جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية التربية

قسم التربية التقنية – مدنية

بحث تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في التربية التقنية

تخصص(مدنية)

بعنوان:

دور العزل الحراري في المنشأت الخرسانية لترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية

The role of thermal insulation in concrete installations to rationalize the consumption of electrical energy

إعداد الطلاب :

أبـوذر أحمـد أبكـر أبـــوبـكر

دار السـلام ادم إبراهيم عبدالله

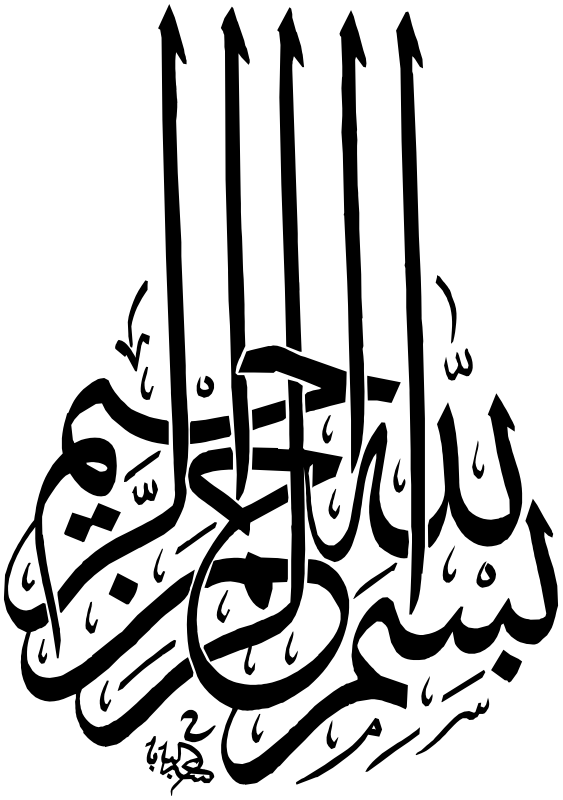
زحـل مـوسـى الحـــاج الطـيب

سارة محمد خير سليمان عبدالله

إشراف :

د.الغالي عبد الرحمن محمد مضوي

2018-2017م


بسم الله الرحمن الرحيم

الإستهلال

قال تعالى:

وَاللّهُ {جَعَلَ لَكُم مِّن بُيُوتِكُمْ سَكَنًا وَجَعَلَ
لَكُم مِّن جُلُودِ الأَنْعَامِ بُيُوتًا
تَسْتَخِفُّونَهَا يَوْمَ ظَعْنِكُمْ وَيَوْمَ
إِقَامَتِكُمْ وَمِنْ أَصْوَافِهَا وَأَوْبَارِهَا
وَأَشْعَارِهَا أَثَاثًا وَمَتَاعًا إِلَى حِينٍ }

سورة النحل الاية (80)

إهداء

إلهي لايطيب الليل إلا بشكرك ولايطيب النهار إلا بطاعتك .. ولاتطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا

تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

(الله جل جلاله)

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين.

(سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم)

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون إنتظار .. إلى من أحمل أسمه بكل

افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترىثماراً قد حان قطافها بعد طول إنتظار وستبقى كلماتك

نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغوا إلى الأبد.

(والدي العزيز) ..

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحبوا إلى معنى الحنان والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب

(أمي الحبيبة)...

إلى الأخوة الذين لم تلدهن أمي .. إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى ينابيع الصدق

الصافي إلى من معهم سعدت ، وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلى من كانوا معي

على طريق النجاح والخير لهم الشكر

شكر و عرفان

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب
الجامعة مع أساتذتنا الكرام
وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة
في الحياة ... إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ... إلى جميع أساتذتنا الأفاضل.....
"كن عالما ... فإن لم تستطع فكن متعلما ، فإن لم تستطع فأحب العلماء ،فإن لم تستطع فلا تبغضهم"
وأخص بالتقدير والشكر:

د/ الغالي عبدالرحمن محمد مضوي

وكذلك نشكر كل من ساعد على إتمام هذا البحث وقدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة
ونشكر الذين كانوا عوناً لنا في بحثنا هذا ونوراً يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقنا.
وشكرنا موصول الى ألاساتذة الأجلاء في جامعة السودان والمكتبات ،وكذلك الي كلية التربية قسم التربية تقنية مدنية لهم الشكر والتقدير .

المستخلص

هدف هذا البحث إلى التعرف على أهمية العزل الحراري للمنشأت الخرسانية ودوره في تخفيض إستهلاك الطاقة لتقليل التكلفة الإقتصادية، ودراسة المواد العازلة للسقوفات والجدران من حيث خواصها و أنواعها وكيفية تركيبها.

وقد أتبع المنهج الوصفي التحليلي لأنه يتلائم مع البحث حيث تم تطبيق أدوات البحث المتمثلة في الإستبيان على إختيار ثلاثة عينات عشوائية، عينة من المهندسين وعددهم (25) مفحوصاً ، وعينة من المقاولين وعددهم (25) مفحوصاً ، وعينة من الموردين وعددهم(25) مفحوصاً وجميعهم في ولاية الخرطوم، وتم تحليل البيانات إحصائياً بواسطة برنامج الحاسوب (SPSS) لإيجاد التوزيع التكراري والمئوي والمتوسطات والإنحرافات المعيارية لمعرفة إجابات المستجيبين على عبارات الإستبيان في محاوره المختلفة، وقد توصل الباحثون إلى عدد من النتائج أهمها: إن تطبيق العزل الحراري في المبانى السكنية والمنشأت الحكومية والتجارية والصناعية يقلل من إستهلاك الطاقة الكهربائية إذا طبق على أساس علمي وتقنى سليم، وجد أن هناك إهتمام كبير بكيفية تركيب المادة العازلة للحرارة بصورة سليمة.

وقد توصل الباحثون الى عدد من التوصيات أهمها: بوضع لوائح وقوانين وا ٍرشادات تفرض تطبيق العزل الحراري على أصحاب المباني عموماً والشركات، خاصة شركات الأدوية،و الإهتمام بزيادة عدد شركات العوازل في السودان بحيث تكون كافية للقيام بعملية العزل الحراري.

Abstract:

The aim of this research is to identify the importance of thermal insulation of concrete structures and its reduction in energy consumption to reduce economic cost and study the insulating materials of ceilings and walls in terms of their properties, types and how to install them. The descriptive descriptive approach was adopted because it fits in with the research. The research tools of the questionnaire were applied to selecting three random samples of 25 engineers and 25 samples from all the suppliers in Khartoum state. The data were statistically analyzed by the computer program (spss) to find the frequency, percentage distribution, mean and standard deviations to find out the answers of the respondents to the questionnaire terms in the different axes. The researchers reached a number of results, the most important of which is the application of thermal insulation in residential buildings and government facilities Commercial and industrial use reduces the consumption of electrical energy if applied on the basis of scientific and technical sound and found that there is great interest in how to install the insulation of heat properly. The investigation has reached a number of the most important: the development of regulations and laws and guidelines impose the application of insulation to the owners of buildings in general and companies, Drugs and attention to increase the number of companies in the condoms in Sudan to be sufficient to carry out the process of thermal insulation.

فهرس الموضوعات

م	المحتويات	رقم الصفحة
	البسملة	
	الإستهلال	أ
	إهداء	ب
	شكر و عرفان	ج
	المستخلص	د
	Abstract	هـ
	فهرس الموضوعات	و
	فهرس الجداول	ي
الفصل الأول: الإطار العام		
1-1	المقدمة	1
2-1	مشكلة البحث	2
3-1	أهمية البحث	2
4-1	أهداف البحث	2
5-1	أسئلة البحث	3
6-1	حدود البحث	3
8-1	مصطلحات البحث	3

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة		
1-2	المقدمة	4
1-1-2	المنشأت	5
2-1-2	أباب تصدع وا ٍنهيار المباني	5
3-1-2	مشاكل المنشأت الخرسانية	6
4-1-2	العزل	6
1-4-1-2	العزل الحراري	6
2-4-1-2	العوامل المؤثرة في إنتقال الحرارة	8
3-4-1-2	الغاية الاساسية من العزل الحراري	9
4-4-1-2	مزايا إستخدام العزل الحراري	9
5-1-2	المواد العازلة للحرارة	11
1-5-1-2	أنواع المواد العازلة للحرارة	12
2-5-1-2	العوامل المؤثرة على إختيار مواد العزل الحراري	16
3-5-1-2	كيفية إختيار العازل المناسب	16
4-5-1-2	التوصيات الوقائية في حالة إستعمال المواد العازلة للحرارة	17
5-5-1-2	مميزات العوازل الحرارية	18
6-5-1-2	عيوب العوازل الحرارية	18
7-5-1-2	أهم الإعتبارات التى يجب مراعاتها عند إستخدام العزل الحراري	19
8-5-1-2	خصائص المواد العازلة للحرارة	19
6-1-2	طرق العزل الحراري	21

7-1-2	لعزل الحراري للجدران	24
1-7-1-2	طرق عزل الجدران	25
8-1-2	العزل الحراري للأرضيات	27
9-1-2	العزل الحراري للأسقف	28
1-9-1-2	العزل الحراري للأسقف بالمواد التقليدية	28
2-9-1-2	عزل الأسقف بنظام العزل المقلوب	29
3-9-1-2	عزل الاسقف بإستخدام ورق الكرافت	29
4-9-1-2	عزل الاسقف بالبرلايت	31
5-9-1-2	السقوف المحشأة	33
10-1-2	ترشيد إستهلاك الطاقة	34
1-10-1-2	تصميم المباني والاستخدام الفعال للطاقة	35
2-10-1-2	وسائل ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني	36
3-10-1-2	إستخدام العزل الحراري لترشيد الطاقة	37
4-10-1-2	مثال لترشيد إستهلاك الطاقة بإستخدام العزل الحراري	38
11-1-2	إقتصاديات العزل الحراري في المبانى	39
2-2	الدراسات السابقة	41
3-2	أوجه الاستفادة من الدراسات السابقة	44
الفصل الثالث: إجراءات البحث		
1-3	المقدمة	45
2-3	منهج البحث	45

3-3	مجتمع البحث	45
4-3	عينة البحث	45
5-3	أدوات البحث	45
6-3	صدق الاسبتانة	46
7-3	الأساليب الحصائية المستخدمة في تحليل البيانات	48
الفصل الرابع: تحليل و تفسير ومناقشة النتائج		
1-4	المقدمة	50
2-4	عرض وتحليل البيانات الاولية	50
3-4	تحليل إستجابات العينة على أسئلة البحث	55
الفصل الخامس: النتائج والتوصيات		
1-5	النتائج	76
2-5	التوصيات	77
3-5	المصادر والمراجع	78
	الملاحق	

فهرس الجداول

م	إسم الجـــــــدول	رقم الصفحة
1-3	محاور الاستبانة	46
2-3	يوضح نتيجة معامل الارتباط لبيرسون (n=75)	47
3-3	معامل ألفا ماكرونباخ	48
1-4	توزيع عينة البحث وفقاً لمتغير النوع	50
2-4	توزيع عينة البحث وفقاً لمتغير العمر	51
3-4	توزيع عينة البحث وفقاً لمكان العمل	51
4-4	توزيع عينة البحث وفقاً للمؤهل العلمي	52
5-4	توزيع عينة البحث وفقاً لمتغير الوظيفة	53
6-4	توزيع عينة البحث وفقاً لمتغير سنوات الخبرة	54
7-4	التوزيعات التكرارية والمئوية لعبارات للسؤال الاول	55
8-4	المتوسطات والانحرافات المعيارية والاتجاهات لعبارات السؤال الاول	59
9-4	التوزيعات التكرارية والمئوية لعبارات السؤال الثاني	61
10-4	المتوسطات والانحرافات المعيارية والاتجاهات لعبارات السؤال الثاني	65
11-4	التوزيعات التكرارية والمئوية لعبارات السؤال الثالث	67
12-4	لمتوسطات والانحرافات المعيارية والاتجاهات لعبارات المحور الثالث	71
13-4	إختبار (ت) لمجتمع واحد للسؤال الاول	73
14-4	إختبار (ت) لمجتمع واحد للسؤال الثاني	74
15-4	إختبار (ت) لمجتمع واحد للسؤال الثالث	75

الفصل الأول

الإطار العام

1-1 المقدمة:.

شهد قطع البناء تطوراً هائلاً لها خاصة في مجال مواد البناء ومنها الخرسانة المسلحة التي تتميز بسهولة العمل بها وقدرة التحمل العالية ولكن صاحب تلك المواد بعض السلبيات المرتبطة بخصائصها، فالخرسانة المسلحة سريعة التوصيل للحرارة، وكذلك سرعة الفقدان للحرارة مما يجعل إستخدامها في بناء المباني بدون عوازل حرارية أو أجهزة تكييف غير مريح للإنسان، على عكس في حالة إستخدام مواد البناء التقليدية (الطين والحجر)، التي لها خاصية عالية في تخزين الطاقة الحرارية من البيئة المحيطة وتباطؤ كبير في معدل توصيلها وذلك مقارنة بالتقنياتالمعاصرة وغير معزولة حرارياً .

ونظراً لما يسود السودان من مناخ حار في جميع أنحاء الولايات مما يؤثر على المبنى ، مما يؤدي الى الإستعانة بالأجهزة الميكانيكية لتهيئ درجات الحرارة المناسبة داخل المبنى، لذا فإن عدم عزل المباني جيداً يؤدي الى أرتفاع في معدل تشغيل الأجهزة الميكانيكية مما يؤدي الى زيادة الأعباء المادية على المواطن.

ولذلك برزت أهمية دراسة العزل الحراري للمباني لما في ذلك من أثار إيجابية على تقليل عدد ساعات تشغيل أجهزة التكييف وبالتالي تقليل الإستهلاك في الطاقة الكهربائية ولحماية وسلامة المبنى من تغيرات الطقس ولرفع مستوى الراحة لمستخدمي المبنى، ومن الأسباب التي دعت الى إختيار هذا البحث التوعية التامة لجميع الافراد في المجتمع بضرورة عزل المباني حرارياً والإلمام بمميزاته وفوائده، وحل بعض مشاكل البناء، وسرعة إنجاز المبنى في وقت وجيز، ومعالجة القصور في الإهتمام بالعزل الحراري والمواد العازلة ووضعها موضع الأهمية من قبل المهندسين وأصحاب العمل ،

1-2 مشكلة البحث :.

إن جزءاً كبيراً من الطاقة المستهلكة في المباني تذهب لأغراض التبريد والتدفئة ويمكن تقليل الطاقة المستهلكة عن طريق إستخدام أنظمة عزل حراري جيدة في المبانى ويعتمد هذا التخفيض على تكامل النظرة إلى جميع عناصر المبنى بدءاً من تخطيط الأحياء مروراً بتصميم المباني وإختيار المواد والأنظمة المناسبة ، ونستطيع بإستخدام نظام عزل حراري جيد تخفيض إستهلاك الطاقة في المباني السكنية والتجارية.

1-3 أهداف البحث :.

1) التعرف على أهمية العزل الحراري للمنشأت ودوره في تخفيض إستهلاك الطاقة الكهربائية لتقليل التكلفة الإقتصادية.
2) دراسة المواد العازلة للسقوفات والجدران من حيث خواصها و أنواعها وإستعمالاتها وكيفية التركيب.
3) إبراز دور البحث في المجتمع وإثراء المكتبات بدراسة جديدة في مجال العزل الحراري.

1-4 أهمية البحث :.

1) التعرف على دور العزل الحراري في المنشأت الخرسانية وحمايته لعمر المبنى الإفتراضي وفعاليته في توفير الطاقة المستهلكة.
2) التعرف على مدى تأثير إستخدام نوع معين من العوازل على أسقف المباني في المنشأت الخرسانية وسلبياتها وإيجابياتها على مواد المنشأة.
3) التعرف على مدى تحسين بيئة المنشأت الخرسانية بإستعمال مواد عازلة للحرارة ذات جودة عالية.

1-5 أسئلة البحث:.

1) كيف يتم تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري ؟

2) كيف تتم عملية العزل الحراري للحصول على مباني آمنة ؟

3) ما هو الدور الاقتصادي للعزل الحراري ؟

1-6 حدود البحث :.

1) الحدود الموضوعية: إقتصرت الدراسة الحالية الى التعرف علي دور العزل الحراري في المنشأت الخرسانية لترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية.

2) الحدود المكانية: ولاية الخرطوم.

3) الحدود الزمانية:2017 - 2018م.

1-7 مصطلحات البحث :.

العوازل:

هي عبارة عن مواد صنعت خصيصاً حتى تحافظ على المباني لأطول عمر ممكن.

العزل الحراري :

كما عرفها (يامن علي قبيلي، ص10، 2009م) بأنه هو إستخدام مواد لها خواص عازلة للحرارة بحيث تساعد في الحد من تسرب وا ٍنتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله صيفاً ، ومن داخله إلى خارجهشتاءاً .

المنشأت الخرسانية :

كما عرفها (محمد عبد المنعم عبد الرحمن، ص17، 2012م) بأنها منظومة من أعضاء متصلة مع بعضها البعض تستخدم لحمل الأحمال.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

2-1 المقدمة :

في هذا الفصل من البحث تم عرض العديد من الموضوعات التى لها علاقة مباشرة بموضوع البحث مثل المنشأت الخرسانية والعزل الحراري وترشيد إستهلاك الطاقة وفي نهاية الفصل تم عرض بعض من الدراسات السابقة التى لها علاقة بموضوع البحث الحالي .

ذكر(سعيد علي خطاب، ص130،2005م) ان الإنسان إستعمل المواد العازلة للحرارة منذ زمن بعيد وذلك لتوفير الظروف الملائمة لحياته في السكن و الإقامة فقد عرف بفطرتهالإنتشارية الحرارية العصرية حينما إستخدم الصخور والأحجار حاجزاً أمام النار لتبقى ساخنة لمدة طويلة تمدهبالدفء بعد أن تنطفئ النار وإستخدم الإنسان القديم الطوب اللبن في مسكنه برغم ما شيده الإنسان في هذه الفترة من عمارة بمواد بناء أخرى تحدى بها الزمن واستخدم الحجر الجيري و الألوان البيضاء ولجأ الإنسان الأول إلى إستخدام المواد العازلة للحرارة الطبيعية مثل الأخشاب ومشتقاتها وللإحتياج الشديد لهذه المواد العازلةللحرارة ظهرت في أوائل هذا القرن بدأ عزل المنشأت حرارياً بطريقة منظمة ومدروسة لخض الحد من فقدان الحرارة واكتسابها الى جانب تحقيق الراحة الحرارية للإنسان داخل منزله، وظهرت الأصواف الحجرية العازلة للحرارة في مجال الصناعة والبناء، ومع بداية الثلاثينيات من هذا القرن ظهر الصوف الزجاجي وفي أوساط الأربعينات ظهرت صناعة البوليسترين بنوعيه والبولي يوريثان و في الخمسينات ظهر الفينيل الرغوي.

