الجمـهوريــة الجزائريــة الديمـقراطيــة الشعبيــة

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure

et de la Recherche Scientifique

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي-سكيكدة-

Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique -Skikda-

قسم الفيزياء والكيمياء

Department de Physique et chimie

مُذكّرة تَخرّج

Memoir fin d'étude

مـن إعـداد:

حرّاف ملاك

خلادي أميمة

لِنَيل شَهادَة أُستَاذ التَّعلِيم المُتوسّط – فيزياء

En vue de l'obtention de diplôme : Professeur d'Enseignement -Technologie

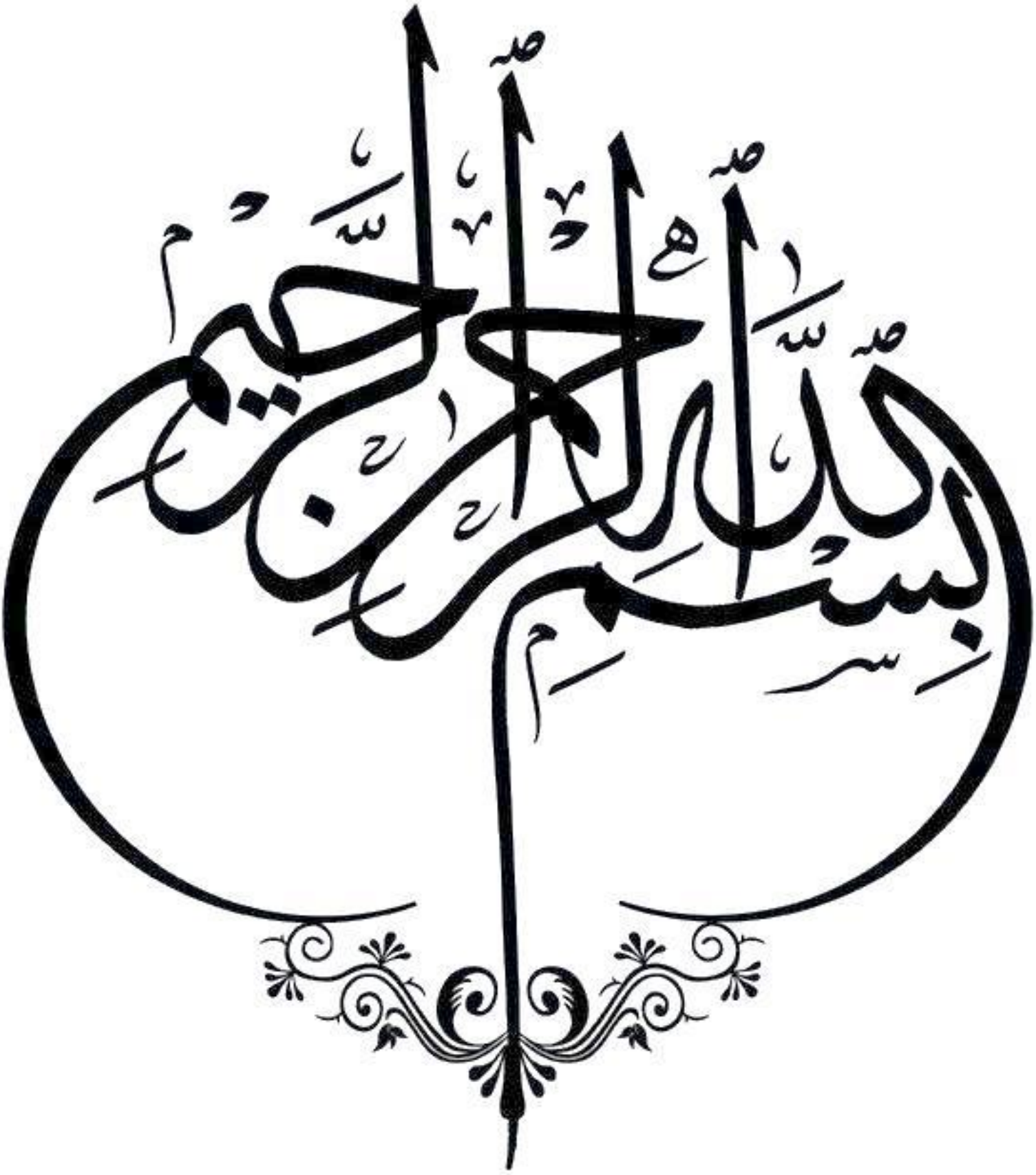
الموضوع

دراسة نظرية لنظام تسخين وتبريد منزلي

تاريخ المناقشة: 2024/06/24 أمام **لجنة المناقشة:**

حساينية عمارة	أستاذ بالمدرسة العليا للأساتذة	رئيسا
مسقالجي سمير	أستاذ بالمدرسة العليا للأساتذة	مشرفا
بوعوينة بركات	أستاذ بالمدرسة العليا للأساتذة	عضو مناقشا
جديدنبيل	أستاذ بالمدرسة العليا للأساتذة	عضو مناقشا

دفعة جوان 2024


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وعرفان

أول شكر لله سبحانه وتعالى على ما أسبغه علينا من نعم، وعلى تيسير السبيل، وتوفيقه لنا وتسديده خطانا لإتمام هذا العمل، فله الحمد والشكر في كل وقت وحين.

يسرنا أن نتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ الفاضل الدكتور مسقالجي سمير الذي أشرف على هذه المذكرة وكان نعم الداعم والموجه في مختلف جوانب هذا العمل ومختلف مراحله نسأل الله سبحانه وتعالى أن يزيده علما ونورا.

والشكر موصول إلى أعضاء لجنة المناقشة : الأستاذ حساينية عمارة، الأستاذ بوعوينة بركات والأستاذ نبيل جديد على قبولهم مناقشة هذا العمل وجهودهم المبذولة لتقييم هذا البحث .

كما نتوجه بجزيل الشكر إلى مدير المدرسة الدكتور بوجعدار جمال وإلى رئيس قسم الفيزياء الأستاذ بوبكري هاني وإلى كل أساتذة المدرسة.

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿و آخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين﴾

الحمد لله حبا وشكرا على البدء والختام، ها أنا اليوم أخطو خطواتي الأخيرة في ذلك الطريق الذي كان يحمل في باطنه العثرات ورغما عنها ظلت قدمي تخطو بكل صبر وطموح وعزيمة وتفائل وحسن ظن بالله. بعد عناء السنين والسهر حيث الناس نائمين، وبعد الفشل الذي جعلت منه سلما يوصلني إلى سلم الناجحين ها أنا ذا أصل...

بكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي :

إلى نفسي الطموحة القوية، العنيدة الأبيَّة، سقطتي ونهضتي، حاولتي وما استسلمتي، واليوم بإذن الرحمان قد وفقتي، فثابري واجتهدي، استمري ولا تترددي، فمادام الرِّزق بيد الله المعبود فلا بُدَّ للسعي أن يكون من غير حدود...إلى ذاتي.

إلى أوَّل هزائمي في الحياة وأعظم خسائري...أبي الحاضر بقلبي دائما الَّذي لم يكمل المشوار معي ورحل قبل أن يرى ثمرة جهده ويعانق النجاح الَّذي لولاه بعد الله لم يكن...فثمرتك يا أبي نجحت وانتصرت حتى على ذاتها لم تثنيها الحياة ولا الأشخاص...إلى فخري الَّذي عاهدته بهذا النَّجاح ها أنا اليوم أتممت وعدي وأهديته إليك... "رحم الله روحك الَّتي لو فنت الدُّنيا ما أتت بمثلها، وجزاك عني خير الجزاء."

إلى من جعل الله الجنَّة تحت قدميها، إلى من احتضنني قلبها قبل يديها وسهلت لي الشدائد بدعائها، إلى حورية قلبي وحبيبة روحي إلى داعمتي الأولى وبلسم جروحي، إلى التي طالما تمنت أن تقرَّ عينها لرؤيتي في يوم كهذا، إلى من يعجز اللسان الثناء عليها والقلم عن وصف فضلها، جزاك الله خير الجزاء في الدارين... أمي الغالية أطال الله في عمرها.

إلى من شدَّ الله بهم ضلعي فكانوا خير معين،

إلى من كانوا سندا ثابتا لا يميل، إلى الشموع التي تنير لي الطريق،

إلى من عشت معهم مُرَّ الحياة وحلوها، إلى من انتظروا هذه اللحظة كثيرا

ليفخروا بي كما أفخر بهم ....إخوتي :"هناء، أسامة، جنى، هارون."

اللهم احفظهم لي .

ملاك

إلى جدي وجدتي، إلى بركة ونور عائلتنا ،أطال الله عمركما.

إلى من غادرونا بأجسامهم ولكنهم لم يغادروا أرواحنا "جدي ،جدتي وعمتي "رحمهم الله.

إلى توأم روحي التي شاركتني كل لحظات حياتي، من فرحي إلى حزني، إلى من تتعافى معها نفسي، إلى من تعالت معها الضحكات، إلى من كانت دائما إلى جانبي، إلى من أيدتني وشجعتني لتحدي الصعاب، إلى إبنة عمتي وصديقة دربي "مريم" ...

