ERJ
Engineering Research Journal
Faculty of Engineering
Minoufiya University

تقويم فعالية التكسيات الخارجية للحوائط على الأداء الحراري للمباني في مناخ صحراوي بالمملكة العربية السعودية

ناصر بن عبد الرحمن الحمدي ، غازي بن سعيد العباسي

قسم العمارة و علوم البناء ، كلية العمارة و التخطيط
جامعة الملك سعود – المملكة العربية السعودية ص. ب. 57448 الرياض-11574
فاكس 00196614677120 بريد إلكتروني: hemiddi@ksu.edu.sa

الملخص

يركز هذا البحث على دراسة تحديد درجة حرارة الهواء بداخل مباني نموذجية مبنية باستخدام أنواع مختلفة من التكسيات الخارجية في الحوائط، و التي تم إجرائها خلال فترة الصيف لعام 2002م، في محطة أبحاث كلية العمارة و التخطيط، جامعة الملك سعود بالرياض. تهدفُ الدراسة إلى معرفة أثر مواد التكسيات الشائع استعمالها على الأداء الحراري للمباني. تم إجراء تجربة باستخدام غرف نموذجية. و لقد أجريت التجربة في موسم الصيف و تم جمع قراءات لدرجات حرارة الهواء داخل الغرف و تم عمل تحليل و عرض رسومات بيانية. خلصت نتائج الدراسة بأن استخدام تكسيات الطوب الرملي والطوب الأحمر والحجر والرخام تعطي فاعلية جيدة بالمقارنة مع التكسية باستخدام اللياسة التي تكسى الحوائط الخارجية. فقد وجد بالتجربة التطبيقية أنه عندما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي القصوى 36°م ، كان الفرق في درجة حرارة الهواء الداخلي ما بين الغرفة المكسية باللياسة و الغرف الأخرى حولي 4°م. و يختتم البحث بعرض بعض التوصيات المعمارية المناسبة لاستخدام مادة التكسيات الخارجية للمباني في المملكة العربية السعودية.

ABSTRACT

This research deals with the study of determining the air temperature inside model buildings built using different walls' cladings, which took place during the summer of 2002 in the research station of the Faculty of Architecture and Planning, King Saud University, Riyadh, KSA.

The study aims to know the effect of mostly commonly used cladings on thermal performance of buildings. An experiment was done using model rooms. This experiment has been performed during the summer. Readings of air temperatures inside the rooms were collected, statistical analyses and graphs were presented. Study results concluded that using sand bricks, ordinary bricks, stones, and marble cladings gave good feasible results compared with (mortar) covering for outer walls. It has been shown experimentally, that when the maximum temperature of the air outside the building was 36°C, the difference in temperature of the air inside the room covered with (mortar) and the other rooms was about 4°C.

The research work was concluded with some architectural recommendations suitable for using the outer wall cladings for buildings in KSA.

الكلمات الكشافة : تكسيات خارجية، مناخ صحراوي، الأداء الحراري للمبنى، عزل حراري.

© Faculty of Engineering, Minoufiya University, Egypt

١. مقدمة

مما لا شك فيه ان محاولة الإنسان في معالجاته أحوال البيئة المحيطة به تتحقق من خلال الاستفادة من امكانيات المواد المتوافرة في بيئته للوصول الى درجة عالية من الراحة الحرارية المناسبة لتلبية احتياجاته ومتطلباته في مسكنة و مكان عمله.

وبعد قيام الثورة الصناعية الكبرى استحدثت مواد و أساليب بناء حديثة تلبي أذواق المستخدمين في مبانيهم و تساهم في توفير الطاقة الكهربائية.

