Dept of Arch. Eng. - Faculty of Eng.
Assiut University - Egypt
8th International Architectural Conference
Architecture & Built Environment
Contemporary Issues
April 13:15, 2010

قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة
جامعة أسيوط - مصر
المؤتمر المعمارى الدولى الثامن
العمارة والعمران
قضايا معاصرة
15:13 أبريل 2010

رؤية عصرية للخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية
(دراسة حول تصميم الغلاف الخارجي للمبنى السكني)
5-06-E

أ.د/ مصطفى محمد عبد الحفيظ
أستاذ ورئيس قسم العمارة والتخطيط العمراني بكلية الهندسة – جامعة قناة السويس– مصر
م/ أحمد أنور قنديل
مدرس مساعد بقسم العمارة والتخطيط العمراني بكلية الهندسة – جامعة قناة السويس– مصر
akandil77@gmail.com

الملخص:
تعتبر هذه الدراسة الحلقة الأولى في سلسلة دراسات تستهدف بإذن الله الوصول إلى مفردات تصميمية محددة للخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية. وتبدأ الدراسة بمجموعة من الدراسات النظرية الخاصة بالعمارة الإيكولوجية والبيئة الصحراوية الحارة الجافة التي تمثل أغلب مساحة المنطقة العربية، مع عرض لبعض ملامح العمارة الحالية في هذه المنطقة، وذلك من خلال تقسيم أنماط المباني السكنية الصحراوية إلى ثلاثة أنماط: نمط تلقائي، ونمط وطني محلي، ونمط مستغرب. ثم تتجه الدراسة لبحث واحد من أهم مفردات المبنى السكني من الناحية البيئية وهو الغلاف الخارجي وبالتحديد الحوائط الخارجية، وذلك من خلال عرض مجموعة من التجارب السابقة التي اهتمت بمسألة عزل الفراغ الداخلي حرارياً عن طريق تصميم غلاف خارجي عازل للحرارة. ثم تبدأ الدراسة بطرح نموذج خاص لتصميم الحائط الخارجي للمبنى السكني لا يعتمد على الاكتفاء بالعزل الحراري للفراغ وإنما يعتمد بشكل رئيسي على نقل الحرارة الداخلية إلى الخارج في اتجاه واحد. وتحاول الدراسة إثبات كفاءة النموذج الجديد وتميزه عن النماذج السابقة عن طريق تنفيذ نموذج مصغر لفراغ داخلي يعتمد هذاالمقترح في حوائطه الخارجية ومقارنة درجة الحرارة داخل وخارج الفراغ على مدار الساعة لعدة أيام.

الكلمات المفتاحية: العمارة الإيكولوجية- البيئة الصحراوية- العزل الحراري- الغلاف الخارجي

١. المقدمة:
إن النظم والأنساق العمرانية التي تسيطر على أغلب بلداننا العربية قد استمدت نظرياتها من أسس ومعايير غربية نتجت بدورها بتأثير الثورة الصناعية واستمدت قوتها من الفكر الاقتصادي الذي سيطر على العالم منذ أواخر القرن الثامن عشر، ولما تحولت الحياة الغربية إلى حياة مادية تهتم بالدرجة الأولى بتحقيق أكبر مكاسب اقتصادية ممكنة حتى لو كان ذلك على حساب الأجيال اللاحقة، فإن المدن التي نتجت عن ذلك الفكر جاءت جامدة وخالية من أي اعتبارات بيئية أو اجتماعية، في حين اهتمت بجانب الوظيفة والكفاءة الاقتصادية. وقد انتقل الفكر التصميمي لهذه المدن إلى بلداننا العربية عن طريق الاحتلال أو القناعة بأن كل ما ينتجه الغرب هو رمز للتقدم والازدهار والرفاهية. وللأسف فإن هذه المدن العربية لم تراعي العوامل البيئية والاجتماعية للبيئة العربية. وقد ارتفعت في السنوات الأخيرة أصوات تنادي بحق الأجيال اللاحقة في التمتع بالبيئة كما تمتعت بها الأجيال الحالية، وكانت العمارة لا سيما السكنية منها أحد أهم محاور اهتمام هذا الفكر، وتعددت الدراسات والنظريات التي تبحث في

تصميم مباني متوازنة مع بيئتها. ولما كانت البيئة العربية الصحراوية ذات مناخ له خصائص مميزة، كان من الواجب البحث في تلك الخصائص وتأثيرها على مفردات التصميم المعماري. ويعتبر الغلاف الخارجي للمبنى من أهم تلك المفردات لأنه يعمل بمثابة البشرة في جسم الإنسان، فهو الذي يحمي المبنى من مختلف العوامل الجوية الخارجية، وبقدر الاهتمام بتصميم هذا الغلاف يكون النجاح في توفير بيئة داخلية مناسبة تتمتع بشروط الراحة الحرارية.

١-١. المشكلة البحثية:

تدور مشكلة البحث حول محاولة حل مشكلة ارتفاع درجات الحرارة الداخلية بالفراغات السكنية بالمدن العربية الصحراوية، وذلك عن طريق معالجة الغلاف الخارجي للخلية السكنية بحيث يحقق أعلى كفاءة من الناحية الإيكولوجية.

١-٢. أهداف البحث:

يهدف البحث إلى إثبات أهمية ودور الغلاف الخارجي للمبنى في خفض الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية السكنية بالمدن العربية الصحراوية، وبالتالي المشاركة في عملية تخفيض استهلاك الطاقة اللازمة لتبريد هذه الفراغات. كما يهدف البحث إلى إثبات أهمية دور عنصر الطاقة في تحقيق التوازن الإيكولوجي للمباني السكنية بالمدن العربية الصحراوية.

١-٣. منهجية البحث:

يبدأ البحث بعرض نظري لمفهوم التوازن والاختلال الإيكولوجي، ثم تبدأ بعرض بعض آثار اختلال التوازن الإيكولوجي على البيئة بشكل عام، ثم تتعرض للخصائص البيئية للمنطقة العربية الصحراوية، وأهداف الخلية السكنية الإيكولوجية بها. ثم تتجه الدراسة لعرض وتحليل بعض أنماط المباني بالمدن العربية الصحراوية.

ثم يبدأ البحث بدراسة الغلاف الخارجي للفراغ السكني وأهميته في عزل الفراغ الداخلي حراريا، ويتعرض البحث خلال ذلك إلى دراسة بعض التجارب السابقة لتصميم أغلفة خارجية عازلة حراريا. ثم تتجه الدراسة للجزء العملي بعرض الأطروحة البحثية وهو تصميم مبتكر للغلاف الخارجي للمباني السكنية يهدف إلى تحقيق أعلى كفاءة إيكولوجية ممكنة. ويتم ذلك من خلال تنفيذ نموذج مصغر لفراغ يعتمد هذا الغلاف ومحاولة إثبات كفاءته عن طريق أخذ قياسات مختلفة لدرجات الحرارة الخارجية والداخلية أثناء تعرضه لظروف تحاكي إلى حد كبير الظروف الحقيقية التي يتعرض لها المبنى السكني بالمدن العربية الصحراوية.

٢. مفهوم التوازن البيئي الإيكولوجي:

هناك علاقة وثيقة بين العناصر الطبيعية والحياتية الموجودة حول وداخل سطح الكرة الأرضية ومكوناتها المختلفة، تبرز من خلال علاقات وارتباطات وظيفية معقدة ترتبط جميعها بما يسمى بالنظام الإيكولوجي Ecological System. فالنظام الإيكولوجي يعرف على أنه:"التفاعل المنظم والمستمر بين عناصر البيئة الحية وغير الحية، وما يولده هذا التفاعل من توازن بين عناصر البيئة". أما التوازن الإيكولوجي فمعناه:"قدرة البيئة الطبيعية على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية" (Bagad, 2008).ولعل التوازن البيئي على سطح الكرة الأرضية ما هو إلا جزء من التوازن الدقيق في نظام الكون، وهذا يعني أن عناصر أو معطيات البيئة تحافظ على وجودها ونسبها المحددة كما أوجدها الله. ولكن الإنسان بلغ في تأثيره على بيئته مراحل تنذر بالخطر، إذ تجاوز في بعض الأحوال قدرة النظم البيئية الطبيعية على احتمال هذه التغيرات.

