جامعة قاصدي مـــرباح ورقلة
كلية الرياضيات و علــوم المادة
قســم الفـــــــــــــــــيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

مجال : علوم المادة

شعبة : فيزياء

تخصص : فيزياء طاقوية

من إعداد: غربي إيمان

جلولي سعاد

بـــــــعنوان :

مساهمة في دراسة التقييم الحراري لبناية اعتيادية و بناية ذات استهلاك طاقوي متدني

نوقشت يوم 2018/06/03أمام لجنة المناقشة المكونة من :

بشكي جمال	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر– أ–	رئيسا
بالحاج محمد مصطفى	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ محاضر– ب–	ممتحنا
بوقطاية حمزة	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	أستاذ	مشرفا

الموسم الجامعي:2017–2018

كلمة شكر وعرفان

الحمد لله كثيرا طيبا مباركا كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه،ونصلي ونسلم على المبعوث رحمة للعالمين معلم البشرية محمد صلى الله عليه وسلم وعلى اله وصحبه الطيبين الطاهرين و من تبعهم بإحسان إلى يوم الدين أما بعد:

الحمد لله والشكر الذي أمدنا بالصبر والقوة والعزيمة، ووفقنا بعونه وقدرته لإنجاز هذا العمل، وبعدها نتقدم بخالص الشكر للأستاذ المحترم المشرف على عملنا بوقطاية حمزة على نصائحه وتوجيهاته وصبره الطويل معنا خلال مسيرة هذا العمل.

كما نتقدم بوافر التقدير وعظيم الامتنان للجنة المناقشة الأفاضل الذين شرفونا بقبول هذه الدراسة، كما نشكر كل الأساتذة الذين أشرفوا على تدريسنا خلال مشوارنا الجامعي، وكل من ساعدنا وقدم لنا يد العون في انجاز هذا العمل من قريب أو من بعيد بكل الوسائل المادية أو المعنوية.

دون ننسى تقديم الشكر إلى أولئك الذين ابتهلوا إلى الله سرا وجهرا سائلين لنا العون والتوفيق جزاهم الله خير الجزاء وإلى كل طلبة فيزياء طاقوية دفعة 2017-2018

ونسأل الله التوفيق والسداد والمزيد من النجاح

إهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

(وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

أهدي ثمرة جهدي إلى من عملا في سبيلي وعلماني معنىالكفاح،وإلى من ربياني وأنار دربي. إلى من كان دعائهما سر نجاحي " أمي وأبي «أدامهما الله لي وأطال في عمرهما.

وكما أهدي الجهد إلى القلوب الطاهرة الرقيقة الأهل والأصدقاء كل واحد باسمه حفظهم الله ورعاهم.

إيمان

أهدي ثمرة جهدي إلى من عملا في سبيلي وعلماني معنىالكفاح،وإلى من ربياني وأنار دربي. إلى من كان دعائهما سر نجاحي " أمي وأبي السايح جلولي" أدامهما الله لي وأطال في عمرهما.

وكما أهدي الجهد إلى القلوب الطاهرة الرقيقة الأهل والأصدقاء كل واحد باسمه حفظهم الله ورعاهم.

سعاد

قائمة الرموز

الرمز	الوحدة
K : معامل التوصيل الحراري	$(W/m.℃)$
φ:كثافة التدفق	(W/m^2)
R : مقاومة حرارية	$(℃/W)$
α : الانتشاريةالحرارية	(m^2/s)
K : الناقلية الحرارية	$(W/m.K)$
ρ :الكتلة الحجمية	(Kg/m^3)
C : السعة الحرارية	$(J/Kg.K)$
h : معامل انتقال الحرارة بالحمل	$(W/m^2.℃)$
A :مساحة	(m^2)
v :سرعة	(m^2/s)
ε :معامل الانبعاث الإشعاعي .	–
M :الإنبعاثيةالإشعاعية	(W/m^2)
σ:ثابت ستيفان بولتزمان $\sigma = 5,67.10^{-8}$.	$(W.m^{-2}.k^4)$

الفهرس

كلمة شكر وعرفان 2

إهداء..... 3

قائمة الرموز 4

الفهرس..... 5

المقدمة:..... 1

الفصل الأول: إنتقال الحرارة

I-1 انتقال الحرارة:..... 4

I-2 طرق انتقال الحرارة : 4

I-2-1التوصيل : 5

I-2-2 الحمل : 8

I-2-3 الإشعاع : 11

الفصل الثاني: تصميم المباني حديثا وقديما

II-1 مقدمة 15

II-2 المباني الحديثة 16

II-2-1 خصائص المبنى.....16

II-2-2 العوامل المؤثرة في المبنى 17

II-3 المباني التقليدية 21

II-3-1 مواد البناء.....22

II-3-2 تقنيات التكييف مع المناخ الحضاري 22

II-4 تقنيات التكييف مع المخطط المعماري 24

II-4-1 عطالة الغطاء 24

II-4-2 بعض الأمثلة للمساكن الثقيلة 25
II-5 التصميم المناخي 26

الفصل الثالث: التقييم الحراري لبناية إعتيادية

III-1 مقدمة 28
III-2 مفهوم الراحة الحرارية.....29
III-3 الاتزان الحراري 29
III-3-1 معادلة الاتزان الحراري في جسم الإنسان 31
III-3-2 شروط الراحة الحرارية 32
III-4 العوامل المؤثرة في الشعور بالراحة الحرارية.....33
III-4-1 العوامل البيئية.....33
III-4-2 العوامل البشرية 36

الفصل الرابع: تحسين استغلال الطاقة لبناية إعتيادية

IV-1مقدمة.....41
IV-2 تعريف العزل الحراري :.....41
IV-3 مزايا استخدام العزل الحراري 42
IV-4 أنوع مواد العزل الحراري الشائعة.....44
IV-5الأسس العامة في اختيار المواد العازلة 45
IV-6 تحسين استغلال الطاقة.....50
IV-6-1 وسائل تحسين استغلال الطاقة في المباني.....50
IV-6-2 مثال على تحسين استغلال الطاقة في المباني باستخدام العزل الحراري.....51
IV-7 بعض لأعمال السابقة : 52
خلاصة عامة:.....55
المراجع:.....58

فهرس الجداول

الجدول I– 1: يبين معامل التوصيل الحراري لمواد المختلفة 6

الجدول II– 1: قيم الناقلية الحرارية لبعض المواد**1** 18

الجدول III– 1 : معدل التفاعل الحيوي (***MET***) في الجسم حسب نوع النشاط. 38

الجدول IV– 1: يوضح معامل التوصيل الحراري لبعض المواد العازلة 47

فهرس الأشكال

الشكل I– 1: طرق انتقال الحرارة 4

الشكل I– 2:الشعاع الحراري السقط على جسم جزء منه ينعكس ولأخر يمتص ولأخر ينفد.....12

الشكل I– 3:معامل الشكل لبعض لأسطح خاصة.....13

الشكل II– 1:مثال عن مجموعة مساكن في الوديان المجوفة غرداية. 23

الشكل II– 2:مثال عن مساكن النسيج المضغوط القصر ورقلة 24

الشكل II– 3:يوضح مثال عن شوارع القصر ورقلة 24

الشكل II– 4: يوضح مساكن الكهوف بالكون غوفي في باتنة 25

الشكل III– 1:التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به. 30

الشكل III– 2:مجال الارتياح الحراري تبعا لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية. 35

الشكل III– 3:مجال الارتياح الحراري المتعلق بسرعة حركة الهواء. 36

الشكل III– 4:بعض العوامل المؤثرة في الارتياح الحراري. 39

مقدمة

مقدمة:

أصبحت الطاقة في الآونةالأخيرة بمختلف صورها وإشكالها من المقومات الأساسية للحياة الإنسانيةوتطورها لذلك العمل على ترشيد ورفع كفاءة استخدامها في المجالات كافة من خلال الاستخدام الرشيد كسلوك يومي. ويكون ذلك من خلال مجموعة من الإجراءاتوالتدابير المتخذة للاستعمال العقلاني للطاقة بهدف العمل بها بالشكل الأمثل، دون أن يؤثر على أداء الشخص المستخدم للتجهيزات المستهلكة للطاقة.

منذ بداية البشرية يبذل الإنسان ما في وسعه لحماية نفسه من الظروف الطبيعية التي يتعرض لها، ولقد طور الإنسان في معالجاته للظروف البيئية المحيطة به من خلال التجارب والمستمرة في ممارسة البناء فاستطاع أن يتعرف على خصائص مواد البناء فصار يستخدمها بأقصى فعالية لتلبية احتياجاته ومتطلباته لذلك احتاج إلى أماكن ومواد ثقيلة من الحرارة الشديدة والبرد القارص وهذا ما يعرف بالعزل الحراري [1] .

تتميز المباني السكانية بمواصفات تصميمية وتشغيلية تجعلها تتأثر بتغير البيئة المناخية المحيطة وفي الجنوبالجزائري خاصة، ومدينة ورقلة خاصة فنتيجة لوجود مناخ قاسي (حار– جاف)ومعتفاقم أزمة الطاقة أصبح من الضروري إيجاد طرق أفضل لترشيد استهلاك الطاقة في المساكن. فإن المباني السكنية لوحدها تستهلك أكثر من نصف الطاقة الكهربائية المستهلكة، فحسب وكالة الوطنية لترقية ترشيد استعمال الطاقة (APRUE)فإن 60 % من الطاقة الإجمالية تستهلك في التكييف40 % تستهلك في الأغراض الأخرى، فنظرا لوجود قصور تصميمي في الخصائص الحرارية للغلاف الخارجي للمباني وتسرب الهواء من وإلى الأجواءالداخلية، قام معظم المصممين إلى اللجوء في اختيار والتصميم المناسب للغلاف الخارجي والسيطرة على تسرب الهواء يساهم بفاعلية في تقليل استهلاك الطاقة [3,2].

تتركز دراستنا على دراسة التقييم الحراري لبناية اعتيادية و الاستعمال الأمثل لنظم العزل الحراري في مباني هذه المناطق حيث تطرقنا في الفصل الأول طرق الانتقال الحراري في المباني ، و تصميم الحديث والقديم للمباني

من ناحية الخصائص و العوامل المؤثرة عليها في الفصل الثاني ، أيضا تعرفنا في الفصل الثالث مفهوم الراحة الحرارية و مختلف العوامل البيئية و البشرية المؤثرة عليها التي من شأنها أن تساهم في تحقيق الاتزان الحراري للساكينها في ظل هذه الظروف القاسية ، في حين كان هدفنا الوصول إلى تحسين الاستغلال الطاقوي في البناية الاعتيادية مع مراعاة جميع أسس العزل الحراري في الفصل الرابع هذا من اجل زيادة التوفير في استهلاك الفاتورة الكهربائية ، طبعا للحصول على بناية ذات استهلاك طاقوي متدني .

الفصل الأول

انتقال الحرارة

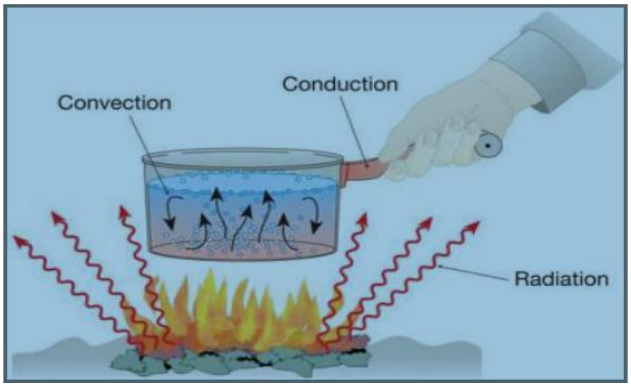
الفصل الأول: انتقال الحرارة

I-1 انتقال الحرارة:

علم انتقال الحرارة هو العلم الذي يبحث في طرق انتقال الحرارة بين المواد نتيجة لاختلاف درجة حرارتها وطبيعة المواد من حيث مقاومتها للانتقال الحراري والحرارة هي نوع من الطاقة التي تدخل للنظام أو تخرج (تنتقل) منه بصورة طبيعية أو وجود عامل مؤثر.ويختلف الأداء الحراري لمواد البناء باختلاف خصائصها الحرارية – الفيزيائيةthermophysical properties .إن تحليل هذه الخصائص ودراستها ، يساعد كثير في اختيار المناسب منها ،وكيفية التي تستعمل بها لتؤدي دورها في استفادة من ايجابيات وتفادي السلبيات الموجودة في عناصر المناخ الخارجي .إن من واجب المصمم المعماري أن يدرس ويلم كل الظواهر والعناصر المناخية و خصائص المواد التي يتعامل معها.من أجل الوصول إلي التصميم جيد.

I-2 طرق انتقال الحرارة :

هناك ثلاث طرق لانتقال الحرارة من جسم إلى آخر أو في الجسم نفسه،هي التوصيل Conductionوالحملconvectionوالإشعاعradiation.