اللهم احفظها لي.

إلى أخوات قلبي وصديقات عمري " شروق ، منال ،أميمة "،إلى رفيقتي في هذا العمل وصديقة الدراسة"أميمة" ،إلى من قضيت معهم مشواري الدراسي والجامعي.

إلى عائلة أمي الحبيبة،إلى عائلة أبي العزيز كل باسمه ومقامه.

إلى من أرادوا بي كسرا فخيب الله ظنهم وزدت قوة وجبرا...

إلى كل من علمني حرفا ،وكل الأساتذة الذين ساهموا في نيلي لعلم فادني ويفيدني في المستقبل.

إلى كل من وسعه قلبي ولم يسعه لساني، إلى كل من سقط من قلمي سهوا.

إلى أهلنا وإخواننا في غزة، من يضربون المثل في الشهامة والعزة ،لم يكن العام سهلا ونحن نشاهدكم تتألمون وللحقِ تسلبون. سامحونا فما باليد حيلة سوى أن ندعو الله المعبود أن يؤيدكم بنصر قريب على القوم الظالمين.

وفي الأخير أتمنى أن أحظى بأيام تليق بي ، وبضحكات تنعش قلبي ،وأن أمضي في درب أنا أحبه. أدعو الله تعالى أن ييسر دربنا و يسدد خطانا.

ملاك

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿و آخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين ﴾

فالحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، الحمد لله الذي هدانا إلى طريق العلم و المعرفة، الحمد لله الذي وفقنا لإنجاز هذه المذكرة و إتمام هذا البحث العلمي المتواضع و الذي أهديه :

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها و سهلت لي الشدائد بدعائها، إلى التي طالما تمنت أن تقر عينها لرؤيتي في يوم كهذا و احتضنني قلبها قبل يديها، سر قوتي و نجاحي

أمي العزيزة

إلى الذي زين اسمي بأجمل الألقاب، إلى من كلل العرق جبينه و من علمني أن النجاح لا يأتي إلا بالصبر و الإصرار، من بذل الغالي و النفيس و استمديت منه قوتي و اعتزازي بذاتي

أبي العزيز

إلى ضلعي الثابت و أمان أيامي، إلى من شد الله بهم عضدي فكانوا لي خير معين، إلى أختي و أخي الغاليان: بسملة و عبد المهيمن.

إلى جدي و جدتي حفظهم الله و أطال أعمارهم، إلى خالاتي و أخوالي و أولادهم، من أفاضوني بمشاعرهم و نصائحهم المخلصة وكانوا لي عونا و سندا في هذا الطريق.

إلى من رزقني الله حبهم، إلى من جمعني بهم القدر و تقاسمت معهم أيام الدراسة فكانوا معي على طريق النجاح و الخير، إلى صديقاتي: إسراء ألفة، منال، شروق، رونق، أميمة، هدى. وأخص بالذكر صديقتي و رفيقتي في هذا العمل: ملاك.

إلى كل الأساتذة الذين جدوا في إعطائنا العلم بإتقان و تفاني، إلى كل من كان عونا و سندا في هذا الطريق، إلى كل من سقط من قلمي سهوا، إلى كافة أفراد عائلة أبي و أمي دون استثناء، أهدي هذا العمل المتواضع.

فالحمد لله حبا و شكرا و امتنانا على البدء و الختام، و الحمد لله على ما وهبني.

و في الختام أدعو الله أن ييسر دربنا و يسدد خطانا، فمن قال أنا لها بفضله تعالى نالها.

أميمة

فهرس المحتويات

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تشكر	//
02	اهداء	//
03	فهرس المحتويات	//
04	فهرس الأشكال	//
05	فهرس الجداول	//
06	قائمة المختصرات	//
07	قائمة الرموز	//
08	مقدمة عامة	01
	الفصل الأول: أساسيات التبريد والتسخين	
10	مقدمة	04
11	I .1.الراحة الحرارية	04
12	I.2.نقل الحرارة	05
13	I.1.2.تعريف نقل الحرارة :	05
14	I .2.2.طرق نقل الحرارة	06
15	I .2.2. 1.نقل الحرارة بالتوصيل	06
16	I.2.2.2. نقل الحمل الحراري	07
17	I.2.2 .3. انتقال الحرارةبالإشعاع	08
18	I.3.مفاهيم حرارية :	08
19	I.3. 1.التدفق الحراري	08
20	I.3. 2.معامل التوصيل الحراري	09
21	I .3. 3.المقاومة الحرارية:	09
22	I.3. 4.معامل انتقال الحرارة(U) :	09
23	I.3. 5.السعة الحرارية النوعية (Cp)	09
24	I.3. 6.السعة الحرارية(C) :	09
25	I.4.العزل الحراري:	10
26	I.4 .1 . تعريف العزل الحراري	10
27	I.4. 2.المواد العازلة :	10

28	I.4. 3.طرق العزل الحراري :	11
29	I.4. 3. 1.عزل الجدران:	11
30	I.4. 3. 2.عزل السقف	11
31	I.4. 3.3. النوافذ:	12
32	I.4.4.معايير اختيار المواد العازلة:	13
33	I.4. 5.الفوائد الخاصة بالعزل الحراري :	14
34	I.5.المضخات الحرارية:	14
35	I.5. 1.تعريف المضخات الحرارية:	14
36	I.5 .2.مكونات المضخة الحرارية:	15
37	I.5. 3.مبدأ عمل المضخات الحرارية:	15
38	I. 5. 4.أنواع المضخات الحرارية:	16
39	I.5.5. معامل الأداء «COP»للمضخات الحرارية	18
40	I.5. 6.مزايا وعيوب المضخات الحرارية :	18
41	I.5. 6. 1.المزايا:	18
42	I.5. 6. 2.العيوب	19
43	الخاتمة	19
	الفصل الثاني: أنظمة التدفئة والتكييف	
45	مقدمة	21
46	II.1. أنظمة التدفئة	21
47	II.1.1. تعريف التدفئة	21
48	II.2.1. طرق التدفئة	21
49	II.1.2.1. التدفئة الموضعية (المحلية) (المباشرة)	21
50	II.2.2.1. التدفئة المركزية (الغير مباشرة)	21
51	II.1.2.2.1.أصناف التدفئة المركزية :	22
52	II.1.2.2.1. 1.التدفئة بالبخار :	22
53	II.2.1.2.2.1.التدفئة بالماء الساخن :	22
54	II.3.2.2.1. التدفئة بالهواء الساخن :	26
55	II.4.2.2.1. أجزاء وحدة التدفئة المركزية :	27
56	II.5.2.2.1. الدورة الحرارية :	28

57	II.1.2.6.2.1.الاستطاعة الحرارية للتدفئة المركزية :	28
58	II.1.3.منظومات توزيع الحرارة:	29
59	II.1.3.1. منظومة المشعات الحرارية:	29
60	II.1.2.3.2. منظومات التدفئة الأرضية أو تحت الأرضية أو داخل الأرضية:	30
61	II.1.3.3.1. منظومة الهواء الدافئ :	31
62	II.1.4.1.طرائق التحكم في التدفئة المركزية	31
63	II.1.4.1.1. مثبت درجة حرارة الغرفة	31
64	II.1.4.2.1. المؤقت الزمني/المبرمج	32
65	II.1.4.3.1. صمام المشع الحراري الثرموستاتيكي:	32
66	II.1.4.4.1. التحكم الرقمي	33
67	II.1.4.5.1. التحكم في عمل مضخة التسريع :	33
68	II.1.5.1.أداء منظومات التدفئة المركزية	34
69	II.1. 6.1.أنواع أنظمة التدفئة :	34
70	II .1. 6. 1.أنظمة الوقود الأحفوري	34
71	II.1.1.6.1.1. مدفأة الغاز	35
72	II.1.2.6.1.1.سخان الماء بالغاز	35
73	II.1.2.6.1.أنظمة التدفئة الكهربائية	37
74	II.1.1.6.1.1. المدفأة الكهربائية	37
75	II.1.2.6.1.1.سخان الماء بالكهرباء	38
76	II.1.3.6.1.1. المضخة الحرارية (heat pump):	39
77	II.1.3.6.1.1. التدفئة بالحطب :	40
78	II.1.7.1. مزايا أنظمة التدفئة :	40
79	II.1.8.1.عيوب أنظمة التدفئة :	41
80	II.1.9.1.التأثير على البيئة	42
81	II.1.10.1.الحرارة الضائعة :	43
82	II.1.10.1.1. أنظمة استعادة الحرارة(HRS) :	43
83	II.1.11.1.1. التدفئة بالطاقة الشمسية :	44
84	II.1.11.1.1 .أنظمة تدفئة شمسية خاملة	44
85	II.1.11.2.1. انظمة التدفئة الشمسية النشطة:	46

