مجلة جامعة الملك سعود، العدد السادس والعشرين، العمارة والتخطيط (٢)، ص ص ٨١-٩٩، الرياض (١٤٣٥/٢٠١٤هـ)

التأثير الحراري للحوائط المزدوجة على الفراغات المعمارية في المناخ الحار والجاف، دراسة حالة مشروع جامعة الباحة في محافظة العقيق

وليد بن محمد أبانمي
أستاذ مساعد قسم العمارة وعلوم البناء
كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود
abanomi@ksu.edu.sa

(قدم للنشر في ١٤٣٥/٢/١٢هـ ؛ وقبل للنشر في ١٤٣٥/٥/١٣هـ)

ملخص البحث. يهدف هذه البحث إلى قياس مدى التأثير الحراري للحوائط المزدوجة على الفراغات المعمارية في المناخ الحار والجاف. ولتحقيق هذا الهدف تم عمل مقارنة للأداء الحراري لمبنيين قائمين للتعليم العالي في المملكة العربية السعودية. وتم اختيار كليتي المجتمع والعلوم الطبية التطبيقية بمشروع جامعة الباحة الواقعة في محافظة العقيق ذات المناخ الحار والجاف صيفاً والمعتدل شتاءً كحالات دراسية لهذا البحث. وهما مبنيان متماثلان من الناحية التصميمية ومختلفان من حيث معالجة الواجهات. حيث تم بناء المبنى الأول مع إضافة غلاف آخر على الواجهات الرئيسة، بينما تم الغائها عند بناء المبنى الآخر. واعتمدت الدراسة في المقام الأول على رصد الأداء الحراري للمبنيين بواسطة أجهزة قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء الخارجي والهواء الداخلي للمبنيين. وتم تحليل هذه المعلومات من خلال استخدام جهاز الحاسوب بهدف معرفة أثر الواجهات ذات الغلاف المزدوج على تحسين أداء البيئة الداخلية للمبنى. ومن خلال النتائج تبين أنه ليس هناك أثر إيجابي للحوائط المزدوجة على الأداء الحراري للمبنى الأول. ويبدو أن من الأسباب التي أدت إلى ذلك هو كمية الخرسانة المسلحة المستخدمة في الغلاف المضاف للواجهات في المبنى الأول. حيث يمكن أن تمثل حمل حراري يعمل على امتصاص حرارة الشمس وتخزينها خلال فترة النهار وإعادة بثها خلال فترة النهار تدريجيا حتى منتصف الليل. نتائج هذا البحث والتوصيات سوف توفر معلومات ضرورية لتحسين الأداء الحراري للحوائط المزدوجة على الفراغات المعمارية في المباني بشكل عام وفي المباني الواقعة في المناخ الحار والجاف بشكل خاص.

الكلمات المفتاحية: الحوائط المزدوجة، الأداء الحراري، التحكم البيئي، تصميم المباني التعليمية، ترشيد استهلاك الطاقة

مشكلة البحث

تعاني المباني الواقعة في مناخ حار وجاف بشكل عام والواقعة في المملكة العربية السعودية بشكل خاص من شدة أشعة الشمس الساقطة على الأسطح الخارجية للمبنى ومنها الواجهات. لذلك لجأ بعض المعماريون إلى استخدام الحوائط المزدوجة بشكل ديكوري

لتحسين الشكل العام للواجهات وايضا لتظليل الواجهات وحمايتها من اشعة الشمس المباشرة. ومن الواضح أنه لم تبذل دراسات كافيه للتأكد من تحقيق هذه الواجهات للهدف الثاني وهو تحسين الأداء الحراري للمباني مع عدم وجود دراسات بحثية كافية حول مدى تأثير هذه الحوائط المزدوجة على الأداء الحراري للفراغات الداخلية في المناخ الحار والجاف. فمن الضروري أن يتم تحديد الشكل والمواد المناسبة لبناء هذه الحوائط الإضافية على الواجهات ومعرفة مدى تأثيرها على الفراغات المعمارية في المراحل الأولى من التصميم. فيلاحظ استخدام الخرسانة المسلحة لهذه الحوائط المضافة على الواجهات الخارجية والتي قد يكون لها الأثر السلبي على الاداء الحراري للفراغات الداخلية للمبنى خصوصاً في فصل الصيف عندما تكون أشعة الشمس شديدة بسبب خاصية مادة الخرسانة في القدرة على امتصاص الحرارة والاحتفاظ بها وبثها للهواء المحيط في فترة النهار حتى منتصف الليل.

هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى قياس مدى تأثير الحوائط المزدوجة على الأداء الحراري للفراغات المعمارية في المباني الواقعة في مناخ حار وجاف. كما يهدف هذا البحث إلى الخروج بتوصيات مناسبة في تصميم الحوائط المزدوجة للواجهات والتي يمكن تطبيقها على المشاريع في المناخ الصحراوي بشكل عام وفي مناخ المملكة العربية السعودية بشكل خاص.

منهجية البحث

لتحقيق هدف هذا البحث تم اتباع الخطوات التالية:

١- مراجعة لأدبيات البحوث السابقة التي لها علاقة بموضوع البحث.

٢- اختيار حالات دراسية لتحقيق أهداف هذا البحث:

تم اختيار مبنيين قائمين للتعليم العالي كحالات دراسية لهذا البحث، وهما كليتي المجتمع وكلية العلوم الطبية التطبيقية بمشروع جامعة الباحة الواقعة في محافظة العقيق ذات المناخ الحار والجاف صيفاً والمعتدل شتاءً. وهما مبنيان متماثلان من الناحية التصميمية ومختلفان من حيث معالجة الواجهات. حيث تم بناء المبنى الأول مع إضافة غلاف إضافي على الواجهات ذو تهوية طبيعية، بينما تم الغائه عند بناء المبنى الآخر.

٣- زيارات استطلاعية ورفع بصري للحالات الدراسية:

تهدف زيارات المباني محل الدراسة إلى تكوين قاعدة معلومات مادية وانطباعية عن الوضع الراهن لهذه المباني والاطلاع على ما تحتويه من عناصر فراغية ومعمارية تشمل الواجهات المزدوجة والغير مزدوجة. ومن خلال هذا الزيارات تم أخذ الصور والمساقط الأفقية كأدوات وصف للمباني التي تم اختيارها كحالات دراسية لهذا البحث.

٤- تجارب ميدانية:

تهدف التجارب الميدانية لعمل مقارنة للأداء الحراري للمباني محل الدراسة. تعتمد هذا التجارب في المقام الأول على رصد الأداء الحراري للمبنيين بواسطة أجهزة

قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء الخارجي والهواء الداخلي للمبنيين. وتم استخدام أجهزة (Tinytag- ULTRA2) لقياس درجة الحرارة الهواء والرطوبة النسبية في الهواء الخارجي والداخلي. وتم استخدام برنامج GLM لتحديد بدء التسجيل وفترات القراءة. وأيضا تم استخدامه لتحميل البيانات المسجلة بعد ذلك. ومن ثم تم استخدام برنامج Microsoft Excel لتحليل القراءات والرسومات البيانية.

