مجلة جامعة الملك سعود، م٢٢، العمارة والتخطيط (١)، ص ص ١-١٤، الرياض (٢٠١٠م/١٤٣١هـ)

أثر مادة الخلية الهوائية العازلة للحرارة في الحوائط الخارجية على الأداء الحراري للمباني في الرياض

ناصر بن عبدالرحمن الحمدي ؛ عبدالرحمن بن محمد العنقري
قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط
جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ٣/٩/ ١٤٢٨هـ ؛ وقبل للنشر في ٢٥/ ١٢/ ١٤٣٠هـ)

الكلمات المفتاحية: عوازل حرارية، الأداء الحراري للمبنى، مناخ حار جاف.

ملخص البحث. يُركز هذا البحث على دراسة تضارب الآراء حول أفضلية الأداء الحراري لاستخدام مادة عازلة للحرارة في الحوائط الخارجية للمباني ومدى انعكاس ذلك على فعاليتها في الفراغات الداخلية للمباني وخاصة في المناخ الحار الجاف. في الآونة الأخيرة توفر في السوق السعودي مادة تسمى الخلية الهوائية (Air Cell) وهي مادة مكونة من طبقتين من رقائق الألومونيوم بينهما فقاعات هوائية. تهدفُ الدراسة معرفة الأداء الحراري لمادة الخلية الهوائية ومقارنتها بمواد عازلة للحرارة في حوائط المبنى، بالاعتماد على تجربة تطبيقية أقيمت بالمزرعة التعليمية خلال فترة ٢٠٠٤- ٢٠٠٥م (لمتابعة الاداء الحراري للتجربة العلمية بشكل أدق على مدى عامين)، في محطة أبحاث كلية العمارة والتخطيط بجامعة الملك سعود بالرياض. تم استخدام غرف نموذجية بنيت حوائطها من الطوب الأسمنتي وعزلت بمواد عازلة للحرارة باستخدام رقائق الألومنيوم مثل الصوف الصخري، "الستيروفوم" و"البرلايت" السعودي، وتم جمع قراءات لأداء الحراري للغرف النموذجية وأحوال الطقس وتحليل تلك البيانات، وسيتم عرض النتائج على هيئة رسومات بيانية كما سيتم استخراج معادلات للتنبؤ بالأداء الحراري للفراغ الداخلي المعزول حوائطها بمادة الخلية الهوائية باستخدام برنامج "أورجين لاب". خلصت نتائج الدراسة بمدى فاعلية استخدام مادة الخلية الهوائية كعازل حراري للحوائط. فقد وجد بالتجربة التطبيقية أنه عندما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي القصوى ٣٧°م، كانت درجة حرارة الهواء الداخلي للغرفة المعزول حوائطها بمادة الخلية الهوائية ٣٠.٢°م أي بفارق ٦.٨°م، كما اتضح أن الفارق بين درجة حرارة الغرفة المعزول حوائطها بمادة الخلية الهوائية ومواد العزل الأخرى أنفة الذكر ٠.١°م. يختتم البحث بعرض توصيات معمارية لإدراك أهمية اختيار مواد العزل الحراري المناسبة للمباني في المملكة العربية السعودية

المقدمة

يعني العزل الحراري الحد من تسرب الحرارة من خارج المبنى إلى داخله في موسم الصيف، ومن داخله إلى خارجه في موسم الشتاء. فتسرب الحرارة يتم عن طريق الحوائط والاسقف والنوافذ وعبر فتحات التهوية، وتشكل نسبة الحرارة المتسربة من الحوائط والأسقف حوالي ٦٠ إلى ٧٠ ٪ من إجمالي الحرارة المتسربة إلى المبنى.

لاشك أن توظيف المواد الطبيعية لحماية الإنسان وراحته من تقلبات الجو داخل مسكنه وخاصة في المناطق الحارة، قد عرفت منذ الأزمان المتقدمة وتم الاستفادة منها وبكفاءة عالية في العمارة التقليدية خاصة في المناطق ذات المناخ الحار (Fathy, 1986). فقد استخدمت الكهوف داخل الجبال وباطن الأرض والحوائط السميكة المبنية من الطين والحجر والرمل لإيجاد مساكن ملائمة لعيش الإنسان في بيئته الطبيعية، ومن الأمثلة الجيدة التي تعكس إمكانية الاستفادة من خصائص باطن الأرض كمادة عازلة للحرارة في المساكن التي تم تشيدها في صحراء تونس حيث يتكون المسكن من فناء مكشوف يحيط به غرف محفورة في الأرض. لقد أثبتت الدراسات أن درجة الحرارة داخل الغرف كانت حوالي ٢٧° م عندما كانت درجة الحرارة الخارجية ٤٩° م في فترة الصيف١٩٨١م (Cole, 1981). من الأمثلة المشابهة، استخدام المساكن المحفورة بالأرض في منطقة عسير جنوب غرب المملكة العربية السعودية. فقد تم تشييد المساكن بطريقة حفر الأرض وعمل غرف تحت مساحة كبيرة تسمى "ثرى" الموجودة شمال شرق جبل دهلا في مدينة أبها. هذه المساكن كانت و مازالت حتى اليوم يقطنها أهاليها حتي الوقت الحاضر.