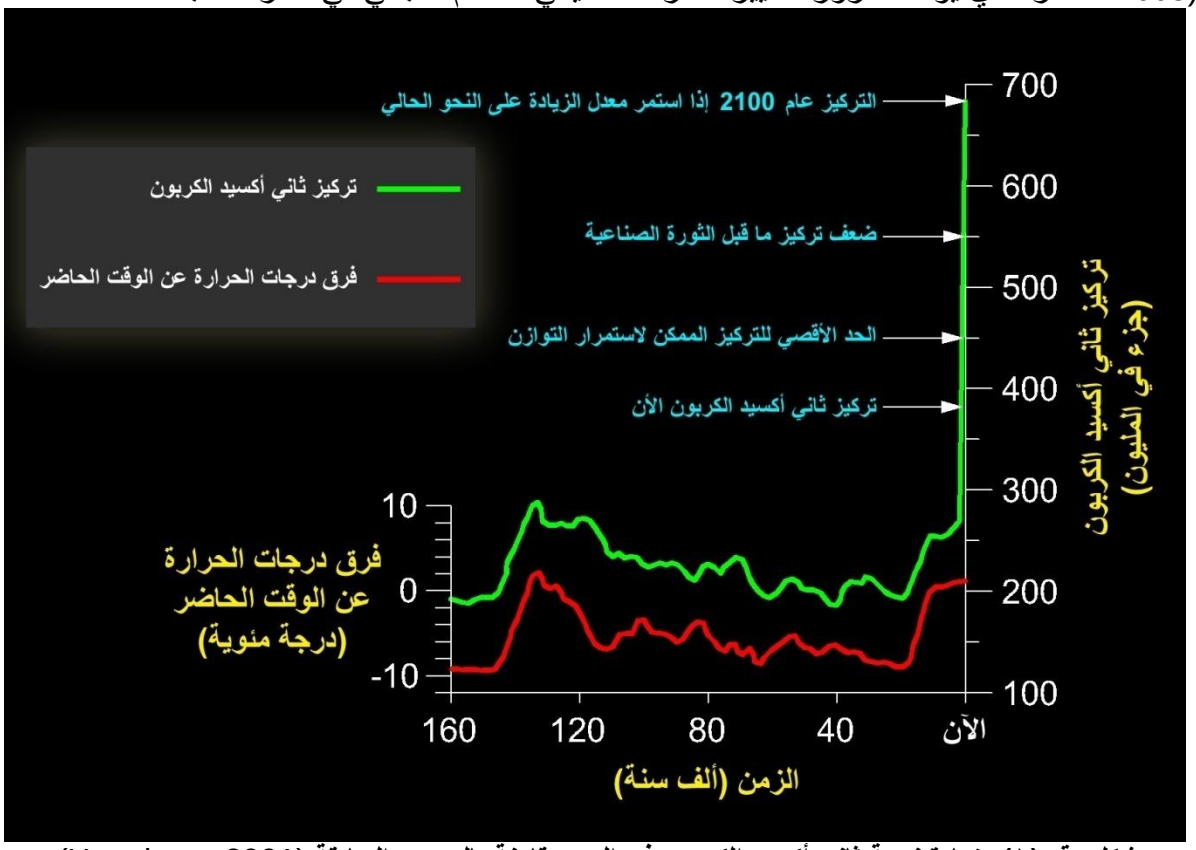
٣. إختلال التوازن الإيكولوجي:

إن التفاعل بين مكونات البيئة عملية مستمرة تؤدي في النهاية إلى احتفاظ البيئة بتوازنها ما لم ينشأ اختلال نتيجة لتغير بعض الظروف الطبيعية كالحرارة والأمطار، أو نتيجة لتغير الظروف الحيوية، أو نتيجة لتدخل الإنسان المباشر في تغيير ظروف البيئة والذي يعتبر السبب الرئيسي في اختلال التوازن البيئي، فتغيرت المعالم الطبيعية من تجفيف البحيرات، وبناء السدود، واقتلاع الغابات، واستخراج

المعادن ومصادر الاحتراق، وفضلات الإنسان السائلة والصلبة والغازية. ويتحمل قطاع البناء مسئولية كبيرة فيما آلت إليه البيئة، سواء في مرحلة الإنشاء أو التشغيل. وعليه فإن البحث عن معايير بنائية وتصميمية تحافظ على التوازن الإيكولوجي بالبيئة أصبح من الأهمية بمكان، ولم تعد مهمة المعماري تقتصر على تصميم مبنى يؤدي وظيفته بكفاءة، بل تعدت ذلك إلى تصميم مبنى يتوازن مع بيئته. وفيما يلي اثنان من أهم انعكاسات اختلال التوازن الإيكولوجي على البيئة.

٣-١. زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجو:

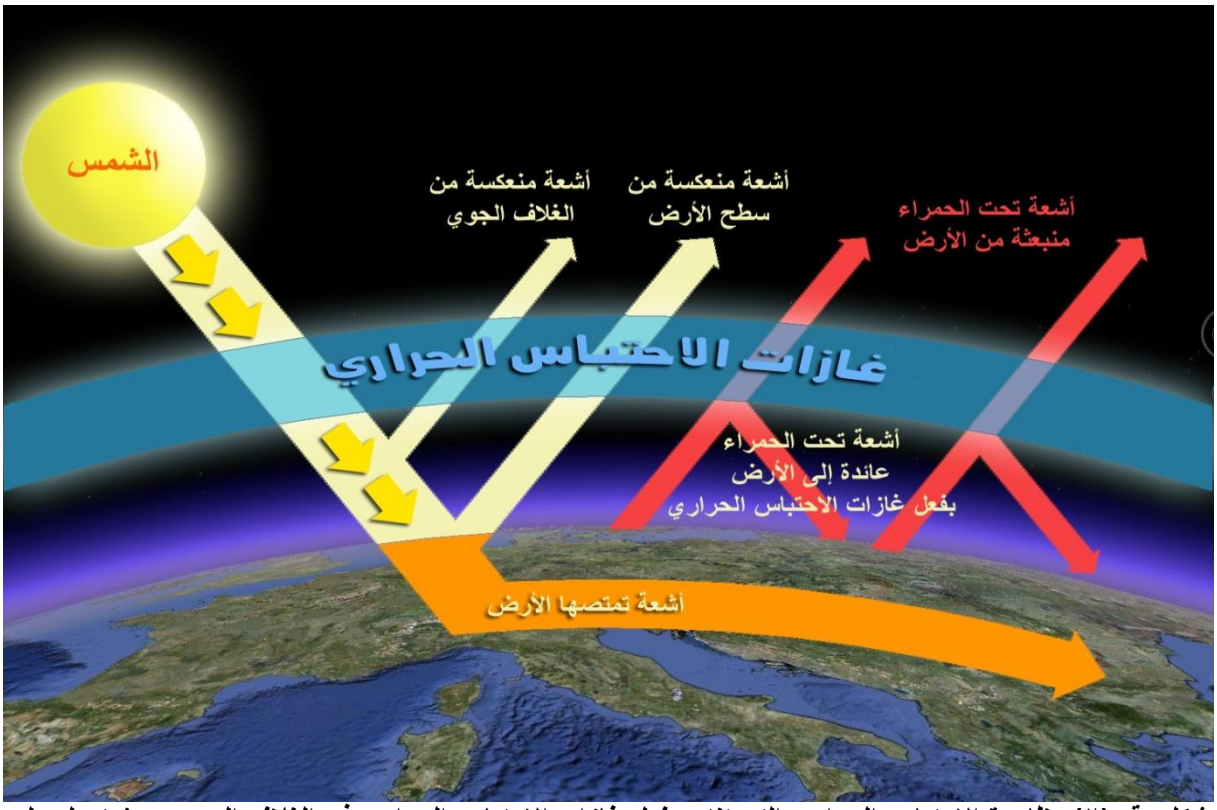
يعتبر الكربون من أهم عناصر الحياة على كوكب الأرض، وقد ترسب الكربون في طبقات الأرض عبر ملايين السنين ليكون مخزون هائل من الوقود الحفري. والمشكلة الآن أن هذا المخزون من الكربون بدأ في الانطلاق إلى طبقات الجو على هيئة ثاني أكسيد الكربون بمعدل كبير غير مسبوق في سجلات المناخ العالمية، فقد سجل تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو مستوى ٣٨٠ جزء في المليون عام ٢٠٠٥، في حين كان هذا التركيز لا يزيد عن ٢٧٠ جزء في المليون إبان الثورة الصناعية، ويستمر هذا التركيز في الزيادة بمعدل ٢٠ جزء في المليون كل عقد. ويعتبر قطاع الأبنية هو المسئول الأول عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجو، فهو مسئول وحده عن إطلاق حوالي ٤٧% من هذه الانبعاثات (Smith, 2005)، الأمر الذي يؤكد ضرورة تغيير الفكر التصميمي الحاكم للمباني في الفترة المقبلة.