الشكل I– 1: طرق انتقال الحرارة

I-2-1التوصيل :

يعرف التوصيل على أنه انتقال الحرارة من جسم ساخن إلى جسم بارد عبر الاتصال المباشر ،من الظواهر الطبيعية التي تؤثر على الأداء الحراري للمبنى ظاهرة التوصيل الحراري عبر الغلاف الخارجي.

إن توصيل الحرارة مرتبط بتدفق الحرارة وانتقالها من مكان إلى آخر خلال جزيئات المادة أو المواد المختلفة المتلامسة مع بعضها البعض .يتميز انتقال الحرارة بالتوصيل بأنه يتم دون تنشيط جزيئاتها، مثل انتقال الحرارة في السقف الخرساني من السطح الأعلى حرارة إلى السطح الأقل حرارة .في هذه الحالة نجد أن جزيئات السقف الخرساني عند السطح الأعلى حرارة تزداد طاقة حركتها بازدياد درجة حرارتها وتقوم بدورها بإعطائها جزء من طاقتها الحرارية إلى جزيئات المجاورة لها ،وهكذا تكرار العملية .وبهذه الطريقة تنتقل من السطح الساخن إلى السطح البارد.

ويعتمد معدل انتقال الحرارة خلال المادة على عوامل كثيرة، نذكر منها:

أ. الفرق في درجات الحرارة

ب. قدرة المادة على توصيل الحرارة، والتي يمكن أن نطاق عليها الموصلية الحرارية thermal conductivity

ج. السعة الحرارية للمادة.

من خلال التجارب الكثيرةالتي قام بها العالم فوريه "FOURIER " على الأجسام الصلبة ان يستنتج قانونه الشهير الخاص بالتوصيل الحرارى كما استنتج فوريه أنمعدل انتقال الحرارة خلال شريحة مستوية يتناسب طرديا مع الفرق في درجات الحرارة والمساحة العمودية لشريحة على اتجاه انتقال الحرارة،ويتناسب عكسيا مع سمك الشريحة .

$$Q = -\mathrm{KA}\frac{dT}{dx} \qquad (1\text{–I})$$

حيث :

$\mathbf{K}$ يمثل معامل التوصيل الحراري وحدته $(W/m.c)$.

Aتمثل المساحة وحدتها (m^2)

والمواد جيدة التوصيل لها معامل التوصل الحراري مرتفع والمواد العازلة لها معامل التوصل الحراري منخفض

قانون فوري في ثلاثة أبعاد هو

$$\vec{\varphi} = -K\,\overrightarrow{gradT} \qquad (2\text{-I})$$

بحيث:

$\vec{\varphi}$شعاع كثافة التدفق

$\overrightarrow{gradT}$ يمثل تدرج درجة الحرارة وإشارة (−) تدل على أن الحرارة تنتقل في اتجاه تناقص درجة الحرارة

ويبين الجدول التالي معامل التوصيل الحراري لمواد مختلفة عند درجة حرارة الغرفة [4]

الجدول I–1: يبين معامل التوصيل الحراري لمواد المختلفة

المادة	معامل التوصيل الحراري $(W/m°C)K$	المادة	معامل التوصيل الحراري $(W/m°C)K$
فضة	420	مطاط	0.188
نحاس	380	فلين	0.04

ذهب	320	زئبق	8.7
المنيوم	200	ماء	0.6
نيكل	91	هواء	0.026
حديد	80	هيدروجين	0.18

I-2-1-2المقاومة الحرارية

تعرف المقاومة الحرارية للمادة الموصلة للحرارة[5] وكما هو الشأن بالنسبة للكهرباء ، المقاومة هي نسبة الفرق في الكمون هنا الفرق في درجة الحرارة وعليه صيغة المقاومة الحرارية بالعلاقة التالية:

$$R = \frac{\Delta x}{KA} \qquad (3\text{-I})$$

ووحدتها $[R]=°C/W$

وتجمع المقاومات الحرارية على التسلسل وعلى التفرع كما هو الحال في جمع المقاومات الكهربائية ولتسهيل انشاء المعادلات نستعين بمخطط الحراري لمقاومات (الدارة الحرارية تشبه الدارة الكهربائية)

حيث في الجمع على التسلسلكالآتي:

$$R_{téq} = \sum_{i=1}^{N} R_i \qquad (4\text{-I})$$

وفي الجمع على التوازي كالآتي :

$$\frac{1}{R_{téq}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N} R_i} \qquad (5\text{-I})$$

بحيث i مقاومة لحرارية رقم i، والمقاومة الحرارية المكافئة هي $R_{téq}$ ،وN عدد المقاومات الحرارية.

I-2-1-3 الانتشارية الحرارية

هي قياس لمدى سرعة مادة في نقل الحرارة من مصدر حراري لأن المادة لا تنتقل فقط بل تخزنها أيضا[14].

تعطى عبارتها بصيغة التالية

$$\propto = \frac{K}{\rho C} \qquad (6\text{-I})$$

حيث :

$\propto$:الانتشارية الحرارية (m^2/S)

K : الناقلية الحرارية$(W/m.K)$

ρ :الكتلة الحجمية (Kg/m^3)

C :السعة الحرارية $(J/Kg.K)$

I-2-2 الحمل :

يحدث هذا نوع من انتقال الحرارة على العموم في الموائع عندما تكون في حالة سريان .

فانه من الممكن ان تنتقل الحرارة بين مائعين احداهما(او الاثنين في ان واحد) في حالة سريان يمكن ان تنتقل الحرارة بالحمل عند السريان المائع على جسم صلب ، هذا الانتقال يكون عندما يوجد اختلاف بينهما في درجة الحرارة.

تطفو الأجزاء الساخنة والأجزاء الباردة تحل محلها وينتج عن هذه العملية تبادل حراري ويسمى الحمل الحراري، عندما نسخن الماء على النار،تتكون داخل الإناء تيارات الحمل فتصعد الكمية المائية الي اعلى ويحل محلها الماء البارد ولا يصعد هذا الأخير إلا عندما تصبح درجة حرارته اعلى من الماء الساخن الذي فوقه وهكذا حتى يصل الماء الى درجة الغليان .

I-2-2-1أنواع للحمل:

أ-الحمل الحر (الطبيعي)

اذاوضعنا لوحا ساخنا في الغرفة بها هواء ابرد من اللوح ، ولاتوجد أي وسيلة لتحريك هذا الهواء فإن الهواء الملامس للوح سوف يسخن ، فيتحرك إلى أعلى نتيجة لانخفاض كثافته فيلامس طباقات الهواء الباردة التي تعلو اللوح فيبرد وتزداد كثافته فينزل مرة اخرى إليالوح الساخن ،وهكذا يصعد ويهبط الهواء محدثا مايسمى بتيارات الحمل الحر حول اللوح الساخن فتعمل على نقل الحرارة منه الى الهواء المحيط بدون استخدام أي وسيلة خارجية لذا يسمى انتقال الحرارة في هذه الحالة بالحمل الحر (الطبيعي).

وهناك أمثلة أخرى للحمل الطبيعي تلك التي تنشأ من أسلوب رفع الهواء الساخن من المدفأة المنزلية وكذلك انسياب دخان السجائر لأعلى في الغرفة ذات هواء ساكن [6] .

ب –الحمل القسري (الجبري)

أما إذااستخدمت وسيلة لتحريك هواء السطح كمروحية مثلا يصبح الحمل حملا جبريا وهنا يكون لدينا التحكم مباشر على حركة المائع .

للتعبير عن انتقال الحرارة بالحمل بين سطح ما يسرى حوله نستخدم قانون نيوتن :

$$Q = h \times A(T_w - T_\infty) \qquad (7\text{-I})$$

حيث :

h : هو عامل انتقال الحرارة بالحمل ($W/m^2.\ c$)

A : هي مساحة سطح الشريحةالتي تنتقل خلالها الحرارة وحدتها(m^2)ويمكن كتابة بصيغة المقاومة الحرارية كأني :

$$Q = \frac{Tw - T\infty}{(\frac{1}{h \times A})} \qquad (8\text{-I})$$

حيث :

$R = (\frac{1}{h \times A})$: هي المقاومة الحرارية لمائع

إن تدفق الحرارة بواسطة تيارات الحمل في المباني هو في الأصل انتقال الحرارة من السطح الحار إلى السطح الأقل حرارة بواسطة الهواء ، والعوامل الرئيسية التي تؤثر على معدل انتقال الحرارة بواسطة تيارات الحمل هي :

أ-مساحة الاتصال بين السطح والهواء ودرجة حرارة السطح

ب- الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة السطح

ج-معامل الحمل ويعتمد على لزوجة وسرعة الهواء وطبيعة السطح

- من خلال أعمال الباحثين Duffie&Beckman[7]،أن سرعة الهواء متعلقة بمعامل الحمل الحراري من علاقة التالية :

$$h = a + b.v^n \qquad (9\text{-I})$$

$v \leq 5\ m/s$ (a=2.8 ، b=3 ، n=1)

(a=0 ، b=6.15 ، n=0.8) $v > 5\ m/s$

I-2-3 الإشعاع :

يعرف الإشعاع على أنه انتقال الحرارة من جسم إلى آخر بارد عنطريق انتشار موجات كهرومغناطيسية ولها سرعة الضوء .

إن الإشعاع الحراري هو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية Electromagneticwaves تولدها الحركة الحرارية للجزيئات المكونة للمادة.ترتطم أو تصادم الطاقة المنبعثة من جسم بجسم آخر فيمتصها محولا هذه الطاقة الإشعاعية إلى طاقة حرارية ، وهكذا يتم انتقال الحرارة من مكان إلى آخر بواسطة الإشعاع.

ويختلف انتقال الحرارة بالإشعاع عن انتقال الحرارة بالتوصل والحمل :

-أنه لا يحتاج بالضرورة إلى وسيط لنقل الحرارة حيث أن الإشعاع أو الموجات الكهرومغناطيسية بإمكانه الانتقال في الفراغ وبهذه الطريقة تنتقل الطاقة الحرارية من الشمس إلى الأرض عبر ملايين الكيلومترات من الفراغ .

-كما تبين أن انتقال الحرارة بالتوصل وانتقال الحرارة بالحمل يتم دائما من جسم ذي درجة حرارة عالية الى جسم ذي درجة حرارة منخفضة ،ولكن الشيء الجدير بالاهتمام أنه في حالة الإشعاع الحراري هو أن انتقال الحرارة يمكن أن يتم بين جسمين مفصولين بوسط ودرجة حرارته منخفضة جدا ،والدليل أن الإشعاع الحراري من الشمس يصل إلى سطح لأرض بعد أن يمر بطبقات باردة جدا من الهواء في طبقات الجو العليا.

قانون "ستيفان –بولتزمان " يعبر عن التدفق الحراري المنبث من السطح الباث :

$$M = \varepsilon . \sigma . T^4 \qquad (10\text{-}I)$$

بحيث :

M:الإنبعاثية الإشعاعية للسطح الباث(W/m^2)

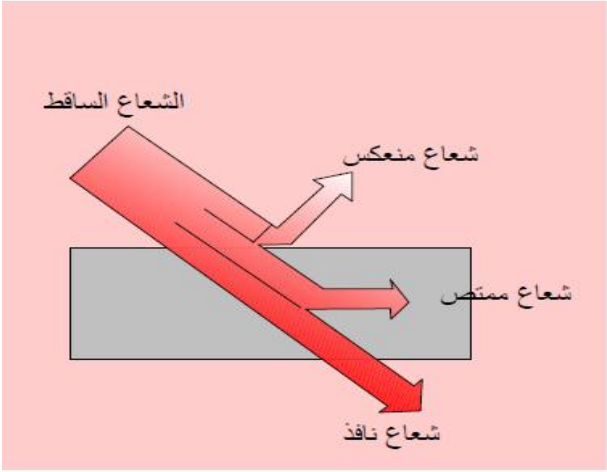
σ ::ثابت "ستيفان –بولتزمان" ($\sigma = 5{,}669 \times 10^{-8}\ (W.m^{-2}.k^{4})$).

ε :معامل الانبعاث الإشعاعي للسطح الباث (بدون وحدة)، ($0 \leq \varepsilon \leq 1$).