شهدت المملكة العربية السعودية تطورا في مجالات عديدة نتيجة التطور الاقتصادي مما أدى إلى الانفتاح على الأسواق العالمية و توريد نوعيات مختلفة من المواد والأساليب البنائية الجديدة وقد أدى هذا التطور إلى إيجاد بيئة عمرانية خرسانية متعددة الأنماط ، ظهرت عيوبها ومشاكلها والتي لم تكن موجودة في المباني التقليدية التي استخدم فيها الطين و اللبن و الحجر و سعف النخيل و جذوع الأثل. ومن بين هذه العيوب الرئيسية في المباني الخرسانية رداءة سلوكها وأدائها الحراري بالنظر إلى طبيعة المناخ وشدة حرارته. كما استخدمت أنواع مختلفة من التكسيات الخارجية لتلبية مختلف الأذواق مما ساهم في رفع كفاءة المباني الخرسانية في أدائها الحراري.

مما لا شك فيه أن استخدام المباني الخرسانية ساهم بشكل كبير في استهلاك الطاقة الكهربائية . واذا أخذنا مدينة الرياض كمثال، فقد أوضح المقرن في دراسة أن ذروة الاستهلاك تضاعفت أكثر من أربعة عشر مرة ما بين العامين ١٩٧٩م و ١٩٨٩م[١]

كما بينت الدراسات أن إنتاج المملكة من الطاقة الكهربائية تضاعف أكثر من مائة مرة في الفترة ما بين ١٩٧٠ - ٢٠٠٣م وتضاعف الاستهلاك المنزلي للطاقة في نفس الفترة عشرات الأضعاف وذلك لأن الاستهلاك الرئيسي للكهرباء يعود إلى استخدام تكييف الهواء الميكانيكي و الإنارة الاصطناعية و التي تعتمد على الطاقة الكهربائية كمصدر لتشغيلها [٢-٤]. هذا الهدر الكبير للطاقة الكهربائية و المحددة أسبابه يتطلب تدخلا عاجلا لتقليل هذا الهدر ومن الممكن استخدام طرق المحافظة على الطاقة في المباني.

شجعت حكومة المملكة العربية السعودية وضع برامج في مجال ترشيد استهلاك الطاقة لحل هذه المشكلة و تطبيق وسائل تسهم في خفض استهلاك الطاقة في المباني الحكومية و الخاصة على حد سواء[٥].

مما لا شك فيه، أن التكسيات الخارجية تلعب دورا هاما في إعطاء منظر جميل للمبنى و الحد من تسرب الحرارة من خارج المبنى الى داخله في موسم الصيف ، ومن داخله الى خارجه في موسم الشتاء. و يتم تسرب الحرارة عادة عن طريق الجدران و السقف و النوافذ و عبر فتحات التهوية.

إن توظيف التكسية الخارجية لابقاء حالة من الثبات لدرجات الحرارة في المباني و خاصة في الدول المتقدمة ساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية.

تعتمد فعالية التكسية في المباني على مقدار خفض انتقال الحرارة من خارج المبنى إلي داخله وبالعكس، و تختلف أنواعها و أدائها باختلاف معدل انتقال الحرارة بواسطة التوصيل أو الحمل أو الإشعاع.

في المناطق ذات المناخ المعتدل صيفا، تعتبر التكسيات الخارجية المنفذة في الحوائط و سقف المبنى مباشرة تصميما استراتيجيا مناسب لأن درجة حرارة الفراغ الداخلي تتغير بارتفاع طفيف. و لكن في المناطق الصحراوية الحارة، كما هو موجود في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، فإن درجة حرارة الهواء الخارجي صيفاً عالية في النهار و منخفضة في المساء ، مما يجعل درجة حرارة الفراغ الداخلي ذات تذبذب عال يصل حوالي ٢٥ درجة مئوية، و السبب في ذلك، يرجع لأن أسطح الحوائط و الأسقف تمتص الحرارة من أشعة الشمس الساقطة مباشرة و بالتالي تنتقل الحرارة من السطح الخارجي إلى السطح الداخلي للمبنى بواسطة التوصيل و عند ملامسة الهواء الداخلي لغلاف المبنى تنتقل الحرارة بواسطة الإشعاع.

