أثر الأغلفة الديناميكية على كفاءة الأداء الحراري لأبنية المناطق الحارة – الجافة

غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق كمونة
قسم الهندسة المعمارية – جامعة بغداد

مُستخلص البحث:

يتناول البحث موضوع إيجاد أبنية كفوءة مناخياً تتميز أغلفتها البنائية بديناميكية عالية تمكنّها من التفاعل والتكامل بتغير المواسم في منطقتنا الحارة – الجافة، إذ ان إستيراد الأفكار المعمارية وظهور التقنيات الجديدة أفرز توجهاً فكرياً وعمرانياً يتعارض وأدنى خصائص هذه المنطقة بيئياً وعمرانياً، ومن ثم نشوء عمارة غير منتمية للواقع البيئي المحيط بها فوقفت على مفترق طرق بين عدم مراعاة البيئة ومجاراة الفكر الغربي وبين الركون للعمارة التقليدية، ومن هنا وجب على المهندس المعماري أن تكون أفكاره وتصاميمه أساسها التفهم العميق لإمكانيات العصر الذي نعيشه من إختيار المواد المناسبة وإستثمار ما توصل إليه الآخرون من تقدم تقني ومعرفي ملائم مع الإستفادة والإستلهام من تراثنا المعماري الغني وما يحتويه من فهم شمولي وعميق للمشاكل المناخية، وفي الوقت ذاته تكون هذه الأفكار والتصاميم منتمية لبيئتها ومستفيدة من صفاتها الجغرافية والمناخية وصولاً الى رسم المسارات المستقبلية في إنشاء عمارة متآلفة ومتوازنة مع البيئة المحيطة لتحقيق معادلة التوازن الحراري لأبنيتنا ومن ثم نضع العمارة على دربها البيئي الصحيح.

ويعالج البحث مشكلته من خلال الموازنة بين توظيف التقنيات الحديثة وبصورة مبسطة من جهة، وبين استخدام طرق التصميم المناخي الطبيعي من جهة أخرى لإنشاء أبنية ديناميكية تحاكي التقلبات المناخية القاسية في المناطق الحارة – الجافة على مدار العام، وبالتالي رفع مستوى التصاميم المعمارية المستقبلية للأبنية، لكونها أبنية تستقرئ المستقبل وتحاكيه وتتفاعل معه مسبقاً بمعلومات الحاضر وبنفس الوقت تستلهم من عمارة الماضي وتوظفها بأسلوب معاصر، وصولاً الى تكوين عمارة متكيّفة مع الظروف المناخية المحيطة وقادرة على الصمود في المستقبل.

وتأتي أهمية موضوع البحث هنا في كونه يدعم الإهتمام العالمي بالتكنولوجيا الحديثة وفي الوقت ذاته يحاكي العمارة التقليدية من خلال انشاء أبنية ديناميكية مستجيبة للتقلبات المناخية المحيطة.

مشكلة البحث:

إنشاء أبنية متكيّفة مع الظروف المناخية المحيطة في المناطق الحارة – الجافة من خلال أغلفة بنائية ديناميكية تتجاوب مع المناخ المحيط بتقلبه طوال العام لتخفيض الأحمال الحرارية لأنظمة التكييف ومن ثم خفض إستهلاك الطاقة.

هدف البحث:

تحسين الخصائص الحرارية للمباني لضمان توفير الراحة الحرارية لشاغليها من خلال تأمين التصميم الحراري الكفوء لها، والذي يتم تحقيقه من خلال إنشاء أبنية ذات أغلفة ديناميكية مرنة متكيّفة ومستجيبة للظروف المناخية المحيطة في المناطق الحارة – الجافة.

The Influence of Dynamic Envelopes on the Efficiency of Thermal Performance of Hot – Arid Zones Buildings

ABSTRACT:

This research studies the subject of finding efficient climatic buildings whose envelops are characterized by a high dynamic movement that enables them to react and integrate in accordance with seasons' changing in our hot – arid zones. The importing of architectural thoughts and the emergence of new techniques have led to the evolution of an intellectual and urban trend that disagrees with the least environmentally and urbanely characteristics of these regions, and consequently, the evolution of a kind of architecture that does not belong to its environmental reality, therefore, it has stopped in between the non-considering of the environment and the keeping up with the western intellect and between confining to traditional architecture. Thus, the architect's thought and designs should be based on the deep understanding of the current potentialities of the age concerning choosing the suitable materials and investing what others has reached concerning the suitable technical and epistemic progress along with making use of and inspiring from our rich architectural heritage and all what it contains concerning a comprehensive and deep understanding of the climatic problems, and at the same time, these thoughts and designs belong to its environment and utilizing its surrounding geographical and climatic features to reach to the drawing of futuristic paths in establishing a harmonious and balanced with the surrounding environment to achieve the equation of thermal balance for our buildings and then putting architecture on its right environmental way.

The research takes the problem through balancing between the employment of modern techniques in a simply way on one hand, and the use of the natural climatic design methods on the other hand, in order to establish dynamic buildings that imitate the severe climatic changes in the hot – arid areas during the year, and then by raising the level of the buildings futuristic architectural designs since these buildings explore and imitate the future and already interacting with it by the present information and at the same time inspire from the architecture of the past and make use of it in a contemporary style, in order to reach to the formation of a kind of architecture that is conditioned with the surrounding climatic conditions and is capable of resistance in the future.

The importance of the research's subject is that it supports the worldwide interest of modern technology, and at the same time, it imitates traditional architecture through constructing dynamic buildings responding to the surrounding climatic changes.

كلمات رئيسة: الأغلفة الديناميكية للمباني، المنظومة الحرارية للمبنى، التوازن الحراري، الأحمال الحرارية، الراحة الحرارية.

- المقدمـة:

بات التوجه العمراني المعاصر نحو الفكر الوافد الغريب يتعارض مع مفهوم تفاعل المبنى مع البيئة المحيطة به وتأثر كل منهما بالآخر ومن ثم ضعف سلوك المبنى الحراري التفاعلي مع البيئة المؤدي الى إستنزاف عالي لأجهزة التكييف علاوةً على فقدان الطابع والهوية المميزة لمنطقة عن أخرى، إذ ان العمارة المعاصرة أغلقت الأبواب أمام التفاعل مع البيئة المحيطة. ولكون المناطق الحارة – الجافة ومنها العراق تتمتع بمناخٍ قاسٍ طوال العام وجب على المهندس المعماري التفاعل الإيجابي مع معطيات المناخ من خلال توظيفه لكافة التقنيات الحديثة وطرق التصميم المناخي الطبيعي لإنشاء أغلفة بنائية ديناميكية للمباني لديها القدرة على التفاعل والتغيّر المستمر تبعاً لتغيرات المناخ طوال العام، حيث تسهم بتوفير بيئة فاعلة وسريعة الإستجابة للظروف المناخية المحيطة لتحقيق أفضل مستويات الراحة الحرارية لشاغلي تلك الأبنية وذلك بتحقيق أعلى كفاءة أداء حراري لأغلفتها البنائية، إذ ان توفير الراحة الحرارية والحماية من المؤثرات المناخية غير المرغوب فيها يُعَد من الأهداف الأساسية للتصميم المعماري والعمراني الكفوء مناخياً خصوصاً بعد التغيّرات الكبيرة التي شهدتها مدننا الحارة – الجافة من إنشاءات حديثة وتعمير اسمنتي كان له الدور الكبير في ضعف قدرة هذه الأبنية على الموازنة الحرارية، وحاجة أصحابها لإستهلاك كبير للطاقة لتأمين حاجتهم من التدفئة والتبريد. وبالمقارنة مع العمارة التقليدية التي تتصف بقدرتها العالية على الإحتفاظ بجو معتدل طيلة أيام السنة من خلال المواد المستخدمة في إنشاءها وتصاميمها المتكيّفة مناخياً وتلاصق ابنيتها المدروس، أضاف على عاتق المهندس المعماري مهمة معالجة الزيادة الملحوظة في استهلاك الطاقة الكهربائية والوقود في المباني لأغراض التكييف لتخفيض التنامي المتسارع في الطلب على أحمال الطاقة، وحماية البيئة من التلوث الناتج عن إنبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن حرق الوقود الاحفوري، فضلاً عن تحقيق متطلبات الراحة الحرارية داخل المباني، لذا يجب إيجاد تصاميم حرارية كفوءة للمباني تتكيّف مع البيئة المحيطة بتغيّر المواسم وذلك من خلال تطويع أغلفتها البنائية تبعاً للظروف المناخية المحيطة وهو أمر يُدخل مفاهيم وأساليب جديدة لم تكن مألوفة في تصميم وتنفيذ المباني خاصةً في المناطق الحارة – الجافة.

