الفصل الخامس
خلاصة البحث والتوصيات

1-5 مقدمة :

يتناول هذا الفصل عرضاً مختصراً لمحتويات البحث ، كما يتناول عرضاً للتصميم التجريبي للبحث ، وإجراءات تنفيذه ، والتحقق من صحة فروضه، والنتائج التي توصل إليها وأسفرت عنها هذه الإجراءات ، وكذلك مجموعة من والتوصيات المستخلصة في ضوء هذه النتائج .

2-5 ملخص البحث :

تعتبر عمارة المناطق الحارة ذات طابع مميز يتسم بإرتفاع درجات الحرارة، وقد تختلف من منطقة إلى أخرى، وذلك طبقاً لمواد البناء والعادات والتقاليد، ولكن يظل الهدف واحد وهو الحماية من الشمس والإشعاع ومحاولة تحقيق الإظلال تخفيض من الأحمال الحرارية للمبني بافتراض أن المشاكل الحرارية السائدة في البيئة السكنية تشكل نسبة كبيرة في هذه المناطق، وبذلك يمكن تحقيق مبدأ الإستخدام السلبي للطاقة بالمباني، إن من أهم الوسائل الناتجة للتقليل من الإكتساب الحراري هى عزل الغلاف الخارجي للمبني عزلا حراريا جيدا لحفظ الطاقة وتوفير بيئة داخلية تبعث بالراحة الحرارية للمستخدمين، والتقليل من تسرب الحرارة إلي داخل المبني صيفا وإلي خارجه شتاءا، ويكون ذلك بالتوجيه السليم لغلاف المبني خاصة النوافذ ثم بإختيار مواد البناء ذات الخواص الحرارية المناسبة للمناخ، وتظليل المبني، والسد المحكم للفواصل التى تكون بين عناصر ومكونات المبني المختلفة، ويمكن أن يتم توظيف الطاقات المتجددة في التقليل من الإكتساب الحراري بالمناطق الحارة، لما يتميز به من طول مدة سطوع الإشعاعات الشمسية أثناء فصول السنة وخصوصا فصل الصيف، مما يؤدي إلي التقليل من الإعتماد علي الطاقات غير المتجددة .

ومن خلال دراسة المعايير التصميمية فى مباني الأقليم الحار الجاف فقد إعتمدت مباني هذا الإقليم ذو المناخ القاسي على المعايير والإعتبارات التالية :

- توجيه الفراغات إلى داخل الفناء الداخلي حيث يعمل كمنظم لدرجات الحرارة داخل المبني ليلا ونهارا.
- فمعظم المناطق الحارة - الجافة في العالم تقع في خطوط العرض القريبة من خط الاستواء، حيث أن أعلى شدة للإشعاع الشمسي الساقط في الصيف، ما عدا بالنسبة للسقف، يحدث في الجدران الشرقية و الغربية، لذلك فإن الشكل الأنسب للبناء في المناطق الحارة والجافة هو المستطيل في الاتجاه شرق غرب .
- النوافذ والفتحات ضيقة من الداخل وواسعة من الخارج لتوسيع زاوية الزوﺍؤية ومنع الأشعة المباشرة من الدخول .

- أن الكسب الحراري الناتج للأجزاء الداخلية للمبنى يعتمد على الخصائص الحرارية الطبيعية للسقف و تأثير اللون الخارجي للجدران و السقف على درجة الحرارة السطحية، الحمولة الحرارية و درجات الحرارة الداخلية، كبير جداً بحيث له أثر ملموس على المقاومة الحرارية المطلوبة للغلاف و السعة الحرارية للمبنى .

وإذا كنا قد رأينا بعض الحلول العملية في معالجات الأسقف لتخفيف الحمل الحراري عنها حيث تعتبر المعالجات المناخية بعزل الأسقف بواسطة الطبقة العازلة للحرارة او عاكسة او سقف من بلاطتين منفصلتين من الحلول المكلفة اقتصاديا نظرا لعدة عوامل من أهمها تعرض السقف للأشعاع الشمسي بصورة اكبر إضافة الى ذلك أن من أحد مكونات قطاع السقف الخرسانة المسلحة التي تبلغ انتقاليتها للحرارة اكبر، أما بالنسبة للحوائط الخارجيه فعند إختيار قطاع الحائط والمعالجات المناسبة طبقا لأفضل البدائل والمتغيرات المتاحه لتحقيق أقل إكتساب حراري ممكن لقطاع الحائط تبعا للقياسات المناخية الخاصة بالمناخ الحار الجاف، حيث نجد أن تأثير هذه البدائل يتمثل في الأتي :