٢. أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء بالتحليل لبيان إمكانية تحديد درجة حرارة الهواء بداخل مبان نموذجية مبنية باستخدام أنواع مختلفة من التكسيات الخارجية في الحوائط و ذلك بطريقة تجارب تطبيقية لتحقيق الأهداف التالية:

١- معرفة أثر التكسيات الخارجية مثل اللياسة و الطوب الاحمر و الطوب الرملي و الحجر و الرخام على الأداء الحراري للمباني في المناخ الصحراوي باستخدام غرف تجريبية و التي تم تزويد حوائطها بأنواع التكسيات الخارجية الطبيعية.

٢- اقتراح بعض التوصيات المعمارية المناسبة لاستخدام التكسيات الخارجية للمباني في المملكة العربية السعودية.

٣. منهج البحث

نظرا لأن طبيعة الدراسة تجريبية تطبيقية ، فقد صمم

منهج البحث وفق الخطوتين التاليتين:

١- الرجوع إلي مطبوعات و أبحاث و تقارير منشورة عن التجارب و المشاهدات التي أنجزت بواسطة باحثين متخصصين في دراسة التكسيات الخارجية في المباني.

٢- إجراء تجربة تطبيقية خلال فترة الصيف لعام ١٤٢٣هـ (الموافق ٢٠٠٢م) ، و اشتملت على:

أ- استخدام مبانٍ تجريبية (المباني الاختبارية) تم تزويدها بأنواع مختلفة من التكسيات الخارجية مثل اللياسة و الطوب الاحمر و الطوب الرملي و الحجر و الرخام و تقسيم مراحل التجربة إلى:

١) تحديد فترة شهر مايو ٢٠٠٢م كحالة أساسية (Base case)، بهدف معرفة الأداء الحراري للغرف وقت ارتفاع درجة الحرارة للهواء الخارجي.

٢) تحديد فترة شهر أغسطس ١٩٩٨م لدراسة أداء المباني التجريبية، بهدف معرفة الأداء الحراري للغرف وقت ارتفاع درجة حرارة الجو.

ب_ جمع قراءات تشتمل على: درجات حرارة كل من الهواء في منتصف فراغ الغرف النموذجية ، أحوال الطقس من الإشعاع الشمسي و درجة حرارة الهواء الجافة و الرطوبة النسبية و سرعة الرياح و اتجاهها.

٤. وصف الموقع و الغرف الاختبارية

٤-١ الموقع

تم اختيار مدينة الرياض – التي تقع في هضبة نجد على خط عرض ٤٢َ و٢٤° شمال خط الاستواء و خط طول ٤٤َ و٤٦° شرق غرينتش و على ارتفاع ٦٢٤ م فوق سطح البحر- مكانا مناسبا للدراسة كما تم اختيار موقع التجربة في شمال أرض جامعة الملك سعود ، الرياض ، بسبب أن هذا الموقع يتصف صيفا بالحرارة و الجفاف الشديدين و بالمدى الحراري المرتفع والذى يُقدر بحوالي ١٨°م. و لقد سجلت أحوال الطقس بواسطة مصلحة الأرصاد و حماية البيئة لمتوسط قراءات ١٠ سنوات (١٩٨٦-١٩٩٥ م). و يلاحظ أن فصل الصيف يمتد من شهر يونيو إلى شهر سبتمبر و يتراوح المعدل الشهري لدرجة حرارة الهواء الجاف 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 لنفس المدة فإن المعدلات العليا تتراوح من ٣٢,٠% إلى ٦٦,٠% و المعدلات الصغرى تتراوح من ٢% إلى ٣%. و تهب رياح حارة و جافة على مدينة الرياض، تُعرف برياح "السموم" و يتراوح المعدل الشهري لهبوبها صيفا" ما بين ٤ عقدة إلى ٨ عقدة و اتجاهها غالبا" ما يكون شمالا". و 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. و يتميز المناخ في مدينة الرياض بوجود أشعة الشمس شبه العمودية و التي تتراوح قدرتها الحرارية المكافئة من ٨١٣ إلى ٩٢٩ واط / م^2 ، و تكون النتيجة ارتفاع في درجة حرارة سطح الأرض مما يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة طبقة الهواء الملامسة لسطح الأرض و ترتفع إلى أعلى ليحل محلها هواء بارد نسبيا وبالتالي تنشأ زوابع رملية في فترة شدة أشعة الشمس [٦].