$\varepsilon = 1$ هو لإشعاع المنبعث من الجسم لأسواد

الامتصاصية ، النفاذية ،الانعكاسية :بالإشارة إلى الشكل(I-2)فإن لإشعاع الحراري الذي يقع على أي جسم يمكن له أن :

1. يمتص بواسطة الجسم
2. ينعكس من خلال الجسم
3. ينفذ من خلال الجسم



الشكل I– 2:الشعاع الحراري السقط على جسم جزء منه ينعكس ولأخر يمتص ولأخر ينفد

الجزاء الممتص بواسطة الجسم الامتصاصية ،ونرمز له برمز α والجزء المنعكس بالانعكاسية ونرمز لها برمز ρ والجزء النافذ بالنفاذية ونرمز لها برمزτ

فإن مجموع الأجزاء المكونة لإشعاع الحراري تساوى واحد

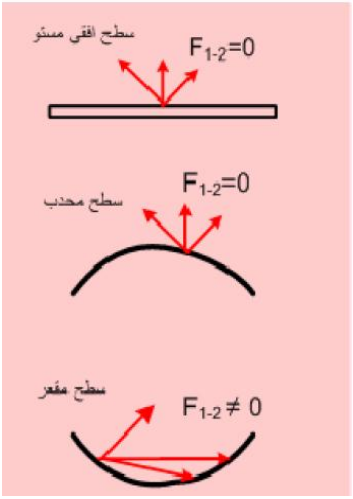
$$\rho + \tau + \alpha = 1 \qquad (11\text{-}I)$$

في الأجسام المعتمة فإن $\tau = 0$ وبالتالي $\rho + \alpha = 1$

والجسم الأسود يمتص كل لإشعاع الساقط $\rho = 0$ وبالتالي

$$\alpha = 1$$

معامل الشكل: يعرف معامل الشكل بأنه المعامل الذي يعطي الجزء من كمية الإشعاع الحراري الذي يغادر الجزء من الإشعاع الذي يغادر السطح 1 ليستقر على السطح 2 ويرمز لها برمز $F_{1\to2}$ ويرمز $F_{2\to1}$ يعني الجزء من لإشعاع الذي يغادر السطح 2 ليستقر على السطح 1 ولدينا معامل $F_{i\to i}=0$ في حالة السطوح الأفقية والسطوح المحدبة اما في السطوح المقعرة فإن المعامل الشكل لا يساويصفر .



الشكل I– 3:معامل الشكل لبعض لأسطح خاصة

ولدينا $F_{i\to j}=1$ في حالة ان السطح j يحيط بصورة كاملة بسطحi

الفصل الثاني

تصميم المباني حديثا وقديما

الفصل الثاني: تصميم المباني حديثا وقديما

II-1مقدمة

قام الإنسان و منذ خلقه بإعداد المجال الذي يوفر له الحماية من الظروف المناخية ، المحيطة محاولة منه توفير البيئة الملائمة لتأدية كافة نشاطاته . و قد تطورت هذه المحاولات من البدائية أي تقليد الطبيعة لتعايش ، مع التكييف مع مختلف العوامل المناخية بعد التعرف على خصائص هذه المواد و قد استخدم وسائل بسيطة لا دخل للآلة أو الطاقة الصناعية ، لخلق الجو الملائم لراحته الحرارية داخل مجال معيشته و خارجها.

لكن بعد التقدم التكنولوجي و الصناعي ، و ارتفاع درجات الحرارة بدا المبنى يتبلور في صورة و تخصص هندسي منظم للفضاء العمراني ، و مؤقلم للشروط المناخية المحلية مع تلبية جميع احتياجات الراحة الحرارية للمستعمل . هذا ما أدى بالمهندسين المعماريين في تطوير البناء و البحث عن التصميم الجيد و المناسب للغلاف الإنشائي للمبنى و دراسة جميع العوامل المؤثرة في تصميم المبنى سواء في الداخل أو الخارج .

في هذا الفصل تطرقنا إلى دراسة خصائص تصميم المبنى الحديث و غلافه ، بالإضافة إلى تقنيات التكييف مع مخطط الحضاري و المعماري قديما .

II-2المباني الحديثة

إن العصر الحديث يفرض نمطا عمرانيا معينا يختلف عن النمط القديم إضافةإلى الاضطرار لاستخدام مواد البناء المستعملة اليوم وغيرها من متطلبات العصر. والاهم ارتفاع درجة الحرارة حيث تشير الدراسات المناخية إلى أن كوكب الأرض يشهد هذه السنوات أعلى معدلات لدرجات الحرارة في العصور الحالية، نتيجة ظاهرة الاحتباس الحراري،

II-2-1خصائص المبنى

يعتبر التصميم الحراري المناسب لغلاف المبنى والذي يشمل كافة العناصر الإنشائية الخارجية التي تحده بالبيئة الخارجية من أهم الوسائل المتبعة في ترشيد استهلاك الكهرباء. ويشكل العزل الحراري للعناصر الإنشائية الخارجية واختيار النوافذ الخارجية المناسبة من حيت النوع والمساحة والاتجاه الجغرافي وإحكام إغلاق فواصلها أمام تسرب الهواء من خلالها عاملا مهما في التصميم الحراري للوصول إلى هذا الهدف بطريقة اقتصادية فعالة. كما أن استعمال وسائل وأساليب تصميمية أخرى كوسائل التصميم السلبي (Passive Design) أو ما يعرف بالتصميم المناخي (Climatic Design) هي إجراءات تصميمية مهمة يجب عدم إغفالها لتحسين الأداء الحراري للمبنى مما يزيد من توفير الطاقة ورفع مستوى الارتياح الحراري[12].

اعتبارات عامة في التصميم الحراري

فيما يلي أهم الاعتبارات التي يجب أن تؤخذ في الحسبان عند تصميم المبنى حراريا:

1. معرفة وتقييم الظروف الداخلية التي تحقق الارتياح الحراري والصحة والأمان لشاغلي المبنى.
2. معرفة وتحديد الأحوال والظروف المناخية السائدة لتوظيفها في أفضل تصميم يحقق المتطلبات النوعية المطلوبة.
3. معرفة خصائص المواد الإنشائية والعازلة للحرارة المنوي استخدامها.

قبل البدء بعملية التصميم يجب تحديد المتطلبات اللازم توفرها داخل المبنى والظروف الجوية الخارجية السائدة صيفا وشتاءا للمنطقة الجغرافية التي يقع فيها المبنى وتشمل:

ا- داخل المبنى

- درجة الحرارة التصميمية الداخلية.
- الرطوبة النسبية المتوقعة.

ب- خارج المبنى

- درجة الحرارة التصميمية الخارجية
- سرعة الرياح واتجاهها.
- شدة الإشعاع الشمسي وزاوية سقوط الأشعة.

II-2-2العوامل المؤثرة في المبنى

1- الانتقالية الحرارية.

تتعلق كمية الحرارة المتنقلة عبر عناصر المبنى الخارجية بشكل رئيسي بالخصائص الحرارية للمواد التي تتكون منها هذه العناصر وسمكاتها وتعرض سطوحها الخارجية للعوامل الجوية المؤثرة ، ويمكن الحكم على مدى فقدان الحرارة من المبنى ومستوى أدائه الحراري بقيم الانتقالية الحرارية لعناصره الإنشائية التي تشكل الغلاف الخارجي. فكلما قلت قيمة الانتقالية الحرارية كلما زادت قدرة العزل الحراري للمبنى بتقليل الحرارة المفقودة من المبنى في فترة التدفئة والحرارة المكتسبة في الصيف. وعليه يجب تصميم العناصر الخارجية للمبنى بعزلها حراريا بشكل تتحقق معه المتطلبات التصميمية المنصوص عليها، وحدة قياسها $(W/m.K)$. الجدول $(\mathbf{1-II})$ يوضح قيم الناقلية الحرارية لبعض المواد [12].

الجدول II– 1: قيم الناقلية الحرارية لبعض المواد[1] .

المادة	الناقلية $\lambda(W/m.K)$
اسمنت بورتلاندي	0.29
خراسانة	1.7
هواء	0.025
خشب	$0.4 - 0.04$
كحول ، زيت	$0.21 - 0.1$
مطاط	0.16
ماء (سائل)	0.6
زجاج	1.1
أجر مملوء	1.16
فلين	0.046
مواد بلاستيكية (بوليستيرين)	0.209
الزئبق (20 °C)	8.47

.

2- الاتجاه الجغرافي

تؤثر الرياح في فصل الشتاء على المقاومة الحرارية للسطوح الخارجية لعناصر البناء المواجهة لها. وتتناسب شدة تأثر السطوح بالرياح مع شدة الرياح ذاتها، فكلما زادت سرعة الرياح انخفضت قيمة المقاومة الحرارية للعناصر الخارجية.هذا بالإضافة إلى أن كميات كبيرة من الحرارة يتم فقدانها بتسرب الهواء البارد بفعل الرياح إلى داخل المبنى من خلال فواصل الأبواب والنوافذ المواجهة للرياح وعبر الشقوق والفواصل الإنشائية غير محكمة الإغلاق.

من جهة أخرى، تعتبر أشعة الشمس المباشرة مصدراحراريا إضافيا يمكن الاستفادة منه في فصل الشتاء. وبذلك نجد أن الاتجاه الجغرافي للمبنى له دورا مهما في عمليات فقد الحرارة وكسبها وعليه يجب مراعاة ما يلي:

- ❖ الإغلاقالمحكم لكافة فواصل المبنى إغلاقا جيدا أمام تسرب الهواء إلى داخل حيز الإشغال وخاصة فواصل النوافذ والأبواب، مع مراعاة إيجاد تهوية طبيعية يمكن التحكم بها والضرورية لصحة المقيمين داخل المباني حسب طبيعة الأشغال .
- ❖ التقليل قدر الإمكان من مساحات الأبواب والنوافذ والواجهات المعرضة للرياح السائدة حيث أن زيادة هذه المساحات يؤدي إلى زيادة فقدان الحرارة.
- ❖ زيادة مساحات الواجهات الزجاجية المواجهة للشمس (الشرقية والجنوبية) للاستفادة من حرارة أشعتها في فصل الشتاء.
- ❖ اتخاذ التدابير اللازمة لمنع دخول أشعة الشمس إلى داخل المباني صيفا، والمتمثلة بإجراءات التظليل الخارجية المناسبة التي تحد من دخول أشعة الشمس صيفا وتسمح بدخول أشعة الشمس في فصل الشتاء. كما أن استعمال الأباجورات يقلل من الفقدان الحراري عبر النوافذ عند غياب الشمس في فصل الشتاء وفي فترة الليل[12] .

3- شكل المبنى وموقعه

هنالك عوامل أخرى يجب أخذها في الاعتبار عند إجراء عمليات التصميم و هي:

أ. شكل المبنى:

يؤثر شكل المبنى الهندسي سلبا أو إيجابا على كسب الحرارة وفقدانها من خلال العناصر الخارجية، فكلما زادت المساحة المعرضة للعوامل الخارجية ازداد معها الفقد والكسب الحراري . وعلى المصمم أن يراعي اختيار الشكل المناسب للمبنى بتقليل مساحة الجدران الخارجية قدر الإمكان مقابل حجم المبنى، حيث تعتبر المباني مربعة الشكل أقل إهدارا للطاقة من المباني المستطيلة أو تلك المضلعة وكثيرة البروزات الخارجية. كما تعتبر المباني الممتدة أفقياأكثر فقدا وكسبا للحرارة من تلك الممتدة عموديا. ويفضل أن تكون الأجزاء التي سيجرى تدفئتها أو تكييفها في المبنى متلاصقة ومتجاورة لا تفصل بينها أجزاء أخرى غير مدفأة أو غير مكيفة حيث يؤدي ذلك إلى توفير نسبة لا يستهان بها من الطاقة المستخدمة[12].

ب. موقع المبنى الطبوغرافي:

إن وقوع المبنى أو المنشأ على هضبة مرتفعة يعرضه للرياح والأمطار وأشعة الشمس أكثر مما لو كان واقعا في وادي منخفض في المنطقة ذاتها أو على سفح المرتفع. كما أن وقوع المبنى أو المنشأ على السفح المواجه للرياح السائدة يعرضه إلى عوامل التأثير المذكورة أكثر مما لو كان مقاما على السفح المعاكس[12].

ج. موضع المبنى من المباني المجاورة:

إن وقوع المبنى أو المنشأ ضمن مجمع سكني متعدد المباني يزيد في حمايته من تأثير الرياح والأمطار وأشعة الشمس[12].

د. ارتفاع المبنى:

إن زيادة ارتفاع المبنى أو المنشأ عن باقي المباني المجاورة والمحيطة به يجعله عرضة لمواجهة الرياح، الأمطار، أشعة الشمس المباشرة أكثر مما لو كان متساويا معها في الارتفاع، مع الاهتمام أكثر لعناصر التصميم المؤثرة حسب درجة التعرض[12].

