تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي

وائل عواد العُقيلي
ماجستير هندسة معمارية

م.د.إبراهيم جواد آل يوسف
هندسة معمارية – الجامعة التكنولوجية

ملخص البحث

أصبحت مسألة استهلاك الطاقة في مختلف قطاعات الحياة وخاصةً قطاع المباني الذي يمثل الجزء الأكبر من هذا الاستهلاك مسألة جوهرية تشغل دول العالم كافة وبضمنها العراق. إن طبيعة مناخ العراق المتمثلة بفترتين رئيستين وهما فصلي الشتاء والصيف، وقصر فترات الاعتدال جعل الاستعانة بالمنظومات الخدمية الميكانيكية والكهربائية وبشكل مكثف في المباني أمراً ضرورياً ومهماً لضمان بيئة داخلية ملائمة للشاغلين وخاصةً في فترة الصيف الحار. أدى ذلك إلى زيادة في معدلات استهلاك الطاقة في المباني وبشكل خاص في العقدين الأخيرين، ومثلت هذه المشكلة الحدود العامة للدراسة، ولأهمية الموضوع سعت دراسات وبحوث عديدة إلى محاولة إيجاد حلول عملية تقلل من صرفيات الطاقة في المباني من خلال السيطرة على تأثيرات المناخ على المبنى بإتباع استراتيجيات مختلفة، تبدأ بالإستراتيجية الذاتية غير المستهلكة للطاقة والتي يقتصر دورها في تقليل عمليات السريان الحراري إلى الداخل ودعم عمليات الفقدان الحراري ضمن غلاف المبنى ولان تلك الاستراتيجة غير كافية للتبريد الكفوء فقد تطرق البحث إلى استراتيجيات التبريد الفعالة والتي تسهم بشكل اكبر في تقليل حمل التبريد في المباني من خلال تزويده بقابلية الاستجابة والتكيف مع متغيرات البيئة الخارجية، وقد جاء هذا البحث كمحاولة لتعزيز تلك الإستراتيجية من خلال تفعيل استجابة غلاف المبنى لظروف البيئة الخارجية المتغيرة بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي والتي تشتمل على مجموعة من التقنيات تعمل على تحسين الأداء الحراري للمبنى بإتباع الذكاء كوسيلة تعطي صفة التكامل لتلك التقنيات مع النظم الميكانيكية للمبنى والمنسجمة مع التكنولوجيا البنائية المحلية،ولغرض معرفة تأثير تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد في المبنى تم إجراء عدة اختبارات تطبيقية بالاستعانة ببرنامج محاكاة الطاقة الحاسوبية (Ecotect)، أدرجت النتائج باعتماد الرسوم التوضيحية وبناءاً عليها توصل البحث إلى إن استعمال المنظومة يعمل على تقليل أحمال التبريد السنوية للمبنى بمعدل(24.97%) مما يعني تقليل الهدر بالطاقة المصروفة إلى الربع تقريبا. وبذلك يأتي البحث كمحاولة لتقديم صورة واضحة أمام المصمم عن جدوى تطبيق المنظومة والتشجيع على استخدامها.

Reduction Cooling Load Using Intelligent Envelope System

Dr.Ibrahim j.Al -Yousif
Lecture \ Department of Architecture (U. T.)

Wael A.Al-Auqeily
Ms. of Architectural Engineering

ABSTRACT

The nature of Iraqi climate which represents longevity the hot summer seasons, made almost the buildings depend on mechanical services to remove the cooling loads and ensure a suitable conditions of human activity within it. Therefore and for the importance of topic many architecture researches in Iraq focused on searching practical solutions that could reduce the consumption in buildings through controlling the climate effect on these buildings, by following different strategies for cooling. The research has focused on active cooling strategies which contribute on a larger part to the reduction of the cooling load in the buildings through its providing with the disposition of adaptation and response.

This research has come as an attempt at the consolidation of that strategy through the activation of the response of the building envelope to the changing circumstances of the external environment by application of intelligent envelope system that includes a group of technologies works for the improvement of the thermal performance to the building.

For the purpose of the knowledge of the effect of the application of the system in the reduction of the cooling load in the building holding several applied tests using computer simulation program (Ecotect). And the test has taken place on a building that represents a model to residential house that designed with taking the view of consideration the most environmental criteria that advised on previous studies.

The research reached that the using of intelligent envelope system works for the reduction of the annual cooling loads by the rate of (24.97 %) which means the reduction of energy loss to quarter approximately. Hence this research comes as an attempt to give a clear conception to the designer about the benefit of the intelligent envelope system application and the encouragement on its use.

تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي

1. مقدمة:

الطاقة هي إحدى المقومات الرئيسة للمجتمعات المتحضرة، وتحتاج إليها فضلا عن الحاجة الماسة إليها في تسيير الحياة اليومية، وقد صاحبت التطورات التقنية والصناعية في العالم زيادة في الطلب على الطاقة الأمر الذي رفع كلفتها، وفي الوقت نفسه بدأت تظهر مشكلة تناقص مصادر الطاقة الرئيسة وخاصة النفط، مما أدى إلى تنامي التوجهات الداعية إلى ترشيد استهلاك الطاقة. إن واقع استهلاك الطاقة في المباني العراقية يشير إلى إن معظم الطاقة المستهلكة تكون لإغراض التبريد وذلك بسبب طبيعة مناخ العراق المتميز بكبر نطاق الأشهر الحارة على الباردة يضاف إلى ذلك التغيرات التي تشهدها البيئة الخارجية بصورة عامة والتي عُرّفت بظاهرة الاحتباس الحراري. ومع تنامي الطلب على وسائل التبريد الميكانيكية والتي تستهلك طاقة كهربائية كبيرة نسبيا قابله ضعف القدرة التوليدية للطاقة الكهربائية في العراق حيث تغطي 50– 70% من الحاجة الفعلية للسكان. وظهرت مشكلة في زيادة معدلات استهلاك الطاقة في المباني لإغراض التبريد في بيئة العراق نتيجة لتنامي الاعتماد على تقنيات تبريد ميكانيكية في توفير الراحة الحرارية للشاغلين.

اعتمد البحث على الاستراتيجيات التصميمية لغرض التبريد في: تصميم المبنى، وتقنيات التبريد الذاتي والفعال، ثم الوسائل الميكانيكية. فالإستراتيجيتان الأولى والثانية تقللان من استهلاك الطاقة إلا إنهما غير كافيتين لتحقيق الراحة الحرارية بعكس الإستراتيجية الثالثة التي تحقق الراحة الحرارية إلا أنها تستهلك طاقة كبيرة وبفعل ظروف مناخ العراق الذي يتميز بأنه خارج حدود الراحة الحرارية في معظم فصول السنة تعذر نتيجة لذلك الاستغناء عن استخدام وسائل التبريد الميكانيكية والتي تطرق إليها البحث بدلالة استهلاكها للطاقة موضحا سلبياتها وايجابيتها. ولأن غلاف المبنى يمثل المحور الرئيس لجميع عمليات السيطرة الحرارية باتجاه كونه عازلاً للبيئة الداخلية عن الخارجية وهو المتبع عادةً في المباني التقليدية وكونه مستجيباً ومتكيفا مع تغيرات البيئة الخارجية من خلال سلوكه الديناميكي بمنعه تأثيرات البيئة الخارجية. إن الاتجاه الأول في سلوك المبنى يزيد من احتمالات استخدام الوسائل الميكانيكية لعدم الاستفادة من إمكانيات البيئة الخارجية في تقليل حمل التبريد داخل المبنى بعكس الاتجاه الثاني في تقليل حمل التبريد من خلال تقليله للحرارة التي تُحبس داخل فضاءات المبنى نتيجة خاصيتي السريان والخزن الحراري. بذلك تحددت مشكلة البحث في "زيادة حمل التبريد في المباني التقليدية لمدينة بغداد نتيجة لضعف استجابة غلاف المبنى للتغيرات المناخية". إذ إن تصميم المباني التقليدية خفض من تفاعلها مع البيئة الخارجية مما زاد من احتمالات التدخل الميكانيكي لتبريدها. ولغرض تفعيل استجابة غلاف المبنى للتغيرات المناخية فقد تطرق البحث إلى مفهوم الغلاف الذكي وعرفه البحث على انه "ذلك الجزء من عناصر المبنى الذي يؤدي وظيفة الإحاطة لمكوناته الداخلية المشغولة من قبل الشاغلين والذي يوفر قابلية التكيف الذاتي والاستجابة".

وقد افترضت الدراسة لعلاج المشكلة البحثية في الإمكان تحسين الأداء الحراري لمباني مدينة بغداد من خلال تقليل حمل التبريد باستخدام منظومة غلاف المبنى الذكي. وللتحقق من تلك الفرضية فقد اقترح البحث منظومة غلاف المبنى الذكي التي تتكّون من مجموعة من التقنيات التي يمكن من خلال تطبيقها على غلاف المبنى إن تزوده بإمكانية الاستجابة التلقائية لتغيرات البيئة الخارجية إي بجعل غلاف المبنى ذكياً وبالتالي تحسين الأداء الحراري للمبنى خلال الفترة الصيفية التي تشهد ارتفاعاً ملحوظاً لأحمال التبريد. لذلك اهتم البحث باختبار منظومة غلاف المبنى الذكي باستخدام احد برامج محاكاة الطاقة الحاسوبية(ECOTECT). وتم الاستعانة به للتنبؤ بمقدار التقليل لحمل التبريد بمقارنة النتائج في حالة مبنى اعتيادي دون معالجة وحالة المبنى بعد تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي. عليه تحدد هدف البحث بـ"رفع

استجابة غلاف المبنى للتغيرات المناخية الخارجية باستخدام منظومة غلاف المبنى الذكي لتقليل حمل التبريد ومعدلات الهدر بالطاقة". ولتحقيق هدفه أعتمد منهجية ارتبطت بدراسة الاستراتيجيات التصميمية لغرض التبريد بدلالة استهلاكها للطاقة، ثم القيام بالدراسة العملية من خلال إجراء عدة اختبارات على أنموذج لمسكن لمعرفة تأثير منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد بالاستعانة ببرنامج(ECOTECT) اعتمادا على التوجيهات الرئيسة والثانوية، وبالتالي تحليل النتائج وصولاً إلى الاستنتاجات والتوصيات واقتراح الأفاق المستقبلية للبحث.

2. المحور الأول: استهلاك الطاقة في المباني:

نعيش اليوم في عصر يشهد طلباً متزايداً على الطاقة في الوقت الذي بدأت مصادر توليد الطاقة الرئيسة بالنفاد.وأصبحت مسألة استهلاك الطاقة في مختلف قطاعات الحياة من ضرورات العصر ومسألة جوهرية تشغل دول العالم كافة وخاصة في بلد مثل العراق الذي يشهد ازديادا كبيرا في مقدار الاستهلاك وخاصة في فصل الصيف يقابله عدم قدرة لسد الاحتياجات السكانية للطاقة.

2.1 الاستهلاك العالمي والمحلي للطـــاقة:

تعتمد المجتمعات المتقدمة على مصادر الطاقة المختلفة في كافة مرافق الحياة. وغالبية المصادر المستهلكة حالياً هي منتجات النفط الخام ، وقد كانت النسب المئوية لاستهلاك مصادر الطاقة المختلفة في عام 2004 كما يلي: النفط 40.2%، والفحم 22.8%، والغاز 19.1%، ومصادر الطاقة الحيوية 6.1%، والمحطات المائية 4.4%، والمحطات التي تعمل بالطاقة النووية 7.3%.(ar.wikibooks.org) إن عالم اليوم يمر بمرحلة نمو استهلاكي كبير ينبئ بعواقب

تستحق التوقف والنظر إلى المستقبل بنظرة عملية موضوعية، إن أسباب النمو الاستهلاكي كثيرة متعددة تقف في مقدمتها الزيادة السكانية وتتمثل ظواهر الاستهلاك بزيادة الطلب على السكن والمواصلات والماء والدواء والكساء والغذاء...الخ، وتعد الطاقة واحدة من تلك الاحتياجات التي بات الطلب عليها ينمو بوتائر متصاعدة تفوق نسب النمو السكاني العالمي،(إبراهيم2006/ ص24).

أن معدل استهلاك الطاقة في العالم تزايد طبقا لمعادلة أسية، وكذلك معدل تزايد التعداد السكاني،ولحساب المدة الزمنية المطلوبة لمضاعفة الاستهلاك تطبق المعادلة العامة الآتية.