وهنا لسنا بصدد توفير أبينة إقتصادية بتسخير مفاهيم التصميم المناخي الطبيعي في الأبنية أو بصدد إستيراد الفكر التكنولوجي الغريب عن بيئتنا، بل نحن أمام تحدي بيئي طبيعي وتكنولوجي معاً بتوفير أغلفة مباني ديناميكية طيّعة ومرنة في تفاعلها مع الظروف المناخية المحيطة لتتمكن من منع تسرب الطاقة خارج المبنى قدر الإمكان، ومن ثم رفع كفاءة أداءه الحراري، وصولاً لأعلى مستويات الراحة الحرارية لشاغليه.

- آلية عمل المنظومة الحرارية للمبنى:

إن ظاهرة الدورة المناخية السنوية والطقس اليومي في المناطق الحارة – الجافة ولدت تبايناً في الخصائص الحرارية، الأمر الذي نجم عنه عدم إستقرار للبيئة الداخلية للمبنى والمستدل عليه من الفرق الحراري داخل المبنى بين النهار الحار والليل البارد، وبين الصيف الحار والشتاء البارد في هذه المناطق، وهو ما يفسر حدوث ظاهرة الإنتقال الحراري، حيث توزع الحرارة نفسها بالتساوي الى أن تحقق حقل حراري منتظم منتشر على

نحو كامل، متجهةً من مناطق ذات درجات حرارة عالية الى مناطق ذات درجات حرارة واطئة (Givoni، 1998، ص 109).

وتتأثر كمية الحرارة المكتسبة الى داخل المبنى صيفاً والمتسربة خارجه شتاءاً بالعوامل الآتية: مساحة الجدار الخارجي للمبنى، طبيعة ونوعية مواد انشاءه، سُمك الغلاف البنائي، علاقة المبنى مع الشمس، لون الغلاف الخارجي للمبنى، تظليل المبنى بواسطة المنشآت المجاورة، درجة حرارة الفضاءات المحيطة أو البيئة، ودرجة حرارة الفضاء الداخلي(شاهين، 1990، ص 1).

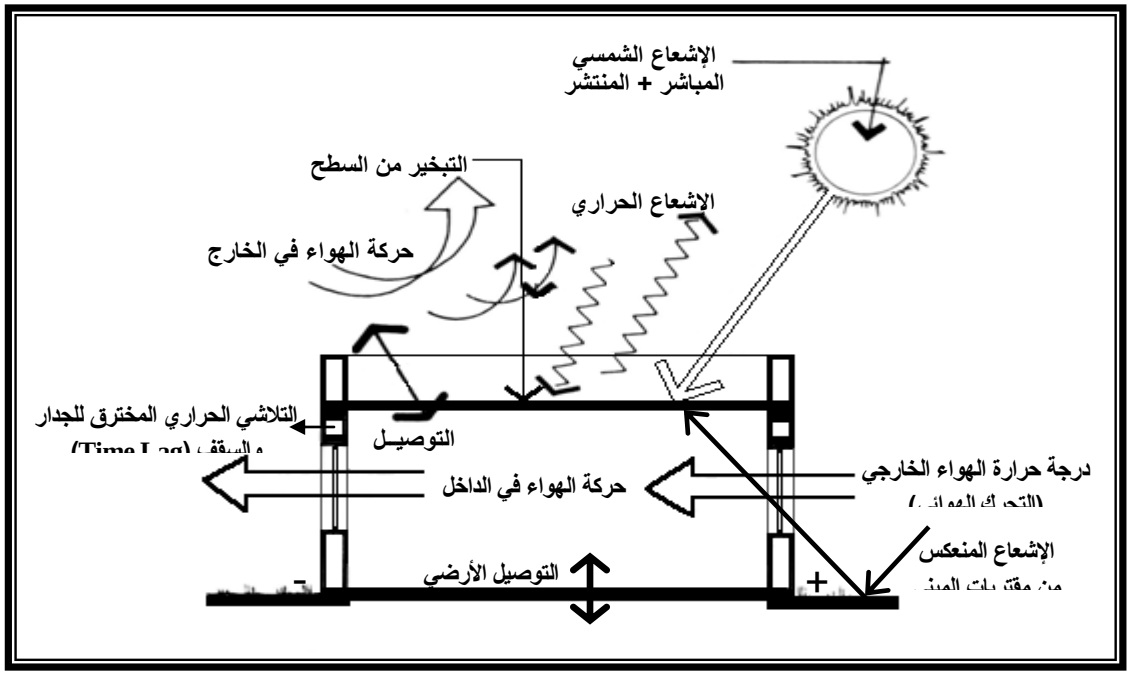
وهنا يجد البحث إن غلاف المبنى يمثل المنظومة الحرارية للمبنى والمعرضة لجميع الأحمال الحرارية الخارجية، فهو يتحكم ويسيطر على جميع أساليب السيطرة الحرارية المنظِمة للبيئة الداخلية للمبنى وصولاً الى حدود الراحة الحرارية لشاغليه، إذ تحدث خلاله جميع صيغ إنتقال الحرارة من الداخل للخارج والعكس، ومن خلال كفاءته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

– صيغ إنتقال الحرارة في المباني:

تنتقل الحرارة بين المبنى والبيئة المحيطة به من خلال مختلف عناصر ومكونات الغلاف البنائي، حيث يتعرض المبنى يومياً لكافة أنواع الإنتقال الحراري وبأطواره المعروفة والتي قسمت الى (شكل 1):

أطوار الحرارة المحسوسة (Sensible Heat) وصورها الثلاثة، التوصيل الحراري (Conduction) والحمل الحراري (Convection) والإشعاع الحراري (Radiation).

وأطوار الحرارة الكامنة (Latent Heat) بصيغ تحول المادة وصورها، التبخير (Evaporation) والتكثيف (Condensation).



الشكل (1): يوضح الإجهادات الحرارية المسلطة على الغلاف البنائي.
تنظيم الباحثة بالإستناد الى المصدر (Watson & Labs، 1983، ص 4).

أولاً/ أطوار الحرارة المحسوسة (Sensible Heat)*:

- التوصيل الحراري (Conduction): وهو عملية إنتقال الحرارة من الجزيئات ذات درجات حرارة عالية الى الجزيئات ذات درجات حرارة منخفضة بالإيصال، حيث تنتشر الطاقة الحرارية عبر جزيئات المادة الواحدة أو جزيئات المواد المتلاصقة أو جزيئات سطحي مادتين متماسين بشكل مباشر (وبدون إنتقال الكتلة) لوجود فرق في درجات الحرارة.

وتنتقل الحرارة في المباني بطريقة التوصيل عبر الجدران والأسقف من الجهة الحارة الى الجهة الباردة بين عناصر المبنى، ومعدل الإنتقال يعتمد على معامل المواصلة الحرارية (Thermal Conductivity) للمواد، ودرجة سُمك (Thickness) عناصر الغلاف البنائي للمبنى.

وأحسن المواد الموصلة للحرارة هي المعادن وأردأها الخشب، الاسبستوس (الحرير الصخري)، الغازات، والسيراميك، وهي تدعى بالعوازل الحرارية(Givoni، 1998، ص 110).

- الحمل الحراري (Convection): وهو عملية إنتقال الحرارة ضمن حركة السوائل والغازات وتحدث بسبب إنتقال الحرارة عبر الجزيئات المتحركة للمادة حاملةً الحرارة الى مناطق أبعد وذات درجة حرارة أقل، وتستمر دورة الحمل هذه بمزج المائع لإختلاف درجة الحرارة حتى يصل الى التوازن الحراري.

ويحدث الحمل الحراري في عدة حالات منها، عندما تنتقل الحرارة من السطح الصلب الى الهواء المجاور والعكس، أو إنتقال الحرارة بين سطحين في درجات حرارة مختلفة بواسطة إنتقال الهواء (Air Flow)(D. Roos، 2008، ص 1).

- الإشعاع الحراري (Radiation): وهو عملية تحوّل الطاقة الحرارية لسطح المادة الى طاقة إشعاعية بشكل موجات كهرومغناطيسية بسرعة الضوء تنتقل عبر الفضاء حتى تصدم سطح معتم، فيُمتص جزئياً ويُعكس جزئياً، فتزداد إهتزاز جزيئات السطح وترتفع درجة حرارته بسبب الإشعاع الممتص، ومن ثم يشع السطح الحار طاقة أكثر من إشعاع السطوح الباردة حوله، فتنتقل الحرارة بالإشعاع من السطوح الحارة الى السطوح الباردة ويحدث التبادل الحراري لحين الوصول للموازنة الحرارية بين كميتي الطاقة المنبعثة** والممتصة(D. Roos، 2008، ص 1).

ثانياً/ أطوار الحرارة الكامنة (Latent Heat)*:**

- التبخير (Evaporation): وفيه تنتقل الحرارة بتغيّر حالة المادة من السائل الى البخار.
- التكثيف (Condensation): وفيه تنتقل الحرارة بتغيّر حالة المادة من البخار الى السائل.