هـ.توفير الظل :

يتم توفير الظل في المباني السكنية والفيلات، عن طريق استخدام عناصر معمارية كالبروزات والتجاويف والمظلات التي تحيط بفتحاتها وتكسوها بطريقة تتباين بين المناطق المشمسة والمناطق المظللة، تاركةً لمسات جمالية تكسر السطحية والصندوقية التي تميز واجهات المساكن المعاصرة. ويجب أن يتم تصميم المبنى بحيث تتجه واجهاته نحو الظل. إذ أن أعلى شدة للإشعاع الشمسي الساقط في الصيف تحدث على الجدران الشرقية والغربية. وهذا النمط من الإشعاع الشمسي، يعني ضرورة تفضيل الاتجاهات الشمالية والجنوبية للواجهات الرئيسية، خصوصاً للنوافذ. أما الجدران الشرقية والغربية التي تستقبل أعلى قدر من أشعة الشمس وحرارتها، فيمكن الحد من قدرتها على امتصاص الحرارة بواسطة استخدام عناصر معمارية مظللة، أو طلائها بألوان فاتحة تعكس أشعة الشمس الساقطة عليها[12].

II-3المباني التقليدية

حين نتأمل التراث العمراني في بلادنا، نجد أنه ينتمي إلى طرق كانت تهتم بأن يكون نتاجها نابعاً من وعي كامل لخصائص بيئته، وحرص كبير على الاتساق معها. ولهذا فقد كانت طبيعة المناخ إحدى العوامل المهمة التي يراعيها المسكن العربي القديم. من دون اللجوء إلى آلات التبريد الصناعية، كان تصميم هذا المسكن يوفر لساكنيه الجو المعتدل. يحميهم من حرارة الشمس خلال ساعات النهار، في نفس الوقت الذي يسمح لهم بالاستمتاع بالنسائم الباردة خلال ساعات الليل. وهو مع ذلك لم ينتصر للوظيفة على حساب الذوق، ولم يغلب المضمون على

الشكل. وإنما راعى الجمال والعملية معاً بالقدر نفسه ولم يعرف الفصل بينهما . كان المسكن العربي القديم يتفهم حاجات سكانه، ويحرص على توافقه معهم ومع بيئتهم.

ويحفل تراثنا المعماري بالأدوات التي صممت للاستفادة القصوى من البيئة والمعرفة الجيدة بها و الحكمة في استغلال المناسب منها واجتناب أو التقليل من غير المناسب منها[16] .

II-3-1مواد البناء

استعمل الإنسان قديما المواد الأكثر توفرا و الأقل تكلفة التي يستطيع إيجادها في الأرض أو تحتها ،كذلك لجأ إلى الغطاء النباتي الذي لديه الميزة القابلة للاستخدام و المتجددة و الملائمة للبيئة .

- توجد أربع أنواع من المواد : الصخر ، الحجر، النباتات ، ذات الأصل الحيواني [16] .

II-3-2تقنيات التكييف مع المناخ الحضاري

1- اختيار الموقع

في المناخ الساخن الجاف هناك مدن على سبيل المثال (غرداية) مصممة في الوديان المجوفة (Lescreux vallées)، في هذه المناطق تكون الليالي باردة حيث تنخفض درجات الحرارة إلى أن تصل 15 °C إلى 10 °C كأقصى حد بالنسبة للنهار ، بما أن الهواء البارد أثقل من الهواء الساخن فإنه يملئ هذه المناطق . ففي النهار يسخن المكان ساعتين أو ثلاث بعد طلوع الشمس .

توفر النخيل في هذه المناطق يحميها من الرياح الساخنة (رياح سوروكو) و حركة الهواء ، بالإضافة إلى احتواء بعض المساكن على الأقبية التي تساهم من تخفيض كمية الأشعة الشمسية المباشرة. الشكل **(II – 1)** يوضح مثال عن مجموعة مساكن في الوديان المجوفة غرداية[16].

الشكل II– 1:مثال عن مجموعة مساكن في الوديان المجوفة غرداية.

2- النسيج العمراني المضغوط(Tissu compact)

هذا النوع من السكن المضغوط الأكثر استعمالا في المدن المغاربية مثل : القصبة و القصور في الجزائر ، في المغرب و تونس ، كذلك يستعمل في المدن الشرقية مثل : سوريا و مصر . هذا النوع من المساكن هو الأحسن في التكييف مع المناخ الصحراوي حيث نجد القصر خاصة (ورقلة) . النسيج المضغوط يعرف بأنه نموذج أفقي كثيف و صغير الحجم لديه تأثير مزدوج : الحماية من كثافة الإشعاعات الشمسية في الصيف ، أيضا الحماية من الرياح الباردة و الساخنة. بالإضافة إلى ذلك أن الشكل الحضري للمجموعات في الشوارع و الأزقة يساهم في إنشاء الظل و التقليل من الأشعة الشمسية المعرضة للمساحات الخارجية ، و هذا ما يجعل مساكن القصور مثالية توفر الراحة الحرارية لعزلها الصوتي و الحد من تأثيرات المناخ المزعجة . الشكل **(II – 2)**يوضح مثال عن مساكن النسيج المضغوط القصر ورقلة ، الشكل **(II – 3)**يوضح مثال عن شوارع القصر ورقلة [16] .

الشكل II– 2:مثال عن مساكن النسيج المضغوط القصر ورقلة

الشكل II– 3:يوضح مثال عن شوارع القصر ورقلة .

II-4تقنيات التكييف مع المخطط المعماري

II-4-1عطالة الغطاء

معظم أنواع مواد البناء يستعمل منها الأفضل من ناحية العزل الحراري للمباني (مثلا التبن في السقف) ، التي يكون لها القدرة في تحويل العطالة في فترة زمنية بين 6 إلى 8 ساعات في حين تكون درجة الحرارة القصوى في

الهواء الطلق بداية الليل أدنى من الحرارة الداخلية ، إلا أن كل النوافذ المفتوحة و الأبواب تساهم سريعا في تبريد المبنى و تحسين الراحة ، و الحد بشدة من امتصاص الأشعة الشمسية (الجبس ، الدهان الأبيض)[16] .

II-4-2بعض الأمثلة للمساكن الثقيلة

➢ المسكن المدفون (l'habitat enterré)

المسكن المدفون أو تحت الأرض ، الكهوف لها دور إيجابي في تخزين سعة حرارية كبيرة من الأرض ، فوق السطح مما يجعل السطح الداخلي معزول ، و درجة الحرارة ثابتة أو متغيرة بنسبة ضئيلة . هذه المساكن تعتبر من الحلول الجذرية للمشاكل الحرارية (العطالة الكبيرة للأرض تقدم لهذه المساكن حرارة في الشتاء و انتعاش في الصيف) أمثلة على هذه المساكن : ميزاب (غرداية) ، بالكون غوفي(باتنة) . الشكل **(II – 4)** يوضح مساكن الكهوف بالكون غوفي في باتنة[16].

الشكل II– 4: يوضح مساكن الكهوف بالكون غوفي في باتنة .

➢ **العمارة الضخمة**

للحصول على الاستقرار في درجة الحرارة الداخلية ليلا نهارا ، صيفا شتاءا التي أهم عامل للراحة الحرارية تستعمل مواد البناء الثقيلة ، فبي جدار ثقيل وسميك في المنازل القديمة نؤمن الانتعاش صيفا و عزل البرد شتاءا. نجد هذه البنايات مثلا في إيران واليمن [16] .

II-5التصميم المناخي[16]

- **تحليل البيئة:** التحليل الجيد للبيئة مع مراعاة تضاريسها و المناخ المحلي (الرياح ، الشمس ، الغطاء النباتي).
- **التظليل** : قديما كانوا دائما يبحثون عن كل العوامل التي تساعد في توفير الظل و الحماية من الشمس ، باختيار وسائل التظليل المناسبة لتحسين من ساعات الارتياح الحراري .
- **العزل الحراري:** يلعب دور جيد في الشتاء تثبيط تدفق الحرارة إلى الخارج و على عكس الصيف تبريد المسكن و الحد من دخول الحرارة.
- **التهوية:** الحد من تسريبات الهواء المزعجة مع تجديد الهواء داخل المنزل ، هذا ما يسمى بالتهوية الطبيعية

التهوية أيضا هي مفتاح بيئي مناخي أساسي في التصميم طالما أنها مقياس غير معقد .

- **الإنارة** : الاعتماد بشكل كبير على ضوء النهار مع مراعاة ارتفاع درجة الحرارة.

الفصل الثالث

التقييم الحراري لبناية اعتيادية

الفصل الثالث: التقييم الحراري لبناية اعتيادية

III–1 مقدمة

منذ بدء الخليقة لجأ الإنسان لحماية نفسه من الظروف المناخية القاسية، فلجأ الكهوف ثم أقام المسكن لتوفير أجواء داخلية مريحة له.

توفير الراحة هدف سعى له الإنسان، فقام بحماية نفسه من تأثير الظروف المناخية من خلال خلق بيئة ملائمة لتأدية نشاطاته المتنوعة، وقد تطورت محاولاته من البدائية وتقليد الطبيعة إلى التعايش،وفهم الظواهروالعوامل المناخية المحيطة والتكيف معها، ولقد نجح بشكل كبير في ذلك.لكن التطور التكنولوجي الكبير غير من أسلوب الحياة بعد الثورة الصناعية، وانعكس هذا التطور على أسلوب تصميم المباني،ومواصفاتها وخصائصها فزاد الاعتماد على الوسائل الميكانيكية لتحقيق الراحة داخل الفراغات المختلفة.

كما أدى التطور الصناعي إلى حدوث تغيرات مناخية ملحوظة على مستوى العالم، فارتفعت درجات الحرارة التي أثرت على راحة الإنسان، وزادت استهلاك الطاقة، كل ذلك دفع لزيادة الاهتمام بدراسة الراحة الحرارية للإنسان في الفراغات الداخلية، فهي مطلب أساسي يجب توفيره في المباني. وتعد أيضا من أهم العوامل المؤثرة في نشاط الإنسان وفي إنتاجه كما ونوعا.

جاءت هذه الدراسة لتقييم الحراري في المباني، حيث تناول هذا الفصل مفهوم الراحة الحرارية والعوامل المؤثرة فيها من عوامل بيئية،وعوامل إنسانية، باعتبار أن المبنى هو الملاذ الآمن للإنسان من المؤثرات الجوية الخارجية.

III-2مفهوم الراحة الحرارية

يكون تحقيق الراحة الحرارية لشاغلي المباني باستخدام قدر قليل من الطاقة أو بدون استهلاك الطاقة على الإطلاق،وذلك بالاستفادة من الوسائل المعمارية المناسبة في تصميم المباني وهذا بالاستفادة من الحلول الطبيعية في توفير الطاقة المستهلكة في المباني [1].

III-3الاتزان الحراري

إن طبيعة علاقة الإنسان بالبيئة في الظروف العادية قائمة على أساس المحافظة على درجة حرارة الجسم في حدود $37°C$من خلال حدوث عملية الاتزان في معدلات تبادل الطاقة بين الطرفين وبالتالي ينعم بظروف مناخية مريحة.والطاقة المتبادلة بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة تأخذ صورتين هما:

أولا: الحرارة المكتسبة وتكون إما:

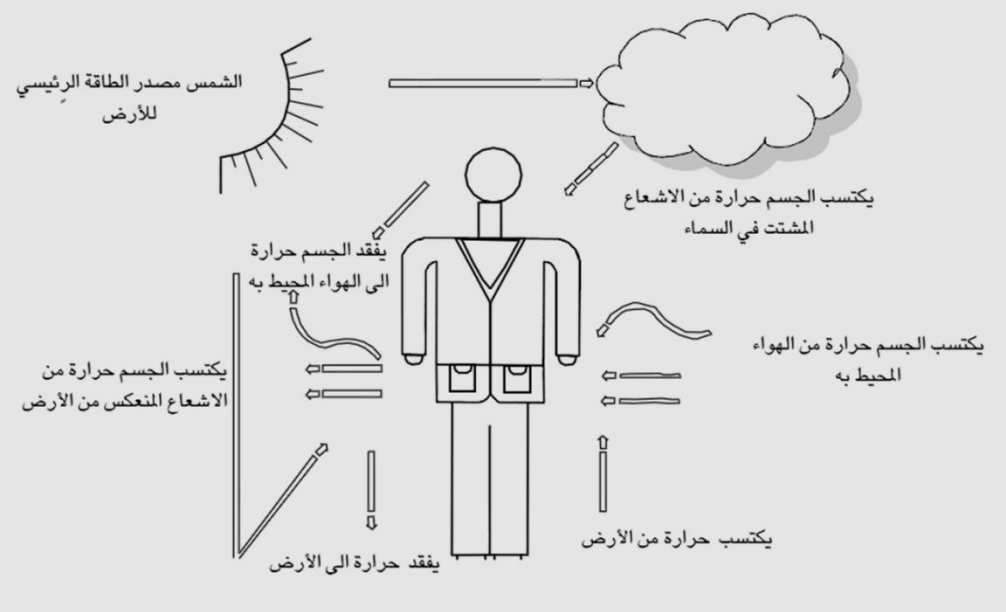
أ. حرارة منتجة ذاتيا

تنتج عن العمليات الحيوية التي يقوم بها جسم الإنسان من تفاعل الأكسجين مع الطعام وبالتالي حرق الغذاء وإنتاج الطاقة التي يحتاجها الجسم والتي يتحول جزء منها الحرارة.وتتوقف كمية الطاقة المنتجة على عدة عوامل أهمها: العمر،الجنس والحالة الصحيةللشخص، ونوع النشاط الذي يقوم به الإنسان [8].