الواجهات ذات الغلاف المزدوج في المناخ الحار والجاف

تضاعفت ذروة استهلاك الكهرباء في المباني في المملكة العربية السعودية بشكل اضطرادي. وبالتحديد فإن القدر الكبير من الطاقة المنتجة في الملكة العربية السعودية يستخدم في تبريد الفراغات الداخلية للمباني بشكل عام (أبانمي، ٢٠٠٥). لذلك شجعت حكومة المملكة العربية السعودية تبني برامج في مجال ترشيد استهلاك الطاقة لحل هذه المشكلة وتطبيق وسائل تساهم في خفض استهلاك الطاقة في المباني الحكومية والخاصة على حد سواء (عبد المحسن، ١٤١٧هـ - ١٩٩٦م).

لا شك أن الواجهات الخارجية للمباني تعتبر عنصرا أساسيا في إظهار جمال ورونق المبنى بالإضافة إلى الحد من تسرب الحرارة من خارج المبنى إلى داخله في موسم الصيف، ومن داخله إلى خارجه في موسم الشتاء.

فتحي (١٩٨٦) يؤكد أن المناخ الخارجي من أهم المؤثرات المباشرة على المباني وخاصة الإشعاع الشمسي في المناطق الصحراوية. يعتبر الإشعاع الشمسي من أهم مصادر الحرارة داخل المباني، خاصةً في المناطق الحارة والجافة. لهذا فإن تظليل الواجهات من أنجح المعايير التصميمية البيئية في المباني إذا تم تنفيذه بالشكل الصحيح. فله دور أساسي في تحسين الأداء الحراري للمباني خاصة في المناطق الصحراوية. ويمكن توفير التظليل بعدة أدوات أو معايير تصميمية ومنها على سبيل المثال توفير التظليل بواسطة الكتل المعمارية المحيطة. فقد ذكر أبانمي (٢٠١٠م) أن من الحلول البيئية إتباع حل التضام عن طريق تجميع المباني كنسيج عمراني متصل يكفل لهذه المباني الحماية من تعرض أسطحها الخارجية لأشعة الشمس الشديدة. وهذا الحل قد يصعب تطبيقه في المملكة العربية السعودية في ظل المشاريع التخطيطية الجديدة والتي انتهجت تصميم الطرق بأبعاد عريضة من ٣٠متر إلى ١٠٠متر.

وأيضاً يمكن توفير الظل عن طريق أدوات التظليل المتنوعة من كاسرات شمس أفقية أو رأسية أو بهما معاً أو إضافة غلاف آخر على الواجهات الرئيسة ذو تهوية طبيعية. وتعتبر استخدام الواجهات ذات الغلاف المزدوج كتوفير ظل للواجهات والاروقة المحيطة بالمبنى من الحلول الناجحة لتوفير الظلال لأسطح الواجهات خصوصا في فصل الصيف في المناطق الحارة والجافة بالإضافة إلى ما يمكن أن تضيفه للواجهات الخارجية من جمال وجاذبية.

سالمون، (١٩٩٩م) كذلك يؤكد أن الإشعاع الشمسي يمتص وينعكس ويتخلل بواسطة العناصر والمواد المستخدمة خارجياً، لذلك يجب أخذ الحذر في اختيار مواد التشطيب سواء الحوائط الخارجية للمبنى أو الغلاف المضاف أمام الواجهات بحيث يتم استخدام مواد لا تمتص كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي، فمثلا الخرسانة المسلحة سوف تمتص الحرارة عن طريق الإشعاع الشمسي أو عن طريق التوصيل الحراري مع العناصر الملاصقة أوعن طريق ملامسة الهواء الحار لسطحها. لذلك تعتبر الخرسانة المسلحة كتلة حرارية تؤثر على البيئة المحيطة لها بحيث تمتص الحرارة وتخزنها في فترة النهار وتعيد إخراجها في فترة الليل (أبانمي،٢٠٠٥). فالمسطحات الخرسانية يمكن أن تعكس ما يقارب ٤٠ في المئة من الأشعة الساقطة عليها وبالتالي فهي مصدر أساسي للحرارة (شالفون، ٢٠٠٠ و كونيا، ١٩٨٠). وايضا من خلال قراءة لدراسة تطبيقية قام بها الحمدي، والعباسي (٢٠٠٧م) اتضح قوة تأثير مواد التشطيبات الطبيعية كتكسية الحجر الطبيعي على خفض درجة حرارة الفراغات الداخلية في المناطق الحارة الجافة.

ولكي نرفع من كفاءة تصميم الواجهات من الضروري فهم ومعرفة حركة الشمس خلال اليوم وخلال فصول السنة لموقع المبنى المراد تصميمه. إن موقع الشمس في السماء يختلف ويتغير اتجاهها وزاوية سقوط أشعتها على الأرض، ففي فصل الصيف تشرق الشمس في اتجاه الشمال الشرقي وتكون حركة الشمس مع عقارب الساعة حول الموقع حتى تغرب في الشمال الغربي، أما في فصل الشتاء تشرق الشمس في اتجاه الجنوب الشرقي وتغرب في اتجاه الجنوب الغربي، كما أن زاوية الشمس العمودية في المملكة العربية السعودية تصل في فصل الصيف إلى ٨٨ درجة و ٤٣ درجة في فصل الشتاء (الغنيم، ٢٠٠٣). وبعد تحليل حركة الشمس يمكن توجيه المبنى بالشكل الصحيح في المراحل الأولية من التصميم. فتوجيه المبنى إلى الجنوب يساهم في خفض اشعة الشمس الساقطة على الواجهات الشرقية والغربية (محمد، ٢٠١٢). فالتوجيه الصحيح يساهم في إيجاد حلول فعالة ومنها تصميم الحوائط المضافة على الواجهة وتحديد أماكنها مع اختيار المواد المناسبة لها بهدف تحسن أدائها الحراري وبالتالي يمكن توفير الطاقة المستخدمة في تبريد وتدفئة وإضاءة الفراغات الداخلية للمبنى.