(*) الحرارة المحسوسة: وتمثل تعبير عن درجة الإهتياج الجزيئي لكتلة معينة والحادث بسبب مصادر عدة مثل التعرض للإشعاع، والإحتكاك بين شيئين، والتفاعل الكيميائي، والتماس المباشر مع شئ حار، وبتغيّر درجة حرارة المادة يتغير المحتوى الحراري لذلك الشئ (Bradshaw، 1985، ص 13).

(**) يعتمد الإشعاع المنبعث على معامل إمتصاصية السطح وإنبعاثيته (Markus & Morris، 1980، ص 45).

(***) الحرارة الكامنة: وتمثل الحرارة التي تغيّر حالة المادة من الصلبة الى السائلة أو من السائلة الى الغازية وبالعكس.(Bradshaw، 1985، ص 13).

ويؤثر بخار الماء في الجو على طبيعة السلوك الحراري لغلاف المبنى، ومن ثم على درجة حرارة سطحه الخارجي، وبالتالي تأثيره على الخصائص الحرارية للغلاف البنائي.

كما يجب دراسة الحرارة الكامنة في الأبنية لأهميتها في حسابات أحمال التبريد في تكييف هواء الأبنية.

وبصورة عامة فإن القوة الباعثة (Motive Force) الإنتقال الحراري بأي طريقة من الطرق الآنفة الذكر هو إختلاف درجات الحرارة بين منطقتين، وأسرع معدل إنتقال حرارة يتحقق مع أكبر إختلاف في درجات الحرارة(كمونة، 2001، ص 14).

ويشير البحث هنا الى أن تعرض المبنى يومياً لكافة أنواع الإنتقال الحراري من توصيل وحمل وإشعاع حراري يعمل على زيادة محتواه الحراري صيفاً ويخفض محتواه الحراري شتاءاً، وتقوييم سلوك المبنى الصحيح يتم بتوفير أقل كسب حراري صيفاً وأقل فقدان حراري شتاءاً، والمتحقق من خلال التصميم الحراري الديناميكي الفعّال لغلاف المبنى والذي يمثل أحد مؤشرات أداء التصميم الحراري الكفوء، ومهارة المصمم الذي إعتمده.

– مكونات مقطع الغلاف البنائي للمبنى:

يُعرَّف غلاف المبنى على إنه الوسيط بين البيئتين الخارجية (والمتمثلة بالمتغيرات المناخية) والداخلية (المتمثلة بظروف الراحة الحرارية المطلوبة داخل البيئة المبنية) ويتألف من مجموعة من المواد، العناصر، والمركبات البنائية التي بإجتماعها تكوّن الحيّز الفضائي الإجمالي للفعاليات البشرية القائمة فيه(Bradshaw، 1985، ص 77).

ويمثل مقطع الغلاف البنائي للمبنى بمقطع إنشائي بسيط متكون من أربعة أجزاء رئيسة(كمونة، 2001، ص 28):

- السطح الخارجي (External Surface): وهو الجزء الخارجي من الغلاف البنائي المواجه بصورة مباشرة لجميع الأحمال الحرارية للبيئة الخارجية. ويحدث إنتقال الحرارة من والى هذا السطح بواسطة الحمل الحراري للهواء، والإشعاع الشمسي من السماء والإشعاع الحراري من السطوح المحيطة به، وإن توجيه السطح يؤثر في معدل نسبة إنتقال الحرارة الى السطح.
- طبقات المادة البنائية (Individual Layers of Construction): وهي ذلك الجزء من الغلاف البنائي الذي يقع خلف السطح الخارجي مباشرةً بإتجاه القطع الإنشائي في الغلاف للداخل. ويشمل جميع الخصائص الفيزيائية الحرارية لمواد البناء من محتواه المتجانس وغير المتجانس، بطبقة أو مجموعة الطبقات المتتالية الترتيب في مقطعه بما توفر من عازلية وسِعة حرارية للغلاف. وهو المسؤول عن طبيعة سرعة وشدة نقل التأثيرات الحرارية للسطح الخارجي نحو الداخل وبالعكس. ويعتمد الإنتقال الحراري عبر طبقات المادة البنائية على خصائص المادة وسُمكها.
- الفضاءات الهوائية (Air Spaces) أو الفجوات (Cavities): وهي عبارة عن فراغات هوائية ضمن طبقات المقطع الإنشائي تستعمل لتخفيض الفقدان أو الكسب الحراري للمبنى، وتشابه مقاومتها مقاومة أي مادة في المقطع الإنشائي. وتزيد هذه الفضاءات الهوائية من قابلية ضبط مقدار المقاومة لمقطع الغلاف البنائي وتنقل الحرارة بين الفضاءات عبرها بواسطة الحمل الحراري والإشعاع، وتزداد فاعلية العزل الحراري للفجوة الهوائية كلما قل سُمكها أو تعددت طبقاتها واحتوت جدرانها الداخلية على عاكس حراري مشع كصفائح الألمنيوم.

- السطح الداخلي (Internal Surface): وهو الجزء الداخلي من الغلاف البنائي المواجه بصورة مباشرة تأثيرات التغييرات الحرارية الحاصلة في البيئة الداخلية لفضاءات المبنى والتي تُدعى بدرجة حرارة البيئة الداخلية والمتمثلة بدرجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، ومعدل درجة حرارة السطوح الداخلية المشعة، والتحرك الهوائي.
- **وتؤكد الدراسة هنا الى ان الإنتقال الحراري يحدث عبر غلاف المبنى بسبب إختلاف درجات حرارة السطحين الخارجي والداخلي للغلاف، فتنتقل الحرارة من السطح ذي الدرجة الحرارة الأعلى الى الأوطأ، وإعتماداً على الإنتقالية الحرارية بين السطحين (Thermal Transmittance) والتي تأخذ شكلين أساسيين هما الكسب الحراري من خارج المبنى الى داخله والفقدان الحراري من داخل المبنى الى خارجه وصولاً الى 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.**

- ستراتيجيات السيطرة المناخية في المباني:

تُستخدم عدة وسائل لأغراض السيطرة الحرارية في التصاميم المناخية وتختلف من حيث التقنية المستعملة التي تخضع جميعها لتصنيف عام يضم: الوسائل الفعّالة (Active Methods) الوسائل الذاتية (المنفعلة) (Passive Methods) بحسب إعتمادها على استحضارات تشغيل المنظومة الحرارية للمبنى، كونها أنظمة مفتوحة تعتمد كلياً أو جزئياً على وجود مصدر طاقة محرك لها وتفشل بعدم توفره، أو كونها أنظمة مغلقة تعتمد كلياً على ذاتها في إستغلال بعض الظواهر الطبيعية الناجمة عن حدوث الدورة الحرارية للمناخ، كطاقة تتزود بها لغرض التشغيل وهي لا تحتاج غالباً لأعمال الصيانة والمتابعة. ويعتمد كلاهما على سترتيجيات السيطرة المناخية والمتمثلة بمبادئ العمل الأساسية في ترصّد فرص السماح أو المنع للإنتقال الحراري عبر الوسطين (البيئة الداخلية للمبنى والمحيط الخارجي) وحسب التوقيع الزمني للدورة المناخية اليومية والسنوية(كمونة، 2001، ص 20).

ففي موسم الشتاء البارد يكون هدف المهندس المعماري تقليل الفقدان الحراري (Minimize Heat Loss) من بيئة المبنى الداخلية الى المحيط الخارجي ومحاولة السماح للكسب الحراري (Promote Heat Gain) العكسي من الخارج الى الداخل، وينعكس الحال في موسم الصيف الحار، فيعمل المعماري على محاولة زيادة الفقدان الحراري (Promote Heat Loss) من داخل المبنى الى الخارج وتقليل الكسب الحراري (Minimize Heat Gain) المعكوس. وبهذه الفكر الأساسية فإن جميع وسائل السيطرة المناخية تخضع في عملها لتلك القاعدة. ويُطبَق نفس المبدأ المذكور في الدورة اليومية للطقس بين ساعات الليل والنهار(Watson & Labs، 1983).

ويؤكد البحث هنا بأنه يمكننا تشبيه المبنى بكائن حي يتفاعل مع البيئة المحيطة من خلال سلوكه الحراري إذ يؤثر فيها وتؤثر فيه، ولتحقيق معادلة التوازن الحراري أعلاه يجب أن يصمم المبنى بطريقة مرنة

ومن خلال غلافه البنائي الذي له الدور الأساس في عمليات السيطرة الحرارية للبيئات الداخلية للمبنى، ويمتاز الغلاف البنائي بديناميكية ومرونة عالية وتغيّر مستمر والتي تحدث كرد فعل وإستجابة 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، وبالتالي يكون إستعمال التكييف الصناعي في المبنى عنصراً مكملاً وثانوياً وإقتصادياً عند تطبيقه.