شكل رقم (١): زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو مقارنة بالعصور السابقة (Houghton, 2001).

٣-٢. ظاهرة الاحتباس الحراري:

في الأحوال الطبيعية فإن كمية الإشعاع الشمسي التي تمتصها الأرض تساوي كمية الإشعاع الشمسي المنعكسة من الأرض إلى الغلاف الجوي. هذا التوازن قد يختل لظروف طبيعية مثل الدورة الشمسية أو ظروف خارجية نتيجة التدخل البشري، فقد أدى إحراق الوقود الحفري وإزالة الغابات إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو بنسبة ٢٦% عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية. كما أدت الزيادة السكانية وما تبعها من تأثيرات مباشرة وغير مباشرة إلى مضاعفة انبعاثات غاز الميثان في الغلاف الجوي (إسلام، ٢٠٠٨)، مما أدى لارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي فيما بات يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، شكل رقم (٢).



شكل رقم (٢): ظاهرة الاحتباس الحراري التي تنتج بفعل غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي حيث تعمل على عكس بعض الأشعة تحت الحمراء ذات التأثير الحراري.

ومرة أخرى يتحمل قطاع الأبنية خاصة السكنية منها المسئولية الأكبر في ظاهرة الاحتباس الحراري لأنه أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة الكهربائية الناتجة عن إحراق الوقود الحفري، لا سيما في المدن العربية الصحراوية، ففي المملكة العربية السعودية مثلا يستهلك قطاع الأبنية ٥٨,٣% من إجمالي الطاقة الكهربية منها ٤٨% خاصة بالمباني السكنية، وفي قطر تصل النسبة إلى ٦٢,٦% من إجمالي الطاقة الكهربية منها ٥٢,٩% خاصة بالأبنية السكنية (إسكوا، ٢٠٠٢).

٤. الخصائص المناخية للبيئة الصحراوية الحارة الجافة:

تمثل الصحاري الحارة الجافة أكثر من ٨٨% من مساحة الدول العربية (بدر، ٢٠٠٨)، وتتميز البيئة الصحراوية العربية بعدد من السمات تتعلق بالمناخ والطبيعة الجغرافية والموارد الطبيعية. وقد دأبت الأنساق العمرانية والمدن العربية - خاصةً الحديثة منها- على انتهاك خصائص هذه البيئة، ومحاولة التغلب على ظروف معيشتها الصعبة باللجوء إلى الوسائل التكنولوجية التي تستنزف مخزون الوقود الحفري، بالإضافة إلى ما تسببه منإخلال بالتوازن الإيكولوجي للبيئة، الأمر الذي ينعكس سلباً على المدينة وسكانها. لذا وجب التفكير في تصميم خلية سكنية تحقق التوازن بين متطلبات البيئة الصحراوية من جهة، وبين احتياجات ومتطلبات المجتمع العربي في القرن الحادي والعشرين من جهة أخرى.

تتميز الصحراء العربية بالحرارة العالية معظم أيام السنة، حيث تصل إلى أعلى معدلاتها في فصل الصيف (حوالي ٤٢ درجة مئوية). كما يلاحظ أن فرق درجة الحرارة بين الليل والنهار عال جداً يصل إلى ١٩ درجة مئوية. كما تنخفض نسبة الرطوبة إلى أقل معدلاتها في ظل ارتفاع نسبة البخر. وتعمل الرياح الساخنة على رفع الغبار والرمال الدقيقة إلى ارتفاعات متفاوتة، وهو ما يعرف بالعواصف الرملية التي يتكرر حدوثها من وقت لآخر على مدار العام. كما يصل تركيز الطاقة الشمسية إلى ٥ كيلووات على المتر المربع في اليوم الواحد. كما تتميز المنطقة بطول فترة سطوع الشمس خلال اليوم. وترجع سيطرة المجال شديد الحرارة على هذه المنطقة إلى ارتفاع زاوية أشعة الشمس وطول ساعات النهار مع صفاء السماء وخلوها من السحب (حنا، ١٩٩٨).

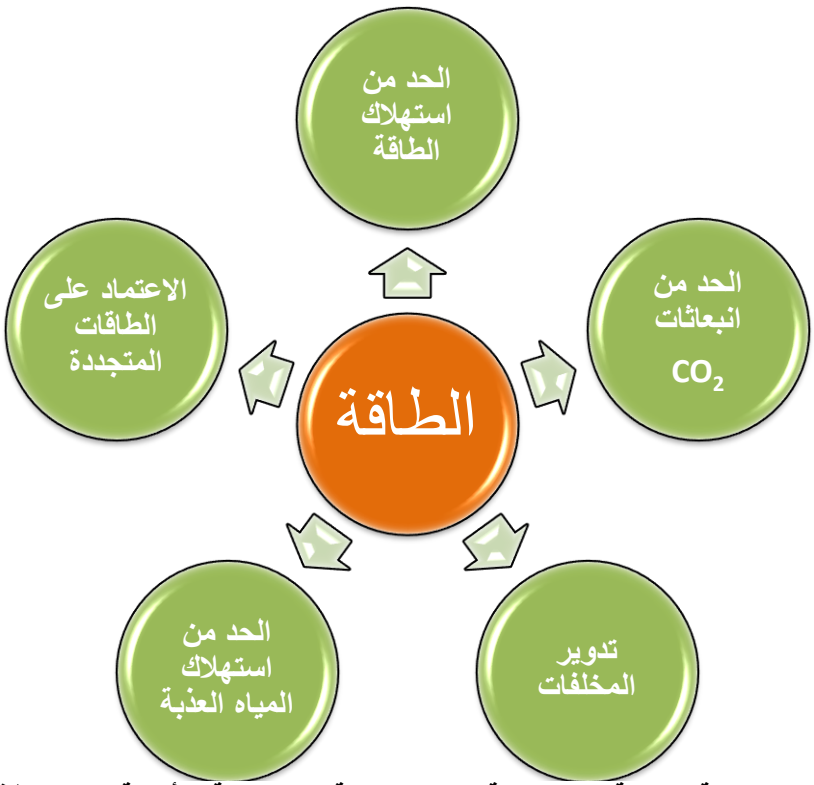
٥. الخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية:

إن الخلية عموماً هي الوحدة الأصغر لبناء أي منظومة، والمقصود بالخلية السكنية أنها الوحدة المترابطة التي تكون نواة للتجمع السكني ومن ثم المدينة، فالخلية السكنية لفظ عام يبدأ من الوحدات السكنية المنفصلة وينتهي بمجموعة كبيرة من الوحدات السكنية المترابطة. والخلية السكنية الإيكولوجية هي وحدة يمكن اعتبارها جزء من النظام البيئي الذي يحتويها، فهي تشترك مع النظام البيئي في علاقاته وتفاعلاته ودوراته المختلفة، وعليه فإن الخلية السكنية الإيكولوجية المثالية لا تؤثر سلباً على النظام البيئي المتوازن. وإذا اعتبرنا أن الإيكولوجيا قيمة، فإنه يمكن اعتبار أن الخلية السكنية إيكولوجية بقدر تفاعلها الإيجابي مع بيئتها وبقدر الحد من تأثيرها السلبي على البيئة.

والخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية يجب أن يتوافر بها مجموعة من الخصائص أو الأهداف يتم تحديد مقدار إيكولوجية الخلية على قدر ما حققته منها والتي يمكن إيجازها فيما يلي:

- الحد من استهلاك الطاقة.
- الاعتماد على الطاقات المتجددة.
- الحد من استهلاك المياه العذبة.
- تدوير المخلفات (صلبة- سائلة).
- الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
- مراعاة الظروف الاجتماعية والثقافية للمجتمع، والتماشي مع روح العصر.