ب. طاقة مكتسبة من البيئة المجاورة

تتم بثلاث طرق هي الإشعاع، الحمل، التوصيل، حيث يتعرض الإنسان إلى مصدرين من الإشعاع هما: الإشعاع الشمسي (المباشر أو المتشتت أو المنعكس)، الإشعاع الأرضي.

ويحدث الاكتساب من البيئة عندما تكون درجة حرارة البيئة المحيطة أعلى من جسم الإنسان. يوضح شكل (**III – 1**) التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به[8] .



الشكل III– 1:التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطةبه.

ثانيا: الحرارة المفقودة

عندما يحدث اختلال في التوازن الحراري للجسم نتيجة تعرضه لظروف جوية غير عادية تقوم العمليات الفسيولوجية بدور المنظم لإعادة هذا التوازن إلى وضعه الطبيعي من خلال الطرق التالية:

أ. الحرارة المفقودة عن طريق العرق

يعتبر فقدان الجسم لحرارته عبر العرق من أهم العمليات الفسيولوجية التي يتبعها من أجل الحفاظ على حرارة متوازنة،ولا تنشط هذه العملية إلا في حالة التباين الحراري بين الجسم والبيئة المجاورة، ومن أهم العوامل التي يعتمدها جلد الإنسان في تبخر العرق هي: حرارة ونوع الملابس؛ حرارة الهواء المجاور؛ سرعة الرياح ووضعية الجسم . [8]

ب. الحرارة المفقودة عن طريق التنفس

هي الحرارة المفقودة من جسم الإنسان نتيجة الفرق في درجة حرارة هواء الشهيق والزفير،وتتأثر بالعمليات الحيوية لجسم الإنسان ودرجة حرارة الهواء المحيط به [8] .

ت. الحرارة المفقودة بالتوصيل

هي الحرارة المفقودة من سطح الجلد عبر الملابس المنتقلة بالتوصيل بين الملابس وسطح الجلد،وتتأثر كمية هذه الحرارة بنوعية الملابس التي يرتدها الإنسان[8].

ث. الحرارة المفقودة بالإشعاع

يتأثر التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة على درجة حرارة الجلد،ودرجة حرارة الأجسام المحيطة به،وتعتمد كمية الحرارة المشعة على المساحة المكشوفة من الجسم غير المغطاة بالملابس [8].

ج. الحرارة المفقودة بالحمل

يتأثر مقدار الحرارة المفقودة من جسم الإنسان بالحمل بفرق درجات الحرارة بين الجسم والهواء المحيط به وسرعته [8].

III-3-1معادلة الاتزان الحراري في جسم الإنسان

لقد صيغت علاقة تبادل الطاقة بين الإنسان والبيئة والتي تعبر عن حالة الاتزان الحراري في جسم الإنسان من خلال المعادلة الحرارية التالية[15] :

$$\mathbf{M - W = Q_{res} + S = (C + R + K + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) + S_{sk} + S_C}(1 - \mathrm{III})$$

حيث تعبر القيم التالية عما يلي:

M: التدفق الناتج عن العمليات الحيوية داخل جسم الإنسان،(W/m^2).

W: العمل الخارجي ، (W/m^2).

$\mathrm{Q_{res}}$:التدفق الحراري المتبادل بواسطة الجهاز التنفسي، (W/m^2).

Q_{sk}: التدفق الحراري المتبادل مع سطح جلد الإنسان،(W/m^2).

$\mathrm{C_{res}}$:التدفق الحراري المتبادل بالحمل عن طريق التنفس،(W/m^2).

E_{res}:التدفق الحراري المتبادل عن طريق التبخر،(W/m^2).

S_{sk}:التدفق الحراري المخزن في الجلد،(W/m^2).

S_C : التدفق الحراري المخزن داخل الجسم ، (W/m^2) .

C:التدفق الحراري المتبادل بالحمل مع مساحة الجلد،(W/m^2).

R : التدفق الحراري المتبادل بالإشعاع مع مساحة الجلد،(W/m^2).

K : التدفق الحراري المتبادل بالتوصيل مع مساحة الجلد،(W/m^2).

S : مساحة التبادلات الحرارية(m^2) .

III-3-2شروط الراحة الحرارية

مما سبق يمكننا تلخيص مجموعة الشروط المحققة لراحة الحرارية فيما يلي:

1. الاحتفاظ بحالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطةوالبقاء على درجة حرارة الجسم العادية $(37°\mathrm{C})$ ، يمكن تحقيق الاتزان من خلال محافظة الشخص على التوازن الطبيعي بين إنتاج الحرارة وفقدها في الجسم السليم.

2. أن تكون درجة الحرارة الجلد (اعتمادا على النشاط البدني) ضمن حدود معينة لا تزيد عن$(34°\mathrm{C})$ولا تقل عن$(30.5°\mathrm{C})$ علما أن الحدود المريحة تكون بين $(33-44°\mathrm{C})$.

3. أن تكون رطوبة الجلد منخفضة بأن لا تزيد نسبة العرق من جسم الإنسان عن نسبة معينة تبعا لنشاط الذي يمارسه [8] .

III-4العوامل المؤثرة في الشعور بالراحة الحرارية

تتوقف الراحة الفسيولوجية للإنسان على التأثير الشامل لمجموعة من العوامل، هناك عوامل بيئية وعوامل بشرية:

III-4-1العوامل البيئية

تلعب هذه العوامل دورا هاما في تحديد ظروف الارتياح الحراري داخل المباني، و يعد المناخ من العوامل البيئية المؤثرة في مختلف نواحي حياة الإنسان و أوجه نشاطاته المختلفة، و من أهم العناصر المناخية المؤثرة في راحة الإنسان نذكر: درجة حرارة الهواء،الإشعاع الشمسي،حركة الهواء، الرطوبة .

1. الإشعاع الشمسي

الإشعاع الشمسي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية التي تبثها الشمس إلى الأرض، تتراوح الأطوال الموجية للأنواع المختلفة للإشعاع الشمسي $(3.00 - 0.28\mu m)$ حيث:

$(1\mu m = 10^{-6}m = 10^{-3}mm)$يعتبر الإشعاع الشمسي أكثر المتغيرات تأثيرا في درجة الحرارة، يتكون من الأشعة المباشرة والمنعكسة من الأسطح. حيث يؤثر على الاتزان الحراري لجسم الإنسان حيث يمتص الأشعة تحت الحمراء مباشرة أو من خلال ملابسه وبذلك ترفع من حرارته الداخلية. كما يتجلى الإشعاع الغير المباشر من خلال تأثيره على درجة حرارة الهواء (مناطق الظل)، كما يندمج تأثيره مع سطوح الشمس ويؤدي إلى اختلاف الراحة الحرارية من فصل إلى آخر[8,2] .

2. درجة حرارة الهواء

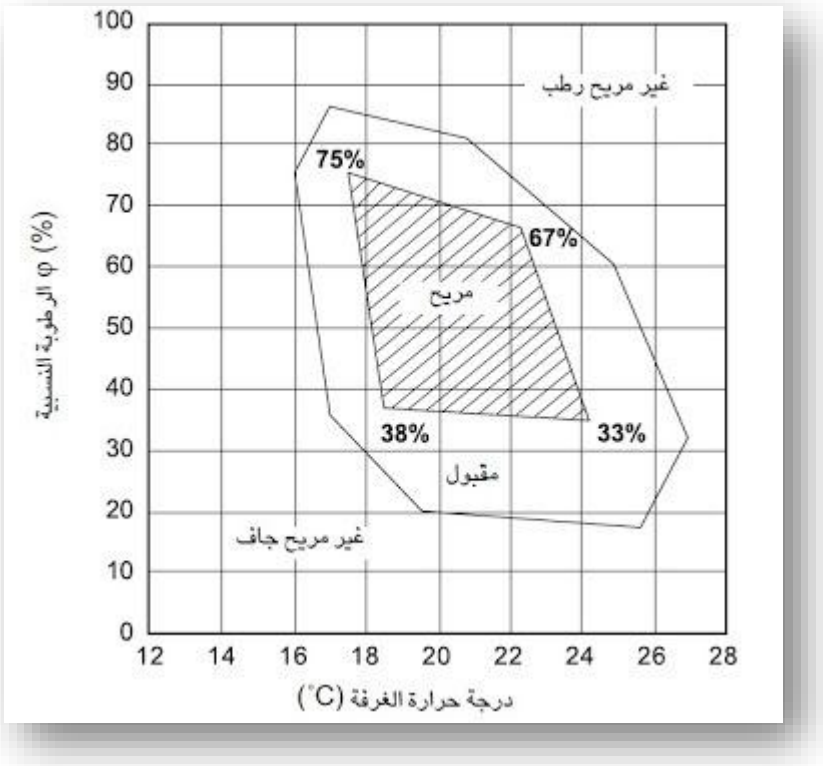
ترتبط درجة حرارة الهواء بجميع العناصر المناخية الأخرى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فنتيجة لاختلافها من مكان لآخر يختلف توزيع الضغط الجوي،وبالتالييختلف نظام هبوب وحركة الهواء.تعد درجة الحرارة من أهم

العناصر المناخية بالنسبة للإنسان لتأثيرها على مختلف جوانب حياته من غداء وملبس ومسكن إلى جانب تأثيرها على راحته وصحته البدنية،والسلوكية والنفسية [8].

3. الرطوبة النسبية

تعد الرطوبة النسبية عنصرا مؤثرا في راحة الإنسان ونشاطه وصحته، فهي التي تمنح الإحساس برطوبة الهواء أو جفافه، كما أنها تؤثر على فاعلية درجة الحرارة إذ يصعب فصل تأثير عنصري الحرارة والرطوبة عن بعضهما على الإنسان وخاصة الإحساسالحراري. حيث تؤثر الرطوبة النسبية في سعة بخار الجو ومن ثم تتحكم في درجة التبريد الذي يحدث عند تبخر العرق من على سطح البشرة فيزيد في الجو ويقل بازدياد الرطوبة في الجو، أما انخفاض الرطوبة عن الحد المناسب ولمدة طويلة فانه يسبب جفاف شديد في البشرة. وفي الأجواء الباردة يؤدي انخفاضها إلى الزيادة بالشعور بالبرد.

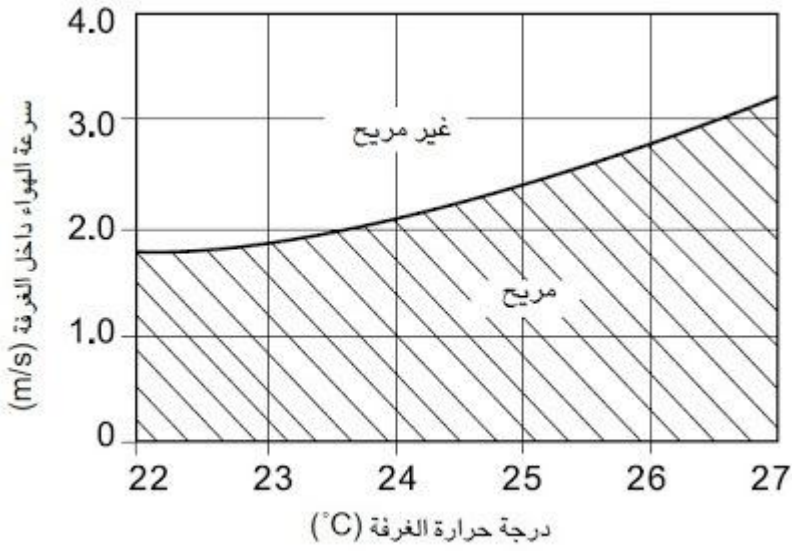
لذا فان الإحساس بالراحة الحرارية بالنسبة للرطوبة النسبية يكون عند 30% إلى 70 % مع درجة حرارة تتراوح بين 24 الى 30°C . يوضح الشكل(III – 2)مجال الارتياح الحراري تبعا لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية[8,2] .



الشكل III– 2:مجال الارتياح الحراري تبعا لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية.

4. حركة الهواء

تؤثر حركة الهواء على التبادل الحراري بين الجسم الإنسان والهواء، فهي تعمل على تبريد الجسم من خلال فقدان الحرارة بالحمل وزيادة تبخر العرق من الجسم، فكلما زادت سرعة الهواء زاد مستوى الإحساس بالراحة إلى الحد الأعلى في حين ينخفض هذا الإحساس كلما ارتفعت درجة الحرارة. بالنسبة لتأثير سرعات الهواء داخل الفضاء فإن سرعة حركة الهواء الأقل من $0.1\ m/s$ تحسن من الشعور بالراحة في حين أن أعلى سرعة لحركة الهواء المريحة هي داخليا $1.0\ m/s$.