وتوفير الراحة الحرارية داخل المسكن يمكن تحقيقه عن طريق إستخدام المواد العازلة للحرارة في أجزاء كثيرة من المبنى كما أن الشعور بالحرارة لا يتوقف فقط على درجة حرارة المكان بل يمتد ليشمل درجة حرارة الجدران الداخلية، فإرتفاع درجة حرارة الأسقف

والحوائط في فصل الصيف الناتجة عند عدم إستخدام المواد العازلة للحرارة أو وضع المواد العازلة للحرارة وا ٍختيارها بطريقة خاطئة قد يتسبب في عدم الشعور بالراحة الحرارية وقد يتسبب أيضاً في ضياع المردود الاقتصادي للمادة العازلة.

2-1-1 المنشأت:

عرفها (محمد عبد المنعم عبد الرحمن ، ص17، 2012 م) بإنها تجهيزات أو أبنية معدة لإستعمال معين.

أنواع المنشأت :-

أنواع المنشأت عامة

1) المباني 2) الجسور 3)الأبر اج

كما يمكن تقسيم غالبية المنشأت من ناحية السلوك الإستاتيكي الى الأقسام التالية :

1) المنشأت الهيكلية مثل : الإطارات والجملونات.

2) الإنشاء بطريقة الحوائط الحاملة مثل : المنشأت الخرسانية.

3) المنشأت الفراغية.

المنشأت الخرسانية :

هي منظومة من أعضاء أو عناصر متصلة مع بعضها البعض ويستخدم لحمل الأحمال.

2-1-2 أسبب تصدع وا ٍنهيار المباني:

1) القصور في عمل دراسات أبحاث التربة لدراسة خواصها الطبيعية قبل تنفيذ المبنى.

2) الأخطاء في التصميم.

3) إستخدام عمالة سيئة في التنفيذ تؤدي الى سوء التنفيذ.

4) هجوم العوامل الطبيعية والكيميائية على المبنى.

5) المؤثرات الحرارية من أمثال الإنكماش والزحف.

6) زيادة الترخيم نتيجة لزيادة الأحمال.

2-1-3 مشاكل المنشأت الخرسانية:.

1) تآكل الخرسانة وصدأ الحديد.

2) الشروخ.

3) تمدد وا نكماش العناصر الخرسانية.

2-1-4 العزل :-

ذكر (فاروق عباس حيدر،ص433، 2009م) أن العزل هو إستخدام مو اد معينة لحماية المبنى أو تقليل تأثير بعض العوامل الخارجية أو الداخلية المؤثرة سلباً على راحة المستخدمين.

أنواع العزل :.

1) العزل الحراري.

2) العزل المائي والرطوبة.

3) العزل الصوتي.

4) عزل الكيماويات.

5) عزل الإشعاعات.

2-1-4-1 العزل الحراري :

هو إستخدام مواد لها خواص عازلة للحر ارة بحيث تساعد في الحد من تسرب أو إنتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله صيفاً أو من داخله إلى خارجه شتاءاً .

يحدث إنتقال للحرارة عندما يوجد فرق في درجات الحرارة بين داخل وخارج المبنى أو بين عناصره. فالحرارة نوع من أنواع الطاقة تنقل من المناطق الدافئة إلى الباردة ومسارها يكون بإحدى الطرق الأتية :-

1) التوصيل الحراري:

يتم إنتقال الحرارة خلال المادة من الوجه البارد بمعدل ثابت ولا يمكن أن ترتفع درجات الحرارة أكثر من المصدر الأساسي له، والقدرة على التوصيل ترجع إلى سرعة إنتقال الحرارة خلال المادة ، وتختلف من مادة إلى مادة أخرى فعلى سبيل المثال، قدرة إنتقال الحرارة من مادة الحديد عالية إذا ما قورنت بالمواد العازلة للحرارة مثل الفلين أو الصوف المعدني فهي بطيئة جداً .

2) الحمل الحراري :

يتم إنتقال الحرارة بواسطة الهواء المحيط بها حيث تنقل جزيئات الغاز أو السائل من المناطق الساخنة إلى المناطق الباردة حاملة الطاقة الحرارية معها، ويتصادم الجزيئات الساخنة مع الباردة وتنتشر الحرارة خلال المادة في الحمل الطبيعي، فالجزيئات الساخنة تقل كثافتها وتصعد الى أعلى ويحل محلها الجزيئات الباردة التي كثافتها أكبر، وبذلك تتكون تيارات الحمل المعروفة بجانب ذلك يوجد الحمل القسري الذى يتاثر بحركة الهواء داخل المبني.

3) الإشعاع الحراري :

يتم إنتقال الحرارة بالإشعاع الذى لا يتطلب وسيط أو حركة هواء وهي الطريقة التى تنتقل بها حرارة الشمس الى الارض ، فنجد أن الحرارة تنتقل من المصدر الساخن الى المكان الأقل برودة ، كما نلاحظ أن الأسطح العاكسة مثل الرقائق المعدنية تعكس الإشعاعات الحرارية وتقلل من إمتصاص الحرارة للأسطح المشيد عليها.

وللحد من إنتقال الحرارة يجب عزل المبانيبغرض حمايتها من الحر ارة المفقوده في فصل الشتاء والحرار ة المكتسبه في فصل الصيف ، فنجد أن حوالي(25%) من الحرارة تتسرب خلال شقوق وفتحات الشبابيك وأبواب المبنى وأن حوالي (25%) أخرى تتسرب خلال الزجاج أما باقي الحرارة وهي حوالي(50%) فتتسرب مباشرة خلال أسقف وحوائط المبنى ، ويتم إنتقال الحرارة أساساً في حوائط المبنى بطريقة التوصيل الحراري وتعتمد كميةنتقال الحرار ة على فرق درجات الحرارة بين سطحي الحائط وسمك الحائط ومساحة الأسطح المعرضة للحرارة والفترة الزمنية للمسار الحرار ي ومعدل التوصيل الحراري للمادة.

2-1-4-2 العوامل الموثرة في إنتقال الحرارة :.

ذكر(فاروق عباس حيدر،ص435،2009م) ان الحمل الحراري والإشعاعي يعتبر من أهم الطرق في نقل الحرارة خلاف مواد البناء ، ففي داخل المباني نجد كمية هائلة من الهواء المتحرك يتم نقل حرارته خلال مواد البناء بطريقة الحمل الحراري بالإضافة الى الأسطح المصقولة والظاهرة لحوائط مواد البناء تعكس الحرارة الأتية من أشعة الشمس بطريقة الإشعاع الحراري ، وعلى ذلك نجدالعوامل التالية تلعب دوراً هاماً في مسار الحرارة من خارج المبنى الى داخله :

1) قدرة توصيل مادة الأسطح المعرضة للخارج للحرارة مثل الحوائط والأسقف والأ رضيات... , إلخ.

2)فرق درجات الحرارة المعرضة لها وجهي الحائط الخارجي والداخلي.

3) مساحة الحوائط الخارجية للمبنى.

4) المساحة الكلية المغطاة بالأبواب والشبابيك وكمية الحرارة التى تهرب من خلال شقوق الأبواب والشبابيك بمقارنة الى الحائط العادي.

5)معدل حركة الهو اء داخل المكان المغلق في المبنى.

6) معدل التغير الهوائي داخل المبنى.

2-1-4-3 الغاية الأساسية من العزل الحراري في الأبنية :.

ذكر (جلال بشير سرسم، سعيد عبد العالي، ص139، 2006م) أن الغاية الأساسية من العزل الحراري هي :

1) تقليل تسرب الحرارة الى الخارج من الأبنية عند تدفئتها.

2) تقليل تسرب الحرارة الى داخل الأبنية عند تبريدها.

3) تقليل تمدد وتقلص المنشأت.

4) تقليل فرص التكثيف للرطوبة.

2-1-4-4 مزايا إستخدام العزل الحراري:.

1) تحقيق نطاق الراحة:

إن الإنسان يكتسب ويفقد الحرارة عبر عدة وسائل، ويحافظ جسم الإنسان على درجة حرارته الداخلية الضرورية لإستمرار حياته، ويستطيع الإنسان أن يتخلص من الحرار ة الزائدة بعدة طرق منها التعرق ، إلا أن معظم الطرق تشعر الإنسان بالإجهاد، ولذا فإن توفير نطاق حرارة مريحة لإنسان يمكنه من أداء وظائفه بسهولة ويمكن ذلك من خلال إستخدام العزل الحراري في المباني.

2) تخفيض إستهلاك الطاقة:

إنجزءاً كبيراً من الطاقة المستهلكة في المباني تذهب لأغراض التبريد والتدفئة ويمكن تقليل الطاقة المستهلكة عن طريق إستخدام أنظمة عزل حراري جيدة في المبانى ويعتمد هذا التخفيض على تكامل النظرة إلى جميع عناصر المبنى بدءاً من تخطيط الأحياء مروراً بتصميم المبانيوا ٍختيار المواد والأنظمة المناسبة ، ونستطيع بإستخدام

نظام عزل حراري جيد تخفيض إستهلاك الطاقة في المباني السكنية والتجارية بنسب تصل إلى 40% من إستهلاك المكيفات بالطاقة الكهربائية.

3) تقليل تكلفة الطاقة :

إن الطلب العالي علي الطاقة في وقت محدد يؤدي الي رفع كلفتها بسبب إرتفاع تكاليف إنتاج الطاقة الرأسمالية وعدم توظيف طاقات التشغيل بشكل مثالي ، بالإضافة الى تكاليف التشغيل والصيانة الإضافية.

ويمكن بإستخدام نظام عزل حراري جيد إطالة مدة إنتقال الحرارة للمبنى والذي يؤدي الى تقليل إستهلاك الكهرباء ، وبالتالي تخفيض الحمل على الشبكات وقت الذروة.

4) تقليل التكاليف الرأسمالية وتكاليف التشغيل والصيانة:

إن إستخدام نظام عزل جيد يقلل من سعة أجهزة التبريد أو التدفئة المطلوبة مما يقلل من التكاليف الاستثمارية ، كما إن إستخدام أنواع العوازل المناسبة المخففة للأحمال يقلل من تكاليف الإنشاء ، ويودي أيضا الى حماية الاجهزة والمعدات من خلال إطالة عمرها الفعال ، والمحافظة على كفائتها ، وبالتالي تقلل تكاليف التشغيل والصيانة لتلك الأجهزة.

5) تقليل مستوى الضجيج:

إن معظم عوازل الحرارة تتمتع بقدرات متفاوتة على عزل الصوت ، مما يقلل من مستويات الضجيج.

6) التحكم فى نفاذ البخار:

إ سرعة تسرب الحرارة فى عناصر المبنى ذات المستو ى المائي المرتفع (سواء على ماء أو بخار ماء) إضافة الى ما يسببه تكثف بخار الماء من أضرار للمباني يجعل بإستخدام عوازل حرارة ذات خلايا مغلقة أو حاجز منع بخار أمراً ضرورياً ومفيداً

كما أن بالإمكان من خلال التصميم المدروس وا ٍستخدام عازل الحرارة المناسب التحكم في مستوى التكثيف في عناصر المبنى، ووضع حاجز منع البخار عند النقطة التى سيحدث فيها التكثيف.

7) تقليل التشققات:

يحدث التمدد والتقلص المفاجئ في عناصر المبنى التي لا تتمتع بمرونة الكافية لمقاومة هذا التمدد والتقلص السريع عند حدوث الصدمة الحرارية ، وتتعرض معظم المبانى المكيفة بشكل شبه يومي إلى هذه الظاهرة الطبيعية ، ويعتمد تأثير المبانى بصدمة الحرارية على نوع المواد المستخدمة من حيث الموصلية والسعة الحرارية ، إن توفير الإستقرار الحراري يقلل بشكل كبير من نفقات الترميم الباهظة للمبانى والتى أصبحت بعد إكتمال معظم البنيةفى منطقة الخليج العربي تستنزف أموالاً كثيرة.

8) تخفيف الاحمال الانشائية:-

يمكن بالإستعانة عن بعض مواد البناء التقليدية تخفيف نسبة عالية من الأحمال ، فعلى سبيل المثال يمكن بإستخدام بلوكات الهوردي ستايرين ذات الوزن الخفيف توفير مايزيد عن 95% من وزن البلوك الهوردي.

2-1-5 المواد العازلة للحرارة :.

ذكر (حسين محمد جمعة ،ص138، 2006م) ان الفكرة الأساسية لمواد العزل الحراري تعتمد على كونها ذات كثافة ظاهرية منخفضة وبالتالي فإن توصيلها للحرارة يكون ضعيف مما يحقق عملية العزل الحراري كذلك فإن نسبة الهواء أو الغاز في المواد العازلة تكون من (50% ـ95%) من حجم المادة الكلية.

تنتقل الحرارة في المواد العازلة للحرارة عن طريق الهواء أو الغاز الذي يملأ الفراغات الموجودة في المواد العازلة، كما يمكن أن ينتقل خلال المادة الصلبة التي تشكل الجدران الخارجية أو من خلال الألياف نفسها.

يمكن تقسيم الحرارة التي تخترق المبنى إلى ثلاثة أنواع هي :.

1) الحرارة التى تخترق الجدران والأسقف.

2) الحرارة التى تخترق النوافذ.

3) الحرارة التى تنقل عبر فتحات التهوية الطبيعية.

2-1-5-1 أنواع المواد العازلة للحرارة:.

ذكر(سعيد علي خطاب ،ص131،2005م) أن هنالك عدد كبير من المواد العازلة للحرارة تستعمل في شتى أغراض العزل الحرارى في مجالات البناء والصناعة وتتوفر بأشكال وأحجام مختلفة ، ولذلك فإن تصنيف المواد العازلة حسب معيار معين يسهل التمييز بينهما مما يؤدى بالتالي الى سهولة إختيار المواد العازلة المناسبة في المكان المناسب لها وتحت الظروف التطبيقية الملائمة ويمكن أن تصنف المواد الإنشائية الخفيفة بشكل عام والمواد العازلة للحرارة بشكل خاص حسب المعايير التالية :

- تصنيف حسب طبيعة تركيب الفراغات في المادة العازلة للحرارة.
- تصنيف حسب منشأت المواد العازلة للحرارة.
- تصنيف حسب الشكل النهائي للمواد العازلة للحرارة.
- تصنيف حسب التركيب الكيميائي للمواد العازلة للحرارة.

1) التصنيف حسب طبيعة تركيب الفراغات:

يمكن التمييز بين المواد العازلة للحرارة حسب تركيب الفراغات الداخلية لها كالتالي :

أ . مواد ذات تركيب ليفي :-

وهي المواد العازلة المكونة من ألياف شعرية يتخللها الهواء ويمكن أن تكون هذه المواد مصنعة من مواد معدنية (حجرية) كالألياف الزجاجية والصوف الصخري حيث يجري تصنيع هذه المواد بتحويل المادة الخام بطريق الصهر والعزل الى ألياف دقيقة تكون النسيج الليفي للمنتج النهائي ، كما أن هنالك مواد أخرى طبيعية لها نفس التركيب كالصوف الطبيعي والقطن والألياف النباتية واللباد.

ب . مواد ذات تركيب خلوي :-

تنقسم هذه المواد الى مواد عازلة عضوية وأخرى غير عضوية ويمتاز التركيب الخلوي لهذه المواد بصغر حجم الفراغات التى تكون غالباً موزعة بشكل متجانس خاصة في المواد العازلة للحرارة الخلوية غير العضوية، الزجاج الرغوي والحجارة البركانية والخرسانة الخفيفة الرغوية والخلوية وكذلك البيرلايت والطين الممدد، أما المواد العازلة العضوية ذات التركيب الخلوي فيمثلها البولسترين بنوعيه الممدد والمشكل بالبصق وكذلك الفلين الممدد والبولي يورثيان وكافة اللدائن الرغوية المستعملة في العزل الحراري.

ويمكن هنا إجراء تقسيم أخر لهذه المواد يتعلق بنوع الخلايا من حيث كونها مفتوحة أو مغلقة وهذا التقسيم ذات أهمية لبيان معرفة مدى قدرة المادة على إمتصاص الماء لذلك يمكن تقسيم المواد العازلة ذات التركيب الخلوي الى :

- مواد ذات خلايا مفتوحة.
- مواد ذات خلايا مغلقة.
- مواد ذات خلايا مختلطة (مغلقة . مفتوحة).

وجميع المواد المستعملة في العزل الحراري ذات خلايا مغلقة أو ذات خلايا مختلطة مرجح فيها الخلايا المغلقة.

ج . مواد ذات تركيب مسامي :-

تتكون الفراغات في هذه المواد من مسامات شعرية تختلف في حجمها وطريقة توزيعها وذلك حسب المادة وتقسيم هذه إلى مواد طبيعية كبعض أنواع الخشب والقش ، ولإلى مواد أخرى صناعية لبعض اللدائن المسامية.

د . مواد ذات تركيب رقائقي (قشور):-

هنالك أنواع من المواد العازلة للحرارة تتكون من جزيئات صغيرة على شكل قشور متراكمة أو رقائق يتخللها الهواء وتشكل بذلك فراغات هوائية منفصلة تؤدي الى خفة وزنها ومن أهم أنواع المواد الرقائقية المستعملة كمواد عازلة للحرارة الفيرميكولايت والمايكا الممدة.

2) التصنيف حسب الشكل النهائي :

يمكن تقسيم المواد العازلة للحرارة من حيث إستخدامها في مجال عزل المنشأت الى الأنواع التالية حسب الشكل النهائي :

أ . المواد العازلة للحرارة السائبة :-

وهي مواد تتكون من حبيبات يمكن إستخدامها مباشرة في ملئ الفراغات بين الحوائط المزدوجة كما يمكن خلطها بمواد رابطة لإنتاج ألواح جاسئة مثل الفيرميكوليت والبرلايت.

ب . المواد العازلة للحرارة شبه الجاسئة :-

تتكون هذه المواد من مواد عضوية أو غير عضوية لها درجات مختلفة من قابلية إنضغاط وتكون عادة في شكل أغطية (لفائف) أو لباد عازل ويستعمل معها حواجز لبخار الماء وأحيانا تغلف من أحد الوجهين أو كلاهما برقائق الألمونيوم أو البلاستيك أو

الورق وقد تغطى بشبكة أسلاك معدنية بتخانات أو أشكال مختلفة ويمكن إعتبارها في بعض الأحيان مادة تشطيب نهائية ومن أمثلتها الصوف الصخري والصوف الزجاجي والصوف الخبثي والفلين الطبيعي.

ج . المواد العازلة الجاسئة :-

المواد العازلة الجاسئة تنتج على شكل ألواح ذات أبعاد مختلفة وتتكون هذه المواد من خلايا مغلقة مجوفة وتصنع من الزجاج والمطاط والبلاستيك ومن أمثلتها الزجاج الرغوي والمطاط المدد والبولسترين الممدد والبوليسترين المشكل بالبصق.