– الغلاف البنائي الديناميكي للمبنى في المناطق الحارة – الجافة:

إن الأبنية عموماً يُنظر إليها كمنشآت ثابتة، في حين يمكن للغلاف البنائي أن يكون ديناميكياً (Dynamic) فهو يتميز بفاعلية مستمرة وحساساً لتغيّر المتطلبات والظروف البيئية المحيطة به، فيسمح أحياناً بدخول الحرارة، والضوء، والهواء، والصوت، وأحياناً أخرى يحجب هذه المصادر البيئية الخارجية.

وكل عنصر في غلاف المبنى يعمل كحاجز مستقر (Static Barrier) (مثل الجدران العادية أو المألوفة) وكعنصر تحوّل أو إنتقال (مثل النوافذ والأبواب)، أو كمنظم معدل (مثل الكاسرات الشمسية والأقنعة المتحركة). وفي أوقات الظروف المزعجة وغير المرغوب بها، فإن غلاف المبنى الملائم يكون بهيئة حاجز مستقر، بينما في الظروف المناخية المرغوبة أحياناً، وغير المرغوبة أحياناً أخرى، يُفترض في الغلاف البنائي أن يكون ديناميكياً يمكن ضبطه والتحكم فيه، فيصبح ببساطة إطار بنائي مفتوح (Open Structural Frame)، فيسمح بالتعديل في درجة الفصل بين البيئتين الخارجية والداخلية، حينها يكون كالصدفة الوقائية.

وبهذا فإن أغلفة المباني يُفترض أن تكون ديناميكية، فكلما زادت ديناميكيتها زادت ملائمتها للظروف المناخية المختلفة(Bradshaw، 1985، ص 77).

ومن الأمثلة على الأغلفة الديناميكية للمباني في المناطق الحارة – الجافة ما يأتي:–

- **الفضاء الصيفي:** وهي عبارة عن فضاء يتوسط بين خارج المبنى وداخله ويتميز بكونه مرناً ومظلّلاً وقابلاً للسد والفتح حسب رغبة شاغلي المبنى، ومهمته الأساسية رفع الأداء الوظيفي والمواصفات الصحية لشاغلي المبنى في المناطق الحارة – الجافة. ويعمل هذا الفضاء على شحن البرودة أثناء الليل ليغذي جميع الفضاءات المجاورة له في أوقات الظهيرة الحارة.

وقسمت إحدى الدراسات الفضاء الصيفي بدلالة نسبة انفتاحه على الجو الخارجي وعدد الأيام الحارة خلال السنة الى(شاهين، 1990، ص 1، 3، 7)(شكل 2):

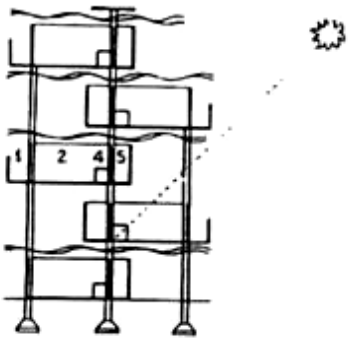
أ– النظام المفتوح (المناطق التي تكون فيها عدد الأيام الحارة جداً خلال السنة أقل من 45 يوماً)، وهو الربط الفضائي المباشر مع المحيط الخارجي ومثال عليه الشُرَف والبالكونات.

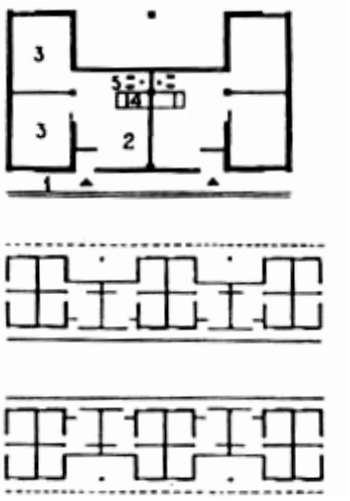
ب– النظام نصف المفتوح (المناطق التي تكون فيها عدد الأيام الحارة جداً خلال السنة بين 45 – 60 يوماً)، وهنا تكامل تام بين الطرق الطبيعية والطرق الميكانيكية في السيطرة على مايكروماخ الفضاء الصيفي، فيتم فتح الفضاء الصيفي على الخارج بواجهة أو واجهتين متعامدتين، ويكون عميقاً وأساسياً في الهيكل الإنشائي للمبنى، وجدرانه الداخلية هي نفس جدران الغرف المتاخمة له، والتي يجب أن

تحمل كافة المواصفات المناسبة للعزل الحراري. وقد يُفتَح الفضاء الصيفي من الداخل على فجوة هوائية عمودية لتأمين عملية التهوية في الأوقات المناسبة.

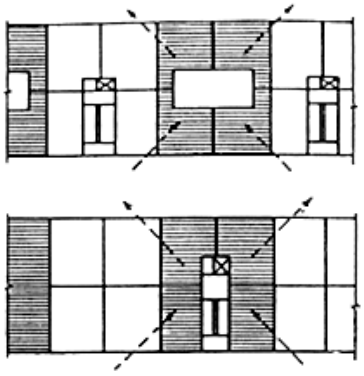
ج- النظام المغلق (المناطق التي تكون فيها عدد الأيام الحارة جداً خلال السنة بين 60 – 100 يوماً)، ويكون الفضاء الصيفي فيه عميقاً ومنغلقاً على نفسه داخل المبنى ومحاطاً بالفضاءات الأخرى، وعادةً ما يُفتَح على فجوة هوائية عمودية أو منور داخلي للحصول على التهوية العمودية في الأوقات المرغوب فيها.

ويؤكد البحث هنا إن ما يعنينا هنا هو الفضاء الصيفي ذو النظام نصف المفتوح وذو النظام المغلق على ان تزود هذه الفضاءات بجدار متحرك ذاتي الحركة (أوتوماتيكي) يُغلق في الأوقات المزعجة وغير المرغوب فيها ليحقق الديناميكية المطلوبة لغلاف المبنى.

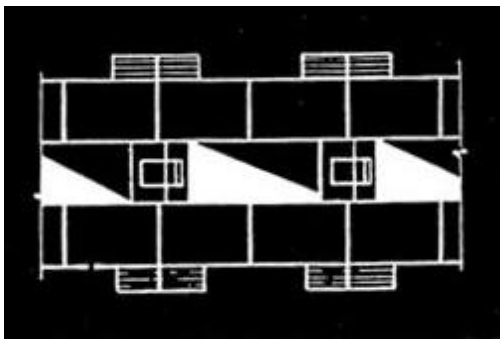




(أ) النظام المفتوح للفضاء الصيفي: تصميم مقترح لمبنى سكني في مراكش، حيث احتوت كل وحدة سكنية فيه على شرفة كبيرة بإرتفاع طابقين، متصلة مع بعضها عمودياً ومتبادلة في التوجيه ومحاطة بجدران صماء تمنع الشرفية.



(ب) النظام نصف المفتوح للفضاء الصيفي.



(ج) النظام المغلق للفضاء الصيفي.

الشكل (2): أنظمة الفضاء الصيفي.

المصدر: (شاهين، 1990، ص 6، 9).

- **الكاسرات والأقنعة المتحركة:**

من الحلول المرنة التي توفر ديناميكية عالية للغلاف البنائي للمبنى هو استخدام الكاسرات الشمسية المتحركة التي تغطي النوافذ من الخارج مع ترك مجال هوائي بين الكاسرة والواجهة للحصول على تحرك هوائي ضمن هذا المجال وما يترتب على الكاسرة من تحمل العبء الأكبر من الأشعة الشمسية الساقطة عليها، وبالتالي الطاقة الحرارية العالية، وبهذه الحالة يتم الحصول على إيجابية مناخية في عملية السيطرة على الأشعة الشمسية وحجبها في الأوقات التي تحمل فيها طاقة حرارية عالية إضافةً الى المشاكل الضوئية. وبذلك تتوفر كفاءة عالية في الإستخدام وبديناميكية تصميمية عالية(كمونة، 2001، ص 20 – 21).

ويؤكد البحث هنا على ضرورة أن تكون الكاسرات ذاتية الحركة (أوتوماتيكية) تُغلق وتُفتح وفقاً لحركة الشمس والحاجة إليها، ويفضل أن تكون من مواد خفيفة الوزن (سعة حرارية واطئة).

- **جدار الحلقات الحَملية (Wall Convective Loops) أو منظومة ستيف باير (Steve Baer System):**

وتقنيته تعتمد على وجود صندوق صخري او حصى يخزن الحرارة، ففي الأيام المشمسة يرتفع الهواء الحار خلال المَجمَع (Collector) ويدخل الى صندوق الحصى ثم يتدفق الى الأعلى عبر أرضية المبنى بواسطة أجهزة تحكم دخول الهواء (Registers)، ثم يرجع الهواء الى المَجمَع من خلال أنبوب (Duct). وفي الحالات التي لا يحتاج المبنى فيها الى تدفئة ينتقل الهواء للأسفل خلال الصخر فيفقد حرارته عندما يدفئ الصخر، ثم يرجع الهواء لأسفل المَجمَع. أما في الليل فالمرطب بين الجامع وصندوق الصخر يغلق لمنع التدفق (شكل 3).