1- بزيادة سمك المباني تقل قيمة U-Value وتزداد الكفاءة الحرارية للحائط .
2- يجب ملاحظة أن الفراغ الهوائي ذو تأثير قليل على الأداء الحراري للحائط المزدوج .
3- بتغير الطبقة العازلة للحرارةمن سمك 5سم الي سمك 3سم , كان لذلك تأثير كبير علي قيمة الأنتقالية الحرارية U-Value، حيث تقل هذه القيمة بنسبة تصل الي 50 % عند استخدام طبقة عازلة بسمك 5سم , وكذلك التأثير عند تغير سمك الطبقة العازلة للحرارة من سمك 3 سم - 2 سم .
4- كان لاستخدام الطبقة العازلة للحرارة التأثير الكبير علي الأداء الحراري للحائط .
5- يمكن بواسطة استخدام الطبقة العازلة للحرارة داخل فراغ الحائط الوصول لأفضل أداء حراري للحائط , بحيث يحقق قيمة مثلي للإنتقالية الحرارية U-Valueللحائط حتي يمكن تحقيق المتطلبات الحرارية المثلي لمستخدمي الفارغ، وذلك طبقا لسماكة الطبقة العازلة للحرارة .
6- لا يوجد تأثير يذكر باختلاف مكونات التشطيب فى الحائط الخارجي طبقا للبدائل السابقة مقارنة مع إختلاف نوع الطوب المستخدم، وخاصة فى التكسيات .
7- طوب الليكا المفرغ كان له أداء عند استخدامه في قطاع المبني، وأداء الطوب المفرغ يعتمد أساسا علي حجم الفراغات الهوائية داخل الطوب ومصدر مادة الطوب وعوامل أخري خلاف ذلك .

يعتبر الإشعاع الشمسي من أكثر العوامل المؤثرة علي الغلاف الخارجي للمبني والتي يجب علي المصمم دراسته بعناية وحساب كل العوامل المرتبطة به والمؤثرة علية ، فالإشعاع الشمسي ذو صلة مباشرة علي إحساس المستخدم بالراحة الحرارية أو عدم الراحة الحرارية ، ومن أهم عناصر الإنتقال الحراري للمبني التبادل الحراري عن طريق الإشعاع الشمسي و الحمل والتوصيل .

ولكل عنصر من العناصر السابقة أهميته ووزنه النسبي عن العنصر الأخر والمؤثر علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني ، بحيث تمثل في النهاية هذه العوامل مدي الإتزان الحراري للمبني سواء بالسلب أو الإيجاب، حيث يقوم المصمم بحساب تلك الأحمال الحراريةعلي المبني لمعرفة مدي تأثيرها غلي الفراغ الداخلي والقيام بتصميم الغلاف الخارجي الذي يساهم بفاعلية في تقليل الإكتساب الحراري دون التأثير السلبي على الراحة الحرارية لمستخدمي المباني، وفي هذه الدراسة كان الهدف تقييم الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي للمباني وبالتالي الوصول إلى تلك التي تُحسن الحالة الحرارية الداخلية في المباني .

وللتحقق من فرضية البحث التي مفادها : ان تصميم عناصر غلاف المبني الخارجي من مكونات بنائية (الجدران والسقوف) والفتحات الخارجيه والتكوين الكتلي لها والمواد المكونه لها له دور فعال فى تقليل معدل الإكتساب الحراري للمبني ولنكون قريبين من حدود الراحة الحرارية داخل المبنى .

فبعد دراسة مكونات غلاف المبني الخارجي للحالة الدراسية من الحوائط الخارجية والسقف والفتحات الخارجية. ومن ثم حساب معدل الإكتساب الحراري لعناصر غلاف المبني المختلفة للحالة الدراسية وقد اشتملت على الأبعاد الآتية :

1. دراسة مكونات حوائط المبني الخارجية المختلفة وإفتراض قطاعات بديله وحساب معامل الإكتساب الحراري لكل قطاع،ومن ثم المقارنة بين الأداء الحراري لقطاعات الحوائط المختلفة.
2. دراسة مكونات القطاع الأساسي للسقف وإفتراض قطاع أخر بديلوحساب معامل الإكتساب الحراري لكل قطاع، ومن ثم المقارنة بين الأداء الحراري للقطاعات المختلفة .
3. دراسة تصميم الفتحات الخارجية وإقتراح تصميم بديل لها ومعرفة قيمة الإنتقالية الحرارية لكل نوع .

وعلي ضوء نتائج المقارنات التي توصل إليها البحث فقد تم إثبات فرضية البحث التي مفادها أنه بإختلاف مكونات قطاع كل عنصر من عناصر غلاف المبني الخارجي تختلف قيمة مقاومتها الحرارية بالتالي تختلف تبعا لها قيمة معدلالإكتساب الحراري لتلك القطاع . أي ان تصميم عناصر غلاف المبني الخارجي من مكونات بنائية (الجدران والسقوف) والفتحات الخارجيه والتكوين الكتلي لها والمواد المكونه لها له دور فعال فى تقليل معدل الإكتساب الحراري للمبني ولنكون قريبين من حدود الراحة الحرارية داخل المبني .

3-5 أهم النتائج التي توصل إليها البحث :

1. مما سبق وبعد معرفة مدي التغير في معامل الإنتقال الحراري بين قطاعات الحائط الخارجي ينتج لنا أن قيمة معامل الإنتقال الحراري تختلف بإختلاف مكونات قطاع الحائط بالتالي تبعا لها قيمة معدل الإنتقال الحراري لقطاع الحائط الخارجي .
2. بعد المقارنة بين قيمة معامل الإكتساب الحراري بين السقف الأساسي والسقف البديل الموضحه في الجدول رقم (2-4) يتضح لنا أن قيمة معامل الإنتقال الحراري تختلف بإختلاف تصميم السقف بالتالي تبعا له قيمة معدل الإنتقال الحراري .
3. هنالك بعض الحلول العملية سقف في معالجات الأسقف (مثال توضيحي تصميم برجولا سقف كما موضح في الشكل رقم [7-4]) لتخفيف الحمل الحراري عنها حيث تعتبر هذه المعالجات المناخية أقل تكلفة فى تقليل الحمل الحراري علي المبني وأن التغير فى هذه المعالجات قد يؤثر فى تغير معدل الإكتساب الحراري للمبني .
4. أصبحت العديد من الفتحات الخارجية تمثل عبئا حراريا علي المبني نظرا لرقة سماكتها من ألواح الزجاج وخاصة للمساحات الكبيرة، فنجد أن لكل نوع من أنواع الزجاج المستخدم فى النوافذ الخارجية خواص مختلفة عن النوع الأخر وأن إختلاف الخواص الحرارية لبعض البدائل المختلفة لتصميم النوافذ الخارجية يؤثر فى تغير معدل الأكتساب الحراري للمبني عبر الفتحات الخارجية .
5. إن إختلاف الخواص المختلفة لتصميم النوافذ الخارجية من شأنه أن يؤثر فى تغير معدل الأكتساب الحراري لها لذلك نجد إن إختيار النوع المناسب من أنواع الزجاج المستخدم في تصميم النوافذ من شأنه أن يؤثر فى تغير معدل الأكتساب الحراري للمبني عبر الفتحات الخارجية .

4-5 التوصيات :

إن تطبيق منهج تصميم غلاف مناخي آمن طبقا للأحمال الحرارية وعملية التبادل الحراري عن طريق التوصيل، حيث تمثل نسبة كبيرة من قيمة الأحمال الحرارية المؤثرة علي الفراغ الداخلي، وبالتالي تقلل من الإكتساب الحراري عبر المباني مما يحقق الراحة الحرارية المطلوبة لمستخدمي الفراغ .علي ضوء ما أسفرت عنه النتائج المستخلصة من البحث يوصي الباحث بما يلي :

اولا : عند تصميم الحوائط الخارجية لأي مبني يوصي الباحث بالتالي :

I. يجب مراعات تصنيف الواجهات حسب الإتجاه والإهتمام بالدراسة المناخية للواجهات طبقا للإشعاع الشمسي .

II. يجب تحديد قيمة الإنتقالية الحرارية الملائمة للواجهة ويجب ألا يتجاوز معامل الإكتساب الشمسي 0.04 في المناطق الحارة الرطبة أو 0.03 في المناطق الحارة الجافة .

III. إن بزيادة سمك المباني تقل قيمة U-Value وتزداد الكفاءة الحرارية للحائط الخارجي .

IV. يجب ملاحظة أن الفراغ الهوائي ذو تأثير قليل على الأداء الحراري للحائط المزدوج .

V. بتغير الطبقة العازلة للحرارة من سمك 5سم الي سمك 3سم , كان لذلك تأثير كبير علي قيمة الأنتقالية الحرارية U-Value، حيث تقل هذه القيمة بنسبة تصل الي 50 % عند استخدام طبقة عازلة بسمك 5 سم، وكذلك التأثير عند تغير سمك الطبقة العازلة للحرارة من سمك 3 سم - 2 سم .

VI. يمكن بواسطة استخدام الطبقة العازلة للحرارة داخل فراغ الحائط الوصول لأفضل أداء حراري للحائط , بحيث يحقق قيمة مثلي للإنتقالية الحرارية U-Valueللحائط حتي يمكن تحقيق المتطلبات الحرارية المثلي لمستخدمي الفارغ، وذلك طبقا لسماكة الطبقة العازلة للحرارة .

VII. عدم الإهتمام إلي نوعية التكسيات الخارجيه عن التصميم المناخي، لا يوجد تأثير يذكر باختلاف مكونات التشطيب فى الحائط الخارجي طبقا للبدائل السابقة مقارنة مع إختلاف نوع الطوب المستخدم، وخاصة فى التكسيات .

VIII. إختيار نوع الطوب الذي يتميز بخواص حرارية وفيزيائية أفضل، لأن ذلك له تأثير في تغيير معدل الإكتساب الحراري للحائط الخارجي وكذلك أداء الطوب المفرغ يعتمد أساسا علي حجم الفراغات الهوائية داخل الطوب ومصدر مادة الطوب وعوامل أخري خلاف ذلك .

ثانيا : الإختيار الأمثل لمكونات قطاع السقف حيث أن قيمة معامل الإنتقال الحراري تختلف بإختلاف مكونات قطاع السقف بالتالي بإختلاف الخواص الحرارية والفيزيائية لطبقات السقف تختلف تبعا لها قيمة معدل الإنتقال الحراري للسقف .

ثالثا : تصميم معالجات للسقف كالبرجولا وذلك بدراسة إتجاه وحساب ميل زوايا أشعة الشمس صيفا وشتاءا لتخفيف الحمل الحراري عنها حيث تعتبر هذه المعالجات المناخية أقل تكلفة فى تقليل الحمل الحراري علي المبني وأن التغير فى هذه المعالجات قد يؤثر فى تغير معدل الإكتساب الحراري للمبني .

رابعا : يجب إختيـار النوع المناسب من أنـواع الزجاج المستخــدم في تصميم النوافذ مما يؤثر فى تغير معدل الأكتساب الحراري للمبني عبر الفتحات الخارجية .

خامسا : الإختيار الأمثل لمواد تصميم النوافذ الخارجية يؤثر فى تغير معدل الأكتساب الحراري، وذلك لأن إختلاف الخواص الحرارية للمواد يؤثر علي معامل الإنتقال الحراري عبر الفتحات الخارجية .

5-5 البحوث المستقبلية :

إن أهمية البحث العلمي لا تبدو فيما نصل إليه من نتائج بقدر ما تبدو فيما تجلبه من نقاط تثير لدى الباحثين الحاجة إلى أبحاث ودراسات جديدة ، وعلى ذلك فإن الباحث تعرض البحوث والدراسات المقترحة :

1. تقليل الحمل الحراري بتطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي .
2. منهج التصميم منهج لعملية التصميم البيئي للغلاف الخارجي للمبني للتقليل من الأحمال الحرارية .
3. مقارنة السلوك الحراري بين مواد التغليف الحديثة والتقليدية للجدران الخارجية في المباني.
4. غلاف المبنى الذكي أداة لتحقيق الراحة الحرارية .