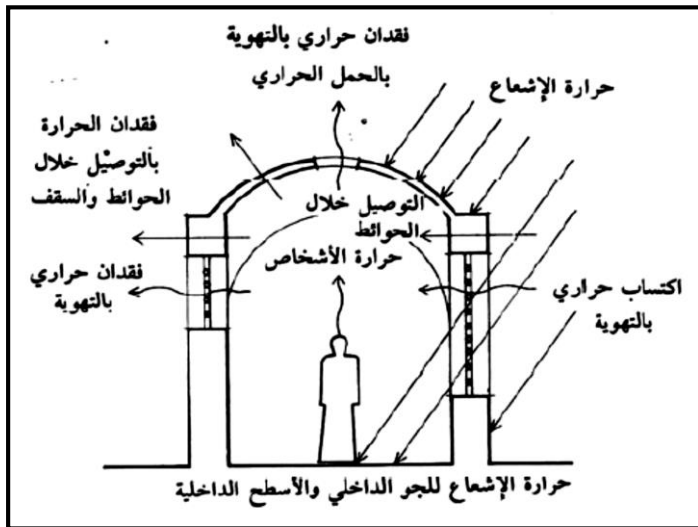
٣-٢-١ عناصر الغلاف الخارجي للمبنى

الغلاف الخارجي لأي مبنى أو فراغ عمراني ما هو إلا تعبير مباشر عن العنصر الوظيفي خلف هذا الغلاف، وكذلك العنصر الإنشائي المستخدم في المبنى سواء كان في الخرسانة المسلحة أو الزجاج أو غير ذلك من مواد الإنشاء المختلفة، ويعتبر الغلاف الخارجي للمبنى حلقة الوصل ما بين الداخل والخارج سواء اتصال الداخل بالخارج كالرؤية أو دخول وخروج المبنى واتصال الخارج بالداخل سواء بالتأثر بالضوء أو الحرارة أو ما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر على الفراغ الداخلي.

يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من ثلاثة عناصر رئيسية و هي الأسقف، الحوائط الخارجية، و الفتحات الخارجية (الأبواب و الشبابيك و الواجهات الزجاجية)، لهذه العناصر دور في الانتقال الحراري بين خارج و داخل المبنى و توفير بيئة داخلية جيدة، لذلك يجب مراعاة تصميمها بصورة تقلل الانتقال الحراري من و إلى الفراغ و بالتالي المساعدة في خلق بيئة مريحة لمستخدمي المبنى.

٣-٢-٢ الانتقال الحراري بين البيئة الخارجية والوسط الداخلي للمبنى

تنتقل الحرارة بين المبنى والبيئة المحيطة به من خلال مختلف عناصر ومكونات الغلاف البنائي (الحوائط و الأسقف و الفتحات الخارجية)، حيث يتعرض المبنى يوميًا لكافة أنواع الانتقال الحراري



وبأطواره المعروفة والتي قسمت إلى أطوار الحرارة المحسوسة (التوصيل الحراري- الحمل الحراري- الإشعاع الحراري)، و أطوار الحرارة الكامنة (التبخير و التكثيف). أنظر الشكل (١-٣).

شكل (١-٣) يوضح انتقال الحرارة عبر الغلاف الخارجي للمبنى

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

وتلعب طبيعة ونوعية و سمك الجدار الخارجي للمبنى دوراً أساسياً في التأثير على كمية الحرارة المكتسبة الى داخل المبنى صيفاً أو تسريبها الى خارج المبنى شتاءً، لذا فإن فاعلية أداء الغلاف البنائي تعد أحد العوامل الأساسية في التحكم في درجات الحرارة داخل المبنى ويعتمد التجاوب الحراري لأي غلاف بنائي على قابلية عناصره في كسب أو فقدان الحرارة لمختلف فصول السنة.

ويحدث الإنتقال الحراري عبر غلاف المبنى بسبب إختلاف درجات حرارة السطحين الخارجي والداخلي للغلاف، فتنتقل الحرارة من السطح ذي درجة الحرارة الأعلى الى السطح ذي درجة الحرارة الأقل، واعتماداً على الإنتقالية الحرارية بين السطحين و التي تأخذ شكلين أساسيين هما الكسب الحراري من خارج المبنى الى داخله والفقدان الحراري من داخل المبنى الى خارجه وصولاً إلى الموازنة الحرارية بين البيئتين الداخلية والخارجية .وكفاءة أداء الغلاف البنائي الذي يقوم بدور المنظم والصمام الحراري بين البيئتين الخارجية والداخلية للمبنى تتحقق من خلال تصميمه الصحيح الذي يضمن توفير درجات حرارة ملائمة داخل فضاء المبنى وتقليل الحمل الحراري المرتبط مباشرةً بعمليات الكسب والفقدان الحراري عبر مكونات الغلاف البنائي.

وبهذا فإن غلاف المبنى يمثل المنظومة الحرارية للمبنى والمعرضة لجميع الأحمال الحرارية الخارجية، فهو يتحكم ويسيطر على جميع أساليب السيطرة الحرارية المنظمة للبيئة الداخلية للمبنى وصولاً الى حدود الراحة الحرارية لشاغليه، إذ تحدث خلاله جميع صيغ إنتقال الحرارة من الداخل للخارج والعكس، ومن خلال كفاءته الأدائية تتم السيطرة المناخية بمستوياتها المختلفة داخل المبنى.

٣-٢-٣ التصميم الحراري لغلاف المبنى

إن استعمال وسائل وأساليب التصميم المناخي يحسن الأداء الحراري للمبنى مما يزيد من توفير الطاقة ورفع مستوى الارتياح الحراري، و أهم هذه الأساليب هو التصميم الحراري المناسب لغلاف المبنى والذي يشمل كافة العناصر الإنشائية الخارجية التي تحده بالبيئة الخارجية من أهم الوسائل المتبعة في ترشيد استهلاك الكهرباء. ويؤدي التصميم الحراري الصحيح إلى خفض الأحمال الحرارية والتبريدية والتي يتحدد

بموجبها استخدام أجهزة تكييف ذات كلفة رأسمالية وتشغيلية منخفضة تحقق الهدف في توفير الجو الصحي المريح داخل المبنى. ويشكل العزل الحراري للعناصر الإنشائية الخارجية واختيار النوافذ الخارجية المناسبة من حيث النوع والمساحة والاتجاه الجغرافي واحكام إغلاق فواصلها أمام تسرب الهواء من خلالها عاملا مهما في التصميم الحراري للوصول إلى هذا الهدف بطريقة اقتصادية فعالة.

١-٣-٢-٣ أهداف التصميم الحراري لغلاف المبنى

يهدف التصميم الحراري للمباني إلى تحقيق ما يلي:

- الحد من انتقال الحرارة عبر العناصر الإنشائية الخارجية لغلاف المبنى سواء كان ذلك على شكل فقدان حراري من داخل المبنى إلى خارجه في حال تدفئة المبنى في الشتاء أو على شكل كسب حراري من الخارج إلى الداخل في فصل الصيف.
- توفير الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتبريد.
- رفع مستوى الارتياح الحراري وتوفير الجو الصحي الداخلي لشاغلي المبنى طيلة فصول السنة.
- حماية المبنى من تأثيرات البيئة الخارجية والاجهادات الحرارية والأضرار الناتجة عن ذلك.
- منع أو التقليل من حدوث التكثف الداخلي في المباني وتجنب الأضرار الناتجة عن ذلك.
- تخفيض تكاليف الصيانة الناتجة عن أضرار الرطوبة والاجهادات الحرارية للمباني.
- تخفيض تكلفة أجهزة التدفئة والتبريد وتكاليف صيانتها.

يتضح من الأهداف المذكورة أعلاه أن التصميم الحراري للغلاف الخارجي للمباني هو استثمار اقتصادي يؤدي إلى توفير الطاقة والمال، بالإضافة إلى كونه ضرورة لا يمكن الاستغناء عنها لتحقيق متطلبات الراحة الحرارية لمستخدمي المباني، كما يؤدي إلى رفع القيمة الانتاجية للمبنى ويزيد من العمر التشغيلي له بحمايته من أضرار وتأثيرات البيئة الخارجية. (عالم الكهرباء و الطاقة ٢٠١٣)

٣-٣ المعالجات المناخية المعمارية للمباني في المناطق الحارة - الجافة

تعتبر عمارة المناطق الحارة ذات طابع مميز، وقد تختلف من منطقة إلى أخرى في البلد الواحد، وتختلف من بلد إلى آخر بالكرة الأرضية، وذلك طبقاً لمواد البناء والعادات والتقاليد، ولكن يظل الهدف واحد وهو الحماية من الشمس والإشعاع ومحاولة تحقيق الإظلالم وتخفيض درجات الحرارة داخل المباني. و فيما يلي تجميع لطرق المعالجات المناخية المعمارية التي تحقق هذا الهدف، و يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أجزاء: معالجات الكتلة، معالجات عناصر غلاف المبنى (الأسقف- الحوائط- الفتحات الخارجية)، و معالجات أنظمة التهوية الطبيعية.

٣-٣-١ معالجات الكتلة

أ. التوجيه: تتحصر محددات اختيار توجيه المبنى في المناطق الحارة - الجافة بعاملين أساسيين الإشعاع الشمسي الساقط على عناصر المبنى الخارجية، و سرعة الرياح السائدة واتجاهها وأثرها على معدل التهوية بالفراغات الداخلية للمبنى. فالتوجيه الأمثل يعمل على تقليل كمية الإشعاع إلى أقل ما يمكن أثناء فترات الحرارة الزائدة في السنة بينما يسمح في الوقت نفسه بأكبر كمية إشعاع تدخل فراغات المباني أثناء الفترة الباردة. وللتوجيه دور أساسي في الحماية من العواصف الترابية والرملية التي تهب على الإقليم، ويتم ذلك بتحديد الواجهات المقابلة لهذه العواصف وتصميمها بطرق خاصة، مع تقليل الفتحات التي تتسبب في دخول الأتربة وتسريبها داخل المبنى.