86	II.1.2.11.1. نظام تدفئة بالهواء الساخن:	46
87	II.2.2.11.1. نظام التدفئة بالماء الساخن:	46
88	II.12.1. التدفئة باستخدام طاقة جوف الأرض	47
89	II.13.2.تكلفة أنظمة التدفئة :	49
90	II.2.أنظمة التهوية وتكييف الهواء:	51
91	II.1.2. التهوية:	51
92	II.1.1.2.تعريف التهوية	51
93	II.1.2 .2. طرق تهوية المباني:	51
94	II.1.2. 3.الشروط الواجب توافرها في وحدات التهوية	53
95	II.1.2. 4.تجهيزات التهوية	53
96	II.1.2 .5.المراوح المنزلية	53
97	II.1.2. 5. 1.أنواع المراوح المنزلية	54
98	II.1.2. 5. 2.مزايا المراوح المنزلية	54
99	II.1.2. 5. 3.عيوب استخدام المراوح المنزلية	54
100	II.2. 2.التكييف	54
101	II.2. 2. 1.انواع انظمة التكييف	55
102	II.2. 2. 1.1.نظام التمدد المباشر	55
103	II.2. 2. 1.1.1.نظام التكييف المنفصل	55
104	II.2. 2. 2.1.1. التكييف المركزي	60
105	II.2. 2. 1. 2.نظام المياه المثلجة	61
106	II.2.2.2.مميزات وعيوب أنظمة التكييف	64
107	II .2. 3.الثلاجة	65
108	II.2. 3. 1.مزايا وعيوب الثلاجة	65
109	II.2. 4.تكلفة تشغيل أنظمة التكييف والتبريد	66
110	خاتمة	70
	الفصل الثالث دراسة الحصيلة الطاقوية	
112	مقدمة	72
113	III.1.المدخلات الحرارية	72
114	III.1. 2.حساب المدخلات الحرارية	72

115	III. 1 .3.المدخلات الحرارية المحسوسة والكامنة	73
116	III. 1. 5.المدخلات الحرارية الكلية الحساسةAT_s ،والكامنة AT_i	75
117	III. 1. 6.التحقق التنظيمي	75
118	III.1. 7.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الصلبة الأفقية	76
119	III.1. 8.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الصلبة العمودية	76
120	III.1. 9.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الزجاجية	77
121	III.1. 10.المدخلات الحرارية من خلال الجدران الصلبة	78
122	III.1. 10 .1. الجدران الخارجية	78
123	III. 1. 10 .2. الجدران الداخلية	80
124	III.1. 10 .2. جدران على اتصال مع الأرض	81
125	III.11.1.المدخلات الحرارية عبر الجدران الزجاجية	82
126	III.1. 12.المدخلات الحرارية الداخلية	84
127	III.1. 12. 2.المكاسب الناتجة عن الآلات الكهربائية	86
128	III.2. 3.المكاسب الناتجة عن الإضاءة	86
129	III.2.الخسائر الحرارية	87
130	III. 2. 1.الأسس الحسابية والمتطلبات	87
131	III. 2. 1.1.تعريفات	88
132	III.2.2.التعبير العام للخسائر	88
133	III .2.2. 1.الخسائر الحرارية الإجمالية للمسكن	88
134	III.2.2.2.الخسائر الحرارية الإجمالية لحجم حراري	88
135	III.2.2. 3.الخسائر الحرارية عبر النقل لحجم	89
136	III.2.2. 4.الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء لحجم	89
137	III.2. 3.التحقق وحساب الخسائر الحرارية المرجعية	90
138	III.2. 3. 1.التحقق	90
139	III.2. 3. 2.حساب الخسائر الحرارية المرجعية	90
140	III.2. 4.حساب الخسائر الأساسية	90
141	III.2. 4. 1.الخسائر الأساسية الكلية	91
142	III.2. 4. 2.الخسائر الأساسية لحجم حراري	91
143	III.2. 4. 3.درجة الحرارة الداخلية الأساسية	91

144	III.2. 4.4.درجة الحرارة الخارجية الأساسية	92
145	III.2. 5.خسائر الحرارة السطحية عن طريق الانتقال عبر الجدران	92
146	III.2. 5. 1. الجدران الصلبة	92
147	III.2. 5. 2.معامل k للجدران الصلبة	92
148	III.2. 5. 3.التعبير العام	93
149	III.2. 6.معاملات kللجدران الزجاجية	93
150	III.2 7.الفقد الحراري عبر الجسور الحرارية	94
151	III.8.فقدان الحرارة عبر النقل من خلال الجدران المتصلة بالأرضية السفلية	96
152	III.3. الحصيلة الطاقوية لفصل الصيف(التبادلات الحرارية)	97
153	III.1.3. حساب المدخلات : (الطاقات الداخلة للنظام)	98
154	III.1.1.3. الغرفة 1	98
155	III.1.1.1.3. الجدار الجنوبي	98
156	III.1.1.1.1.3. المدخلات من خلال الجدران الصلبة	98
157	III.1.1.1.2.3. الواردات عبر الجدران الزجاجية ((AV (t)	98
158	III.2.1.1.3. الجدار الشرقي	104
159	III.3.1.1.3. الجدار الغربي	108
160	III.2.1.3. الغرفة 2	113
161	III.1.2.1.3. الجدار الشرقي	113
162	III.2.2.1.3. الجدار الشمالي	117
163	III.3.1.3. المطبخ	123
164	III.1.3.1.3. الجدار الشمالي :	123
165	III.4.1.3. الحمام	129
166	III.1.4.1.3. الجدار الشمالي	129
167	III.2.4.1.3. الجدار الغربي	135
168	III.5.1.3. البهو	141
169	III.1.5.1.3. الجدار الغربي	141
170	III.6.1.3. المدخلات من خلال السقف	150
171	III.1.6.1.3. الواردات من خلال الجدران الصلبة	150
172	III.2.6.1.3. التحقق التنظيمي	150

173	III.4.3. حساب درجات حرارة الأسطح المختلفة للجدار	159
174	خاتمة	166
	الفصل الرابع دراسة النموذج المقترح	
176	مقدمة	168
177	IV.1.الهدف التجريبي	168
178	IV.2.الدراسة النظرية	168
179	IV.2. 1.مبدأ عمل المضخة الحرارية أو الآلة المبردة	169
180	IV.2. 2.الآلة الحرارية المنتجة للعمل (آلة المحرك)	169
181	IV.2. 3.دورة آلة التبريد	172
182	IV.2. 4.نظام عمل المضخة الحرارية	172
183	IV.3. العلاقات المستعملة خلال هذا العمل التطبيقي	174
184	IV.4. الدراسة التجريبية	175
185	IV.5. تحليل النتائج التجريبية	176
186	خاتمة عامة	182
187	قائمة المراجع	187
188	ملخص	//

فهرس الجداول:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	(1.II) : مردود المراجل طبقاً لنوع الوقود	**34**
02	(II. 2): تكلفة أنظمة التدفئة.	**50**
03	(3.II) تكلفة تشغيل أنظمة التكييف والتبريد	**67**
04	(1.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصل الصيف.	**152**
05	(2.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 1	**152**
06	(3.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 2	**153**
07	(4.III) : ملخص الإمدادات في المطبخ	**153**
08	(5.III) : ملخص الإمدادات في الحمام	**154**
09	(6.III) : ملخص الإمدادات في البهو	**154**
10	(7.III) : ملخص الإمدادات عبر السقف	**154**
11	(8.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصل الشتاء	**155**
12	(9.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 1	**156**
13	(10.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 2	**156**
14	(11.III) : ملخص الإمدادات في المطبخ	**157**
15	(12.III) : ملخص الإمدادات في الحمام	**157**
16	(13.III) : ملخص الإمدادات في البهو	**157**
17	(14.III) : ملخص الإمدادات عبر السقف	**157**
18	(15.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصلي الخريف و الربيع .	**158**
19	(16.III): تغير درجات الحرارة عبر جدار صلب.	**159**
20	الجدول (17.III) : ملخص الفقد الحراري.	**162**
21	الجدول (18.III) : ملخص الفقد الحراري خلال فصل الشتاء.	**165**
22	جدول(1.VI) القيم التجريبية	**177**
23	جدول 2.IV. كمية الطاقة المفقودة والمكتسبة على جانبي المكثف والمبخر	**179**