د . المواد العازلة الرغوية:-

وهي مواد عازلة تنتج في شكل رغوة يمكن تنفيذها على الأسطح الأفقية المراد عزلها أو بالحقن في فراغات الحوائط المزدوجة ومن أمثلتها هذه المواد رغوة البولي يوريثان ورغوة الفينول والخرسانة الخفيفة الخلوية.

و. المواد العازلة للحرارة العاكسة :-

تتكون المواد العازلة للحرارة الجاسئة من شرائح دقيقة متوازية أو رقائق إنعكاسية مرتفعة وتتوقف خواص المواد العاكسة للحرارة على طريقة تصميمها وتركيبها على الأسطح الخارجية أو داخل الفراغات بحيث يتم تغليف أحد سطحي هذه الفراغات أو سطحين معاً بالمواد العاكسة للحرارة.

د . الخرسانة الخفيفة :-

تستعمل الخرسانة الخفيفة بأنواعها الرغوية أو ذات الركام الخفيف الوزن في عزل الأسقف والأرضيات ، وتعبئة الفراغات في الجدران المزدوجة ، وفي صناعة القطع البنائية مثل الطوب الخفيف المفرغ أو المصمت.

3) التصنيف حسب التركيب الكيميائي :

تقسم الموادالعازلة وفقاً لهذا التصنيف إلى مجموعتين رئيسيتين:

أ ـ مواد عضوية عازلة للحرارة.

ب ـ مواد غير عضوية عازلة للحرارة.

وهنالك خصائص وصفات أساسية تميز هذين النوعين عن بعضهما البعض من حيث الخواص الميكانيكية وقابلية الاحتراق ، ومن هذه المواد البرلايت والخرسانة الرغوية والبوليسترين والبولي أوريثان.

2-1-5-2 أهم العوامل المؤثر على إختيار مواد العزل الحراري:.

1) أن تكون المادة العازلة ذات مقاومة توصيل حراري منخفض.

2) أن تكون على درجة عالية في مقاومتها لإمتصاص بخار الماء.

3) أن لا ينتج عنها أي أضرار صحية.

4) أن تكون مقاومة للبكتيريا والعفن والحريق خاصة في الأماكن المعرضة للحريق بسهولة.

2-1-5-3 كيفية إختيار العازل المناسب :

إن إختيار العازل الحراري المناسب للحصول علي العزل الحراري المطلوب للإستخدام في مكانه المناسب يعتمد علي عدة عوامل:

1) التكلفة النهائية المترتبة عن إستخدام العازل للحصول علي العزل الحراري المطلوب.

2) طبيعة أشغال المبنى.

3) ملائمة المادة العازلة وسهولة الحصول عليها.

4) توافر المادة العازلة وسهولة الحصول عليها.

5) توفر المهارات الفنية لتطبيق المادة العازلة.

6) العمر التشغيلي للمادة العازلة.

7) الموصلية الحرارية للمادة العازلة.

8) خواص المادة العازلة ومدى تاثيرها على البيئة والصحة.

9) قدرتها على مقاومة الحريق.

4-5-1-2 بعض التوصيات الوقائية في حالة إستعمال مواد عازلة للحرارة قابلة للإحتراق في عزل المنشأت:

حيث ذكرها (سعيد علي خطاب ، ص148، 2005م)في الاتي :

1) محاولة إستعمال مواد عازلة معالجة بمواد معيقة للإشتعال.

2) يجب عدم تطبيق العازل الحراري في حالة يكون معرضا تعرض مباشر لجو المبنى الداخلي المخصص لأغراض السكن وفي حالة إستخدام العازل الحراري على الأسطح الداخلية يجب حمايتها بطبقة واقية من مادة غير قابلة للإشتعال.

3) يجب إبعاد كافة مصادر الحرارة العالية جداً (كالمدافئ الداخلية وخاصة التي تعمل بالوقود) عن الطبقة الحامية للطبقة العازلة للحرارة .

4) يجب حماية المادة العازلة للحرارة عندما تتسبب في حدوث تأثيرات متبادلة مع المادة المغلفة للأسلاك قد تنشأ عنها مشاكل ذات خطورة ولذلك يجب تمرير الأسلاك والكابلات في قنوات أو مجاري تفصلها عن المادة العازلة للحرارة ويجب أن لا تكون الأسلاك مكشوفة أيضاً داخل العناصر الإنشائية المعزولة حرارياً بهذه المواد.

2-1-5-5 ذكر (سعيد علي خطاب، ص133 ، 2005م) أن العوازل الحرارية تمتاز عنغير ها بالمميزات التالية :.

1) يتم إستخدامها وتطبيقها بسرعة وبسهولة دون الحاجة إلى كفاءات خاصة لذلك.

2) متوفرة بسماكات وكثافات ومقاسات مختلفة تلبي كافة الإحتياجات.

3)قيمة موصلية حرارية صغيرة .

4) قدرة جيدة على العزل الصوتي.

5) غير قابلة للإحتراق.

6) لا تتفاعل كيماوياً أو كهربياً .

7) لا تقرضها القوارض ولا تنمو عليها الطفيليات من أي نوع عدا الصوف الزجاجي.

8) لا تتأثر بالمياه.

9) يمكن إستخدامها لعزل المباني القديمة التي تم إنشائها فعلاً سواء فوق الأسقف الصناعية أو خلف الألواح الجبسية أو ألواح الديكور.

10)يمكن تقويتها بمواد عديدة تؤدي أغراضاً عدة.

2-1-5-6 عيوب العوازل الحرارية :.

1) بعضها تقرضها القوارض مثل الصوف الزجاجي.

2) تسمح لبخار الماء والماء بالنفاذ من خلالها وإن كانت لا تأثر بها ولكن يجب تغطيتها بمواد مانعة للبخار أو الماء.

3) في حالة إستخدامها لعزل الأسطح تحتاج للتصنيع بكثافات عالية تتحمل الضغط وكذلك تغليفها بالكامل ضد الماء.

2-1-5-7 أهم الإعتبارات التى يجب مراعاتها عند إستخدام العزل الحراري:

تؤخذ العوامل التالية بعين الإعتبار عند إستخدام العزل الحراري :

1) يكون تخزين المواد العازلة في أماكن جافة غير مكشوفة وتجنب تهشيمها أو ثقبها أو تلفها.

2) يغطى سطح المواد العازلة من كلا من الجانبين عند التركيب، ويوضع حاجز فاصل (غلاف) من أعلاه وحاجز (غلاف) مقاوم لتسريب المياه من أسفلها.

3) يراعى عدم تهشم أو تلف المادة عند عملية البناء أو من خلال عملية تركيبها.

4) تكون أسطح المادة خالية من الغبار والأوساخ أو الشحوم قبل تركيبها.

5) إذا كان سطح المباني فوق السقف الكرتوني (سوليتكس) من نوع سقوف (الجملونات) فيجب توفير تهوية ميكانيكية للفتحة بين السطح والسقف الكرتوني.

6.) تحديد قيمة الإنتقالية الحرارية الكلية لأهميتها في الحكم على نوعية ومدى كفاءة العزل الحراري للعناصر الإنشائية المختلفة في المبنى ، حيث يتم بمعرفتها حساب الطاقة الحرارية المفقودة من داخل المبنى الى خارجه صيفاً أو العكس شتاءاً ، فكلما إنخفضت قيمة الإنتقالية الحرارية للجدران الخارجية أو الأسقف قلت التسربات الحرارية من إلى المبنى.

2-1-5-8 خصائص المواد العازلة للحرارة :-

1) الخصائص الحرارية :

و المقصود منها قدرة المادة على العزل الحراري وعادة ما تقاس بمعامل التوصيل الحراري فكلما قل معامل التوصيل دل ذلك على زيادة مقاومة المادة للإنتقال الحراري

فالمقاومة الحرارية تتناسب تناسباً عكسياً مع معامل التوصيل الحراري خلال المادة العازلة يتم عادة بواسطة جميع وسائل الإنتقال المختلفة (التوصيل، الحمل، الإشعاع).

أما المواد العاكسة لها قدرتها العالية على رد الإشعاعات والموجات الحرارية تعتبر مواد فعالة في العزل الحراريبشرط أن تقابل فراغاً هوائياً وتزيد قدرة هذه المواد على العزل بزيادة لمعانها وصقالتها.

2) الخصائص الميكانيكية :

بعض المواد العازلة تتميز بمتانة وقدرة على التحميل ولهذا فيمكن أحياناً إستخدامها للمساهمة في دعم وتحميل المبنى وذلك مضافاً إلى هدفها الأساسي وهو العزل الحراري، ولهذا ينظر إلى قوة تحمل الضغط والشد والقص... إلخ.

3) خصائص الإمتصاص :

إن وجود الماء بصورة رطبة أو سائلة أو صلبة في المادة العازلة يقلل من قيمة العزل الحراري للمادة ، أي يقلل المقاومة الحرارية كما أنه قد يساهم في إتلاف المادة العازلة بصورة سريعة ، وتأثير الرطوبة على المادة يعتمد على خواص تلك المادة من حيث قدرتها على الإمتصاص والنفاذية ، كما يعتمد على الأجواء المناخية المحيطة بها كدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة.

4) الخصائص الأمنية والصحية :

يكون لبعض المواد العازلة خواص معينة منها ما قد يعرض الإنسان للخطر سواء وقت الخزين، أو أثناء النقل، أو التركيب، أو خلال فترة الإستعمال، فقد تتسبب في إحداث عاهات في جسم الإنسان دائمة أو مؤقتة كالجروح والبثور وا لتهابات الرؤية أو الحساسية في الجلد أو العينين، مما يستوجب أهمية معرفة التركيب الكيميائي للمادة

العازلة، كذلك صفاتها الفيزيائية الأخرى من حيث قابليتها للإحتراق والتسامي وغيرها من الصفات.

5) الخصائص الصوتية :.

بعض المواد العازلة للحرارة قد تستخدم لتحقيق المتطلبات الصوتية مثل إمتصاص الصوت أو إمتصاص الإهتزازات. لذا فإن معرفة الخواص المرتبطة بهذا الجانب قد يحقق هدفين بوسيلة واحدة نتيجة لإستخدام تلك المواد، وهما العزل الحراري والعزل الصوتي.وا ٍضافة الى ما سبق من خواص فإن هناك خواص أخرى قد تكون ضرورية عند إختيار المادة العازلة المناسبة كمعرفةللكثافة والقدرة على مقاومة الإنكماش وا ٍمكانية الإستعمال لمرات عدة ، وسهولة الإستعمال ،وا ٍنتظام الأبعاد ومقاومة التفاعلات الكيميائية والمقاسات والسماكات المتوفره ،بالإضافة للعامل الإقتصادي الذي يلعب دوراً هاماً في إستخدام أو عدم إستخدام تلك المواد العازلة إذا أن سعر المادة العازلة كبير عند الإختيار.

2-1-6 طرق العزل الحراري:.

ذكر(فاروق عباس حيدر، ص451، 2009م) ان المواد العازلة الجيدة للحرارة تمتاز عادة بمقاومتها الحريق والفطريات والحشرات، كذلك فإنها لا تمتص الرطوبة كثيراً إذا ما تعرضت لها، أما إذا إمتصت هذه المواد الرطوبة فإنها تفقد خاصيتها في العزل الحراري.

ويمكن تقسيم طرق العزل الحراري كالأتي :.

1) الحبيبات أو الألياف السائبة:

تصب الحبيباتأو الألياف داخل الفراغات بين القوائم في الحو ائط الخشبية أو بين كمرات السقف ، كذلك يمكن ضخ هذه الحبيبات في ثنايا الأماكن الفارغة لعزلها وذلك

بإستعمال ماكينة خاصة تعمل بضغط الهواء متصلة بخرطوم بلاستيك طري ، ويجب الحرص والتأكد من ملء الفراغات كلها. كذلك يمكن ملء البلكونات الخرسانية بهذه الحبيبات كمثل ملئها بمادة الفيرميكوليت أو البرلايت ، ويتم صب هذه المادة أثناء بناء الحوائط بالبلوكات الخرسانية كما يمكن خلطها بالبياض للحصول على بياض عازل للحرارة.

2) اللباد أو البطانية:

توضع في الفراغات بين الحوائط أو الأسقف أو الأسطح المراد عزلها من الحرارة في المباني على أن لا تكون هذه العناصر عرضة للهبوط الغير منتظم وعلى ذلك يوضع اللباد أو البطانية في الأماكن بين القوائم الخشبية في الحوائط أو بين الكمرات في الأسقف كما أنها تثبت بالمسامير الخاصة بها.

3 - الألواح :

وهي ألواح صلبة تستعمل كحوائط غشيمه على الواجهه الخارجية للقوائم الخشبية ، كذلك يمكن وضعها على الواجهه الخارجية للمباني لتشطيب نهائي كما يمكن وضعها فوق السقف المعلق مباشرة ، كما يمكن وضع هذه الألواح أيضاً تحت الطبقة العازلة للرطوبة ، بالإضافة إلى ذلك يجب عزل هذه الطبقة جيداً مع التأثير بالرطوبة أو مياه المطر ،ويوجد طريقة أخرى جديدة تستعملها الشركات في الخليج العر بي وذلك بوضع طبقة العزل الحراري فوق الطبقة العازلة لرطوبة على الأسطح الأفقية للمباني، ولكن هذه الطريقة لها عيوب كثيرة من أهمها سرعة وصول مياه المطر والرطوبة إليها مما يؤدي إلى تلف هذه الطبقة العازلة للحرارة وعدم كفاءتها في منع الحرارة للسقف ولكن يمكن عمل هذه الطريقة فقط لعزل حوائط وأسقف الثلاجات الداخلية.

4) العواكس العازلة:

ويعتمد نوع هذا العاكس على عاكسها الحراري الكبير وليس على تأثير توصيلها للحرارة المنخفضة ومع ذلك فقد يوجد أنواع منها مثبت عليها مواد عازلة مثل اللباد وقد تغلف الرقائق المعدنية هذه المادة العازلة من الوجهين.

ونظراً لكون قطرات الماء دائماً كظاهرة من ظواهر العوازل الحرارية فنجد أن الرطوبة تتكون على الوجه البارد من المادة العازلة ولهذا السبب عند وضع اللوح العازل في الحائط مثلاً نجعل الوجه الدافئ منه معزولاً تماماً من الرطوبة والبخار، وعلى ذلك عند وضع لوح الألومنيوم المثبت عليه طبقة عازلة في الحائط يجب أن يضع الوجه العاكس المصنوع من رقائق الألومنيوم في الجانب الدافئ من الحائط وهذا يعمل على منع تكوين قطرات الماء والبخار عليها.

5) العوازل الخرسانية :

يوضع ألواح عازلة صلبة أو خرسانة خفافه أو مادة رغاوي بلاستيك في الحوائط والأسقف والأرضيات الخرسانية لتحسين العزل الحراري للمبنى.

6) البلكات الخرسانية العازلة:

توضع لعزل الحوائط والأسقف.

7) الستائر العازلة :

كما يمكن وضع الستائر على الزجاج لعزل الحرارة وقت النهار وترفع عنه وقت الليل.

8) الحوائط المفرغة :

تحتوي الحوائط المفرغة على هواء فراغي سواء كان هذا الفراغ بسبب إنشائي أو لغرض عزل الحرارة وعدم فقدها من الحائط فإن الحرارة تنتقل خلال هذا الفراغ الهوائي

بطرق الحمل و التوصيل والإشعاع الحراري المذكورين سابقاً . فالتيارات الهوائية الناتجة من الحمل الحراري تؤخذ من سطح الحرارة الساخنة وتنقلها إلى سطح الحرارة الباردة، وتأثير تيارات الحمل في هذه الحالة يقل عملها بمجرد ما أن يقل حجم الفراغ الهوائي وتكون درجة الحرارة أعلى ما يمكن فيه.

2-1-7 العزل الحراري للجدران

تعزل جدران المباني لمنع تسرب الحرارة من الداخل إلى الخارج أو من الخارج إلى الداخل وتستخدم المواد الأتية لعزل الجدران :

1) البولسيترين الممدد :

تصنع هذه المادة بتسخين مادة البوليسترين بالبخار داخل القوالب لتكوين مكعبات بيضاء صلبة ويمكن قص هذه المكعبات للحصول على ألواح صلبة وبسماكات مختلفة وتتر اوح كثافة هذه الألواح من (12- 36) كجم على متر مكعب.

تمتاز هذه المادة بما يلي :

أ/ يمكن الحصول عليها بسماكات مختلفة حسب الحاجة.

ب/ سهلة التشكيل والإستخدام.

ج/ذات موصلية للحرارة صغيرة جداً .

عيوب مادة البوليسترين :.

أ/ يمكن أن تهاجم من قبل القوارض.

ب/ تتأثر وتتحلل بأشعة الشمس الفوق البنفسجية.

ج/ يذوب البوليسترين في المذيبات العضوية.

2) البوليورثين الرغوي :.

تصنع هذه المادة نتيجة لتفاعل كيميائي بين مادتين يمكن خلطهما بنسب معينة ويصنع عادة ألواح من هذة المادة مركزياً بينما يمكن خلط مكونات البوليور ثين بموقع العمل حيث يكون الفراغ المراد عزله هو القالب للتفاعل الكيماوي الخاص في التكوين ويصنع البوليورثين حسب المتطلبات الخاصة.

تعتبر موصلية البوليورثين الحرارية من أصغر الموصلية الحرارية لجميع العوازل، تمتاز هذه المادة بإمتصاص الماء عند تعرضها المطول للماء.

2-1-7-1 طرق عزل الجدران :ـ

1) بناء جدار من الطوب المعزول حرارياً :

تلك الطريقة هي من الطرق السائدة حالياَ في عملية العزل الحراري للجدران، حيث يتم بناء جدار بعرض من (20- 25) سم من البلك أو الطوب المعزول حرارياً أو بلكأ وأسمنت معزولأ وطوب أحمر معزول حيث يوجد بداخل هذا النوع من البلكات أوالطوب عدة شرائح من العزل الحراري المصنوع من البولسترين الممدد أو الصوف الصخري و غيرها من مواد العزل الحراري، إلا أن هذه الطريقة أو هذا النظام لا يقوم بالعزل التام حيث تنتقل الحرارة إلى المباني عن طريق الجسور الحرارية التى تتمثل في خلطة الأسمنت التى تستخدم في عملية البناء والتي تمثل في القالب حوالي (10%) من الجدار الى جانب الجسور الحرارية التى توصل بين نهايتي البلكات. كما في ملحق رقم(1-1).