في حالة المباني منخفضة الارتفاع فإن الحوائط تتعرض للإشعاع الشمسي بنسبة أقل من السقف؛ فيكون التوجيه وفقاً لاتجاه الرياح هو المستحسن، أما في حالة المباني المرتفعة فيكون التوجيه وفقاً لعامل الحماية من الإشعاع الشمسي. التوجيه الأفضل في المناطق الحارة - الجافة يكون باتجاه الشمال و الجنوب مع ميلان بزاوية ٢٥° باتجاه الجنوب الشرقي، كما يوضح الشكل (٣-٢).

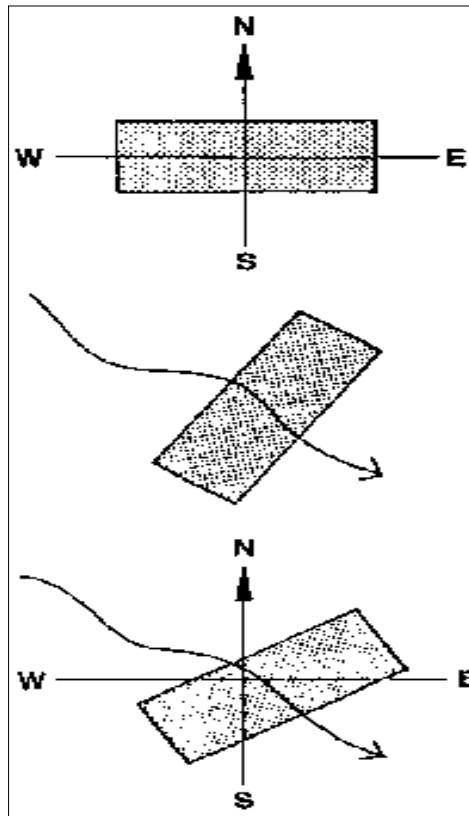
and Ackerknecht 1993 (Gut)

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

الواجهة الشمالية هي الأقل تعرضاً للشمس، فإنها لا تتعرض للشمس إلا في ساعات النهار المبكرة و المتأخرة من أيام الصيف التي تكون فيها زاوية عن الأفق منخفضة، و من مزايا الفراغات التي تقع في الواجهة الشمالية أن التتوير ينتشر فيها بشكل متساو، مما يجعلها مثالية لغرف العمليات و الفصول المدرسية.

أما الواجهة الجنوبية في فصل الصيف، الشمس تكون عالية جدا فوق الأفق فيمكن بالتالي تظليل الواجهة بسهولة باستخدام مظلات بارزة منخفضة. أما في فصل الشتاء فتتدفق أشعة الشمس إلى الداخل مباشرة لأن زاوية الارتفاع عن الأفق تكون صغيرة، فتدفع الفراغ الداخلي. من مساوئ التعرض الجنوبي عدم هبوب الرياح عليه لأن الرياح في نصف الكرة الأرضية الشمالي يكون شماليا.

تتعرض الواجهة الشرقية لأشعة الشمس منذ شروق الشمس و حتى الظهر فقط، و تفقد الجدران الكثير من حرارتها بحلول المساء مما يجعلها أكثر ملاءمة من الجهة الغربية لحجرات النوم في المساكن. أما الواجهة الغربية تتعرض للإشعاع المباشر في الوقت الذي يكون فيه الإشعاع الشمسي في ذروته.



شكل (٢-٣) يوضح التوجيه الأمثل للمباني في المناطق الحارة - الجافة (Gut and Ackerknecht, 1993)

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

التشكيل: يؤثر شكل المبنى الهندسي سلباً أو إيجاباً على كسب الحرارة وفقدانها من خلال العناصر الخارجية، فكلما زادت المساحة المعرضة للعوامل الخارجية إزداد معها الفقد والكسب الحراري. وعلى المصمم أن يراعي اختيار الشكل المناسب للمبنى بتقليل مساحة الجدران الخارجية قدر الإمكان مقابل حجم المبنى. وجد Olgyay من خلال حساباته لطاقة الإشعاع الشمسي في الظروف البيئية المختلفة أن الشكل المربع ليس الشكل الأمثل حيث يكون له النصيب الأقل من الإطلال، و يعد الشكل المستطيل و ما يقترّب منه هو أقل الأشكال تأثراً بالأحمال الحرارية الصيفية، و أكثرها اكتساباً للأحمال الحرارية شتاءً باعتماد التوجيه الصحيح. (الموسوي ٢٠٠٧، ص٥٧)

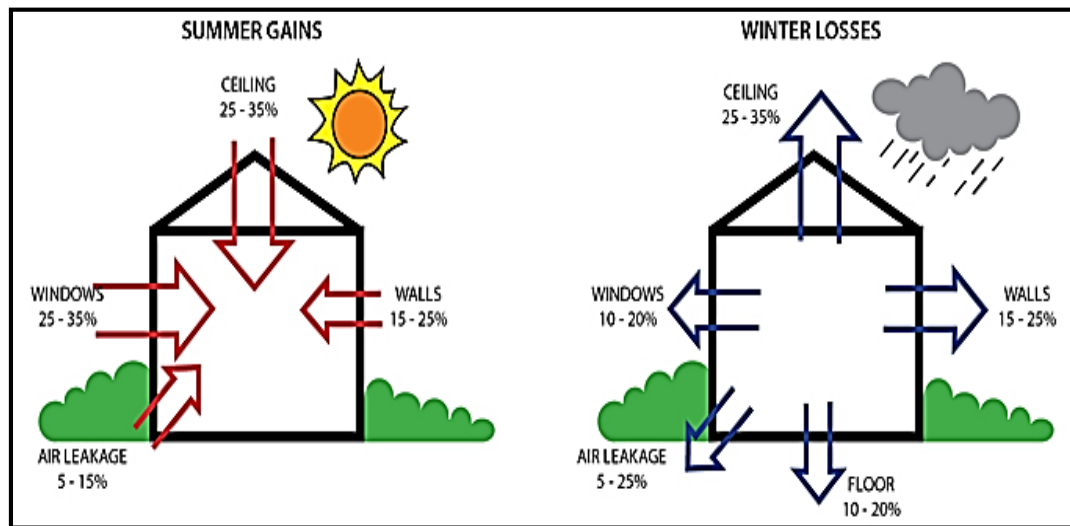
لا يمكن اعتبار الأشكال المعمارية المناسبة في اتجاه ما هي مناسبة دائماً لأن كفاءة الشكل المعماري يعتمد في كفاءته على التوجيه الجغرافي لذا فان الشكل والتوجيه غالباً ما يكونا متلازمين.

٣-٢ معالجة عناصر غلاف المبنى (الأسقف-الحوائط-الفتحات الخارجية)

تقدر كمية الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف في أيام الصيف بنسبة ٦٠ - ٧٠% وأما البقية فتأتي من النوافذ وفتحات التهوية. أنظر الشكل (٣-٣).

وتقدر نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في الصيف لتبريد المبنى بنسبة حوالي ٦٦% من كامل الطاقة

الكهربائية. (Wikipedia, Thermal insulation 2015)



شكل (٣-٣) يوضح النسب المئوية للحرارة المتسربة خلال غلاف المبنى صيفاً و شتاءً

المصدر: www.tipsasa.co.za/insulation-basics

٣-٣-٢-١ مواد إنشاء عناصر الغلاف الخارجي

تتعلق كمية الحرارة المتفقلة عبر عناصر المبنى الخارجية بشكل رئيسي بالخصائص الحرارية للمواد التي تتكون منها هذه العناصر وسماكتها وتعرض سطوحها الخارجية للعوامل الجوية المؤثرة. ويمكن الحكم على مدى فقدان الحرارة من المبنى ومستوى أدائه الحراري بقيم الانتقالية الحرارية لعناصره الإنشائية التي تشكل الغلاف الخارجي، لذلك يجب بذل عناية كبيرة في اختيار مواد الحوائط والاسقف وسماكتها بحيث يتناسب ذلك مع خواصها الفيزيائية من حيث الكثافة، و الموصلية الحرارية: و هي مقياس لقابلية انتقال الحرارة بالتوصيل خلال المادة. و السعة الحرارية: و هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة، فهي مؤشر على قدرة المواد على تخزين الطاقة.

وقد اثبتت التجارب ان الطوب الطيني ملائم جدا لتوفير شروط الراحة المتعلقة بالمحيط الحراري، و تشكل المواد الثقيلة كالحجارة و الرخام والطوب الإسمنتي أمثلة للمواد ذات الاختزان العالي للحرارة وهي بذلك مواد ذات كتلة حرارية عالية، فنجد أن الجدران التقليدية ذات الواجهات الحجرية وجدران الطوب الاسمنتي من العناصر ذات الاختزان العالي للحرارة، إلا أن هذه العناصر الإنشائية في نفس الوقت عالية التوصيل للحرارة بحيث تتطلب عزلا حرارياً في حال تزويدها بأنظمة تدفئة أو تبريد لتحسين أدائها الحراري في حفظ الطاقة.

إن حسن اختيار مادة انشائية مناسبة للغلاف الخارجي للمبنى لا يعني التخلص كلياً من الحرارة النافذة عبر العناصر الإنشائية، و على المهندس اختيار وسائل مساعدة و معالجات للحد من الحرارة النافذة إلى داخل المبنى، ويعتبر العزل الحراري للعناصر الخارجية من أهم العوامل المؤثرة في زيادة المقاومة الحرارية وبالتالي خفض قيمة الانتقالية الحرارية لهذه العناصر. فكلما قلت هذه القيمة كلما زادت قدرة العزل الحراري للمبنى بتقليل الحرارة المفقودة من المبنى في فترة التدفئة والحرارة المكتسبة في الصيف.

يبين الجدول (٣-١) بعض مواد البناء من حيث الكثافة، و السعة الحرارية، و التوصيل الحراري.