فهرس الأشكال:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	شكل.1.I.الظواهر المختلفة التي تؤثر في خصائص الراحة الحرارية.	**5**
02	**شكل.2.I. انتقال الحرارة بالتوصيل.**	**7**
03	شكل.3.I.انتقال الحرارة بالحمل الحراري.	**7**
04	شكل. 4.I.انتقال الحرارة بالإشعاع.	**8**
05	شكل.5.I.العزل الحراري.	**10**
06	شكل .6.I.طريقة عزل الجدار.	**11**
07	شكل.7.I.طريقة عزل السقف.	**12**
08	شكل. 8.I.طريقة عزل النوافذ.	**13**
09	شكل. 9.I. طريقة عمل المضخة الحرارية.	**16**
10	شكل.10.I. مضخة حرارية هوائية.	**17**
12	شكل.11.I. مضخة حرارية أرضية.	**17**
13	الشكل.1.II .مخطط نظام أحادي الأنابيب.	**23**
14	الشكل.2.II. مخطط نظام مزدوج الأنابيب.	**24**
15	الشكل.II .3 .**انتشار حرارة التدفئة من المشعات الحرارية.**	**30**
16	**الشكل. II.4.شبكة أنابيب التدفئة الأرضية.**	**30**
17	**الشكل.II.5.توزع الحرارة في التدفئة الأرضية.**	**31**
18	الشكل.6.II.المؤقت الزمني(المبرمج)	**32**
19	الشكل .II. 7.صمام المشع الحراري الثرموستاتيكي .	**33**
20	الشكل .8.II.منظومة تدفئة بمضخة مركزية لا تحقق التوازن الهدروليكي الآلي.	**33**
21	الشكل.9.II .منظومة تدفئة بمضخات فرعية تحقق التوازن الهدروليكي الآلي.	**33**
22	الشكل: II. 10. سخان الماء بالغاز	**36**
23	الشكل.11.II. مدفأة كهربائية.	**38**
24	الشكل .12.II. سخان الماء الكهربائي	**39**
25	الشكل .II .13.معاملات انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون عند مردودات متماثلة.	**43**
26	الشكل .II .14.مبدأ جدار ترمب.	**46**

27	الشكل .II.15.نظام تدفئة شمسي نشط يعمل بتدوير الهواء الساخن.	**47**
28	الشكل .II .16.نظام تدفئة نشط يعمل بالماء الساخن.	**47**
29	شكل.II.17. التهوية الطبيعية.	**51**
30	شكل.II.18.التهوية الميكانيكية.	**52**
31	شكل.II.19.التكييف المركزي المنفصل.	**56**
32	شكل. II.20.جهاز التكييف المنفصل ذو وحدة داخلية واحدة.	**57**
33	شكل. II.21.جهاز تكييف سقفي أرضي.	**57**
34	شكل.II.22. جهاز التكييف السقفي.	**58**
35	شكلII.23. جهاز المكيف المخفي في السقف.	**59**
36	شكل. II.24.جهاز التكييف المنفصل المتعدد (نظام VRF).	**59**
37	شكل. II.25.مكيف الشباك.	**60**
38	شكل. II.26. التكييف المركزي.	**61**
39	شكل. II.27.مبرد يعمل بالهواء.	**62**
40	شكل. II.28.مبرد يعمل بالماء.	**62**
41	شكل. II.29.برج التبريد.	**63**
42	شكل.II.30.ثلاجة منزلية.	**65**
43	شكل.IV.1.آلة حرارية منتجة للعمل.	**169**
44	شكل.IV.2.آلة حرارية مستهلكة للعمل.	**170**
45	شكلIV.3.رسم تخطيطي لدورة التسخين.	**170**
46	شكل.IV.4.رسم تخطيطي لآلة التبريد.	**172**
47	شكل.IV.5.المنحنى يوضح تغير الضغط بدلالة الأنتالبي النوعي أثناء دورة وسيط التبريد(R1348) لمضخة حرارية مثالية .	**173**
48	شكل .IV.6.الأجهزة التجريبية المستعملة.	**175**
49	شكل .IV.7.خزان به وسيط التبريد (R1348)	**176**

قائمة الاختصارات:

الإختصار	باللغة الأجنبية	باللغة العربية
ITI	L’isolation par l’intérieure	العزل الحراري للجدران من الداخل
ITE	L’isolation par l’extérieur	العزل الحراري للجدران من الخارج
COP	Coefficient Of Performance	معامل الأداء
HVAC	Heating Ventilation and Air conditioning	أنظمة التدفئة، التكييف والتبريد.
DTR	Document technique réglementaire	وثيقة فنية تشريعية

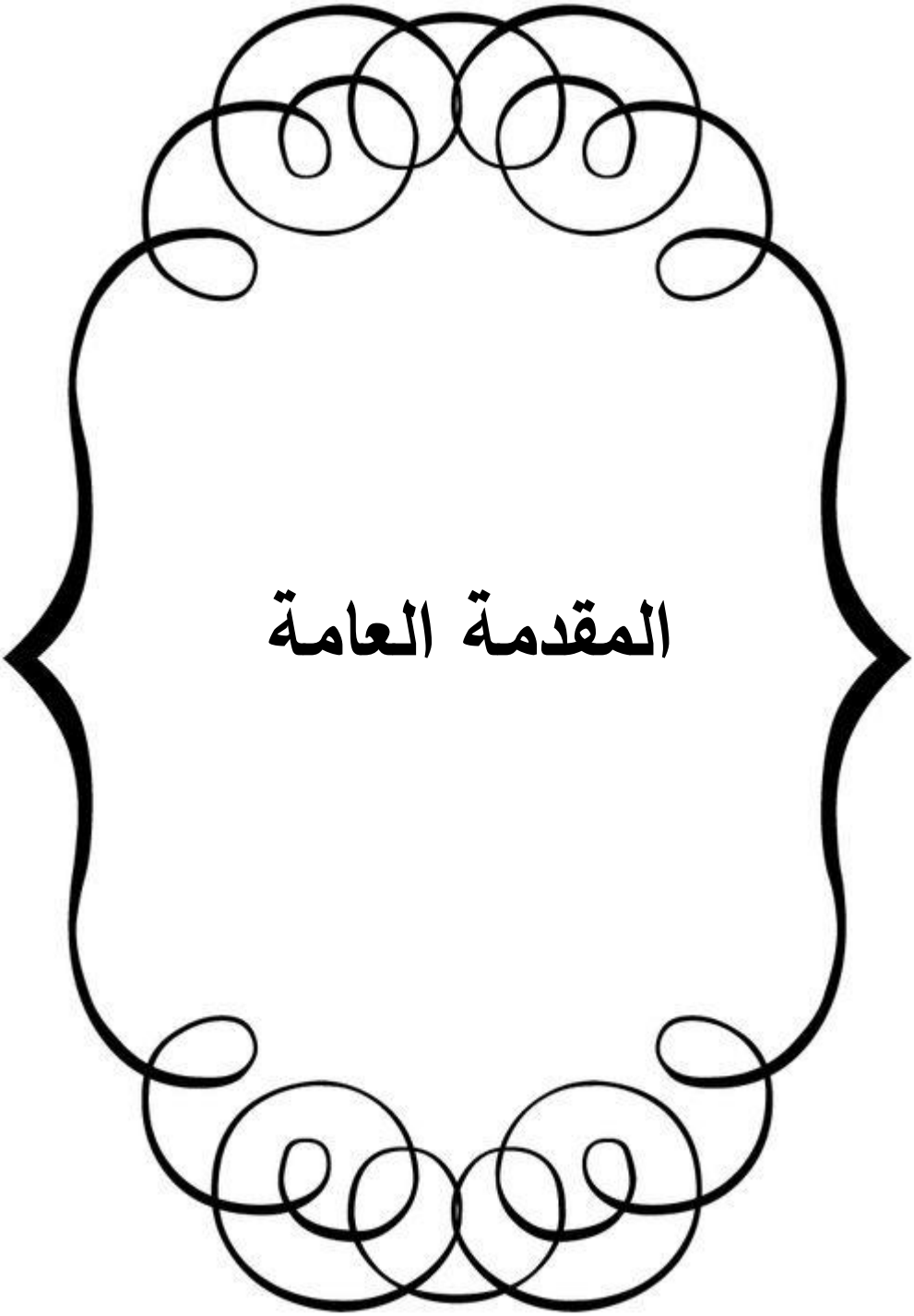
قائمة الرموز

الرمز	المقدار الفيزيائي	وحدته في النظام الدولي
Q	التدفق الحراري	W
λ	معامل التوصيل الحراري	W/(m·K)
R	المقاومة الحرارية	m² K/W
U	معامل انتقال الحرارة	w/ m² K
Cp	السعة الحرارية النوعية	J/k.kg
C	السعة الحرارية	J/k
Cop	معامل الأداء	/
Qc	حرارة المكثف	J
W	العمل المقدم	J
As	المدخلات الحرارية المحسوسة	**(W)**
Al	المدخلات الحرارية الكامنة	**(W)**
APO	المدخلات الحرارية من خلال الجدران الصلبة	**(W)**
AV	المدخلات الحرارية من خلال الجدران الزجاجية	**(W)**
Ais	المدخلات الحرارية الداخلية المحسوسة	**(W)**
AIL	المدخلات الحرارية الداخلية الكامنة	**(W)**