2/ بناء جدار من البلك المعزول حرارياً بجانب البلك الأبيض من الخرسانة الخلوية :

هنا يتم بناء جدار من البلك أو البلك المعزول حرارياً بسمك من (20 - 25) سم وهو نوع من الطوب المزود بداخله شريحة من العزل الحراري وهي تفصل جسم البلك

إلى جزئين ثم يتم إضافة بلك أبيض من الخرسانة الخلوية ، إلا أن هذا النظام لا يقوم بالعزل التام للحرارة إلا أنه أفضل من الطريقة السابقة في شبه العزل حيث تظل في هذا النظام الجسور الناقلةللحرارة وا لتى تعمل على توصيلها إلى داخل المبنى المتمثل في الخلطات الأسمنتية المستخدمة في البناء.كما في الملحق رقم (1-2).

3/ بناء جدارين بينهما ألواح العزل الحراري :

الطريقة تقوم على بناء جدارين بعرض حوالي(30)سم بينهما ألواح من العزل الحراري في الجدار الخارجي يتم إستخدام بلك أو طوب بعرض (10) سم أما في الداخلي فيستخدم بلك بعرض (15) سم بينهما توجد ألواح العزل من البولسترين المبثوق أو الممدد أو الصوف الصخري أو البوليورثين على أن تكون المادة العازلة بسمك (15) سم، تعتبر تلك الطريقة أفضل من سابقتها حيث أن تلك الطريقة تلغي جزء من جسور نقل الحرارة حيث أن العازل يوجد بين الجدارين ولكن هذا لا يعني أن العزل يتم بشكل كامل حيث أن الأعمدة الخرسانية ما زالت موجودة وهي تمثل جسور النقل، لذا يمكن أن يتم بناء الجدارين بسمك (35) سم حيث يتم بناء الجدار الخارجي بسمك (15) سم والجدار الخارجي بسمك (15) سم وبينهما ألواح العزل الحراري بسمك(5) سم مما يمكن أن يسمح بأن يغطي الجدار الخارجي للأعمدة الخرسانية مما يلغي الجسور الناقلة للحرارة ويجعل من تلك الطريقة الأفضل في عملية العزل. كما في ملحق رقم (1-3).

4/ عزل المباني حرارياً من الخارج :

في هذه الطريقة يتم عزل المبنى من الخارج حيث قد يرغب البعض في كسوة المبنى من الخارج بالرخام أو الحجر أو الجرانيت أو الألواح المعدنية وغيرها من أنواع المواد التى يمكن تثبيتها أوتركيبها على أن يتم قبل تثبيت تلك المواد من الحجر أو الجرانيت وغيرها.

إضافة أحد مواد العزل الحراري كألواح البولسترين أو الصوف الصخري وغيرها من مواد العزل الحراري، تعتبر تلك الطريقة المثالية في عملية العزل الحراري إذ يتم تغطية كامل الجدران و الأعمدة الخرسانية مما لا يسمح بوجود جسور لنقل الحرارة إلى الداخل وتعتبر تلك الطريقة مناسب للمباني سواءاً كانت قائمة أو تحت الإنشاء. كما في ملحق رقم(1-4).

2-1-8 العزل الحراري للارضيات :

وتعزل الأرضيات من الرطوبة والأملاح وكذلك بالإمكان عزلها حرارياً ، إن طريقة العزل وكذلك مواد العزل للأرضيات تشابه إلى حد كبير طريقة العزل للسقوف ، قد تصل درجات حرارة التربة على عمق (3) أمتار الى (33) ْ تقريبا ، وعليه فإن عزل الارضيات مهم جداً ومن شأن عملية العزل الجيد للارضيات أن تقلل من تدفق الحرارة من الارضيات في المبانى المكيفة ويجب أن تتوفر في مادة العزل الحراري للارضيات شروط اساسية وهي :.

1) أن تكون ذات قوة إنضغاطية عالية.

2) أن تكون مقاومة لإمتصاص الماء والرطوبة.

3) أن تكون ذات معامل توصيل حراري منخفض ، أي أنه لابد أن توفر الحد الادنى المطلوب للعزل الحراري.

2-1-9 العزل الحراري للأسقف

2-1-9-1 العزل الحراري للاسقف بالمواد التقليدية :

ذكر(محمد حسين المصيلحي ، ص497، 2005م) تشمل الاتي :

1) العزل الحراري المستخدم فيه كسر الطوب الأحمر :

يستعمل كسر الطوب الاحمر أو الطمي مع طبقة عازلة للمياه من الخشب المقطرن أو البيتومين الساخن يعتبر هذا النوع من العزل الحراري من أقدم الأنواع وأقلها تكلفة لكنه غير كافي مقارنة بالأنواع الأخرى.

2) الأسمنت الرغوي (السيلتون) :

تتكون الطبقة العازلة الأفقية للحرارة من الأسمنت وتتكون من :

أولاً :

طبقة من الأسمنت الرغوي (أسمنت عادي مضافاً إلية الماء + مادة كيميائية)، تجعل الخليط ذا خلايا مسامية دقيقة، وزنها النوعي(300-320) كجم/متر مكعب ومعمل التوصيل الحراري لها من(0,0001) الى (0,00010) سعر/سم /ثانية / درجة مئوية.

ثانياً :

طبقة أسمنتية بسمك لا يقل عن (2) سم بنسبة(8) أجزاء من الرمل ÷ (3) أجزاء من الجير + جزء واحد من الأسمنت مع إضافة (7) كجم من محلول البتومين أو ما يماثله لكل متر مكعب من الخليط السابق.

يتم الخلط على البارد ثم يفرش فوق طبقة الأسمنت ويسوى أفقياً أو طبقاً للميول المطلوب وتنفذ هذه الطبقة بسمك(5) سم أو (7) سم أو (10) سم حسب الحالة.

3) البوليسترين المشكل بالتمدد :

يورد على شكل بلاط بأبعاد (60 × 125) سم أو (60 × 250) سم وبسمك (20- 50) ملم ، بكثافة تساوي (35) كجم /متر مكعب ، ويستعمل في العزل الحراري للأسقف والحوائط، وهو إقتصادي في التكلفة، حيث أن (2) سم من البوليسترين تكافئ (10) سم من السيلتون، توضع البلاطات السابقة على طبقة العزل للرطوبة.

2-1-9-2 عزل الاسقف بنظام العزل المقلوب :

ذكر (أحمد هلال محمد ،ص7، 2002م) ان في هذا النظام يكون العزل الحراري فوق طبقة العزل المائي مما يؤدي إلى وقاية العازل المائي من الاجهاد الحراري والتعرض العالي للاشعة فوق البنفسجية، مما يؤدي إلى زيادة العمر الافتراضي لها. كما في ملحق رقم(1-5).

ويجب أن يتوفر في نظام عزل السقف المقلوب ما يلي:-

- أن يكون ذو مقاومة عالية لامتصاص الرطوبة،ومقاومة عالية للتغيرات الحرارية.
- مقاومة التحلل والتعفن بمرور الزمن.
- أن يكون ذو فعالية عالية وطويلة المدى للعزل (العمر الافتراضي لايقل عن عشرين عاما).

ويؤدي تعرض العزل الحراري في هذا النظام لاشعة الشمس إلى إحداث تأثيرات ضارة تتمثل في فقدان المادة العازلة لقدرتها على العزل، كما تؤدي الاشعة الفوق بنفسجية على إحداث تشققات بها.

2-1-9-3 عزل الاسقف بإستخدام ورق الكرافت:

ذكر (خليل إبراهيم واكد ،ص148،2006م) ان ورق الكرافت المستعمل في تغطية الاسطح يكون ذا وزن لا يقل عن (130) جرام لكل متر مربع وبتخانة نحو(0.23)

جرام ، ويكون الورق في شكل شريط مستمر (لفة) ، حيث لا يسمح بإستعمال الأفرخ في التغطية ويكون الورق مطابقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم 1966.726 " الورق الكرافت ".

طريقة التنفيذ:

1) يتم تنظيف السطح الخرسانى للسقف المطلوب عزله ضد الحرارة من كافة مخلفات المونة والأجزاء المفككة والزيوت بإستعمال المياه وفرشة السلك، ويتم تنفيذ طبقة لياسة أسمنتية من مونة (300) كيلو جرام أسمنت للمتر المكعب ورمل ، وبتخانة لا تقل عن(15) ملم للحصول على سطح أفقى مستو ناعم ، لا يبدأ في تنفيذ وتركيب ألواح الطبقة العازلة للحرارة إلا بعد التأكد من تمام جفاف هذه الطبقة ومرور (15) يوماً على الاقل من الانتهاء من تنفيذها.

2) بعد تمام جفاف طبقة اللياسة يوضع على السطح ورق كرافت ثقيل لايقل وزنه عن (130) جرام/متر مربع ، ويكون الورق من لفات مستمرة حيث لايسمح باستعمال الافرخ المقطوعة . وتعمل اللحامات بعرض لا يقل عن (100) ملم في كامل الطول وعند النهايات، ويتم تثبيت الورق على السطح بعد شده جيداً بمسامير خاصة في الحوائط المجاورة.

3) يدهن السطح العلوي للورق الكرافت وجه واحد من محلول البيتومين المؤكسد (م25/85) الساخن ، ويتم الدهان بالفرشة بمعدل لا يقل عن (1.5) كيلو جرام للمتر المربع من السطح ، ويراعى تسخين البيتومين المؤكسد دون إضافة أي مواد غريبة داخل غلايات خاصة مزودة بمقاس للحرارة (ترمومتر لقياس درجة الحرارة داخل الغلاية طول مدة التسخين وبحيث لا تزيد درجة الحرارة البيتومين عن 150°) .

4) يترك دهان البيتومين المؤكسد ليبرد حتى(70-80°) ثم ترص الواح البلاستيك الممدد على السطح بجوار بعضها بحيث تكون الالواح موازية للحوائط المجاورة كلما أمكن ذلك وتكون خطوط اللحامات مستقيمة ومتعامدة مع بعضها فى الاتجاهين ، ويتم الضغط على الألواح بشدة ليتم لصقها فى محلول البيتومين المؤكسد والضغط عليها جانبيا لتقفيل خطوط اللحامات ما أمكن.

5) يتم تنفيذ الطبقة العازلة للمياه والرطوبة فور تنفيذ هذه الطبقة لحمايتها من التلف أو إمتصاص الرطوبة من الجو ويراعى فى نهاية كل يوم عمل تغطية نهايات ألواح البلاستيك الممدد بمحلول البيتومين المؤكسد الساخن ، وعدم ترك النهايات معرضة للجو أو التلف.

4-9-1-2 عزل الأسقف بالبرلايت:.

البرلايت كعازل حراري:

ذكر(حسين محمد جمعة ، ص139، 2008م) إن أصل الكلمة هو بيرلشتاين الالمانية (pertain) أي حجر اللؤلؤ وتستعمل هذه الكلمة جيولوجيا لنوع محدد من الصخور الزجاجية البركانية ألا أنها تطلق تجاريا على عدد من الصخور الزجاجية البركانية التى تحتوي على كمية من الماء المرتبط (combined water) الذى يسبب لها الإنتفاخ الى عدة أضعاف حجمها الأصلي إذا عرضتها لحرارة عالية ويتميز الصخر البرليتي تركيبياً بوجود شقوق وعروق دقيقة دائرية مركزية غالباً ناشئة عن الابتراد المفاجئ للصخر الزجاجى كما تتصف بالمعان اللؤلؤي ومن هنا نشأت التسمية (حجر اللؤلؤ).

يستعمل البرلايت الإنشائي في عزل الأسقف وذلك بخلطه مع الأسمنت والماء لتكوين خلطة برلايتية يتم فردها على مستوى السطح المراد عزله لتكوين بعد جفافها

طبقة صلبة وعازلة للحرارة والصوت وللحصول على أقصى كفاءات للبرلايت في عملية العزل يجب أن تتم طريقة العزل كما يلي:

1) ينظف السطح من الأوساخ ومخلفات البناء جيداً .

2) يتم عمل ميزانية للسطح لتحديالميول اللازم لمادة الميلان وا ٍتجاه الميل نحو فتحات التصريف.

3) نعمل خلطة من البرلايت والأسمنت وذلك حسب النسب التى تلائم العزل وقوة التحمل المطلوبة وأكثر هذه النسب إستعمالا هي (3 كيس برلايت +1كيس اسمنت عادى+80 لتر ماء).

4) يخلط الأسمنت والبرلايت أولاً دون إضافة الماء خلطاً جيداً ثم يضاف الماء بالكمية المحددة تدريجيا ويخلط المزيج من جديد لمدة (5) دقائق حتى تصبح الخلطة متجانسة.

5) يتم عمل (أميات) وذلك حسب الميزانية التى تناسب الميل المطلوب الذى تحدد بالخطوة الأولى ولتسهيل عملية الفرد يجب أن لا تزيد المسافة بين الاميات المتجاوزة عن طول القدة المستعملة.

7) يراعى أن في عمل الميل نحو فتحات التصريف بأن يكون الميل بحدود(0.5-1.5) سم لكل متر طولى.

8) تقدر خلطة البرلايت الناتجة على السطح بين الأميات بسماكة لا تقل عن(5)سم عند أقرب نقطة لفتحة التصريف ومن ثم تسحب الخلط بواسطة القدة لتسوية سطحها، وتعبأ الفراغات التى تتركها القدة خلفها بواسطة (البروة) ثم يتم تسويتها مع السطح.

9) بعد أن تجف طبقة البرلايت في اليوم التالي يتم رشها بالماء لمدة (3) أيام مرة أو مرتين باليوم حسب حرارة الجو، ويلزمنا(3) أيام أخرى لكي تكون جاهزة للإستعمال.

10) يتم عمل لياسة مكونة من الأسمنت والرمل ومادة (P,V,A) وعامل ربط لتقوية التماسك ، فوق طبقة البرلايت أو تقوم بتركيب البلاط فوق البرلايت مباشرة دون الحاجة لوضع الدفان تحت البلاط وبذلك نخفف الأحمال الناشئة عن الردم عن كاهل المبنى.

2-1-9-5 السقوف المحشاة:.

ذكر (جلال بشير سرسم، سعيد عبد العالي، ص141،2006م) إن مشكلة الحصول على سقوفـواسعة وكبير ة خالية من الجسور الظاهرة أو الأعمدة مشكلة قديمة الأمد ولايمكن التغلب عليها إلا بإستعمال الجملونات أو الالواح الخرسانية أو غيرها من الحلول المكلفة والصعبة التنفيذ وأستمرت هذه المشكلة تواجه المهندسين الى أن يستعمل السقوف المحشاة ذات الجسور المقتر بة للحصول على فضاءات واسعة وكبيرة ، ولكن تنفيذ مثل هذه السقوف مكلفا وذلك للصعوبة عمل القالب إضافة الى طول مدة الانجاز ووجود الفضاء الضائع الذي تشغله الجسور المتقاربة لمثل هذه الأنواع من الأسقف.

ومن هنا إنطلقت الفكرة في المحاولة الأولى لإستعمال نوع مبتكر جديد من السقوف المسمأة بالسقوف المحشاة وهي عبارة عن سقوف فيها تجاويف تحشى بمواد خفيفة الوزن عازلة للرطوبة والحرارة معاً ، وبذلك يكون السقف تكون من مجموعة من الجسور المخفية التى تتخللها التجاويف وتربط فيها بينما بسمك بسيط من الخرسانة المسلحة وبذلك ستتحمل هذه الجسور المخفية أثقال السقف أما المسافات التى بين الجسور فتصمم بحيث تستطيع أن تنقل اثقالها فقط إلى الجسور التي تليها وبهذه الحالة يكون السقف شبيه بالسقوف العكادة بحديد الشيلمانو الطابوق ، وقد أجريت فحوص التحميل المختبرية على هذه السقوف من قبل المختبرات الإنشائية ونجحت في فحص التحمل والهطول.

خواص السقوف المحشأة :

إن أبرز خواص هذا النوع من السقوف مايأتى :

1) تحقيق العزل الحراري الجيد نتيجة للفراغات الموجودة في السقوف التى تحشى بمادة الستايربور الخفيف الوزن والجيد العزل.

2) تتعرض سقوف الخرسانة الإعتيادية أحياناً إلى تسرب الماء من خلال نتيجة لنفاذية الخرسانة (التي تعتمد على نوعية الخرسانة نفسها) ولكن السقوف التي تحتوى على الستايربور ستكون لها القابلية على منع تسرب الماء نتيجة لخواص هذه المادة.

3) ينبغي الإسراع في تنفيذ مثل هذه السقوف لأن قالبها يكون أفقيا لاتحتوي على أي جسر ظاهر ومن ثم أن معظم حديد التسليح يكون في شكل شبكات حديدية جاهزة (BRC) أو جسور يمكن عملها في الأسفل ورفعها الى السقف بعد انتهاء القالب وبذلك نضمن سرعة التنفيذ لسهولة صب القالب ولسهولة تسليح السقف.

4) كلفة هذا النوع من السقوف تكون أقل من كلفة السقوف الإعتيادية نتيجة لتقليل كمية الحديد المستعمل وتقليل مدة العمل الإجمالية بالسقف التى تؤثر تأثيراً مباشراً على الكلفة فضلاً عن تقليل مساحة القالب المطلوب في السقف.

2-1-10 ترشيد إستهلاك الطاقة :

حفظ الطاقة هي ممارسة تؤدي إلى خفض كمية إستهلاك الطاقة، يهدف هذا السلوك إلى المحافظة على البيئة و ترشيد إستهلاك الطاقة و التوفير في تكاليف إستهلاك الوقود و رفع مسؤولية الأفراد و المجتمعات تجاه البيئة.

تعد ممارسة حفظ الطاقة جزءاً مهماً في الخطط و الإستراتيجيات للوكالات العاملة في مجال الطاقة وتهدف هذه الممارسة إلى خفض كمية الطاقة المستخدمة للفرد الواحد و بالتالي الحد من تنامي زيادة الطلب على الطاقة في المستقبل والناتجة عن زيادة

التعداد السكاني كما تقلل من تكاليف توليد الطاقة عبر التوجه نحو الإستخدام الفعال للطاقة و إستخدام موارد الطاقة النظيفة.

هنالك توجه عالمي للإستخدام الفعال للطاقة في الأبنية وأصبحت قضية الإستخدام الفعال للطاقة محور إهتمام الباحثين وبرهنت توجهات الإستخدام الفعال للطاقة بأنها ذات جدوى قتصادية مرتفعة، وا ستراتيجية ممتازة لبناء و تطوير البنية التحتية دون الحاجة للزيادة في إستهلاك الطاقة،وأظهرت الدراسات التي أجريت في البلدان التي إتبعت سياسات صارمة بشأن توجيه الإستخدام الفعال للطاقة؛ أن هذه الإجراءات رغم كونها مكلفة في البداية إلا أنها مجدية اقتصادياً .