الزمن اللازم للتضاعف بالسنين = 70/ الزيادة المئوية في الاستهلاك للعالم

وهي معادلة عامة تصلح لأي حاجة، فلو عددنا معدل زيادة استهلاك العالم من الطاقة هو(3.5%) سنة 1986 وبتطبيق المعادلة السابقة سنجد أن الزمن المطلوب لمضاعفة الاستهلاك هو:70/3.5=20 سنة(إبراهيم،2006/ص26).

لذلك فمن المتوقع أن يتضاعف الطلب العالمي على الطاقة في عام2020 ثلاث مرات عما كان عليه في السبعينيات، ليتم إشباعه بصورة أساسية عن طريق النفط والغاز الطبيعي والفحم. وستزداد الاحتياجات الطاقية من طرف الدول الصناعية الحديثة إلى الضعف بحلول عام 2010. ومن المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على النفط من 71.6 مليون برميل يومياً في1997 إلى أكثر من115 مليون برميل يومياً بحلول 2020. وفى عام 1995 فقط استهلكت دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD حوالي ثلثي إمدادات النفط العالمية. ويمكن أن تغير عدة تطورات غير منظورة من توقعات الطلب على الطاقة من أبرزها: الركود الاقتصادي العالمي، تغير الضرائب وسياسات الإعانة في الدول الرئيسة المستهلكة للطاقة نتيجة الاهتمامات البيئية وغيرها(كبه2004).

إن الطاقة المصروفة بشكل كبير تستخدم لأغراض التدفئة والتبريد للفضاءات الداخلية، وتكون بأكبر صورها في المساكن لذلك فان زيادة استهلاك الطاقة سوف تؤدي إلى زيادة نسبة العديد من الغازات وأهمها غاز ثاني وأكسيد الكاربون(إبراهيم2006/ص32). حيث إن انبعاث تلك الغازات يمثل احد أهم الأسباب في زيادة التلوث من جهة وظهور ظاهرة الاحتباس الحراري[1](Global Warming)من جهة أخرى.

2.2 استهلاك الطاقة في المباني:

إن التقدم التقني جعل من مسألة توفير البيئة الملائمة في المباني أمراً ممكناً، وخاصة بعد ظهور وسائل السيطرة الميكانيكية والتي أُعتُمِدَتْ وبشكل كبير من قبل المعماري في تصميم مبانيه، ويشكل قطاع المباني نسبة مهمة من إجمالي الاستهلاك وخاصة القطاع السكني، إذ بلغت نسبة ما يستهلكه في مدينة بغداد مثلاً حوالي 48% من مجموع الطاقة المنتجة للمدينة ككل وهي نسبة عالية قياساً بالمتبقي والموزع على القطاعات الأخرى كالصناعة(29%) والزراعة(4%)والتجارة(6%)والمباني الحكومية(13%)(Alsammarae2005).

إن محدودية مصادر الطاقة المستغلة اليوم يتطلب تفعيل المبنى وذلك بتزويده بقابلية الاستجابة والتكيف للظروف المناخية المتغيرة على المدارين اليومي والفصلي للظروف المناخية المتغيرة يوميا وفصليا(Markus1980\P.140) ويستلزم هذا تسخير الطاقات الطبيعية واستعمال المواد بأقل ما يمكن من الأضرار والذي عرف بالتوجه الايكولوجي[2] في تصميم المباني، تؤثر الأبنية المتبيئة في حياة البيئة العمرانية المحلية أو العالمية.

إن من أهم متطلبات الأبنية المتبيئة هو الاستعمال الأمثل للطاقات غير المتجددة خلال مراحل حياة المبنى، إذ تعتمد هذه الأبنية بكثرة على الأنظمة التشغيلية لتقلل من استعمال الأنظمة الفعالة في تشغيل المبنى بالاعتماد على المناخ المحلي لإعطاء التوازن للطاقة والمواد وإيجاد حلول أكثر كفاءة(الباباني2004/ص13). لكون المبنى هو رد فعل ينشئه الإنسان تجاه القوى البيئة الخارجية لتوفير بيئة داخلية ثابتة، يبذل فيها الإنسان اقل طاقة او مجهود لإدامة الراحة الحرارية، وان التحكم بالإشعاع الشمسي عن طريق المبنى نفسه بدلالة الحفاظ على الطاقة يوفر اقل هدر للطاقة مع الحفاظ على ثبات البيئة الداخلية المطلوبة(أحمد1996/ص80).

ومن خلال دراسة مناخ مدينة بغداد يتوضح بان هناك ثلاثة أشهر تمثل الفترة الباردة وهي كانون الأول وكانون الثاني وشباط. أما الأشهر آذار ونيسان وتشرين الأول وتشرين الثاني فتمثل الفترة المعتدلة. وخمسة أشهر تمثل الفترة الحارة وهي شهر أيار وحزيران وتموز وأب وأيلول، ويمثل شهرا تموز وآب قمة الفترة الحارة. وبذلك تظهر الحاجة إلى الاهتمام بالتبريد بسبب كبر نطاق الأشهر الحارة على الباردة وبالتالي زيادة أحمال التبريد ضمن المباني المصممة لتلائم ذلك المناخ. حيث تقع مدينة بغداد على خط عرض33,20 درجة شمالاً وخط طول44,24 شرقاً. وترتفع34,1 مترا عن مستوى سطح البحر. ويوصف مناخ مدينة بغداد باحتوائه على فصلين رئيسين هما الصيف الحار والشتاء البارد، مع فصلين انتقاليين قصيرين هما الخريف والربيع(محمود2005/ص8). عليه فتظهر الحاجة إلى الاهتمام بالتبريد بسبب كبر نطاق الأشهر الحارة على الباردة وبالتالي زيادة أحمال التبريد ضمن المباني المصممة لتلائم ذلك المناخ.

---

1 .الاحتباس الحراري هو ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة و إليها. وقد انقسم العلماء إلى من يقول أن ظاهرة طبيعية وآخرون يرجعون الظاهرة إلى التلوث وحده(ar.wikibooks.org).

2 .أصل كلمة الايكولوجي ذات جذور إغريقية تتكون من (OIKOS) والتي تعني البيت و (LOGOS) التي تعني المنطقة المعنية والتعرف على قوانين الطبيعة وعلاقتها بالأنظمة البيئية ويعرف على انه دراسة التأثيرات الضارة للحضارة الحديثة على البيئة بمنظر نحو تجنب أو منع أو عكس ذلك التأثيرات من خلال الحماية (Rogers,1997\P.9).

2.3 العوامل الموثرة في تبريد المباني :

تأقلم الإنسان كغيره من المنظومات الحية مع التغيرات الحرارية البيئية المحيطة من خلال الملبس ثم تكيف الجسم البشري مع هذا التغيير، وتأقلم بدرجة أعلى مع بيئته ببنائه للمسكن البدائي كوسيلة أكفأ في تحقيق السيطرة العالية على خصائص محيطه الحراري(أحمد1996/ص6)، ومن أهم تلك العوامل: الراحة الحرارية والكسب الحراري

الراحة الحرارية:والتي يمكن تعريفها على إنها مجموعة الظروف الحرارية المحيطة بالإنسان والتي يعبّر عنها بالرضى والراحة أخذين بعين الاعتبار بعض العوامل التي تحدد تلك الظروف(العقيلي2007/ص20-24) وهي عوامل البيئة الحرارية المتمثلة في درجة حرارة البصلة الجافة، ومتوسط الحرارة الإشعاعية، والرطوبة النسبية، والتحرك الهوائي. وعوامل فسيولوجية تتمثل في معدل الايض ومستوى الملبس. إذ يعمل الجسم البشري كمولّد للحرارة بصورة مستمرة نتيجة للعمليات الحياتية لخلايا الجسم مما يؤدي إلى الحاجة إلى تصريف الطاقة الحرارية المتولّدة إلى المحيط الخارجي للمحافظة على سلامة خلاياه، وهذا ما يدعى بالجهد الحراري الحاصل بين الوسطين لغرض المحافظة على درجة حرارة ثابتة مقدارها(37°C).

الكسب الحراري: يمثل غلاف المبنى المحور الرئيس لجميع عمليات السيطرة الحرارية للبيئة الداخلية المبنية، فمن خلاله تحدث جميع سلوكيات الانتقال الحراري بين الخارج والداخل، ويتم من خلاله مراقبة هذا السلوك في تقويم جودة وكفاءة جميع أفكار السيطرة المناخية على الصعيد النظري أو العملي للتصاميم بمختلف مستوياتها في مراحل عملية التصميم المناخي(سليم1997/ص7). وتكمن أهمية الغلاف في كونه الحد الفاصل بين الظروف المناخية المحيطة بالمبنى وبين ظروف الراحة الحرارية المطلوبة، ويقع عليه العبء الرئيس في السيطرة على الانسياب الحراري اعتمادا على الخواص الفيزيائية لعناصره أو مركباته البنائية.

مما تقدم أدى تناقص مصادر الطاقة في العالم إلى ظهور توجهات تدعو إلى ترشيد استهلاك الطاقة، ولأن العراق ذو مناخ معروف بحرارته العالية في معظم شهوره خلال السنة وقصر فترتي الاعتدال، الأمر الذي جعل معظم الطاقة المستهلكة ناتجة عن استعمال أجهزة التبريد، كما أن التطور التكنولوجي في مجال تقنيات التكييف جعل منها أقل ثمنا وبالتالي أكثر توفرا مما زاد من الطلب عليها خاصة في العقدين الأخيرين، يضاف إلى ذلك القصور الواضح بإتباع الأساليب التصميمية التي تؤدي إلى رفع الأداء البيئي لمباني مدينة بغداد، وبذلك تحدد مجال المشكلة في **زيادة معدلات استهلاك الطاقة لمباني مدينة بغداد لإغراض التبريد نتيجة تنامي الاعتماد على تقنيات التبريد الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية للشاغلين.**

3. المحور الثاني: الاستراتيجيات التصميمية لتبريد المباني:

أن معظم الطاقة المستهلكة صيفاً تكون لتبريد المباني، وكاستجابة لهذا التأثير ظهر ما يعُرف بالاستراتيجيات التصميمية لغرض التبريد بهدف السيطرة على الأداء الحراري للمبنى لما لها من في حفظ الطاقة وترشيد استهلاكها.

إن الاستراتيجيات التصميمية لتبريد المباني تعتمد بشكل أساس على نوع المناخ الذي تستخدم فيه (Lechner2002\P.246) ، حيث إن كل استراتيجة او نظام تبريد قد يكون فعالا في مناخ ما ولكنه يفقد فعاليته فيما إذا طبق في مناخ أخر بدون إجراء تعديلات عليه التي قد تكون بسيطة او جوهرية لتلائم ذلك المناخ (ابراهيم2006/ص26). إلا أن جميع تلك الاستراتيجيات تهدف إلى جعل البيئة الداخلية للمبنى تقترب إلى أقصى حد ممكن لحدود الراحة الحرارية للشاغلين.

وقد أشارLechner إلى إمكانية تحقيق الراحة الحرارية صيفا من خلال ثلاثة مستويات لتبريد المباني: مستوى التصميم المعماري للمبنى؛ مستوى تقنيات التبريد الذاتية؛ ومستوى التبريد بالوسائل

الميكانيكية(Lechner2002\P.8). أما Givoni فقد صنف الاستراتيجيات التصميمية لغرض التبريد بدلالة استهلاكها للطاقة إلى مستويين:1) مستوى الاستراتيجيات التصميمية الذاتية (غير المستهلكة للطاقة) وتشمل تصميم المبنى والتبريد الذاتي؛ 2) ومستوى الاستراتيجيات التصميمية المستهلكة للطاقة: وتشمل التبريد الفعال والتبريد الميكانيكي(Givoni2004\P.262):

3.1 الاستراتيجيات التصميمية الذاتية في تبريد المباني Passive Strategies for Cooling:

وتتضمن تلك الاستراتيجيات معالجات تصميمية وتقنيات ذاتية الهدف منها ليس إحداث حالة تبريد بمعنى الخفض الكبير في درجات الحرارة قدر اعتمادها على تحاشي أو حجب الحرارة وإبقاء الداخل ضمن مستويات حرارية مقبولة(Jeffer1980\P.3).