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

جدول (٣-١) يوضح الكثافة، السعة الحرارية، و التوصيل الحراري لبعض مواد البناء

مواد البناء	الكثافة كغم/م ^٣ X 10 ^٣	السعة الحرارية جول/م ^٣ /كغم (بالمليون)	التوصيل الحراري واط/م ^٢ ·م.
الاسفلت	2.11	1.94	0.75
الاسمنت	2.40	2.11	1.51
الحجر	2.68	2.25	2.19
الاجر	1.83	1.37	0.83
الطين	1.92	1.77	.84
الخشب	0.52	0.90	0.20
الحديد	7.85	3.93	53.3
الزجاج	2.48	1.66	0.74
الجبص	1.28	1.40	0.46
البوليسترين	0.02	0.02	0.03
الفلين	0.16	0.29	0.05

المصدر: (عالم الكهرباء و الطاقة ٢٠١٣)

٣-٢-٢ المعالجات المعمارية للأسقف

يعتبر السقف المصدر الرئيسي للإنتقال الحراري بين داخل و خارج المبنى حيث أنه يكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم بعكس الحوائط التي تكون معرضة في أوقات لأشعة الشمس خلال عدة ساعات من اليوم و ليس اليوم كله مقارنة بالسقف طبقا للجهة التي يواجهها الحائط و حركة الشمس خلال النهار صيفا و شتاء. و تختلف نسبة الإنتقال الحراري للمبنى من خلال السقف باختلاف مادة إنشاء السقف، فكلما كانت مواد الإنشاء ذات خاصية إكتساب و نفاذ الحرارة بسرعة مثل المواد المعدنية بصفة عامة، تكون كمية الحرارة النافذة للفراغ أكبر من كمية الحرارة النافذة خلال مواد ذات خاصية إكتساب و فقد الحرارة ببطء مثل الخرسانة أو الطوب ذات السمك الكبير .

أ. استخدام مواد عازلة للحرارة

هناك العديد من المواد التي يتم استخدامها في عزل الأسقف، و من أكثرها كفاءة في العزل الحراري هي المواد ذات الكثافة الأقل نسبة للحجم. أنظر الشكل (٥-٣) أ

ب. استخدام مواد عاكسة للتخلص من أشعة الشمس و طاقتها الحرارية

يمكن دهان الأسقف بألوان فاتحة لتعكس أشعة الشمس و بالتالي تقليل الحرارة النافذة للسقف. أنظر الشكل (٥-٣) ب. و بشكل عام فالمواد العاكسة للحرارة تكون فعالة فقط في المناطق الحارة و بدرجة محدودة.

ج. تكوين فراغ هوائي عازل

يعتبر الهواء عازل حراري جيد، و عليه يمكن الاستفادة من هذه الخاصية بترك فراغ هوائي بين السقف الأساسي للمبنى و سقف آخر ثانوي ليقال من انتقال الحرارة لداخل المبنى، و من المهم في هذه الطريقة عمل فتحات لمرور التيارات الهوائية لتغيير الهواء بين الطبقتين حتى يستبدل الهواء المحمل بالحرارة بهواء خارجي، مثال على هذه الطريقة استخدام الطوب الإسمنتي المفرغ على سقف المبنى فيعمل على العزل الحراري و تعتمد على سمك الطوب المستخدم. أنظر الشكل (٥-٣) ج

د. تكوين السقف من بلاطتين منفصلتين

يتم في هذه الحالة إنشاء السقف من بلاطتين منفصلتين مما يؤدي إلى حركة الهواء بينهما، حيث تقوم البلاطة العلوية بدور المظلة فتؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الهواء أسفلها عن الهواء الخارجي مما يولد منطقة ضغط منخفض أسفل البلاطة العلوية و منطقة ضغط مرتفع في الخارج، مما يؤدي لحركة الهواء من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض، و بالتالي التخلص من أي حرارة نافذة عبر السقف العلوي و عدم نفاذيتها خلال البلاطة السفلية. أنظر الشكل (٥-٣) د

هـ. تظليل السقف بوسائل مختلفة كالحوائق السطحية

تكمّن فائدة طريقة الحوائق السطحية في أن التربة عازل جيد للحرارة، و من ناحية أخرى أن النباتات تظلل السقف و برشها بالماء تبرد الهواء الملامس للسقف. تتطلب هذه الطريقة بنية إنشائية خاصة لضمان تحمل السقف لهذه الأثقال و منع تسرب الماء. أنظر الشكل (٣-٤)

كما بالإمكان استخدام رشاشات المياه فوق السقف، حيث يتم خفض درجة حرارة السقف نتيجة للتبخّر.



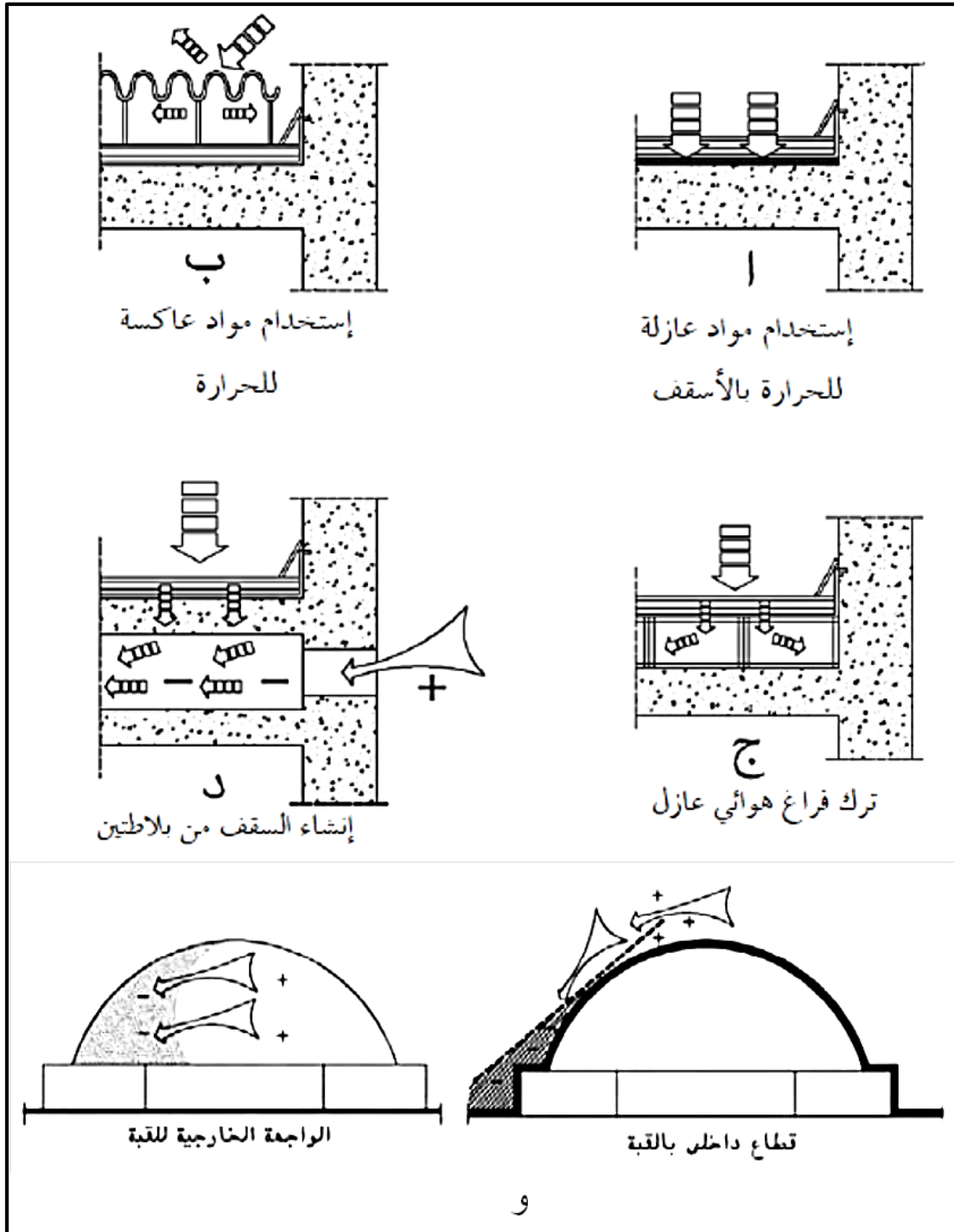
شكل (٣-٤) يوضح استخدام الحوائق السطحية لتظليل الأسقف
(عالم الكهرباء و الطاقة ٢٠١٣)

و. تشكيل السقف

للسقف المائل أو المنحني مزايا عديدة تجعله أفضل من السقف المنبسط، أولها الزيادة الملحوظة في ارتفاع جزء من المساحة الداخلية مما يوفر مكانا لحركة الهواء الدافئ الصاعد من أسفل، و ثانيها الزيادة في مجمل مساحة السقف مما يؤدي إلى توزيع شدة الإشعاع الشمسي على مساحة أكبر فيقل بالتالي متوسط الزيادة في حرارة السقف، و متوسط انتقال الحرارة إلى الداخل، بالإضافة إلى أن جزء من السقف يكون مظلا في معظم ساعات النهار، فيعمل كمشع للحرارة إذ يمتص الحرارة من الجزء المعرض لأشعة الشمس و من الهواء في الداخل، ثم يشعها للهواء الخارجي الأكثر برودة الواقع في ظل السقف، يكون هذا

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

الأمر فعلا بشكل خاص في الأسقف التي تكون على شكل نصف اسطوانة أو الأسقف المقببة، في هذه الحالة يكون جزء من السقف مظللا دائما إلا في وقت الظهيرة. أنظر الشكل (٣-٥) و



شكل (٣-٥) يوضح معالجات الأسقف لتجنب الأحمال الحرارية الزائدة

المصدر: العيسوي ٢٠٠٣، ص ٧٣

٣-٢-٣-٣ المعالجات المعمارية للحوائط

تتعرض الحوائط لكمية أشعة شمسية أقل من السقف نظرا لاختلاف زاوية تعرضها لأشعة الشمس حسب اختلاف ساعات النهار و فصول السنة، بالإضافة لكونها رأسية فتكون الحرارة المكتسبة في هذه الحالة أقل مما يكتسبه السقف من الحرارة ذاتها، تشمل المصادر الحرارية التي تتعرض لها الحوائط الخارجية أشعة الشمس المباشرة، و أشعة الشمس المنعكسة من الأرض و الأسطح المحيطة بالمبنى، و الحمل الحراري الناتج من الهواء الساخن القريب من سطح الأرض. معالجات الحوائط تشبه إلى حد كبير معالجات الأسقف، و من أمثلتها:

- أ. استخدام المواد العازلة للحرارة مثل الصوف و اللباد و الفلين و غيرها.
- ب. التظليل باستخدام الأشجار و النباتات الطبيعية.
- ج. استخدام البروزات في الأدوار، و التراجعات و كاسرات الشمس، و مواد ذات ألوان فاتحة و سطح خشن. أنظر الشكل (٦-٣)



شكل (٦ -٣) استخدام البروزات و كاسرات الشمس و الألوان الفاتحة كمعالجات للحوائط

المصدر : <http://images.adsttc.com>

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

د. إنشاء الحوائط من مواد بطيئة الإكتساب و الإنتقال الحراري، و استخدام حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء بينها و تجديده و تقليل الحمل الحراري النافذ إلى داخل الفراغ.