(شكل 4) يوضح مسكن لـ (P. Davis) في ولاية (Albuquerque) الواقعة في نيوميكسيكو، يستخدم منظومة بارا، والمسكن تصميم المعماري (Mark Jones)(Givoni، 1998، ص 167–168).

و(شكل 5) يوضح مثال كحالة دراسية لمسكن في مدينة سانتا في نيوميكسيكو، وهنا يدخل الهواء الى حيز منعزل عن البناء يشبه اللاقط أو المجمع الشمسي بإتجاه الجنوب وينتقل منه الدفء طبيعياً للأعلى ليدخل شبكة القنوات أسفل البناء ثم يصعد عمودياً في جدران الخزانات الحرارية الممتلئة بالحصى، تتشبع بالدفء وتشعه على ما حولها بجدران ذات تشعع عالي. وهذه الطريقة بمجملها تؤمن التدفئة والتهوية وتسخين الماء (في منطقة المجمع الشمسي)، كما يوظف هذا المثال الجدار الترومبي (جدار حراري معتم ففراغ فزجاج) وممكن استخدام المجمع الكهروضوئي لأغراض تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية لأغراض التبريد والإنارة، وكذلك أدخل المصمم الحيز الزجاجي الأخضر في التصميم، وبهذا فإنه وظف طرق التصميم الطبيعي أيضاً مع التقنية ليجعل التصميم ديناميكياً لتأمين التوازن الحراري(سلقيني، 1997، ص 52 – 53).

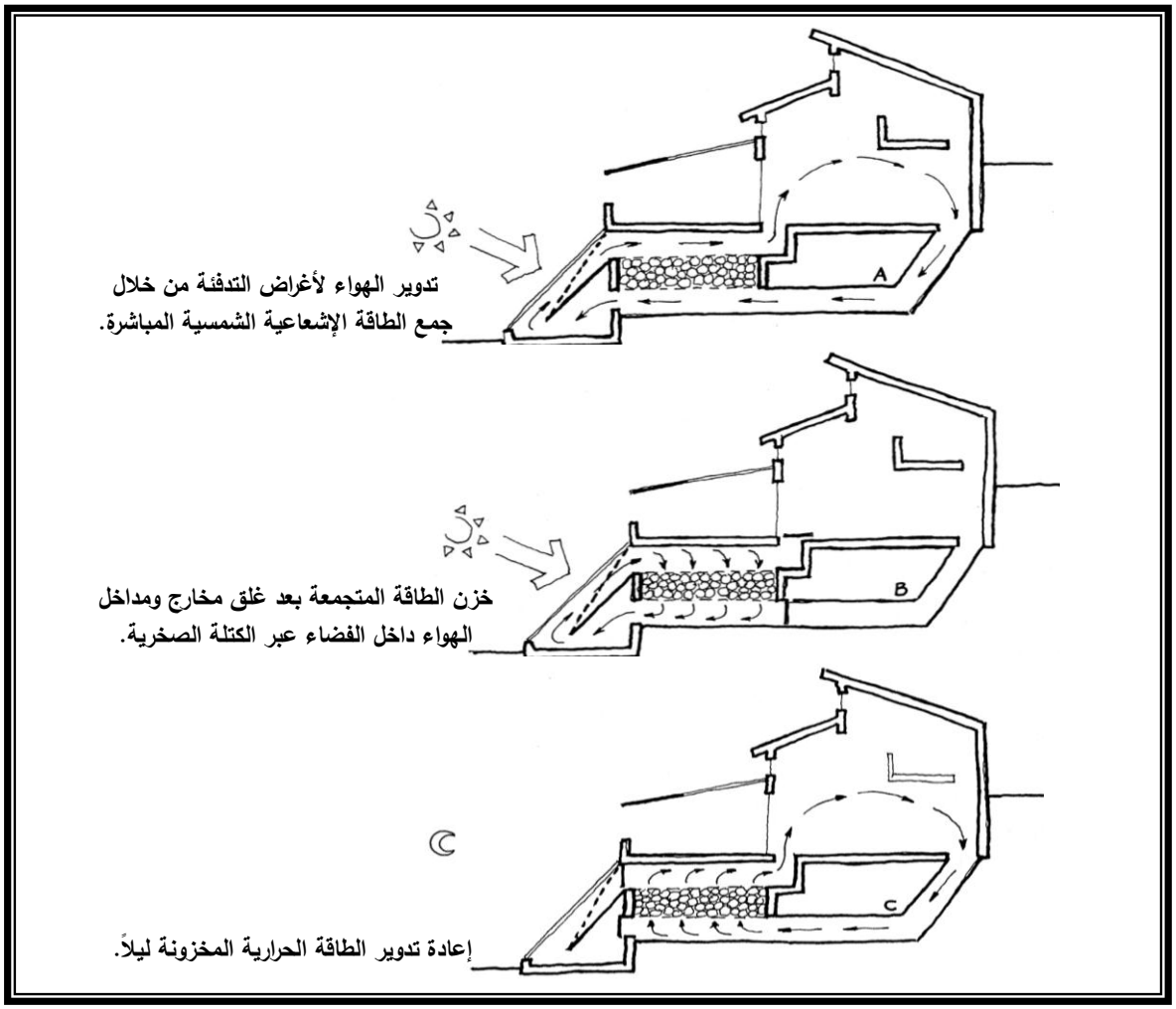
ويعقب البحث هنا الى ان المثال الأخير المذكور يؤكد على ضرورة تواجد البناء قرب منحدر لوضع المجمع الشمسي، ولتوظيف نفس الأسلوب في مناطقنا الحارة – الجافة التي غالباً ما تخلو من المنحدرات يشير البحث هنا الى أهمية استخدام الأسطح المائلة أو رفع المبنى وتوظيف المجمع الشمسي فيه كأن يكون في مستويات أعلى في المبنى وبإتجاه الجنوب.

منظومة بارا (Barra System):

هذه المنظومة تعتمد على توجيه جدار في المبنى نحو الجنوب يحتوي على خازن حراري (Thermosyphonic) وجامع إشعاع شمسي يسخن الهواء. ينشأ الهواء الساخن في جدار جامع معزول يجري الهواء به أفقياً داخل قنوات مطمورة في السقف الكونكريتي (والتي تعمل أيضاً كمخزن حراري). جزء من الحرارة قد خُزِن في السقف الكونكريتي في حين يبقى الهواء الدافئ في القنوات الموجودة في النهاية الشمالية للمبنى، لذا فإن الهواء يُسخّن الغرف البعيدة أولاً قبل رجوعه عبر فضاء المبنى الى المداخل الموجودة في الجزء السفلي من الجدار الجامع المواجه للشمس (شكل 6).

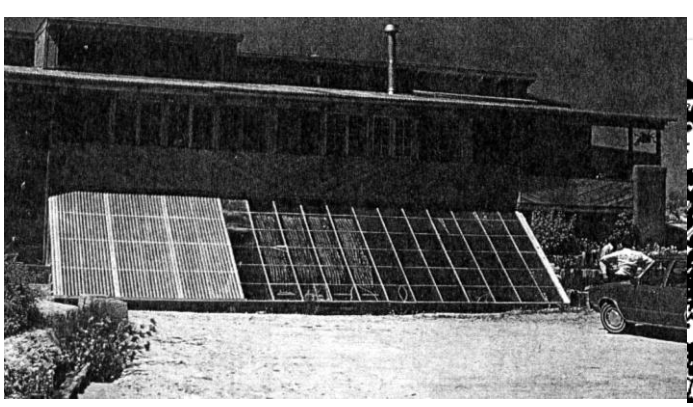
وترجع أهمية هذه المنظومة الى كونها توزع الحرارة خلال كامل المبنى بصورة متساوية، علاوةً على إمكانية إستعمالها في المباني المتعددة الطوابق وحتى في المباني التي فضاءاتها الأساسية غير مواجهة للشمس وهنا تُستخدم مؤخرة المبنى أو الجهة الجنوبية من المبنى المواجهة لجدار المجمع، لكون الجزء الأساسي من حرارة الشمس تنتقل أولاً بواسطة الحمل الحراري للجهة الشمالية من المبنى(Hardy، 2008، ص 13).

و(شكل 7) يوضح مسكن مؤلف من طابقين للمهندس (Constantini) والواقع في إيطاليا، مستخدماً منظومة بارا (Givoni، 1998، ص 169-171).