2-1-10-1 تصميم المباني والاستخدام الفعال للطاقة :

إن لموقع البناء الجغرافي و محيطه أهمية كبيرة في التحكم بالضياعات الحرارية والإنارة للبناء كما في محلق رقم(1-6)، فالمسطحات الخضراء والأشجار والتلال تلعب دورا هاماً في صد التيارات الهوائية و تكوين الظلال في البلدان ذات المناخ البارد، يساعد تخطيط الشوارع و المساكن بشكل أفقي من الشرق إلى الغرب و تصميم نوافذ الأبنية من الناحية الجنوبية للمباني؛ يساعد كل هذا في إكساب المنازل طاقة حرارية من الشمس و بالتالي التقليل من صرف الطاقة الحرارية من مصادر الكهرباء أو الوقود.

إن التوزيع الأمثل للنوافذ والفتحات السماوية و إستخدام الزجاج العاكس و العازل للحرارة والأبواب والجدران العازلة واعتماد التقنيات الحديثة للتدفئة و التكييف، يمكن أن يوفر ما بين (25 - 50)% من استهلاك الطاقة واستخدام أجهزة الإنارة الحديثة يقلل من (6) إلى (10) مرات من استهلاك الطاقة المستخدمة في الإنارة.

أوضحت الدراسات السعودية ان إستخدام الطاقة الكهربائية لأغراض التكييف هو السبب الرئيسي لإرتفاع إستهلاك الطاقة، ويرجع السبب في ذلك إلى أن مواد البناء

المستعملة في معظم المباني هي عبارة عن بلوك أسمنتي للجدران لا يزيد سمكه عن (20) سم وأسقف خرسانية بسمك (30) سم بدون أية مواد عازلة للحرارة أو مؤخرة لها، وهذا يجعل مستوى درجات الحرارة داخل المباني تتأثر بصورة تقريبية مع التغيير الخارجي، وهذا من شأنه يؤدي إلى زيادة أحمال التكييف ومن زيادة إستهلاك الطاقة.

ولتقليل الإعتماد على التكييف مع تحقيق البيئة الحرارية المناسبة للسكان فإن هناك العديد من الوسائل التي يجب الاهتمام بها بدء من تصميم المبنى وإختيار المواد المناسبة لإنشائها وإنتهاء بالتشغيل اليومي لتحقيق الأداء الحراري المناسب بأقل التكاليف.

2-1-10-2 وسائل ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني:-

تنقسم وسائل ترشيد الطاقة في المباني إلى مراحل ثلاثة هي مرحلة تصميم المبنى ومرحلة التشييد والتنفيذ ومرحلة التشغيل والصيانة وتعتبر القرارات التي تتخذ لترشيد إستهلاك الطاقة في مرحلة التصميم هي الأكثر فاعلية والأقل تكلفة إذا ما قورنت بالقرارات التي تتخذ بعد إنتهاء مرحلة التصميم وتتمثل وسائل ترشيد الطاقة في مراحل تصميم المبنى في الآتي :

1) إختيار التوجيه المناسب للمبنى في الموقع بالنسبة لحركة الشمس والرياح.

2) تصميم المبنى بحيث يمكن الإستفادة من التهوية الطبيعية وذلك لدعم الوسائل الميكانيكية اللازمة لتشغيل المبنى.

3) تصميم المبنى بحيث يمكن الإستفادة من الإضاءة الطبيعية، ومن ثم تقليل الإعتماد على الإضاءة الصناعية.

4) إختيار ألوان المبنى الخارجية بحيث تتلائم مع البيئة المحيطة.

5) إختيار أنظمة الإضاءة الكهربائية المناسبة ذات الكفاءة العالية.

6) إختيار أنظمة التكييف الملائمة لحجم ووظيفة المبنى مع ما تتطلبه من وسائل التحكم المناسبة.

7) إختيار مواد البناء الملائمة بما فيها نوع وسماكة العزل الحراري المناسب للحوائط والأسقف.

8) حسن إختيار أنواع زجاج النوافذ وخصائصه الحرارية، وحماية الفتحات من أشعة الشمس الساقطة عليها.

تؤدي العوامل السابقة إلى تقليل الجهد على أجهزة التكييف وبالتالي توفير أكبر في تكلفة شراء وتشغيل تلك الأجهزة مدى حياة المبنى.

2-1-10-3 إستخدام العزل الحراري لترشيد الطاقة.

ذكر (أحمد هلال محمد، ص9،2002م) ان الدراسات السعودية أشارت إلى أن نسبة إستهلاك المباني للطاقة الكهربائية في إحدى دول الخليج تتجاوز (72%) من الإستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية بينما يستهلك القطاع الصناعي حوالي (26%) فقط، ولذلك وجد أن إستخدام العزل الحراري في المباني هو أفضل وسيلة لتوفير الطاقة الكهربائية للمستهلك والحكومة حيث يؤدي أستخدام العوازل في الاسقف والحوائط على منع دخول أكثر من نصف الحرارة المتوقعة وبالتالي يؤدي أستخدامها إلى وفر كبير في كمية الطاقة تتراوح بين (30-50%).

وفي دراسة قام بها معهد البحوث في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن حول إستخدام الصوف الصخري العازل في المباني أوضحت الدراسة أن إستخدام العوازل الحرارية في المباني أدى إلى تخفيض إستهلاك الكهرباء فيها بنسبة تصل إلى (70%).

وعلى مستوى الدولة تكمن أهمية العزل الحراري في توفير تكاليف إنشاء محطات كهربائية جديدة إذ أن مستوى الزيادة على خدمات الكهرباء في المملكة العربية السعودية

يتراوح بين(17- 20%) سنويا، وهذا يعني أن شركات الكهرباء تحتاج إلى مضاعفة طاقتها الكهربائية كل خمس سنوات وهذا أمر مكلف جدا.

أماعن فوائد ترشيد الطاقة من الناحية الاقتصادية فقد أشارت الدراسات إلى أن تكاليف تركيب عوازل حرارية (الصوف الصخري) في المساكن التي تتراوح مساحتها من(450-600) م2 لاتتعدى(12.000) ريال، تتم عن طريق بناء جدارين بينهما العازل، و أن تكاليف العزل سوف يتم توفيرها في السنة الأولى من إستعمال المبنى.

2-1-10-4 مثال لترشيد الطاقة بإستخدام العزل الحراري:-

المثال عبارة عن تجربة دراسية تمت في مدينة الرياض خلال عام 1406/1405 هـ (من يناير إلى ديسمبر 1985م) وقد تم بناء غرفتين متماثلتين أحدهما معزولة الحوائط والسقف والأخرى غير معزولة، ومساحة كل منهم (25) م2 وبإرتفاع (3) أمتار وأستخدم البلوك الأسمنتي المفرغ سمك (20) سم لبناء الحوائط، والأعمدة والسقف من الخرسانة (سمك السقف 15 سم)، والتشطيبات الداخلية والخارجية لياسة أسمنتية ودهان بلاستيك أبيض،والغرفة المعزولة تم عزلها باستخدام ألو اح البوليسترين سمك(4) سم للحوائط وسمك(5) سم فوق السقف، وقد أستخدم في كل غرفة جهاز تكييف قدرة (24000) وحدة تبريد، وعداد لتسجيل إستهلاك الكهرباء وقد خلصت الدراسة إلى الآتي:

أ) بالنسبة لإستهلاك الطاقة الكهربائية وجد الآتي:

- وصل إستهلاك الطاقة الكهربائية إلى الحد الأقصى خلال شهر يوليو في الغرفتين.
- بلغ معدل الاستهلاك الأسبوعي للغرفة المعزولة(240) كيلو وات/ساعة بينما الغرفة غير المعزولة (410) كيلو وات/ساعة، وهذا يعني أن هناك وفر في استهلاك الطاقة حوالي (40%).

- تطلب المبنى الغير معزول إستهلاكاً أكبر لحمولة التبريد نتيجة لتخزين كمية كبيرة من الحرارة الأمر الذي أدى إلى زيادة الفاقد في الطاقة.

- المبنى المعزول إحتفظ بطاقة التبريد لمدة أطول فساعد ذلك على الحد من الفاقد في الطاقة الكهربائية.

ب) بالنسبة للجدوى الإقتصادية لإستخدام العزل الحراري فقد تمثل في:

- إستخدام جهاز تكييف أقل (12000 وحدة).

- الإستهلاك السنوي من الطاقة للغرفة الغير معزولة (10545) كيلو وات/ساعة، بينما الغرفة المعزولة (6522) كيلو وات/ساعة، أي أنه حدث وفر مقداره (4023) كيلو وات/ساعة.

- المبلغ الموفر من إستهلاك الطاقة =(4022 كيلو وات × سعر الإستهلاك).

أما بالنسبة لجدوى إستخدام العزل الحراري للدولة فإنه أمكن باستخدام العزل تخفيض حمل التبريد من (3.3) كيلو وات/ساعة إلى (1.9) كيلو وات/ساعة في الغرفة المعزولة بوفر بمقدار(1.4) كيلو وات/ ساعة، ولذلك فمقدار التوفير الذي يعود على الدولة يتمثل في الوفر في حمل التبريد مضروب في تكلفة إنتاج وشراء كيلو وات/ساعة من محطات القوى الكهربائية بالإضافة إلى توفير المعونة التي تقدمها الدولة لتخفيض الكهرباء (مقدار المعونة × 4022 كيلو وات/ساعة).

2-1-11 إقتصاديات العزل الحراري في المبانى:-

ذكر (محمد حسين جمعة، ص122،2008م) ان المواد العازلة للحرارة أصبحت جزء هام وضروري في المباني الحديثة ولضرورته أصبح يمثل عبأ إقتصادياً إضافياً على إقامة المنشأت ومن ثم فإن إختيار العازل الحراري يجب أن يتوافر فيه البعد الإقتصادي دون التعدي على وظائفه، حيث أن العناصر الأنشائية للمبني تشارك مع

العازل الحراري في مقاومة سريان الحرارة وعلى هذا فأن هنالك عوامل أخرى تدخل في تقييم العزل الحراري مثل وضع العازل الحراري مع العناصر الأنشائية وأيضا الحمل الحراري للمبنى من حيث التسخين أو التبريد.

أن في حالة إستخدام مواد إنشائية عازلة للحررة فهذا يساعد على تحقيق العزل الحراري مثال ذلك بالطوب الأبيض الجيري ذو الوزن الخفيف والعزل الحراري الجيد يوفر الطاقة ويوفر في الأوزان، فيقلل من كمية حديد التسليح وكمية الأسمنت، وهذا مانعنيه بإقتصاديات مواد البناء وتحقيقها عناصر مختلفة مفيدة في تحقيق هدف المنشأة وفي تكلفته.

ذكر (فاروق عباس حيدر، ص459، 2009م) ان المبنى المعزول من الحرارة يوفر الطاقة المبزولة لتسخينه أو لتبريده، كذلك يجعل درجة الحرارة الداخلية للمبنى متساوية وغير متغلبة وعلى ذلك لجعل عملية العزل الحرا ي للمبنى إقتصادية يجب إختيار العوامل الأتية بدقة :

1) تكاليف المواد العازلة.

2) تكاليف العمالة التي تقوم بتركيبه.

3) تكاليف صيانة المواد العازلة.

4) كمية توفير الطاقة للمبنى نتيجة تأثير العازل بعد تركيبه.

2-2 الدراسات السابقة :

2-2-1 دراسة يامن علي قبيلي ،2009م

(ترشيد إستهلاك الطاقة بتحسين مواصفات بعض مواد العزل الحراري ، جامعة تشرين ، سوريا) :

هدفت هذه الدراسة الى ترشيد إستهلاك الطاقة ، والحصول على أعلى مردود عن طريق تحسين مواصفات بعض مواد العزل الحراري بغرض الوصول الى معامل توصيل حراري منخفض من جهة وا ٍختيار الاستخدام الامثل لها من جهة اخري.

إستخدم الباحث في هذه الدراسة المنهج التجريبي وا ٍستخدم مادة البولي ريثان كمادة عازلة لما تتمتع به معامل توصيل حراري منخفض مقارنة مع مواد العزل الحراري المستخدمة.

تناولت الدراسة دراسة الاحمال الحرارية بأحد مبانى جامعة تشرين ، بدون عزل، ومع عزل بإستخدام مادة البولي اوريثان حيث تبين بإستخدام هذه المادة العازلة إنخفاض قيمة الأحمال الحرارية بحدود (46%)، مما يؤمن وفر كبير في المحروقات يقدر حوالي(46%) بالأضافة الى الوفر في ثمن المرجل المطلوب نتيجة لصغر حجمه بعد العزل.

وتوصل الباحث الى عدد من النتائج أهمها : ان مادة البولي أوريثان تعتبر من أفضل المواد المستخدمة في عزل الأبنية لما تتمتع به من معامل توصيل حراري منخفض ، وأن إضافة بودرة الكلس لمادة البولي أوريثان يؤدى الى تحسين مقاومة الانضغاط. كما توصل االباحث الى عدد من التوصيات اهمها : تعميم عملية العزل على جميع المباني في المملكة العربية السعودية ، وضرورة الالتزام بكود العزل الحراري السوري لما له من نتائج إيجابية من الناحية الاقتصادية والفنية والبيئية.

2-2-2 دراسة أحمد هلال محمد، 2002م

(العزل الحراري وترشيد الطاقة في عمارة الصحراء، جامعة أسيوط ، جمهورية مصر):

هدفت الدراسة الى توضيح أهمية العزل الحراري في عمارة الصحراء ودوره في تخفيض الطاقة الحرارية المستخدمة في أغراض التكييف.

إعتمدت الدراسة على المنهج المسحي التحليلي في تناول نقاط الدراسة التي تشمل تعريف العزل الحراري وفوائده والتعرف على مواد العزل الحراري الشائعة الإستعمال وخصائصها ومحددات إختيارها ثم كيفية إستخدامها في المبانى بطريقة سليمة بحيث تؤدي الى ترشيد الطاقة. توصل الباحث الى عدد من النتائج أهمها :أن مواد العزل الحراري تمثل أهمية كبيرة في عمارة الصحراء لانها تؤدى الى خفض إستهلاك الطاقة بنسبة كبيرة تصل الى(50%) إذا إستعملت في المكان المناسب من المبنى وبسماكة كافية لتحقيق الغرض من إستعمالها.

كما توصل الباحث الى عدد من التوصيات أهمها: ضرورة إستخدام طريقة عزل الحوائط الوسطية لأن لها قدرة عالية على عزل الحرارة ، و يجب أن تكون مواد العزل لها قدرة على مقاومة الحريق أو تكون لها خاصية إطفاء ذاتي.

2-2-3 دراسة نمير قاسم خلف البياتي، 2006م

(أهمية العزل الحراري في تصميم الفضاءات الداخلية للمباني السكنية ، جامعه ديالي ، العراق):

هدفت هذه الدراسة الي التعرف علي أهمية الغول الحراري والهدف من استخدامه في المباني وبيان مزاياه والخواص المختلفه لهوالتعرف علي العو امل التي تؤثر علي إختيار مواده المناسبه وبيان انواعها وطرق تصنيفها، الوصول الي اهم الاعتبارات الواجب

اتباعها من قبل المصمم الداخلي عند استخدام العزل الحراري في تصميم الفضاءات الداخليه للمباني .

إعتمدت الدراسة علي المنهج الوصفي بالإعتماد علي الملاحظةالمباشر ة لنماذج البحث والمقارنة مع المعلومات العلميةالمتوفر ة لدي الباحث والمشتقات من المصادر العلميه حول موضوع الدراسة للوصول الي أهداف الدراسة ، إعتمدت الدراسة علي أهم الأدوات الملاحظة العلمية والمناقشة الجماعية خلال عقد لقاءات مع خبراء في مجال التصميم والعمار ة.

يتكون مجتمع الدراسة من نماذج الدراسةالمختار ة للأبنية السكنية المشيده من قبل كالقطاع الخاص في محافظه ديالي وعددها (25) مسكن موزعة علي المحافظه ونواحيها.

توصل الباحث الي عدد من النتائج اهمها:يعمل العزل الحراري علي حماية وسلامة المبني من تغيرات الطقس والتقلبات الجوية, والمحافظة علي الأثاثات داخل المبني حيث تتاثر المباني الغير معزولةسريعا ومباشرة بدرجات الحرار ة، ويوفر العبء علي محطات انتاج الطاقة وشبكات توزيع الكهربائي في تقليل إستهلاك الطاقة الكهربائية. كما توصل الباحث الي عدد من التوصيات أهمها: التشجيع علي تطبيق العزل الحراري في تصميم الفضاءات الداخليه عند تشيد المباني السكنيه من قبل القطاع الخاص, وضع وقوانين وإرشادات بلديه تفرض تطبيق العزل الحراري وعلى أصحاب المباني عموماً .

2-2-4 دراسة محمد كمبال ناصر، 2013م

(أثر إستخدام العزل الحراري في ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية في المباني ذات الأسقف الخرسانية، جامعةالخرطوم، الخرطوم ،السودان):

هدفت هذه الدراسة الي ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية والحصول على أعلى مردود عن طريق إستخدام مواد العزل الحراري بغرض الحصول الى معامل توصيل حراري منخفض في أسقف المبانى السكنية الخرسانية المعرضة لأشعة الشمس المباشرة.

تم إجراء مسح ميداني عشوائي لمباني ذات سقف خرسانى بمنطقة الجريف غرب بولاية الخرطوم حيث وجد أن (70%) من تلك المباني لا تستخدم عوازل للأسقف الخرسانية، وهذه المباني تعاني من الحرارة العالية في ساعات النهار وخاصة في الصيف وكذلك البرودة أثناء الليل في الشتاء.

أجريت دراسة معملية لحساب قيم معامل التوصيل الحراري لبعض أنواع العوازل الحرارية ومواد البناء المختلفة (التقليدية والحديثة) بإستخدام جهاز ومقارنتها مع قيم المواصفات والمقاييس المرفقة، وقياس معامل التوصيل الحراري معها حيث وجدت إختلافات قيم معامل التوصيل الحراري بزيادة تتراوح بين (7.5%).

توصل الباحث الى عدد من توصيات أهمها: تعميم عملية العزل الحراري علي جميع المباني السكنية لما يتميز به من توفير الطاقة الكهربائية وبالتالي توفير التكاليف المادية وحماية النظام البيئي.

2-3 أوجه الإستفادة من الدراسات السابقة :

1) ساعدت الباحثين الى التوصل الى صياغة دقيقة لطبيعة البحث الحالي .

2)إزداد الباحثين علماً بإطلاعهم على الدراسات السابقة .

الفصل الثالث

إجراءات البحث

3-1 المقدمة:

في هذا الفصل من البحث تناول الباحثون وصفاً للطريقة والاجراءات التى تم إتباعها ويشمل ذلك وصفاً لمنهج البحث ومجتمع البحث وأدوات البحث والإجراءات التى أتخذت للتأكد من صدق وثبات الاستبانة والطرق التى أتبعت لتحليل البيانات لاستخراج النتائج.

3-2 منهج البحث :

تم إستخدام المنهج الوصفي والتحليلي،الذي يقوم علي وصف الظاهر ة محل البحث وجمع البيانات المتعلقة بها وتحليلها من أجل الوصول الي النتائج ، حيث ان هذا المنهج يتناسب مع هذا البحث.