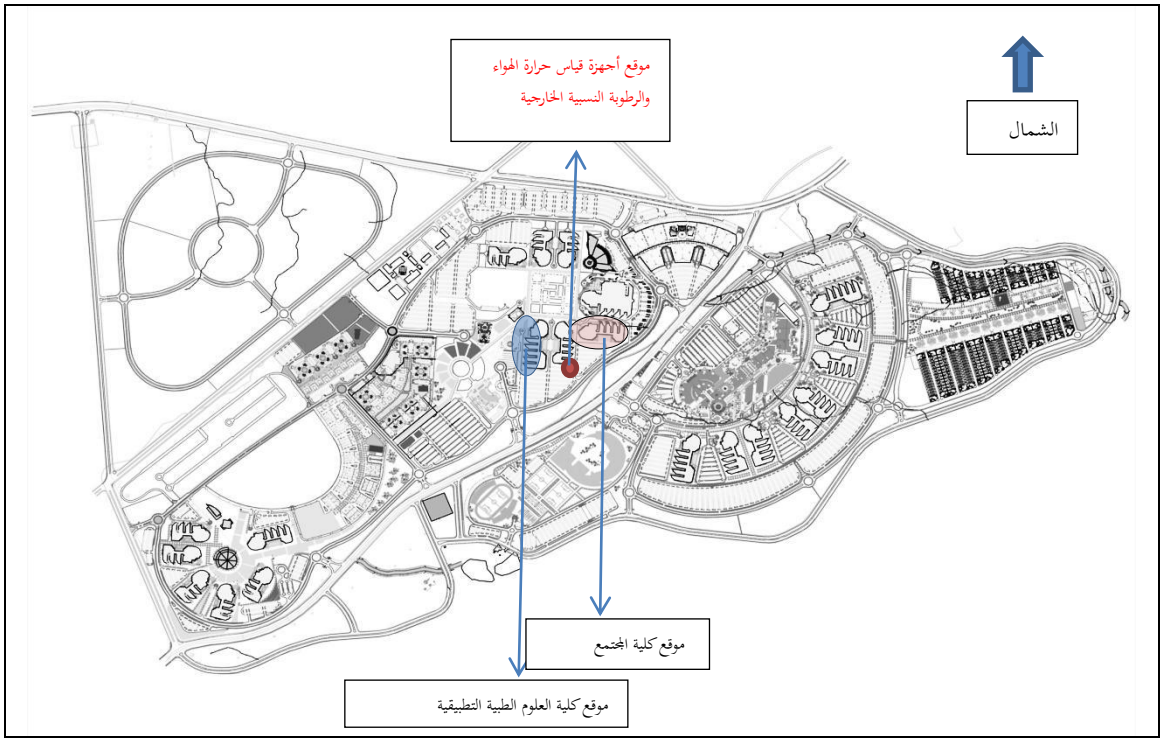
في المناخ الحار والجاف تعتبر الحماية من أشعة الشمس من الأمور الهامة خصوصا في ساعات النهار في فصل الصيف، حيث يمكن لأشعة الشمس أن تنتقل إلى داخل فراغات المبنى بواسطة التوصيل الحراري خلال الحوائط والنوافذ الخارجية والأسقف وبالتالي تنعكس على عدم الاحساس بالراحة لمستخدمي المكان. ومن هنا تكمن أهمية أيقاف الاشعاع الشمسي قبل ان يلامس السطح الخارجي للمبنى قدر الإمكان. و يمكن أن يتحقق هذا من خلال أدوات التظليل ومنها الغلاف الإضافي على الواجهات أو أدوات التظليل الأخرى من مظلات وكاسرات شمس أو بواسطة أدوات طبيعية مثل الأشجار (نورمن وهيس، ٢٠٠٢).

هناك ثلاث انواع من الواجهات ذات

الغلاف المزدوج. أ- واجهات ذات غلاف مزدوج يحوي تهوية ميكانيكية بواسطة شفط الهواء. ب- واجهات ذات غلاف مزدوج مع تهوية طبيعية. ج- واجهات ذات غلاف مزدوج يحوي تهوية ميكانيكية بواسطة ضخ الهواء (إيكر، ٢٠٠٨). والواجهات المزدوجة المستخدمة بكثرة في مدن المملكة العربية السعودية من النوع الثاني وهي عبارة عن حائط اضافي للواجهات الأساسية للمبنى ويكون مبنى من الخرسانة المسلحة بتصميم ديكوري يوفر التظليل للواجهات وايضا يضيف جمال لشكل المبنى من الخارج.

الحالات الدراسية

تم اختيار كليتي المجتمع وكلية العلوم الطبية التطبيقية بمشروع جامعة الباحة الواقعة في محافظة العقيق ذات المناخ الحار والجاف صيفاً والمعتدل شتاءً كحالات دراسية لهذا البحث. وهما مبنيان متماثلان من الناحية التصميمية ومختلفان من حيث معالجة الواجهات. حيث تم بناء كلية المجتمع (المبنى الأول) مع إضافة الواجهات ذات الغلاف المزدوج، بينما تم الغائها عند بناء كلية العلوم الطبية التطبيقية (المبنى الثاني).



الشكل رقم (١). موقع الحالات الدراسية في الموقع العام للمدينة الجامعية في محافظة العقيق، (المصدر: وزارة التعليم العالي).

وصف المشروعين

المشروع الأول (كلية المجتمع بجامعة الباحة في منطقة العقيق):

أ- مكونات المشروع:

يتكون مبنى كلية المجتمع من عدد اربع طوابق (أرضي + أول + ثاني + سطح) بمساحة اجمالية ٣٥٠٠٠ م٢ .

الدور الأرضي : بمساحة اجمالية ١١٦٥٠ م٢ يحتوى على (مكاتب أعضاء هيئة تدريس - مكاتب لشئون الطلاب - قاعة محاضرات كبيرة - معامل لغة انجليزية وحاسب آلي - استديو رسم - مختبرات - ورش - قاعة وجبات - نافورة - بهو داخلي - روق رئيس) .

الدور الأول :- بمساحة اجمالية ١٠٦٠٠ م٢ يحتوى على (مكاتب أعضاء هيئة التدريس - فصول دراسية - قاعات محاضرة صغيرة - مكاتب إدارة تقنية المعلومات.

الدور الثاني : بمساحة إجمالية ١٢٢٥٠ م٢ يحتوى على (مكاتب أعضاء هيئة التدريس - فصول دراسية - قاعات محاضرة صغيرة - مكتب العميد - مكاتب الوكلاء - مسجد - قاعة مطالعة - قاعات امتحانات.