٥. الغرف الاختبارية:

استخدمت سبع غرف اختباريه مكعبة مبنية من البلوك الاسمنتي الرمادي لأنه يستخدم غالباً في تشييد حوائط المباني في معظم مناطق المملكة العربية السعودية. أبعاد الغرفة الاختبارية الواحدة من الداخل هي ١م× ١م × ١م كما في الشكل رقم (١) وزودت الغرفة بحائط سمك ١٥ سم. وتم تكسية هذه الغرف النموذجية بأنواع مختلفة من التكسيات الخارجية الشائعة الاستخدام في السعودية وهي كما يلي:

١- اللياسة العادية والمطلية بصباغ بيج فاتح اللون

٢- الطوب الرملي البيج

٣- الطوب الرملي الاحمر

٤- الحجر المثبت بالطريقة الميكانيكية

٥- الحجر المثبت بالطريقة التقليدية (الخلطة)

٦- الرخام المثبت بالطريقة الميكانيكية

٧- الرخام المثبت بالطريقة التقليدية (الخلطة)

٦- الأجهزة المستخدمة في التجربة

استخدمت أجهزة خاصة في إجراء الدراسة و يمكن تصنيفها إلى:

أولا: المجسات الحرارية

١- تم استخدام ٧ مجسات حرارية (Thermocouples , type T) لقياس درجة حرارة هواء الغرف الاختبارية. و قد تم عمل تصحيح قراءات المجسات الحرارية بواسطة الباحثين حيث حصل على قراءات للمجسات و معيار حراري زئبقي (Sper Scientific) لمدة ثلاثة أيام عندما وضعت جميعها في ماء ساخن و ماء متجمد وماء دافئ و تم عمل معادلة علاقة خطية بين قراءة المجس الواحد و قراءة المعيار الزئبقي بهدف الحصول على معامل تصحيح لكل مجس حراري.

٢- استخدم جهاز بيرانوميتر (Pyraneometer (model LI-COR, type LI2003S لقياس كمية الإشعاع الشمسي.

٣- جهاز قياس سرعة و اتجاه الرياح (A Met One (anemometer, type 014A-U.

٤- جهاز قياس درجة حرارة الهواء الجاف و الرطوبة النسبية نوع (VAISALA, type HMP35C).

ثانيا: نظام تجميع وتخزين القراءات

تم استخدام نظام (CR10) المصنوع بواسطة شركة كامبل العلمية (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA). يقوم هذا الجهاز بتسجيل متوسطات للقراءات من جميع المجسات كل ١٠ دقائق ثم كل ٣٠ دقيقة ثم كل ٢٤ ساعة.

ثالثا: وحدة حاسب آلي

تم استخدام جهازين من أجهزة الحاسب الآلي ، يعملان على برنامج (PC208) ، لتشغيل النظام ونظام (CR10) لمعالجة القراءات و تخزينها يوميا" و مشاهدة رسومات بيانية وقت تسجيل القراءات لجميع أجهزة القياس لأحوال الطقس و المجسات الحرارية. كما استخدم محلل بيانات (Excel) لعمل رسومات بيانية و تحليل المعلومات المسجلة.

٧. تحليل المعلومات

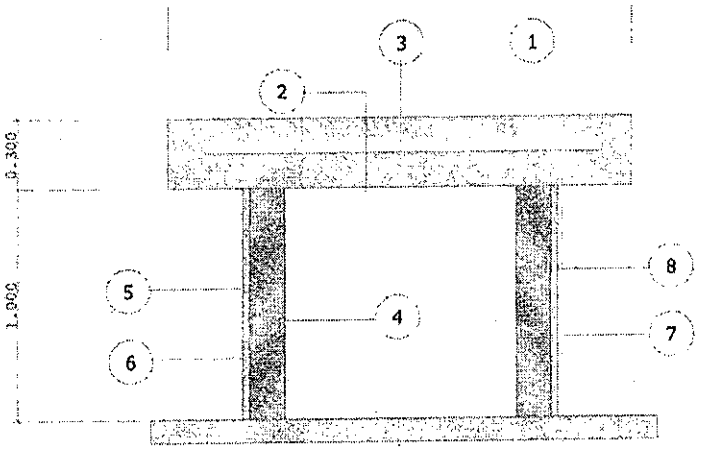
يوضح الشكل رقم (٣) الأداء الحراري للغرف الاختبارية خلال فترة يومين من الدراسة من بداية يوم ١ حتى نهاية يوم ٢ أبريل ٢٠٠٤ م ، بهدف معرفة الأداء الحراري الداخلي للغرف خلال ٤٨ ساعة بالمقارنة مع درجة الحرارة للهواء في البيئة الخارجية. عندما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي القصوى ٣٧° م ، كانت درجة حرارة الهواء الداخلي للغرفة المكسية بالياسة ٣٥,٥° م و كانت درجات حرارة الهواء الداخلي للغرف الاختبارية الست الباقية غرفة الطوب الرملي الأبيض، غرفة الطوب الأحمر، غرفة الحجر الخلطة ، غرفة الحجر الميكانيكي، غرفة الرخام الخلطة، غرفة الرخام الميكانيكي ،هي ٢٩,٩°م ، ٣٠,٧٥°م ، ٣١ °م، ٣١,٢°م، ٣١,٨ °م ، ٣٢°م على التوالي. أي أن الفرق في درجات الحرارة بين الهواء الخارجي و الهواء في داخل الغرف الأختبارية الست هي ٧,١ °م ، ٦,٢٥°م ، ٦ °م ، ٥,٨ °م ، ٥,٢ °م ، ٥°م ، على التوالي، بينما الفرق لغرفة الليلسة هو ١,٥ °م. و هذا يوضح فاعلية التكسيات الخارجية بالمقارنة مع الليلسة.

هذا بالإضافة إلى أن زمن التأخير أو الإزاحة الحرارية Time lag الذي حدث بين معدل أعلى درجة حرارة الهواء الخارجي و الهواء الداخلي للغرف استغرق حوالي من ٤ إلى ٥ ساعات ما بين الغرف الست و الهواء الخارجي بينما كان زمن التأخير لغرفة الليلسة حولي ساعتين. و هذا يبين خاصية التخزين الحراري أو السعة الحرارية Heat capacity لمواد التكسيات الخارجية المستخدمة مقارنة بالليلسة.

و يلاحظ أنه ، عندما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي الصغرى ٢٠° م ، كانت درجة حرارة الهواء لجميع الغرف متقاربة ما بين ٢٢,٩°م و ٢٤,٦ °م أي بفارق ٤°م.

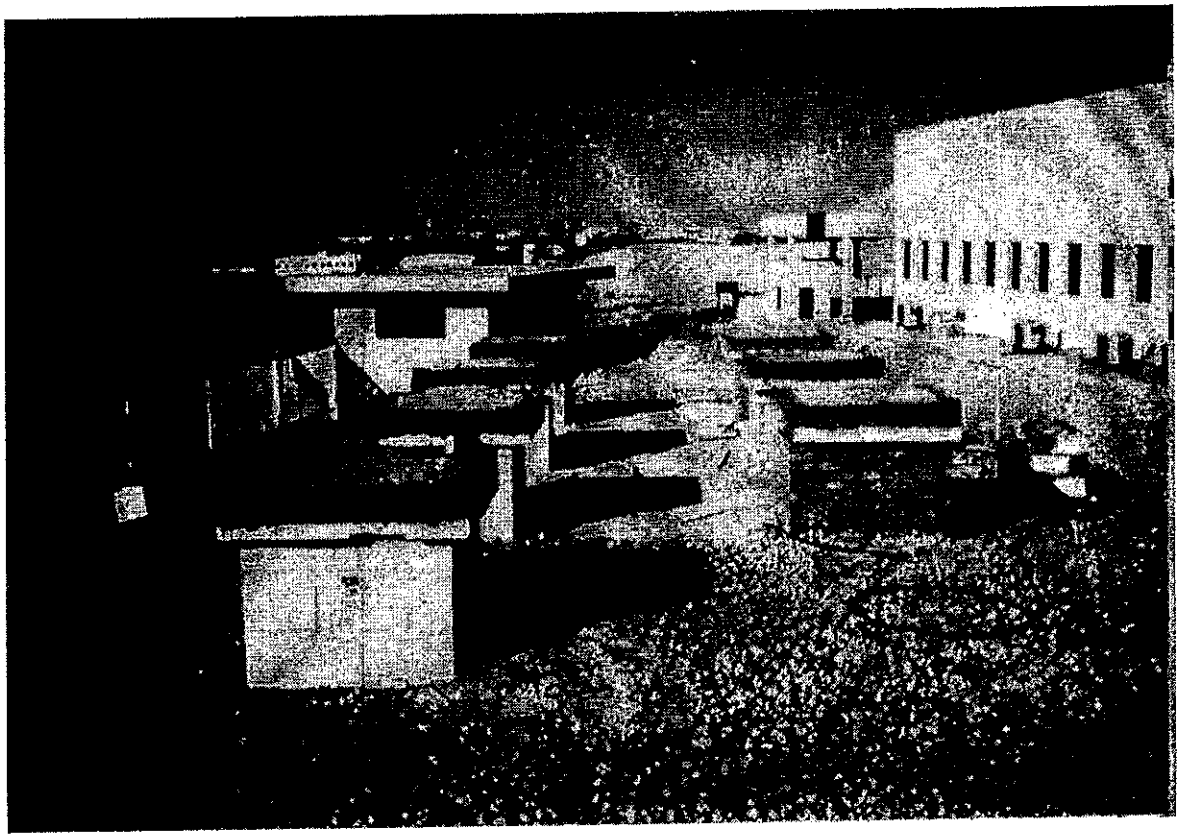
٨. الاستنتاجات

في هذه الدراسة تبين أهمية استخدام التكسيات الخارجية و ذلك للمساهمة في توفير العزل الحراري طبيعيا في حوائط المباني في المناطق الصحراوية. فقد وجد بالتجربة التطبيقية أن درجة حرارة الهواء الداخلي لغرفة مكسية بالليلسة الشائع استخدامها عالية بالمقارنة مع مواد تكسيات خارجية الطوب الرملي الأبيض و الطوب الأحمر والحجر الخلطة ، والحجر الميكانيكي، والرخام الخلطة، والرخام الميكانيكي.