ومن المهم معرفة الفرق بين تصميم المبنى بيئياً وتقنيات التبريد الذاتي حيث يشترك الاثنين بعدم استهلاكهما للطاقة إلا إنهما يختلفان من حيث التأثير، إن تعرض المباني للإشعاع الشمسي طوال الفترة النهارية سبب ارتفاعاً نسبياً لمعدل درجة حرارة الهواء الداخلي عن معدل درجة حرارة الهواء الخارجي وذلك لان الكسب الحراري خلال الفترة النهارية لايوازي الفقدان الحراري الناتج بفعل ظاهرة الإشعاع العكسي وتيارات الحمل خلال الفترة الليلية. فالتصميم البيئي للمبنى او ما يسمىBioclimatic يقتصر تأثيره في تقليل الفرق بين معدل درجة الهواء الداخلي ومعدل درجة حرارة الهواء الخارجي دون إحداث إي تخفيض في معدل درجة حرارة الهواء الداخلي عن درجة حرارة الهواء الخارجي، بعكس تقنيات التبريد الذاتي التي يمكنها تحقيق تخفيض نسبي لمعدل درجة حرارة الهواء الداخلي(Givoni2004\P.263). ولغرض التعرض على أهمية الاستراتيجيات التصميمية لتبريد المباني تطلب من البحث التعرف على التصميم المعماري للمبنى وطبيعة التبريد الذاتي:

3.1.1 التصميم المعماري للمبنى:

يهدف التصميم في هذا المستوى إلى جعل المبنى يعمل على تجنب الكسب الحراري مع تحقيق الموازنة بين متطلبات الفترات الحارة والباردة وبأقل هدر بالطاقة المصروفة إي ادني اعتماد على الوسائل الميكانيكية، إن تصميم المبنى وعناصره المختلفة له الأثر الكبير في التحكم بالإشعاع الشمسي الساقط على البناية إضافة إلى التحكم بالتحرك الهوائي داخل الفضاءات الداخلية(Asimakopoulos\P.37).

كما يعد تصميم المبنى من أهم العوامل التي تؤثر في تقليل الكسب الحراري وتقليل حمل التبريد وبالتالي تقليل استهلاك الطاقة في المبنى وذلك لأنه أقل العوامل من حيث قابليته على التغيير والتعديل وأي قصور فيه من الناحية التصميمية فانه سيؤدي إلى انخفاض الأداء الحراري للمبنى فيتم تعويض ذلك القصور بالوسائل الميكانيكية مما يسبب زيادة في صرفيات الطاقة(Baker2003\P.6). ويشمل تصميم المبنى ستة عوامل تمثلت في (العقيلي2007/ص34-51): الشكل الهندسي لكتلة المبنى؛توجيه المبنى؛ التظليل؛ حجم النوافذ ونسب التزجيج؛العزل الحراري؛ الأداء الحراري للمواد البنائية المكونة لغلاف المبنى (Givoni2004\P.10).

العامل الأول- الشكل الهندسي لكتلة المبنى: يحدد شكل المبنى تأثير كل من درجات حرارة الهواء والإشعاع الشمسي وبذلك فهو يحدد العلاقة الهندسية بين عناصر المناخ و المبنى. وبصورة عامة فان اختيار الشكل يهدف إلى تقليل تأثير التباين في عوامل المناخ الخارجي في البيئة الداخلية(ابراهيم2006/ص52).

وتم تصنيف أشكال المساكن في مدينة بغداد بالاعتماد على تحديد العلاقة بين حدود الشكل الخارجي لكتلة المسكن وحافات القطعة السكنية بالمساكن المنفصلة والمساكن المتصلة والمساكن ذات الفناء(العقيلي2007/ص35). إن لكل من هذه التوجهات التصميمية قدرة على زيادة الاكتساب الحراري للمسكن او نقصانه، حيث تلعب المساحة السطحية

المعرضة لظروف البيئة الخارجية دوراً بارزاً في كفاءة التشكيل من حيث الأداء الحراري. إذ يعّبر مصطلح كفاءة الشكل البنائي عن إمكانية الحصول على اقل حمل حراري في فترة الصيف وأعلاه في فترة الشتاء، بحيث تكون درجة الحرارة داخل المبنى قريبة من نطاق الراحة الحرارية على مدار السنة، لتكون أحمال التدفئة والتبريد بأقل قيمة لها، مما يعني الحفاظ وتقليل الهدر بالطاقة(سليم1997/ص89) ويوضح البحث سبعة أشكال لمساكن لها نفس الحجم ونفس المساحة البنائية حيث تمت دراسة المساحة السطحية لكل شكل فيما إذا كان منفصلا عن المجاورات او متصلا بها من جانبين الأكثر استخداما ضمن النسيج الحضري لمدينة بغداد(سليم1997/ص87). وتم انتخاب النمط(على هيئة U) المتصل من الجانبين لكونه ملائما من حيث الأداء الوظيفي، كما إن التطورات الحضرية سببت انحسار اعتماد الأشكال التي تعتمد معالجات بيئية تراثية، إذ يهدف البحث إعادة استخدامها بعد تفعيل استجابتها لتلك المتغير.

العامل الثاني- توجيه المبنى: إن البحث عن الشكل الهندسي الأكفأ حرارياً لابد من معرفة أكفأ التوجيهات، والتي أثبتت الدراسات السابقة أنها تقع على المحاور الرئيسة الأربعة وباستطالة الضلعين الشمالي والجنوبي حيث تقل كفاءة الشكل كلما ابتعدنا عن ذلك الاتجاه(سليم1997/ص91).

وقد أوضح البحث التوجيهات المختلفة وعلاقتها بكمية الإشعاع الشمسي الساقط المباشر والمنتشر، إذ نجد إن غلاف المبنى يتأثر بشكل كبير بالتوجيه من حيث كمية الإشعاع الشمسي الذي يستقبله لكل وحدة مساحة وبالتالي ينعكس ذلك التأثير على الحمل الحراري الكلي للمبنى(العقيلي2007/ص37-422). ويمثل التوجيه الجنوبي أفضل التوجيهات وذلك لأنه اقل التوجيهات تعرضا للإشعاع الشمسي خلال الفترة الصيفية وأكثرها تعرضا للإشعاع خلال فترة الشتاء. في حين يمثل التوجيه الغربي اقل التوجيهات من حيث كفاءة الأداء الحراري وذلك لأنه يتعرض إلى كسباً شمسياً عالياً خلال الفترة الصيفية يقابله انخفاض نسبي في الكسب الشمسي شتاءً، ولا يختلف كثيرا عن التوجيه الشرقي وذلك لان مسار الشمس يتشابه فيهما، في حين يمثل التوجيه الشمالي اقل التوجيهات تعرضاً للإشعاع طوال الفترتين الصيفية والشتوية وذلك لغياب الإشعاع الشمسي المباشر عن ذلك التوجيه إذ يتأثر فقط في الإشعاع المنتشر. إما التوجهات الثانوية فتكون التوجيهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية نوعاً ما أكثر كفاءةً من التوجيهات الشمالية الشرقية والشمالية الغربية.

العامل الثالث- حجم النوافذ ونسب التزجيج: إن توجيه الشباك لا يختلف من حيث الكفاءة عن التوجيهات التي سبق ذكرها، إذ يستعمل التوجيه للشبابيك أحياناً كحالة جزئية ضمن المبنى في حالة عدم إمكانية التحكم بتوجيه المبنى ككل نتيجة لوجود مبانٍ مجاورة أو ملاصقة له. فيزداد الكسب الحراري صيفاً للشباك من خلال زيادة نسبة المساحة المزججة. وبصورة عامة تؤدي زيادة حجم النوافذ إلى زيادة الكسب الشمسي خصوصاً إذا جرى توقيع الشبابيك على الواجهات التي تتعرض إلى الإشعاع الشمسي بصورة مباشرة. كما يزداد حمل التبريد بشكل كبير في ساعات النهار وخاصة في ساعات الذروة عند زيادة نسبة مساحة الشباك(محمود2005/ص125).

العامل الرابع- التظليل Shading: يُعد التظليل وسيلة لتجنب الكسب الحراري الشمسي المباشر بوسائل وطرائق عديدة، وكما ظهر من البحث أن الفتحات تمثل أكثر عناصر غلاف المبنى من حيث إمكانية الإشعاع الشمسي المباشر من النفاذ خلالها مما يسبب كسباً حرارياً مباشراً وذلك لقلة سمك الزجاج المستخدم عادةً لتغطيتها من جهة ونفاذيتها للإشعاع الشمسي من جهة أخرى، ووفقاً لذلك ركز على طرائق تظليل الفتحات وتوضيح تصنيفاتها المختلفة. وبالاستفادة من خواص الزجاج الفيزيائية التي تسمح بنفاذ الأشعة الشمسية المباشرة والمنتشرة الساقطة عليه إلى داخل الفضاء، مسببة زيادة في الحمل الحراري الداخلي. فإن حجب الأشعة الشمسية الساقطة على الشبابيك في الفترة الحارة باستخدام المانعات الشمسية والسماح لها بالدخول في الفترة الباردة يعد من العوامل المهمة في تحقيق السيطرة المناخية للمبنى(سليم2003/ص71). وقد تم تصنيف طرائق تظليل الفتحات(العقيلي2007/ص44-47)إلى المانعات الشمسية والتشجير والتزجيج والتظليل:1) المانعات الشمسية المستعملة في حماية الفتحات من الإشعاع الشمسي المباشر وفي تجنب الإشعاع

الشمسي المنتشر والمنعكس. ويشكل ارتفاع نسبة الغبار في مناخ مدينة بغداد العامل الرئيسي في ضعف أدائيتها؛2) التشجير التي يمكن أن تمنع الأشجار الأشعة الشمسية من الدخول عبر الفتحات وخاصة الأشجار النفضية التي تعمل كمانعات شمسية متحركة فتمنع الأشعة الشمسية من الدخول إلى الفضاء صيفا وتسمح لها شتاءً(Asimakopoulos\P39)؛3) التزجيج كعنصر تظليل إذ إن الزجاج المظلل رغم منعه لنسبة كبيرة من الكسب الحراري الناتج من الإشعاع الشمسي المباشر إلا إن جزءً منه يُعاد بشكل حرارة ممتصة من قبل لوح الزجاج سيتم انتقالها إلى داخل الفضاء لاحقاً بخاصيتي الحمل والإشعاع، ويمكن تقليل الكسب الشمسي وذلك باستعمال لوح إضافي من مادة عاكسة يوضع على السطح الخارجي للوح الزجاجي حيث تعتمد كمية الأشعة المنعكسة على سمك اللوح العاكس وعلى درجة انعكاسيته. ومن ملاحظة الشكل(1) نستنتج إن الزجاج المضاف إليه اللوح العاكس هو أكفأ أنواع التزجيج من خلال منعه50% من الأشعة الشمسية من الدخول للفضاء فيما يمنع الزجاج المظلل20% من الإشعاع، في حين يمنع الزجاج العادي 10% فقط من كمية الإشعاع من الدخول للفضاء الداخلي(Lechner2002\P237)؛4) والتظليل بتغيير زاوية سقوط الأشعة الشمسية على الزجاج إذ يمكن تقليل الكسب الشمسي وذلك بتغيير زاوية سقوط الأشعة الشمسية، حيث يتم الاستفادة من خاصية الانعكاس للأشعة الشمسية والتي تعتمد على زاوية سقوط الأشعة الشمسية ومن ملاحظة الشكل(2) فان الإشعاع الشمسي النافذ خلال الزجاج يبقى ثابتاً تقريباً عند الزاوية(45درجة) (Lechner2002\P238). ثم يبدأ تأثير الانعكاس واضحا عند زاوية(70) فما فوق، وقد تم الاستفادة من تلك الخاصية في تصميم مبنى قاعة المدينة في أريزونا في الولايات المتحدة الأمريكية شكل(3) وذلك بإمالة واجهات المبنى بزاوية(75 درجة) لتجنب دخول الإشعاع الشمسي المباشر خاصة في فترة الظهيرة حيث يزداد تأثير الميلان في تظليل المبنى مع زاوية ارتفاع الشمس(Lechner2002\P238).

العامل الخامس- العزل الحراري: طور الإنسان معالجاته للظروف البيئية المحيطة به من خلال التجارب الطويلة والمستمرة في ممارسة البناء، فاستطاع أن يتعرف على خصائص مواد البناء فصار يستعملها بأقصى فعالية لتلبية احتياجاته ومتطلباته ومنها استفادته من خصائص بعض المواد في تحقيق العزل الحراري. فالعزل الحراري هو استخدام مواد لها خواص عازلة للحرارة تساعد في الحد من تسرب وانتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله صيفاً، ومن داخله إلى خارجه شتاءً(www.momra.gov.sa).