3-3 مجتمع البحث :

تم إجراء هذا البحث بولاية الخرطوم، وتكون مجتمع الدراسة من المهندسين والمقاولين والموردين.

3-4 عينة البحث:

تتكون عينة البحث من (75) شخصاً تم إختيارهم عشوائياً وهم عينة مهندسي المواقع وعددهم (25) مفحوصاً ، وعينة المقاولين وعددهم (25) مفحوصاً ، وعينة الموردين وعددهم (25) مفحوصاً وجميعهم يتواجدون بولاية الخرطوم

3-5 أدوات البحث :

الإستبانة:

تم إستخدام أداة الإستبانة لجمع البيانات الأولية من عينة البحث حيث تم تصميم الأداة بواسطة الباحثين، وعرضت هذه الإستبانة على المشرف الرئيس من أجل إختبار مدى ملائمتها لجمع المعلومات، وعدلت الإستبانة حسب توجيهات المشرف، وتم

مر اجعتها بواسطة محكميين للتاكد من صلاحيتها ولغرض قياس مستوي المعرفة والوعي بإستخدام العزل الحراري. وتتكون من ثلاثة محاور وهي كما يلي :

جدول رقم (3-1) يوضح محاور الإستبانة :

#	المـــــحاور	العبارات
1	تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري.	10
2	كل المبانى المعزولة حرارياً آمنة.	10
3	الدور الاقتصادي في عزل المباني.	10
	المجموع	30

3-6 صدق الاستبانة:

يقصد بالصدق قدرة الأداة على تطبيق الأهداف التي صممت من أجلها، واعتمد الباحث للتعرف على مدى صدق الاستبانة على الصدق الظاهري.

صدق الاتساق الداخلي للفقرات:

(1) **الصدق التجريبي**:

قام الباحث باختبار معامل الصدق التجريبي، وذلك عن طريق استخدام معادلة الارتباط بيرسون.

صدق الاتساق الداخلي للفقرات :

(1) **الصدق التجريبي:**

تم ذلك عن طريق استخدام معادلة الارتباط لبيرسون بين بعض فقرات المقياس ذات العلاقة.

جدول رقم (3-2) يوضح نتيجة معامل الارتباط لبيرسون (n=75)

البند	الارتباط	البند	الإرتباط	البند	الارتباط
1	.342	**1**	.529	**1**	.410
2	.403	**2**	.591	**2**	.467
3	.500	**3**	.217	**3**	.389
4	.261	**4**	.550	**4**	.607
5	.339	**5**	.576	**5**	.089
6	.477	**6**	.584	**6**	.530
7	.460	**7**	.543	**7**	.557
8	.248	**8**	.472	**8**	.545
9	.465	**9**	.391	**9**	.477
10	.346	**10**	.452	**10**	.451

يتضح من الجدول (3-2) أن هناك إرتباطا إيجابيا بين بنود المقياس .

(2) **الصدق الذاتي**:

ويقاس الصدق الذاتي بحساب الجذر التربيعي لمعامل ثبات الاختبار، وذلك كما يلي:

معامل الصدق الذاتي = (معامل ثبات الاختبار)^{½}

إذن فالصلة وثيقة بين الصدق الذاتي والثبات، وقد قام الباحثين بحساب معامل ثبات الاختبار بطريقتين هما: وطريقة التجزئة النصفية، وطريقة التباين، وذلك كما يلي:

(1) **طريقة التباين باستخدام معادلة الفا كرونباخ** Cronbach Alpha :

يستخدم اختبار ألفا كرونباخ لمعرفة صدق اتساق الفقرات مع الدرجة الكلية للأبعاد الفرعية بالمقياس بمجتمع البحث الحالي.

تعتمد معادلة الفا كرونباخ على تباينات أسئلة الاختبار، وقد استخدم البرنامج الإحصائي SPSS لحساب معاملات الثبات، أما الصيغة الرياضية لمعادلة الفا كرونباخ للتوضيح :

معامل الثبات = $\frac{\text{ن}}{\text{ن}-1}$ في $\frac{1-\text{مجموع تباينات الأسئلة}}{\text{تباين الدرجات الكلية}}$

حيث: ن: عدد أسئلة الاختبار وهي75 هذه الدراسة.

جدول (3-3) معامل ألفا كرونباخ

المقياس	الصدق	
	عدد الملاحظات	Alpha Cronbach's معامل الفا كرونباخ
المقياس	75	0.89

يتضح من الجدول (3-3) أن هناك ارتباطا ايجابيا قوياً بلغت قيمته(0.89) بين عبارات المقياس ككل، أما قيمة الصدق التي تساوي الجزر التربيعي للثبات تساوي (0.94) مما يدلل على صدق المقياس في قياس ما .

3-7 الاساليب الإحصائية المستخدمة لتحليل البيانات :

لتحليل المعلومات والبيانات التي تحصل عليها البحث من خلال الإستبيان تم إدخال هذه البيانات في جهاز الحاسب الآلي ثم طبقت عليها مجموعة من المعالجات الإحصائية وهي:

1) الجداول التكرارية و النسب المئوية.

2) القيمة الاحتمالية.

3) الوسط الحسابي.

4) المتوسط الفرضي.

5) اختبار (ت) Chi-Square لعينة مجتمع واحد لدلالة الفروق حول أراء المبحوثين.

6) اختبار (ت) لعينة مجتمع واحد One-Sample.

الفصل الرابع

تحليل ومناقشة وتفسير النتائج

4-1 مقدمة:

تم في هذا الفصل تحليل البيانات الخاصة في الإستبيان بإستخدم البرنامج الإحصائي (SPSS)الحز مة الإحصائية للعلوم الاجتماعية، تم إستعراض كل عبارة أو مجموعة عبارات في جدول يوضح عدد الإستجابات والنسب المئوية لكل إجابة لتحليل إجابات الإستبيان، بعد ذلك تم التعليق على نتيجة العبارات، وقد إستخدم الجداول التكرارية لتحليل المعلومات وذلك بإعطاء الجداول أرقاماً متسلسلة ثم إعطائها عنواناً لمعرفة ما تحتويه من بيانات عينة الدراسة لمعرفة النسب المئوية وغيرها.

4-2 عرض وتحليل البيانات الاولية:

جدول رقم(4-1) يوضح توزيع أفراد العينة وفقاً لمتغير النوع

النوع	التكرار	النسبة المئوية
ذكر	63	84
أنثى	12	16
المجموع	75	100.0

يوضح الجدول رقم(4-1)عينة البحث حسب النوع ، ويتبين أن هناك (69)مشاركاً يمثلون (84%) من العينة (ذكور) , وبينما (12)مشاركاً يمثلون (16%) من العينة (إناث)، أي أن أغلب العينة من فئة الذكور

جدول رقم (4-2)توزيع أفراد العينة وفقاً لمتغير العمر

العمر	التكرار	النسبة المئوية
أقل من25 سنة	25	33.33
30-25سنة	29	38.67
45سنة فأكثر	21	28
المجموع	75	100.0

الجدول رقم (4-2) يوضيح توزيع عينة البحثوفقاً لمتغير العمر ، ويتضح أن هناك (25)مشاركاً من العينة يمثلون (33.33%) من عينة الدراسة تقع أعمارهم (أقل من 25 سنة)، و أن هناك (29)مشاركاً من العينة يمثلون (38.67%) من عينة الدراسة تقع اعمارهم من (25-30 سنة) ،و أن هناك (21)مشاركاً من العينة يمثلون (28%) من عينة الدراسة تقع أعمارهم (45 سنة فأكثر)، أي أن أغلب أفراد العينة تقع أعمارهم من (25-30) سنة.

جدول (4-3) توزيع أفراد العينة وفقاً لمكان العمل

مكان العمل	التكرار	النسبة المئوية
الخرطوم	55	73.33
بحري	11	14.67
امدرمان	9	12
المجموع	75	100.0

الجدول رقم (4-3) يوضح توزيع عينة البحث وفقاً لمكان العمل ، ويتضح أن هناك (55) مشاركاً من عينة البحث يمثلون (73.33%) من العينة مكان عملهم (الخرطوم)، و أن هناك (11)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (14.67%) من العينة مكان عملهم

(بحري) ،و أن هناك (9) مشاركين من عينة البحث يمثلون (12%) من عينة البحث مكان عملهم (أمدرمان).أي أن أغلب المشاركين يعملون في الخرطوم.

جدول (4-4) توزيع أفراد العينة وفقاً للمؤهل العلمي

المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية
دبلوم	19	25.33
بكالوريوس	24	32
دبلوم فوق الجامعي	23	30.67
ماجستير	4	5.33
دكتوراه	5	6.67
المجموع	75	100.0

الجدول رقم(4-4) يوضح توزيع عينة البحث وفقاً للمؤهل العلمي ، ويتضح أن هناك (19)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (25.33%) من العينة مؤهلهم العلمي (دبلوم)، و أن هناك (24) مشاركاً من عينة البحث يمثلون (32%) من العينة مؤهلهم العلمي(بكالوريوس)،و أن هناك (23)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (30.67%) من العينة مؤهلهم العلمي (دبلوم فوق الجامعي) ،و أن هناك (4) مشاركين من عينة البحث يمثلون (5.33%) من العينة مؤهلهم العلمي (ماجستير)،و أن هناك (5) مشاركين من عينة البحث يمثلون (6.67%) مؤهلهم العلمي (دكتوراه). وهذا يدل على أن أغلب أفراد العينة مؤهلهم العلمي (بكالوريوس).

جدول (4-5) توزيع أفراد العينة وفقاً لمتغير الوظيفة

الوظيفة	التكرار	النسبة المئوية
مهندس فني	30	40
مهندس تقني	18	24
مهندس	18	24
اخصائي	4	5.33
مستشار	5	6.67
المجموع	75	100.0

الجدول رقم(4-5) يوضح توزيع أفراد العينة وفقاً لمتغير الوظيفة ،و أن هناك (30) مشاركاً من عينة البحث يمثلون (40%) من العينة درجتهم الوظيفية (مهندس فني) ، و أن هناك (18)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (24%) من العينة درجتهم الوظيفية (مهندس تقني) ،و أن هناك (18)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (24%) من العينة در جتهم الوظيفية (مهندس)،و أن هناك(4) مشاركين من عينة البحث يمثلون (5.33%) من العينة درجتهم الوظيفية (أخصائي)،و أن هناك (5) مشاركين من عينة البحث يمثلون (6.67%) من العينة درجتهم الوظيفية (مستشار)، أي أن أغلب المشاركين درجتهم الوظيفية (مهندس فني).

جدول (4-6) توزيع أفراد العينة وفقاً لمتغير سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية
1-5سنة	34	45.34
5-10سنوات	13	17.33
10-15سنة	15	20
15سنة فاكثر	13	17.33
المجموع	75	100.0

الجدول رقم (4-6) يوضح توزيع العينةوفقاً لمتغير سنوات الخبرة ،و أن هناك (34) مشاركاً من عينة البحث يمثلون(45.34%) من العينة سنوات الخبرة من (1-5سنوات) ،و أن هناك (13) مشاركاً من عينة البحث يمثلون (17.33%) من العينة سنوات الخبرة من (5_10 سنة) ،و أن هنالك (15)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (20%) من العينة سنوات الخبرة من (10-15 سنة)،و أن هناك (13)مشاركاً من عينة البحث يمثلون (17.33%)من العينة سنو ات الخبرة من (15 سنة فاكثر). أي أن أغلب المشار كين سنوات خبراتهم من (1-5 سنوات).

3-4 تحليل إستجابات العينة على أسئلة البحث

السؤال الاول: كيف يتم تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري

جدول (4-7) يوضح التوزيعات التكرارية والنسب المئوية للسؤال الاول

الرقم	العبـــــــارات	المتـــغيرات					
		اوافق		محايد		لا اوافق	
		ك	%	ك	%	ك	%
1.	يتم الإستعانة بالمهندس المختص للتعرف على جودة المواد العازلة للحرارة عند شرائها.	69	92.0	4	5.3	2	2.7
2.	يتم تخزين المواد العازلة للحرارة في أماكن جافة غير مكشوفة لتجنب تهشيمها .	63	84.0	11	14.7	1	1.3
3.	قدرة المادة العازلة على إمتصاص الماء يؤدي إلى تقليل كفاءتها في عملية العزل الحراري .	48	64.0	16	21.3	11	14.7
4.	توجيه أصحاب المنشآت الخرسانية بإستخدام وسائل مساعدة في العزل الحراري مثل زراعة الأشجار.	48	64.0	17	22.7	10	13.3
5.	ينبغي تقليل مساحة المسطحات الزجاجية في الجهات التي تستقبل أشعة الشمس.	62	82.7	10	13.3	3	4.0
6.	يفضل أن تكون مواد العزل الحراري المستخدمة في عزل المنشآت ذات معامل توصيل حراري منخفض.	62	82.7	8	10.7	5	6.7
7.	يتم وضع لوائح تفرض تطبيق المواد العازلة للحرارة على أصحاب المباني عموماً .	38	50.7	24	32.0	13	17.3
8.	ينبغي الاهتمام بكيفية تركيب المادة العازلة للحرار ة بصورة سليمة.	71	94.7	3	4.0	1	1.3
9.	يتم التعرف على مواد العزل الحراري الملائمة لبيئة المناخ الصحراوي.	61	81.3	11	14.7	3	4.0
10.	تقاوم المادة العازلة للحرارة الضغوط التي تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي.	60	80.0	14	18.7	1	1.3

من الجدول رقم(4-7) يوضح (ك) التكرار و(%) النسبة المئوية ومن خلال إجابات أفراد عينة البحث في العبارة الأولى التي تنص على (يتم الإستعانة بالمهندس المختص للتعرف على جودة المواد العازلة للحرارة عند شرائها)، نلاحظ أن هناك نسبة (92%) من عينة البحث الذين أجابوا بـ(اوافق)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (2%)، حين وقف على الحياد نسبة (4%)، أي أن غالبية إجابات أفراد العينة تشير إلى أنه فعلاً يتم الإستعانة بالمهندسين المختصين.

أما الإجابات على العبارة الثانية التي تنص على (يتم تخزين المواد العازلة للحرارة في أماكن جافة غير مكشوفة لتجنب تهشيمها) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى الموافقة حيث بلغت نسبة (84%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (14.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (1.3%)، أي أن النتيجة توضح أن هناك إهتمام بتخزين المواد العازلة للحرارة في أماكن جافة غير مكشوفة لتجنب تهشيمها.

أما الإجابات على العبارة الثالثة التي تنص على (قدرة المادة العازلة على إمتصاص الماء يؤدي إلى تقليل كفاءتها في عملية العزل الحراري) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى الموافقة حيث بلغت نسبة (64%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (14.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (21.3%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد قدرة المادة العازلة على إمتصاص الماء مما يؤدي إلى تقليل كفاءتها.

أما الإجابات على العبارة الرابعة التي تنص على (توجيه أصحاب المنشآت الخرسانية باستخدام وسائل مساعدة في العزل الحراري مثل زراعة الأشجار) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (64%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (13.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (22.7%)، وبما أن نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد

العينة تؤكد توجيه أصحاب المنشآت الخرسانية بإستخدام وسائل مساعدة في العزل الحراري.

أما الإجابات على العبارة الخامسة التي تنص على (ينبغي تقليل مساحة المسطحات الزجاجية في الجهات التي تستقبل أشعة الشمس) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (82.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (13.3%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد على أنه ينبغي تقليل مساحة المسطحات الزجاجية في الجهات التي تستقبل أشعة الشمس.

أما الإجابات على العبارة السادسة التي تنص على (يفضل أن تكون مواد العزل الحراري المستخدمة في عزل المنشآت ذات معامل توصيل حراري منخفض) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (82.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (6.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (10.7%)، من هذه النتيجة يتضح لنا أنه يفضل أن تكون مواد العزل الحراري المستخدمة في عزل المنشآت ذات معامل توصيل حراري منخفض.

أما الإجابات على العبارة السابعة التي تنص على (يتم وضع لوائح تفرض تطبيق المواد العازلة للحرارة على أصحاب المباني عموماً) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (50.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (17.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (32%)، من هذه النتيجة يتضح لنا أن آراء أفراد العينة حول وضع اللوائح كفرض على جميع أصحاب المباني عموماً انقسمت ما بيين مؤيدين و مخالفين حيث إرتفعت نسبة الموافقة كما إرتفعت أيضاً نسبة الحياد.

أما الإجابات على العبارة الثامنة التي تنص على (ينبغي الاهتمام بكيفية تركيب المادة العازلة للحرارة بصورة سليمة) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (94.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (1.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (4%)،

من هذه النتيجة يتضح لنا هنا لك موافقة على أنه ينبغي الإهتمام بكيفية تركيب المادة العازلة للحرارة بصورة سليمة).

أما الإجابات على العبارة التاسعة التي تنص على (يتم التعرف على مواد العزل لحراري الملائمة لبيئة المناخ الصحراوي) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (81.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (14.7%)، من هذه النتيجة نستنتج أنه يتم التعرف على مواد العزل الحراري الملائمة لبيئة المناخ الصحراوي.

أما الإجابات على العبارة العاشرة التي تنص على (تقاوم المادة العازلة للحرارة الضغوط التي تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (80%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (1.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (18.7%)، من هذه النتيجة نستنتج تؤكد لنا أن المواد العازلة للحرارة تقاوم الضغوط التي تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي .

نتائج اختبار (كاي) السؤال الأول: كيف يتم تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري؟

جدول رقم(4-8) يوضح المتوسطات والإنحرافات المعيارية والإتجاهات لسؤال الاول

الرقم	العبـــارات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه	قيمة مربع كاي	القيمة الاحتمالية	النتيجة
.1	يتم الإستعانة بالمهندس المختص للتعرف على جودة المواد العازلة للحرارة عند شرائها	2.8873	.39819	الموافقة	108.366	0.0	دالة إحصائياً
.2	يتم تخزين المواد العازلة للحرارة في أماكن جافة غير مكشوفة لتجنب تهشيمها	2.8169	.42460	الموافقة	81.239	0.0	دالة إحصائياً
.3	قدرة المادة العازلة على إمتصاص الماء يؤدي إلى تقليل كفاءتها في عملية العزل الحراري	2.4648	.75273	الموافقة	26.732	0.0	دالة إحصائياً
.4	توجيه أصحاب المنشآت الخرسانية باستخدام وسائل مساعدة في العزل الحراري مثل زراعة الأشجار	2.4789	.73405	الموافقة	27.239	0.0	دالة إحصائياً
.5	ينبغي تقليل مساحة المسطحات الزجاجية في الجهات التي تستقبل أشعة الشمس	2.7746	.51262	الموافقة	75.746	0.0	دالة إحصائياً
.6	يفضل أن تكون مواد العزل الحراري المستخدمة في عزل المنشآت ذات معامل توصيل حراري منخفض.	2.7465	.57863	الموافقة	74.901	0.0	دالة إحصائياً
.7	يتم وضع لوائح تفرض تطبيق المواد العازلة للحرارة على أصحاب المباني عموماً	2.2958	.76335	الموافقة	9.324	0.0	دالة إحصائياً
.8	ينبغي الإهتمام بكيفية تركيب المادة العازلة للحراري بصورة سليمة	2.9296	.30817	الموافقة	119.099	0.0	دالة إحصائياً
.9	يتم التعرف على مواد العزل الحراري الملائمة لبيئة المناخ الصحراوي.	2.7606	.52002	الموافقة	71.775	0.0	دالة إحصائياً
.10	تقاوم المادة العازلة للحرارة الضغوط التي تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي.	2.7746	.45347	الموافقة	69.831	0.0	دالة إحصائياً

يبين الجدول (4-8) أن قيم اختبار مربع كاي عند مستوى معنوية (0.05) جميعها كانت ذات دلالة إحصائية، حيث كانت جميع قيم الدلالة الإحصائية أقل من مستوى المعنوية (α = 0.005). ووفقاً للنتائج في الجدول السابق أن هناك دور في تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري. حيث جاءت غالبية إجابات المحور بالموافقة وفقاً لمقياس ليكارت الثلاثي حيث وقعت في المدى (2.34 إلى 3).