الشكل III– 3:مجال الارتياح الحراري المتعلق بسرعة حركة الهواء.

ويمكن للسرعة $2.0\ m/s$ أن تعطي شعورا بالراحة تحت الظروف الحارة إذا كان مستوى الرطوبة النسبية مرتفعة. يوضح الشكل **(III – 3)** مجال الارتياح الحراري المتعلق بسرعة حركة الهواء [8,1].

III-4-2 العوامل البشرية

تلعب الخصائص الشخصية للأفراد دورا في الارتياح الحراري،فالإحساس بالراحة يختلف من شخص لآخر، فالظروف المناخية التي تبدو مريحة لشخص ما قد لا تكون مريحة لشخص آخر، وتتمثل هذه الاختلافات نذكرها باختصار منها [8]:

1. السن والجنس

وهما يتأثرانبالأداءالحراري. فالنساء يفضلن بشكل عام درجة حرارة للراحة أعلى بدرجتين أو درجة واحدة من الرجال. كما يؤدي السن دورا في المتطلبات الحرارية.إذأنالأشخاص فوق الأربعين سنة من العمر يفضلون درجة حرارة فعلية واحدة أعلى من الرجال والنساء الأقل من الأربعين.

2.نوع النشاط

هناك علاقة طردية بين الجهد العضلي المبذول و الحرارة المتولدة داخل الجسم حيث تزداد الحرارة المتولدة داخل الجسم بازدياد الجهد العضلي عند الإنسان و خاصة خلال القيام بجهد عنيف فقد تصل إلى عشرة أضعاف ما ينتجه الجسم خلال الراحة التامة فالعامل فالبناء و التعمير تزداد درجة تحمله للحرارة عن الذي يعمل داخل المكاتب المكيفة .تتأثر ظروف الراحة الحرارية بمستوى الفعالية المؤدية داخل الفراغ، ويعد معدل التفاعل الحيوي (Métabolique Rate(***MET***))**هي طريقة لقياس كثافة النشاط البدني و معدل الطاقة كلما زادت كثافة النشاط كلما ارتفع معدل*MET*** **مثلا : النوم** $0.9\ MET$ **الجري** $10\ MET$) في الجسم مؤشرا لمستوى الفعالية. وإنتاج الحرارة بين العضلات عندما تقوم بعمل فان 20 %من الطاقة تنفعه و80 %هي حرارة فائضة. وتختلف هده الحرارة الفائضة باختلاف معدل التفاعل الحيوي ويعتمد ذلك على النشاطالممارس$\boxed{1\ MET = 1\ kcal/kg.h = 4.184\ KJ/Kg.h}$.

يوضح **الجدول**$(\mathrm{III} - 1)$ معدل التفاعل الحيوي في الجسم حسب نوع النشاط.

الجدول III– 1: معدل التفاعل الحيوي (MET) في الجسم حسب نوع النشاط.

Physical Activity	MET
Light Intensity Activities	**< 3**
sleeping	0.9
watching television	1.0
writing, desk work, typing	1.8
walking, 1.7 mph (2.7 km/h), level ground, strolling, very slow	2.3
walking, 2.5 mph	2.9
Moderate Intensity Activities	**3 to 6**
bicycling, stationary, 50 watts, very light effort	3.0
walking 3.0 mph	3.3
calisthenics, home exercise, light or moderate effort, general	3.5
walking 3.4 mph	3.6
bicycling, <10 mph (16 km/h), leisure, to work or for pleasure	4.0
bicycling, stationary, 100 watts, light effort	5.5
Vigorous Intensity Activities	**> 6**
jogging, general	7.0
calisthenics (e.g. pushups, situps, pullups jumping jacks), heavy, vigorous effort	8.0
running jogging, in place	8.0
rope jumping	10.0

3.التمثيل الغذائي

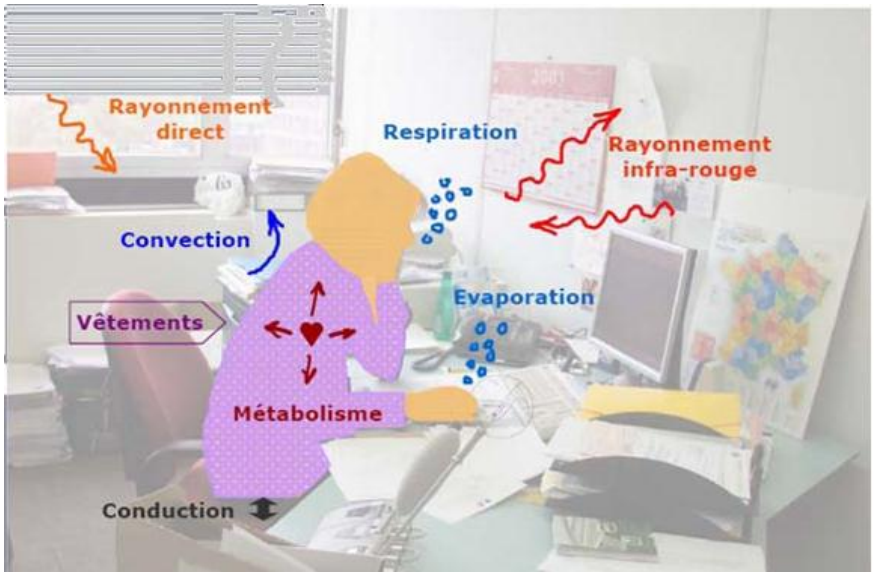
لكل نوع معين من أنواع الغذاء اثر في معدل التفاعل الحيوي. ربما كان ذلك سببا في اختلاف غذاء الناس بين المناطق المدارية والمناطق القطبية.حيث يتأثر النظام الغذائي من خلال مواسم المناخ، وهناك علاقة بين كمية الطعام التي تتناول وبين ارتفاع درجة حرارة الجو. ففي مناطق الحرارة العالية تقل الشهية وعكسها في المناطق الباردة. وتختلف وجبات غذاء المناطق الحارة عن الباردة كما تختلف في الصيف عنها في الشتاء.

4. الملابس

للملابس دور هام في عملية التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المجاورة، فهي تعمل على خلق بيئة حرارية تنحصر بينها وبين الجسم تختلف خصائصها عن البيئة الخارجية.

5.التأقلم

يبدأ التأقلم الفسيولوجي بمجرد استقرار الشخص في منطقة مناخية جديدة خلال بضعة أسابيع،ومع طول مدة الاستقرار يحصل تغيير في بعض الصفات العضوية. وتتوقف عملية التأقلم على عدة عوامل منها الظروف الطبيعية السائدة، والحالة الصحية للشخص والعمر. تعد درجة الحرارة العنصر الأهم في عملية التكيف، فهي تحدد جميع التغيرات الفسيولوجية التي تحصل في جسم الإنسان،والتي تسهم بشكل فعال في عملية الكسب والفقد الحراري،وبالتالي تحدد عملية الاتزان الحراري والشعور بالراحة،وعموما كلما كان هناك تعايش كبير مع الظروف المناخية والطبيعية كلما كان الإنسان أقدر على تحمل هذه الظروف. يوضح**الشكل** (III – 4) بعض العوامل المؤثرة في الارتياح الحراري.



الشكل III– 4:بعض العوامل المؤثرة في الارتياح الحراري.

الفصل الرابع

تحسين استغلال الطاقة في بناية اعتيادية

الفصل الرابع: تحسين استغلال الطاقة في بناية اعتيادية

IV-1مقدمة

يتصنف المناخ المناطق الصحراوية بالجفاف وارتفاع الشديد لدراجات الحرارة التي تصل الى 50°Cفي بعض لأحيان و نتيجة لذلك تسرب كميات كبيرة من الحرارة داخل مبنى حيث تشير الدراسات الى ان نسبة الحرارة المتسربة من الحوائط ولأسقف في البنايات الناطق الصحراوية تقدر بحوالي 60 – 70% بينما تأتي البقية عن طريق الفتحات والنوافذ ولأبواب وهذا يعني أن الحرارة المتسربة من الحوائط ولأسقف تمثل الجزء لأكبر مما يتطلب الاستهلاك كبير للطاقة الكهربائية للتبريد المبنى فإنه يلزم استخدام العزل الحراري في الأسقف والحوائط للحد من انتقال الحرارة وتسربها داخل مبنى .ويهدف هذا الفصل الى التعرف على مواد العزل ودورها في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في أغراض التكييف وتوفير الراحة الحرارية في المبنى .

IV-2تعريف العزل الحراري :

العزل الحراري هو استخدام مواد لها خواص تساعد في الحد منتسرب وانتقال الحرارةمن خارج المبنى إلى داخله صيفا،ومن داخله إلى خارجه شتاءا[3].

ويمكن تقسيم الحرارة التي تخترق المبنى والتي من المفروض إزاحتها باستعمال أجهزة التكييف للحفاظ على درجة الحراة المناسبة إلى ثلاثة أنواع هي:

- الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف
- الحرارة التي تخترق النوافذ
- الحرارة التي تنتقل عبر الفتحات التهوية الطبيعية

وتقدر نسبة الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف في أيام الصيف بنسبة 70%من الحرارة المراد إزاحتها بأجهزة التكييف، أما البقية تأتي من النوافذ وفتحات التهوية، وتقدر نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة لتبريد المبنى في فصل الصيف بنسبة 60%من كامل الطاقة الكهربائية، ومن هنا نتبع أهمية العزل الحراري لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في أغراض التكييف وذلك للحد من تسرب الحرارة من خلال الأسقف والجدران لتحقيق مسكن ملائم وتقليل التكلفة [3].

IV-3 مزايا استخدام العزل الحراري

IV-3-1 تخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية :

من اهم مزايا العزل الحراري تخفيض استهلاك الطاقةالكهربائية، فلقد اثبتت الدراسات أن تطبيق استخدامالعزل الحراري في المباني يقلص الكهربائية

المستهلكة للتكيف بمعدلات كبيرة بحدود**40** % وهذا أمر يجب أخده بعين اعتبار، علما بأن أكثر من 60 % من قيمة فاتورة استهلاك الكهربائية تذهب للتبريد والتدفئة [2].

IV-3-2رفع مستوى الراحة :

يؤدي العزل الحراري إلى جعل الهواء داخل المبنى بدون تكيف مقبولا نسبيا في أيام الصيف الحارة، حيث تصل درجة الحرارة داخل المبنى 35 °C وذللك بدون تكيف كما ويؤدي الى حفظ على درجة حرارة المناسبة لمدة طويلة دون الحاجة الى تشغيل أجهزة التكيف لفترة أطول [2].

IV-3-3حماية المبنى :

يعمل العزل الحراري على حماية وسلامة المبنى من تغيرات الطقس والتقلبات الجوية حيث الفروق في دراجات الحرارة ناتجة عن ارتفاع الحرارة بسبب أشعة الشمس نهارا، وانخفاض درجة الحرارة ليلا وتكرار هذه العملية يؤدي الى حدوث اجهادات حرارية تجعل طبقة السطح الخارجي لأجزاء المبنى تفقد خواصها الطبيعية والميكانيكية، ويحدث تشققات بها، وتسبب تصدعات وشروخ في هيكل المبنى [2].

IV-3-4 تقليل سعة أجهزة التكيف وتكليف صيانتها :

استخدام أجهزة التكيف اقل، حيث يلاحظ ان تحديد سعة المكيف يعمد على حجم الهواء في الغرفة وعلى سعة الحرارة المتسربة الى الغرفة، ويلاحظ أن حالة المباني المعزول تقل الحرارة المتسربة الى الداخل المبنى وبالتالي يمكن استخدام أجهزة التكيف أقل سعة كما أن استخدام نظام العزل جيد يؤدي أيضا إلى حماية أجهزة المعدات من خلال إطالة عمرها الفعال والمحافظة علىكفاءتها وبالتالي تقليل تكاليف التشغيل والصيانة لذلك أجهزة [2].

IV-3-5 حماية البيئة :

يساعد العزل الحراري على تقليل من التلوث البئي وذلك من خلال تخفيض فترات تشغيل مكيفات التي تحتوي على مادة الفريون المؤثر انبعاثها على طبقة الأوزون[2].

IV-3-6 حماية الأثاث داخل المبنى :

تتمثل هذه الميزة في حماية اثاث المبنى من التعرض لدراجات حرارة مرتفعة في حالة عدم تشغيل تكيف بالمبنى وهذا في حالة المبنى المعزولة اما في المباني غير المعزولة فيلجأ صحبها الى استخدام أجهزة التكييف لمدة طويلة ومستمرة وذلك للمحافظة على لأثاث المبنى فيؤدي ذلك الى إهدار المال وتبذير الطاقة [2].