AINFs	المدخلات الحرارية المحسوسة الناتجة عن تسرب الهواء	**(W)**
AINFl	المدخلات الحرارية الكامنة الناتجة عن تسرب الهواء	**(W)**
Aes	المدخلات الحرارية الفعلية المحسوسة	**(W)**
AEl	المدخلات الحرارية الفعلية الكامنة	**(W)**
ARENs	المدخلات الحرارية المحسوسة الناتجة عن التهوية في المباني.	**(W)**
ARENl	المدخلات الحراريةالكامنة الناتجة عن التهوية في المباني.	**(W)**
BF	معامل التسرب	**/**
$C\Delta_{as}$	معامل زيادة المدخلات الحرارية المحسوسة	**/**
$C\Delta al$	معامل زيادة المدخلات الحرارية الكامنة	**/**
$\mathbf{AT_s}$	**المدخلات الحرارية الكلية المحسوسة**	**(W)**
$\mathbf{AT_i}$	**المدخلات الحرارية الكلية الكامنة**	**(W)**
A_{REF}	المدخلات الحرارية المرجعية	**(W)**
$A_{REF,PH}$	المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران الصلبة الأفقية	**(W)**
$A_{REF,PV}$	المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران الصلبة العمودية	**(W)**
$A_{REF,PVI}$	المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران الزجاجية	**(W)**
a	معامل مرتبط بطبيعة البناء	**(W/m².°C)**
S_{int}	مساحة الجدار الأفقي الداخلية	**(m^2)**
$\Delta TS_{REF,PH}$	الفرق في درجة الحرارة المرجعية للجدران الأفقية	**(°C)**
c	معامل يرتبط بطبيعة البناء وظروف المنطقة المناخية	**(W/m².°C)**
$\mathbf{\Delta TS_{REF\ ;PVI}}$	الفرق في درجة الحرارة المرجعية للجدران الصلبة العمودية	**(°C)**
$\mathbf{AVE_{REF}}$	مدخلات الحرارة المرجعية بسبب الإضاءة الشمسية	**(W)**
$\mathbf{AVT_{REF}}$	مدخلات الحرارة المرجعية بسبب فرق درجة الحرارة.	**(W)**
SV	مساحة الزجاج الكلي	**(m^2)**
$\mathbf{SV_{ENS}}$	مساحة الزجاج المعرضة لأشعة الشمس	**(m^2)**
It	كثافة الإشعاع الشمسي الكلية القصوى الفعلية التي تصل إلى سطح ما	**(W/m²)**
Id	كثافة الإشعاع الشمسي المنتشر القصوى الفعلية	**(W/m²)**

FS_{REF}	عامل الشمس المرجعي	/
$NPVI_{REF}$	معامل تخفيف نسبي للمدخلات المرجعية للجدران الزجاجية للاتجاه المعني	/
$K_{été}$	**معامل انتقال الحرارة في الجزء المستمر من الجدار المعتبر لفصل الصيف**	**(W/m².°C)**
Δte(t)	**الفرق المكافئ في درجة الحرارة في اللحظة t.**	**(°C)**
Δtes (t)	الفرق المكافئ في درجة الحرارة في الساعة t في حالة اعتبار أن الجدار في الظل.	**(°C)**
CΔte(t)	عامل تصحيح	**(°C)**
Δtem(t)	الفرق المكافئ في درجة الحرارة في الساعة t بالنسبة لاتجاه الجدار المعني	**(°C)**
It,b	الإشعاع الكلي الأساسي للشهر.	**(W/m²)**
It,b(40)	هو الإشعاع الكلي الأساسي لشهر جويلية.	**(W/m²)**
TSA	معامل انتقال الحرارة الكلي للجدران الداخلية	**(°C)**
TSB ;I	**درجة حرارة الهواء الجاف داخل الغرفة الموجودة على جانب الجدار**	**(°C)**
S_{OUV}	مساحة الفتحة في الواجهة الصلبة التي تسمح بمرور الحرارة	**(m^2)**
TSe(t)	درجة حرارة الهواء خارج المبنى في الساعةt	**(°C)**
CInc	معامل تصحيح	/
NPVI (t)	معامل التخميد	/
FS	معامل التوجيه الشمسي	/
m_{ext}	كتلة الجدران التي تفصل المنطقة الحرارية المدروسة عن البيئة الخارجية	**(kg)**
m_{sep}	كتلة الجدران التي تفصل المنطقة الحرارية المدروسة عن المناطق الحرارية الأخرى	**(kg)**
m_i	كتلة ثابتة	**(kg)**
S_{pl}	مساحة الأرضية للمنطقة الحرارية المدروسة	**(m^2)**
C_{CADRE}	معامل يأخذ في الاعتبار طبيعة الإطار	/
C_{LIMP}	معامل يأخذ في الاعتبار وضوح الغلاف الجوي	/

C_{ALT}	معامل يأخذ في الاعتبار الارتفاع	/
Al_{SJ}	**الجزء المحسوس من المدخل الحراري الداخلي.j**	**(W)**
Wn	الطاقة الاسمية للمصباح أو الأنبوب الفلوريسنت	**(W)**
Cme	معامل تصحيح	/
Ccr	النسبة المئوية للحرارة المتبقية المقابلة للجزء المتبقي من الطاقة في الغرفة	/
Di	**الخسائر الحرارية الكلية للحجم الحراريi .**	**(W/°C)**
$(DT)_i$	الخسائر الحرارية عبرالنقل للحجمi	**(W/°C)**
$(DR)_i$	الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء للحجمi .	**(W/°C)**
$(Ds)_i$	الخسائر الحرارية السطحية عبر أجزاء الجدران التي تلامس الخارج.	**(W/°C)**
$(Dli)_i$	الخسائر عبر الوصلات	**(W/°C)**
$(D_{sol})_i$	الخسائر الحرارية عبر الجدران التي تلامس الأرض	**(W/°C)**
$(Dlnc)_i$	الخسائر الحرارية عبر الجدران التي تلامس الأماكن غير المدفأة.	**(W/°C)**
$(DRv)_i$	الخسائر الحرارية بسبب التشغيل العادي لأجهزة التهوية	**(W/°C)**
$(DRs)_i$	الخسائر الحرارية الإضافية بسبب الرياح	**(W/°C)**
D_T	الخسائر الحرارية عبر النقل للمسكن	**(W/°C)**
D_{REF}	الخسائر الحرارية عبر المرجعية	**(W/°C)**



المقدمة العامة

المقدمة العامة:

إن الحفاظ على الرَّاحة الحرارية داخل المنازل أمر بالغ الأهمية في حياة الإنسان. فمن المهم جدًا توفير بيئة داخلية مريحة طوال العام، تسمح بالتحكم الفعال في درجة الحرارة والرطوبة، مع تقليل استهلاك الطاقة والتكاليف المرتبطة بأنظمة التدفئة، التكييف والتبريد. فهذه الأنظمة تعد من أهم فروع الهندسة بشكل عام والهندسة الميكانيكية بشكل خاص ويرمز لها بالرمز HVAC، وهو اختصار لجملة Heating,Ventilation and Air conditioning ويمكن أن نطلق عليه نظام التكييف دون إلحاقه بكلمة التبريد لأن التكييف وحده شامل ومعبر عن عملية التبريد والتدفئة.

تستخدم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المباني السكنية لتزويد الأشخاص بالراحة الحرارية عن طريق التحكم بدرجة حرارة الهواء ورطوبته. إذ يتم تصميم أنظمة HVACلتحقيق الراحة المطلوبة بأعلى فعالية فهي تحتوي على عناصر ميكانيكية، كهربائية وكيميائية، حيث تتضمن العناصر الميكانيكية الأجزاء المتحركة وتتضمن العناصر الكهربائية المراوح والضواغط، أما العناصر الكيميائية فتتضمن الوقود ووسائط التبريد في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه البيئة والاقتصاد، أصبح من الضروري التفكير في تطوير أنظمة تدفئة وتبريد فعالة ومستدامة في نفس الوقت. إذ يعاني العديد من ارتفاع فواتير الطاقة وانبعاثات الكربون الزائدة الناتجة عن أنظمة التدفئة والتبريد التقليدية. لذا ينبغي التفكير في التحول نحو استخدام أنظمة أكثر فعالية.

ففي موضوع بحثنا هذا سنتطرق الى تقديم فكرة نظام متعدد الوسائط بحيث يتيح للمستخدمين الاستفادة من فوائد التدفئة والتبريد بشكل متكامل وفي آن واحد، كما يساهم في التقليل من استهلاك الطاقة والانبعاثات الضارة وبالتالي يعزز الاستدامة البيئية.

بشكل عام، تسعى هذه الدراسة إلى تقديم حلول شاملة وفعالة لتحقيق الراحة الحرارية المثلى في المنازل، مع الأخذ بعين الاعتبار الكفاءة الطاقوية والاستدامة البيئية.

قسمنا هذا البحث إلى أربع فصول، بداية بالفصل الأول الذي تعرفنا فيه على مفهوم الراحة الحرارية وكيفية تحقيقها، وذلك من خلال فهم طرق نقل الحرارة المختلفة: التوصيل والحمل والإشعاع. كما سيتم استعراض المبادئ الحرارية الأساسية، بما في ذلك موضوع العزل الحراري وأهميته في تقليل الحمل الحراري للمبنى. علاوة على ذلك، سيتم التركيز بشكل مفصل على تقنية المضخة الحرارية وآلية عملها، باعتبارها أحد الحلول الفعالة لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة داخل المنازل. كما سيتم شرح مبدأ عمل المضخة الحرارية وميزاتها مقارنةً بالأنظمة التقليدية.