شكل (٣-٧) الحوائط المزدوجة في واجهات المبنى

المصدر: <http://fathibashier.blogspot.com>

٣-٢-٤ المعالجات المعمارية للفتحات الخارجية و الواجهات الزجاجية

يحتاج الإنسان لإدخال الإضاءة الطبيعية و التهوية للمبنى عبر النوافذ، و لتحقيق ذلك يستخدم الزجاج في الواجهات كفاصل بين الداخل و الخارج، مما يسبب إشكالية عدم عزل الزجاج للحرارة و البرودة لقلته سماكته و كثافته العالية فيكون العزل ضعيفا عبر النوافذ، لذلك تعتبر الفتحات الخارجية هي المصدر الرئيسي لنفاذ الحرارة إلى داخل الفراغ نظرا لرقه سمكها حيث أن غالبيتها من الألواح الزجاجية مما يستوجب معه مراعاة تصميمها بصورة شاملة، فنسبة الفتحات في الواجهة تختلف تبعا لتوجيه هذه الواجهة، فيجب تقليل مساحة الفتحات في واجهات معينة و زيادتها في واجهات أخرى طبقا لحركة الشمس صيفا و شتاءا.

يجب على المعماري دراسة الواجهات و الحمل الحراري على كل واجهة من واجهات المبنى و تصميم الفتحات طبقا لهذه الدراسة ليققل الحمل الحراري النافذ لداخل أو خارج المبنى، فالتوزيع الذكي للنوافذ والفتحات السماوية واستخدام الزجاج العاكس والعازل للحرارة والأبواب والجدران العازلة واعتماد التقنيات الحديثة للتدفئة والتكييف، يمكن أن يوفر ما بين ٢٥% إلى ٥٠% من استهلاك الطاقة. (الشيمي ٢٠١٣)

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

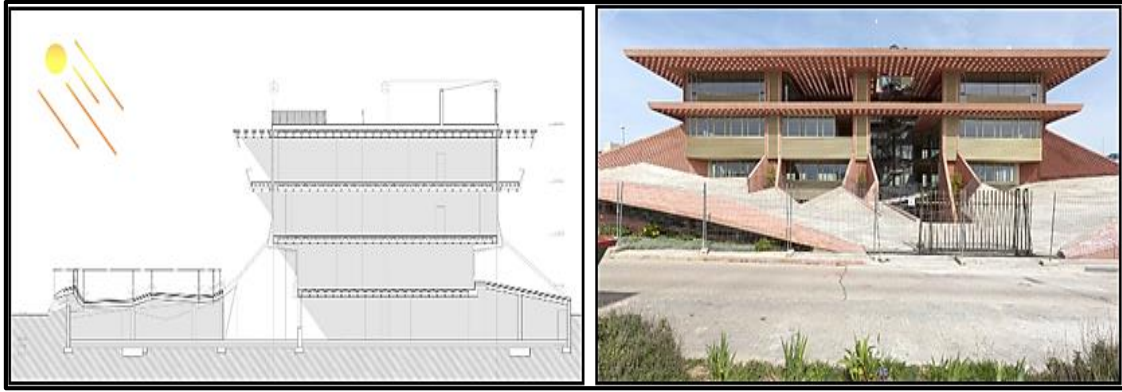
فيما يلي عرض للمعالجات المعمارية التي يمكن استخدامها للفتحات الخارجية لتقليل الحرارة النافذة خلالها لداخل المبنى:

أ. اختيار المواقع المناسبة للنوافذ الأفقية والطولية، و توقيت النوافذ داخل سمك الحائط، و تقليل مساحة الواجهات الزجاجية في الواجهتين الشرقية والغربية.

ب. استخدام كاسرات الشمس، وهي شرائح خارجية ثابتة أو متحركة، أفقية أو رأسية، توضع على فتحات المبنى وفقا لحسابات ميل أشعة الشمس لمنع الأشعة من النفاذ للمبنى ساعة الظهيرة و اشتداد درجات الحرارة، و تنقسم كاسرات الشمس إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

(Wikipedia, passive solar building design, 2016)

- كاسرات الشمس الأفقية وتستهمل بنجاح للفتحات الجنوبية التي تتعرض لأشعة الشمس المباشرة في فترة منتصف النهار وتكون زاوية سقوط الشمس مرتفعة في الصيف ومنخفضة في الشتاء. يوضح الشكل (٣-٨) كاسرات أفقية لتظليل واجهات زجاجية كاملة.



شكل (٣-٨) يوضح نموذج لتظليل واجهات زجاجية باستخدام كاسرات أفقية

المصدر: www.archdaily.com

- كاسرات الشمس الرأسية وتستهمل للفتحات الغربية، وهي من أصعب الواجهات في معالجتها الحرارية حيث انها تتعرض لأشعة الشمس المباشرة في أعلى درجات حرارتها لذلك. أفضل الوسائل المعمارية هو استعمال كاسرات شمس رأسية تتحرك مع زوايا الشمس مع إمكانية أن تأخذ ميلا ناحية الشمال لإعطاء حماية أكبر من الشمس. أنظر الشكل

(٣-٩)



شكل (٣-٩) يوضح نموذج لاستخدام كاسرات الشمس الرأسية

المصدر: www.aaaid.org

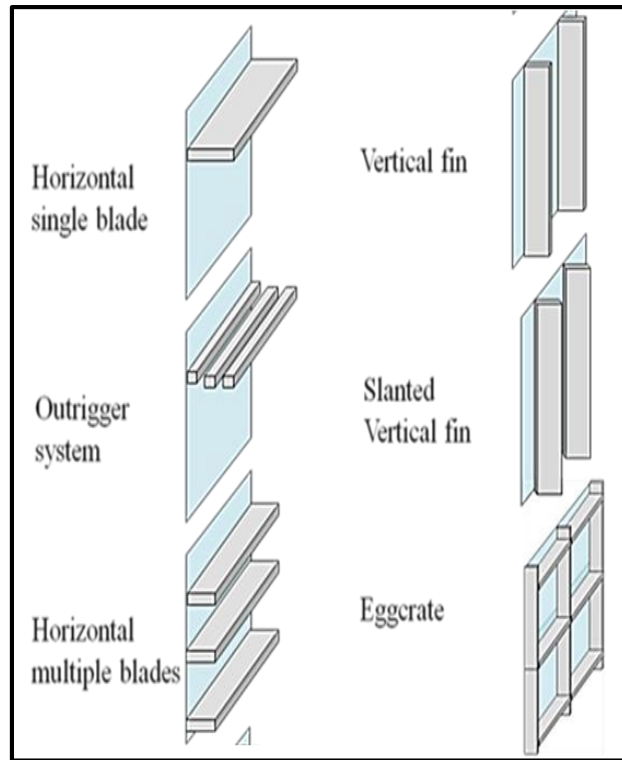
- كاسرات الشمس المزدوجة، وتستعمل عادة في الواجهة الجنوبية الشرقية، و الواجهة الجنوبية الغربية. أنظر الشكل (٣-١٠) .



شكل (٣-١٠) يوضح كاسرات الشمس المزدوجة

المصدر: <http://gbtech.emsd.gov.hk/english/>

يوضح الشكل (١١-٣) أنواع كاسرات الشمس و الإتجاهات التي تستخدم فيها.



شكل (١١ -٣) يوضح أنواع كاسرات الشمس

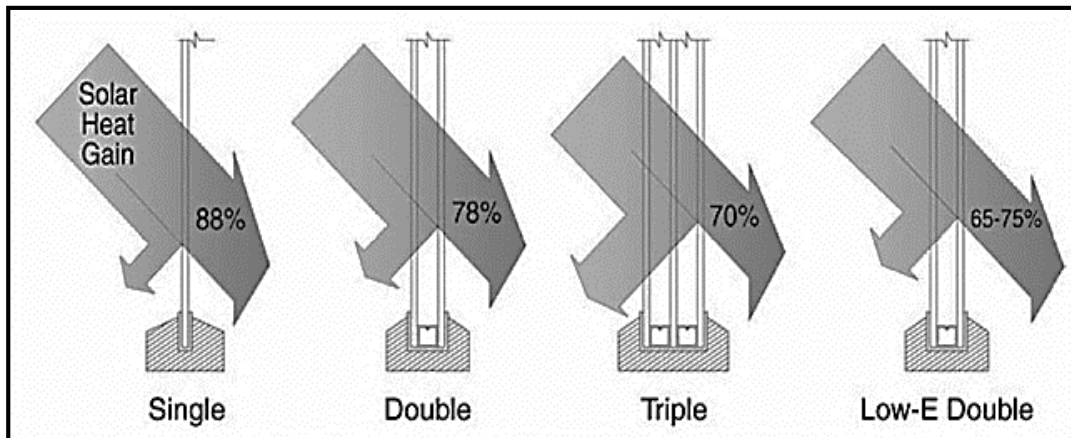
http://gbtech.emsd.gov.hk/green_solar

ج. استخدام البروزات لحماية الفتحات من أشعة الشمس.

د. استخدام زجاج ثنائي أو ثلاثي الطبقات للتحكم في كمية الحرارة النافذة إلى داخل الفراغ، و يمكن ملء

أحد الفراغات بين طبقات الزجاج بغاز خامل. و توقيع الشباك ضمن سمك الجدار للتقليل من الطاقة

المكتسبة والمفقودة. يوضح الشكل (١٢-٣) كمية الحرارة النافذة خلال طبقات الزجاج المختلفة.

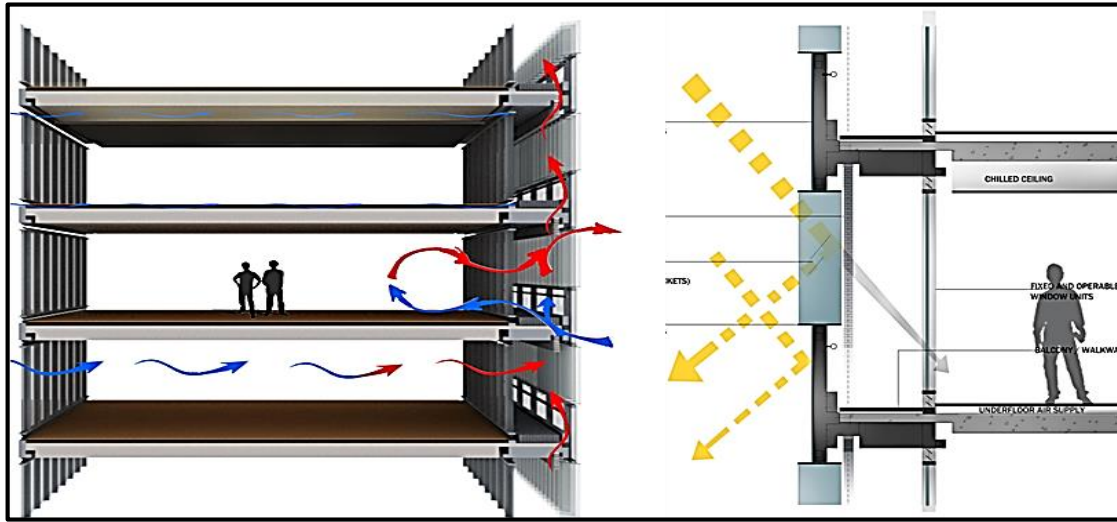


شكل (١٢ -٣) يوضح كمية الحرارة النافذة خلال طبقات الزجاج

<http://what-when-how.com/energy-engineering>

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

هـ. استخدام الواجهات الزجاجية المزدوجة Double skin Facade: في الواجهة المزدوجة الغلاف الخارجي للمبنى يتكون من جزئين منفصلين بواسطة ممر فراغي من الهواء يتراوح من ١٥ - ٩٠ سم ، وغالباً ما تستخدم الكاسرات الشمسية بين جزئي الغلاف، ويتميز غلاف المبنى المزدوج بأنه يعمل كم منطقة حاجزة لعزل المبنى و تظليله، و يوجه الإضاءة الطبيعية داخل المبنى، و يزود كل الفراغات المحيطة بالتهوية الطبيعية من خلال الممر الفراغي الهوائي.أنظر الشكل(٣-١٣)



شكل (٣-١٣) يوضح واجهة زجاجية مزدوجة
www.kanseidesign.wordpress.com

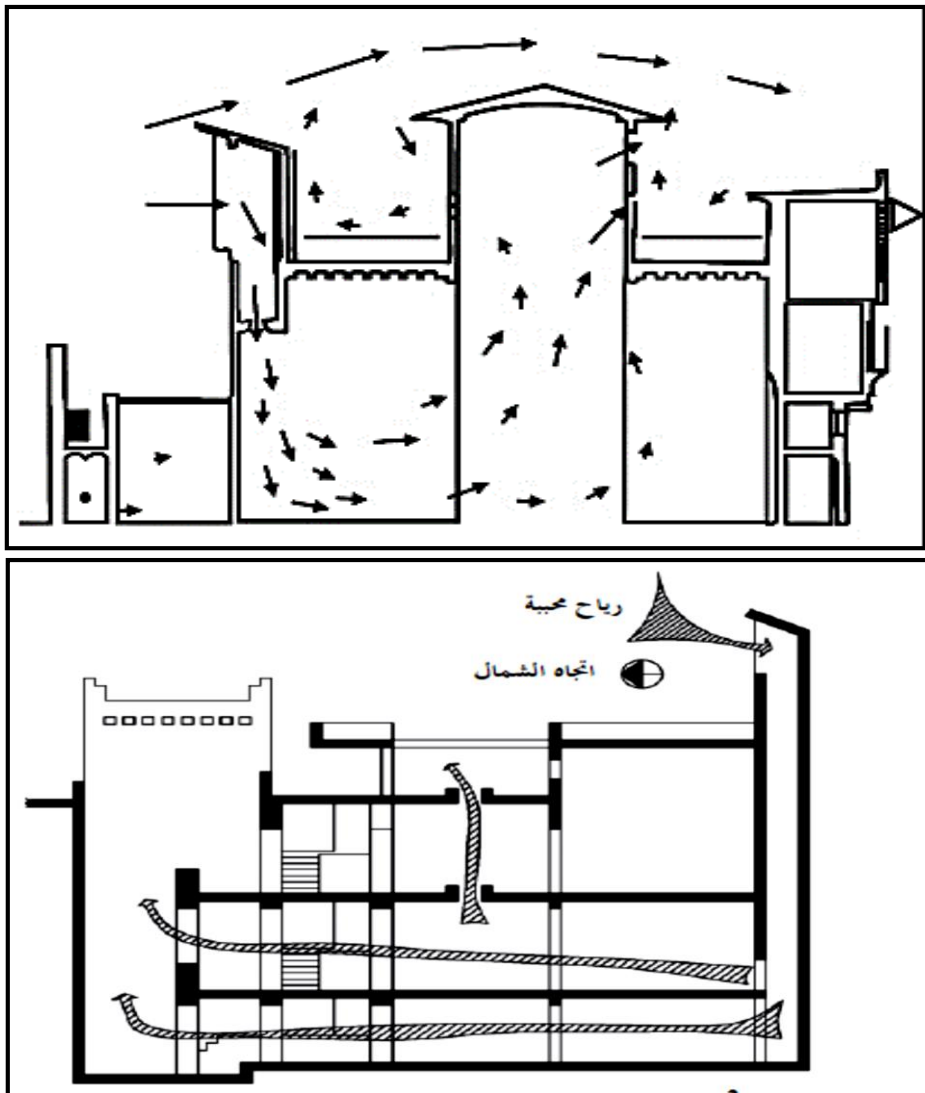
٣-٣-٣ معالجات أنظمة التهوية الطبيعية

كفاءة البيئة الداخلية للمبنى لا تكتمل بدون جودة نوعية وصفات الهواء الداخلي للمبنى من حيث سلامته صحياً، التهوية الطبيعية ضرورية لتغيير الهواء المتواجد في المبنى و تجديده، للمحافظة على صحة المستخدمين ، و تحقيق الراحة الحرارية وتبريد المبنى.

تختص معالجات أنظمة التهوية الطبيعية بالوسائل التي تتفاعل بواسطة الهواء مع كل من البيئة الخارجية و الداخلية، إن دراسة أنظمة الهواء تؤثر في تحديد الخواص المناخية للمبنى، و عند استعمال حركة الهواء بغرض التبريد فإن التأثير المطلوب لا يأتي نتيجة معدل تغيير هواء الفراغ، و إنما يكون نتيجة لسرعة الهواء، و من العوامل المؤثرة على زيادة سرعة الهواء استخدام عناصر تصميمية مثل أبراج الرياح (الملقف)، و الشخشيخة، اللذان يعملان على خلق تيار هواء طبيعي للتهوية و التبريد داخل المبنى.

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

تعمل أبراج الرياح بفرق ضغط الهواء و هي تعمل بإحدى طريقتين، الطريقة الأولى سحب الهواء البارد لداخل الفراغ، ففي النهار تتواجد منطقة ذات ضغط مرتفع عند فتحة البرج الموجهة في اتجاه الرياح السائدة، في حين تكون منطقة الضغط المنخفض في الفراغ الداخلي الذي مازال الهواء به ساخن مما يؤدي إلى انتقال الهواء إلى المنطقة منخفضة الضغط، و الطريقة الثانية طرد الهواء الساخن من داخل الفراغ، و هي تعمل بنفس فكرة المدخنة التي تسحب الهواء الساخن إلى أعلى بينما يدخل الهواء الجديد من فتحة في الجدار الخارجي، و يتم ذلك بتوجيه فتحة البرج في الاتجاه المعاكس للرياح فعندما تصطدم الرياح بحائط الملقف تتولد منطقة ضغط منخفض في الجهة المقابلة حيث فتحة البرج مما يؤدي إلى سحب الهواء من داخل الفراغ إلى أعلى ليحل محله هواء جديد رطب كما يوضح الشكل (٣-١٤)

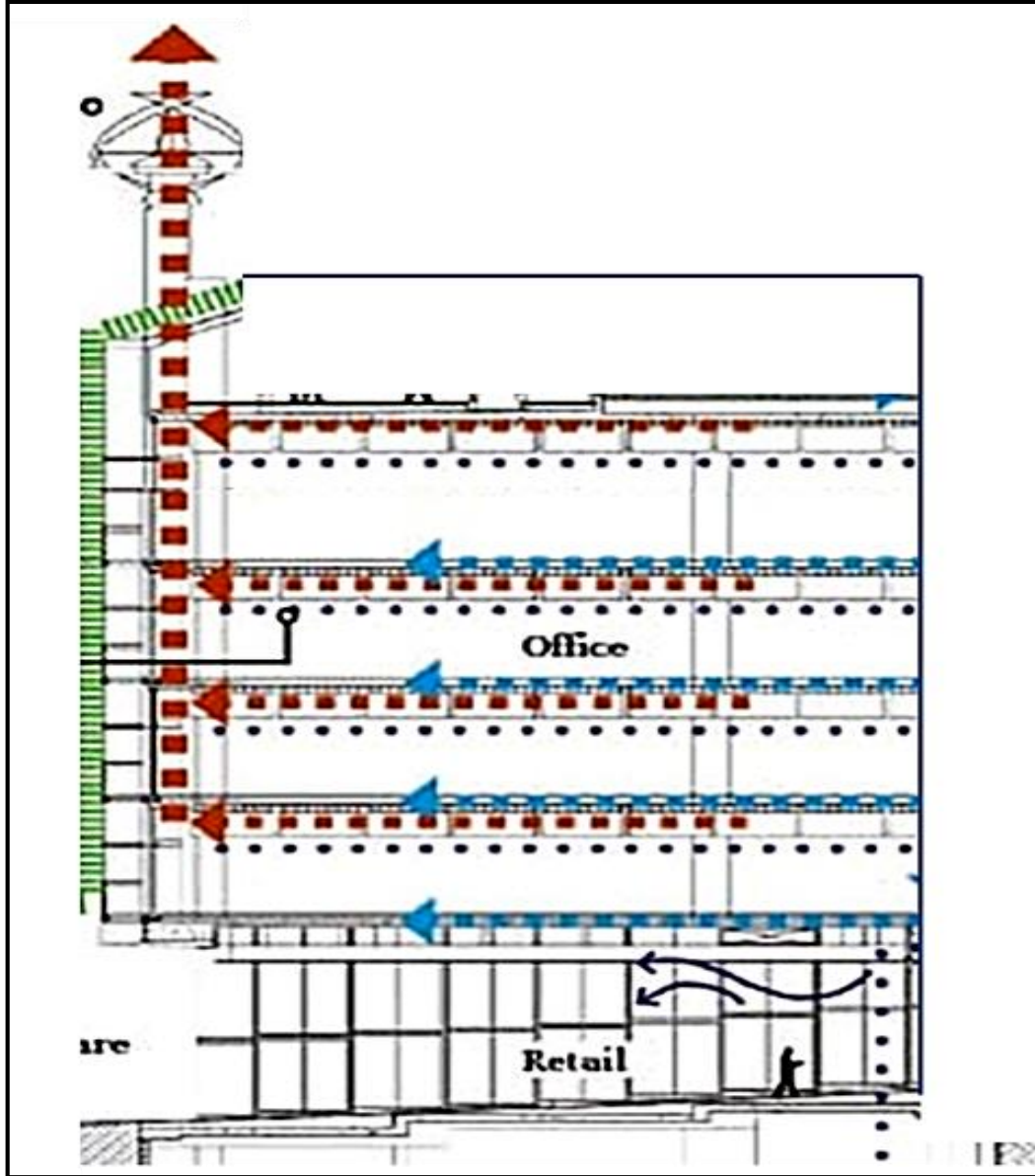


شكل (٣-١٤) يوضح طريقة عمل أبراج الرياح (الملقف)

المصدر : فتحي ١٩٨٨

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

تم تطوير ملاقف هواء مكونة من أبراج بابعاد وارتفاعات تتناسب مع المساحات المراد تبريدها، و لزيادة سرعة الهواء المتسرب إلى الخارج في الحالات التي تكون فيها قوة الدفع الحراري غير كافية يتم استخدام المراوح و التوربينات الهوائية. (ابن عوف ١٩٩٤، ص ٢١٤) كما يوضح الشكل (٣-١٥)



شكل (٣-١٥) استخدام التوربينات الهوائية في أعلى الملقف لزيادة سرعة تسرب الهواء

<http://architectureau.com/articles/practice>

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

لا يقتصر دور المعماري على تصميم العناصر المعمارية السابقة فقط بل يمتد دوره إلى تصميم ما يحيط بالمبنى من فراغات خارجية لدورها الأساسي أيضا في تخفيف الحمل الحراري الناشئ من الأشعة الشمسية و الواقع على المبنى، يتم تحقيق ذلك بعدة طرق مثل:

زراعة المسطحات الخضراء التي تساعد على امتصاص أكبر قدر من الأشعة و عدم انعكاسها من على سطح الأرض، و تساعد على ترطيب الهواء، كما يساعد أحاطة المبنى بالأشجار و الشجيرات على إلقاء الظلال و حمايته من أشعة الشمس المباشرة، و تساعد الأشجار أيضا على تنقية الهواء من ذرات الغبار و الرمال المحملة بالرياح حيث تعمل كمرشح للرمال و الأتربة.

إيجاد المسطحات المائية جوار المبنى يعمل على إنكسار أشعة الشمس الساقطة عليها و بعثرتها و بالتالي تخفيف الحمل الحراري الناتج عنها، مع مراعاة أن يكون سطح المياه متموجا (مثل النوافير) حتى لا يعمل كسطح عاكس للحرارة.

٣-٥ نماذج

وفقا لما تقدم سيتم عرض أمثلة من مناطق مختلفة لمشاريع طبق مصمموها أساليب التصميم المناخي،

و المعالجات المعمارية - المناخية المختلفة:



٣-٥-١ برج Menara Mesiniaga - ماليزيا

الموقع: مدينة (Subang Jaya) بماليزيا

المصمم: المهندس المعماري (Ken Yeang)

صمم المبنى في عام ١٩٨٩م و انتهى تشييده عام ١٩٩٢م.

نوع المبنى: تجاري - مكاتب إدارية .

عدد الطوابق ١٥ طابقا، والمساحة الإجمالية للطوابق

٢م٦٥٠٣، و يصل ارتفاعه إلى ٦٣م.

تعامل المصمم بمحاكاة مع العمارة البايومناخية (تصميم

شكل (٣-١٦) برج Menara Mesiniaga

المصدر: www.mesiniaga.com

المباني وفقا للمناخ المحيط) وتأثر بأعمال فرانك لويد رايت في

تصميمه للأبراج العالية في خطوة جديدة نحو شعار الأبراج البايومناخية (Bioclimatic Skyscraper)

فكانت أفكاره باتجاه تعزيز و توطيد فكر الفضاءات الانتقالية، و الفناءات على المستوى العمودي ،

والمشهد الحدائقي العمودي، و توفير التهوية والإضاءة الطبيعية للأجزاء المركزية خاصة والمبنى عامة

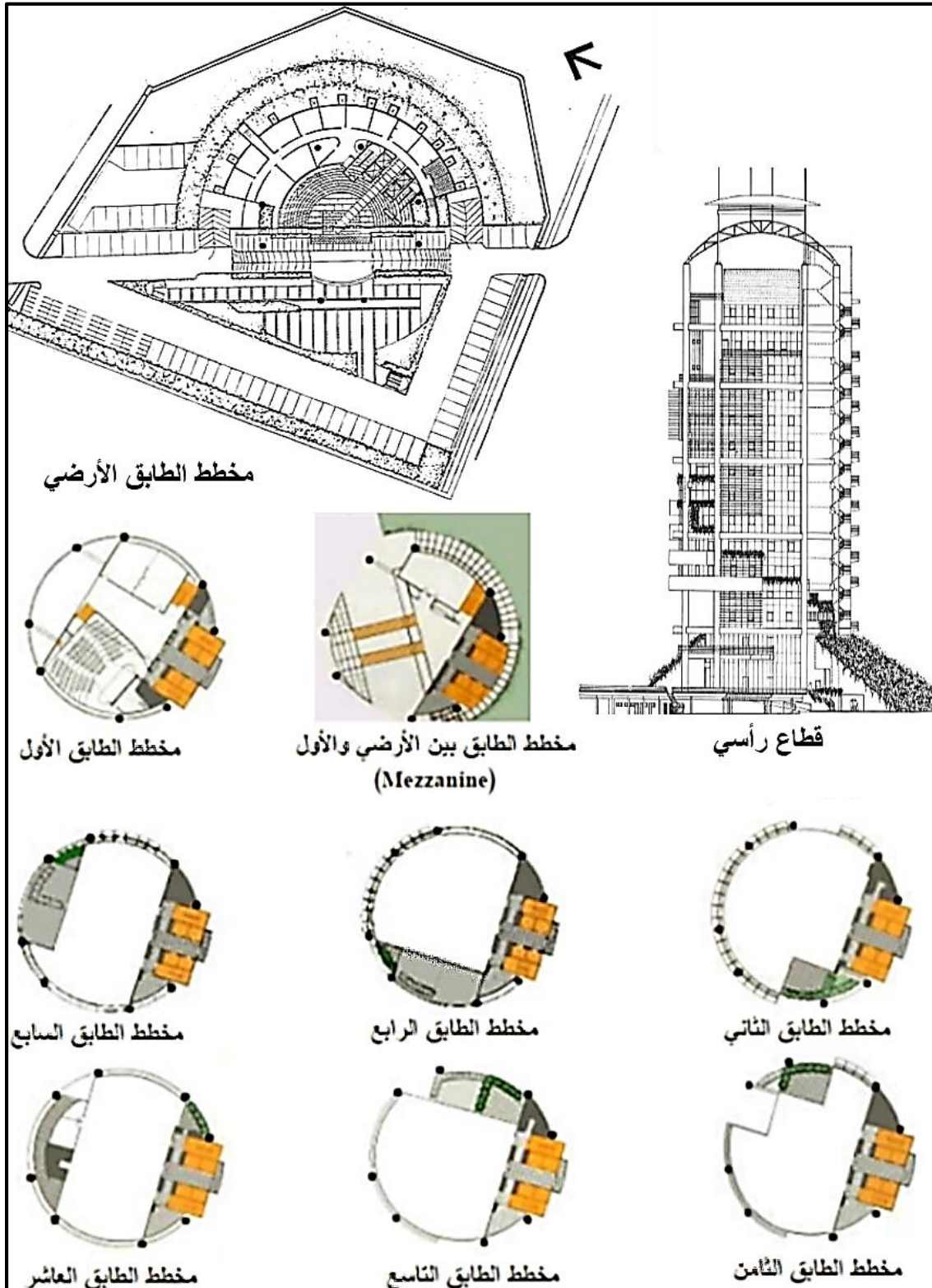
وأخيرا حفظ الطاقة والسيطرة المناخية، وكحصيلة نهائية فاز تصميم المبنى بجائزة الأغا خان للعمارة عام

1995م.