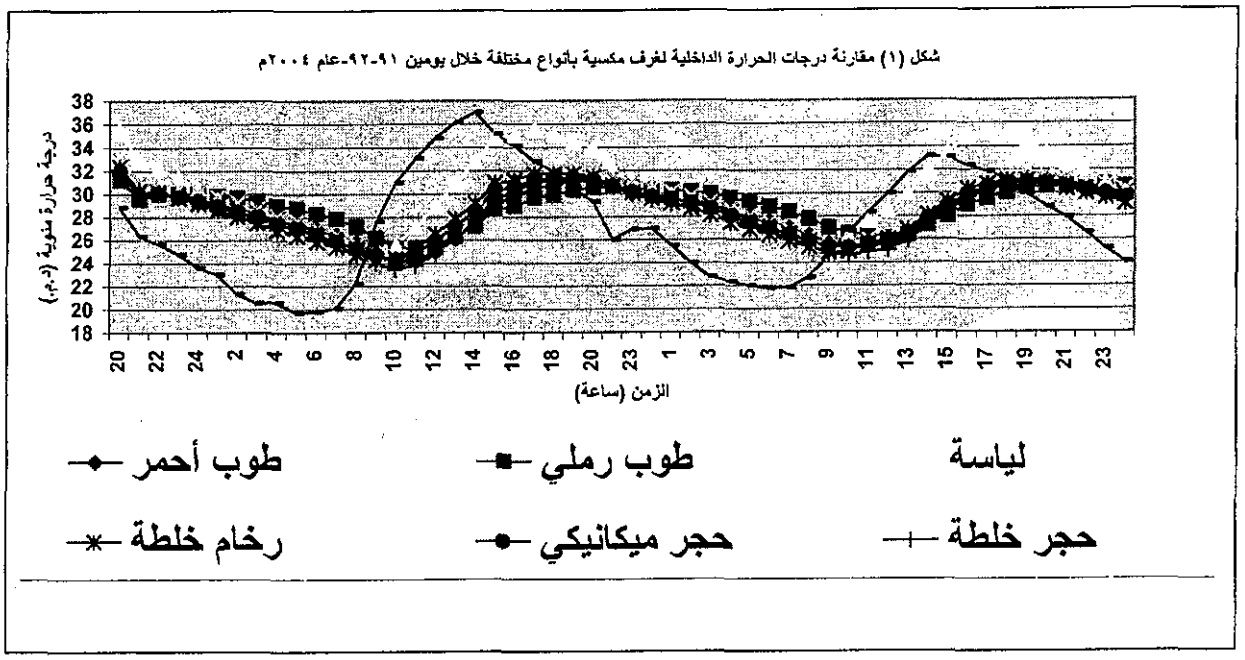


(١) هواء خارجي .
(٢) هواء داخلي .
(٣) سطح .
(٤) جدار داخلي .
(٥) واجهة شمالية .
(٦) واجهة شرقية .
(٧) واجهة جنوبية .
(٨) واجهة غربية .

شكل رقم (١) قطاع للغرفة النموذجية الاختبارية المستخدمة للدراسة.



شكل رقم (٢) منظر للغرف السبع النموذجية الاختبارية.



شكل رقم (٣) نمط التغير في حرارة الغرف الاختبارية عندما أجريت التجربة

٩. التوصيات

١- يوصى بتطبيق أي نوع من التكسيات الخارجية للواجهات حيث أظهرت نتائج الدراسة تقارب في معدل التغير لدرجات الحرارة الداخلية.

٢- يوصى بعمل المزيد من الدراسات التطبيقية على المباني بمقاسات حقيقية بحيث يستخدم فيها التكسيات بأنواع مختلفة غير تلك المستخدمة في هذه الدراسة و لا تقتصر تلك الدراسات على النواحي الحرارية بل يمكن التطرق بمزيد من الدراسات الخاصة بالنواحي الاقتصادية.

١٠. الخاتمة

لقد برهنت هذه الدراسة على أن المباني المغلفة بمواد تكسيات خارجية تحسن عملية العزل الحراري للمباني و تقلل من ارتفاع درجة حرارة الهواء الداخلي للمبنى عندما تشدت درجة حرارة الهواء الخارجي المحيطة. يقودنا ذلك إلى أهمية استخدام مواد التكسيات بمختلف أنواعها. و هنا تتأكد الحاجة إلى المزيد من الدراسات التطبيقية التي تهدف إلي وصول درجات الحرارة داخل المباني في نطاق الراحة الحرارية للإنسان.

١١- المراجع

[١] المقرن ، خالد ، "العزل الحراري للمباني" ، مجلة المهندس ، العدد الأول – المجلد الثاني ١٤٠٩هـ.

[٢] 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، ص ٦.

[٣] بركات، الحاج حسين، "نظام التحكم بالأحمال القصوى"، ضمن أبحاث ندوة: ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني، الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى، خلال الفترة من ٧-٨ ربيع الثاني ١٤١٠هـ، الرياض، ص ١.

[٤] الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، معلومات وبيانات متفرقة، ١٤٢٢هـ.

[٥] التويجري ، عبدالرحمن عبدالمحسن. "جهود وزارة الصناعة و الكهرباء في مجال ترشيد الاستهلاك و إدارة الأحمال الكهربائية و النتائج 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.

[٦] مصلحة الأرصاد و حماية البيئة. معلومات عن أحوال الطقس و بيئة مدينة الرياض، مركز المعلومات و الوثائق العلمية،، وزارة الدفاع و الطيران، جدة، المملكة العربية السعودية، ١٤١٥ه