العامل السادس- الأداء الحراري للمواد البنائية المكونة لغلاف المبنى: يؤثر تصميم المكونات البنائية لغلاف المبنى بصورة مباشرة في كمية الحرارة النافذة خلال تلك الطبقات، وقد حُددت بصورة عامة الطبقات البنائية الأكفأ حرارياً(مشروع لائحة العزل1997/ص38). حدد البحث مواد البناء بالجدران وتم اختبار أربع حالات من المواد في مقطع الجدار وذلك بالاستعانة ببرنامج محاكاة الطاقة Energy Plus.، وتم اختيار ثلاث حالات من المواد في مقطع السقف وذلك بالاستعانة ببرنامج المحاكاة أيضاً. واستنتج البحث إن المقطع الإنشائي للجدران المكون من(طابوق-عازل- طابوق- بياض)والمقطع الإنشائي للسقف المكون من(كونكريت- عازل- كونكريت- بياض)هما الأكفأ من حيث الأداء الحراري مما يؤكد الدور الذي تقوم به العوازل الحرارية في رفع الأداء الحراري للمكونات البنائية.

3.1.2 التبريد الذاتي *Passive Cooling*

أعادت أزمة الطاقة العالمية في بداية السبعينات إلى الأذهان ضرورة تطوير نظم التبريد الذاتية وازدادت الاستثمارات في حقل البحوث التطبيقية التي أعطت نتائج جيدة ومشجعة للاستمرار به والتوسع في استعماله ففي الولايات المتحدة، هنالك أكثر من 200 ألف وحدة سكنية تطبق هذا النظام بكفاءة للتدفئة والتبريد أكدتها المراقبة المستمرة والبحوث(Balcomb1976-86\P333). جاء تطبيق هذه الأنظمة نتيجة للبحث عن بدائل الطاقة، وأظهرت التجارب

النجاح الذي حظيت به هذه الأنظمة بسبب القناعة التي توفرت للشاغلين بكفاءتها، وبالرغم من ميزات أنظمة التبريد الذاتي إلا إنها لا تخلو من بعض السلبيات المرتبطة بعملية صيانة أجزائها كونها الجزء الأكبر من الإدامة العامة للمبنى والنظام، والى إن حاجة بعض أنظمة التبريد الذاتي إلى تكاليف إضافية وخاصة في ما يتعلق بالكلف الأولية للإنشاء قد تشكل عائقاً أمام انتشار استخدامها.

وسائل التبريد الذاتي:

يمكن أن تتم عملية تبريد المبنى بالاعتماد على تشتيت الحرارة النافذة عبر قشرة المبنى إضافة إلى الحرارة المتولدة في الداخل بواحدة أو أكثر من الوسائل الآتية(ابراهيم2006/ص88):

أ- التبريد الذاتي بالحمل Convective Passive Cooling: إن عملية تهوية الهيكل وتبريده مهمة لمنع حدوث حالات التكدس الحراري، إضافة إلى إمكانية خزن البرودة بتأثير التهوية، حيث أن عملية تبريد المبنى بالهواء الليلي في المناطق التي تكون فيها درجة الحرارة الليلية واطئة نسبيا ممكنة، ويكون لمخزن البرودة فائدة لامتصاص حرارة اليوم التالي(Givoni1981\P389). كما إن وصول درجات الحرارة الصغرى إلى معدلات دون نطاق الراحة الحرارية يعطي إمكانية الاستفادة منها كمصدر لامتصاص الحرارة في اليوم الأتي بوسائل التهوية الليلية .Nocturnal Vent وخزن البرودة في الكتلة الهيكلية Structural Mass او مخازن أخرى.

ب.التبريد الذاتي بالإشعاع Radioactive Passive Cooling:تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة إشعاعية على شكل موجات كهرومغناطيسية تبعث إلى الجو بغض النظر عن الحيز الهوائي عن طريق أجزاء القشرة البنائية المعرضة إلى السماء. عليه فأن تبريد السطوح في الليل مصدره الأساس هو عودة انبعاث الطاقة الحرارية فضلاً عن التبادل الحراري بالحمل، ولما كان السطح هو أكثر الأجزاء انفتاحا إلى السماء فيمكن اعتباره المشع الأساس في عملية التبريد. وقد استخدمت في الفترة الأخيرة نماذج من السقوف المركبة التي تكون عملية التبريد فيها بسبب تراكب لأكثر من فعل بالإشعاع والحمل والتبخر. ومن أهم هذه النماذج أنموذج السقوف الحوضية الذي يزيد من كفاءة السطح في الشعاع بدخول واستخدام بعض المواد التي تزيد من عملية الإشعاع ضمن تفاصيل خاصة موفرة قدرا كافيا من التبريد(ابراهيم2006/ص96). وتستعمل تقنية هذه السقوف بشكل أساس كوسيلة تبريد كفوءة نسبياً في المناطق الحارة والصحراوية، حيث يتم استعمال مخزن مائي فوق السقف تعمل على موازنة الحرارة الداخلية(ابراهيم2006/ص115).

ت. التبريد الذاتي بالتبخير Evaporative Passive Cooling: التبريد ألتبخيري له خصوصية في المناطق الحارة الجافة، بالاستفادة من الطاقة المستهلكة في عملية التبخر لإحداث التبريد، ويعتمد على تبريد الهواء بالتبخير المباشر قبل دخوله الفضاء وهذا أسلوب متبع في المناطق الحارة الجافة، ويرى المختصون أن لهذا الأسلوب تأثيرات عرضية تحدث في البناء الأمر الذي يحد من كفاءته. إذ انه تطلب كميات كبيرة من التبدل الهوائي بهدف الحصول على درجة الحرارة المؤثرة والسيطرة على الحركة الهوائية بهدف الموازنة بين السرعة المريحة وكمية التبدل الهوائي. وبالتالي كونه غير كافٍ للتبريد المريح في مناخ العراق إذ يتطلب دعمه بوسائل ميكانيكية تزيد من عمليات التبخر والتحرك الهوائي.

3.2 الاستراتيجيات التصميمية المستهلكة للطاقة:

وتتضمن تلك الاستراتيجيات معالجات تصميمية وتقنيات تبريد فعالة الهدف منها إحداث أعلى حالة تبريد وبأقل استهلاك للطاقة وبمعنى أخر تنظيم إدارة الطاقة في المبنى من خلال تقنيات التبريد الفعالة التي تعمل على رفع كفاءة التبريد وبأقل استعمال لأجهزة التبريد الميكانيكية ذات الاستهلاك الكبير للطاقة(Watson1992\P4).

أ. **التبريد الفعال**Active Cooling : يشابه التبريد الفعال من حيث المبدأ التبريد الذاتي، لكنه يختلف عنه بكونه يستثمر وسائل ميكانيكية لإحداث تحرك هوائي او رفع عمليات التبخير بهدف تفعيل عملية التبريد وبأقل استهلاك للطاقة

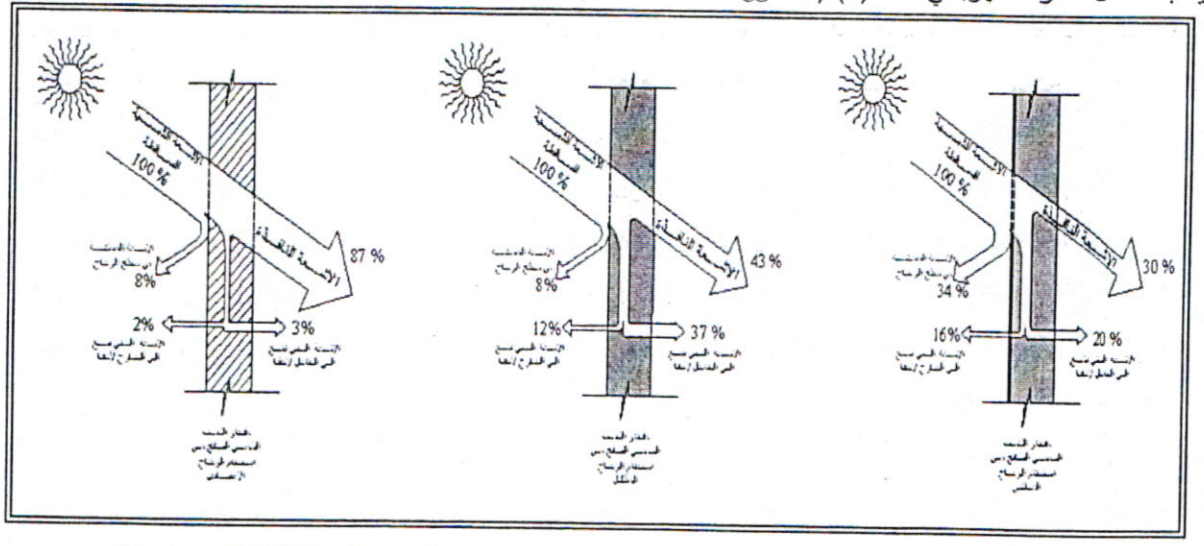
لذا صنف بعض الباحثين تقنيات التبريد الفعال ضمن أنظمة التبريد ذات الاستهلاك الواطئ للطاقة(Givoni2004\P10).

ويتحقق التبريد الفعال عبر تفعيل خصائص الانتقال الحراري بالاعتماد على تشتيت الحرارة النافذة عبر قشرة المبنى إضافة إلى الحرارة المتولدة في الداخل بواحدة أو أكثر من الوسائل الآتية:

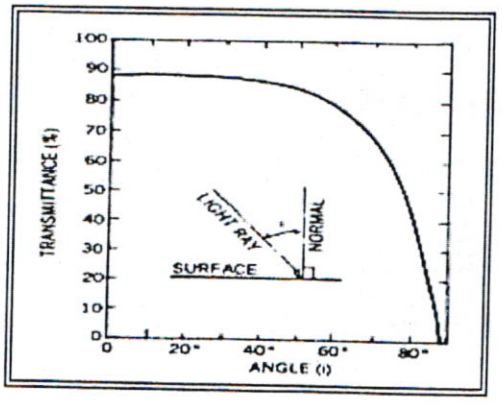
الوسيلة الأولى: التبريد الفعال بالحمل Convective Active Cooling: يعتمد هذا النظام من التبريد على المحافظة على استمرارية تيارات الحمل لإحداث تحرك هوائي من خلال المراوح الميكانيكية كما انه لا يمثل سحب حرارة من داخل الفضاء وإنما يعمل على رفع مديات الراحة الحرارية(www.fsec.ucf.edu) حيث يمكن من خلال استعمال المراوح وبتحرك هوائي خفيف إن يمدد الشعور بالراحة الحرارية إلى (28 °C) لأنه يعمل على زيادة التبخر فيساعد بذلك على زيادة سحب الحرارة من جسم الإنسان وبالتالي الشعور بالراحة الحرارية(Binggeli2002\P185).

الوسيلة الثانية: التبريد الفعال بالتبخير Evaporative Active Cooling: تختلف طرائق ووسائل التبريد التبخيري الفعال إلا انه يمكن حصرها بالتبريد ألتبخيري المباشر والتبريد ألتبخيري غير المباشر:

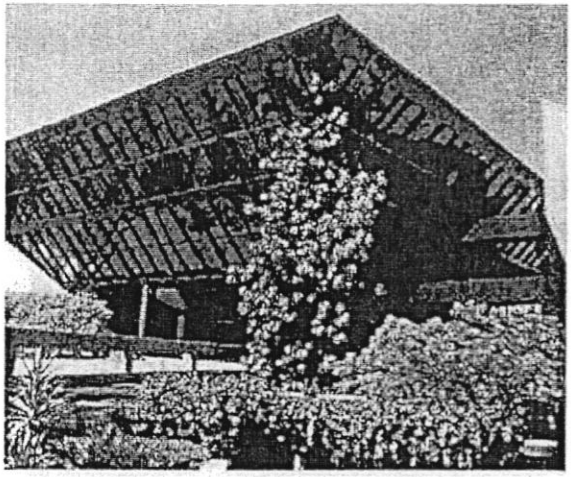
يعتمد **التبريد ألتبخيري المباشر** على تبريد الهواء بالتبخير المباشر قبل دخوله الفضاء، ويمكن من خلاله تبريد الهواء الخارجي وذلك بتبخير الماء قبل دخوله للمبنى. ويُعد هذا التبريد أكثر كفاءة في المناخ الصحراوي الحار الجاف، كذلك إضافة الرطوبة إلى الفضاءات الداخلية مما يزيد من الشعور بالراحة الحرارية، الشكل(4)(Givoni2004\P12). ومن تطبيقاته استعمال أبراج التبريد Cooling Towersالتي تُعد إحدى طرائق التبريد ألتبخيري المباشر ويتكون هذا النظام من التبريد من برج يحوي تجويف يسمح بمرور تيارات الهواء من خلاله إلى داخل المبنى وفي أعلاه لوح امتصاص يبقى محافظاً على رطوبته نتيجة امتصاصه للماء ويتم توزيع الماء من أعلى البرج ومن ثم يتم جمعه في أحواض ليدور ثانية باستعمال محرك كهربائي شكل(5)،(www.Buildinggreen).



شكل (1) تأثير اختلاف الخصائص الفيزياوية للزجاج في تقليل الكسب الشمسي (Lechner2002\P237).



شكل (2) تأثير زاوية سقوط الأشعة الشمسية على نفاذية الأشعة خلال الزجاج (Lechner2002\P238)



شكل (3) مبنى قاعة المدينة في أريزونا يلاحظ عند ارتفاع الشمس خلال النهار فان المبنى يظلل نفسه ذاتيا بالاستفادة من خاصية الانعكاس (Lechner2002\P238)

بينما يكون **التبريد التبخيري غير المباشر** أكثر ملائمة من المباشر حيث يتم بوساطة خفض الحرارة دون زيادة في الرطوبة، ويمكن أن يعمل سوية مع التبريد الإشعاعي والتهوية الليلية ليكون بمثابة نظام متكامل في الحصول على البرودة وخزنها، والشكل(6) يوضح فكرة عمل التبريد التبخيري غير المباشر. ومن تطبيقاته استعمال السقوف الحوضية التي تسمى السقوف الخازنة للبرودة باستعمال الماء بالسقوف الحوضية، حيث تكون الكتلة الخازنة للحرارة عبارة عن أحواض مملوءة بالماء،أو أكياس مضغوطة (حسب التصميم المطبق)، توضع على سطح المبنى لتقوم بنقل الحرارة المخزونة فيها إلى السماء بالإشعاع الليلي في حين يتم التحكم بالكسب الحراري نهارا باستعمال الأغطية العازلة لتعمل على امتصاص حرارة الفضاء الداخلي بفعل انخفاض درجة حرارة السقف الذي يعمل كعنصر تبريد إشعاعي دون حدوث زيادة في مستويات الرطوبة الداخلية[3]. فبدلا من اعتماد التبخير لترطيب وتبريد الهواء الخارجي الداخل إلى المبنى فان بالإمكان أتباع تبريد سقف المبنى من خلال وضع الأحواض السقفية فوقه حيث تشع الحرارة من السقف بسبب الفرق بدرجات الحرارة بين السقف والماء من جهة والسقف ودرجة حرارة البيئة الداخلية من جهة أخرى(Givoni2004\P13). وهناك طريقتان إلى الاستعمال:

1. **السقوف الحوضية ذات العازل الثابت** *Fixed Roof Pond*: حيث يتم استعمال عازل ثابت فوق السقف يقوم بتظليل الحوض السقفي ويسمح للهواء إن يمر خلال العازل والماء والذي يعمل كنفق هوائي يمنع أشعة الشمس المباشرة من الوصول إلى الماء فيعمل التحرك الهوائي فيه على زيادة معدل التبخر المائي وبالتالي زيادة كفاءة هذه التقنية في التبريد، ويتم من خلال استخدام هذه الطريقة استهلاك كميات كبيرة من الماء من الضروري تعويضها لذلك يتم تزويد المنظومة بخزان مائي يعوض الماء المفقود بفعل التبخر(Givoni2004\P148).
2. **السقوف الحوضية ذات العازل الطافي** *Floating Roof Pond*: اكتشفت هذه الطريقة من قبل Dick Boune في كليفورنيا حيث يدور الماء ويتم رشه على العازل الذي يكون طافيا وذلك في فترة الليل أما في النهار فلا يرش الماء فوق العازل إذ يتم الاعتماد على الإشعاع الحراري لسحب الحرارة،شكل(7). إن النتائج التي ظهرت من استخدام الطريقتين كانت متقاربة جدا حيث خفضت درجة حرارة الهواء داخل الفضاء إلى(6°C)(Givoni2004\P153). وقد طبق نظام السقوف الحوضية محليا من خلال دراسات سابقة وبعد ذلك تمت مقارنة النتائج المستحصلة من الدراسة

---

[3] طُبّق هذا النظام لأول مرة عام 1973 في مبنى Harold Hay في كاليفورنيا حيث بُنى منزل مكون من(3)غرف نوم وحمام ومطبخ.وكان الحوض المائي بعمق(31)سم،وطلي باللون الأسود وغطي بألواح البوليثرين بسمك4.5سم، وسمي(H.HaySkyTherm System) نسبة إلى المصمم H. Hay (ابراهيم2006/ص100).

العملية بالاعتماد على الفرق في درجات الحرارة حيث كانت المقارنة بين الغرفة بسقفها التقليدي والغرفة باستعمال الحوض المائي.

ب. **التبريد الميكانيكي Mechanical cooling**: يعتقد بعض المنظرين أن اعتماد الوسائل الميكانيكية في توفير ظروف

المناخ الداخلي الملائم كان العامل الحاسم الذي مكن الإنسان من ارتياد الصحراء في هذا العصر، إلا أن سوء استعمال هذه الوسائل وزيادة الاعتماد عليها سوف يؤدي إلى نتائج سلبية على العمارة و الإنسان(الامام1989/ص333).

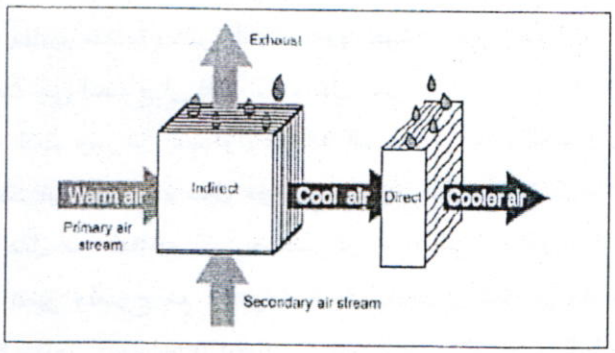
ويشير(Saini) إلى خطر الاعتماد على هذه الوسائل، ويبرز اليوم التساؤل فيما إذا كان التكييف الذي يعني إهمالا الطبيعة هي الحل المفضل في المناطق الحارة الجافة ؟ إن الاعتماد على التكييف سوف يؤدي زيادة الضغوط النفسية على الإنسان وما ينتج منها من انعكاسات سلبية كما أدى الاعتماد التام على وسائل التكييف إلى إهمال كل من المصممين والمخططين أسلوب التدفئة والتبريد للفضاءات الداخلية بوساطة الطاقات الطبيعية كالإشعاع الشمسي وحركة الهواء واختلاف الحرارة، ويعد الاعتماد على الوسائل الميكانيكية ضمانا للراحة الحرارية للإنسان دون الراحة النفسية له، من ناحية أخرى فان التكييف بوساطة الأجهزة الميكانيكية لم يكن ملائما لكافة الفضاءات الداخلية،لاسيما الفضاءات التي تتطلب زيادة معدلات التهوية أو تلك التي تستعملها في مدد قليلة ومتباعدة إذ يعني تكيفها في هذه الحالة هدرا في الطاقة وزيادة ملحوظة في نفقات الاستعمال، لذلك يمكن القول أن التكييف بالأجهزة الميكانيكية لا يعد الحل المثالي لحفظ حرارة الداخل ضمن درجات حرارة مريحة للإنسان(Saini1980).

مما تقدم يشير البحث إلى: يأخذ التصميم المعماري للمبنى الأولوية بما يتعلق بالاستراتيجيات التصميمية لغرض تبريد المباني ورغم تعزيز ذلك التصميم بتقنيات التبريد الذاتية المتميزة ببساطتها وسهولة تشغيلها تبقى غير كافية للتبريد المريح إذ يقتصر دورها على تقليل سريان الحرارة إلى الداخل ودعم عمليات الفقدان الحراري ضمن غلاف المبنى الخارجي، لذا فان تفعيل تلك التقنيات بوسائل ميكانيكية ضمن استراتيجيات التبريد الفعالة او ما تسمى باستراتيجيات التبريد ذات الطاقة الواطئة يمكن إن يساهم بشكل كبير في السيطرة على البيئة الداخلية بجعلها اقرب ما يمكن لمديات الراحة الحرارية، وعليه فان حجم أجهزة التبريد الميكانيكية يمكن اعتباره مؤشرا لنجاح المعماري في تصميم المبنى بيئيا، حيث إن إي تقليل في حجم لأجهزة الميكانيكية مع المحافظة على حدود الراحة الحرارية للبيئة الداخلية سيؤدي إلى تقليل الهدر بالطاقة من خلال

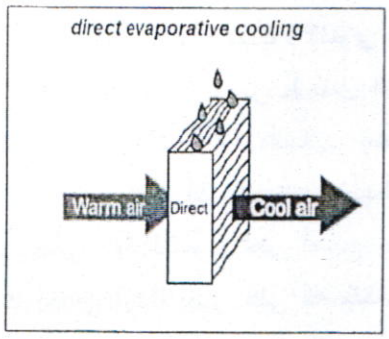
تقليل أحمال التبريد خاصاً في المباني المصممة لمناخ مدينة بغداد ويمثل ذلك نجاحا للعملية التصميمية وعليه تتضح المشكلة البحثية **بزيادة حمل التبريد في المباني التقليدية لمدينة بغداد نتيجة لضعف استجابة غلاف المبنى للتغيرات المناخية**، ومن خلال ما تقدم يتضح دور تزويد المبنى بالقابلية على الاستجابة والتكيف مع متغيرات الظروف الخارجية في تقليل الاعتماد على الوسائل الميكانيكية لذا سيتم التطرق في المحور القادم إلى منظومة غلاف البحث لتفعيل غلاف المبنى في السيطرة الحرارية لعمليات السريان الحراري التي تحدث عبره.

4. المحور الثالث: منظومة غلاف المبنى الذكي:

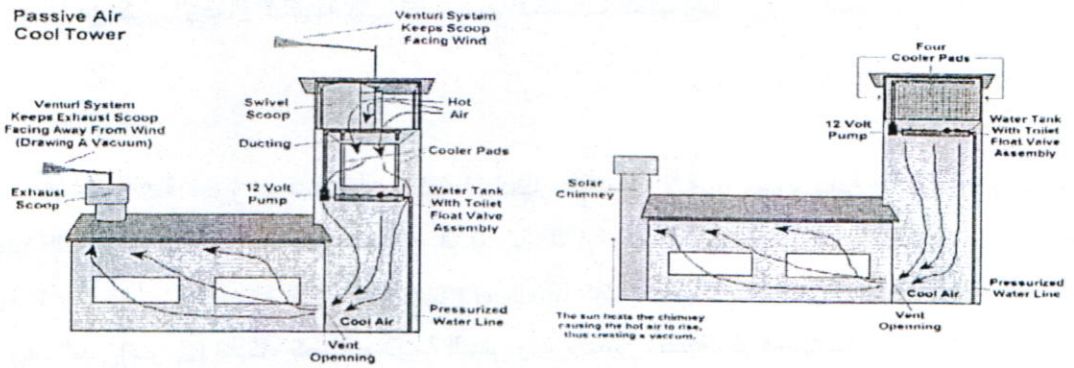
يمثل هذا المحور المرحلة الأولى لحل المشكلة البحثية، فكميات الحرارة المكتسبة عن طريق غلاف المبنى توجب تطوير تقنيات تعمل على تفعيل استجابة غلاف المبنى لمتغيرات البيئة الخارجية فضلا عن تقليل استهلاك الطاقة وإعطاء المبنى بيئة داخلية مريحة للشاغلين، وذلك بتزويد غلاف المبنى بالنظم الذكية التي تزيد من كفاءة أدائية المبنى وبالتالي زيادة



شكل (6) فكرة عمل التبريد التبخيري غير المباشر



شكل (4) فكرة عمل التبريد التبخيري المباشر

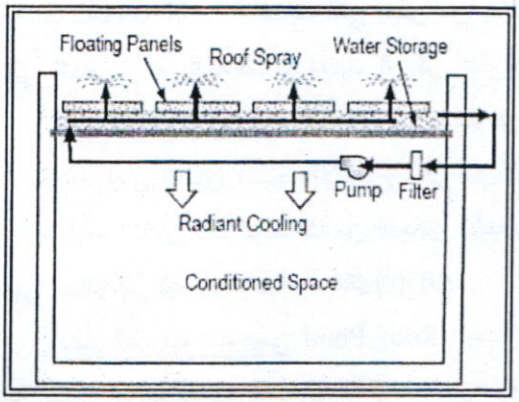


أ – التبريد باستعمال أبراج التبريد

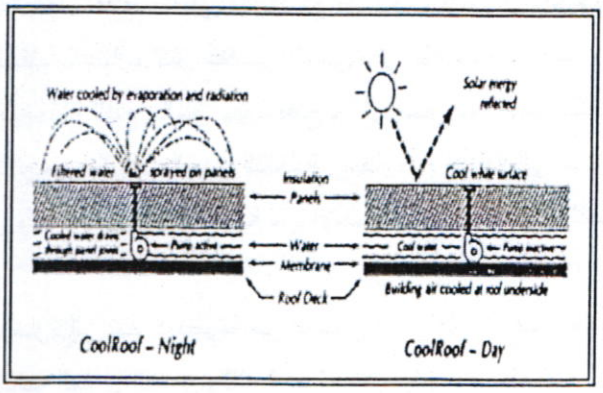
ب – استعمال الأبراج مع إضافة الزعانف الهوائية لضمان توجيه التحرك الهوائي الكفوء باتجاه الرياح السائدة .

شكل (5) التبريد باستعمال أبراج التبريد

تكيفها مع البيئة الخارجية، وسيتم إعطاء تصوراً نظرياً لمفهوم الذكاء بشكل عام ومفهوم غلاف المبنى الـذكي بـشكل خاص ومن ثم اقتراح بعض النظم التي يمكن بواسطتها جعل غلاف المبنى متكيفاً مع ظروف البيئة المحيطة وصـولاً إلى المرحلة الثانية في حل المشكلة البحثية والمتمثلة بالاختبارات التطبيقية في تقليل الأحمال الحرارية بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي .



تفعيل السقوف الحوضية باستخدام المضخات الميكانيكية



اختلاف عمل السقوف الحوضية الطافية خلال فترتي الليل والنهار

شكل(7) السقوف الحوضية ذات العزل الطافي

4.1 مفهوم الذكاء: المفهوم اللغوي للذكاء: وردت مفاهيم متعددة وكثيرة للذكاء لغوياً حيث يرجع الأصل اللغوي للفظة الذكاء إلى ذكا الذي يرتبط بفعل النار ليصل البحث إلى استنتاج إن لفظة ذكاء تدل على مفاهيم الذكاء ودلالات تخص الإتمام والكمال بفعل أنساني، إضافة إلى فكرة التعلم وسرعة الفهم والاستجابة السريعة والقدرة العالية على التفكير(تايلور1985). أما التعريف الاصطلاحي للذكاء فقد تباينت الآراء حول موضوع مفهوم الذكاء بتعدد المجالات التي ينتمي إليها المفهوم، حتى أصبح حاويا على كم هائل من المفاهيم التي يصعب الوقوف على كينونته فنجد إن الذكاءIntelligence يُفسر على أنه مُلكة فطرية عقلية تتميز وتمتزج مع المقدرات العقلية الأخرى كالوعي والخيال والتفكير والتركيز(العقيلي2007/ص71-72). أما الذكاء الصناعي Artificial Intelligent فهو التطور الصناعي الحاصل بالحاسبات ونظم المعلومات حيث مكّن الحاسبة في إن تكون لها القدرة على إبداء قدر معين من الاستنتاج او الاستدلال ومن ثم خروجها من طور الإعمال التقليدية التي تتصف بها الحاسبات الحالية(اليازجي1984/ص55).

4.2 مفهوم الأبنية الذكية: تبرز دراسة الأبنية الذكية باعتبارها(أبنية)، لأنه لا وجود لبنية ظاهرية معمارية معينة تسمى بالبنية المعمارية الذكية، او حتى الحركة المعمارية الذكية فيما هناك الكثير من الإشارات إلى التصميم الذكي Intelligent Design والأنظمة الذكية Intelligent Systems كإشارة إلى ارتباط الجزء(صورة العمارة) او النتاج المعماري وهو المبنى(الموديل) بالذكاء كصفة ملازمة للمبنى وليس للعمارة كبنية لحركة جديدة.

ولهذا فان سبب تسمية الأبنية الذكية وليس العمارة الذكية يكمن في إن صفة الذكاء بقيت مقتصرة على بعض التطبيقات التقنية الحديثة على الرغم من أنها عُدت كدلالات لبداية الأبنية الذكية فيما بعد، لذلك كان ينظر إليها كإمكانية تكنولوجية حديثة منظمة إلى المبنى أشبه بالإمكانيات الأخرى الداخلة ضمنه(محيبس2002/ص18). وتوصل البحث إلى إن صفة الذكاء اقتصرت كتطبيقات عملية لمفاهيم التكنولوجيا المتقدمة تدخل في أجزاء المبنى لتحقيق مفهوم المبنى الذكي، أما فيما يخص تكييف المبنى وتقليل استهلاك الطاقة فان جعل غلاف المبنى ذا فاعلية للاستجابة والتكيف مع التغيرات في المناخ الخارجي من خلال تطبيق التقنيات والمواد الذكية التي تسهم في السيطرة البيئية على المبنى وتوفير نظم لأتمته المبنى تضطلع بمهام المراقبة والتحكم بتكييف الهواء ونوعيته والتغذية الكهربائية يؤدي إلى تقليل الهدر بالطاقة.

4.3 النظم المقترحة في غلاف المبنى الذكي:

اقتراح البحث مجموعة من التقنيات التي يمكن من خلالها جعل غلاف المبنى متكيفا مع ظروف البيئة الخارجية وبالتالي التحقق من فرضية البحث وسيتم التركيز على السقف باعتباره أكثر عناصر المبنى تأثرا بالإشعاع الشمسي:

أ- نظام السقف المتحرك: وتتكون من وحدات هرمية قابلة للفتح والغلق حيث تفتح خلال فترات الليل لتقليل الاحتباس الحراري المتكون نتيجة الإشعاع الحراري الناتج من مكونات المبنى الداخلية والخارجية إضافة إلى توفير التهوية الليلية، وتتكون تلك الوحدات من القماش الأبيض وذلك للسماح بأكبر كمية من الإضاءة من الدخول للفناء الداخلي إضافة إلى توزيع الإضاءة، شكل(8)و(9).

ب- نظام السقوف الحوضي Roof Pond: تمت الاشارة إلى تلك المنظومة في المحور الثاني باعتبارها إحدى أنظمة التكيف الذاتي وسيتم استعمال السقوف الحوضية ذات العازل الطافي وذلك لسهولة تطبيقها وعدم حاجته إلى سقف إضافي حيث يكتفي بوضع العازل الحراري فوق الحوض المائي مباشرةً.

ج- النوافذ الذكية Windows Smart: إن وجود الفتحات من الأمور الأساسية في تصميم المباني فاحتواء الفتحات على نوافذ زجاجية لتعزيز الاتصال بالعالم الخارجي، حيث تسمح النوافذ الزجاجية لأشعة الشمس بتدفئة المبنى من

الداخل، كما توفر الضوء الكافي للرؤية، وكما هو معلوم أن أشعة الشمس فضلاً عن ضوئها المرئي فإنها تحتوي على أشعة غير مرئية وبالتحديد الأشعة تحت الحمراء التي تسبب إحساسا بارتفاع غير مرغوب به في الحرارة مما يسبب ارتفاع درجة حرارة المبنى. لذا يرى البحث ضرورة توفير تحرك هوائي لمنع التكدس الحراري والذي بدوره يؤدي إلى ضرورة استعمال أجهزة التكييف والتبريد التي تستهلك الكثير من الطاقة هذا فضلاً عن تكلفتها العالية عند استخدام الزجاج لمناخ مدينة بغداد.

تعتمد فكرة عمل النوافذ الذكية في التحكم بمرور الضوء من خلالها على أحد الظواهر الفيزيائية الكثيرة التي تستجيب للضوء فهي تتحكم بكمية الضوء المطلوب على وفق الحاجة ويمكن أن تعتمد فكرتها على العديد من الطرائق والوسائل التكنولوجية التي تعتمد على مواد تتغير خواصها الضوئية من ناحية الامتصاص أو الانعكاس مع تغير فرق الجهد المطبق إضافة إلى ذلك فإنها تسهم بشكل كبير في تقليل استهلاك الطاقة من خلال تأثيرها في تقليل الكسب الحراري المباشر، وباستهلاك قليل من الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيلها. ومن الملاحظ إن النوافذ الذكية بأنواعها المختلفة تستهلك طاقة كهربائية قليلة جدا مقارنة بتأثيرها في تقليل أحمال التبريد، حيث تستهلك النوافذ الذكية بما يعادل(0.6واط لكل قدم مربع من مساحة النوافذ) ، كما يمكن تزويدها بنظام تغذية بديل من خلال البطاريات الاحتياطية تستعمل في حالة انقطاع التيار الكهربائي (www.refr-spd.com)

إن التصور النظري لغلاف المبنى الذكي وما ذهبت إليه مناقشة الطروحات والدراسات (العقيلي2007/ص76-87) بكونه: ذلك الجزء من عناصر المبنى الذي يؤدي وظيفة الإحاطة لمكوناته الداخلية المشغولة من قبل الشاغلين والذي يوفر قابلية التكيف الذاتي والاستجابة من خلال تكاملية أنظمة السيطرة البيئية المعتمدة على التكنولوجيا او الطاقة الطبيعية (الذاتية) بهدف تنظيم إدارة الطاقة ضمن المبنى، إن إمكانية تحسين أدائية تبريد المباني من خلال النظم الذكية المتكاملة مع النظم الميكانيكية و المنسجمة مع التكنولوجيا البنائية فضلاً عن الاستعانة بأجهزة تحكم خاصة يمكن عن طريقها السيطرة على البيئة الداخلية بهدف إبقائها ضمن مديات الراحة الحرارية من جهة، وتقليل استهلاك الطاقة في المبنى من جهة أخرى، أدى إلى اقتراح عدداً من المنظومات التي بوساطتها يمكن تفعيل استجابة المبنى للظروف البيئة المحيطة بجعل غلاف المبنى ذكياً ومستجيباً لمتغيرات البيئة الخارجية بدلالة الحفاظ على الطاقة وترشيد الاستهلاك.

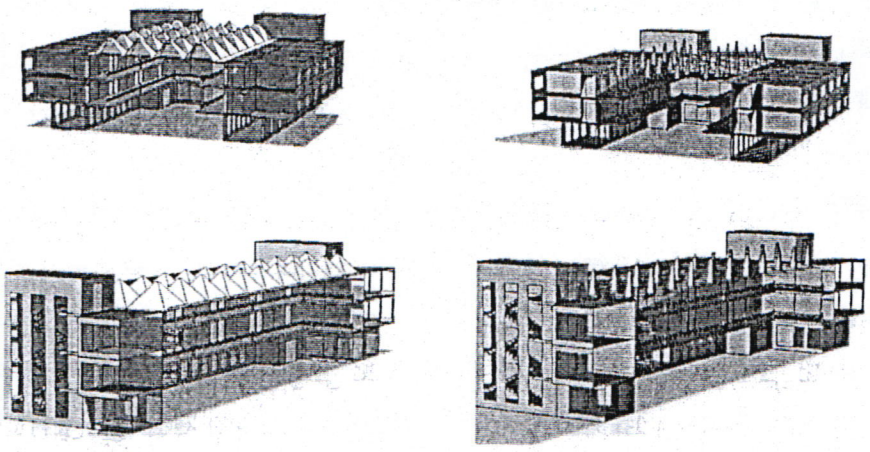
المحور الرابع: التطبيق:

استعان البحث في الدراسة التطبيقية بالاستعانة بالمحاكاة الحاسوبية Ecotect في حساب أحمال التبريد في المبنى، من خلال مثالا تطبيقيا يتم إجراء عدة اختبارات عليه وفقاً للتوجيهات الرئيسة والثانوية وبعد إن يتم استعرض النتائج التي تم الحصول عليها تأتي مرحلة التحليل لتلك النتائج وذلك من خلال مقارنتها لمعرفة تأثير منظومة غلاف المبنى الذكي التي اقترحها البحث في تقليل حمل التبريد في المبنى وبالتالي تقليل معدلات استهلاك الطاقة.

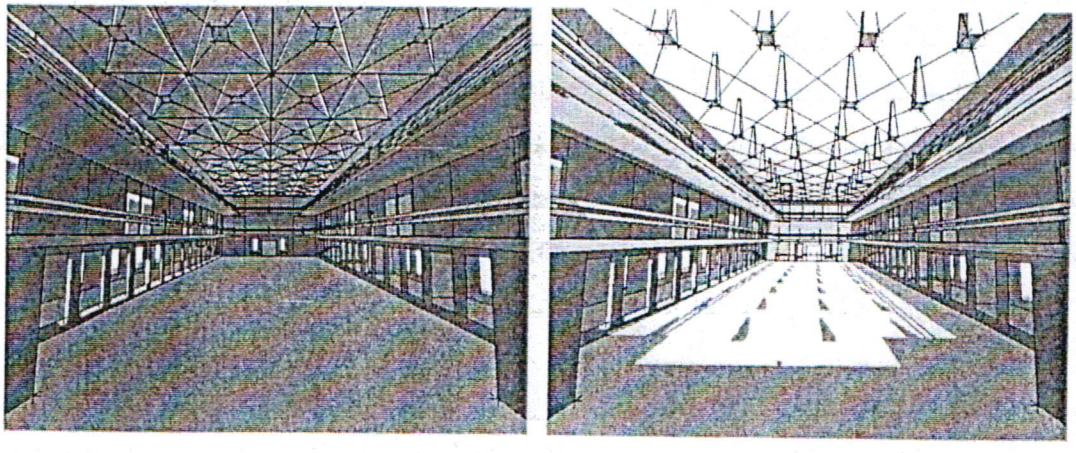
5.1 برنامج Ecotect

هذا البرنامج هو أداة تصميم بيئية متكاملة والتي تزاوج عمليات الحساب المختلفة(الشمسية والحرارية والإضاءة والسمعيات والكلف) مع واجهة رسم ثلاثية الأبعاد. إن عمل البرنامج يستند على مفهوم إن التصميم البيئي يكون أكثر فاعلية في المراحل التصميمية الأولى(محمود2005/ص46). ويستعمل لغة C++ (www.squ1.com).

واجهة البرنامج المتطورة تجعل عملية إدخال المعلومات نوعاً ما أسهل من برامج المحاكاة الأخرى، إذ يتم رسم أنموذج المبنى أو استيراد الأنموذج من برامج أخرى، ثم تحديد مواد غلافه وتحديد موقعه الجغرافي من أجل الحسابات الشمسية والحرارية، وهنالك تفاصيل مثل طبيعة أجهزة إل HVAC وتعيين كلفة كل مادة بنائية(محمود2005/ص47). بالإضافة إلى إن البرنامج يحتوي على أدوات تحليلية خاصة به، وتعطي نتائج بهيئة صور(مثل مخطط مسار الشمس) بحيث يمكن تخزينها في أي لحظة من عمل البرنامج(محمود2005/ص47).



شكل(8) منظوم السقف المتحرك



شكل (9) منظور داخلي لفناء وسطي مسقف بنظام السقف المتحرك، يلاحظ إمكانية توفير الإضاءة الداخلية خلال النهار باستعمال القماش الأبيض (الباحث)

إن البرنامج له إيجابيات تمثلت في انه يمكن للمصمم من خلال البرنامج أن يسيطر على المبنى بيئياً من المراحل التصورية الأولى لتصميمه؛ يوفر حسابات يومية وشهرية وسنوية لأحمال التبريد المتوقعة للمبنى ، من خلال مخرجات كرافيكية وحسابية وبصورة تفاعلية مع إي معالجة يقوم بها المصمم؛ كما يمكن للبرنامج محاكاة و برمجة التغير في سلوك المواد البنائية من خلال خاصية تفعيل المادةActivation والتي يمكن الاستفادة منها في جعل البرنامج يحاكي المواد او العناصر ذات السلوك الذكي وهي صفة تكاد تكون مقتصرة على ذلك البرنامج دون سواه من برامج المحاكاة. تعطي إمكانيات تحليلية وحسابية هائلة وخاصة في مجال دراسة الإشعاع الشمسي والبقع الشمسية والظلال وبشكل تفاعلي لحظي بهيئة صور متحركة(Animation).(موقع برنامج Ecotect).

أما المنهجية المعتمدة في البرنامج فإنها تعتمد على تنطيق المبنى كونه من أهم الخطوات في منهجية عمل البرنامج ويعتمد على تعريف الفضاءات للمبنى على أنها إما انطقة حراريةThermal zone أو انطقة غير حرارية-Non

thermal zone، ومصطلح Zone أو النطاق هنا ليس تكويناً هندسياً بل تكويناً حرارياً إي انه: حجم هوائي في حرارة تعتمد قيمتها على مدخلات المبنى مضافاً إليها كل الحرارة المنتقلة والمخزنة المحيطة أو داخل هذا الحجم(موقع برنامج Ecotect).

5.2 الاختبارات التطبيقية:

سيتم إجراء عدة اختبارات باستعمال برنامج محاكاة الطاقة Ecotect على الأنظمة التي اقترحت في المحور الثالث لمعرفة تأثيراتها على حمل التبريد للمبنى، والذي يؤثر بدوره في معدل استهلاك الطاقة المصروفة للأجهزة أو المنظومات الميكانيكية المستخدمة في التكييف. وتم الاستعانة بأنموذج لمسكن تم رسمه ببرنامج .Ecotect

ولتكون عملية المحاكاة اقرب ما يكون للواقع فقد تم اختيار المكونات الإنشائية التقليدية والأكثر شيوعا من حيث الاستعمال المحلي، حيث يحتوي البرنامج على مكتبة تشمل معظم المكونات الإنشائية للمبنى من الجدران الخارجية والداخلية والقواطع والسقوف، الأرضيات والأبواب والشبابيك.

أما منهجية الاختبار فقد شملت خمس اختبارات تطبيقية لمعرفة تأثير منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد الأنموذج الاختباري السابق وذلك بدراسة تأثير المنظومة للتوجيهات الرئيسية (الشمالي، الشرقي، الجنوبي، الغربي) والثانوية (الشمالي الشرقي، الجنوبي الشرقي، الجنوبي الغربي، الشمالي الغربي) على مجموع أحمال التبريد خلال فترة الصيف والتي مثلها البحث بالأشهر الآتية (نيسان، أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول، تشرين الأول) والتي تشكل بمجملها الفترة الحارة لمناخ مدينة بغداد، أما الاختبارات فهي كالأتي:

- اختبار حمل التبريد للمبنى في حالته الاعتيادية، حيث إن التوجه الجنوبي هو الا كفا حرارياً. وان التوجيه الغربي يكون تأثيره الأكبر في الكسب الحراري بعد فترة الظهر صيفا.
- اختبار تأثير استعمال السقف المتحرك Movable Roof الذي يغطي الفناء الداخلي لأنموذج المبنى.
- اختبار تأثير استعمال السقوف الحوضية Roof pond في تقليل حمل التبريد للمبنى، ولرفع كفاءة تلك المنظومة من حيث الأداء الحراري فيمكن تزويدها بإمكانية التبخير من خلال محرك كهربائي يعمل على رش الماء عبر مرشات لضمان المحافظة على العازل الحراري رطباً طوال فترة الليل[4] إي تطوير منظومة السقف الحوضي فيكون ضمن أنظمة التبريد الفعالة.
- اختبار تأثير استعمال الزجاج الذكي Smart windows في تقليل حمل التبريد للمبنى، بالاستفادة من خاصية تفعيل المادة

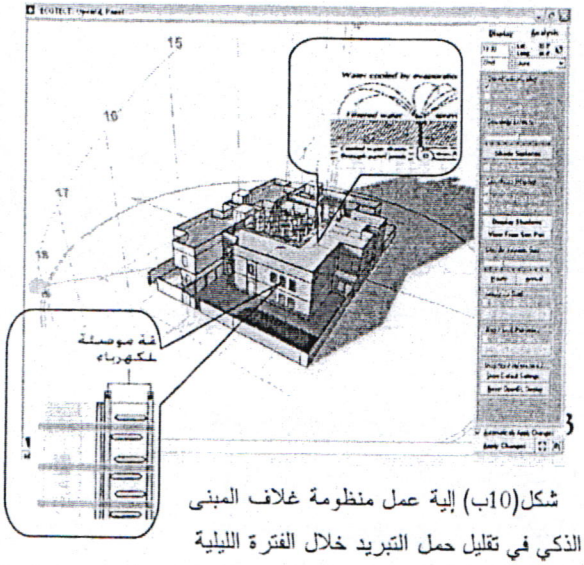
المادة Activation التي يوفرها البرنامج في برمجة نوافذ الأنموذج الاختباري لجعلها اقرب ما يمكن من السلوك المتغير للنوافذ الذكية.

- اختبار تأثير المنظومات ككل(السقف المتحرك للفناء الداخلي،السقف الحوضي، الزجاج الذكي) والتي تشكل بمجملها منظومة غلاف المبنى الذكي التي افترضها البحث في تقليل حمل التبريد للمبنى.

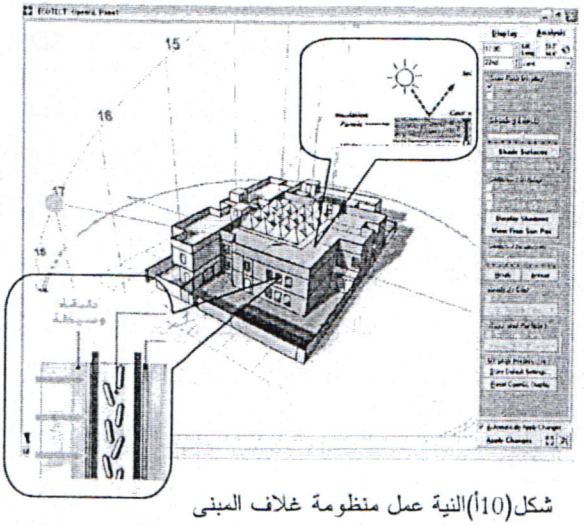
إن تطبيق منظومة السقف المتحرك للفناء الداخلي والسقف الحوضي والنوافذ الذكية على المبنى حيث تعمل تلك المنظومات على جعل غلاف المبنى ذكياً إي تزود المبنى بإمكانية الاستجابة التلقائية لمتغيرات البيئة الخارجية ،وتعمل تلك المنظومات على تنظيم استجابة المبنى لمتغيرات المناخ الخارجي بهدف تقليل حمل التبريد من جهة والاستفادة من معطيات البيئة الخارجية التي تعزز من الراحة الحرارية والنفسية للشاغلين.إن الشكلين(10أ) و(10ب) يبينان آلية عمل

[4] لا يوفر برنامج Ecotect إمكانية حساب أحمال التبريد لسقف الحوضي مع وجود ذلك النظام من المرشات ويمثل ذكرها مقترحا تصميما يعمل على رفع كفاءة الأداء الحراري للسقوف الحوضية .

منظومة غلاف المبنى الذكي التي يقترحها البحث وتغير استجابتها للبيئة الخارجية خلال فترتي النهار والليل. وخلال هذا الاختبار تم حساب أحمال التبريد الشهرية للفترة الصيفية بهدف معرفة تأثير منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد للمبنى وبالتالي تقليل استهلاك الطاقة حسب التوجيهات المختلفة الرئيسة والثانوية.



شكل(10ب) إلية عمل منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد خلال الفترة الليلية



شكل(10أ)النية عمل منظومة غلاف المبنى الذكي في تقليل حمل التبريد خلال الفترة النهارية

بعد استعراض النتائج التي تم الحصول عليها من الاختبارات السابقة باستعمال برنامج المحاكاة (Ecotect)، تم جدولة تلك النتائج بيانيا من خلال الجدول(1) و(2) والمخطط(1) لإجراء المقارنة بين تلك النتائج لغرض معرفة تأثيرها تارةً في حالة عملها بصورة منفصلة وفي حالة عملها ضمن منظومة غلاف المبنى الذكي تارة أخرى.

5.4 الاستنتاجات:

استناداً إلى ما تم طرحه في المحاور السابقة وما تم تطبيقه في الاختبارات السابقة و بعد الحصول على النتائج الموضحة في الجدولين(1) و(2) والمخطط البياني(1) تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

- أثبتت منظومة غلاف المبنى الذكي الذي افترضها البحث كفاءتها في تقليل حمل التبريد، إذ عملت على تقليل أحمال التبريد السنوية بمعدل(24.97%) مما يعني تقليل الهدر بالطاقة المصروفة إلى الربع تقريباً.
- أثبتت النتائج إن تفعيل استجابة غلاف المبنى لمتغيرات البيئة الخارجية بجعله ذكياً يرفع من الأداء التكاملي للتقنيات المستعملة فيه، فمنظومة السقف المتحرك للفناء الداخلي قد خفضت من حمل التبريد بمعدل (6.93%) والسقف الحوضي قد خفض من حمل التبريد بمعدل(15.51%)، أما استخدام النوافذ الذكية فقد خفض من حمل التبريد بمعدل(8.19%)، في حين إن عمل المنظومات بصورة تكاملية ضمن منظومة غلاف المبنى الذكي قد خفض من حمل التبريد بمعدل(% 24.97).
- إن ارتفاع أسعار الطاقة في السنوات الأخيرة قد جعل من مسألة إعادة التفكير في موضوع إدارة الكلفة Running Cost في المباني امراً مهماً، فعلى الرغم من ارتفاع الكلفة الابتدائية وكلفة الصيانة نتيجة تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي.

فقد أظهرت النتائج إن تطبيق تلك المنظومة يؤدي إلى تخفيض ملحوظ في الكلفة التشغيلية للمبنى والتي يمكن إن تغطي على النفقات الإضافية الناتجة من تطبيقها.

- أكدت الدراسة عدم تعارض استعمال المعالجات التراثية كالفناء الداخلي مع التكنولوجيا الحديثة كالذكاء في المباني، وأثبتت من خلال النتائج السابقة إن تكاملهما معا يرفع من الأداء الحراري للمبنى.
- إن تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي في مشاريع معمارية بحجوم كبيرة يمكن إن يحقق توفيراً ملحوظاً في استهلاك الطاقة وبالتالي توفيرا في الكلفة.
- تقع على المعماري المسؤولية الأكبر في تقليل استهلاك الطاقة إذ إن تصميم المبنى يمثل أهم العوامل المؤثرة في أدائه الحراري لصعوبة او تعذر إجراء التعديلات عليه، وان إي تقصير في ذلك الجانب يضفي عبءً حرارياً ينعكس سلباً على أدائية المبنى بشكل عام و أدائية منظومة غلاف المبنى الذكي بشكل خاص.
- يتم في التصميم البيئي النظر الى غلاف المبنى على انه مشكلة تصميمية، فضلاً عن انهُ الحل لهذه المشكلة في الوقت نفسه، ويمكن للمصمم في حالة عدم جدوى التغيير في عناصر التصميم المعماري لتوفير الراحة الحرارية من تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي لغرض التقليل من استخدام الوسائل الميكانيكية او رفع كفاءة الشاغلين منها ، كما يمكن تقويم كفاءة منظومة غلاف المبنى الذكي ومقدار توفيرها للطاقة لاحتمالات الأنظمة والتقنيات والمعالجات المستعملة فيها من خلال برنامج محاكاة الطاقة الحاسوبية Ecotect.
- إن منظومة غلاف المبنى الذكي ليست بالضرورة أن تكون معقدة. إلا انه ينبغي من المصمم إن يكون ملماً ببعض المعرفة العامة بتقنيات مواد البناء ومواصفاتها والصفات العامة للمناخ المحلي ليكون أداء المنظومة فعالاً ومجدياً.

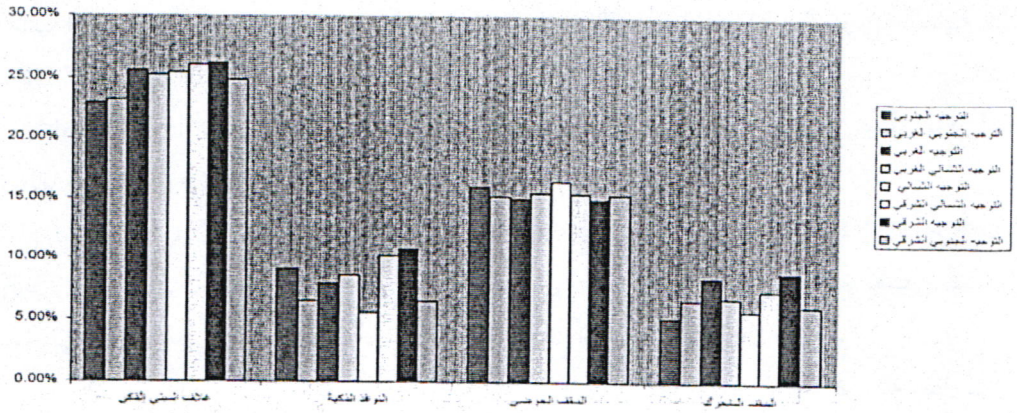
	المعالجة			
	السقف المتحرك	السقف الحوضي	النوافذ الذكية	غلاف المبنى الذكي
التوجيه الجنوبي	5.18%	16.01%	9.20%	22.98%
التوجيه الجنوبي الغربي	6.63%	15.26%	6.52%	23.21%
التوجيه الغربي	8.51%	15.07%	7.97%	25.66%
التوجيه الشمالي الغربي	6.81%	15.53%	8.65%	25.23%
التوجيه الشمالي	5.77%	16.44%	5.55%	25.45%
التوجيه الشمالي الشرقي	7.40%	15.45%	10.25%	26.13%
التوجيه الشرقي	8.97%	14.96%	10.85%	26.29%
التوجيه الجنوبي الشرقي	6.17%	15.37%	6.54%	24.85%

جدول(4-2) النسب المئوية مقدار التخفيض في احمال التبريد الاجمالية للاختبارات السابقة (الباحث)

	المعالجة				
	حمل التبريد الاجمالي (السنوي) kw.h /الحالة الاعتيادية	حمل التبريد الاجمالي (السنوي)kw.h /السقف المتحرك	حمل التبريد الاجمالي (السنوي) kw.h /السقف الحوضي	حمل التبريد الاجمالي (السنوي) kw.h /النوافذ الذكية	حمل التبريد الاجمالي (السنوي) kw.h /غلاف المبنى الذكي
التوجيه الجنوبي	28249.87	26786.73	23725.65	25650.59	21758.41
التوجيه الجنوبي الغربي	29251.85	27311.9	24789.23	27344.73	22463.95
التوجيه الغربي	29825.05	27286.14	25331.11	27446.83	22171.43
التوجيه الشمالي الغربي	28618.56	26669.82	24173.45	26141.67	21398.94
التوجيه الشمالي	27524.43	25935.09	22999.93	25995.71	20519.38
التوجيه الشمالي الشرقي	28325.19	26229.17	23948.96	25421.67	20925.05
التوجيه الشرقي	29365.97	26732.39	24972.62	26181	21645.47
التوجيه الجنوبي الشرقي	29080.88	27286.14	24609.88	27176.13	21854.32

جدول (4-1) احمال التبريد الاجمالية للاختبارات السابقة (الباحث)

جدول (1)النسب المئوية لمقدار التخفيض في أحمال التبريد الإجمالية للاختبارات السابقة (الباحث)



مخطط(1) مقارنة النسب المئوية للتخفيض في أحمال التبريد الإجمالية للاختبارات السابقة(الباحث)

5.5 التوصيات:

- عند استخدام منظومة غلاف المبنى الذكي ينبغي الأخذ بنظر الاعتبار متطلبات التدفئة والتبريد معاً، لذا يمكن في الشتاء عكس إليه عمل المنظومة فيتم فتح السقف المتحرك للفناء الداخلي نهاراً لاستقبال الكسب الشمسي وتغلق ليلا للمحافظة على التدفئة ومنع تسربها عبر الفناء، أما السقف الحوضي فبالإمكان تفريغه من الماء، في حين تعمل النوافذ الذكية كنوافذ اعتيادية شفافة للسماح بأكبر كسب شمسي خلال الشتاء.
- إجراء دراسة لتحسين الأداء الحراري لمنظومة غلاف المبنى الذكي أما من خلال تقنيات جديدة او تطوير التقنيات المقترحة من قبل البحث.
- إعداد بحث لإجراء دراسة مقارنة بين غلاف المبنى الذكي وغلاف المبنى الاعتيادي.
- برامج محاكاة الطاقة الحاسوبية هي وسيلة كفوءة وسريعة تسهم في إشراك المصمم المعماري بمنهج التصميم المعماري بما تقدمه من إمكانيات تحليلية وتسهم في اختبار وتقويم كفاءة تصميم غلاف المبنى حرارياً لذا فيوصي البحث باستثمار تلك البرامج من جهة وإجراء البحوث والدراسات التي تسلط الضوء عليها من جهة أخرى.
- دراسة المنظومات والأساليب التقنية الحديثة في السيطرة على الأداء الحراري للمبنى كاستعمال الإنارة الذكية Intelligent Lighting في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية في الأبنية التخصصية كالصناعية منها.

5. المصادر:

1. http://ar.wikibooks.org
2. إبراهيم، يحيى عادل؛" **أثر استخدام نظام السقوف الحوضية في زيادة كفاءة الأداء الحراري للمباني في العراق**"؛ رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية،الجامعة التكنولوجية، بغداد 2006م.
3. كبة، سلام إبراهيم عطوف؛" **النفط والطاقة الكهربائية في العراق**"؛ الحوار المتمدن العدد:1033، 2004.
4. محمود، محمد سمير؛"**استعمال برامج محاكاة الطاقة الحاسوبية في تقويم الأداء الحراري للمبنى في مناخ العراق**"؛رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية،الجامعة التكنولوجية،بغداد2005 م.
5. Alsammarae, Aiham;"Electric power 2005"; minister of electricity, Iraq.
6. Markus, T.A.Morris, R.N.m"Building Climate & Energy", Pitman, London, 1980.
7. البابانى، سامال عثمان سعيد؛"**العمارة المستدامة**"،**دور مناهج محاكاة الطبيعة على استراتيجيات البناء الشكلي المستدام**"؛رسالة ماجستير،قسم الهندسة المعمارية،الجامعة التكنولوجية،بغداد 2004 م .

8. أحمد،أرقم عبد الحميد؛" **مثالية التشكيل الهندسي لغلاف المبنى كمفهوم للتقليل من الهدر في الطاقة**"؛ رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، بغداد،1996م.

9. العقيلي، وائل عواد،" **تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي**"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، بغداد،2007م.

10. D Asimakopoulos, Mat Santamouris" Passive Cooling of Buildings ".

11. Binggeli ,Corky, "Building Systems for Interior Designers ", publisher : John Wiley and Sons , 2002.

12. سليم، يونس محمود محمد؛"**أثر قرارات التصميم المناخي الخاصة بالسيطرة على أشعة الشمس في ضوابط بناء المساكن لمدينة بغداد**"؛ رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية،الجامعة التكنولوجية، بغداد،1997م.

13. Lechner, Norbert, Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects, 2002.

14. Baker, Nick, Koen Steemers, Energy and Environment in Architecture, 2003.

15. Givoni B."**Passive and Low-Energy Cooling of Building**"N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 2004.

16. سليم، يونس محمود محمد؛" **تكاملية العوامل البيئية الطبيعية في التصاميم المعمارية للمساكن/دراسة في جوانب السيطرة المناخية والإضاءة والتهوية الطبيعية**"؛ أطروحة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، 2003م.

17. العزل الحراري: http://www.momra.gov.sa/specs/spec0007.asp .

18. مشروع لائحة العزل الحراري، الشئون الاقتصادية، مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2005م.

19. العزل الحراري في المباني، الإدارة العامة للشئون الهندسية، وكالة الوزارة للشؤون الفنية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، المملكة العربية السعودية، 1415ه.

20. Balcomb, J.Dowglas,"Passive Solar In United States; Passive Solar Journal", 1976-1986.

21. الإمام، محمد يوسف؛"**البيت المتوافق مناخياً**"؛رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد،1989 .

22. Givoni, Bruch,"The Earth Temperature & Underground Building", Energy & Building 8, 1985.

23. Saini, Balwant Singh," Building in Hot dry Climate ", USA, John Wile & Son Ltd., 1980.

24. www.fsec.ucf.edu/pubs/energynotes/en-13.htm

25. Binggeli Corky, "Building Systems for Interior Designers ", publisher: John Wiley &Sons, 2002.

26. تايلور، جون.ج؛"**عقول المستقبل**"؛ ترجمة لطفي فطيم، علام المعرفة، الكويت، 1985 .

27. محيبس، محمد كاصد؛"التكنولوجيا كنظام في المباني الذكية"؛ رسالة ماجستير،قسم الهندسة المعمارية،الجامعة التكنولوجية، 2002م.

28. اليازجي ، ندرة؛"مدخل إلى المبدأ الكلي"؛ دار الغربال، دمشق، 1984.

29. Rogers .R"Cities for a small planet "edited by Philip Gumuchjiam Faber and Faber Limited 1997.

30. www.BioclimaticVision.htm

31. www.refr-spd.com

32. http://www.squ1.com

33. محادثات ومراسلات مع الجهة الراعية لبرنامج Ecotect والتابعة إلى مركز بحوث البيئة / جامعة كارديف / المملكة المتحدة من خلال الإنترنت.

34. Jeffer, Cook, "Award Winning Solar Design ", Mc-Graw Hill, 1980.

Watson, D. Labs K. (1983). "Climatic Design: Energy Efficient Building Pri