ولكل نقطة من النقاط السابقة الوسائل والتقنيات التي توصل إليها، كما أن تلك الوسائل تتداخل وتشترك فيما بينها لتحقيق أكثر من هدف في نفس الوقت، فعلى سبيل المثال يعتبر الاعتماد على الطاقات المتجددة أحد وسائل الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويعتبر تدوير المخلفات أحد وسائل الحد من استهلاك الطاقة. إلا أنه عند دراسة وتحليل هذه الأهداف نجد أن المحور الرئيسي الذي تدور في فلكه معظم هذه الأهداف هو الطاقة، باستثناء جانب مراعاة الظروف الاجتماعية والثقافية للمجتمع، شكل رقم (٣).



شكل رقم (٣): أهداف الخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية، وأهمية محور الطاقة في التأثير على باقي الأهداف.

٥-١. استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية بالمدن العربية الصحراوية:

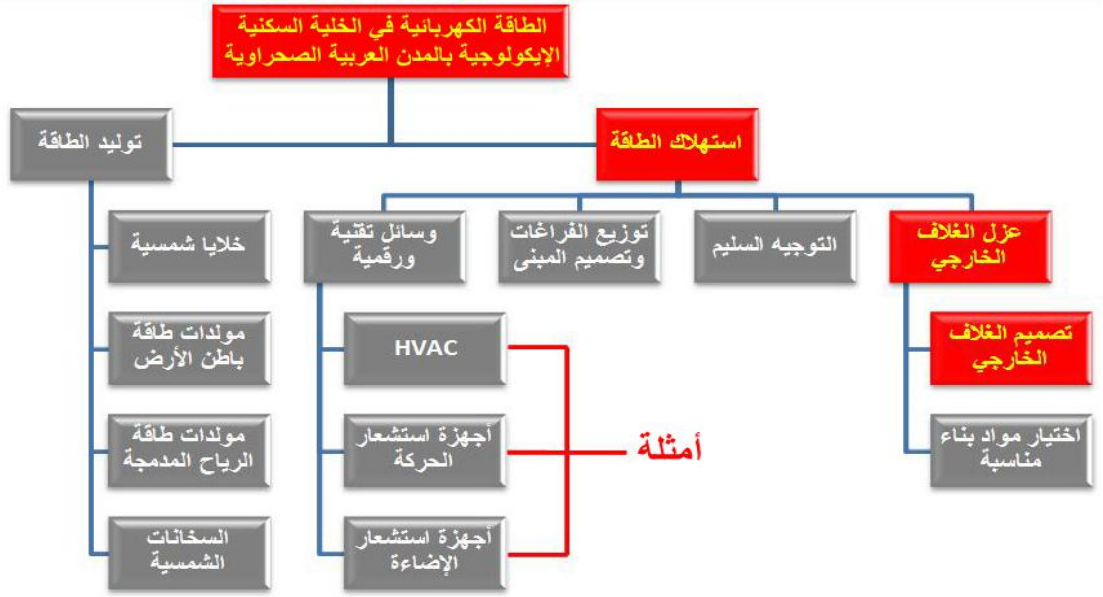
يعتبر مبدأ الطاقة هو المبدأ الأهم في تصميم الخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية، بمعنى أنه إذا توفرت الطاقة النظيفة الكافية لتشغيل المبنى وتوفير حاجات مستعمليه أصبح من السهل الحصول على خلية سكنية إيكولوجية، وترجع أهمية الطاقة إلى عدة أسباب منها:

- المباني السكنية تحتل المركز الأول في استهلاك الطاقة في المنطقة بنسبة تصل إلى ٤٤% من إجمالي الطاقة الكهربائية المتولدة (إسكوا، ٢٠٠٢).
- احتياج المباني السكنية لكميات كبيرة من الطاقة الكهربائية لتغطية أحمال التكييف، فقد بلغ معدل الطاقة الكهربائية اللازمة لأحمال تكييف الهواء في المباني السكنية بمدينة الرياض على سبيل المثال ٦٠,٦% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في المدينة (الجوير، ٢٠٠٦).
- تعتبر بعض دول المنطقة مثل دول الخليج الأعلى في معدل استهلاك الفرد من الكهرباء المولدة، ففي قطر مثلا بلغ معدل استهلاك الفرد من الكهرباء المولدة ١٦٦٣٠ ك.و.س/فرد وهو ما يعادل ٦,٧ ضعف المعدل العالمي (إسكوا، ٢٠٠٢).

وينقسم مبدأ الطاقة إلى محورين رئيسيين:

١- استهلاك الطاقة: وهو يهتم بالوسائل والتقنيات المستخدمة لخفض استهلاك الطاقة بالمبنى بشكل عام بغض النظر عن نوعية الطاقة المستخدمة.

٢- توليد الطاقة: وهو يهتم بالوسائل والتقنيات المستخدمة لتوليد طاقة نظيفة متجددة مدمجة بالتصميم من خلال مصادر الطاقة المتجددة المتاحة بموقع البناء.



شكل رقم (٤): بعض وسائل توليد وخفض معدل استهلاك الطاقة الكهربائية في الخلية السكنية الإيكولوجية بالمدن العربية الصحراوية وموقع تصميم الغلاف الخارجي للمبنى منها.

٥-٢. ملامح العمارة السكنية الحالية بالبيئة العربية الصحراوية:

والمقصود بالعمارة السكنية الحالية هو المباني السكنية التي بنيت في الحاضر أو في الماضي ولا زالت تستخدم لأغراض سكنية. ويمكن تقسيم أنماط المباني السكنية بالبيئة العربية الصحراوية إلى ثلاثة أنماط رئيسية:

١- نمط تلقائي.
٢- نمط وطني محلي.
٣- نمط مستغرب.

٥-٢-١. النمط التلقائي:

يطلق هذا المصطلح على نمط المساكن التي بنيت اعتمادا على ثقافة وحضارة البيئة التي تواجدت فيها، وقد تعددت مسميات هذا النمط من المساكن مثل العمارة البدائية، والعمارة الدارجة، والعمارة الشعبية، والعمارة التلقائية. إلا أن كل هذه المسميات تشترك في سمة رئيسية وهي أنها نتاج معماري بدون متخصصين "مهندسين معماريين". ويعكس هذا النمط الارتباط الوثيق بين البناء والتصميم وبين حضارة المجتمع، أي أنه يرى العمارة كنشاط اجتماعي حضاري تتعلمه الأجيال وتمارسه المجموعة مع بعض المساعدة من الحرفي، ويرتكز فيها العمل على الانفعال التلقائي العفوي (الصاوي، ٢٠٠٤)، ومن أمثلة هذا النمط مساكن الواحات الخارجة بمصر، شكل رقم (٥).

شكل رقم (٥): مساكن الواحات الخارجة بمصر، حيث يتضح استعمال الأفنية الداخلية والتخطيط المتضام لتوفير أكبر قدر ممكن من الظلال.

ويمكن إيجاز الجوانب البيئية في هذا النمط في النقاط التالية:

١- استخدام مواد بناء من البيئة المحيطة تتمتع بعزل حراري كبير فتعمل على تخفيف الأحمال الحرارية الواقعة على المبنى.
٢- اعتماد التخطيط على التصميم المتضام الذي يوفر أكبر قدر من الظلال التي تسقطها المباني على بعضها.
٣- استخدام الأفنية الداخلية التي توفر قدرا إضافيا من الظلال، بالإضافة إلى تهوية الفراغات الداخلية.
٤- استخدام الدراوي والأسوار التي توفر بعض الظلال على أسطح المنازل.

٥-٢-٢. النمط الوطني المحلي:

وفي هذا النمط يظهر دور المعماري في تطوير مفهوم المسكن الشعبي المرتبط بالبيئة. وبالرغم من اعتماد رواد هذا النمط من المعماريين على مفردات معمارية تراثية مأخوذة أصلا من النمط التلقائي، إلا أن المعماري نجح في توظيف وتطوير تلك المفردات بما يخدم وظيفة المبنى، ويعظم من الاستفادة بالموارد البيئية المحلية دون التأثير السلبي على البيئة. وقد ظهر هذا الاتجاه بقوة في منتصف القرن العشرين، ولعل من أهم رواده المعماري حسن فتحي. وقد اهتم فتحي كثيرا بمواد البناء العازلة للحرارة، كما اهتم بالتوجيه الأمثل، واستخدم مفردات مثل القباب والأقبية والتي توفر ظلاً مناسبا يخفف من الأحمال الحرارية على الأسقف، كما استخدم ملاقف الهواء لتوفير الهواء البارد بالفراغات الداخلية. ورغم استخدام فتحي لمفردات معمارية لها أصل في العمارة التلقائية، إلا أنه استطاع بالدراسات والتجارب تحقيق أقصى استفادة من هذه المفردات، شكل رقم (٦)، (٧). وعند تحليل الغلاف الخارجي لهذا النمط نجد أنه اكتفى بالاهتمام باستخدام أفضل المواد عزلاً للحرارة دون تصميم فعلي للغلاف اعتمادا على فرق درجات الحرارة الكبير بين الليل والنهار(Fathy, 1973).