أما في الفصل الثاني، تعرفنا على مختلف أنظمة التكييف والتدفئة من حيث الكفاءة والأداء. كما سيتم استعراض مزايا وعيوب كل نظام على حدى.

في الفصل الثالث قمنا بإجراء تحليل الحصيلة الطاقوية لمنزل عائلي، حيث طبقنا المفاهيم التي تم تغطيتها في الفصل الأول وذلك لتحليل احتياجات التبريد والتسخين وتقييم كفاءة استخدام الطاقة.

بينما في الفصل الرابع، قمنا بإنجاز عمل تجريبي لمضخة حرارية، بهدف دراسة كفاءتها وقدرتها على التبريد والتسخين المنزل. كما طرحنا في هذا الفصل فكرة نظام جديد يعتمد أساسا على المضخات الحرارية، نظام تتم فيه التبادلات الحرارية بشكل شبه تام، نسعى من خلاله إلى تخفيض الاستهلاك في الطاقة.

وقد كنا نطمح لإجراء محاكاة لهذا النظام باستعمال برنامج المحاكاة T*SOL، إلا أنه وللأسف لم نجد في واجهته نموذج يخدم فكرة نظامنا لأنه يتوفر فقط على نماذج جاهزة، فاكتفينا بدراسة نظرية فقط، والتي نأمل بأن تتحول إلى دراسة تطبيقية.

الفصل الأول

أساسيات التبريد والتسخين

مقدمة:

لضمان ظروف الراحة الحرارية المناسبة داخل المبنى، تستهلك أنظمة التدفئة والتبريد كميات كبيرة من الطاقة. ولتقليص هذا الاستهلاك، فإن اختيار نظام تدفئة وتبريد فعال أمر بالغ الأهمية من الناحية الفنية والاقتصادية والبيئية.

في هذا الفصل، سنتعرف عن معنى الراحة الحرارية وسنقدم لمحة عامة عن طرق نقل الحرارة الثلاثة الرئيسية: التوصيل والحمل والإشعاع. كما سنناقش أنواع العزل الحراري المستخدمة في المباني وأنواع مواد العزل المختلفة. وكذلك دور المضخات الحرارية في توفير التدفئة والتبريد بكفاءة.

1.I.الراحة الحرارية :

تُعرف الراحة الحرارية بأنها حالة من التوازن بين جسم الإنسان وبيئته، وتتحقق من خلال الحفاظ على درجة حرارة الجسم عند حوالي 36.7 درجة مئوية. وذلك أساسا من خلال:

• الجو المناسب (درجة حرارة التشغيل، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الخ) يسمح للمقيمين بالعيش بشكل مريح في الصيف والشتاء.

• صحة السكان (تلبية احتياجات الأكسجين، وإزالة الروائح والغازات الضارة، وغيرها).

معايير الراحة الحرارية:

درجة الحرارة، وسرعة الهواء، والرطوبة هي المعايير الفيزيائية الرئيسية التي تحكم إحساس الراحة الحرارية:

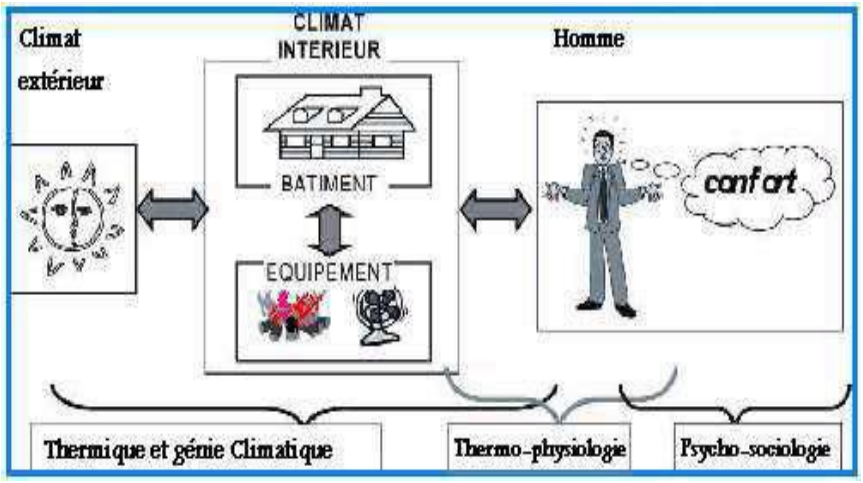
❖ **درجة حرارة الهواء المحيط:** تعتمد على أنشطة السكان والتغيرات في درجات الحرارة الخارجية، وأداء نظام التدفئة والتبريد المستخدم، تُقدر درجة الحرارة المحيطة المريحة عادة بما يتراوح بين 20 درجة مئوية و22 درجة مئوية.

❖ **رطوبة الهواء:** والتي تحدد كمية بخار الماء الموجودة في الهواء المحيط. تتراوح نسبة الرطوبة النسبية للهواء من 30% إلى 70%

❖ **سرعة الهواء:** والتي تؤثر على التبادلات الحرارية بالحمل والإشعاع على السكان، وذلك لأن التيارات الهوائية تسبب إحساسًا بالبرودة بسبب الحمل الحراري الكبير بين الجلد والهواء المحيط. في المبنى يجب ألا تتجاوز سرعة الهواء 0.2(m/s)

يمكن تلخيص الراحة الحرارية في عبارة:

"الراحة الحرارية = التوازن بين الإنسان والبيئة" [1]



شكل.1.I.الظواهر المختلفة التي تؤثر في خصائص الراحة الحرارية.

2.I.نقل الحرارة :

1.2.I.تعريف نقل الحرارة :

يمكن تعريف نقل الحرارة بأنه عملية انتقال الطاقة من منطقة ذات درجة حرارة مرتفعة إلى منطقة أخرى ذات درجة حرارة منخفضة. يتم التحكم في هذه العملية من خلال مجموعة من القوانين الفيزيائية. تُشير المراجع العلمية المُتخصصة في مجال نقل الحرارة إلى وجود ثلاثة طرق رئيسية لنقل الحرارة: التوصيل والحمل والإشعاع. **[2]**

I.2.2.طرق نقل الحرارة :

I.2.2. 1.نقل الحرارة بالتوصيل: التوصيل هو الطريقة التي تنتقل بها الحرارة من خلال مادة أو من جسم إلى آخر في اتصال مباشر، وذلك من خلال تفاعل جزيئي بسيط. تتصادم جزيئات المنطقة الأكثر سخونة مع بعضها البعض بقوة وتنقل طاقة اهتزازها إلى الجزيئات المجاورة.

تنتشر الحرارة بالتوصيل داخل الجسم من خلال آليتين مختلفتين:

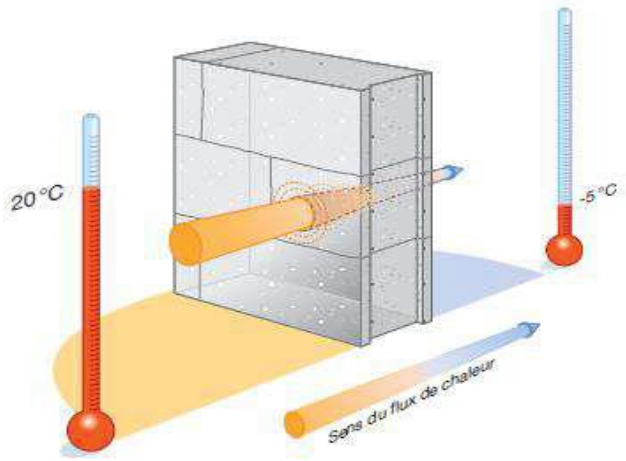
✓ **الانتقال عن طريق اهتزازات الذرات أو الجزيئات:**

- عند ارتفاع درجة حرارة منطقة معينة من الجسم، تزداد سرعة اهتزاز ذراتها أو جزيئاتها.
- تتصادم هذه الذرات أو الجزيئات مع جزيئات مجاورة، وتنتقل طاقتها الحركية إليها.
- تستمر عملية نقل الطاقة الحركية من جزيء إلى آخر حتى تصل إلى جميع أنحاء الجسم، مما يؤدي إلى تساوي درجات حرارة جميع أجزائه.

✓ **الانتقال عن طريق الإلكترونات الحرة:**

- في المواد المعدنية، توجد إلكترونات حرة تتحرك بشكل عشوائي بين ذرات المعدن.
- عند ارتفاع درجة حرارة المعدن، تزداد طاقة هذه الإلكترونات الحركية.
- تصطدم هذه الإلكترونات بالذرات، وتنتقل طاقتها الحركية إليها، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الذرات.
- تنتقل طاقة الحرارة من ذرة إلى أخرى عبر الإلكترونات الحرة، حتى تصل إلى جميع أنحاء المعدن.