نلاحظ أن العبارة رقم (7) والتي تنص على (يتم وضع لوائح تفرض تطبيق المواد العازلة للحرارة على أصحاب المباني عموماً) حصلت على اقل متوسط حسابي (2.29) وبالتالي جاءت في المرتبة الأخيرة من بين عبارات المحور. ووفقاً لمقياس ليكارت الثلاثي هذه العبارات تقع في مدى الحياد من (1.67 إلى 2.33).

نستنتج مما سبق أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في عبارات المحور الأول وتشير جميعها إلى الموافقة مما يؤكد على ضرورة تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري.

السؤال الثاني: كيف تتم عملية العزل الحراري للحصول على مبانى آمنة ؟

جدول رقم (4-9) يوضح التوزيعات التكرارية والمئوية السؤال الثاني

الرقم	العـــــبارات	المتغـيرات					
		اوافق		محايد		لا اوافق	
		ك	%	ك	%	ك	%
.1	يوفر المبنى المعزول من الحرارة الطاقة المبذولة لتبريده .	65	86.7	7	9.3	3	4.0
.2	يتم التعرف على التركيب الكيميائي للعازل الحراري للوقاية من حساسية الجلد.	63	84.0	9	12.0	4	5.3
.3	يفضل تنظيف السطح الخرساني للسقف المطلوب عزله حرارياً للحصول على عزل جيد.	71	94.7	3	4.0	2	2.7
.4	تقلل عملية العزل الحرا ي من تدفق الحرارة من الأرضيات في المباني المكيفة.	57	76.0	11	14.7	7	9.3
.5	أثر المباني الغير معزولة سريعاً بدرجات الحرار ة الخارجية بالتالي تتأثر مواد الأثاثات.	58	77.3	14	18.7	3	4.0
.6	يوجد قوانين متعارف عليها في السودان لتطبيق العزل الحراري بطريقة آمنة.	29	38.7	27	36.0	19	25.3
.7	تتم تغطية كامل الجدران في المنشآت الخرسانية مما لا يسمح بوجود جسور لنقل الحرارة الى الداخل .	51	68.0	13	17.3	11	14.7
.8	يقوم المقاول المختص بالعزل الحراري بمراقبة جميع مراحل تشيد البناء.	47	62.7	14	18.7	14	18.7
.9	يفضل إستخدام التظليل بقدر الامكان للجدران المواجهة للشمس خلال الصيف.	63	84.0	11	14.7	1	1.3
.10	يتم التأكد من قدرة المادة العازلة للحرارة على مقاومة الحريق لتجنب الحوادث	64	85.3	11	14.7	-	0.0

من الجدول رقم(4-9) يوضح (ك) التكرار و(%) النسبة المئوية ومن خلال إجابات أفراد عينة البحث في العبارة الأولى التي تنص على (يوفر المبنى المعزول من الحرارة الطاقة المنزولة لتبريده)، نلاحظ أن هناك نسبة (86.7%) من عينة البحث الذين أجابوا بـ(اوافق)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (9.3%)، أي أن غالبية إجابات أفراد العينة تشير إلى أنه أن المبنى المعزول من الحرارة يوفر الطاقة.

أما الإجابات على العبارة الثانية التي تنص على (يتم التعرف على التركيب الكيميائي للعازل الحراري للوقاية من حساسية الجلد) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى الموافقة حيث بلغت نسبة (94.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (5.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (12%)، أي أن النتيجة توضح أن هناك إهتمام بالتعرف على التركيب الكيميائي للعازل الحراري للوقاية من حساسية الجلد.

أما الإجابات على العبارة الثالثة التي تنص على (يفضل تنظيف السطح الخرساني للسقف المطلوب عزله حرارياً للحصول على عزل جيد) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى المو افقة حيث بلغت نسبة (64%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (2.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (4%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد أنه يفضل تنظيف السطح الخرساني للسقف المطلوب عزله حرارياً للحصول على عزل جيد.

أما الإجابات على العبارة الرابعة التي تنص على (تقلل عملية العزل الحرا ي من تدفق الحرارة من الأرضيات في المباني المكيفة) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (76%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (9.3%)، حين وقف على الحياد

نسبة (14.7%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة إذن عملية العزل الحراري تقلل من تدفق الحرارة من الأرضيات في المباني المكيفة.

أما الإجابات على العبارة الخامسة التي تنص على (تتأثر المباني الغير معزولة سريعاً بدرجات الحرارة الخارجية بالتالي تتأثر مواد الأثاثات) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (77.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (18.7%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد على أن المباني الغير معزولة تتأثر بالحرارة وبالتالي تؤثر على الأثاثات.

أما الإجابات على العبارة السادسة التي تنص على (يوجد قوانين متعارف عليها في السودان لتطبيق العزل الحراري بطريقة آمنة) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (38.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (25.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (36%)، من هذه النتيجة يتضح لنا وجود القوانين المتعارف عليها في السودان لتطبيق العزل الحراري بطريقة آمنة.

أما الإجابات على العبارة السابعة التي تنص على (تتم تغطية كامل الجدران في المنشآت الخرسانية مما لا يسمح بوجود جسور لنقل الحرارة الى الداخل) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (68%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (14.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (17.3%)، من هذه النتيجة يتضح لنا ضرورة تغطية كامل لجدران في المنشآت الخرسانية حتى لا يسمح بوجود جسور لنقل الحرارة إلى الداخل.

أما الإجابات على العبارة الثامنة التي تنص على (يقوم المقاول المختص بالعزل الحراري بمراقبة جميع مراحل تشيد البناء) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (62.7%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (14.7%)، حين وقف على الحياد نسبة

(17.3%)، من هذه النتيجة يتضح لنا ضرورة العزل الحراري ومراقبة جميع مراحل البناء من قبل المقاول.

أما الإجابات على العبارة التاسعة التي تنص على (يفضل إستخدام التظليل بقدر الإمكان للجدران المواجهة للشمس خلال الصيف) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (84%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (1.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (14.7%)، من هذه النتيجة نستنتج أنه يتم يفضل إستخدام التظليل بقدر الإمكان للجدران المواجهة للشمس خلال الصيف.

أما الإجابات على العبارة العاشرة التي تنص على (يتم التأكد من قدرة المادة العازلة للحرارة على مقاومة الحريق لتجنب الحوادث) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (85.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (14.7%)، من هذه النتيجة تؤكد لنا قدرة المادة العازلة للحرارة على مقاومة الحريق لتجنب الحوادث.

نتائج إختبار (كاي) للسؤال الثاني: كيف تتم عملية العزل الحراري للحصول على مبانى آمنة ؟

جدول رقم(4-10) يوضح المتوسطوالإنحر افات المعيارية والإتجاهات للسؤال الثاني

الرقم	العبــلو ات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه	قيمة مربع كاي	مستوى المعنوية	النتيجة
.1	يوفر المبنى المعزول من الحرارة الطاقة المبزولة لتبريده.	2.8169	.48726	الموافقة	88.676	0.00	دالة إحصائياً
.2	يتم التعرف على التركيب الكيميائي للعازل الحراري للوقاية من حساسية الجلد.	2.7606	.54680	الموافقة	75.239	0.00	دالة إحصائياً
.3	يفضل تنظيف السطح الخرساني للسقف المطلوب عزله حرارياً للحصول على عزل جيد.	2.9014	.38378	الموافقة	113.606	0.00	دالة إحصائياً
.4	تقلل عملية العزل الحرا ي من تدفق الحرارة من الأرضيات في المباني المكيفة.	2.6479	.65680	الموافقة	54.873	0.00	دالة إحصائياً
.5	تتأثر المباني الغير معزولة سريعاً بدرجات الحرارة الخارجية بالتالي تتأثر مواد الاثاثات.	2.7183	.53939	الموافقة	60.873	0.00	دالة حصائياً
.6	يوجد قوانين متعارف عليها في السودان لتطبيق العزل الحراري بطريقة آمنة.	2.0845	.78824	محايد	1.465	0.00	دالة إحصائياً
.7	تتم تغطية كامل الجدران في المنشآت الخرسانية مما لا يسمح بوجود جسور لنقل الحرارة الى الداخل.	2.5070	.75353	الموافقة	34.592	0.00	دالة إحصائياً
.8	يقوم المقاول المختص بالعزل الحراري بمراقبة جميع مراحل تشيد البناء.	2.4085	.80316	الموافقة	23.690	0.00	دالة إحصائياً
.9	يفضل إستخدام التظليل بقدر الامكان للجدران المواجهة للشمس خلال الصيف.	2.8169	.42460	الموافقة	81.239	0.00	دالة إحصائياً
.10	يتم التأكد من قدرة المادة العازلة للحرارة على مقاومة الحريق لتجنب الحوادث .	2.8451	.36441	الموافقة	33.817	0.00	دالة إحصائياً

يبين الجدول (4-10) أن قيم اختبار مربع كاي عند مستوى معنوية (0.05) جميعها كانت ذات دلالة إحصائية، حيث كانت جميع قيم عبارات المحور الثاني ذات دلالة إحصائية عند مستوى المعنوية (α = 0.005). ووفقاً للنتائج في الجدول السابق أن المباني المعزولة حرارياً آمنة، وفقاً لآراء أفراد العينة وبالنظر إلى المتوسط الحسابي الذي يوضح آراء أفراد العينة. و وفقاً لمقياس ليكارت الثلاثي حيث وقعت في المدى (2.34 إلى 3).

نلاحظ أن العبارة رقم (6) والتي تنص على (يوجد قوانين متعارف عليها في السودان لتطبيق العزل الحراري بطريقة آمنة) حصلت على أقل متوسط حسابي (2.0) وبالتالي جاءت في المرتبة الأخيرة من بين عبارات المحور، ووفقاً لمقياس ليكرت الثلاثي تقع هذه العبارة في مدى الحياد من (1.67 إلى 2.33).

نستنتج مما سبق أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في عبارات السؤال الثاني وتشير إلى الموافقة مما يؤكد على أن كل المباني المعزولة حرارياً آمنة.

السؤال الثالث: ما هو الدور الاقتصادي للعزل الحراري ؟

جدول رقم (4-11) يوضح التوزيعات التكرارية والمئوية للسؤال الثالث

الرقم	العبـــــارات	المتغـــيرات					
		اوافق		محايد		لا اوافق	
		ك	%	ك	%	ك	%
.1	يوفر الإستقرار الحراري بشكل كبير من نفقات الصيانة الباهظة للمباني.	65	86.7	9	12.0	1	1.3
.2	عزل المباني حرارياً يؤدي إلى الإنخفاض في معدل تشغيل الأجهزة الكهربائية.	61	81.3	8	10.7	6	8.0
.3	يوفر العزل الحراري الجيد من كمية حديد التسليح في السقوفات.	16	21.3	22	29.3	37	49.3
.4	يتم إستخدام عازل البوليسترين في المنشآت الخرسانية لقلة تكلفة المواد المستخدمة .	40	53.3	28	37.3	7	9.3
.5	يؤدي إختيار المادة العازلة للحرارة بطريقة خاطئة إلى ضياع المردود الاقتصادي .	69	92.0	3	4.0	3	4.0
.6	يوفر تركيب المادة العازلة للحرارة الكثير من المال لأنه لا يحتاج إلى آليات ثقيلة.	60	80.0	12	16.0	3	4.0
.7	يكون المصمم دقيقاً في حساب التكلفة بحيث يأتي الإنجاز المحدد تصميمه بأقل التكاليف.	58	77.3	14	18.7	3	4.0
.8	فرة المواد العازلة للحرارة دلالة على الإقتصادية في المنشآت الخرسانية.	51	68.0	17	22.7	7	9.3
.9	عدد الشركات الموجودة في السودان كافية للقيام بعملية العزل الحراري للمنشآت الخرسانية.	28	37.3	26	34.7	21	28.0
.10	طبيق العزل الحراري في المباني السكنية يقلل من إستهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات تصل إلى 40%.	46	61.3	20	26.7	9	12.0

من الجدول رقم(4-11) يوضح (ك) التكرار و(%) النسبة المئوية ومن خلال إجابات أفراد عينة البحث في العبارة الأولى التي تنص على (يوفر الاستقرار الحراري بشكل كبير من نفقات الصيانة الباهظة للمباني)، نلاحظ أن هناك نسبة (86.7%) من عينة البحث الذين أجابوا بـ(اوافق)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (1.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (12%)، أي أن غالبية إجابات أفراد العينة تشير إلى أن الاستقرار الحراري بشكل كبير يقلل من نفقات الصيانة الباهظة للمباني.

أما الإجابات على العبارة الثانية التي تنص على (عزل المباني حرارياً يؤدي إلى الإنخفاض في معدل تشغيل الأجهزة الكهربائية) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى الموافقة حيث بلغت نسبة (81.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (10.7%)، حين وقف على الحياد نسبة (8%)، أي أن النتيجة توضح أنه يمكن من خلال عزل المباني حرارياً أن يخفض من معدل تشغيل الأجهزة.

أما الإجابات على العبارة الثالثة التي تنص على (يوفر العزل الحراري الجيد من كمية حديد التسليح في السقوفات) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة كانت تشير إلى الموافقة حيث بلغت نسبة (21.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (49.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (29.3%)، وبما ان نسبة عدم الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد أنه ليس للعزل الحراري دور في توفير كمية حديد التسليح في السقوفات.

أما الإجابات على العبارة الرابعة التي تنص على (يتم إستخدام عازل البوليسترين في المنشآت الخرسانية لقلة تكلفة المواد المستخدمة) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (53.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (9.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (37.3%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة إذن هناك

موافقة نسبية في أن عازل البوليسترين في المنشآت الخرسانية يقلل تكلفة المواد المستخدمة.

أما الإجابات على العبارة الخامسة التي تنص على (يؤدي إختيار المادة العازلة للحرارة بطريقة خاطئة إلى ضياع المردود الإقتصادي) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (92%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (4%)، وبما ان نسبة الموافقة تمثل غالبية إجابات أفراد العينة تؤكد أن اختيار المواد العازلة للحرارة بطريقة خاطئة يؤدي إلى ضياع المردود الاقتصادي.

أما الإجابات على العبارة السادسة التي تنص على (يوفر تركيب المادة العازلة للحرارة الكثير من المال لأنه لا يحتاج إلى آليات ثقيلة) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (80%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (16%)، من هذه النتيجة يتضح لنا أن تركيب المواد العازلة يوفر الكثير من المال لأنه لا يحتاج إلى آليات ثقيلة.

أما الإجابات على العبارة السابعة التي تنص على (يكون المصمم دقيقاً في حساب التكلفة بحيث يأتي الإنجاز المحدد تصميمه بأقل التكاليف) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (77.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (4%)، حين وقف على الحياد نسبة (18.7%)، من هذه النتيجة يتضح لنا ضرورة اهتمام المصمم بالتكلفة حتى تقل نسبياً .

أما الإجابات على العبارة الثامنة التي تنص على (فرة المواد العازلة للحرارة دلالة على الإقتصادية في المنشآت الخرسانية) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (68%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (9.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (22.7%)، من

هذه النتيجة يتضح لنا أن وفرة المواد العازلة للحرارة دلالة على الاقتصادية في المنشآت الخرسانية.

أما الإجابات على العبارة التاسعة التي تنص على (عدد الشركات الموجودة في السودان كافية للقيام بعملية العزل الحراري للمنشآت الخرسانية) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (37.3%)، أما نسبة المخالفين لهم في الرأي بلغت (28%)، حين وقف على الحياد نسبة (34.7%)، من هذه النتيجة نستنتج أن عد الشركات الموجودة في السودان غير كافية للقيام بعملية العزل الحراري للمنشآت الخرسانية.

أما الإجابات على العبارة العاشرة التي تنص على (تطبيق العزل الحر اري في المباني السكنية يقلل من إستهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات تصل إلى 40%) نلاحظ أن نسبة الموافقة بلغت (61.3%)، حين وقف على الحياد نسبة (26.7%)، حين بلغت نسبة عدم الموافقة (12%)من هذه النتيجة تؤكد لنا أن تطبيق العزل الحر اري في المباني السكنية يقلل من إستهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات تصل إلى 40%.

نتائج إختبار (كاي) للسؤال الثالث: ماهو الدور الإقتصادي للعزل الحراري

جدول رقم(4-12) يوضح المتوسطات والإنحرافات المعيارية والإتجاهات للمحور الثالث

الرقم	العبـــارات	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الاتجاه	قيمة مربع كاي	مستوى المعنوية	النتيجة
.1	يوفر الإستقرار الحراري بشكل كبير من نفقات الصيانة الباهظة للمباني.	2.8451	.40171	الموافقة	89.690	0.000	دالة إحصائياً
.2	عزل المباني حرارياً يؤدي إلى الانخفاض في معدل تشغيل الأجهزة الكهربائية.	2.7183	.61373	الموافقة	70.507	0.000	دالة إحصائياً
.3	يوفر العزل الحراري الجيد من كمية حديد التسليح في السقوفات	1.6479	.75779	الموافقة	13.380	.001	دالة إحصائياً
.4	يتم استخدام عازل البوليسترين في المنشآت الخرسانية لقلة تكلفة المواد المستخدمة	2.4085	.66714	الموافقة	18.958	0.000	دالة إحصائياً
.5	يؤدي إختيار المادة العازلة للحرارة بطريقة خاطئة إلى ضياع المردود الاقتصادي	2.8732	.44496	الموافقة	108.282	0.000	دالة إحصائياً
.6	يوفر تركيب المادة العازلة للحرارة الكثير من المال لأنه لا يحتاج إلى آليات ثقيلة.	2.7465	.52694	الموافقة	67.972	0.000	دالة إحصائياً
.7	يكون المصمم دقيقاً في حساب التكلفة بحيث يأتي الانجاز المحدد تصميمه بأقل التكاليف.	2.7183	.53939	الموافقة	60.873	0.000	دالة إحصائياً
.8	وفرة المواد العازلة للحرارة دلالة على الاقتصادية في المنشآت الخرسانية .	2.5634	.67045	الموافقة	36.620	0.000	دالة إحصائياً
.9	عدد الشركات الموجودة في السودان كافية للقيام بعملية العزل الحراري للمنشآت الخرسانية.	2.0423	.80065	محايد	.535	.765	دالة إحصائياً
.10	تطبيق العزل الحراري في المباني السكنية يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية بمعدلات تصل إلى 40%.	2.4648	.71376	الموافقة	23.859	0.000	دالة إحصائياً

يبين الجدول رقم (4-12) ان قيم إختبار مربع كاي عند مستوى معنوية (0.05) جميعها كانت ذات دلالة إحصائية، حيث كانت جميع قيم الدلالة الإحصائية (α = 0.005). ووفقاً للنتائج في الجدول السابق أن الدور الاقتصادي في عزل المباني جيد، عدا عدد الشركات الموجودة في السودان أنها غير كافية.