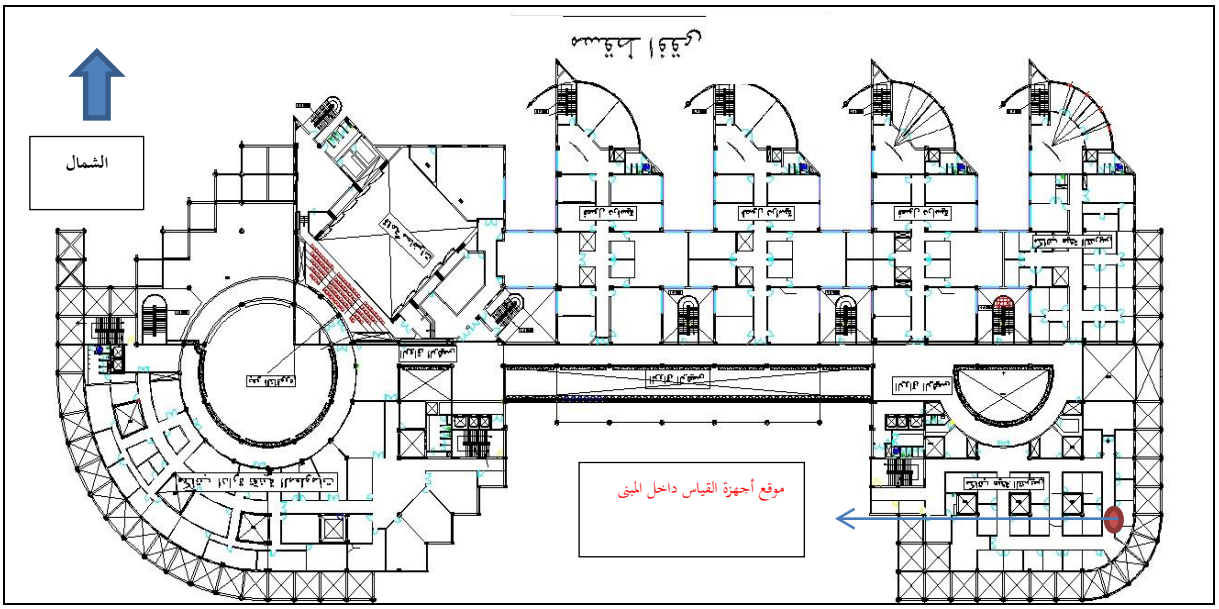
الدور السطح :- بمساحة اجمالية ١١٢٥٠ م٢ يحتوى على جميع الوحدات المتعلقة بتشغيل و تمديدات الأعمال الميكانيكية والكهربائية.

أعلى السطح : بمساحة اجمالية ٤٥٠ م٢ وهى اسطح للسلالم الرئيسة.

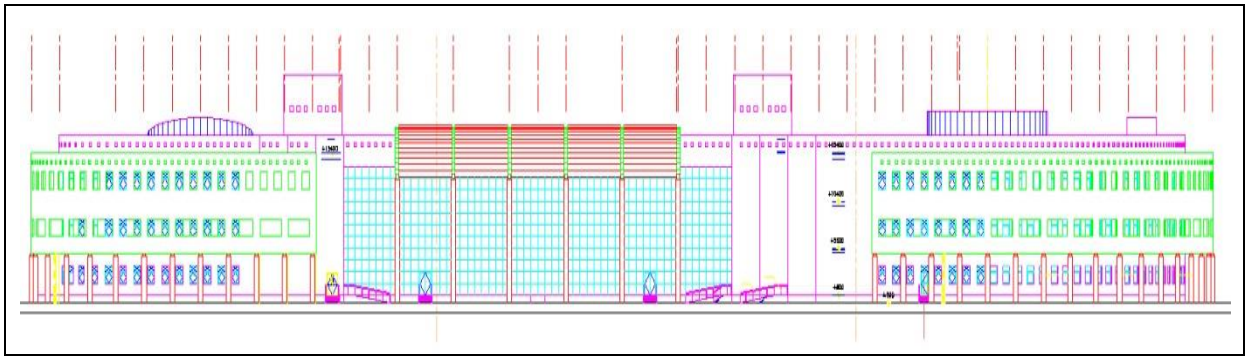
ب- الأعمال الانشائية: تم بناء جميع اجزاء المبنى من الهياكل الخرسانية المسلحة.

ج- الأعمال المعمارية : تم بناء الحوائط الخارجية من طابوق إسمنتي مفرغ و تم تكسية الواجهات الخارجية بالجرانيت ، ورشة بروفايل للحوائط الديكورية ، وقواطيع جبسية واسمنتية لتقسيم الفراغات الداخلية، ولياسة ودهانات للحوائط الداخلية.

د- الأعمال الميكانيكية: نظام التكييف بالمشروع يتم بواسطة التبريد بالمياه المبردة (التشيلرات)، وحدة مناولة هواء، و مراوح سحب وتغذية.



الشكل رقم (٢). مسقط أفقي للدور الأول لكلية المجتمع (المبنى رقم ١) موضحاً عليه مكان وضع أجهزة القياس، (المصدر: وزارة التعليم العالي).



الشكل رقم (٣). الواجهة الجنوبية لكلية المجتمع (مبنى ١)، (المصدر: وزارة التعليم العالي).

الشكل رقم (٤). الواجهة الرئيسة لكلية المجتمع (المبنى رقم ١)

(المصدر: المؤلف).

الشكل رقم (٥). الواجهة الشرقية لكلية المجتمع (المبنى رقم ١)

(المصدر: المؤلف).

الشكل رقم (٦). الحائط المضاف على الواجهة الرئيسية لكلية المجتمع (المبنى رقم ١) .

(المصدر: المؤلف).

الشكل رقم (٧). المدخل الشرقي من خلال الواجهة ذات الغلاف المزدوج لكلية المجتمع (المبنى رقم ١) .

(المصدر: المؤلف).

المشروع الثاني (كلية العلوم الطبية التطبيقية، بجامعة الباحة في منطقة العقيق):

أ- مكونات المشروع: يتكون مبنى كلية العلوم الطبية التطبيقية من عدد اربع طوابق (أرضى + أول + ثاني + سطح) بمساحة اجمالية ٣٩٥٠٠ م٢ .

الدور الأرضي :- بمساحة اجمالية ١٢٣٠٠ م٢ يحتوى على (مختبرات- معامل - وحدات اشعة - مكاتب شئون الطلاب - قاعة محاضرات - مصلى- قاعة وجبات- نافورة).

الدور الأول :- بمساحة اجمالية ١٢٧٠٠م٢ يحتوى على (فصول دراسية - قاعات محاضرة صغيرة - مكاتب إدارة تقنية المعلومات - صالة متعددة الاغراض)

الدور الثاني :- بمساحة اجمالية ١٤٠٠٠م٢ يحتوى على (مكاتب أعضاء هيئة التدريس - فصول دراسية - قاعات محاضرة صغيرة - مكتب العميد – مكاتب الوكلاء - قاعة مطالعة - قاعات امتحانات .

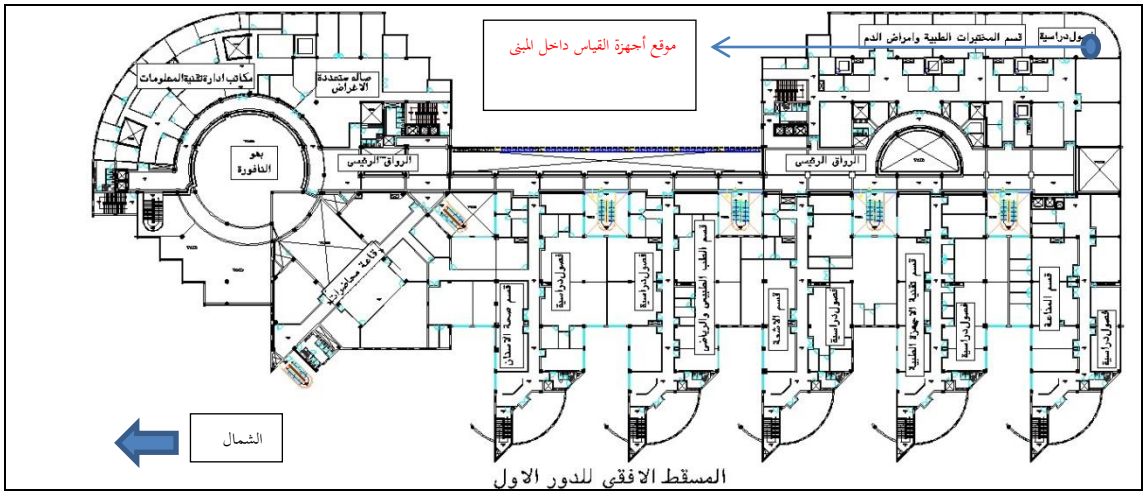
الدور السطح :- بمساحة اجمالية ١٤٠٠٠م٢ يحتوى على جميع الوحدات المتعلقة بتشغيل و تمديدات الأعمال الميكانيكية والكهربائية .

اعلى السطح :- بمساحة اجمالية ٤٣٠م٢ وهى اسطح للسلالم الرئيسة.

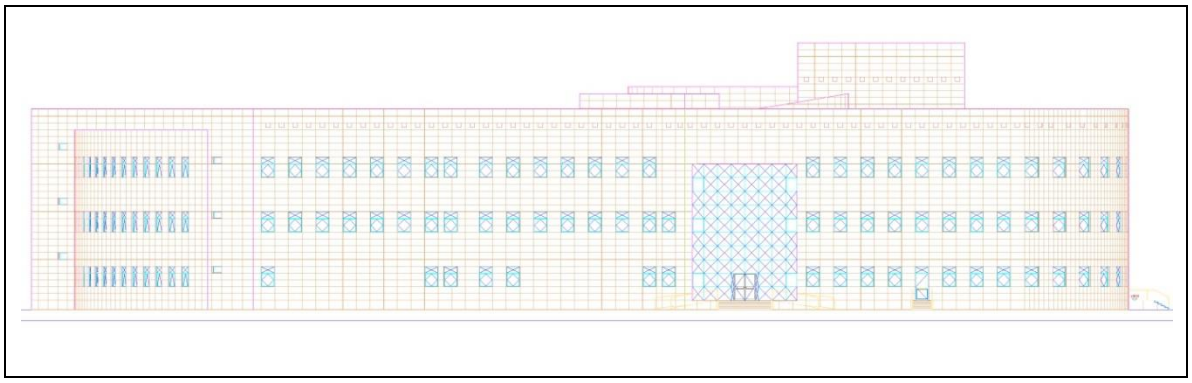
ب- الأعمال الانشائية : تم بناء جميع اجزاء المبنى من الهياكل الخرسانية المسلحة.

ج- الأعمال المعمارية : تم بناء الحوائط الخارجية من طابوق إسمنتي مفرغ و تم تكسية الواجهات الخارجية بالجرانيت ، و قواطيع جبسية و اسمنتية لتقسيم الفراغات الداخلية ، ولياسة ودهانات للحوائط الداخلية وتم تكسية الجدران الداخلية للمعامل محل الدراسة ببلاطات بورسلين سماكة ٦ مليمتر.

د- الأعمال الميكانيكية : نظام التكييف بالمشروع يتم بواسطة التبريد بالمياه المبردة (التشيلرات)، وحدة مناولة هواء، و مراوح سحب وتغذية.



الشكل رقم (٨). مسقط أفقي للدور الأول لكلية العلوم الطبية التطبيقية (المبنى رقم ٢) موضحاً عليه مكان وضع أجهزة القياس. (المصدر: وزارة التعليم العالي).



الشكل رقم (٩). الواجهة الجنوبية لكلية العلوم الطبية التطبيقية (مبنى ٢)، (المصدر: وزارة التعليم العالي).

الشكل رقم (١٠). الواجهة الرئيسة لكلية العلوم الطبية التطبيقية، (المبنى رقم ٢) .
(المصدر: المؤلف).

الشكل رقم (١١). الركن الجنوبي الشرقي لكلية العلوم الطبية التطبيقية (المبنى رقم (٢) .
(المصدر: المؤلف).

تجارب ميدانية

تهدف التجارب الميدانية لعمل مقارنة للأداء الحراري للفراغ المعماري داخل المباني محل الدراسة. وسوف تعتمد هذا التجارب في المقام الأول على رصد الأداء الحراري للمبنيين بواسطة أجهزة قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء الخارجي والهواء الداخلي للمبنيين. وتم استخدام أجهزة (Tinytag- ULTRA2) لقياس درجة الحرارة الهواء والرطوبة النسبية في الهواء الخارجي والداخلي. تعتبر هذه الأجهزة مسجل بيانات ومكتفية ذاتيا بذاكرة تستطيع أن تدون (٣٢٤٠٠) قراءة. ويمكن تسجيل قراءات لأوقات مختلفة تبدأ من ١ثانية إلى ٤,٥ ساعة. وهذا الجهاز يمكن استخدامه في الأماكن الداخلية والخارجية وهو مقاوم للعوامل البيئة القاسية من امطار ودرجات حرارة عالية. فيمكن للجهاز أن يقرأ دراجات حرارة للهواء ما بين (-٢٥) و (٨٥) درجة مئوية و يمكن أن يقيس الرطوبة النسبية التي تتراوح من (٠) إلى(٩٥) في المائة. وتم استخدمها بكثرة في رصد الاداء الحراري للمباني (أبانمي، ٢٠٠٥).

تم ضبط الأجهزة على أن تسجل قراءات لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لكل ١٥ دقيقة داخل وخارج المباني محل الدراسة لمدة ٣ أيام في الإجازة الرسمية في المملكة العربية السعودية وهي إجازة عيد الفطر المبارك من عام ١٤٣٤هـ. حيث من الصعوبة تمديد مدة القراءات بسبب عدم السماح بغلق التكييف داخل المبنى لمدة أطول وايضاً خوفا من العبث بالأجهزة أو فقدانها في أوقات العمل الرسمية.

وتم تثبيت الأجهزة على حامل خشبي بارتفاع ١,٥م كما هو موضح في الشكلين (١٢و١٣) وتم وضعهم في فراغ داخلي في المبنيين لهما نفس التوجيه بحيث يكونان

يقابل نفس زاوية الشمس. ويقع كلا الفراغين في الركن الجنوبي الشرقي للمبنى.
وتم استخدام برنامج GLM التابع للأجهزة المستخدمة لضبط بدء التسجيل وتحميل البيانات المسجلة بعد ذلك. ومن ثم، تم استخدام برنامج Microsoft Excel لتحليل القراءات والرسومات البيانية.

الشكل رقم (١٢). مكان جهاز قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل مبنى رقم(١) .

(المصدر: المؤلف).

الشكل رقم (١٣). مكان جهاز قياس درجة الحرارة والرطوبة لانسبية داخل مبنى رقم (٢).

(المصدر: المؤلف).

من خلال نتائج رصد درجات حرارة الهواء والرطوبة النسبية في الفراغات الداخلية لكلا المبنيين تبين أن درجة حرارة الهواء في الفراغ الداخلي في المبنى الأول ذو الحوائط المزدوجة أعلى من نظيره في المبنى الثاني في فترة النهار وأول ساعات الليل. حيث تبين أن الفراغ في المبنى الأول أعلى بما يتراوح بين ٠,١ إلى ٢,١ درجة حرارة مئوية ما بين الساعة ١٠ صباحاً إلى الساعة ٩ مساء، حيث وصلت ذروتها عند الساعة الخامسة مساء. وقد كانت الرطوبة النسبية في الفراغ داخل المبنى الأول اقل من الفراغ الآخر في المبنى الثاني.

وعلى العكس في فترة الساعات المتأخرة من الليل والصباح الباكر، فقد تبين [illegible] في المبنى الأول ذو الحوائط المزدوجة اقل بمقدار بين ٠,١ إلى ٢,٥ درجة حرارة مئوية من درجة حرارة الهواء في الفراغ الداخلي في المبنى الثاني ، حيث وصلت ذروتها عند الساعة الخامسة صباحاً كما هو مبين في الشكل رقم (١٤ و ١٥).

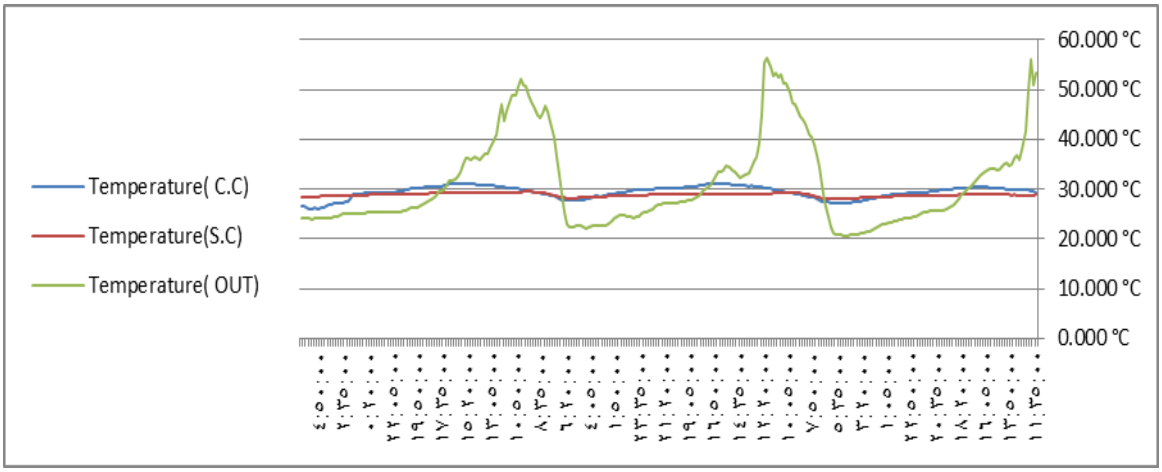
من المؤكد أن هناك اسباب عدة وراء هذه الفروقات ولكن يبدو أن من هذه الاسباب هو كمية الخرسانة المسلحة المستخدمة في الغلاف المضاف للواجهات في المبنى الأول حيث يمكن أن تمثل حمل حراري يعمل على امتصاص حرارة الشمس وتخزينها خلال فترة النهار وإعادة بثها خلال النهار تدريجيا حتى ساعات منتصف الليل، وهذا يتطابق مع

ما قاله البيوجان (١٩٩٧) و ياناس (١٩٩٤) في أن الأداء الحراري للمبنى يعتمد بشكل أساسي على المواد المستخدمة في بناءة وليس فقط في تصميمه. مما لا شك فيه أن تظليل الواجهات من أنجح المعايير التصميمية في العمارة البيئية ولكن يجب أن يتم اختيار المواد المناسبة والتي تساعد على تحسين الأداء الحراري لهذه الحوائط المضافة على الواجهات. يقول إيمت (٢٠٠٤) عند تصميم المباني يجب أن نأخذ قرارات مسؤولة فهناك علاقة قوية بين المواد والطاقة المستخدمة خلال عمر المبنى. فيجب أن ندرك ونحترم استخدام المواد والطاقة في إطار بيئي مستدام. فقد أثبت سايمون (٢٠٠٤) أن درجة حرارة الهواء داخل رواق مصنوع من البلوك الخرساني في حديقة في يوم مشمس أعلى من درجة حرارة الهواء خارج الرواق وذلك بسبب خاصية مادة الخرسانة في امتصاص وحفظ الحرارة. ويبدو أن هذا شبيه بما حدث في الحالة الدراسية.

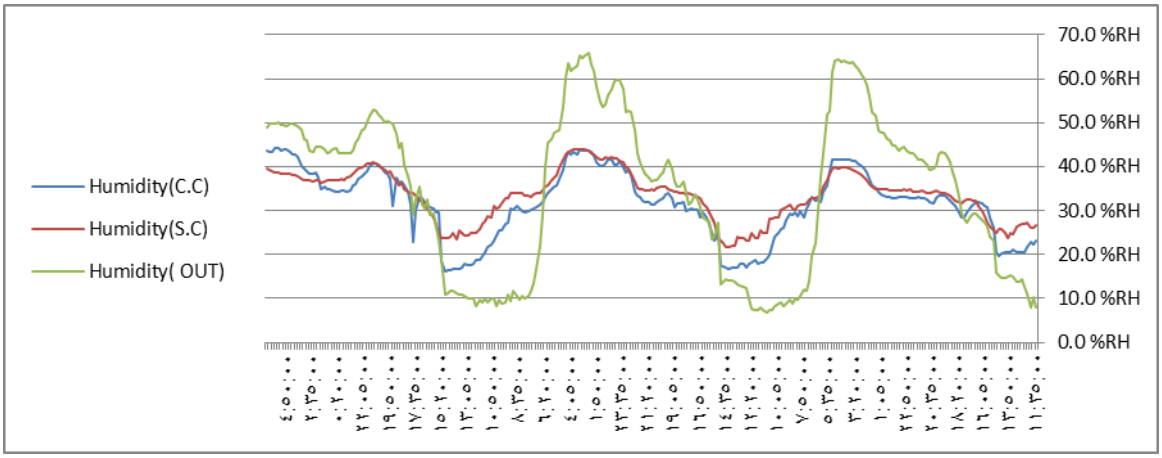
لذلك يجب ابتكار بدائل لمواد أخرى لتنفيذ الحوائط المزدوجة. فقد أثبت حمزة (٢٠٠٨) أن استخدام المواد العاكسة لأشعة الشمس في الحوائط المزدوجة تساعد على خفض استهلاك الكهرباء في المباني.

والتقدم الصناعي في عصرنا الحالي يسمح في ابتكار وتركيب حوائط إضافية على الواجهات بحيث تكون خفيفة الوزن وغير موصله للحرارة وبأشكال مرنه وبنفس الوقت غير مكلفة (بروكس، ٢٠٠٤).

وايضاً يلاحظ من الشكل رقم (١٤) أن الفروقات في درجات حرارة الهواء الداخلي بين ساعات النهار والليل عالية في المبنى الأول حيث وصل الفرق إلى ما يقارب ٥ درجات مئوية بينما وصلت إلى ٢,٣ درجة حرارة مئوية في المبنى الثاني. وهناك عدة فرضيات قد تسبب هذا الفرق ومنها تأثير حركة الهواء على السطح الخارجي للمبنى في فترة النهار والليل، حيث يبدو أن الفتحات في الحائط المزدوج في الحالة الدراسية قد ساهمت في التأثير على سرعة الرياح الملامسة للأسطح الخارجية للمبنى. حيث كونت هذه الفتحات مناطق ضغط سالبة وموجبة تساعد على تسريع حركة الهواء بشكل واضح. وحركة الهواء الملامسة لأسطح المبنى تؤثر بشكل مباشر على الأداء الحراري في المبنى حيث تساهم حركة الهواء البارد في فترة آخر الليل وفي فترة الصباح الباكر في تقليل درجة حرارة الأسطح الخارجية والنوافذ. لذلك يمهد هذا البحث إلى عمل بحث مستقبلي للتأكد من هذه الفرضيات من خلال عمل محاكاة حاسوبية يتم فيها تثبيت كافة العوامل المؤثرة الأخرى.



الشكل رقم (١٤). مجمع لدرجات حرارة للهواء الخارجي (OUT) ودرجات حرارة الهواء الداخلي في مبنى الأول – كلية المجتمع (C.C) ودرجات حرارة الهواء الداخلي للمبنى الثاني– كلية العلوم الطبية التطبيقية (S.C).



الشكل رقم (١٥). مجمع لنسب الرطوبة النسبية في الهواء الخارجي (OUT) و نسب الرطوبة النسبية في الهواء الداخلي للمبنى الأول – كلية المجتمع (C.C) ونسب الرطوبة النسبية في الهواء الداخلي للمبنى الثاني– كلية العلوم الطبية التطبيقية (S.C).

التوصيات

من خلال أدبيات البحث والزيارات الميدانية وتحليل نتائج الرصد الحراري للحالات الدراسية تم التوصل إلى توصيات يمكن من خلالها تحسين الإداء الحراري للواجهات ذات الغلاف المزدوج ذو التهوية الطبيعية.

ويمكن تلخيص هذه التوصيات في التالي:

١- التأني في اختيار المواد

المستخدمة في بناء الحوائط المزدوجة بحيث يتم القليل من استخدام الخرسانات المسلحة في الغلاف المضاف على الواجهات واستبدالها بمواد خفيفة الوزن وغير موصلة للحرارة. حيث أثبتت الدراسات أن الخرسانة مادة قابله لامتصاص الحرارة وتخزينها وبثها في فترة النهار تدريجياً حتى ساعات منتصف الليل.

٢- أهمية عمل دراسة مستفيضة ومحاكاة للأداء الحراري للمبنى المراد بنائه في المراحل الأولى لتصميم الواجهات ذات الغلاف المزدوج ذو التهوية الطبيعية خاصة في المناخ الحار والجاف لمعرفة حركة وزوايا الشمس الساقطة على اسطح المبنى. بحيث يتم تصميم شكل الغلاف المضاف على الواجهات واختيار مواد مناسبة لبنائه بهدف تحسين أدائه الحراري. فيفترض أن تكون الحوائط المضافة على الواجهات قادرة على حجب اشعة الشمس الغير مرغبة في فصل الصيف والسماح بأشعة الشمس المرغوبة أن تصل لغلاف المبنى في فصل الشتاء.

٣- عدم المبالغة في استخدام الواجهات ذات الحوائط المزدوجة في جميع الواجهات، بحيث يفترض أن يكون لكل واجهة معالجة خاصة تتناسب مع التوجيه الخاص بها.

٤- استخدام الوان فاتحة وعاكسة لأشعة الشمس في الاسطح الخارجية للواجهات ذات الغلاف المزدوج.

٥- فعالية استخدام أبراج تبريد الهواء بواسطة التبخير في الرواق الخارجي بين الواجهة الأساسية والغلاف المضاف عليها بهدف تبريد الهواء داخل الرواق وبالتالي يمكن تبريد الأسطح الخارجية للمبنى والنوافذ لكل أدوار المبنى وكذلك لتقليل حرارة الهواء في أماكن الجلوس وممرات المشاة على مستوى الدور الأرضي في هذا الرواق.

٦- ضرورة عمل بحث مستقبلي للتأكد من فرضية تأثير الحوائط المزدوجة الخرسانية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية للمباني من خلال عمل محاكاة حاسوبية بحيث يتم تثبيت كافة العوامل المؤثرة الأخرى. وبالتالي يمكن لبرنامج المحاكاة أن يعرض عدة بدائل ومقترحات ومواد بناء مناسبة لتحسين الأداء الحراري للحوائط المزدوجة في المناخ الحار والجاف.

المراجع

المراجع العربية

أبانمي، وليد. "*تأثير نوع المواد المستخدمة في الأرضيات على درجة حرارة البيئة المحيطة في المناطق المفتوحة الواقعة في مناخ حار وجاف- منتزه طريق النهضة بمدينة الرياض كحالة دراسية*". مجلة العلوم الهندسية – جامعة أسيوط – جمهورية مصر العربية. (مجلد ٣٨ رقم ١)، (يناير ٢٠١٠م).

الحمدي، ناصر وكعكي، وليد . "*الأداء الحراري في المباني التقليدية والمعاصرة حالة دراسية في مدينة*

الدرعية" ، المؤتمر المعماري الدولي السابع – إسكان الفقراء المشكلات والحلول، جمهورية مصر العربية، (٢٠٠٧م).

الحمدي، ناصر و أبانمي، وليد. *"أثر النباتات على الأداء الحراري للواجهات الغربية لمباني الفقراء بالمناطق الحارة الجافة: حالة دراسية مباني في الرياض"* ، المؤتمر المعماري الدولي السابع – إسكان الفقراء المشكلات والحلول، جمهورية مصر العربية، (٢٠٠٧م).

الحمدي، ناصر و العباسي، غازي. *"التنبؤ عن أثر التكسيات الخارجية على الأداء الحراري للمباني في الرياض"* ، مجلة جامعة الملك سعود، كلية العمارة والتخطيط، (مجلد ١٨)،(٢٠٠٦م).

الغنيم، فهد و كيالي، محمد. *"دراسة لكاسرات الشمس الأفقية للنوافذ الجنوبية"* وزارة التربية والتعليم، (٢٠٠٣).

محمد، حنان . *"منهجية دمج إستراتيجيات التصميم المستدام في تقنية نمذجة معلومات البناء بي أي أم: الإمكانيات الحالية والاحتمالات المستقبلية"*. مجلة جامعة الملك سعود – العمارة والتخطيط، (المجلد ٢٤)، (٢٠١٢م).

وزارة التعليم العالي. *"مشاريع الجامعات الناشئة"* الإدارة العامة للمشاريع، الرياض، المملكة العربية السعودية، (٢٠١٠م).

Arabic References:

Abanomi, Waleed. "*The impact of materialtypes used in the floors on the air temperature of the surrounding environment in open areas located in hot and dry climate –Al-NahdhahPark Road in Riyadh as a case study."* Journal of Engineering Sciences, AssiutUniversity - Egypt. (Vol. 38 No. 1), (January 2010).

Al-Hemiddi, Nasser and Kaki, Waleed. *"Thermal performance of buildings in traditional and contemporary case study in the city of Diriyah,"* Seventh International Architectural Conference - Housing for the Poor, Problems and Solutions, Egypt (2007).

Al-Hemiddi, Nasser and Abanomi, Waleed. "*The impact of the plants on the thermal performance of the facades of buildings for the poor people, Riyadh buildings as a case study"* Seventh International Architectural Conference - Housing for the Poor, Problems and Solutions, Egypt (2007).

Al-Hemiddi, Nasser and Abbasi, Ghazi. "*Predicting the impact of Façade finishing on the thermal performance of buildings in Riyadh,*" Journal of King Saud University, College of Architecture and Planning, (Volume 18), (2006).

Ghoneim, Fahd and Kayali, Mohammed. *"A study for the horizontal sun breakers on southern windows"* Ministry of Education.(2003).

Mohammed, Hanan. *"The Methodology of integratingthe sustainable design strategies in Building Information Modeling Technology (PIM): current abilities and future possibilities."* Journal of King Saud University - Architecture and Planning, (Volume 24), (2012).

Ministry of Higher Education. ***"Universities' Projects "*** Project management Administration, Riyadh, Saudi Arabia, (2010).

Abanomi. Waleed. "*Environmental Design of Prototype School Buildings in Hot, Arid Regions with Special Reference to Riyadh, Saudi Arabia*", PhD Dissertation, Cardiff

Hamza, Neveen. "*Double versus single skin facades in hot arid areas"*, Energy and buildings. (Issue 40 - No.3), (2008).

Konya, Allan. " *Design Primer for Hot Climates*" London: Architectural Press, (1980).

Norman, booth k. and Hiss, James E. "*Residential Landscape Architecture*", Design process for the private residence, (3rd ed), (2002).

Salmon, Cleveland. "*Architectural Design for Tropical Regions*", New York: Wiley, (1999).

Unwin, Simon. *" An Architecture Notebook"* Routledge. Reprinted (2004).

Yannas, Simos. "*Design of educational buildings-primer. London: Environment and Energy Studies Programme*", Graduate School on behalf of the Commission of the European Architectural Association Communities, Directorate General XII for Science, Research and Development, Renewable Energies Unit, (1994).

University of Wales, Cardiff, United Kingdom, 2005).

Al-Buijan, Khalid Y. "*Thermal performance of glass clad buildings in Dammam, Saudi Arabia*" . PhD Thesis, University of Leeds, (1997).

Brookes, Alan and Poole, Dominique. *"Innovation in Architecture"*. USA, Spon Press, (2004).

Chalfoun, Nader. " *Computer energy analysis 2. House Energy Doctor Program*", University of Arizona – USA, (2000).

Eicker U, Fuxa V., Bauer a U., Mei b L., Infield b D. "*Facades and summer performance of buildings"* Energy and Buildings", (V. 40), 2008).

Emmitt, Stephn; Olie, John and Schmid, Peter. *" Principles of Architectural Detailing"* Blackwell Publishing Ltd; (2004).

Fatthy, Hassan." *Natural energy and vernacular architecture: principles and Examples with reference to hot arid climates*". in Walter Shearer and Abd-El-rahman, Ahmed S. (eds.), University of Chicago. Press for UNU - Chicago; London, (1986).

The Effect of Double Walls on the Thermal Performance of Buildings in Hot and Dry Climates, Al-Baha University Project as a Case Study

Waleed M. Abanomi

Assistant professor, Department of Architecture and buildings science
College of Architecture and Planning, King Saud University
abanomi@ksu.edu.sa

Received 15/12/2013; accepted for publication 14/3/2014

Abstract. This research aims to assess the effect of double walls on the thermal performance of indoor spaces in buildings that are located in hot and dry climates. The investigation of the research problem, conclusions and findings has been achieved by literature review, on-site observation and field experiments. Two existing prototype college buildings in Al-Baha University that is located in a hot and dry climate in the Kingdom of Saudi Arabia were selected as case studies for this research. They have similar form and design. However, one of the prototype buildings was built with double walls facades while they were canceled in the second building. The two case studies were monitored to evaluate their thermal performance. Air temperatures and relative humidity were recorded inside and outside theses prototype buildings. The research results show that the double walls did not enhance the thermal performance of the first building. This is could be due to the amount of concrete used in the double walls in the first case study, because the high thermal mass of the double walls could absorb and release heat into the building. However, this assumption need to be tested by a computer simulation program in a future research and also to investigate other factors that may cause this results. The conclusions and findings of this research will improve the design of double walls facades not only in buildings in Saudi Arabia, but also in buildings that are located in hot arid regions.

Keywords. Double walls, Thermal performance, Environmental control, Educational buildings, Energy conservation.