IV-3-7 تقليل استخدام أجهزة التكيف :

وبالتالي تقليل التأثير الصحي والنفسي الأنسان بسب الضوضاء التي يسببها لأجهزة التكيف

IV-4 أنوع مواد العزل الحراري الشائعة

IV-4-1الصوف الزجاجي :

يتميزالصوف الزجاجي بمقاومة كبيرة للاحتراق، وقدراته على عزل الصوت وله معامل امتصاص الرطوبة والماء عالي وكبير وقوة تحمل الضغط منخفضة جدا كما يتميز باستعماله السهل في العزل الحراري [9].

IV-4-2الزجاج الرغوي :

هو من المواد الخاملة ويتكون من زجاج صافي لايحتوي على أي مواد ربطة بين جزيئاته وتبلغ كثافته $\mathbf{140}\ \boldsymbol{Kg/m^3}$ وتبلغ موصلته الحرارية الى $\mathbf{0.55}(\boldsymbol{W/m.C})$ فقط عند الدرجة حرارة20°C ويتميز بمقاومة ميكانيكية عالية للشد والقص وللكسر والثني وهو غير منفد للماء وغير قابل للاحتراق. ويمكن استخدامه في لأماكن التي لاتزيد درجة حرارتها$\mathbf{250°C}$ [10].

IV-4-3الصوف الصخري :

يصنع الصوف الصخري من الصخور في الطبيعة، وكذلك من خبث النحاس أو الرصاص أو الحديد ويتميز بمقاومته الكبيرة في عزل الحريق ومقاومته العالية في الحد من عزل الصوت وكذلك لديه القابلية العالية في امتصاص الماء والرطبة ومقاومته الضعيفة لانضغاط [11].

IV-4-4 البولسترين:

مادة مشتقة من النفط، تتميز بالعزل الحراري الجيد، سيئة بالنسبة للعزل الصوتي، يستهلك طاقة اثناء انتاج، غيرنفوذه، وضارة في حالة نشوب حريق [2].

IV-4-5 البيرلايت :

تستعمل البيرلايت في عزل الجدران الخارجية وعزل لأسقف، وتستعمل كذلك لصنع الطوب وخلطات التوريقات الخفيفة الخارجية والداخلية

يتم انتاج حبيبات البيرلايت المددةبكثافات تتراوح بين $\mathbf{25}\ \boldsymbol{Kg/m^3}$ و$\mathbf{240}$ وتحتوي على مسامات مفتوحة مملوءة بالهواء فهيا عرضة لامتصاص الماء بنسب عالية ولذلكيتم معالجتها بمادة السيلكون للتقليل من عملية امتصاص الماء والرطوبة [11].

IV-4-6 الخرسانة الرغوية :

يتم تصنيعها بإضافة مزائج للخرسانة تؤدي إلى تكوين فقاعات في الخرسانة تتسبب في تخفيف وزنها واعطائها قدرة على العزل الحراري.

IV-5 الأسس العامة في اختيار المواد العازلة

تلخص هذه أسس بخمسة عوامل [11] وهي:

1-المناخ السائد وموقع المبنى :

كلما ازدادت شدة البرودة في المناطق الباردة والحرارة في المناطق الحارة، كان موقع المبنى متأثر بالضياع الحراري شتاء والكسب الحراري صيفا يصبح اختيار العازل الحراري منصبا على أساس تقليل الفقد أو الكسب الحراري،

وبهذا يتم اختيار مواد عازلة للحرارة ذات إيصالية حرارية أقل وسماكة أكبر ذات مقاومة حرارية أكبر للوصول إلى مستوى الارتياح الحراري المطلوب

2-تصميم المبنى وطبيعة أشغاله :

يلعب التوجيه الجغرافي للمباني دورا رئيسيا في اختيار العازل الحراري المناسب، إذا أن تعرض المبنى الأشعة الشمس شتاء يقلل احتياجاتها للتدفئة مما يعكس على اختيار السماكة الاقتصادية للعازل الحراري المستخدم

3-جودة تصنيع العزل الحراري :

تؤثر جودة تصنيع العازل الحراري على كفاءة الحرارية للعازل تبعا لنسبة الخلايا المغلقة وحجمها، مما يتطلب ضرورة إجراء الفحص المخبري للعازل لمعرفة مدى مطابقة للمواصفات قبل استخدمه

4-الجدوى الاقتصادية للعزل :

تلعب الجدوى الاقتصادية دورا هاما في اختيار العازل المناسب، لعلاقة ذلك بالتكلفة التشغيلية من تكلفة وقود وصيانة دورية وعدد ساعات التشغيل الأجهزة التدفئة والتبريد

5-خصائص مواد العزل

يتوفق اختيار أي مادة عزل على معرفة خصائصها مختلفة متمثلة في خصائصميكانيكية، والحرارية، وخاصيةامتصاص، وخاصية أمان والصحة،وخصائص الصوتية [9].

-خصائص الحرارية :

وتعني قدرة المادة على العزل الحراري وتقاس بمعامل التوصيل الحراري فكلما قل معامل التوصيل يعني ذلك زيادة مقاومة المادة الانتقال الحرارة اما المواد العاكسة فتعتبر فعالة في العزل الحراري كلما كانت لها القدرة على رد

الإشعاعات والموجات الحرارية، وان مواد العزل الحراري لها معامل توصيل حراري حيث كل مادة لها معامل حراري خاص بها، كلما زادت مادة لمقاومة التسرب الحراري زادت كفاءتها [9].

الجدول IV-1: يوضح معامل التوصيل الحراري لبعض المواد العازلة

المادة العزلة	التوصيل الحراري(W/m.K)
البوليورثين	0.023
بوليستيرين	0.032
بيرلايات	0.032
سليكات الكالسيوم	0.06
الزجاج الخلوي	0.06
الجبس	0.16

- الخصائص الميكانيكية :

بعض مواد العزل لديها القدرة على التحمل، ولذلك يمكن استخدامها في دعم وتحميل المبنى الآ أن هدفها الرئيسي هو العزل الحراري، لهذا يؤخذ في اعتبار الشد والقص وقوة تحمل الضغط [9].

-الامتصاص:

ان وجود الماء بصورة رطبة أوصلبة أو سائلة يقلل من قيمة العازل الحراري للمادة، أي يقلل من المقاومة الحرارية ، أو قديعمل في عناصر المبنى بصورة سريعة ، وتأثير الرطوبة على المادة يعتمدعلى خواص تلك المادة من حيث قدرتها على امتصاص والنفاذية ،ويعتمد علي لأجواء المناخية المحيطة بيها كدرجة حرارة ورطوبة نسبية [9].

-الآمان والصحة:

إن للمواد العازل خواص معينة منها ماقد يعترض الإنسان للخطر سواء وقت التخزين أوأثناء النقل أو التركيب، أو خلال فترة الاستعمال، قد تتسبب في إحداث عاهات في جسم الإنسان دائمة أو مؤقتة كالجروح والتسمم والالتهابات الرئوية أو الحساسية في الجلد والعين، مما يستوجب أهمية معرفة الخصائص الكيميائية للمادة العازلة، كذلك صفاتها الفيزيائية الأخرى من حيث قابليتها للاحتراق وغيرها من الصفات [9].

-الخصائص الصوتية:

تستعمل بعض المواد العازلة في تلبية الحاجات الصوتية كامتصاص الصوت أوتشتيت أو امتصاص اهتزازات [9].

-الانكماش:

تمكن أهمية هذه الخاصية في تحديد مدى انكماش المادة، وتأثيرها على حجم وخصائصها الحرارية، ومدى إمكانية حدوث التشققات فيها بعد جفافها [11].

-الالتصاق:

وهي من خصائص المهمة التي يجب توفرها في المواد الرغوية العازلة للحرارة المنفذة بالطلاء أو الرش على السطوح وقدرتها على الالتصاق [11].

-التراص والهبوط:

يجب تركيب العوازل الحرارية كالمواد السائبة والليفية في أماكن لا يؤدي فيه استعمالها إلى تكوين جسور حرارية بسبب التراص أو الهبوط [11].

- درجة حرارة التشغيلية:

تمكن أهمية هذه الخاصية في تحديد درجات الحرارة التشغيلية القصوى والدنيا التي يمكن للمادة أن تودي وضيفتها عندها بشكل جيد[11].

- ثبات المقاسات:

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على الاحتفاظ بحجمها وشكلها مع مرور الزمن رغم تعرضها لتغيرات الحرارة والرطوبة وغيرها، حيث أن المادة العازلة يجب أن تركب بأبعاد وسماكات محدد فإن المحافظة على ثبات هذه القياسات له أهمية في استمرار الأداء الحراري لهذه المادة خلال عمرها التشغيلي [2].

-استرجاع لأبعاد :

وهي الخاصية التي تعبر عن قدرة المادة على استرجاع أبعاد لأصلية بعد زوال أي أحمال قد تعرض لها وتمكن أهمية هذه الخاصية في معرفة قدرة العازلات الصلبة أو المرنة على استرجاع أبعادها الأصلية إذا ما تعرضت مؤقتا لأحمال ضاغطة وإن عدم استرجاع ابعادها قد يتسبب في زيادة موصلتها الحرارية أو نقصان مقاومتها الحرارية أو كلهما وبالتالي انخفاض كفاءتها في العزل الحراري[2].

IV-6 تحسين استغلال الطاقة

أوضحت الدراسات أن السبب الرئيسي لارتفاع استهلاك الطاقة هو أن مواد البناء المستعملة في معظم المباني هي عبارة عن طوب اسمنتي للجدران لا يزيد سمكه عن 20 cm وأسقف خرسانية بسمك 30 cm 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 احمال التكييف ومن زيادة استهلاك الطاقة [9].

ولتقليل الاعتماد على التكييف مع تحقيق البيئة الحرارية المناسبة للسكان فإن هناك العديد من الوسائل التي يجب الاهتمام بها بدء من تصميم المبنى واختيار المواد المناسبة لإنشائها وانتهاء بالتشغيل اليومي لتحقيق الاداء الحراري المناسب بأقل التكاليف.

IV-6-1 وسائل تحسين استغلال الطاقة في المباني.

تنقسم وسائل تحسين استغلالالطاقة في المباني إلى ثلاثة مراحل، هي مرحلة تصميم المبنى ومرحلة التشييد والتنفيذ ومرحلة التشغيل والصيانة وتعتبر القرارات التي تتخذ لتحسين استغلال الطاقة في مرحلة التصميم هي الاكثر فاعلية والاقل تكلفة إذا ما قورنت بالقرارات التي تتخذ بعد انتهاء مرحلة التصميم وتتمثل وسائل تحسين استغلال الطاقة في مراحل تصميم المبنى في الآتي [9]:

1- اختيار التوجيه المناسب للمبنى في الموقع بالنسبة لحركة الشمس والرياح.

2- تصميم المبنى بحيث يمكن الاستفادة من التهوية الطبيعية وذلك لدعم الوسائل الميكانيكية اللازمة لتشغيل المبنى.

3- تصميم المبنى بحيث يمكن الاستفادة من الإضاءة الطبيعية، ومن ثم تقليل الاعتماد على الإضاءة الصناعية.

4- اختيار ألوان المبنى الخارجية بحيث تتلاءم مع البيئة المحيطة

5- اختيار أنظمة الإضاءة الكهربائية المناسبة ذات الكفاءة العالية.

6- اختيار أنظمة التكييف الملائم لحجم ووظيفة المبنى مع ما تتطلبه من وسائل التحكم المناسبة

7- اختيار مواد البناء الملائمة بما فيها نوع وسماكة العزل الحراري المناسب للحوائط والأسقف.

8- حسن اختيار 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 الاجهزة مدى حياةالمبنى.