شكل رقم (٦): قرية القرنة – أحد أهم أعمال حسن فتحي، حيث يتضح استعماله لمواد بناء ومفردات معمارية تراثية من العمارة التلقائية الصحراوية وتطويرها لتحقيق أقصى استفادة بيئية منها.

شكل رقم (٧): مركز الحرف التقليدية بالفسطاط للمعماري جمال عامر أحد تلامذة حسن فتحي، ويظهر تأثره بأسلوب أستاذه في استخدام مواد بناء من البيئة المحلية ومفردات تراثية معمارية مثل القبة والقبو.

٥-٢-٣. النمط المستغرب:

وهو النمط السائد حاليا في المدن العربية الصحراوية. فقد أخذ هذا النمط فكره ومنهجه من مدارس غربية أعطى معظمها اهتمامه الأول لمبادئ الكفاءة الاقتصادية والوظيفية دون مراعاة للجانب البيئي. وربما تعددت أنواع وأشكال واتجاهات هذا النمط، إلا أن كلها تتفق على مبدأ أساسي وهو نقل مبادئ عمارة غربية هي أبعد ما تكون عن احتياجات البيئة والثقافة العربية الصحراوية.

بعد انتهاء الحرب العالمية الأولى ظهرت عدة مدارس معمارية في أوروبا وأمريكا تدعو إلى بناء أكبر عدد ممكن من المساكن بأقل تكلفة ممكنة لتعويض ما دمرته الحرب، وبالطبع فإن هذا الفكر لم يعطي للبيئة أي اعتبارات تصميمية، وبسبب نجاح هذا الفكر على المستوى الاقتصادي فقد بدأ يغزو المنطقة العربية الصحراوية. وبعد الطفرة النفطية في دول الخليج العربي ونمو الاقتصاد الخليجي بشكل كبير اتجه العديد من هذه الدول إلى المنافسة على التميز في أشكال المباني وتكلفتها دون مراعاة الجانب البيئي في معظمها، فظهرت مدن كل همها أن تتشبه بالمدن الغربية. وتوضح الأشكال رقم (٨)، (٩)، (١٠) هذا الادعاء، فالشكل رقم (٨) يوضح نمط المباني السكنية بمدينة الرياض عام ١٩٥٠ حيث ظهر فيها تأثير البيئة والثقافة العربية الإسلامية، ويوضح الشكل رقم (٩) شكل مباني مدينة الرياض الحالية وقد اختفى أي أثر للبيئة في مبانيها، اللهم إلا بعض الزخارف والتشكيلات الخارجية، أما الشكل رقم (١٠) فهو صورة لمدينة نيويورك الأمريكية ويظهر التشابه الكبير بينها وبين ما وصلت إليه مدينة الرياض من حيث أشكال وأنماط المباني، بالرغم من اختلاف البيئتين بشكل كبير من حيث ظروف وسمات كل منهما.

شكل رقم (٨):
مدينة الرياض عام ١٩٥٠، حيث يظهر التأثر بالبيئة والثقافة العربية الصحراوية.

شكل رقم (٩):
مدينة الرياض اليوم، حيث اختفى أي أثر للبيئة العربية الصحراوية على نمط المباني.

شكل رقم (١٠):
مدينة نيويورك، ويظهر التشابه بين نمط المباني فيها ونمط المباني بمدينة الرياض اليوم.

٦. الغلاف الخارجي للمباني السكنية بالمدن العربية الصحراوية:

يطلق لفظ "غلاف خارجي" على كل ما يفصل الفراغات الداخلية للمبنى عن محيطها الخارجي، والغلاف الخارجي يشمل بذلك الحوائط الخارجية والأسقف والفتحات بأنواعها. وسيتم التركيز في هذه الدراسة على تصميم الحوائط الخارجية للخلية السكنية بالمدن العربية الصحراوية. وترجع أهمية الحوائط الخارجية إلى استقبالها لكمية كبيرة من أشعة الشمس خلال فترة النهار، بالإضافة إلى أنها تحتل غالباً المساحة الأكبر في الغلاف الخارجي للمبنى، ومن ثم فهي تقوم بدور الناقل للحرارة من الخارج إلى الداخل. وقد تعددت الدراسات التي تبحث في أساليب ووسائل وتقنيات عزل الفراغ الداخلي حرارياً عن طريق تصميم حوائط خارجية تهدف أساساً إلى منع الحرارة الخارجية من الانتقال إلى داخل الفراغ لتوفير بيئة داخلية مريحة حراريا. ويمكن تقسيم هذه المحاولات إلى نوعين رئيسيين:

١- وسائل تقليدية.

٢- وسائل تقنية مبتكرة.

٦-١. وسائل تقليدية لعزل الحائط الخارجي للمبنى:

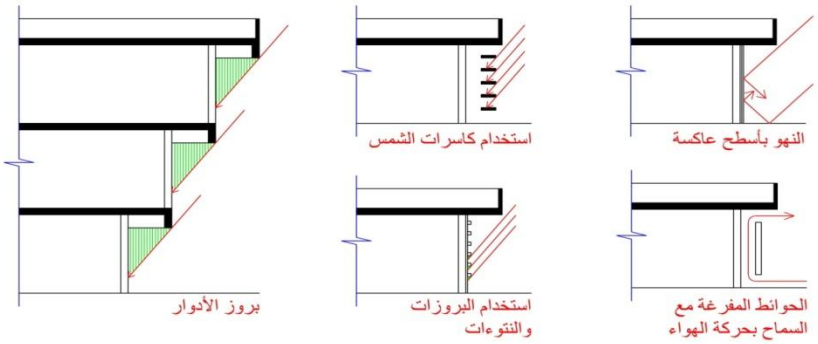
وهي تعتمد في المقام الأول على استخدام مواد بناء رديئة التوصيل للحرارة، ثم معالجة هذه الحوائط بوسائل تقليدية مثل كاسرات الشمس أو الحوائط المزدوجة (الوكيل، ١٩٨٩).

٦-١-١. كاسرات الشمس:

توفر كاسرات الشمس بأنواعها المختلفة ظلالا على واجهات المباني، الأمر الذي يخفف من الأحمال الحرارية الساقطة على الواجهات، وبالتالي خفض كمية الحرارة المنتقلة من الخارج إلى الداخل.

٦-١-٢. الحوائط المزدوجة:

يعتمد الحائط المزدوج في عمله على إيجاد فراغ داخل الحائط يعمل على منع انتقال الحرارة خلال الحائط. وقد يترك هذا الفراغ بدون مادة عازلة، وقد يملأ بمادة عازلة للحرارة حسب تصميم الحائط. ويوضح الشكل رقم (١١) بعض المعالجات التقليدية للحوائط والتي ترفع من كفاءة العزل الحراري لها.



شكل رقم (١١): بعض معالجات الحوائط التقليدية بالمناطق الحارة التي ترفع من كفاءة العزل الحراري لها.

٦-٢. وسائل تقنية مبتكرة لعزل الحائط الخارجي للمبنى:

ربما كانت النماذج السابقة عملية واقتصادية، إلا أنه يعيبها أن خواص الحائط تظل ثابتة، في الوقت الذي تتغير فيه ظروف البيئة ودرجات الحرارة الخارجية باستمرار مع تغير فصول السنة، بل وتتغير في اليوم الواحد ليلا ونهارا. ومع التقدم الكبير الذي وصلت إليه تكنولوجيا البناء بالتوازي مع تكنولوجيا المواد، اتجه بعض المعماريين إلى استغلال التقنيات الحديثة في تصميم الغلاف الخارجي للمبنى خاصة الحوائط الخارجية منه. وتعتمد هذه الوسائل عادة على عنصر الإحساس بالحرارة الخارجية والداخلية باستخدام أجهزة ومواد حساسة جدا مع أي تغير طفيف في درجات الحرارة سواء الخارجية أو الداخلية، ومن ثم تتم برمجة هذه البيانات بوسائل عديدة سواء رقمية أو غيرها ليستجيب الحائط على الفور ويعمل على تحديد مقدار العزل المطلوب طبقا لبرنامج محدد مسبقا.

ومن أمثلة هذه الوسائل التجربة التي أجراها فريق البروفيسير ستيفن جايج Stephen Gage بكلية بارتليت للعمارة Bartlett School of Architecture بلندن، والتي أسماها الأغلفة الديناميكية Dynamic Envelope. وفكرة الغلاف تهدف إلى تصميم غلاف ديناميكي يحجب أشعة الشمس الزائدة عن الحاجة

وبالتالي يوفر بيئة داخلية مرحة حراريا، وفي نفس الوقت يسمح بقدر مناسب من الإضاءة الطبيعية للدخول إلى الفراغ. ويعتمد الغلاف المبتكر على خصائص شمع البارافين، فعند ارتفاع درجات الحرارة الخارجية نهارا يتمدد شمع البارافين المجهز في خزانات خاصة، ومن المعروف أن شمع البارافين يتمدد بفعل الحرارة وينتج قوة هيدرولية عالية جدا، كما أنه غير قابل للانضغاط. وخلال هذا التمدد يدفع مكابس خاصة تقوم بإغلاق ستائر عازلة للحرارة فيمنع الحرارة من الانتقال إلى الداخل، وعند انخفاض درجات الحرارة ليلا يعود شمع البارافين للانكماش ليفتح معه هذه الستائر مجددا لتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية للفراغ الداخلي. وقد نفذت هذه التجربة بمقياس رسم ١/١ بساحة الكلية بلندن، وأثبتت نجاحا كبيرا في خفض مقدار الطاقة اللازمة لتكييف الفراغ. (Gage, 2008)، شكل رقم (١٢).

شكل رقم (١٢): نموذج الأغلفة الديناميكية بكلية بارتليت للعمارة بلندن والذي اعتمد على القوة الهيدروليكية التي يولدها شمع البارافين المجهز في خزانات خاصة أثناء تمدده بالحرارة لتفتح وتغلق الستائر تلقائيا بفعل الحرارة الخارجية.

٧. الأطروحة البحثية (الحوائط الطاردة للحرارة):

يتضح من الأمثلة والنماذج السابقة أنه بالرغم من اختلاف الوسائل والطرق، إلا أنها كلها تشترك في هدف واحد وهو حماية الفراغ الداخلي من الحرارة الخارجية، أو بمعنى آخر إن صح التعبير الدفاع عن الفراغ الداخلي ضد هجمات الحرارة الخارجية. وبالفعل نجح العديد من تلك الوسائل في تحقيق هذا الهدف بدرجات متفاوتة. إلا أن ذلك يدعو إلى التساؤل عن كيفية التخلص من الحرارة المتسربة عبر فتحات الفراغ، والحرارة الصادرة من أنشطة المستعملين، والحرارة الناتجة عن الإضاءة الصناعية للفراغ وتشغيل الأجهزة المنزلية، وكلها أنواع من الطاقة تظل حبيسة داخل الفراغ ولا يستطيع الغلاف العازل التخلص منها، بل على العكس فإن الغلاف العازل في كثير من الأحيان يمنع تلك الحرارة من الانطلاق للخارج، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الأحمال الحرارية على الفراغ الداخلي، وبالتالي زيادة الطاقة اللازمة لتبريد الفراغ. ومن هنا كان الدافع وراء البحث عن تصميم غلاف خارجي للمبنى لا يكتفي بدور الدفاع ضد هجمات الحرارة الخارجية، وإنما ينتقل إلى مرحلة الهجوم ونقل الحرارة الداخلية إلى الخارج. وكان التحدي أمام هذه الأطروحة أن الحرارة تنتقل دائما من الوسط الأعلى في درجة الحرارة إلى الوسط الأقل، وعليه فإنه من المستحيل نظريا نقل الحرارة مباشرة إلى الخارج دون بذل طاقة. إلا أنه بالبحث في خصائص المنطقة محل الدراسة يتضح أن المدى الحراري اليومي كبير ويصل في بعض الأحيان إلى ٢٠ درجة مئوية. إذن لو كان بالإمكان إيجاد مخزن للحرارة الداخلية معزول تماما عن الحرارة الخارجية مدمج بالحائط ويعمل على امتصاص الحرارة الداخلية فقط طوال ساعات النهار ثم يطلقها إلى الخارج أثناء ساعات الليل، ثم يتحول إلى الداخل ليكتسب الحرارة مجددا نهارا وهكذا فستنجح هذه الأطروحة، ويجب أن يكون هذا المخزن موجها للداخل نهارا ثم يوجه للخارج ليلا. ولما كان من الصعب عمليا تغيير اتجاه الحائط الخارجي يوميا، فقد ذهب التفكير في السوائل. وعليه فالفكرة في حاجة إلى خزان داخلي يتسع لكمية من سائل ذو سعة حرارية كبيرة بحيث يستطيع امتصاص قدر كبير من الحرارة نهارا، ثم ينتقل السائل إلى خزان مماثل خارجي ليطلق الحرارة التي اكتسبها

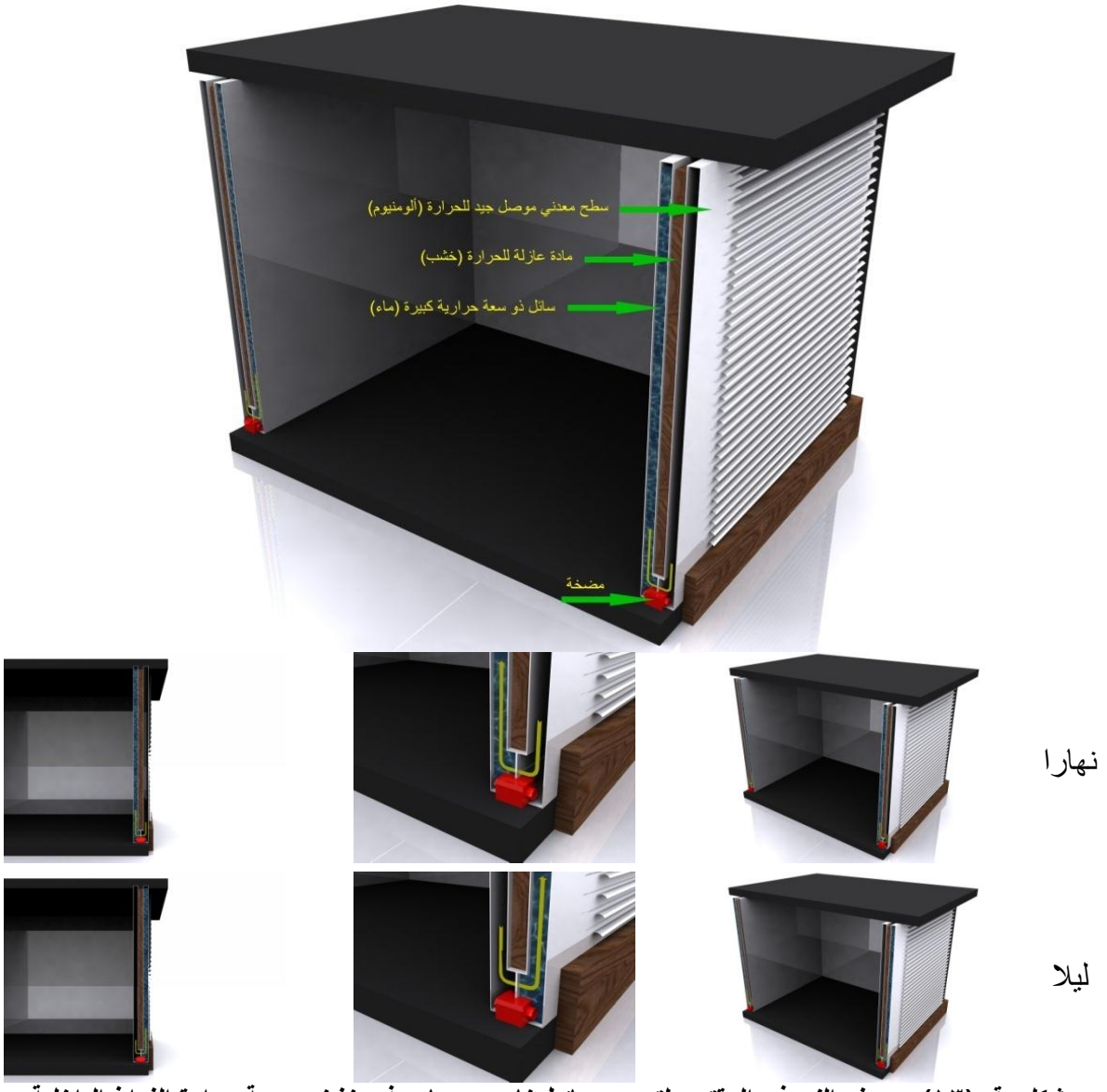
طوال النهار، ثم يعود السائل مرة أخرى إلى الخزان الداخلي عند ارتفاع درجات الحرارة نهارا وهكذا. أما الخزان المستعمل فيجب أن يكون جيد التوصيل للحرارة حتى يوصل الطاقة للماء، وفي نفس الوقت يجب أن تكون سعته الحرارية منخفضة نسبيا حتى لا يختزن الحرارة ويطلقها للداخل مرة أخرى. وبالبحث المبدئي وجد أن الماء سائل مناسب والألومنيوم مادة مناسبة لصنع الخزان، والجدول التالي يبين السعة الحرارية ومعامل التوصيل لكل منهما(Randal, 2005).