استخدم المصمم الشرفات الحدائقية أو الفناءات السماوية مع النباتات في كل مستوى ليحقق المشهد

الحدائقي العمودي لواجهة المبنى كما وفرت بعين الوقت هذه الفضاءات الحلزونية المفتوحة خيارا للتوسع

في المستقبل، كما استخدم الحدائق العمودية كوسيلة للتظليل .

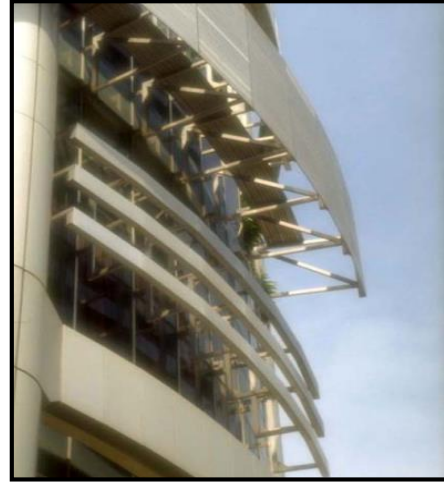
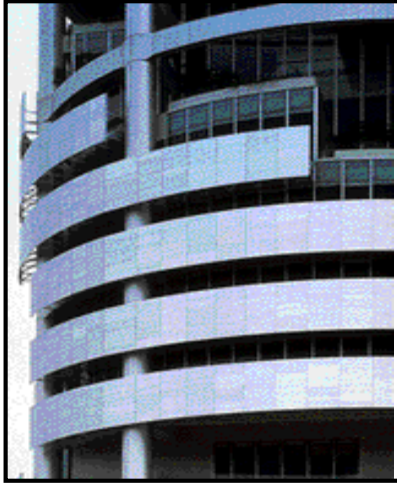


شكل (٣- ١٧) يوضح المساقط الأفقية لبرج Menara Mesiniaga

المصدر www.solaripedia.com/files/721.pdf

تطل النوافذ على المنظر الحدائقي لتوفير الإضاءة الطبيعية اللازمة بغية تقليل استهلاك الطاقة، و عولجت النوافذ بمظلات استخدمت في الشرق والغرب كاستجابة لمسار الإشعاع الشمسي، حيث وظفت الكاسرات والمظلات للسيطرة على الاكتساب والفقدان الحراري، ومن جهة أخرى وظفت الجدران الستائرية المزججة للتوجيه الشمالي والجنوبي. كما يوضح الشكل

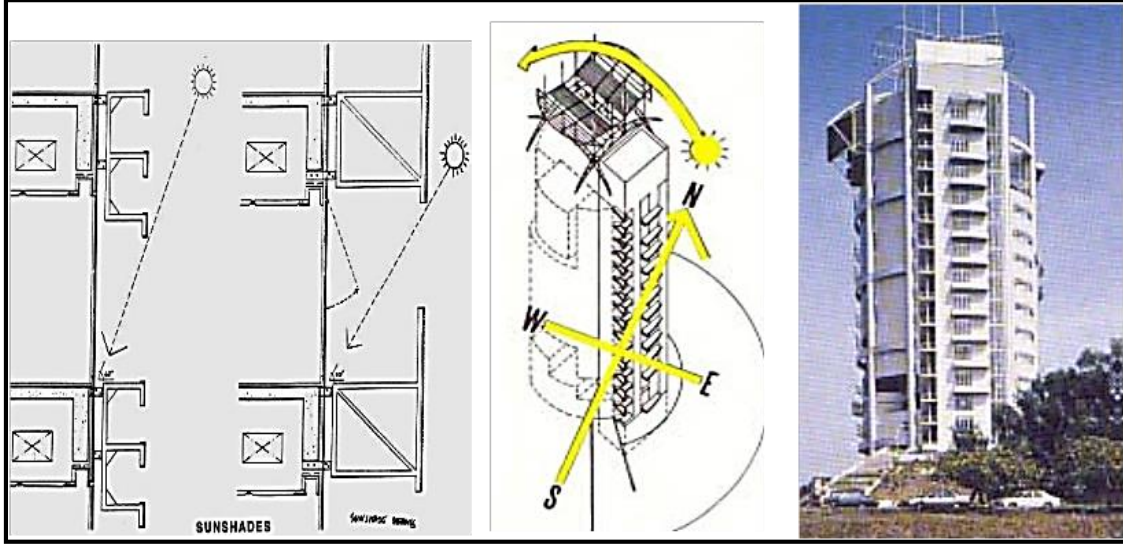
(١٨ -٣)



شكل (١٨ -٣) استخدام كاسرات الشمس و المظلات

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

تقع الخدمات الرئيسية (CORE) في الواجهة الشرقية الحارة المعرضة للشمس لتوفير الحماية للفراغات الداخلية من أشعة الشمس القوية، كما تسمح بالإضاءة الطبيعية لدورات المياه ودهات المصاعد، فضلا عن مناطق الخدمة المركزية لتكون مهواة طبيعياً مقللاً استخدام المكيفات. كما يوضح الشكل (٣-١٩)



شكل (٣-١٩) يوضح موقع الخدمات في الجهة الشرقية من المبنى

www.akdn.org/architecture/pdf/1356_Mal.pdf

تعلو السقف العلوي للمبنى تغطية مفرغة تعلو حوض السباحة مع وجود نظام لتجميع مياه الأمطار على السطح. وبهذا يوفر المبنى سنويا ما يقارب ١٣٥٩٠ دولار فقط من التهوية والتبريد. (وزير، ٢٠٠٧، ص ١٤٧)

٣-٥-٢ مبنى مؤسسة أبحاث البناء BRE، بريطانيا

يقع المبنى في مدينة وانفورد بجنوب بريطانيا، صممه المعماري Feilden Clegg، و هو مبنى مكتبي - إداري مكون من ثلاثة أدوار، افتتح المبنى عام ١٩٩٦. ليشكل المبنى مثالا يحتذى به للتصميم المناخي



و البيئي.

يستخدم بالمبنى نظام تظليل خارجي على الواجهة الجنوبية للتحكم بمستويات الإشعاع الشمسي، حيث يسمح بأقصى حد

شكل (٣-٢٠) يوضح منظور خارجي لمبنى BRE
المصدر: Wigginton and Harris 2002

من الإضاءة الطبيعية مع الحد من الوهج، يتكون نظام التظليل الخارجي

من شرائح زجاجية دوارة، يتم تكسية الجانب السفلي من الشرائح بطبقة من السيراميك الأبيض نصف الشفاف، حيث تعمل على عكس أشعة الشمس المباشرة لحجبها عن الداخل، و يتم التحكم فيها عن طريق حساسات تقوم برصد كميات الأشعة و اتجاهها، فيتغير اتجاه الشرائح حسب وضع الشمس. أنظر

الشكل (٣-٢١)

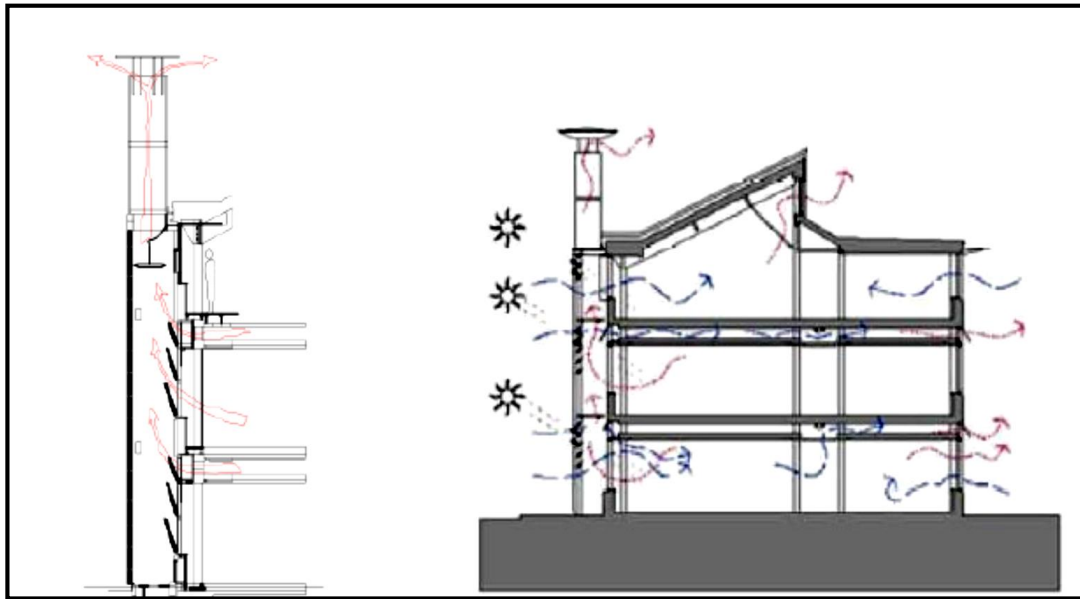


شكل (٣-٢١) يوضح تغير اتجاه الشرائح الزجاجية الدوارة حسب زاوية الإشعاع الشمسي

المصدر: Wigginton and Harris 2002

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

من أهم السمات المميزة للمبنى استخدام خمسة أبراج للتهوية على الواجهة الجنوبية، موضوع أمامها طوب زجاجي، عندما تسقط أشعة الشمس على الطوب الزجاجي تسخن الهواء داخلها؛ فيرتفع الهواء الساخن و يخرج من المداخل الشمسية المصنوعة من الصلب، و يحل محله هواء بارد في الفراغات الهوائية. تشكل هذه الأبراج الجزء الرئيسي للتهوية الطبيعية و الحفاظ على الطاقة في المبنى. أنظر الشكل (٢٢-٣).