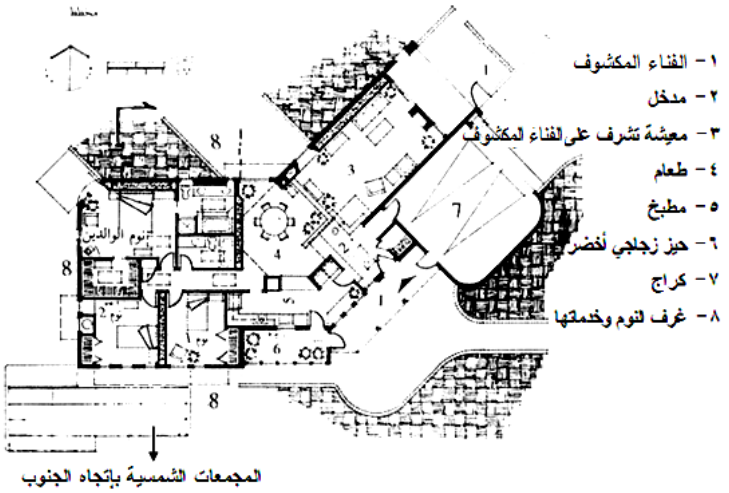


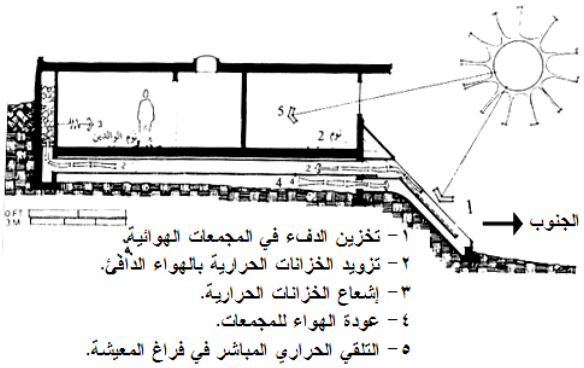
الشكل (3): يوضح منظومة (Steve Baer).

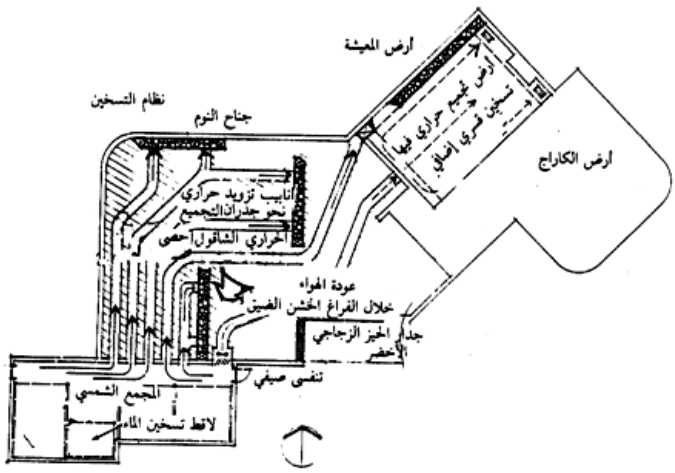
المصدر (Givoni، 1998، ص 166).

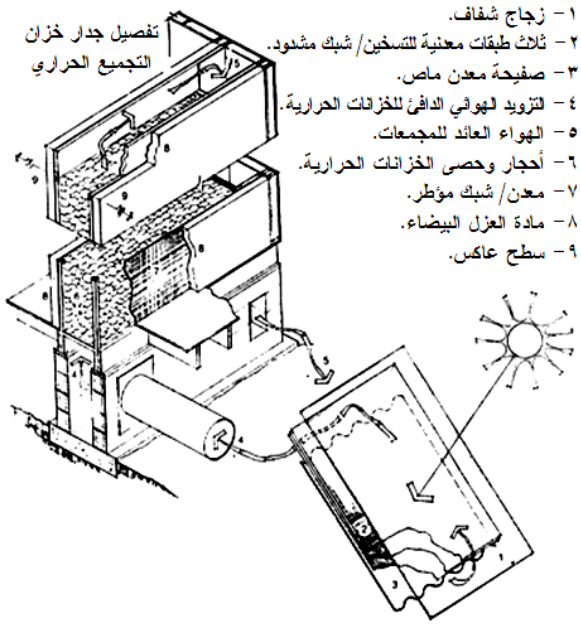


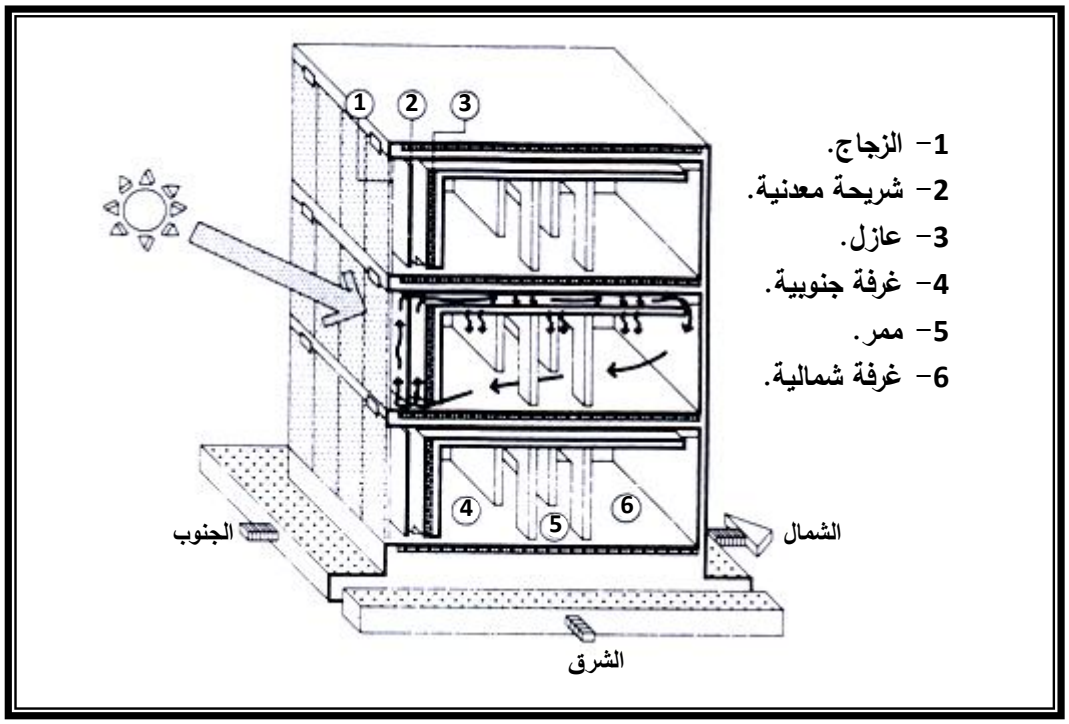
الشكل (4): مسكن (P. Davis) في (Albuquerque) الواقعة في (New Mexico) والذي يستخدم منظومة (Steve Baer) تصميم المعماري (Mark Jones).
المصدر (Givoni، 1998، ص 167).



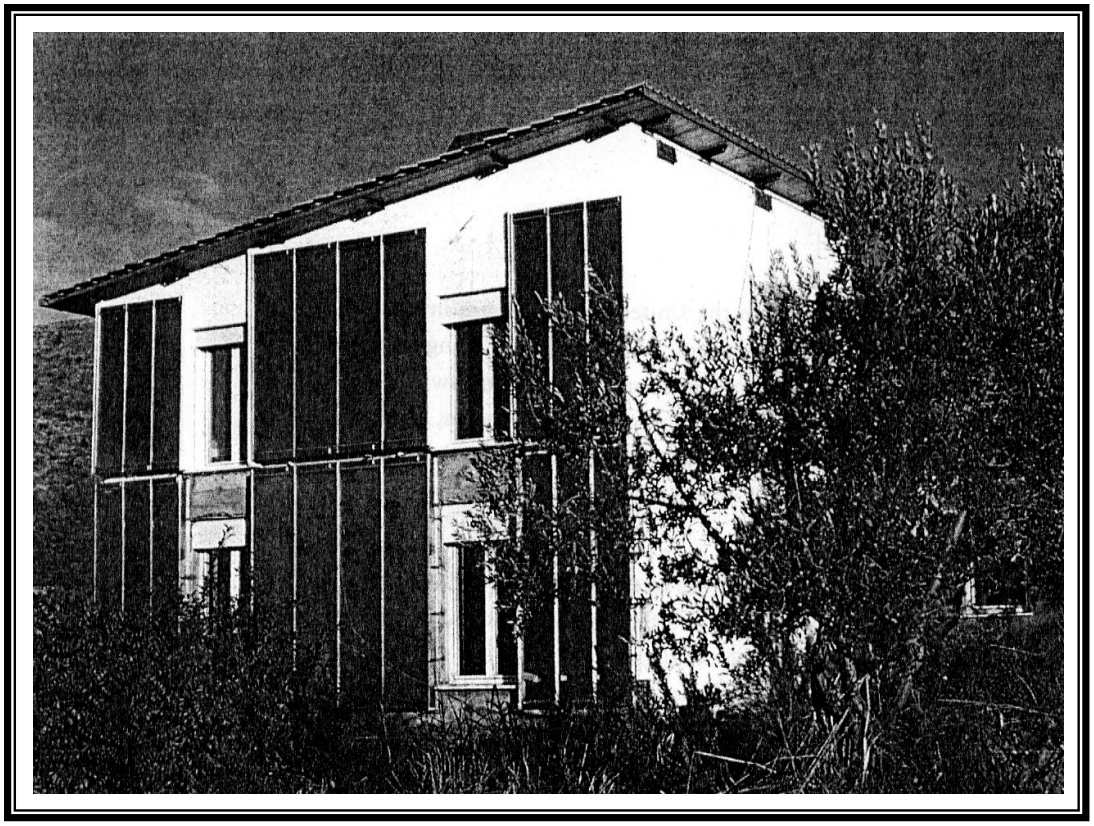








الشكل (6): منظومة بارا (Barra System).
المصدر: (Givoni، 1998، ص 169).



الشكل (7): مسكن المهندس (Constantini) في إيطاليا، مستخدماً منظومة بارا (Barra System).
المصدر: (Givoni، 1998، ص 170).

متوفر على الموقع التالي: iasj.net

- **السقف المائي:** وهذا الأسلوب يعتمد على وصول الدفء نهار الشتاء، وإنتشار الحرارة الى خارج المبنى صيفاً عبر فتح السقف المنزلق والذي يمنع بإغلاقه الدفء من الضياع شتاءاً ويصده عن الدخول صيفاً، ويقوم عامةً بدوران الخزان الحراري المتوازن. وهذه الطريقة تعتمد على السطح المائي تتمتع بديناميكية عالية في التوجيه والتحكم الحراري حسب الطقس مما يجعل منها أسلوباً كفوءاً في مجال التوازن الحراري.

و(شكل 8) يوضح مثالاً لمسكن يحتوي على سقف مائي، يقع المسكن في ولاية أريزونا الحارة – الجافة في الولايات المتحدة الأمريكية والمصمم من قبل المعماري جيلفورد دراند وشركاءه. وهنا إتخذ البناء قوامه الخارجي والداخلي ليتلاءم وظروف المناخ الحار – الجاف من خلال إستجابته لعملية الإنسجام المرن مع كل التقلبات المناخية بإيجاده السطوح المتوازنة المتعددة والتي هي عبارة عن:

أ- الجدران: صممت سماكتها الإجمالية لتصل (61 سم) فيها (7,5 سم) طبقة خارجية خشنة أشاعت الظلال الجزئية في السطوح مما رفع من عازليتها للحرارة، مع وجود عازل حراري (7,5 سم)، وهذه الجدران مناسبة لموسمي الشتاء ةالصيف.

ب- السقف: وسماكته العامة وديناميكيته التي حققها في إنفتاح وإنغلاق السقف العلوي (ذو قطع متزحلقة) بواسطة محرك صغير، جعلته يصل الحدود القصوى في مجال تحقيق التوازن الحراري المنشود، حيث يُغلق السقف نهاراً في الأوقات الحارة (صيفاً) ويُفتح ليلاً، بينما يُفتح السقف نهاراً في الأوقات الباردة (شتاءاً) ويُغلق ليلاً.

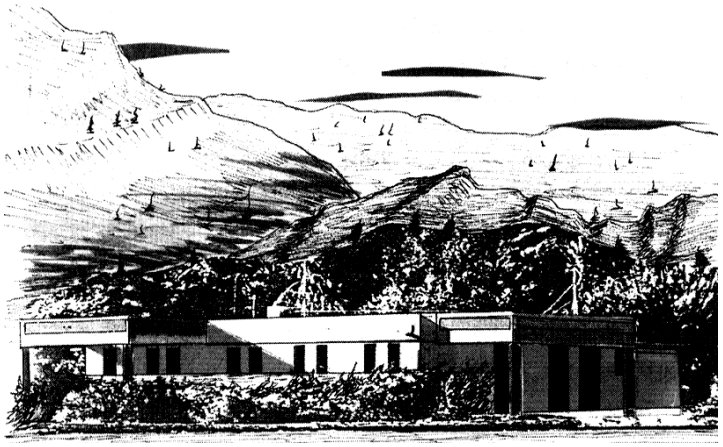
ج- الإجراءات الأخرى: وقد إتبعها المصمم في التفاصيل والمواد والتوزيع الوظيفي، للوصول للتوازن الحراري

وفي هذا المثال تضافرت إجراءات أخرى من طرق التصميم الطبيعي إضافة للتقنيات الستخدمة فيه لرفع مردودية النتائج المناخية كالإقلال من الفتحات وحمايتها وجعلها عميقة في الجدران السميكة، فضلاً عن التوزيع الوظيفي الملائم الواجب أن يصب أيضاً في معادلة التوازن الحراري، حيث ان جناح النوم معزول عن الجهة الغربية بواسطة شريط كامل من الخدمات(سلقيني، 1997، ص 44 – 45).

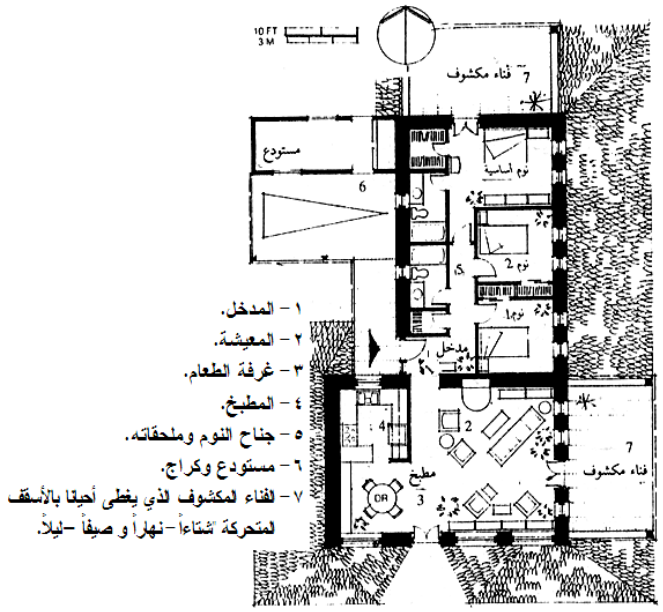
ويُعقِب البحث على هذا المثال، انه يشكل خطوة هامة في آفق العمارة الديناميكية لما يتمتع به من حلول وظفت طرق التصميم الطبيعي والتقنيات بأسلوب فعّال عبر حلول مرنة وإمكانية تطبيقها تفيد المناطق الحارة – الجافة. ويضيف البحث بعض التحفظات في استخدامات السقف

المائي في ظروف العراق المحلية، وذلك لشحة المياه وسرعة تبخرها فضلاً عن الملوحة العالية فيها.

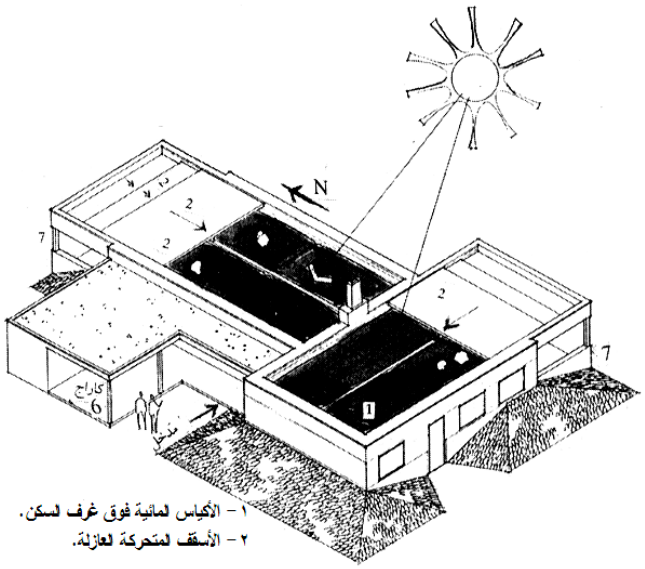
(1)