IV-6-2 مثال على تحسين استغلال الطاقة في المباني باستخدام العزل الحراري

هي عبارة عن تجربة تمت في مدينة الرياض (من جانفي إلى ديسمبر سنة 1985) حيث تم بناء غرفتين متماثلتين أحدهما معزولة الحوائط والسقف والأخرى غير معزولة ،لهما نفس المساحة حيث مساحة كل منهم 25 m وبارتفاع 3 m وأستخدم الطوبالإسمنتي المفرغ سمك 20 cm لبناء الحوائط ، والأعمدة والسقف من الخرسانة (سمك السقف 15 cm) الغرفة المعزولة تم عزلها باستخدام ألواح البولسترين سمك 4 cm للحوائط وسمك 5 cm فوق السقف وقد استخدم في كل غرفة جهاز تكييف قدرة $24000\ Btu/h$، وعداد لتسجيل استهلاك الكهرباء وقد خلصت نتائج الدراسة كالآتي[9]:

أ – بالنسبة لاستهلاك الطاقة الكهربائية خلال شهر جويلية في الغرفتين

– بلغ الاستهلاك الأسبوعي للغرفة المعزولة 240 KW/h بينما الغرفة غير المعزولة 420 KW/h ، وهذا يعني وجود وفر في الاستهلاك الطاقةحوالي40%

-المبنى المعزول احتفظ بطاقة التبريد لمدة اطوال فساعد ذلك حد من فقد الطاقة الكهربائية

- تطلب المبنى غير معزول استهلاك كبير من حمولة التبريد وذلك نتيجة تخزينه كمية كبيرة من الحرارة امر الذي أدى زيادة الفقد في الطاقة

ب- بالنسبة للجدوى اقتصادية للاستخدام العزل الحراري كالآتي:

-استخدام جهاز التكيف أقل من **12000** Btu/h

حيث: $1\ Btu/h = \mathbf{0.293}\ \boldsymbol{Watt}$

-الاستهلاك السنوي لطاقة للغرفة غير معزولة 10545 KW/h بينما الغرفة المعزولة 6522 KW/h ، أي أنه حدث وفر للطاقة قدره 4023 KW/h

- المبلغ الموفر من استهلاك الطاقة = 4022 KW/h × سعر استهلاك

أما بالنسبة لجدوى استخدام العزل الحراري للدولة فإنه أمكن باستخدام العزل تخفيض حملالتبريد من3.3 KW/h إلى 1.9 KW/h في الغرفة المعزولة بوفر قدره 1.4 KW/h، ولذلك فمقدار التوفير الذي يعود على الدولة يتمثل في الوفر في حمل التبريد مضروب في تكلفة إنتاج وشراء من محطات القوى الكهربائية بالإضافة إلى توفير المعونة التي تقدمها الدولة لتخفيض الكهرباء (مقدار المعونة ×4022 KW/h)

IV-7 بعض لأعمال السابقة :

-**H.Thomas**في العام 2001 نتائج أبحاث للأداء الحراري لمنزل سكني معد للاختبارات حيث توصل الى النتائج تجريبية تبين الفقد الحراري من غرفتين متماثلتين الى الأراض ، كما تبين من خلال البحث أن احدى الغرف تستفيد من عزل حوافها بمادة البولسترين تم ضعها تحت سطح الاراض مسافة تقدر ب **300 *mm*** حيث تم

استخدام الباحث المزدوجات الحرارية لقياس تغيرات الحرارة ضمن فترة بينية تقدر ب $\boldsymbol{20\ min}$ ولمدة خمس سنوات ، وقام بتمثيل التجربة وفقا لنموذج عددي ثنائي البعد

اظهرت النتائج ان العزل الحراري لحواف الأرضية له تأثيرات هامة على مسارات التدفق الحراري حول المبنى، وفي النهاية تبين للباحث أهمية تطبيق هذه الطريقة لتقييم التجاوب الحراري للتصميمات الجديدة، وبالتالي ملاحظة الأهداف العامة المتعلقة بتقديم مباني مكتفية الطاقة في المستقبل [13].

-اجرى الباحث **S.Mohammad** في عام 2004 دراسات عملية لمعرفة مميزات وأداء العزل الحراري للمباني في المناطق ذات الظروف المناخية القاسية ، حيث يستخدم القسم الأكبر من الطاقة لتدفئة وتكيف المباني .وتبين للباحث أنه يمكن تخفيض احمال التدفئة والتكيف بطرق عديدة منها التصميم والتوجيه الصحيح للمباني التظليل المناسب للنوافذ ، زراعة الأشجار حول المباني ولاختيار الصحيح لكساء المباني والاجزاء المكونة له كما تبين للباحث ان الاستخدام الصحيح للعازل الحراري لا يقلل فقط من حجم الهواء بل انه يقلل ايضا من تكاليف الطاقة السنوية وفي إطالة فترات الراحة الحرارية بدون الاضطرار الي استخدام مكيفات الهواء الصناعية وخاصة خلال الفصول الحارة والبارة من السنة .

كما تبين ان مقدار توفير الطاقة يختلف بحسب نوع المبنى ونوع المادة العازلة والظروف المناخية [13].

-قام الباحث**Fylke**في العام 2002 بدراسة إمكانية استخدام العزل الحراري للأبنية السكنية المرتفعة في هونغ كونغ وذلك من خلال تركيب طبقات الجبس على جوانب الطبقات الإسمنتية بوضع طبقة العازل الحراري بسماكة$5\ cm$في داخل أو خارج المبنى أو في الجزء المتوسط من تركيبة الجدار الخارجي لدراسة تأثير وجود هذه الطبقة على لأحمال التبريد السنوية .

بينت النتائج أنه بوضع طبقة العازل ذات سمك $5\ cm$ من الجهة الداخلية لحواجز المبنى يتم الحصول على نقص بنسبة26.8% في لأحمال التبردية السنوية، وفي حالة وضع طبقة العازل بنفس السمك في الواجهة الخارجية للحواجز البناء يتم الحصول على نقص بنسبة 27% في لأحمال التبردية السنوية ويعتمد هذا على اتجاه المبنى

كما بينت النتائج انه بزيادة السمك يزداد النقص في لأحمال التبردية السنوية [11].

- من خلال دراسة تجربة قام بيها العالم**Joachim**عام 2002 أنه يمكن لحواف الإطارات ان تزيد من عملية الفقد الحراري بما يعادل 4 أضعاف للفقد الحراري في المساحة المركزية للوحة [11].

خلاصةعامة:

يختلف تصميم نماذج بناء المساكن في المناطق التي تستقبل كميات كبيرة من الأمطار والثلوج حيث تكون الأسقف هرمية الشكل عن تلك التي تواجد في المناطق الحارة الجافة حيث تكون الأسقف الأفقية أو مستوية كما ان المباني في المناطق المعتدلة ، والمعتدلة الباردة ، تتباعد عن بعضها البعض وشوارعها واسعة لتسمح بأكبر قدر من لأشعة الشمسية بدخول المنازل أما المناطق الحارة الجافة فتكون متقاربة ، وشوارعها غالبا ما تكون ضيقة ، حيث ينعم السكان بأكبر قسط من الظلال ويعمل المختصون على اختيار الموقع المناسب لبناء المنازل واختيار أنسب الاتجاهات لواجهتها ، وذلك تبعا لزوايا سقوط لأشعة الشمسية واتجاه هبوب الرياح وتنوع الظروف الطقسية .

كما تبين لنا من خلال بحثنا هذا أهمية العزل الحراري وضرورته وخاصة مع ازدياد التلوث البيئي وتزايد العبء الاقتصادي، وذلك من خلال توفير استهلاك الطاقة المستخدمة لتأمين الحد الأعلى من الراحة للأفراد داخل المبنى بإضافة إلى حماية المبنى من التصدعات والتلف واطالة عمر افتراضي ولتحقيق هذا يجب اتباع التوصيات التالية:

- ضرورة التعرف على مواد العزل الحراري الملائمة والمناسبة لبيئة المناخ الصحراوي.
- ضرورة أن تكون مواد العزل الحراري المستخدم ذات معامل توصيل حراري منخفض لأنه كلما كان معامل التوصيل قليل كلما زادت مقاومتها لانتقال الحرارة وزادت كفاءتها في العزل.
- أهمية التعرف على قدرة المادة العازلة على امتصاص الماء ونفاذيته لان وجود الماء يؤدي إلى تقليل عزلها ومقاومتها الحرارية.
- لابد أن تكون المادة العازلة المستخدمة لها القدرة على العزل الحراري أكبر فترة زمنية ممكنة بأن تحتفظ بمعامل حراري ثابت نسبيا.
- يجب أن تكون مواد العزل لها القدرة على مقاومة الحريق أو تكون لها خاصية اطفاء ذاتي .

- أهمية وضع الطبقة العازلة في المكان المناسب في المبنى ويفضل أن تكون في السطح الخارجي للحوائط والأسقف.
- ضرورة استخدام طريقة عزل الحوائط الوسطية لأن لها قدرة عالية على عزل الحرارة.

مراجعباللغة العربية

[1] حفصي فؤاد،" المساهمة في دراسة العزل الحراري للبناءات في المناطق الصحراوية "، مذكرة ماجيستر، جامعة ورقلة 2010.

[2] حاثية ميلود، " المساهمة في دراسة الخصائص الحرارية والميكانيكية للبنايات المستعملة في أسقف المباني الصحراوية "، مذكرة ماجيستر، 2013.

[3] مقدم لبنى وعيساوي نسرين، " تأثير العزل الحراري على الراحة الحرارية في غرفة مكيفة "،مذكرة ماستر، جامعة ورقلة 2017.

[4] المهندس محمد عبد الرضاء الشمري،"كتاب مبادئ انتقال الحرارة "، عمان دار الصفاء للنشر 2009.

[5] بلحاج محمد مصطفى " مساهمة في تحسين التقطير الشمسي بواسطة المزدوج، بمنطقة ورقلة "، مذكرة ماجيستر، جامعة ورقلة 2008.

[6] اياد محمود الداهوك"كتاب مبادئ انتقال الحرارة " عمان مكتبة المجمع العربي 2010.

[7] مصطفى بلحاج، حمزة بوقطاية، جمال بشكي، ياسين معريف" المساهمة في تحسين التقطير الشمسي في المناطق الجافة والصحراوية،بواسطة المقطر الشمسي المزدوج "،جامعة ورقلة، قسم الفيزياء.

[8] سمر محمد زغرب " دراسة تقييمية للراحة الحرارية في المباني السكنية في قطاع غزة "، مذكرة ماجيستر، جامعة غزة 2014.

[9] د.أحمد محمد، " العزل الحراري وترشيد الطاقة في عمارة الصحراء " ، جامعة أسيوط مصر .

[10] "الدليل الاسترشادي للعزل الحراري في المباني فوائده وأنواعه وطرق تصنيعه وتركيبه ".

[11] يامن علي قبيلي،" ترشيد استهلاك الطاقة بتحسين مواصفات بعض مواد العزل الحراري "، مذكرة ماجيستر، جامعة تشرين 2009.

موقع عالم الطاقة والكهرباء،" التصميم الحراري للمباني للترشيد استهلاك الكهرباء". [12]

قطوبي السعيد، مباركي حبيب، "دراسة تمهيدية لتأثير العزل الحراري على استهلاك طاقوي للبنايات " [13]

مذكرة ماستر، 2015

مراجع باللغة الانجليزيةوالفرنسية

John H. Lienhard " A heat transfer text book third edition 2003. [14]

Bassam Moujalled, " Modélisation dynamique du confort [15]

Thermique dans les bâtiments naturellement ventilés", thèse de doctorat, l'institut des sciences appliqués de lyon2007.

Akchiche Zineb, " étude de comportement d'une cheminée[16]

Solaire en vue de l'isolation thermique" Mémoire Magister, universite ouargla 2011.

الملخص

المناطق الصحراوية في بلداننا تميز بمناخ حار جدا وجاف صيفا وبارد جدا شتاء ،حاليا البنيات المستعملة في انجاز البلاطات نجد البنيات الخرسانية والتي تتميز برداءة أدائها الحراري فالمشكلة البحثية تمثلت في تزايد اعتماد على وسائل التبريد والتدفئة في المباني السكنية لتحقيق الراحة الحرارية في ظل وجود حلول لاستغلال الطاقة ومن خلال المذكرة قمنا بدارسة التقييم الحراري لبناية اعتيادية ، حيث بحثنا عن طرق الأمثل لترشيد استهلاك الطاقة في المباني مع مراعاة ظروف الراحة الحرارية ودور العوازل الحرارية في تحسين الأداء الحراري

الكلمات المفتاحية: العزل الحراري، استهلاك الطاقة، المباني، الراحة الحرارية، البوليسترين، الانتقال الحراري

Résumé

Les régions désertiques de nos pays se caractérisent par un climat très chaud et sec en été et un hiver très froid. Les structures utilisées pour l'achèvement des dalles trouvent des bâtiments en béton caractérisés par de mauvaises performances thermiques. A travers la note, nous avons réalisé une étude d'évaluation thermique d'un bâtiment conventionnel, où nous avons cherché des moyens d'optimiser la consommation énergétique des bâtiments en tenant compte des conditions de confort thermique et du rôle des isolants thermiques dans l'amélioration des performances thermiques.

Mots-clés: isolation thermique, consommation d'énergie, bâtiments, confort thermique, polystyrène,Transfert thermique

.

Abstract

The desert areas in our countries are characterized by a very hot and dry climate in the summer and very cold winter, currently structures used in the completion of tiles find concrete buildings characterized by poor thermal performance The research problem was a growing reliance on the means of cooling and heating in residential buildings to achieve thermal comfort in the presence of solutions to exploit energy Through the note we conducted a thermal assessment study of a conventional building, where we looked for ways to optimize the energy consumption in buildings taking into account the conditions of thermal comfort and the role of thermal insulators in improving thermal performance.

Keywords: thermal insulation, energy consumption, buildings, thermal comfort, polystyrene, Thermal Transfer.