وفقاً لآراء أفراد العينة وبالنظر إلى المتوسط الحسابي الذي يوضح آراء أفراد العينة. وفقاً لمقياس ليكارت الثلاثي حيث وقعت في المدى (2.34 إلى 3) نلاحظ أن غالبية إجابات أفراد العينة وقعت في مدى الموافقة.

نستنتج مما سبق أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية في عبارات السؤال الثالث وتشير إلى الموافقة مما يؤكد على أهمية الدور الاقتصادي في العزل الحراري للمباني.

مناقشة أسئلة الدراسة

السؤال الاول: كيف يتم تحديد المواد العازلة المستخدمة في العزل الحراري

جدول رقم(4-13) يوضح اختبار (ت) لمجتمع واحد One-Sample

المتغير	حجم العينة	المتوسط النظري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الاستنتاج
التحديد المواد	75	2	2.6	0.28	20.170	74	0.000	الفرق دال إحصائياً

استخدم اختبار (ت) لفحص دلالة الفروق بين المتوسطين (النظري والمتوسط الحسابي) لمعرفة (السمة العامة لتحديد المواد العازلة) وقد وجد من خلال نتائج الاختبار أن هنالك فرقاً جوهرياً في المتوسطات. كما نلاحظ من الجدول السابق أن العدد الكلي لأفراد عينة الدراسة (75) فرداً بلغ المتوسط الحسابي للإجابات في العينة (2.6) بينما بلغت قيمة المتوسط النظري (2) وانحراف معياري (0.28)، كما تم قياس متوسط الفرق بين المتغيرين والذي بلغ في(0.6) والذي يعني أن متوسط (السمة العامة) كان في المتوسط أعلى من المستوى المتوسط للباحث وبالنظر إلى قيمة (ت) المحسوبة t-test = (20.170)، ودرجات الحرية df = 74، وقيمة Sig =0.000، وبما أن قيمة Sig أقل من قيمة α = 0.05.

مما سبق نستنتج أن هؤلاء الأفراد في العينة يستخدمون الكثير من الطرق في تحديد المواد العازلة منها الاستعانة بالمهندس المختص، وغيرها كما هو مبين في نتائج الإحصاء الوصفي.

أي أن سؤال الدراسة قد تحقق.

السؤال الثاني: كيف تتم عملية العزل الحراري للحصول على مبانى آمنة ؟

جدول رقم(4-14) يوضح إختبار (ت) لمجتمع واحد One-Sample

المتغير	حجم العينة	المتوسط النظري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الاستنتاج
المبانى آمنة	75	2	2.6	0.33	16.344	74	0.000	الفرق دال إحصائياً

استخدم اختبار (ت) لفحص دلالة الفروق بين المتوسطين (النظري و المتوسط الحسابي) لمعرفة (السمة العامة لأمن المباني المعزولة حرارياً) وقد وجد من خلال نتائج الاختبار أن هنالك فرقاً جوهرياً في المتوسطات. كما نلاحظ من الجدول السابق أن العدد الكلي لأفراد عينة الدراسة (75) فرداً بلغ المتوسط الحسابي للإجابات في العينة (2.6) بينما بلغت قيمة المتوسط النظري (2) وانحراف معياري (0.33)، كما تم قياس متوسط الفرق بين المتغيرين والذي بلغ في(0.6) والذي يعني أن متوسط (السمة العامة) كان في المتوسط أعلى من المستوى المتوسط للباحث وبالنظر إلى قيمة (ت) المحسوبة t-test = (16.344)، ودرجات الحرية df = 74، وقيمة Sig =0.000، وبما أن قيمة Sig أقل من قيمة α = 0.05.

مما سبق نستنتج أن المباني المعزولة حرارياً آمنة.

أي أن سؤال الدراسة قد تحقق

السؤال الثالث : ماهو الدور الإقتصادي للعزل الحراري؟

جدول رقم(4-15) يوضح اختبار (ت) لمجتمع واحد One-Sample

المتغير	حجم العينة	المتوسط النظري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الاستنتاج
الدور الاقتصادي	75	2	2.5	0.34	12.334	74	0.000	الفرق دال إحصائياً

استخدم اختبار (ت) لفحص دلالة الفروق بين المتوسطين (النظري والمتوسط الحسابي) لمعرفة (لدور العزل الحراري في تقليل التكاليف) وقد وجد من خلال نتائج الاختبار أن هنالك فرقاً جوهرياً في المتوسطات. كما نلاحظ من الجدول السابق أن العدد الكلي لأفراد عينة الدراسة (75) فرداً بلغ المتوسط الحسابي للإجابات في العينة (2.5) بينما بلغت قيمة المتوسط النظري (2) وانحراف معياري (0.34)، كما تم قياس متوسط الفرق بين المتغيرين والذي بلغ في(0.5) والذي يعني أن متوسط (السمة العامة) كان في المتوسط أعلى من المستوى المتوسط للباحث وبالنظر إلى قيمة (ت) المحسوبة t-test = (12.334)، ودرجات الحرية df = 74، وقيمة Sig =0.000، وبما أن قيمة Sig أقل من قيمة α = 0.05.

مما سبق نستنتج أن العزل الحراري يقلل من التكاليف الاقتصادية.

أي أن سؤال الدراسة قد تحقق.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

توصل الباحثون الى عدد من النتائج والتوصيات أهمها كما يلي:-

5-1 النتائج :

1) إن تطبيق العزل الحراري في المبانى السكنية والمنشات الحكومية والتجارية والصناعة يقلل من إستهلاك الطاقة الكهربائية إذا طبق على أساس علمي وتقني سليم.

2) يعمل العزل الحراري على حماية وسلامة المبنى من تغيرات الطقس والتقلبات الجوية التى تسبب تصدعات وشروخ في هيكل المبنى.

3) تم التأكد من أن إختيار المادة العازلة للحرارة بطريقة خاطئة يؤدي الى ضياع المردود الاقتصادي.

4) وجد أن هنالك إهتمام كبير بكيفية تركيب المادة العازلة للحرارة بصورة سليمة.

5) المبنى المعزول من الحرارة يوفر الطاقة المبذولة لتسخين أو تبريده.

6) التعرف على التركيب الكيميائي للعازل الحراري للوقاية من حساسية الجلد.

7) ان توفير الاستقرار الحراري للمبنى يقلل بشكل كبير من نفقات الصيانة الباهظة للمبنى.

8) المواد العازلة للحرارة تتحمل الضغوط التى تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي.

9)تحقق جودة المواد العازلة للحرارة عندما تكون ذات معامل توصيل حراري منخفض.

5-2 التوصيات:

1)وضع لوائح وقوانين وارشادات تفرض تطبيق العزل الحراري على أصحاب المباني عموما والشركات ، خاصة شركات الادوية.

2)توجيه وإرشاد أصحاب المباني بإستخدام وسائل مساعدة في العزل الحراري مثل زراعة الاشجار والتظليل لتقليل إنتقال الحرارة الى داخل المبنى.

3)تشجيع الرأسمالية الوطنية على توطين صناعة العوازل الحرارية وتوفيرها في السوق المحلي.

4) الإهتمام بزيادة عدد شركات العوازل في السودان بحيث تكون كافية للقيام بعملية العزل الحراري.

5) الإهتمام ببرامج توعية المجتمع بأهمية العزل الحراري للمنشأت لترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية.

6) ضرورة الإستعانة بالمهندس المختص بالعوازل للتعرف على جودة المواد العازلة للحرارة عند شراءها.

7) ينبغي التقليل من مساحة المسطحات الزجاجية في الجهات التى تستقبل أشعة الشمس لتجنب إنتقال الحرارة الى داخل المبنى.

8) ضرورة توفير معامل تمكن من إختبار كفاءة المواد العازلة للحرارة من حيث مقاومة الضغط ودرجة العزل الذى توفره.

9) إستخدام معايير الامن والسلامة عند تنفيذ المبانى بإستخدام نظام العزل الحراري.

5-3المصادرو المراجع

أولاً : المصادر

- القران الكريم

ثانياً : المراجع العربية

.1) جلال بشير سرسم وسعيد عبد العالي،2006 ، المواد الإنشائية ، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع ،عمان، الاردن .

2) حسين جمعة ، 2006م ،العزل الحديث (رطوبة . حرارة . صوت . كيمياويات . حريق) ، القاهرة، مصر .

3) حسين جمعة ،2008م، موسوعة التنفيذ المعماري والانشائي الحدث (المتوافق مع البيئة), مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية ، القاهرة، مصر.

4) حسين محمد جمعة ،2008م، عزل وحماية المنشآت الخرسانية (ضد رطوبة . التاكل . الحرارة . الكيمياويات) ، دار الفكر المعاصر ، القاهرة، مصر.

5 خليل إبراهيم واكد ، 2006م، أسباب إنهيارات المباني (طرق الترميم والصيانة) ، دارالكتب للنشر والتوزيع ، القاهرة، مصر.

6) سعيد علي خطاب ، 2005م، عزل وحماية المنشأت الخرسانية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة، مصر.

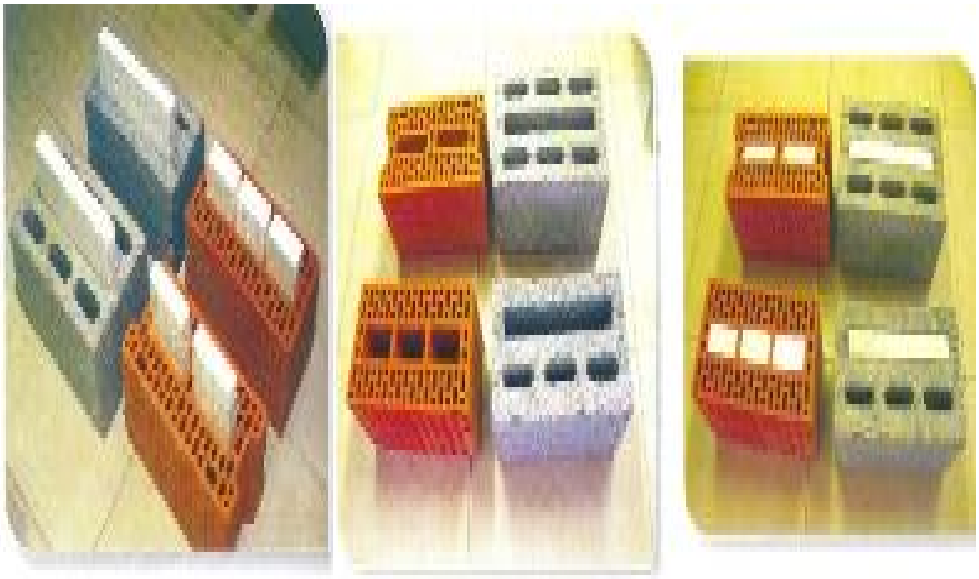
7) فاروق عباس حيدر ،عمر فاروق حيدر،2009م، تشيد المبانى (الاسقف والتشطيبات وخدمات المباني) ، مركز دلتا للطباعة ، القاهرة، مصر.

8) محمد عبد المنعم محمدعبدالرحمن ، 2011م، تحليل المنشأت ، مطبعة دار الكتاب الحديث ، القاهرة، مصر.

9) محمود حسين المصيلحي ، 2005، هندسة التشيد (تشطيبات المباني) ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.

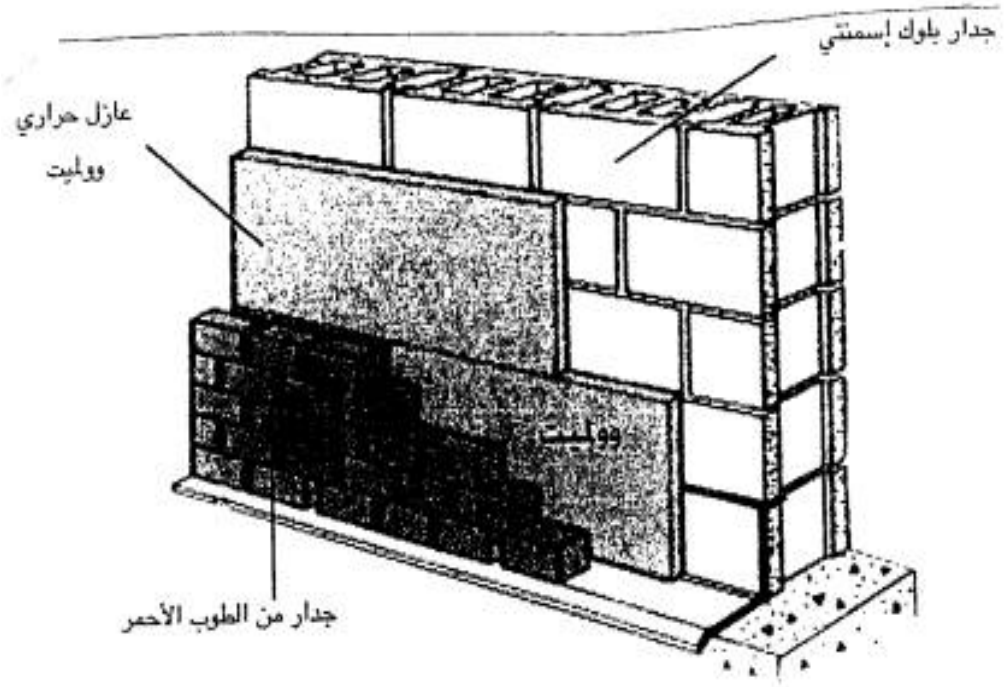
الملاحق

ملحق رقم (1) يوضح صور العزل



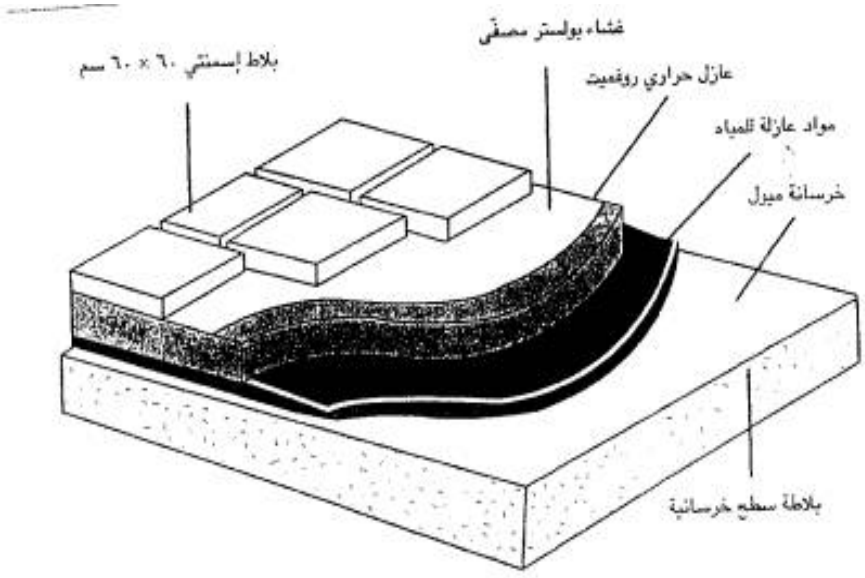
ملحق (1-1) يوضح الطوب بداخله شرائح من عازل الحراري

ملحق رقم (1-2) بلك من الخرسانة الخلوية مزود بعازل حراري

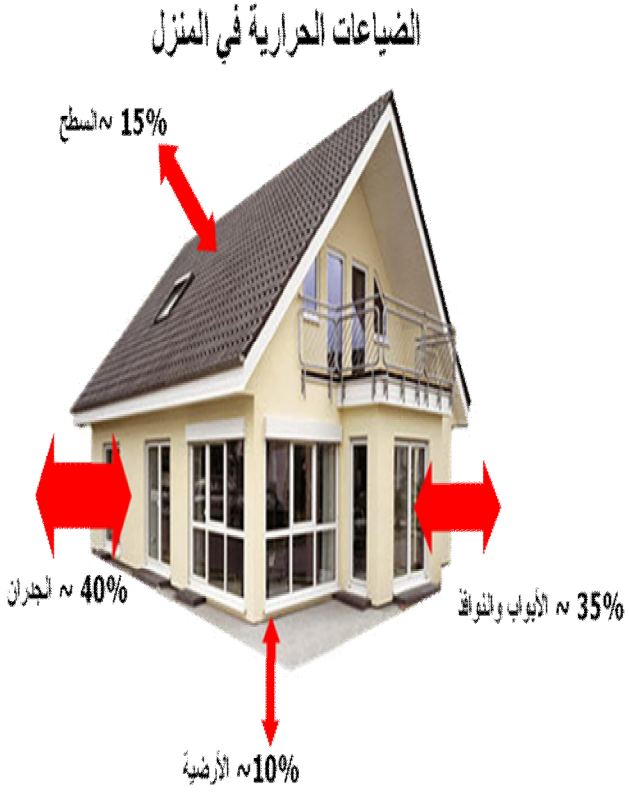


ملحق رقم (1-3) يوضح بناء جدارين وبينهما عازل حراري

ملحق رقم (1-4) يوضح عزل المبنى من الخارج



ملحق رقم (1-5) يوضح عزل الاسقف بنظام العزل المقلوب



ملحق رقم (1-6) يوضح موقع البناء وأهميته في تحكم الضياعات الحرارية

ملحق رقم (2)

يوضح أسماء محكمين الإستبانة

#	الاسم	الوظيفة	الكلية	الجامعة
1	سعيد محمد محمد أحمد النورابي	أ/ مشارك	التربية	جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
2	عبد الرحمن أحمد عبد الله	أ/ مشارك	التربية	جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
3	علي فرح	أ/ مشارك	التربية	جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
4	طارق الشيخ	أ/ مشارك	التربية	جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا