تحليل دار افتراضي
لتمثيل بعض الحلول الجديدة لخفض الطاقة المصروفة في تبريد وتدفئة المباني العراقية

د سهر نجيب خروفه استاذ مساعد
يحيى عادل ابراهيم مدرس مساعد
نغم احمد جاسم مدرس مساعد
الجامعة التكنولوجية/قسم الهندسة المعمارية

المستخلص

كان الدار العراقي التقليدي قديما ملائما للبيئة المحلية ويسمح للساكنين بمعيشة مريحة نسبيا صيفا وشتاءا. ومع تطور التكولوجيا ومتطلبات السكن الحديث اصبحت تلك النوعية من الدور غير ملائمة،فظهر الدار العراقي الحديث الذي يوفر سكنا مريحا فعلا في الظروف الطبيعية ولكنه يعتمد على صرف كمية كبيرة من الطاقة لغرض التبريد والتدفئة. لقد جرت في الجامعة التكنولوجية في بغداد سلسلة من التجارب على غرفة فحص تم معالجتها ببعض الحلول البيئية وقد اجريت مجموعة متسلسلة من البحوث قام بها الفريق البحثي ضمن عقد مبرم مع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي المرقم 53 لسنة 2004 بعنوان"تحسين الاداء الحراري للمباني العراقية" ضمن برنامج رعاية العلماء وتهدف هذه البحوث الى توفير خفض في درجة الحرارة الداخلية باستخدام وسائل تستهلك كمية بسيطة من الطاقة وتم قياس النتائج ومقارنتها. اهم هذه الطرق تستفاد من الخواص الحرارية للتبريد التبخيري. تضمنت الحلول استخدام السطح المبرد بحوض سقفي، وتبريد حجرة فوق السطح بمبردة تبخيرية واستخدام جدار مجوف وتربيده مع حجرة السطح بمبردة تبخيرية واخيرا تبريد السطح باستخدام حوض سطحي وتجويف الجدار بمبردة تبخيرية. هذا البحث مخصص لتجربة افضل الحلول المقاسة وهو الحل الاخير على دار افتراضي تجريبي بالمواصفات الحديثة وقياس تاثير هذه الحلول على تصميم فعلي. البحث افترض قطعة ارض مساحتها 250م2. والدار مكونة من طابقين وفيه اربعة غرف نوم وحمامين وحديقة او فناء داخلي مسقف ومغطى بكاسرات شمسية. السقف فيه حوض مائي مبرد والجدران مجوفة ومبردة باستخدام مبردة تبخيرية. الشبابيك تستخدم الزجاج المزدوج لزيادة العزل الحراري. الهواء البارد الخارج من تجويف الجدار والحوض السطحي يفرغ الى الحديقة الداخلية لتبريدها ثم يسحب الى الخارج من اعلى الفناء. تم تحليل هذا التصميم باستخدام برنامج تمثيل حراري بالحاسبة Ecotect 5.2 واظهرت النتائج انه من اجل الحفاظ على درجة حرارة داخلية مقدارها 28م توفر هذه الوسائل 78% من طاقة التبريد قياسا الى تصميم مماثل اعتيادي، و 53% اذا رغبنا بخفض الحرارة اكثر الى 26م. كما اظهر ان معظم التوفير هو في الطابق الثاني بسبب استخدام الحوض السطحي الذي كان له الدور الاكبر في خفض استهلاك الطاقة. يوفر التصميم ايضا 39% من طاقة التدفئة شتاءا حيث تعمل الفراغات الهوائية في السطح والجدار كعوازل لتسرب الحرارة.

Thermal Simulation of Custom Designed House to Test Application of New Cooling Methods

Dr Sahar N. Kharrufa Yahya A. Ebraheem Nagham A.Jasim

University of Technology/Department of Architecture
Baghdad

مقدمة

البيئة العراقية حارة جافة صيفا وباردة شتاءا. ويمتاز الدار العراقي التقليدي الحديث بأنه يحتاج الى طاقة عالية شتاءا وصيفا للتدفئة والتبريد. وقد قامت عدة جهات ببحوث عن تحسين تصاميم المباني في العراق للتقليل من حاجة الدار للطاقة ولكي يتلائم اكثرمع الظروف البيئية المحلية. ركزت معظم هذه البحوث على الاداء الحراري صيفا حيث المشاكل والصعوبات الرئيسية وشمل ذلك بحوث عن التظليل واستعمال الفناء الداخلي والعوازل الحرارية والنباتات الخارجية والكتل الحرارية وشكل المبنى واتجاهه[آ].

وقد تم تجربة مجموعة حلول مختارة او مبتكرة على غرفة فحص في الجامعة التكنولوجية للفترة 2003- 2006 وقد اجريت مجموعة متسلسلة من البحوث قام بها الفريق البحثي ضمن عقد مبرم مع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

[آ] جرت معظم البحوث في الجامعة التكنولوجية وجامعة بغداد ومجلس البحث العلمي السابق.

المرقم 53 لسنة 2004 بعنوان"تحسين الاداء الحراري للمباني العراقية" ضمن برنامج رعاية العلماء، لبيان تاثيرها في الظروف العراقية (شكل 2). تضمنت هذه التجارب ما يلي:

- تم في التجربة الاولى استخدام حوض سطحي وتغطية السطح بغلاف من مادة الستايروفوم (Styrofoam) العازلة سمك 5سم مثبت على هيكل خشبي. وتم ربط ساحبة هواء على احدى الجهات وفتحت فتحة في الغطاء من الجهة المقابلة للسماح بالهواء بالمرور فوق سطح الماء وتبخير وتبريد اكبر كمية ممكنة. وقد تم تشغيل المنظومة لمدة خمسة ايام الى ان استقرت درجات الحرارة ثم اخذت قرائات متعددة للغرفة والمنظومة لمدة 24 ساعة [1]. اظهرت القراءات هبوطا في معدل درجة الحرارة الداخلية بمقدار 4 درجات مئوية نسبة الى الوضع قبل استخدام الحوض. كما اظهر البحث ان الجدران الخارجية لها تأثير كبير على ارتفاع درجات الحرارة ومن الضروري معالجتها ايضا.
- الطريقة الثانية اعتمدت وضع جدار عازل حول الغرفة مؤلف من 2سم من الستاروفوم وفراغ جداري هوائي مقداره 10 سم. كما وضعت مبردة تبخيرية صغيرة لتبريد حجرة السطح بدلا من الحوض المائي. لقد ادت هذه التشكيلة الى هبوط في درجات الحرارة اكبر من تلك التي حصلت في التجربة الاولى بمقدار 1.5 درجة مئوية. يعود ذلك الى التاثير الايجابي للعزل الجداري حيث ان درجات حرارة السقف الداخلية المبرد اعلى من مثيلاتها في التجربة الاولى التي استخدمت الحوض السقفي. مما يشير الى ان الطريقة الوحيدة لحصول هذا التحسن الحراري هو ان الحرارة النافذة عبر الجدران المعزولة اقل بدرجة كافية لاحداث هذا التحسن.
- التجربة الثالثة استخدمت نفس المبردة التبخيرية لتبريد السقف ووضعت مبردة اخرى لتبريد الفراغ الجداري المحيط بالغرفة. ادت هذه الطريقة الى هبوط اكبر للحرارة كما هو متوقع بحيث وصل الى 7.5 درجة مئوية.
- الطريقة الرابعة والاخيرة اعيدت فيها الحوض السقفي مع المروحة اضافة الى التبريد الجداري بالمبردة التبخيرية. ادت هذه الطريقة الى احسن القراءات فوصل الهبوط في درجات الحرارة الى اكثر من عشرة درجات مئوية.

يوضح الرسم في الشكل 3 المرفق مقارنة بين الوسائل المختلفة التي استخدمت في مجموعة التجارب هذه.

تظهر النتائج المبينة في شكل 3 ان التجارب التي جرت على الغرفة بامكانها تخفيض معدل درجة الحرارة الداخلية بمقدار عشرة درجات مئوية مقارنة بالغرفة الطبيعية بدون تبريد. وحيث ان كافة الطرق التي استخدمت تسمح بربط جهاز تكييف ايضا فبالامكان الحصول على فضاء داخلي مكيف بهذه الطرق مع تخفيض نظري في كمية الطاقة المستخدمة للتبريد.

وحسب الحسابات التي اظهرها برنامج Ecotect فأن هذا التخفيض يصل الى 80% مقارنة مع الغرفة الاعتيادية اذا ثبتت درجة الحرارة الداخلية الافتراضية على 28 درجة مئوية. ان هذه الارقام مشجعة للغاية ومن الطبيعي بعد الحصول على هذه النتائج الاختبارية ان يرحل العمل الى مستوى التطبيق الفعلي ويقصد بذلك طبعا بناء دار فعلي او اكثر تستخدم فيها هذه الطرق وتقاس النتائج وتقيم. ولكن قبل الوصول الى هذه المرحلة وصرف مبالغ طائلة من هذا النوع لا بد ان يتم حساب كمية الطاقة التي قد يتم توفيرها نظريا في دار افتراضي مطابق لهذه المواصفات. كما يجب وضع المواصفات العامة لهذا الدار والاسس التصميمية التي يجب اتباعها. كما يجب ان يجهز تصميم اولي افتراضي ولكنه يطابق هذه المواصفات وذلك كجزء من عملية التقييم. وبعد ذلك يتم اقتراح بناء دار شبيه اذا كانت نتائج التحليل مشجعة ايضا وهذا هو الهدف من طرح هذا البحث بصيغته الحالية.

وعليه سوف يتم الاستفادة من التجارب اعلاه لاختبار استخدامها في الدار الافتراضي. الحلول التي سوف تجرب هي التي اظهرت احسن النتائج في التجارب السابقة وهي:

- استخدام حوض ماء سطحي مع مروحة لتحريك الهواء في فراغ السطح.
- تبريد غلاف المبنى بمبردة تبخيرية تدفع الهواء الى فراغ داخل الجدار.
- اضافة الى عزل الشبابيك حراريا باستخدام زجاج مزدوج (Double glazing).

قامت سابقا عدة محاولات لتصميم دار بيئي وخصوصا في الغرب. ركزت هذه الجهود على محاولة حفظ الطاقة داخل الدار للتدفئة بصورة رئيسية لكونها المشكلة الرئيسية هناك والاستفادة من الطاقة الشمسية بنفس الهدف. من الامثلة البارزة الحديثة الدار البيئي في هوكائيدو (HOKKAIDO) في اليابان [2] الذي استخدم وسائل عديدة لتوليد الطاقة ذاتيا والتدفئة شتاءا خصوصا باستخدام الخزان الارضي، وقد تمكن من تخفيض استهلاك الطاقة بمقدار 87.5% مقارنة مع الدار التقليدي في اليابان. ويوضح الشكل المرفق الوسائل المتعددة المستعملة في هذا الدار.

وفي انكلترة تمت تحوير دار في مدينة ماكلسفيلد الى دار بيئي باضافة العزل ومعالجات حرارية اخرى [3]. وقد تبين ان هذه المعالجات خفضت استهلاك الطاقة للتدفئة من 55000 كيلوات الى 22000 كيلوات. وتبين ان استخدام السخان الشمسي قلل من حمل التدفئة بمقدار 2% فقط.

وفي بغداد صمم في مجلس البحث العلمي الدار الشمسي من قبل اليابانيين وكذلك الحضانة البيئية من قبل الفرنسيين الا ان هدف كلاهما كان الاكتفاء الذاتي للطاقة اساسا وركز كلاهما على انتاج الطاقة من الاشعة الشمسية. كانت كفائتهما للتدفئة جيدة الا ان التبريد لم يكن مقبولا خصوصا في البيت الشمسي [4].

الدار العراقي الحديث والدار الافتراضي التجريبي

الدار العراقي التقليدي الحديث يبنى من الطابوق او البلوك الكونكريتي او الحجر للجدران. والكونكريت المسلح او العقادة للسقف. الانهاءات المتعارف عليها هي غالبا النثر والبياض بالجص. الطابوق والعقادة يتمتعان بقابلية عزل افضل بقليل من البدائل الاخرى ولكن ليس لاي من هذه المواد والطرق ميزات بيئية متميزة. التسطيح قد يحتوي على عازل ولكنه في الغالب لا يحتوي. معظم البيوت تضع حماية للشبابيك من اشعة الشمس القاسية صيفا. هذه المواصفات بمجموعها ضعيفة نسبيا من الناحية البيئية ولا يمكن المعيشة في هذه الدار بدون وسائل تبريد وتدفئة ذات سعه عالية.

الدور العراقية للطبقة الوسطى من المجتمع تبنى عادة على اراضي مساحتها بين 150–400م. لاغراض دراسة تاثير طرق التبريد الجديدة على الدور سوف يقوم هذا البحث باقتراح تصميم لدار افتراضي على قطعة سكنية مساحتها 250م2 بقياسات 25x10م . سيفترض استخدام الطابوق لبناء الجدران والعكادة لتسقيف الطابق الارضي والكونكريت المسلح للطابق الثاني. سبب هذا الاختلاف هو ان العكادة بين الطابقين ستسمح للهواء البارد الذي سيدفع خلال فارغ الجدار بالنفاذ بين الطابقين السفلي والعلوي والكونكريت المسلح فوق الطابق الاخير سيكون عزله عن الماء اسهل مقارنة بالعكادة. الدار سيصمم بصورة تتناسب مع الحلول البيئية التي جربت في الاختبارات السابق ذكرها.

بعد وضع الملامح الرئيسية للدار سوف يتم تصميم مثال بقياسات صحيحة لكي يمكن تحليله بواسطة برنامج التمثيل الحراري المسمى Ecotect لغرض حساب تاثير وسائل التبريد هذه على صرفيات الطاقة في الدار لاغراض التبريد.

يجب ان يحتوي الدار الافتراضي على المتطلبات الفضائية الرئيسية التي يطلبها الساكن العراقي وقد حددت هذه كالتالي:

الطابق الارضي: غرفة معيشة داخلية (هول) لجلوس العائلة. مطبخ مطل على موقف السيارة. غرفة ضيوف وطعام مع مدخل خاص. حمام رئيسية. نوم واحدة.

الطابق الاول: غرفة نوم رئيسية واثنان اعتيادية. غرفة النوم الرئسيية اكبر ومطلة على مقدمة الدار. حمام وغرفة غسيل ومخزن.

ولكون عرض قطعة الارض محدود بعشرة امتار فلا بد من ان يشغل البناء عرض الموقع بأكمله مما سيجعل من الضروري وضع فراغ او منور خلفي كما ويجب وضع اخر وسطي او جانبي ايضا لانارة وتهوية غرف الدار بصورة مقبولة. عليه سيكون الشكل العام للدار اما على شكل حرف L بدون منور وسطي او حرف U مع المنور الوسطي كما هو موضح في الرسم. الشكل المربع او المستطيل غير ممكن بهذا العدد من الفضاءات حيث ان صغر ابعاده الخارجية لا تسمح لكل الفضاءات بالحصول على انارة وتهوية جيدة.

وقد تم اختيار البديل الثاني الذي يشابه حرف U للاستفادة من المنور الداخلي كمخرج للهواء البارد الخارج من الجدران والسطح كما سيوضح لاحقا. وسيمنح هذا الهواء البارد فضاء المنور جوا طيبا يمكن استخدامه كحديقة داخلية او فضاء جلوس خارجي بدلا من ان يقذف الى الخارج ويهدر. كما ان تلطيف جو المنور سيسمح بتبادل حراري افضل للشبابيك المطلة عليه وهي كثيرة مما يحسن الاداء الحراري للدار.وعليه يمكن ان تكون احدى بدائل تصميم الدار كما هو موضح في المخططات الاساسية في الشكل رقم 6. وسوف يستخدم هذا النموذج لغرض الحساب في البحث.

استخدام المعالجات البيئية في التصميم الافتراضي:

اكثر ما يهم الساكن العراقي هو الراحة الحرارية صيفا حيث ان وسائل التدفئة شتاءا اقل كلفة وهناك تنوع فيها تمكن المستخدم ان يتجاوز مشكلة الكهرباء اضافة لكونها اقل كلفة كالمدافيء النفطية.

اعتمادا على سلسة البحوث التي جرت في الجامعة التكنولوجية على غرفة التجارب الخاصة لقياس بعض الحلول لمشكلة التبريد تم الاعتماد على المعالجات التالية لكونها اعطت افضل النتائج كما هو موضح في شكل 3 :

تبريد السطح:

السطح يبرد باستخدام حوض مائي. يرفع الشتايكر على قطع من البلوك الكونكريتي ليترك فراغا هوائيا بينه وبين السطح. يضخ الماء ليشكل حوضا في اسفل الفراغ ويتم خلق تيار هوائي فوق الحوض اما بدفع الهواء او سحبه من احدى جهات السطح مع وجود فتحات لدخوله او خروجه من الجهة المقابلة كما هو موضح في شكل 8. مما يؤدي الى تبريد الماء بفعل التبخير والذي يؤدي ايضا الى تبريد السطح وبالتالي الفضاءات التي تحته. وقد اظهرت البحوث ان بامكان الحوض السطحي تبريد السقف الذي تحت الحوض بحوالي عشرة درجات مئوية في ايام الصيف في غرفة الاختبارات[3] .

لمنع تسرب الماء الى الداخل يجب تقليل الفجوات الهوائية والفطورفي صبة السقف بتقليل كمية الماء في خليط صب الكونكريت. كما يجب اضافة طبقتين من مانع الرطوبة السمنتي وطبقتين من القير فوقه. ان مانع الرطوبة السمنتي نوع جديد من موانع الرطوبة يلتصق جيدا بالكونكريت ويملأ الفراغات الموجودة فيه ويمتاز بديمومة عالية [4]. توفر هذه الطريقة ثلاثة طبقات من العزل المائي الجيد ابتداءا بالكونكريت ثم نوعين من موانع الرطوبة.

التبريد التبخيري للجدار:

من اجل تبريد الجدار يتم بناؤه من شقين كل منهما بسمك 12سم من الطابوق بينهما فراغ هوائي بعرض 7سم. يتم ربط الشقين باسلاك معدنية بمسافات متكررة للحفاظ على متانة الجدار. يتم دفع هواء مبرد بواسطة مبردة تبخيرية الى الفراغ داخل الجدارمن احدى الجهات ويخرج من الجهة المقابلة بحيث يبرد الفراغ الهوائي وبالتالي شقي الجدار وخصوصا الداخلي والذي يبرد بدوره الفضاء الداخلي. من الملاحظ ان تبريد الجدار يستغرق فترة يومين الى ثلاثة ليستقر [5]. وقد اظهرت التجارب ان استعمال التبريد الجداري مع الحوض السقفي يقلل معدل الحرارة في الداخل من اكثر من 41 درجة الى 31.8. كما قلل حمل التبريد بحوالي 90% في غرفة التجارب. يجب ملاحظة ان تأثير هاتين الطريقتين على الغرفة المذكورة مبالغ فيه لكون خمسة من سطوحها الستة مبردة وهي السطح والجدران الاربعة بينما في الغرفة الاعتيادية الواقعة داخل مبنى غالبا ما لا يتعرض اكثر من سطحين الى ثلاثة.

لكي يتسرب الهواء المبرد في الجدار من الطابق العلوي الى الارضي يبنى سقف الطابق الارضي من العقادة حيث لا يتجاوز صف الطابوق على داخل الفضاء ويبقى فراغ الجدار فارغا تخترقه فقط المقاطع الانشائية الحديدية التي لا تعارض حركة الهواء.

---

٠ هناك بحث جاري في الجامعة التكنولوجية حول مواصفات البناء وطرق البناء المناسبة للحلول المطروحة في هذا البحث وخصوصا عزل الحوض السطحي.

الفناء الداخلي:

يسقف الفناء الداخلي بسقف زجاجي مغطى بكاسرات شمسية مائلة وموجهة نحو الجنوب. يمكن ببساطة حساب زاوية الميلان لكي تسمح هذه الكاسرات لاشعة الشمس بالدخول شتاءا وتمنعها صيفا. يساعد ذلك على تدفئة الفناء شتاءا دون الصيف. كما ان فتحات خروج الهواء البارد من الجدار والسطح يقترح ان تفتح على هذا الفضاء لتبريده صيفا. توضع ساحبة في اعلى الفضاء لسحب الهواء وابقاء الضغط فيه سالبا لتشجيع حركة الهواء البارد من الجدار ومن السطح. يسمح هذا الفناء المبرد بالحصول على حديقة داخلية مبردة يمكن زراعتها بنباتات زينة بدون الخوف من درجات حرارة الصيف الحارقة او برد الشتاء. كما انها تسمح باستخدام جدران وشبابيك اعتيادية حول الفناء لكونه مبرد اصلا والسطوح المحيطة به لا تحتاج الى حماية منه او تبريد.

الشبابيك:

يقترح ان تستعمل الشبابيك المزججة بطبقتين (double glazing) لزيادة العزل الحراري في كافة شبابيك الدارعدا تلك المطلة على الحديقة الداخلية حيث ان الاخيرة تطل على فضاء مبرد صيفا بالهواء الخارج من الجدران ويدفأ صيفا بالشمس الداخلة عبر الزجاج السقفي الذي يسمح بدخول اشعة الشمس شتاءا. استعمال هذا النوع من الشبابيك يزداد اهمية بسبب كون السطح والجدران مبردة ومعزولة فتبقى الشبابيك هي المصدر الرئيسي لتسريب الحرارة ويجب التقليل من ذلك.

تبريد الفضاءات الداخلية:

توضع مكيفات هواء ضاغطة تقليدية لاضافة تبريد زائد الى الغرفة لايصال درجة الحرارة فيها الى مستوى الراحة في ايام الصيف الحارة. ان امكانية مزج التبريد التبخيري الواطيء الكلفة والذي لا يصرف طاقة كهربائية عالية مع المكيفات الضاغطة للوصول الى درجات الحرارة المناسبة هي احدى الميزات الرئيسية لهذا التصميم.

التدفئة شتاءا:

يتم تجفيف حوض الماء في السطح وسد الفتحات في الجدار والسطح شتاءا. يخلق ذلك فراغا هوائيا عازلا. تدفأ الغرف بالمدافيء النفطية والكهربائية التقليدية و لكن العزل الاضافي للفراغ الهوائي في الجدار والسطح والتزجيج المزدوج للشبابيك سيقلل من حمل التدفئة.

التحليلات الحرارية للدار الافتراضي:

يظهر مخطط الراحة الحرارية (Psychrometric chart) بان افضل درجة حرارة داخلية صيفا في الدار لشخص يلبس بنطلونا وقميص وجالس بصورة مريحة في غرفة فيها مروحة سقفية تعطي هواءا خفيفا بسرعة معتدلة قدرها 0.5م/ثا ودرجة حرارة مشعة قدرها 29م، هي 28م. في هذه الظروف يشعر اكبر عدد من الشاغلين بالراحة ويصل ذلك الى 95% منهم وهي اعلى نسبة ممكنة لظروف بيئية ثابتة.

تم الحصول على المدخلات والمتغيرات الرئيسية للتحليلات الحرارية للدار باستخدام المعلومات الناتجة من البحوث التي جرت على غرفة التجارب [3و5و7]. تم التحليل باستخدام برنامج Ecotect 5.2. جرت الحسابات على اساس الحفاظ على درجات الحرارة المستهدفة 24 ساعة في اليوم لكل الفضاءات.

تم حساب درجات الحرارة في اشهر الصيف المختلفة في فراغ الجدار المبرد وحوض الماء السقفي باستخدام المعلومات المأخوذة من التجارب على غرفة الفحص كاساس. تم تحويرهذه النتائج لتناسب هذه الاشهربمقارنتها رياضيا مع المعلومات الجوية عن درجة حرارة المحرار الرطب والمحرار الجاف لكل شهرعلى حدة. بعد ذلك تم ادخال المعلومات الى برنامج الحاسبة واستخراج النتائج. حرارة حوض الماء هي نفسها حرارة المحرار الرطب بعد ضربه في كفاءة التبريد والتي قاربت في

غرفة الفحص على نسبة 90%. وكذلك حرارة الهواء الخارج من المبردة علما بأن كفاءة تبريد المبردة العراقية التجارية هي حوالي 65% [8].

درجة حرارة الحوض السطحي = درجة حرارة المحرار الرطب x 1\ كفاءة التبريد
درجة حرارة هواء المبردة = درجة الحرارة الخارجية – (درجة الحرارة الخارجية – درجة حرارة المحرارالرطب) x 1\كفاءة التبريد ..... [8]

Abstract:

A traditional Iraqi house used to be compatible with climate and allows the users to live in a genealogically comfortable way in winter and summer. And because of the evolution of technology and contemporary housing demands, this kind of housing became inappropriate that led to the appearance of a new Iraqi house design which offers overall comfortable living but it cause a terrible loss of power for heating and cooling. Several new methods have been tested in the University of Technology in Baghdad to cool the building interior through cooling the structural envelope. The tests have been done on a test room that treated with some environmental solutions depending on evaporative cooling which consumes a less power than other cooling technologies. The results have been compared.

The solutions included using a cooled roof by(roof pond) plus evaporative cooler that cools the air over the roof pond and through a cavity wall. this particular research concentrates on experimenting the best tested solutions on an experimental modern house with 250 m^2 ,4 bed rooms,2 bath rooms and court with internal garden covered with sun breakers. The house was supplied with water pond on roof, cavity walls cooled by evaporative air cooler and windows with double glazing to increase thermal insulation. The cooled air that came from both the roof and the wall flows into the court and goes out from the top. The results have been simulated by using ***Ecotect v5.2*** computer program and it seems that this system would reduce the cooling load for such a house by 78% if cooled using compressor air conditioners to a temperature of(ordinary house). And 53% to reduce heat temp less than 26 degree. The results also shows that most of the power savings happens in the 2nd floor because of the roof pond. This design also saves about 39% of the heating power in winter because of the air cavity in the roof and walls.

لغرض حساب تأثير الحوض السطحي في برنامج الحاسبة تم اضافة فضاء فوق السطح وتم ادخال درجة حرارة كدرجة حرارة للفضاء. وكذلك الجدار المبرد حيث تم وضع فضاءات صغيرة ملصقة بالجدران الخارجية وتم ادخال درجة حرارة المبردة على انها حرارة الفضاء وتم تغيير سمك الجدار ليتناسب مع متطلبات جدار مبرد حيث قمنا بعمل 12 حالة تم الحساب بتغيير التصميم الحراري للجدار واضافة الحلول البيئية بصورة تدريجية ثم حساب تأثير كل منها. ثم المقارنة مع الدار التقليدي والذي هو نفس تصميم الدار البيئي المقدم في هذا البحث بعد رفع الحلول البيئية منه. لقد تم اختبار تأثير بعض الحلول البيئية

اولا: البدائل الحرارية التقليدية

١. الدار التقليدية باستخدام (24 حالة) للمقارنة باعتباره يمثل الدار العراقية الاعتيادية.
٢. نفس الدار مع اضافة 5سم عازل من البناء من الخارج.
٣. باضافة 5سم فراغ جداري عازل للحرارة (cavity wall).
٤. باضافة زجاج مزدوج عازل للحرارة (double glazing).

ثانيا: حلول التبريد الجديدة:

١. رفع العازل من السقف ووضع حوض سقفي مبرد.
٢. تبريد السقف السفلي بمبرد تبخيري.
٣. تبريد الفراغ الجداري بمبردة تبخيرية.
٤. زيادة كفاءة تبريد المبردة التبخيرية من 65% وهو المعدل للمبردة العراقية الى 80% [5] [8].

مع بعض التحسينات البسيطة لمادة الترطيب (الحلفة) [8]. وتعرض الكثير من الشركات منتجاتها على انها توفر نسبة ترطيب بهذا القدر.

كما يوضح الرسم في شكل 13 ان التأثير الاكبر للتبريد كان للحوض السقفي الذي يقلل الحمل 33% ثم التبريد الجداري الذي يقلل بنسبة 18%. بقية الحلول يوفر كل منهم 5–8% عدا تبريد الفناء الذي لم يوفر اكثر من 4%.

كان التوفير الاكبر في مساحات الدار في الطابق العلوي حيث انخفضت طاقة التبريد من 9498 كيلوات ساعة الى 974 فقط ويمثل ذلك توفيرا مقداره 89.7%. ويبدو ذلك طبيعيا حيث ان السطوح الخارجية التي هي في الدار التقليدية منافذ لانتقال الحرارة اصبحت في هذا التصميم وسائل تبريد وخصوصا السطح. اما الطابق الارضي فهو انخفض من 6142 كيلوات ساعة الى 2087 ويمثل ذلك هبوطا قدره 66%.

بعض الفضاءات قد تحتوي فعاليات اكثر نشاطا من الجلوس المريح وقد يحتاج بعضها الى ملابس اكثر او قد لا يقبل بعض الساكنين على وضع مروحة. في هذه الحالة يجب خفض درجة الحرارة دون 28م الى 26م. اظهرت التحليلات ان

هذه الدرجة تتطلب طاقة قدرها 22054 كيلوات ساعة في الدار التقليدية وهي زيادة قدرها 41% في حمل التبريد لتقليل درجة الحرارة درجتين اضافيتين عن درجة 28م.

اما باستخدام الحلول التبريدية المقترحة فيقل الحمل الى 9900 كيلوات ساعة للتبريد لدرجة 26م وهو توقيرقدره 53% عن الدار التقليدي. وبالرغم من ان هذا يمثل توفيرا اقل من الدار المبرد الى درجة 28 الا انه لا يزال يمثل توفيرا كبيرا.

الحمل الشهري للتبريد:

توضح الاشكال 14 و 15 احمال التبريد الشهرية للحصول على درجة حرارة 28م. يبدو من شكل 10 ان الدار التقليدية تحتاج الى تبريد كبير لمدة خمسة اشهر من ايار الى تشرين الاول باحمال تتجاوز الالف كيلوات ساعة. بينما يوضح شكل 15 الاحمال الشهرية المتناقصة للحلول المقترحة بصورة متدرجة ويبدو منها ان الحل النهائي باستخدام كافة الوسائل التبريدية لا يتطلب تبريد كبير لاكثر من شهرين هما تموز واب. كما يظهر

ان اكبر طاقة تبريد شهرية للدار الاعتيادية تصل في شهر تموز الى 5757 كيلوات ساعة بينما الحمل المقابل في الحل البيئي يقل ب 77% الى 1366.

صرف الطاقة الكلي:

تبقى الحلول المستخمدة في التبريد مفيدة شتاءا ايضا حيث يعمل الفراغ في السطح والجدار على عزل الحرارة داخليا.

يحتاج الدار التقليدي بدون عزل الى 35324كيلوات ساعة شتاءا للتدفئة للحفاظ على درجة حرارة 24م حسب الحسابات لبرنامج اكوتكت. اما باستخدام الحلول المقترحة فيقل ذلك بمقدار 39% الى 21507.

اما الصرف الكلي للطاقة للدارشتاءا وصيفا للتبريد والتدفئة بطريقة البناء التقليدية في بغداد للحفاظ على درجة حرارة 28م صيفا و 24 شتاءا هو 50964 كيلوات ساعة. اما الدار المعالجة بالحلول المقترحة فيحتاج الى 24568فقط وهو تخفيض كلي مقداره 52%.

الاستنتاج:

بالامكان الاستفادة من التبريد التبخيري الرخيص الكلفة لتبريد غلاف المبنى واستخدام المكيفات الضاغطة للحصول على درجة حرارة مريحة صيفا. التوفير في صرف الطاقة يصل اللى 78% للحصول على راحة حرارية مناسبة للسكن قدرها 28م. اما تطلبات فضاءات العمل والتي تحتاج تبريد اكثر لغاية درجة 26م فالتوفير يصل الى 53%. معظم التوفير هو للطابق العلوي. كما ظهر ان استخدام هذه الحلول تقلص الفترة التي تحتاج الى تبريد عالي من خمسة اشهر الى اثنين فقط. الحلول المقترحة مفيدة شتاءا ايضا حيث توفر 39% من طاقة التدفئة ايضا.

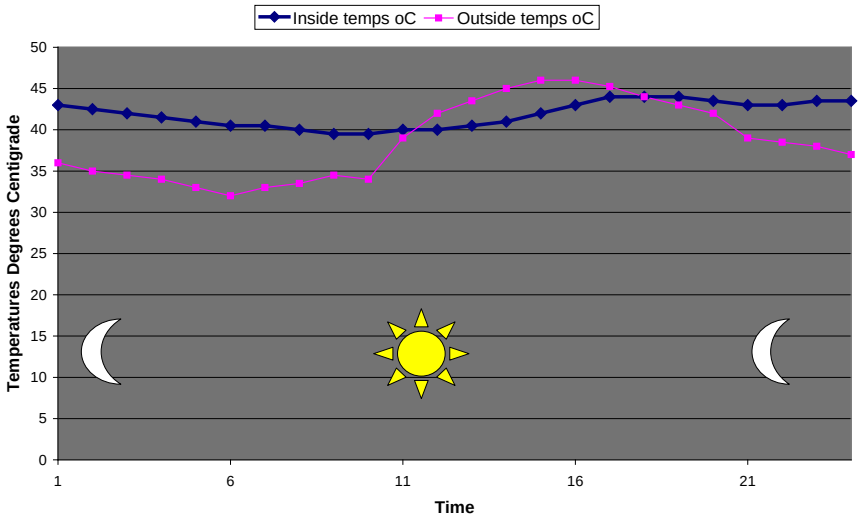
المصادر References

1- Kharrufa, Sahar; Adil, Yahiyah. **Roof pond cooling of buildings in hot arid climates.** Building and Environment, paper available online since 7th Feb 2007. Digital Object Identifier Link (DOI) "http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.034".

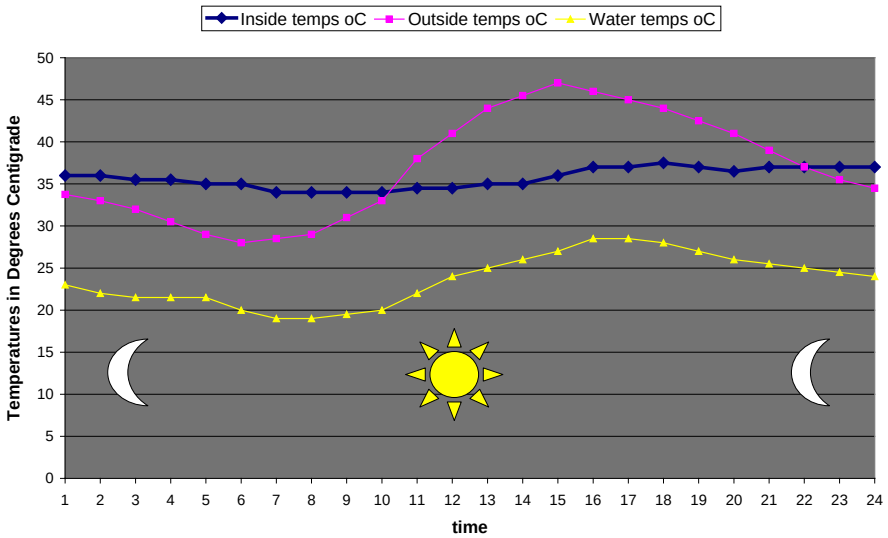
2- Yasuhiro Hamada, Kiyoshi Ochifuji, Katsunori Nagano and Makoto Nakamura, **LOW ENERGY HOUSE WITH GROUND SOURCE HEAT PUMP IN HOKKAIDO,** Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan, May 28 - June 10, 2000**.**

3- Stephen, F. R. **Performance monitoring of low energy house, Macclesfield.** International Journal of Ambient Energy, vol. 1, Jan. 1980, p. 29-46.

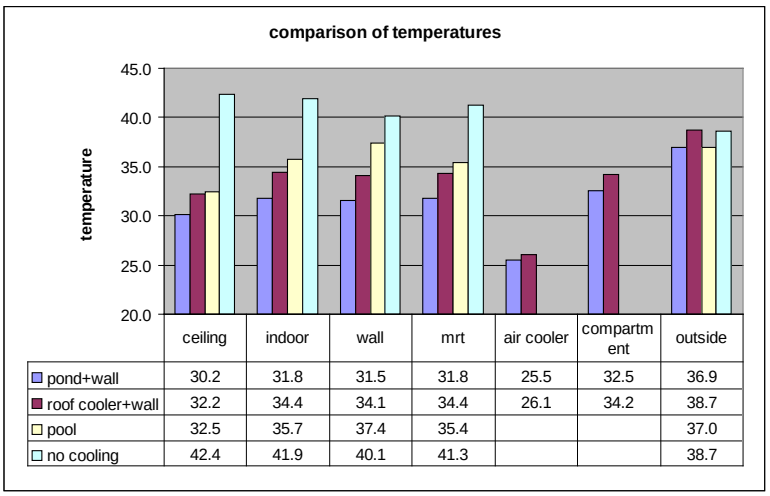
4- انعام البزاز. توظيف الطاقة الشمسية في الابنية في العراق. اطروحة ماجستير مقدمة الى القسم المعماري في كلية الهندسة في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير. 1990.
5- سهر خروفة ويحيى عادل. **استخدام السطح المبرد لتحسين الاداء الحراري للمبنى.** بحث غير منشور جرى في الجامعة التكنولوجية. القسم المعماري. بغداد 2006.
6- Kubal, Michael, T. **Waterproofing the Building Envelope**. McGraw-Hill Publications, 1992.
7- سهر خروفة و يحيى عادل. **استخدام المبردة التبخيرية لتبريد غلاف المبنى.** بحث غير منشور جرى في الجامعة التكنولوجية. القسم المعماري. بغداد 2006.
8- احمد نزار. **اثر التكيف الذاتي باستخدام المغطس الارضي على القرارات التصميمية في التشكيل الهندسي المثالي.** اطروحة ماجستير مقدمة الى القسم المعماري في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير. 1998.
9- Kharrufa, Sahar N, Adil, Yahiyah . **Modification of Building Envelope to Improve Interior Cooling**. Unpublished paper. Department of Architecture, University of Technology, Baghdad, Iraq. 2006.
10- Foster Robert E. **Evaporative Air-Conditioning Contributions to Reducing Greenhouse, Gas Emissions and Global Warming,** Southwest Technology Development Institute, New Mexico State University, ASHRAE, Toronto, 1998.



شكل 1 درجات الحرارة داخل وخارج غرفة الاختبار بدون وسائل تبريد

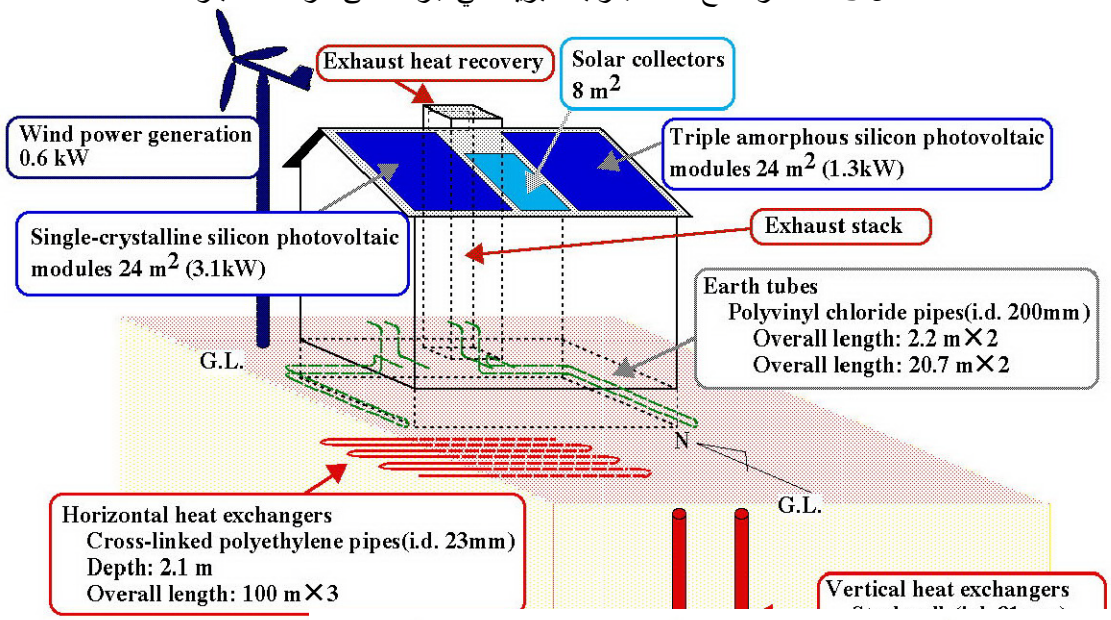


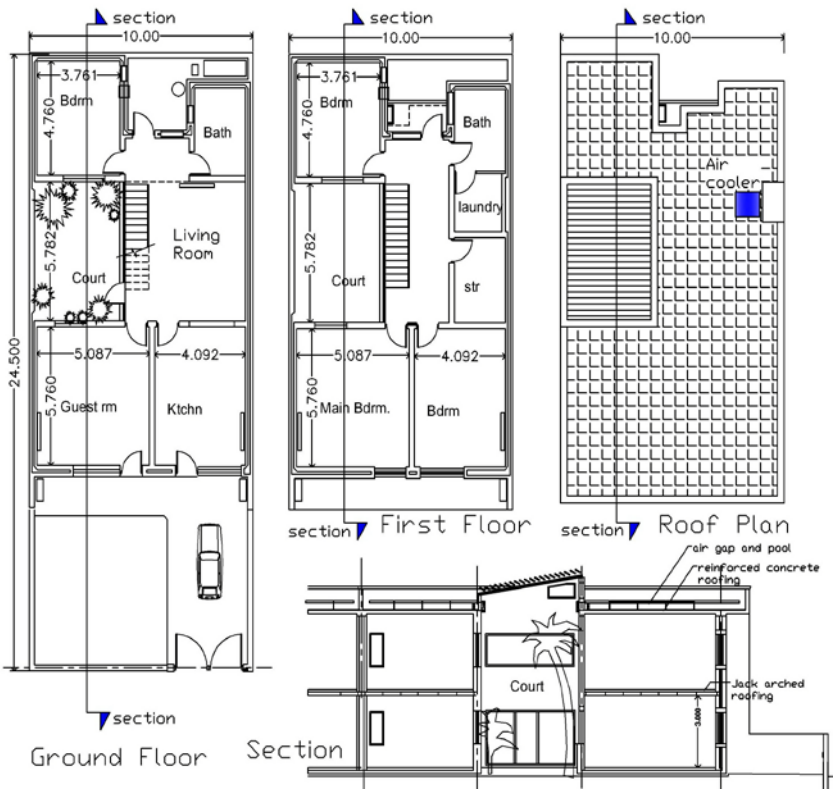
شكل 2 درجات الحرارة داخل وخارج غرفة الاختبار **بعد استخدام الحوض السطحي**



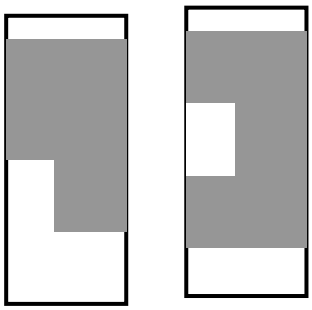
	ceiling	indoor	wall	mrt	air cooler	compartment	outside
pond+wall	30.2	31.8	31.5	31.8	25.5	32.5	36.9
roof cooler+wall	32.2	34.4	34.1	34.4	26.1	34.2	38.7
pool	32.5	35.7	37.4	35.4			37.0
no cooling	42.4	41.9	40.1	41.3			38.7

شكل 3 مختصر نتائج كافة تجارب التبريد التي جرت على غرفة الاختبار





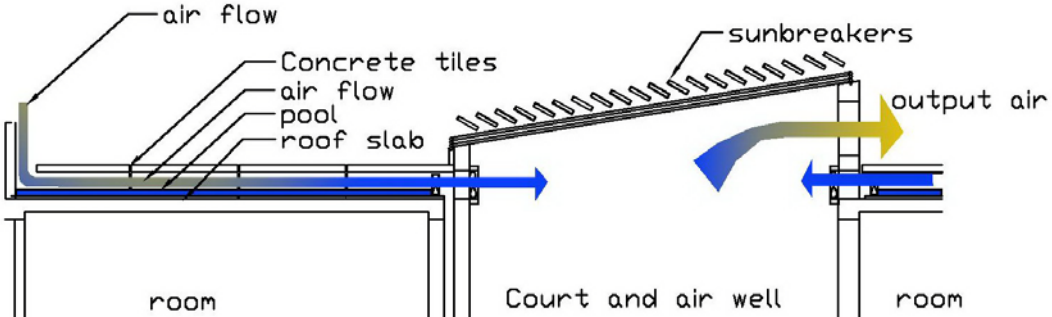
شكل 4 رسم توضيحي للمعالجات البيئية في دار هوكائيدو[2]

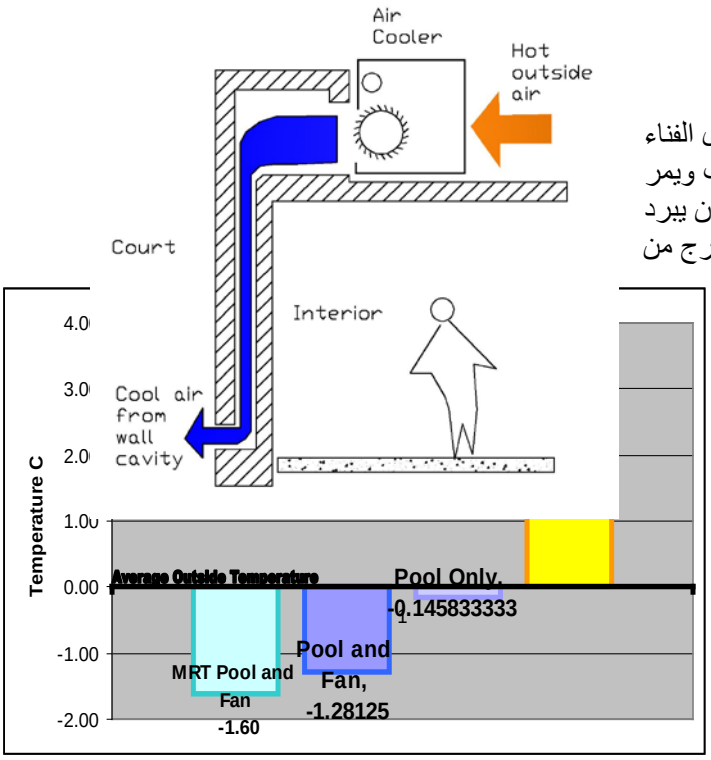


الشكل 6 الخرائط الاساسية للدار البيئي المقترح وتشمل من اليسار خارطة الطابق الارضي والاول والسطح ومقطع في الدار يمر بالفناء في الاسفل

شكل 5 الاشكال الاساسية الممكنة لتصميم الدار

الشكل 7غرفة التجارب. حجرة تبريد السطح فوق المبنى والمبردة على اليسار لتبريد الجدار. [7] يمكن رؤية الفراغ بين الجدارين قرب الباب حيث يخرج الهواء بعد تبريد فراغ الجدار



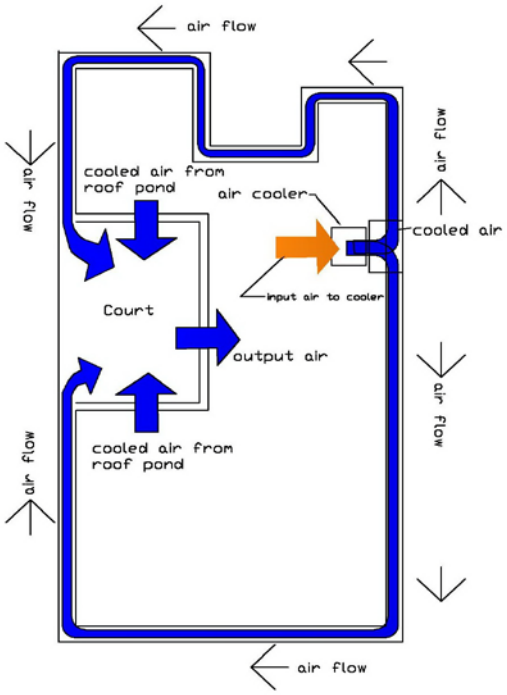


الشكل 8 مخطط توضيحي للتبريد السطحي وعمل الفناء الداخلي. يدخل الهواء الى الفراغ السطحي من جانب ويمر فوق الحوض ليدفع الى الفناء والحديقة الداخلية بعد ان يبرد الهواء والماء. ثم يدفع الهواء من داخل الفناء الى الخارج من اعلى الفضاء. الكاسرات فوق السقف الزجاجي يجب ان تكون موجهة باتجاه الجنوب لتسمح لاشعة الشمس بالدخول شتاءا وتحجبها صيفا.

ا ل ش ك ل

9 (يسار) التأثير التبريدي للحوض السقفي في غرفة الاختبار يوضح ان معدل درجة الحرارة داخل الغرفة بدون من اعلىحوض هو 3.22م درجة المعدل في الخارج بينما يقل الى 1.28 من المعدل مع الحوض [3].اقلدرجة

شكل 9 معدل فروقات درجات الحرارة في غرفة الفحص نسبة الى المعدل في الخارج مع وبدون حوض سقفي [3].

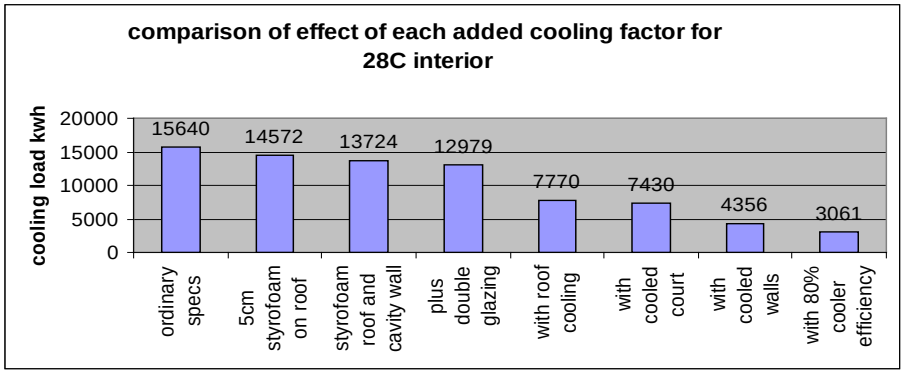


شكل 10 رسم توضيحي لطريقة تبريد الجدار في الدار الافتراضي بدفع هواء من مبردة تبخيرية من الاعلى الى الفراغ في الجدار وخروجه من الاسفل.

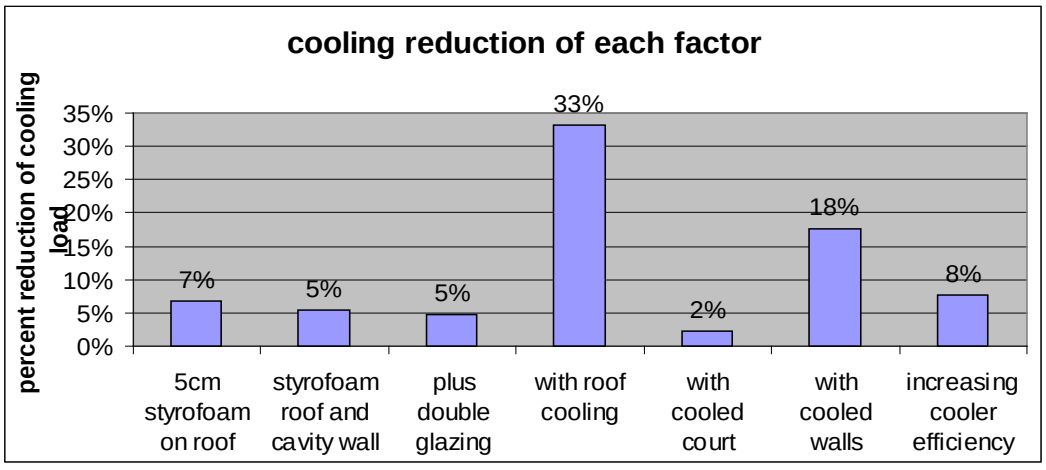
شكل 11 مخطط توضيحي لحركة الهواء في الدار الافتراضي. يسحب هواء السطح فوق حوض الماء ويدفع الى الفناء الداخلي لتبريد السطح. كما يدفع هواء المبردة الى الجدار من الجهة المقابلة للفناء ويخرج الى الفناء ثم يدفع الهواء من الفناء الى الخارج ثانية.

	house type	cooling grnd floor kwh	cooling first floor kwh	total cooling kwh	% cooling relative to ordinary specs
1	ordinary specifications	6142	9498	15640	%100
2	plus styrofoam on roof	6144	8428	14572	%93
3	plus cavity wall	5784	7940	13724	%88
4	plus double glazing	5702	7277	12979	%83
5	with roof cooling	4972	2798	7770	%50
6	plus cooled court	4777	2653	7430	%48
7	Plus cooled walls	2902	1453	4356	%30
8	with 80% cooler efficiency	2087	974	3061	%22

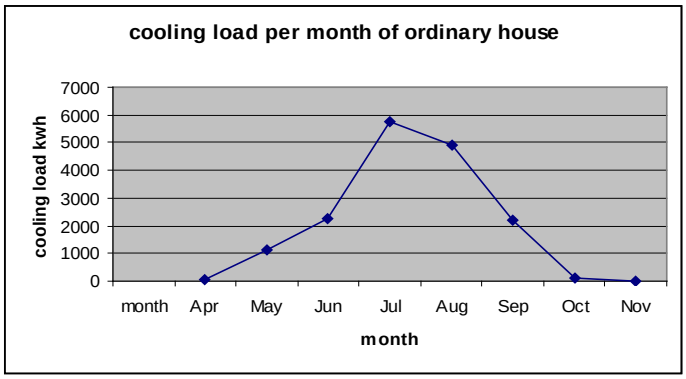
جدول 1 نتائج التحليل الحراري بالحاسبة لحلول بيئية مختلفة في الدار ونسبة توفير طاقة التبريد في كل منها لكل طابق ولمجموع الدار مقارنة مع دار تقليدية (البديل الاول).



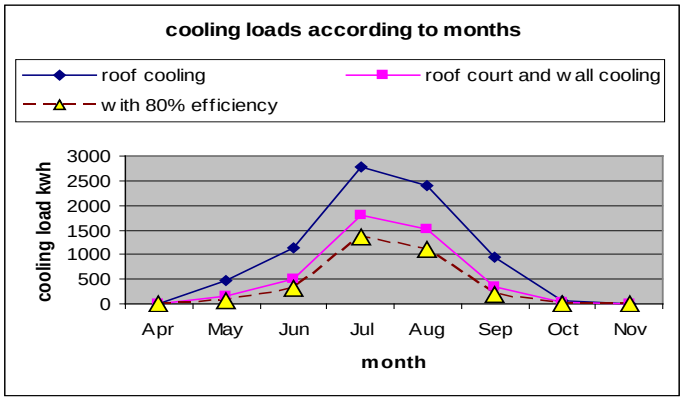
شكل12 رسم توضيحي لطاقة التبريد الكلية للدار بعد اضافة كل حل تبريدي.



شكل 13 التوفير في الطاقة لكل حل بيئي بصورة منفردة مقارنة مع الدار التقليدي.



شكل 14 حمل التبريد لكل شهر للدار الاعتيادية المبردة.



شكل 15 حمل التبريد الشهري للتبريد السطحي وباضافة تبريد الجدران والفناء واخيرا لزيادة كفاءة المبردة التبخيرية الى 80%.