شكل (٢٢ - ٣) يوضح طريقة عمل أبراج التهوية بالواجهة الجنوبية لمبنى BRE

المصدر : <http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf>

٣-٥-٣ مباني جامعة قطر، الدوحة



يقع المشروع بمدينة الدوحة في قطر، صمم المبنى المهندس المعماري كمال كفاوي، و افتتح المبنى في عام ١٩٧٣م

استعمل المصمم عنصر ملقف

الهواء (البادجير) اتهوية المباني

طبيعيًا ، كما استعمل المشرييات

شكل (٣-٢٣) يوضح الملقف و المشريية بمباني جامعة قطر
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:QatarUniversityEastVie>

التي تعمل ككاسرات شمس للحماية من الشمس و توفير الظل، كما راعي مواد الإنشاء المناسبة لمناخ المنطقة الصحراوي، و استخدم الحوائط المزدوجة، و الألوان الفاتحة لتقليل الكسب الحراري كما يوضح الشكل (٣-٢٤)

و تعتبر النوافير و التشجير أيضا من العناصر التي راعاها المهندس في تصميمه لتقليل نسبة



الحرارة في الجو و لتقليل نسبة التراب أيضا و لانعاش الجو و لترطيب المكان. أنظر الشكل (٣-٢٥)

شكل (٣-٢٤) يوضح استخدام التشجير و النوافير لترطيب الجو
المصدر: www.qu.edu.qa/



شكل (٣-٢٦) منظور خارجي لمنزل د. عثمان الخير
المصدر: د. عثمان الخير

٣-٥-٤ منزل د. عثمان الخير، الخرطوم

يقع المبنى في الجريف غرب- الخرطوم،
صممه المعماري د.عثمان الخير، في الفترة من
١٩٩٦- ١٩٩٩ يتكون المبنى من طابقين. في

حالة تصميم المهندسين المعماريين لمنازلهم
الخاصة تكون محاولة لإثبات العديد من الميزات



شكل (٣-٢٥) يوضح استخدام الملقف بالمبنى
المصدر: د. عثمان الخير

ذات الأهمية للمصمم. في هذه الحالة كانت الأساسيات
هي البيئة، والتقاليد، والحداثة. و وجه المصمم اهتمامه
الأكبر نحو التوجيه الأمثل، والتنظيل. و اعتمد على
التهوية الطبيعية، فاستخدم الملقف، و قنوات من الطوب
تحت الأرض تعمل على توفير هواء بارد و نقي.

استخدم فتحات خارجية ذات مساحة صغيرة في

المستويات العليا ليتم سحب الهواء الحار عبرها ليحل مكانه هواء بارد في الفراغات الداخلية. و اختيار
الشكل نصف الاسطواني لتشكيل السقف، و استخدم البروزات و المدخل غير المباشر لتفادي أشعة



شكل (٣-٢٧) يوضح تشكيل السقف لتقليل الكسب الحراري
المصدر: د. عثمان الخير

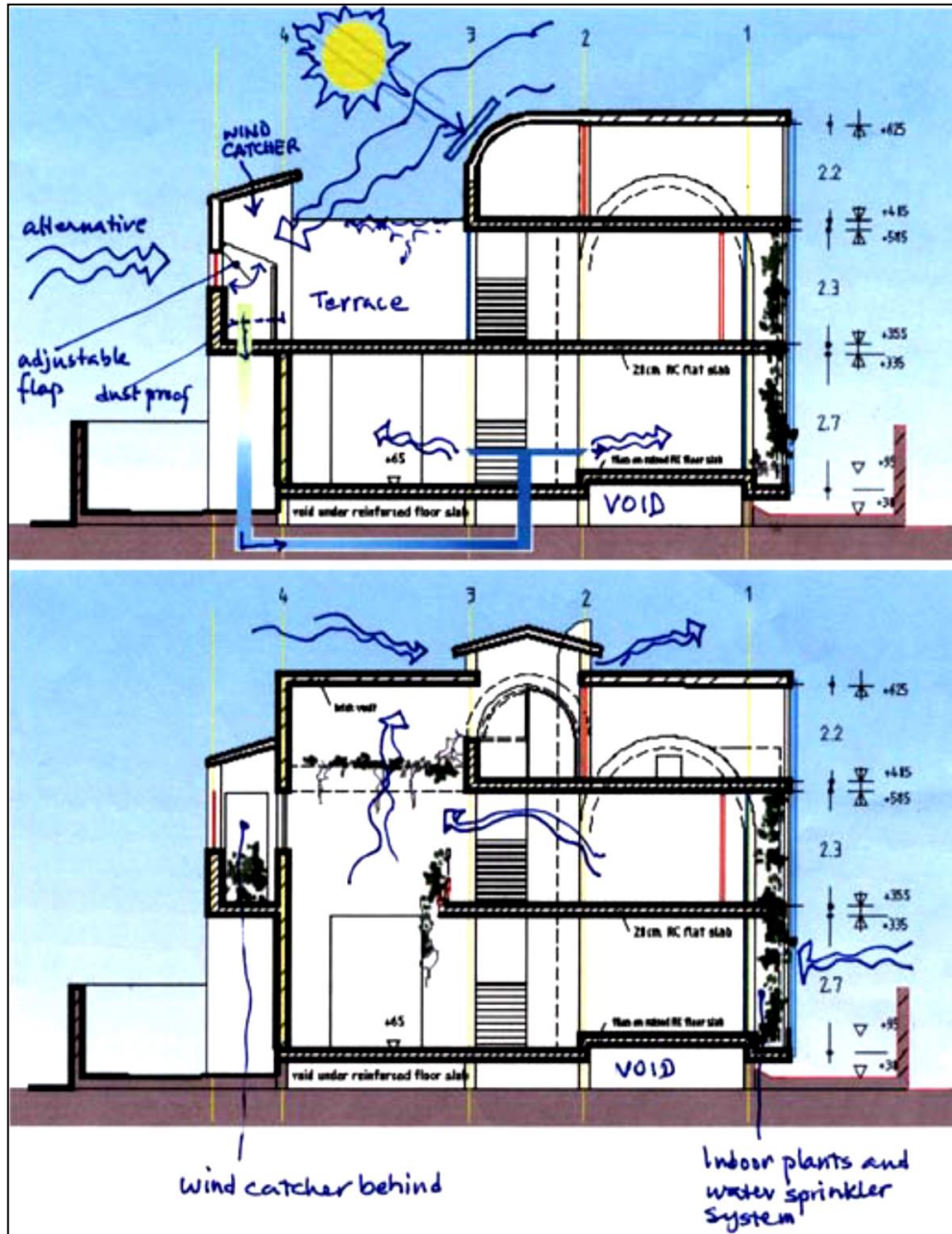
الشمس المباشرة و الرياح
المحملة بالتراب. كما اعتمد
اللون الفاتح للحوائط و
الأسقف لتقليل الكسب
الحراري.

انظر الشكل (٣-٢٧)

المناخ و الغلاف الخارجي للمبنى

و استخدم النباتات في الفراغات الداخلية و الخارجية، فتعمل رشاشات المياه في الداخل على ري النباتات بالإضافة لتلطيف الجو. كما استفاد من التكنولوجيا الحديثة بتوفير خلايا شمسية؛ توفر طاقة كهربائية لأغراض الإضاءة خاصة الليلية، و تسخين المياه.

يوضح الشكل (٣- ٢٨) المعالجات المعمارية التي اعتمدها المصمم في منزله لتوفير تبريد طبيعي و الحد من استهلاك الطاقة الكهربائية



شكل (٣- ٢٨) قطاع رأسي يوضح المعالجات المعمارية المستخدمة بمنزل د. عثمان الخير

المصدر: د. عثمان الخير

الغلاف الخارجي للمبنى هو حلقة الوصل بين المناخ الخارجي و المناخ الداخلي للفراغات الداخلية، و لكل عنصر من عناصر الغلاف الخارجي (الأسقف، الحوائط، و الفتحات الخارجية) دور في الانتقال الحراري بين الداخل و الخارج، و يجب على المعماري أن يكون ملما بكيفية معالجة تلك العناصر و اختيار أنسب المعالجات التي تحقق الراحة الحرارية و تكلفة اقتصادية مناسبة.

أهم معايير التصميم المناخي للمناطق الحارة الجافة هي:

١. حماية الغلاف الخارجي من أشعة الشمس المباشرة و ذلك بواسطة التظليل أو شكل المبنى أو الأسقف المزدوجة أو الحوائط الساترة...

٢. تحقيق التهوية الطبيعية الجيدة داخل المباني الطبيعية و ذلك للاستفادة من مفعول الهواء البارد ليلا في تخفيض درجة حرارة الحوائط و الأسقف و الهواء الداخلي.

٣. مراعاة خاصية اختزان الحرارة في المواد المستعملة في بناء الجدران الخارجية والأ سقف للمبنى واختيار المواد المناسبة في تركيبة هذه الأجزاء للحصول على الحد الأقصى من الوقاية الحرارية، فمواد البناء من العناصر الأساسية التي لا بد من الاعتماد عليها عند تصميم المبنى حراريا.

٤. استعمال الألوان المناسبة بالنسبة للأسطح الخارجية لتخفيض مفعول أشعة الشمس المباشرة.

تستخدم جميع النماذج التي تم عرضها في هذا الفصل من المعالجات المناخية المعمارية ما هو معروف مثل أبراج الرياح (الملاقف)، الجدران السمكية والمزدوجة للعزل الحراري ، تظليل الواجهات والمساحات المحيطة بالمبنى للحماية من الاشعاع الحراري المباشر، العناية بالمساحات الخضراء وتقليل المساحات الزجاجية فى النوافذ..الخ. كما تستخدم نماذج الدراسة ، الى جانب المعالجات البيئية التقليدية ، نظام خليط يجمع التبريد الصناعى والتبريد الطبيعى الذى يقلل استهلاك الطاقة ، ويزيد كفاءة التبريد ، ويجعل المبنى رقيقا بالبيئة و متوافق مناخيا بصورة افضل.