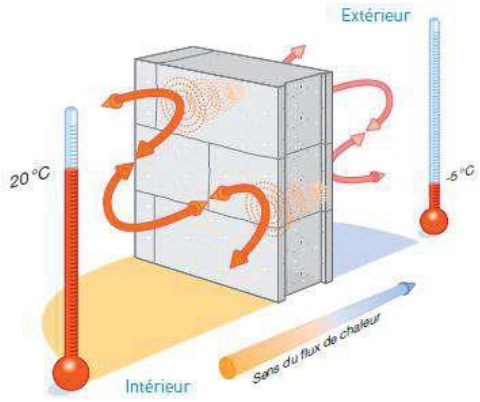
[3]



شكل.I.2. انتقال الحرارة بالتوصيل.

I.2.2.2. نقل الحرارة بالحمل الحراري :تلعب ظاهرة الحمل الحراري دورًا هامًا في نقل الحرارة كلما تحرك سائل ما بالنسبة للعناصر الثابتة. ويوجد نوعين:

- **الحمل الحراري الطبيعي** :عندما تنشأ تيارات داخل السائل فقط بسبب اختلاف الكثافة الناتجة عن اختلافات درجات الحرارة، يُطلق على هذه الظاهرة اسم الحمل الحراري الطبيعي أو الحر.
- **الحمل الحراري القسري** :إذا كانت حركة السائل ناتجة عن مضخة أو مروحة، فإن العملية تسمى الحمل الحراري القسري. **[2]**

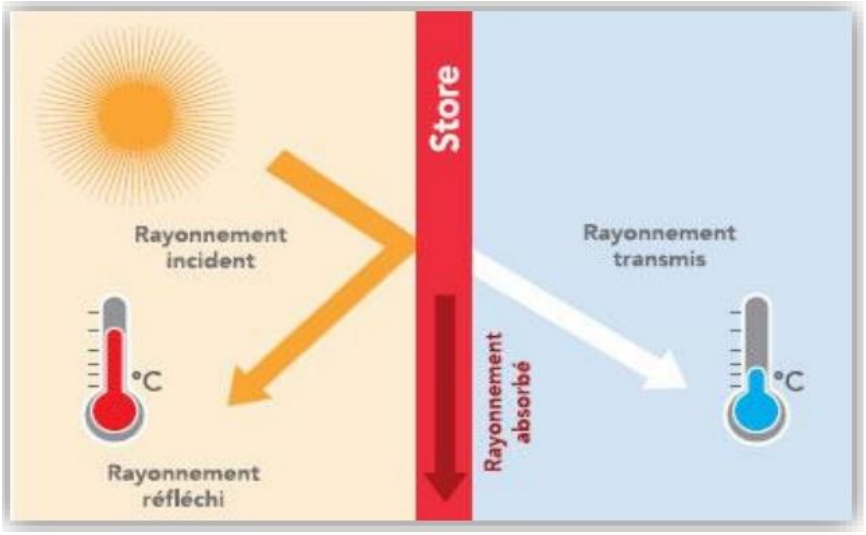


شكل.I.3.انتقال الحرارة بالحمل الحراري.

I.2.2. 3. انتقال الحرارةبالإشعاع:

الإشعاع هو آلية لنقل الحرارة بدون الحاجة إلى وسط مادي. في هذه العملية، تنتقل الطاقة الحرارية من جسم ساخن إلى جسم بارد على شكل موجات كهرومغناطيسية. تتميز عملية نقل الحرارة بالإشعاع بعدة خصائص:

- **لا تتطلب أي وسط مادي:** يمكن أن ينتقل الإشعاع الحراري في الفراغ، أي بدون وجود أي مادة بين الجسمين المتبادلين للحرارة.
- **ينتقل في خط مستقيم:** تنتشر موجات الإشعاع الحراري في خط مستقيم، على عكس الحرارة التي تنتقل عن طريق التوصيل والحمل الحراري، والتي تتأثر بوجود العوائق.
- **تعتمد سرعة انتقال الحرارة على طبيعة الجسمين:** تختلف سرعة انتقال الحرارة بالإشعاع باختلاف خصائص سطح الجسمين المتبادلين للحرارة. **[4]**



شكل. I.4.انتقال الحرارة بالإشعاع.

I.3.مفاهيم حرارية :

I.3. 1.التدفق الحراري :

التدفق الحراري q هو كمية الطاقة الحرارية التي تعبر سطحًا متجانسًا في وحدة من الزمن.[4]

$$q = \frac{\partial Q}{dt} \text{ .....(w)}$$

I.3. 2.معامل التوصيل الحراري :

معامل التوصيل الحراريλ ، هو خاصية فيزيائية تميز قدرة مادة ما على نقل الحرارة. تُعرف بأنها كمية الحرارة التي تنتقل عبر سمك المادة(e) في وحدة الزمن. **[5]**

$$\lambda=\frac{q}{e.\Delta T} \text{ . .....(W/(m·K))}$$

I.3. 3.المقاومة الحرارية:

المقاومة الحراريةR، هي مقياس لقدرة مادة ما على مقاومة تدفق الحرارة عبرها. يتم حسابها عن طريق قسمة سمك المادة (e) على قدرة الموصلية الحرارية للمادة.(λ) **[5]**

$$R=\frac{e}{\lambda} \text{.....} (m^2.K/w)$$

I.3. 4.معامل انتقال الحرارة(U) :

يُعد معامل انتقال الحرارةU، مقياسًا لقدرة مادة أو جدار ما على فقدان الحرارة. يُقاس بوحدة واط لكل متر مربع لكل كلفن.($W/m^2·K$) **[6]**

$$U= \frac{1}{R} \text{ ..... } (w/m^2.K)$$

I.3. 5.السعة الحرارية النوعية (Cp):

تُعرف السعة الحرارية النوعية Cp، بأنها كمية الحرارة التي يجب تطبيقها على 1 كيلوجرام من مادة ما لرفع درجة حرارتها بمقدار 1 كلفن (K).**[6]**

I.3. 6.السعة الحرارية(C) :

السعة الحرارية Cهي الطاقة التي يجب إضافتها لجسم ما لزيادة درجة حرارته بدرجة واحد كلفن(1k). وهي تعبر بوحدة **[6]**

$$C = Cp \times m \text{ .....(J/K)}$$

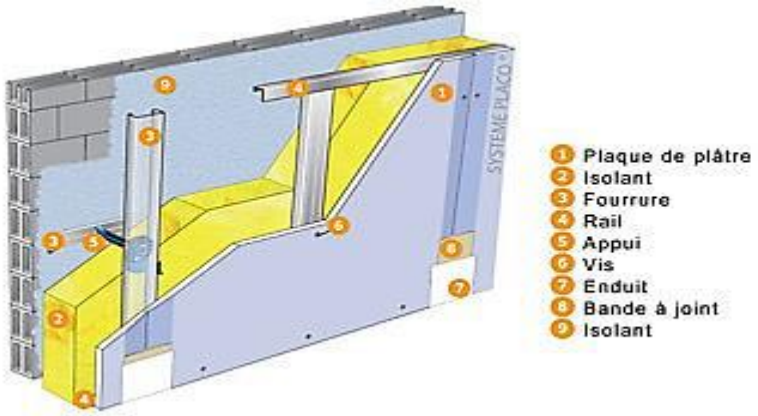
I.4.العزل الحراري:

I.4 .1 . تعريف العزل الحراري:

يُعرّف العزل الحراري على أنه خاصية تمتلكها مادة البناء تتمثل في القدرة على تقليل انتقال الحرارة بين بيئتين مختلفتين. فيسمح ذلك بتقليل استهلاك طاقة التدفئة أو التكييف (يحد من فقدان الحرارة في فصل الشتاء واكتسابها في فصل الصيف)، ويعمل على زيادة الراحة (يحافظ على درجات الحرارة والرطوبة في مستويات الراحة في كل من الصيف والشتاء وينظم مشكلة الجدران الباردة في فصل الشتاء والحارة في فصل الصيف).

اي هو تقنية أو وسيلة مادية (مادة أو مزيج من المواد) تهدف إلى الحد من انتقال الحرارة عن طريق التوصيل والحمل والإشعاع بين الجزء الخارجي والداخلي للمسكن. يعمل العزل على تأخير تدفق الحرارة داخل أو خارج المبنى بسبب مقاومته الحرارية العالية. **[7]**

I.4. 2.المواد العازلة : هي مادة أو مزيج من المواد (صلبة او سائلة او غازية) تتميز بخصائص عزل حرارية ممتازة، أي قدرتها على منع انتقال الحرارة بسهولة.

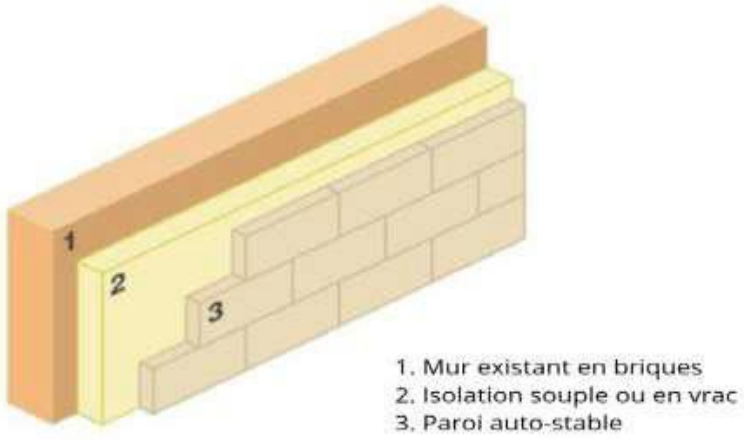


شكل.I.5.العزل الحراري.