في الوقت الحاضر، نتيجة التطور في تقنيات البناء الحديثة وظهور المواد العازلة للحرارة والخرسانة وحديد التسليح في عمليات البناء، ظهرت تصاميم معمارية حديثة افتقدت فيها تقاليد وأعراف كانت تحكم العمارة التقليدية والتي ظلت ولفترة طويلة متلائمة مع أحوال المناخ وملبية لراحة الإنسان بالرغم من عدم توفر الطاقة الكهربائية في ذلك الوقت. هذا التطور أوجد مشكلة في معظم المباني وفي ظل نظم وقوانين البناء المعاصرة تستهلك طاقة كهربائية كبيرة لتوفير جو مريح بداخلها باستخدام المكيفات الميكانيكية المكلفة ماليا مما حث وزارة الصناعة والكهرباء وضع برامج في مجال ترشيد استهلاك الطاقة لحل هذه المشكلة وتطبيق نظم العزل الحراري في المباني الحكومية والخاصة على حد سواء (التويجري، ١٤١٨هـ).

لقد ساهم استخدام المباني الخرسانية بشكل كبير في استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض. أوضح المقرن في دراسة أن ذروة الاستهلاك تضاعفت أكثر من ١٤ مرة ما بين العامين ١٩٧٩ و١٩٨٩م (المقرن، ١٤٠٩هـ).

كما بينت الدراسات أن إنتاج المملكة من الطاقة الكهربائية تضاعف أكثر من ١٠٠ مرة في الفترة ما بين ١٩٧٠-٢٠٠٣م، وتضاعف الاستهلاك المنزلي للطاقة في نفس الفترة عشرات الأضعاف وذلك لأن الاستهلاك الرئيس للكهرباء يعود إلى استخدام تكييف الهواء الميكانيكي والإنارة الاصطناعية، والتي تعتمد على الطاقة الكهربائية كمصدر لتشغيلها (جامع، ١٤١٠هـ، بركات، ١٤١٠هـ، الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، ١٤٢٢هـ).

إن توظيف أنظمة العزل الحراري لإبقاء حالة ثبات لدرجات الحرارة في المباني و خاصة في الدول المتقدمة ساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية. تعتمد أنظمة العزل الحراري في المباني على مقدار منع انتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله وتختلف أنواعها و أدائها باختلاف منع انتقال الحرارة بواسطة التوصيل أو الحمل أو الإشعاع (الغنيم، ١٤٠٩هـ).

في المناطق ذات المناخ المعتدل صيفاً، تعد العوازل الحرارية المنفذة في الحوائط وسقف المبنى مباشرة تصميم استراتيجي مناسب لأن درجة حرارة الفراغ الداخلي تتغير بارتفاع طفيف. لكن في المناطق الصحراوية، كما هو موجود في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، فإن درجة حرارة الهواء الخارجي صيفاً عالية في النهار ومنخفضة في المساء، مما يجعل درجة حرارة الفراغ الداخلي ذات تذبذب عالى يصل لحوالي ٢٥°م. إن السبب في ذلك يرجع الى أن أسطح الحوائط والأسقف تمتص الحرارة من أشعة الشمس الساقطة مباشرة وبالتالي تنتقل الحرارة من السطح الخارجي إلى السطح الداخلي لغلاف المبنى بواسطة التوصيل conduction وعند ملامسة الهواء الداخلي لغلاف المبنى تنتقل الحرارة بواسطة تيارات الحمل convection (مصلحة الأرصاد وحماية البيئة، ١٤١٥هـ).

في السنوات الأخيرة، ظهر منتج جديد يسمى الخلية الهوائية "Air-cell" وهو مادة عازلة للحرارة تتنوع طرق استخدامها في تغليف الطرود البريدية وعزل الحرارة للمواد الغذائية ويقترح الباحثان استخدمها في حوائط المباني كمادة عازلة للحرارة وبعمل هذا البحث يمكن التحقق من كفاءة الأداء الحراري لهذا المنتج لاستخدامه في حوائط المباني كمادة أساسية للعزل الحراري.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على مقارنة الأداء الحراري لمادة الخلية الهوائية "Air-cell" بمواد أخرى عازلة للحرارة وشائعة الاستعمال مثل مادة الصوف الصخري ومادة "الستيروفوم" و"البرلايت" السعودي في الحوائط بداخل مباني نموذجية "BTM" "Building Test Models" باستخدام تلك العوازل

الحرارية وذلك بطريقة تجارب تطبيقية لتحقيق الأهداف التالية:

١- معرفة أثر مادة الخلية الهوائية كعازل حراري للحوائط ومقارنتها بمواد شائعة الاستعمال على الأداء الحراري للمباني في المناخ الحار الجاف باستخدام غرف تجريبية في مناخ الرياض.

٢- اقتراح بعض التوصيات المعمارية المناسبة لاستخدام العوازل الحرارية لحوائط المباني في المناطق الحارة الجافة في المملكة العربية السعودية.

منهجية الدراسة

في هذه الدراسة سيتم إجراء تجربة تطبيقية خلال فترة الصيف لعام ٢٠٠٦م بمحطة أبحاث كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود بالرياض. التجربة عبارة عن غرف نموذجية بنيت حوائطها من الطوب الأسمنتي وبنيت بمواد عازلة للحرارة باستخدام رقائق الألومنيوم مثل الصوف الصخري، الستيروفوم والبرليت السعودي.

نظراً لأن طبيعة الدراسة تجريبية تطبيقية، فقد صمم منهج البحث وفق الخطوتين التاليتين:

الخطوة الأولى، الرجوع إلى مطبوعات وأبحاث وتقارير منشورة عن التجارب والمشاهدات التي أنجزت بواسطة باحثين متخصصين في دراسة العوازل الحرارية في المباني.

الخطوة الثانية، إجراء تجربة تطبيقية خلال فترة الصيف لعامي ٢٠٠٤- ٢٠٠٥م وتشتمل على:

١- استخدام مباني تجريبية وهي غرف نموذجية حيث تم عزل الغرفة الرئيسة بمادة **الخلية الهوائية** كعازل حراري، وتم عزل باقي الغرف بأنواع مختلفة من العوازل الحرارية المصنعة والشائعة الاستعمال مثل لفائف الصوف الصخري وألواح "الستيروفوم" وحبيبات "البرلايت" السعودي، وسوف تجرى التجربة بحيث تكون المباني الاختبارية في وضع حالة أساسية (Base case)، خلال فترة شهور أغسطس لعامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥م، بهدف معرفة الأداء الحراري للغرف وقت ارتفاع درجة حرارة الجو وتغير درجة حرارة الهواء الخارجي.

٢ - جمع قراءات تشتمل على درجات حرارة كل من الهواء في منتصف فراغ الغرف النموذجية، أحوال الطقس من الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء الجافة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها.

٣- سوف يتم جمع المعلومات باستخدام نظام (سي. أر. تن. اكس) وحاسب آلي لجمع البيانات. حيث سيتم عمل تحليل إحصائي باستخدام برنامج (ميكروسوفت اكسل)، وسوف تعرض النتائج على هيئة رسومات بيانية وجداول توضح ذلك. حيث سيتم تحليل نمط التغير في حرارة الغرف الاختبارية في المرحلة الأولى وكذلك نمط التغير في حرارة الغرف الاختيارية في المرحلة الثانية وسوف يتم مقارنة الأداء

الحراري لدرجات حرارة الفراغ الداخلي للغرف الاختبارية، كما سيتم استنتاج بعض النتائج النابعة من تحليل القراءات التطبيقية.

٤- سوف يختتم البحث بخاتمة مختصرة عن طبيعة موضوع البحث والنتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة التطبيقية. كما سيتم عرض توصيات تساهم في أدراك أهمية اختيار العزل الحراري المناسبة للمباني من حيث الفاعلية الحرارية والاقتصادية والتنفيذ والعمر الافتراضي.

وصف الموقع والغرف الاختبارية

الموقع

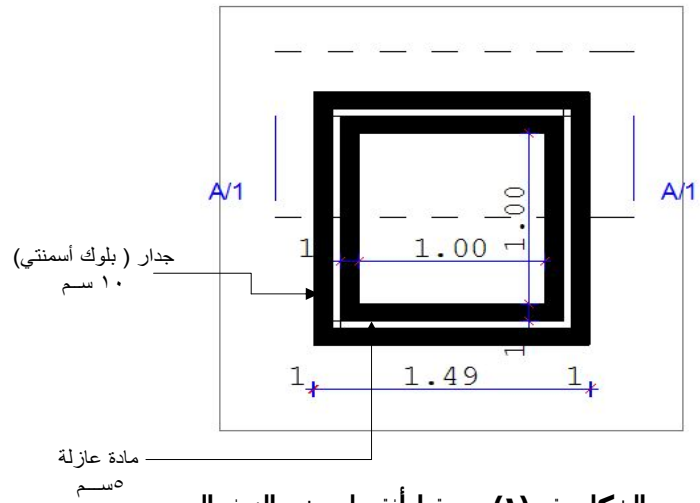
تم اختيار مدينة الرياض - التي تقع في هضبة نجد على خط عرض ٢٤° و٤٢َ شمال خط الاستواء وخط طول ٤٦° و٤٤َ شرق جرينتش وعلى ارتفاع ٦٢٤ فوق سطح البحر- مكاناً مناسباً للدراسة كما تم اختيار موقع التجربة في شمال أرض جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية. بسبب أن هذا الموقع يتصف صيفا بالحرارة والجفاف الشديدين وبالمدى الحراري المرتفع الذي يقدر بحوالي ١٨°م. سجلت أحوال الطقس بواسطة مصلحة الأرصاد وحماية البيئة لمتوسط قراءات ١٠ سنوات (١٩٨٦-١٩٩٥م). يلاحظ أن فصل الصيف يمتد من شهر يونيو إلى شهر سبتمبر ويتراوح المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء الجافة للنهاية الصغرى من ٢٢,٠°م إلى ٢٥,٤°م، أما المعدل الشهري لدرجة الحرارة القصوى فتتراوح من ٤٤,٠° م إلى ٤٧,٤°م. أما بالنسبة للرطوبة النسبية لنفس المدة فإن المعدلات العليا تتراوح من ٣٢,٠٪ إلى ٦٦,٠٪ والمعدلات الصغرى تتراوح من ٢٪ إلى ٣٪، وتهب رياح حارة وجافة على مدينة الرياض تعرف برياح "السموم" ويتراوح المتوسط الشهري لسرعتها صيفا ما بين ٤ عقدة إلى ٨ عقدة واتجاهها غالبا ما يكون شمالا. يتراوح الضغط الجوي ما بين ٩٣٧,١ س. ض. إلى ٩٤٠,٤ س. ض. كما أن المعدل الشهري لهطول الأمطار ٠,٠ مم في أشهر الصيف بينما يصل ٣٩,٥ مم في شهر إبريل. يتميز المناخ في مدينة الرياض بوجود أشعة الشمس شبه العمودية والتي تتراوح حرارتها من ٨١٣ إلى ٩٢٩ واط / م٢، وتكون النتيجة ارتفاع في درجة حرارة سطح الأرض مما يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة الهواء الملامسة لسطح الأرض وترتفع إلى أعلى ليحل هواء بارد نسبي وبالتالي تتواجد زوابع رملية في فترة اشتداد أشعة الشمس.

الغرف الاختبارية

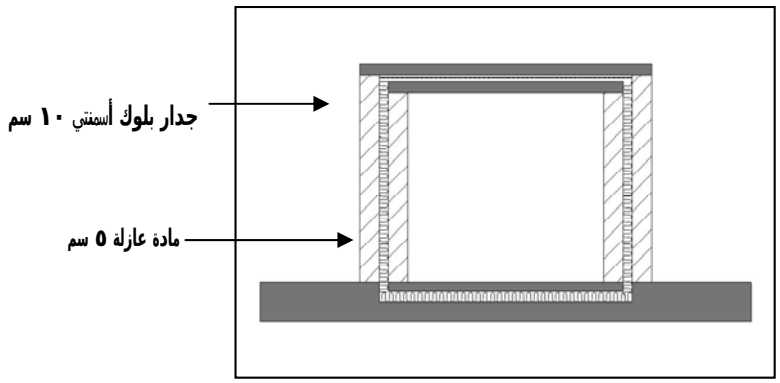
تم بناء خمس غرف نموذجية تجريبية"BTM"، الغرفة الأولى الرئيسة زودت حوائطها بلفائف الخلية الهوائية العازلة للحرارة "Air-Cell"، أما باقي الغرف الأربعة فتم تزويد ثلاث منها بعزل حراري من: لفائف الصوف الصخري، ألواح الستيروفوم، وحبيبات

البرليت السعودي على التوالي. حوائط هذه الغرف الاختبارية مكونة من حائطين من البلوك الأسمنتي وذلك لأنه شائع الاستخدام، حيث الحائط الخارجي ١٠ سم والداخلي ١٠ سم وبينهما فراغ سمكه ٥ سم مزودة بمواد العزل الحراري سابقة الذكر. أما الغرفة الخامسة هي غرفة الحالة الاساسية (Base Case or Control Room) والتي تم بناء سقفها وحوائطها بدون مواد عزل حراري.

يتكون السقف لجميع الغرف الاختبارية الأربع من بلاطتين خرسانيتين سمك كل منهما ٥ سم وبينهما فراغ سمكه ٥ سم مملوءاً بمادة عازلة مطابقة للمادة المستخدمة في الحوائط مثل الصوف الصخري والستيروفوم والبرليت السعودي. كما أن أبعاد الغرف من الداخل ١ م * ١ م * ١ م. يوضح شكل رقم (١) مسقط أفقي والشكل رقم (٢) قطاع رأسي لنموذج لغرف الاختبارية.



الشكل رقم (١). مسقط أفقي لنموذج الغرفة التجريبية.



الشكل رقم (٢). قطاع رأسي لنموذج الغرفة التجريبية.

الأجهزة المستخدمة في التجربة

استخدمت أجهزة خاصة في إجراء الدراسة ويمكن تصنيفها إلى:

أولاً: المجسات الحرارية

١- استخدم ٥ مجسات حرارية (Thermocouples, typeT) لقياس درجة حرارة هواء الغرف الاختبارية، تم عمل تصحيح قراءات المجسات الحرارية بواسطة الباحثين حيث حصل على قراءات للمجسات و معيار حراري زئبقي (Spar Scientific) لمدة ثلاثة أيام عندما وضعت جميعها في ماء ساخن وماء متجمد وماء دافئ وتم عمل معادلة علاقة خطية بين قراءة المجس الواحد وقراءة المعيار الزئبقي للحصول على معامل تصحيح المجسات. يوضح الشكل رقم (٣) المجسات الحرارية في الغرف.

الشكل رقم (٣). يوضح طريقة تركيب المجس الحراري في الغرف النموذجية.

٢- استخدم جهاز بيرانوميتر (Pyraneometer model LI-COR, type LI2003S) لقياس كمية الإشعاع الشمسي. كما هو موضح بالشكل رقم (٤).

الشكل رقم (٤). جهاز البيرانوميتر لقياس كمية الإشعاع الشمسي.

٣- جهاز قياس سرعة واتجاه الرياح (Met One A anemometer, type 014A-U). كما هو موضح بالشكل رقم (٥).

الشكل رقم (٥). جهاز الانيموميتر لقياس سرعة واتجاه الرياح.

٤- جهاز قياس درجة حرارة الهواء الجافة والرطوبة النسبية نوع (VAISALA, type HMP35C).

كما هو موضح بالشكل رقم (٦).

الشكل رقم (٦). جهاز قياس درجة حرارة الهـواء الجافـة والرطوبة النسبية.

ثانياً: نظام تجميع وتخزين قراءات

نظام (CR10X) صناعة شركة كامبل العلمية (Campbell Scientific, Inc.). لتسجيل متوسطات للقراءات من المجسات كل ١٠ دقائق ثم ٣٠ دقيقة ثم كل ٢٤ ساعة. كما هو موضح بالشكل رقم (٧).

الشكل رقم (٧). يوضح شكل نظام "سي أر تن أكس".

ثالثاً: وحدة حاسب آلي

تم استخدام جهازين من الحاسب آلي، يعملان على برنامج (PC208)، لتشغيل نظام (CR10X) ومعالجة القراءات وتخزينها يوميا ومشاهدة رسومات بيانية وقت تسجيل القراءات لجميع أجهزة القياس لأحوال الطقس والمجسات الحرارية. كما استخدم محلل بيانات (Excel) لعمل رسومات بيانية وتحليل المعلومات المسجلة. يوضح الشكل رقم (٨) وحدة الحاسب الآلي التي تم استخدامها بالتجربة.

الشكل رقم (٨). جهاز حاسب آلي المستخدم على برنـامج (PC208).

تحليل المعلومات

أولاً: الأداء الحراري للغرف التجريبية

تم عمل تحليل للقراءات التي تم أخذها خلال شهري أغسطس لعامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥ م، لمعرفة الأداء الحراري للغرفة التجريبية النموذجية بواسطة

استخدام برنامج "ميكروسوفت اكسل". يوضح الشكل رقم (٩) الأداء الحراري لدرجة حرارة الغرف التجريبية الخمسة ودرجة حرارة الهواء الجوي الخارجي، حيث يتضح أنه عندما كانت درجة الحرارة القصوى للهواء ٣٧°م كانت درجة حرارة هواء الغرف التجريبية للمواد العازلة: الخلية الهوائية، الصوف الصخري، "الستيروفوم"، "البرلايت" السعودي وغرفة التحكم على التوالي هي ٣٠,٢° م، ٣٠,١°م، ٣٠,١° م، ٣٠,١°م و٣٣° م. يتضح من درجات الحرارة السابقة أن الفرق بين:

درجة حرارة الهواء الجوي وهواء غرفة الخلية الهوائية = ٦,٨°م

درجة حرارة الهواء الجوي وهواء غرفة الصوف الصخري= ٦,٩°م

درجة حرارة الهواء الجوي وهواء غرفة "الأستيروفوم" = ٦,٩° م

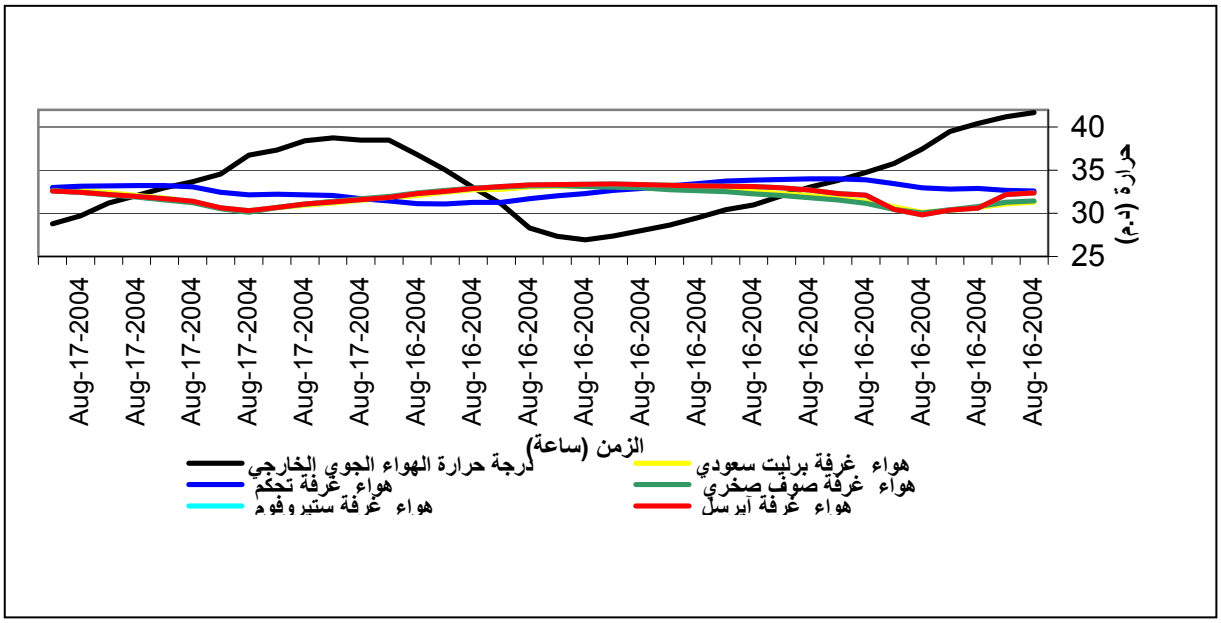
درجة حرارة الهواء الجوي وهواء غرفة "البرلايت" السعودي = ٦,٩° م

درجة حرارة الهواء الجوي وهواء غرفة التحكم = ٤°م

يستنتج مما سبق أن استخدام مادة الخلية الهوائية كعازل حراري ينتج عنه:

انخفاض في درجة حرارة الفراغ الداخلي عن الهواء الخارجي بحوالي ٦,٨° م.

ارتفاع ٠,١° م عن مواد العزل الحراري الأخرى الصوف الصخري وألواح "الأستيروفوم" و"البرلايت" السعودي.

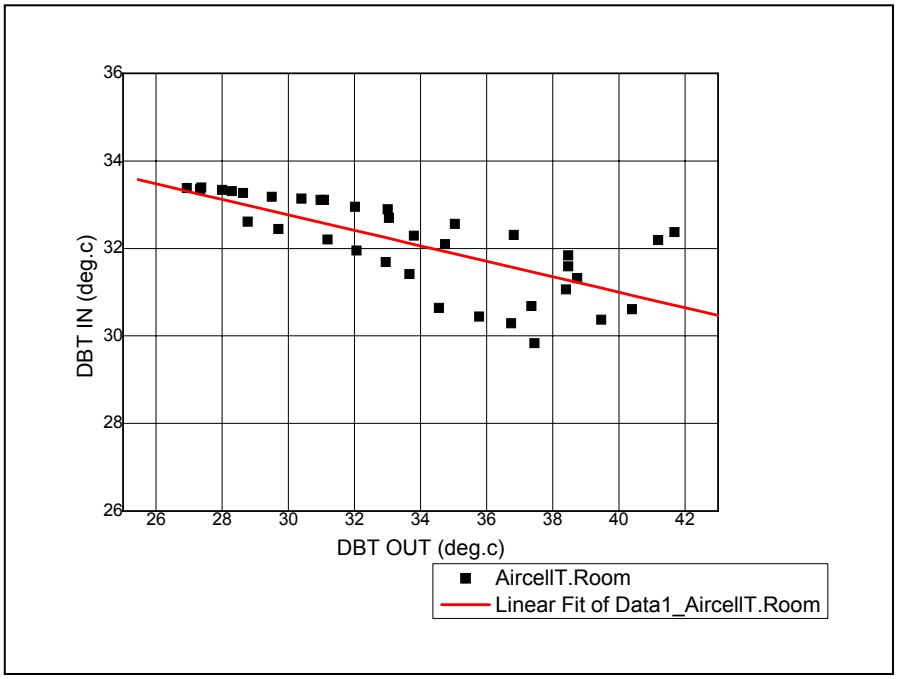


الشكل رقم (٩). الأداء الحراري المعرفي التجربة الخمسة في شهر أغسطس لعام ٢٠٠٤م (برنامج "ميكروسوفت أكسل").

ثانياً: معادلة التنبؤ بحرارة الفـراغ الـداخلي لغرفة الخلية الهوائية:

تم استنتاج معادلة للتنبؤ بدرجة حرارة هواء الغرفة المعزول جدرانها بمادة الخلية الهوائية بمعلومية درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي، فقد تم دراسة العلاقة بين درجة حرارة غرفة الخلية الهوائية والهواء الجوي الخارجي وذلك بواسطة القياسات التي تم أخذها في شهري أغسطس لعامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥ م.

بإستخدام برنامج "أورجين لاب". يوضح الشكل رقم (١٠) علاقة درجة حرارة هواء الغرفة المعزولة بالخلية الهوائية ودرجة حرارة الهواء الجوي الخارجي. ويتضح أن العلاقة غير قوية، ويدلنا هذا على الدور الذي قامت به مادة الخلية الهوائية في العزل الحراري لهواء الغرفة.



الشكل رقم (١٠). العلاقة بين درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي ودرجة حرارة الهواء الداخلي للغرفة المعزول جدرانها بالخلية الهوائية خلال شهر أغـسطس ٢٠٠٤م (برنامج" أورجين لاب").

كما تم استنتاج معادلة من برنامج "أورجين لاب"، للتنبؤ بدرجة حرارة الغرفة المعزولة حوائطها بمادة الخلية الهوائية بمعلومية درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي. من خلال المعادلة رقم (١).

ص = ٣٨ + (- ٠,١٧ س.....(١)

حيث إن:

ص = درجة حرارة الغرفة المعزولة حوائطها بالخلية الهوائية

٣٨ = قيمة ثابتة للمعادلة

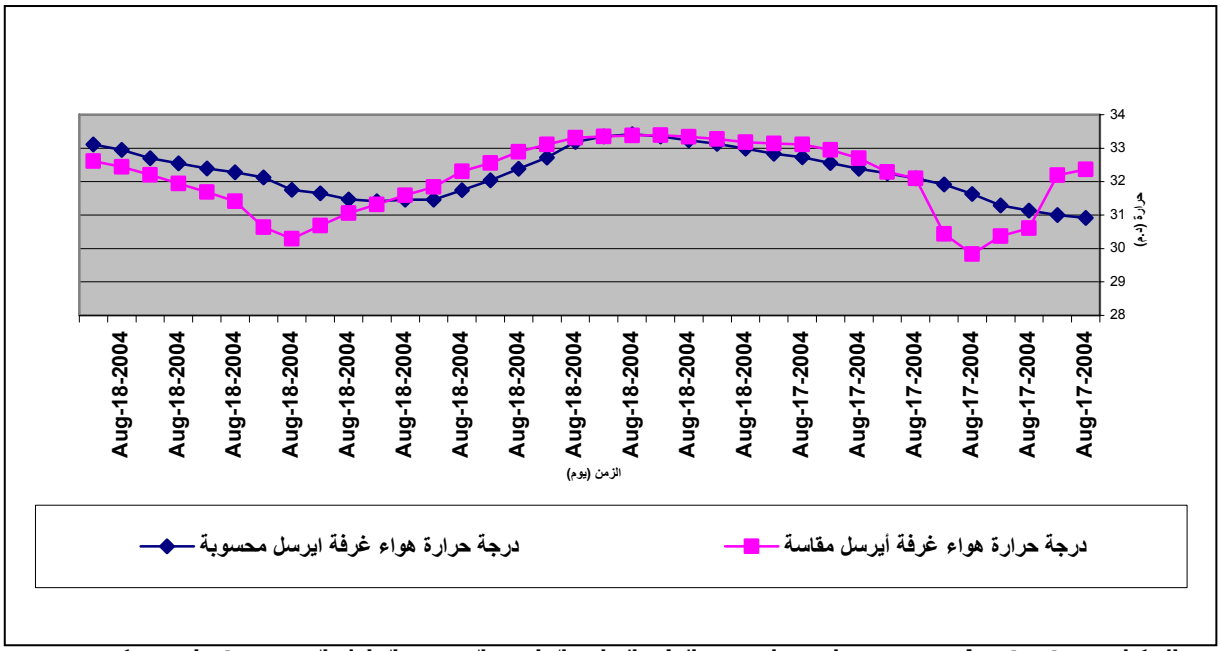
- معامل ضرب لقيمة س

=٠,١٧

س = درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي

علما بأن الانحدار المعياري(R) = - ٠,٧٢، وقيمة الانحراف المعياري (SD) = ٠,٧٤

لاختبار مدى صلاحية المعادلة الإحصائية رقم(١) المقترحة في هذه الدراسة للتنبؤ بدرجة حرارة الغرفة المعزولة جدرانها بمادة الخلية الهوائية بمعلومية درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي، خلال شهري أغسطس لعامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥ م. يوضح الشكل (١١) منحنيين درجة حرارة الغرفة المعزولة بالخلية الهوائية المحسوبة والمقاسة بواسطة المعادلة المستنتجة. ويلاحظ أن المنحنيين متقاربين.



الشكل رقم (١١). علاقة درجة حرارة هواء غرفة الخلية الهوائية المقاسة والمحسوبة بالمعادلة المستنتجة (برنامج "ميكروسوفت أكسل").

الاستنتاجات

في هذه الدراسة تبين أهمية مدى فاعلية استخدام مادة الخلية الهوائية كعازل حراري في الحوائط، فقد تبين بالتجربة التطبيقية أن درجة حرارة هواء الغرفة المعزولة جدرانها بمادة الخلية الهوائية تقل عن درجة حرارة الهواء الجوي الخارجي بحوالي ٦,٨° م. كما تبين من التجربة أنه بمقارنة الأداء الحراري للغرفة التجريبية المعزولة بمادة الخلية الهوائية مع الغرف التجريبية الأخرى المعزولة بمواد الصوف الصخري وألوح "الأستيروفوم" و "البرلايت" السعودي على التوالي، اتضح أن الفارق حوالي ٠,١° م. وعليه نستنتج أن الأداء الحراري لمادة الخلية الهوائية لا يختلف عن باقي مواد العزل الحراري القوية العزل.

التوصيات

يوصى بتطبيق استخدام مادة العازل الحراري الخلية الهوائية كما يمكن تطوير صناعتها.

يوصى بعمل المزيد من الدراسات التطبيقية على المباني بمقاسات حقيقية، بحيث يستخدم فيها مواد العزل الحراري بأنواعها المختلفة غير المستخدمة في هذه الدراسة.

يوصى بعمل دراسات تطبيقية تدرس النواحي الاقتصادية من خلال استخدام مواد العزل الحراري المستخدمة سابقاً ومواد العزل الحراري الأخرى.

الخاتمة

لقد برهنت هذه الدراسة على أن مادة الخلية الهوائية تعد مادة عزل حراري جيدة المفعول للوصول لمستوى الراحة الحراري داخل فراغات المبنى، ومن هنا تتأكد الحاجة إلى المزيد من الدراسات التطبيقية التي تهدف للوصول إلى درجات الحرارة داخل المباني في نطاق الراحة الحرارية للإنسان.

شكر وتقدير

يشكر الباحثان مركز البحوث بكلية العمارة والتخطيط على تمويل البحث وتسجيله لدى المركز، كما يشكر الباحثان م. هيثم هشام الدين هاشم على بمراجعة وطباعة البحث ومتابعة نشره بمجلة الجامعة.

المراجع العربية

التويجري، عبدالرحمن عبد المحسن . *جهود وزارة الصناعة و الكهرباء في مجال ترشيد الاستهلاك وإدارة الأحمال الكهربائية والنتائج التي تم تحقيقها على مستوى المملكة*. ورقة مقدمة في ورشة عمل ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية و إدارة الأحمال، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٩ ذي الحجة ١٤١٧ هـ إلى غرة محرم ١٤١٨ هـ.

الشركة السعودية الموحدة للكهرباء. *معلومات وبيانات متفرقة*، ١٤٢٢هـ.

الغنيم، عبد الحسن. *الحاجة لاستعمال العوازل الحرارية في المملكة العربية السعودية*. مجلة المهندس، المجلد الثاني – العدد (١)، ١٤٠٩هـ.

الفرن، خالد. *العزل الحراري للمباني*، مجلة المهندس. العدد الأول – المجلد الثاني ١٤٠٩هـ.

بركات، الحاج حسين. *نظام التحكم بالأحمال القصوى*. ضمن أبحاث ندوة: استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني، الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى، خلال الفترة من ٧-٨ ربيع لاثاني ١٤١٠هـ، الرياض، ص١.

جامع، محمد القاسم. *اقتصاديات تطبيق طرق ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية للمنتج*. ضمن أبحاث ندوة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني، الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى خلال الفترة من ٧-٨ ربيع الثاني ١٤١٠هـ.

مصلحة الأرصاد وحماية البيئة. *معلومات عن أحوال الطقس وبيئة مدينة الرياض*. مركز المعلومات والوثائق العلمية، وزارة الدفاع والطيران، جدة، المملكة العربية السعودية (١٤١٥ هـ).

المراجع الأجنبية

Cole, R. S. *Underground Dwelling in South Tunisia.* Proceedings of The International the Passive and Hybrid Cooling Conference. Miami Beach, FL (1981), 178-179.

Fathy, H. *Natural Energy and vernacular Architecture*. Chicago: The University Of Chicago Press, 1986.

The Effect of the Air-Cell Insulation Material in the External Walls of Building on the Thermal Performance of Internal Spaces in Hot Dry Climate: a Case Study in Riyadh, Saudi Arabia

Nasser A. M. Al-Hemiddi ; Abdulrahmen Al-Angari

College of Architecture and Planning
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

(Received 3/9/1428H; accepted for publication 25/12/1430H.)

Key words: Thermal insulations, Building thermal performance, Hot dry regions**.**

Abstract. This research focuses on the difference opinions from the thermal performance to use thermal insulation material in the external walls building and the effect of this in the internal space of building specially in hot dry regions. In final time find in Saudi market material labeled (Air Cell) and contain tow role of aluminum between in air bole . The study objective to know the thermal performance of Air Cell material and compare it with thermal insulation materials in building wall. By depending on applied experiment which set up at the research station during summer 2006 at College of Architecture and Planning at king Saud university in Riyadh. The research uses experimental rooms which its walls built with cement block, and insulated by thermal insulation material by use role aluminium like astirofom and Saudi perlite and take the reads of thermal information for experimental rooms and analyses this information. And will show The results in performed diagrams from and will make a statistical formula to predict thermal performance of inside space were insolated its walls by Air Cell material by using program origin lab. Resulted showed the effect of using Air Cell material as thermal insulation for walls. Where find by applied experiment the maximum outside temperature recorded 37°c, the temperature of inside room which insolated its wall with Air Cell material recorded 30.2°c that is difference equal 6.8°c, the difference between the temperature of room which insolated its walls with Air Cell material and the different insulation materials 0.1°c. The research finales by show some architectural recommended to know the chose importance thermal insulation materials for building in Saudi Arabia.