جدول رقم (١): السعة الحرارية ومعامل التوصيل لكل من الماء والألومنيوم

المادة	السعة الحرارية (جول/كجم.كلفن)	معامل التوصيل (وات/متر.كلفن)
الماء	٤١٨٧	٠,٦
الألومنيوم	٩٢٠	٢١٤

ويجب التنبيه هنا على أن اختيار هذه العناصر هو اختيار مبدئي، وأن الهدف من الأطروحة هو إثبات نجاح الفكرة، أما اختيار المواد الأنسب وتحديد سمك كل مادة وغيره فلها دراسات أكثر تفصيلا.

٧-١. وصف النموذج:



شكل رقم (١٣): وصف النموذج المقترح لتصميم حائط خارجي يساهم في خفض درجة حرارة الفراغ الداخلية.

يتضح من الشكل رقم (١٣) أن نموذج الحائط المطروح عبارة عن خزان داخلي من الألومنيوم متصل من أسفله بخزان مماثل خارجي، ويفصل بين الخزانان طبقة عازلة للحرارة مثل الخشب. وينتقل الماء من الخزان الداخلي إلى الخزان الخارجي عن طريق مضخة يتم تزويدها بثرموستات لتبدأ في ضخ المياه من الداخل إلى الخارج بمجرد ما تتساوى درجة الحرارة الداخلية والخارجية، ثم تعود لضخ المياه من الخارج إلى الداخل مرة أخرى بمجرد ارتفاع درجة الحرارة الخارجية عن الداخلية. وتتم حماية الخزان الخارجي بمجموعة من كاسرات الشمس حتى لايسخن بدرجة كبيرة يصعب معها التخلص من حرارة الماء ليلا.

٧-٢. النموذج العملي Prototype:

وحتى لا تصبح الدراسة مجرد أطروحات نظرية فقد تم تنفيذ نموذج عملي مصغر لفراغ مربع طول ضلعه ٥ متر وارتفاعه ٤ متر بمقياس رسم ١٠/١. ولتبسيط عملية التنفيذ تم استبدال الخزانان ومضخة المياه بخزان واحد على أن يتم تبديل اتجاهه من الداخل إلى الخارج والعكس يدويا، شكل رقم (١٤).

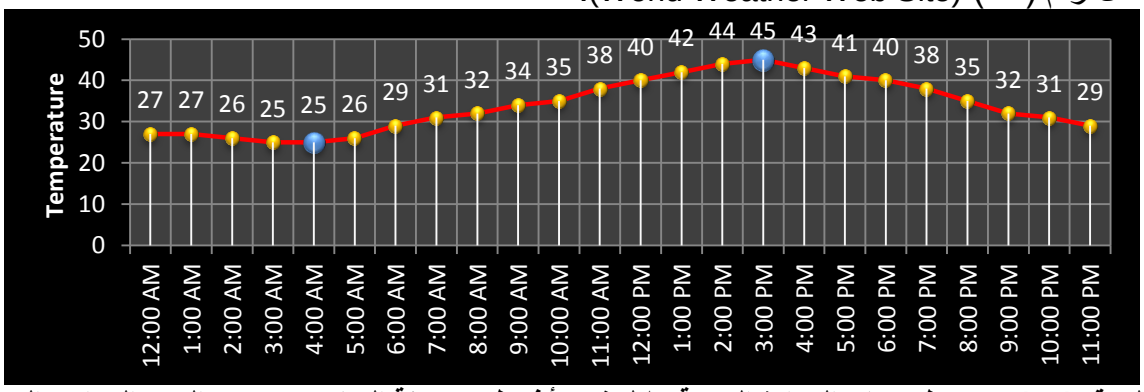
شكل رقم (١٤): النموذج العملي للحائط المقترح الذي تم تنفيذه لإجراء التجارب وأخذ القياسات من خلاله.

٧-٣. تسجيل البيانات:

تم اختيار مناخ مدينة الرياض كمثال على مناخ المدن العربية الصحراوية، وذلك لعدة أسباب منها:

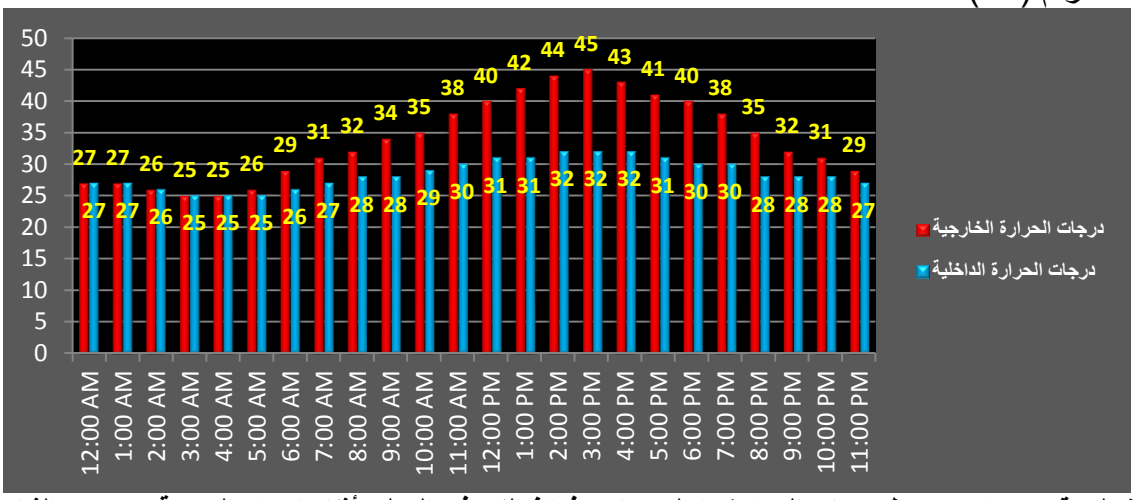
١- يتوفر في مناخ مدينة الرياض جميع خصائص مناخ المدن العربية الصحراوية الحارة الجافة.
٢- الرياض مدينة حضرية كبيرة وعاصمة لإحدى الدول العربية الكبيرة.
٣- تسمح ظروف وطبوغرافية الأرض بالتوسع الأفقي حول المدينة، الأمر الذي يشير إلى أنها قد تكون إحدى أكبر مدن العالم مستقبلا.

وعليه فقد تم عمل محاكاة لمعدل درجات الحرارة اليومية لمدينة الرياض لشهر أغسطس باعتباره أحد أكثر شهور السنة حرارة بالمدينة، وقد تمت المحاكاة بغرفة مغلقة والتحكم في درجة حرارة الفراغ بواسطة استخدام المدافئ وأجهزة التكييف حيث كان متوسط درجات الحرارة اليومي كما هو موضح بالشكل رقم (١٥) (World Weather Web Site).



شكل رقم (١٥): متوسط درجات الحرارة اليومية خلال شهر أغسطس بمدينة الرياض، ويتضح المدى الحراري اليومي الكبير، حيث تتراوح درجات الحرارة اليومية بين ٢٥ و٤٥ درجة مئوية.