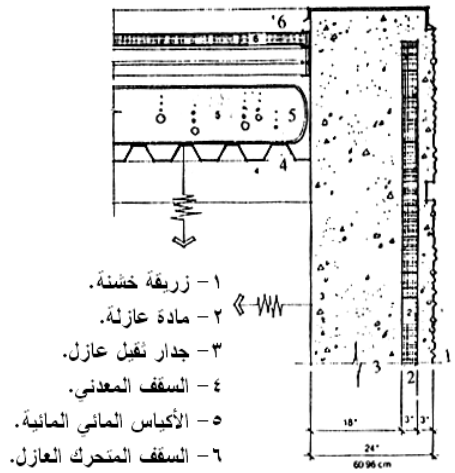
منظور خارجي للمسكن



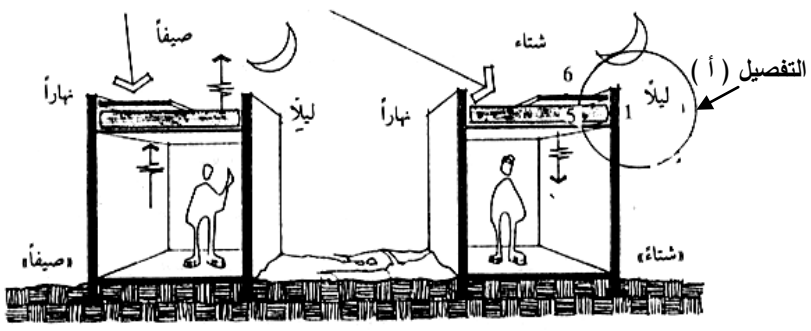
مخطط الطابق الأرضي



منظور خارجي من الأعلى يوضح السقف المائي



مكبر التفصيل (أ)



آلية عمل السقف المائي مرونة السقف المائي مع كل الظروف للتأقلم

مقطـع

متوفر على الموقع التالي: iasj.net

ويضيف البحث إمكانية أخرى للأغلفة البنائية الديناميكية للمباني وهي توظيف مفهوم الفناء بأسلوب معاصر، إذ يعيدنا الفناء في العمارة التقليدية الى السلوك الحراري المتوازن للمبنى حيث ينتقل المحتوى الحراري للمبنى من الخارج الى الداخل وبالعكس عبر هذا الفناء وبإختلاف درجات الحرارة اليومية والفصلية في المناطق الحارة – الجافة، إذ يتم هذا الإنتقال وفق قوانين علم الإنتقال الحراري مما يخفض درجات الحرارة داخل المبنى عن الخارج صيفاً والعكس شتاءاً، الأمر الذي جعل المبنى أكثر إستقراراً وأقل إستهلاكاً للطاقة، وبالتالي يمكننا إستخدام مفهوم الفناء في العمارة الحالية بأسلوب معاصر فيبقى الفناء مفتوحاً صيفاً ويُغلق شتاءاً، ويبقى مفتوحاً خلال ساعات النهار ومغلقاً طوال ساعات الليل لمختلف المواسم، ويتم ذلك بإضافة تقنية السقف المتحرك والتي يمكن إنشاءها من سقف مادته الإنشائية مؤلفة من طبقتين من الزجاج والحديد، وطبقة كاسرات متحركة دائرياً وذلك نظراً لإمكانية الزجاج العالية في نقل الحرارة والتي يمكن زيادة كفاءته أيضاً بإستخدام الزجاج الذي تتغيّر فيه درجة التعتيم حسب وهج الشمس، فضلاً عن إمكانية استخدام كاسرات شمسية دوراة قابلة للسد والفتح وحسب الحاجة، وبالتالي نحصل على فائدة إضافية في الكفاءة المناخية لسقف الفناء المتحرك هذا.

وهنا يؤكد البحث إن هذا التوجه يولد مفاهيم جديدة للمعماريين والعمارة والتي تؤدي بدورها الى ظهور طرز معمارية جديدة لعصر تفاعلي بين المبنى والبيئة المحيطة به والذي تُقاس فيه العمارة بمدى كفاءة مبانيها وإحترامها لبيئتها المحيطة. هذه العمارة ستعبّر عن بيئات متنوعة بحيث تصبح مبانيها تفاعلية متغيّرة وليست ثابتة المحددات، حيث ديناميكيتها تساعدها في التغيّر بتغيّر الظروف المناخية على مدار العام، ومن ثم إحترامها لذاتها من خلال توفيرها أقصى حدود الراحة الحرارية لشاغليها، وإحترامها لبيئتها المحيطة من خلال أقل إستنزاف للطاقة وعلاقتها التبادلية المتوازنة حرارياً مع البيئة المحيطة بها.

كما ويجد البحث من كل ما قد سبق ذكره، ضرورة الجمع بين طرق التصميم المناخي الطبيعي وبين التقنيات الحديثة (بشكل مبسط) في أغلفة المباني الديناميكية كي تكون الحل الملائم لتقلبات المناخ في المناطق الحارة – الجافة،هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى تواكب عمارة الحاضر حيث انها تحمل أصالة الماضي وروح الحاضر وبهذا تضمن لها الاستمرارية والتواصل للمستقبل.

الإستنتاجات:

- إن الأغلفة البنائية الديناميكية للمباني هي الحل الأمثل خصوصاً في المناطق الحارة – الجافة ذات التباين الكبير اليومي والفصلي في درجات الحرارة، إذ تعمل الأغلفة البنائية الديناميكية على تشكيل فائدة إضافية في إيجاد نوع من المرونة للساكنين في السيطرة على بيئاتهم الداخلية، لكونها أغلفة طيّعة ومتكيّفة مع البيئة المناخية المحيطة.
- إن النظرة الشمولية لعملية التوازن الحراري والمتحققة من خلال ديناميكية الأغلفة البنائية لمباني المناطق الحارة – الجافة تمت من خلال إستيعاب مبادئ العمارة التقليدية في تكيّفها مع المناخ مع توظيف التكنولوجيا الحديثة، وصولاً الى شمول في الرؤيا لبيئتنا العمرانية لضمان استمراريتها ومواكبتها للحاضر، ومن ثم تطورها لتعميق دورها الحضاري من خلال أصالة وثبات جذورها فضلاً عن إنفتاحها للتقنيات والعلوم الحديثة.
- أن الأبنية الديناميكية تجمع بين التصميمين الطبيعي والتقانة الذكية ومن ثم تكون كلفة انشائها أقل من الأبنية الذكية العالية الكلفة، وبنفس الوقت توظف التكنولوجيا الحديثة بأسلوب مبسط.
- إن العلاقة بين العوامل المناخية والأغلفة البنائية للمباني هي علاقة تبادلية ديناميكية متوازنة يؤثر ويتأثر كل منهما بالآخر.
- تصميم أغلفة المباني في المناطق الحارة – الجافة يجب أن يكون نابعاً من تحقيق أعلى توازن حراري بين متطلبات الفترة الحارة والفترة الباردة.
- جميع مظاهر الجهد الحراري تشترك بنسب متباينة تبعاً للزمان والمكان في التأثير على درجة حرارة السطح الخارجي للغلاف البنائي للمبنى، ومن ثم التأثير على طبيعة سلوك الإنتقال الحراري عبر الغلاف البنائي، وبالتالي فإن إعتماد منهجية التصميم المناخي تُعَد من الإعتبارات الأساسية للوصول الى ظروف حرارية ملائمة للبيئة الداخلية للمبنى.
- إن استنباط الأسس والمفاهيم التي تتم بها عملية التوازن الديناميكي للغلاف البنائي وطبيعة سلوكه الحراري مع الظروف المناخية المحيطة هو الأساس لإنشاء أغلفة بنائية كفوءة حرارياً، والمؤدية الى التقليل من استخدام الوسائل الميكانيكية لأغراض التدفئة والتبريد.

المصـادر

المصادر العربية:

- سلقيني، د.محي الدين، "**العمارة والبيئة**"، دار قابس للطباعة والنشر والتوزيع، سوريا، 1997م.
- شاهين، د.بهجت رشاد، "**مفهوم الانتقال الحراري عبر القشرة الخارجية للمبنى والجدران الخفيفة المصنعة**"، دورة العمارة والمناخ في المناطق الحارة – الجافة، (26 – 28)، شباط، 1990م.
- شاهين، د.بهجت رشاد، "**الفضاء الصيفي في السكن متعدد الطوابق**"، دورة العمارة والمناخ في المناطق الحارة – الجافة، (26 – 28)، شباط، 1990م.
- كمونة، غادة محمد اسماعيل عبد الرزاق، **أثر البيئة الطبيعية على مفهوم التشكيل العمراني في المناطق الحارة – الجافة**، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، 2001.

المصادر الأجنبية:

- Bradshaw, Vaughn, **"Building Control System"**, John Wiley & Sons, 1985.
- D. Roos, Carolyn, **"Principles of Heat Transfer"**, Energy Efficiency Fact Sheet, Extension Energy Program, Washington State University, Washington, U.S.A, Version 1.1, March, 2008.
- Givoni, Baruch, **"Climate Consideration in Building and Urban Design"**, Van Nostrand Reinhold, U. S. A., 1998.
- Hardy, Mike, **"A Practical Guide to Free Cooling, Alternative Cooling, Night Cooling and Low Energy Systems for Air Conditioning Systems**", Ambthair Services Ltd, 2008.
- Watson, Donald, FAIA & Labs, Kennth, **"Climatic Design"**, Mc Graw-Hill Book Company, 1983.