تم ملئ الخزانات بالمياه، وتم تنفيذ التجربة لمدة يوم بدون أخذ قراءات حتى يكتسب الماء درجة حرارة الوسط المحيط، وكذلك حتى يكتسب الوسط نفسه من أرضيات وحوائط درجات الحرارة الجديدة فيتعرض النموذج لأحمال حرارية شبه واقعية عن طريق التوصيل من خلال ملامسة الهواء الخارجي لسطح النموذج، وعن طريق الإشعاع من خلال أرضية وحوائط الغرفة، ثم بدأ أخذ القراءات ابتداء من اليوم التالي، وكانت التجربة تعتمد على توجيه خزانات الماء للداخل عندما تبدأ درجات الحرارة الخارجية في الارتفاع عن درجات الحرارة الداخلية وكان ذلك في الساعة الخامسة صباحا. ثم يتم تحويل اتجاه الخزانات إلى الخارج عندما تتساوى درجات الحرارة الخارجية والداخلية وكان ذلك في الساعة الثانية عشرة منتصف الليل، وقد تم القيام بالتجربة لعدة أيام وتم أخذ متوسط القراءات والتي كانت كما بالشكل رقم (١٦).



شكل رقم (١٦): متوسط درجات الحرارة داخل وخارج فراغ النموذج العملي أثناء إجراء التجربة، ويتضح الثبات النسبي في درجات الحرارةالداخلية مقارنة بدرجات الحرارة الخارجية.

درجة الحرارة الخارجية ٤٥ درجة مئوية

درجة الحرارة الداخلية ٣٢ درجة مئوية

شكل رقم (١٧): الفرق بين أعلى درجة حرارة خارج النموذج ونظيرتها الداخلية في الساعة الثالثة مساء.

٧-٤. ترمومتر القياس المستخدم:

تم استخدام جهاز ترمومتر رقمي (Mini Thermometer - IR) ماركة (Extech Instruments)، وهو جهاز يعمل بأشعة الليزر ويتميز بدقته التي تصل إلى درجة مئوية واحدة، كما يتميز بسرعة قراءته حيث لا تستغرق عملية القياس سوى جزء من الثانية تظهر بعدها القراءة على الشاشة بالدرجة المئوية أو الفهرنهيتية حسب اختيار المستخدم.

٨. النتائج:

١- أثبتت التجربة أن النموذج نجح في خفض درجات الحرارة الداخلية بشكل ملحوظ خاصة في الساعات التي ارتفعت فيها درجات الحرارة الخارجية، حيث وصل فرق درجات الحرارة إلى ١٣ درجة مئوية عند أعلى درجة حرارة خارجية مسجلة.

٢- قد تتغير القيم المسجلة عند الوضع في الاعتبار وجود فتحات للفراغ تسمح بتسريب الحرارة للداخل عن طريق الحمل، الأمر الذي قد يؤدي إلى زيادة سمك الحوائط أو استخدام سوائل وسبائك ذات خصائص معينة لتعويض هذا التسريب.

٣- إذا ما تم تطبيق وتطوير الفكرة على مستوى فراغ حقيقي فإن ذلك سيؤدي إلى تخفيف الأحمال الحرارية بالفراغ بشكل كبير، الأمر الذي سيؤدي بالتالي إلى تخفيض كمية الطاقة الكهربائية اللازمة لتبريد الفراغ.

٤- أثبت الماء أنه عنصر فعال في تبريد الفراغات.

٥- يمكن الحد من استهلاك المباني السكنية للطاقة بشكل كبير إذا ما أخذت معايير التوازن الإيكولوجي في الاعتبار أثناء التصميم.

٩. التوصيات:

١- مواصلة تطوير التجربة ودراسة المواد التي يمكن استعمالها فيها، في حال تم انتشار الفكرة على مستوى تجاري، للوقوف على أفضل المواد التي يمكن صنع خزانات الماء منها، وكذلك أفضل السوائل التي يمكن استخدامها والتي تحقق أعلى كفاءة بيئية واقتصادية في نفس الوقت.

٢- الدعوة إلى تعاون مهندسين متخصصين في مجال انتقال الحرارة لدراسة أبعاد وبيانات خزانات المياه المطلوبة، وكذلك حساب سمك طبقة المياه المطلوبة لكل فراغ حسب ظروفه، وأبعاده، ومساحة واجهته الموجهة للخارج، ومتوسط كمية الحرارة التي يمكن أن تتسرب إلى الفراغ عن طريق فتحاته، وكذلك كمية الحرارة المتولدة أصلا داخل الفراغ، وذلك للخروج في النهاية بمعادلة رياضية لحساب متغيرات هذا الحائط بمعلومية بيانات الفراغ والبيئة وخواص المواد المستعملة.

٣- مشاركة أجهزة الدولة المتخصصة في تطوير البحث العلمي، ورجال الأعمال، والمراكز البحثية، والجامعات في تمويل مشروع لتطوير هذا النموذج حتى يتم الحصول على أعلى كفاءة بيئية واقتصادية بحيث يمكن نشره على مستوى تجاري.
٤- يجب أن يهتم المعماريون والمهندسون بمبادئ العمارة الإيكولوجية عند تصميم المباني لا سيما السكنية منها، الأمر الذي سيعود بفائدة كبيرة على البيئة وعلى الأجيال القادمة.
٥- الاهتمام بدراسة البعد البيئي في أقسام العمارة وكليات الهندسة حتى يتدرب الطالب على احترام الجانب البيئي عند التصميم، ويجب أن يتم ادماج هذا الجانب في مواد التصميم المعماري لما له من أهمية قصوى، وليس الاكتفاء بكونه مادة منفصلة يدرسها الطالب لمرة واحدة خلال دراسته بالكلية.

المراجع:

١. إسكوا، الأمم المتحدة (٢٠٠٢)، **"ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية - أوراق موجزة"**، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرج، جنوب أفريقيا.

٢. إسكوا، الأمم المتحدة (٢٠٠٢)، **"خصائص قطاع الطاقة في منطقة الإسكوا - أوراق موجزة"**، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، جوهانسبرج، جنوب أفريقيا.

٣. إسلام، أحمد مدحت (٢٠٠٨)، **"الطاقة وتلوث البيئة"**، سلسلة العلوم والتكنولوجيا، مكتبة الأسرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، جمهورية مصر العربية.

٤. الجوير، إبراهيم بن راشد بن سعد (٢٠٠٦)، **"العزل الحراري للمباني السكنية بين الواقع والمأمول: حالة دراسية لمدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية"**، جامعة أسيوط، المجلد ٣٤، العدد ٥، جمهورية مصر العربية.

٥. الصاوي، على محمد عبد الله (٢٠٠٤)، **"النتاج المعماري الشعبي – إشكالية المصطلح وتحديد المفاهيم (التجربة المصرية)"**، المؤتمر الأول، العمارة والعمران في إطار التنمية المستدامة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٦. الوكيل، شفق العوضي – سراج، محمد عبد الله (١٩٨٩)، **"المناخ وعمارة المناطق الحارة"**، عالم الكتب، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٧. بدر، إبراهيم عبد الباري (٢٠٠٨)، **"التنمية والبيئة في الأراضي الصحراوية والجافة"**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، جمهورية مصر العربية.

٨. حنا، جورج باسيلي – عبد القادر، مراد – يوسف، وجيه فوزي – الوكيل، شفق العوضي (١٩٩٨)، **"دليل العمارة والطاقة"**، جهاز تخطيط الطاقة، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

9. Bagad, Anjali (2008), **"Environmental Science and Engineering",** Technical Publications Pune, Pune, India.

10. Fathy, Hassan (1973), **"Architecture for Poor",** University of Chicago Press, Chicago, USA.

11. Gage, Stephen (2008), **"Dynamic Envelope",** Dynamic Envelope Program, Bartlett School of Architecture, London, England: http://www.Bartlett.ucl.ac.uk/otherhostedsites/deployable/

12. Houghton, John (2001), **"Global Warming- The science, the impact & the politics",** St-Edmond's College Lecture, Winstanley Lecture Theatre, Trinity College, Cambridge, United Kingdom.

13. Smith, Peter (2005), **"Arcitecture in a Climate of Change",** Architectural Press, Elsevier, Oxford, United Kingdom.

14. Thomas, Randal (2005), **"Environmental Design – An introduction for architects and engineers",**Spon Press, London, United Kingdom.

15. World Weather Site:http://www.weather.com