I.4. 3.طرق العزل الحراري :

I.4. 3. 1.عزل الجدران:

- **العزل الحراري للجدران من الداخل :(ITI)** ينصح به في المباني الجديدة، بينما يُعدّ ITE مثاليًا لمشاريع الترميم.
- **العزل الحراري للجدران من الخارج :(ITE)** هي تقنية يتم فيها عزل جدران المسكن من الجهة الخارجية. **[8]**



شكل .I.6.طريقة عزل الجدار.

I.4. 3. 2.عزل السقف:

يُعدّ السقف أحد العناصر الرئيسية التي تساهم في فقدان الحرارة في المنازل غير المعزولة حرارياً. وتشير الدراسات إلى أنّ ما بين 20% الى 30% من الحرارة تُفقد من خلال السقف ولكن قد تختلف هذه النسبة اعتمادًا على:

- **شكل المبنى :**تُعدّ المباني ذات الأسقف المسطحة أكثر عرضة لفقدان الحرارة مقارنة بالمباني ذات الأسقف المائلة .

- **مساحة السقف بالنسبة للجدران** :كلما زادت مساحة السقف مقارنة بمساحة الجدران، كلما زاد فقدان الحرارة من خلاله .
- **وجود غرف علوية** : تُعدّ الغرف العلوية مصدرًا إضافيًا لفقدان الحرارة إذا لم تكن معزولة بشكل مناسب.

✓ تختلف طرق عزل السقف حسب نوعه :

- **الأسقف المسطحة** :تتطلب عزلًا خاصًا من الخارج، عادةً باستخدام ألواح البوليسترين أو الصوف المعدني.
- **الغرف العلوية المُجهزة** :يمكن عزلها من الداخل باستخدام مواد عازلة مثل الصوف الزجاجي أو الصوف الصخري.
- **الغرف العلوية المفتوحة** :تتطلب عزلًا من الداخل والخارج، مع الحرص على سدّ جميع الفتحات لمنع تسرب الهواء. **[8]**

شكل.I.7.طريقة عزل السقف.

I.4. 3.3. النوافذ:

تعتبر النوافذ مهمة لضمان العزل الحراري بشكل مزدوج، حيث ينبغي اختيار إطارات ونوافذ ذات عزل حراري فعال، مع مراعاة نوع الإطار (خشب، بلاستيك، معدن). **[8]**

شكل. I.8.طريقة عزل النوافذ.

I.4.4.معايير اختيار المواد العازلة:

هناك عدة معايير رئيسية تحدد جودة وكفاءة المواد العازلة للحرارة أهمها **[9]:**

- **معامل التوصيل الحراريλ:**كلما كان معامل التوصيل الحراري أقل، كانت المادة أفضل في العزل الحراري.
- **المقاومة الحراريةR:** كلما ارتفعت المقاومة الحرارية، كان العزل أفضل.
- **كثافة المادة:**تؤثر كثافة المادة العازلة على خصائصها العازلة. عادةً ما تكون المواد العازلة ذات الكثافة المنخفضة أفضل في العزل الحراري.
- **مقاومة الرطوبة:** يجب أن تكون المواد العازلة مقاومة للرطوبة حتى لا تفقد خصائصها العازلة مع مرور الوقت.
- **مقاومة الحريق:**تُفضل المواد العازلة ذات مقاومة جيدة للحريق لتوفير السلامة والأمان.
- **الاستدامة والصداقة للبيئة:** تُفضل المواد العازلة الصديقة للبيئة والمستدامة، مثل تلك المصنوعة من مواد متجددة أو قابلة لإعادة التدوير.
- **التكلفة:** يجب أن تكون المواد العازلة ذات تكلفة معقولة وفعالة من حيث التكلفة على المدى الطويل.

I.4. 5.الفوائد الخاصة بالعزل الحراري: يُعدّ العزل الحراري مكوّنًا أساسيًا في أي مبنى يسعى لتحقيق الراحة والكفاءة. الميزة الرئيسية للعزل الحراري تكمن في قدرته على تقليل الاعتماد على الأنظمة (الميكانيكية/الكهربائية). العزل الحراري له العديد من الفوائد الأخرى، ومن أهمها:

- **توفير الطاقة:** يساعد العزل الحراري على الحفاظ على درجات الحرارة المرغوبة داخل المباني، مما يقلل من استهلاك الطاقة اللازمة لتدفئة أو تبريد المساحات.
- **الراحة الحرارية:** يساعد العزل الحراري على توفير بيئة مريحة داخل المباني، حيث يحافظ على درجات الحرارة المستقرة ويمنع تسرب الحرارة أو البرودة.
- **حماية البنية التحتية:** يساعد العزل الحراري على حماية الهياكل والمواد من التلف الناجم عن التغيرات الحرارية والرطوبة، مما يطيل عمر المباني والمنشآت.
- **تحسين جودة الهواء الداخلي:** يساعد العزل الحراري على منع تسرب الهواء البارد أو الساخن إلى داخل المباني، مما يقلل من تكثف الرطوبة ونمو العفن والفطريات، وبالتالي يحسن جودة الهواء الداخلي. **[9]**

I.5.المضخات الحرارية:

I.5. 1.تعريف المضخات الحرارية:

المضخات الحرارية هي أجهزة تستخدم لنقل الحرارة من مكان إلى آخر بتدخل عمل خارجي. تستخدم المضخات الحرارية عادة في تكنولوجيا التدفئة والتبريد. حيث يمكن استخدامها في تبريد المباني وتدفئتها وذلك باستخدام الحرارة الشمسية أو مصادر أخرى. تقوم المضخة الحرارية بنقل الحرارة من مصدر بارد إلى آخر بارد أو ساخن، وهذا يعتمد على الاستخدام المحدد لها.

وقد أصبحت المضخات الحرارية " Heat Pumps " خيارا شائعا في التدفئة و التبريد بالنسبة للمباني، و ذلك مع تغير المناخ و التوجه نحو استخدام مصادر الطاقة المتجددة و الحلول المستدامة. تتميز المضخات الحرارية بكفاءة عالية و توفير الطاقة مقارنة بأنظمة التدفئة التقليدية. **[10]**

I.5 .2.مكونات المضخة الحرارية:

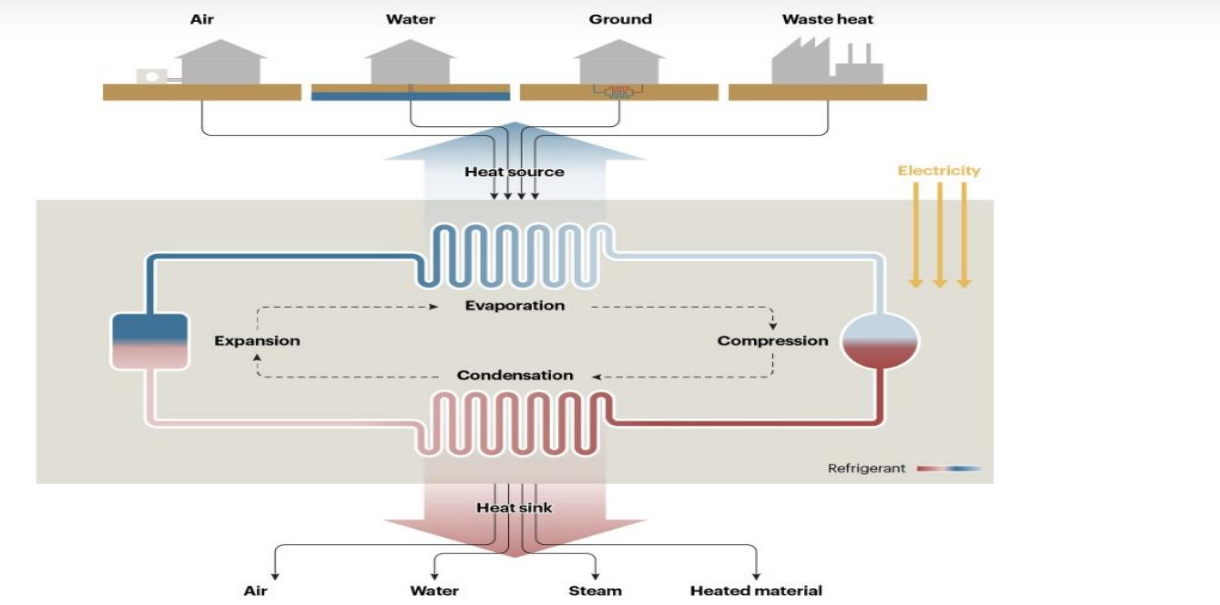
تتكون مضخة الحرارة من أربعة عناصر رئيسية لكل منها دور أساسي في إنتاج الحرارة للمسكن هي:

- **المكثف:**يدخل وسيط التبريد الذي يكون على شكل بخار مضغوط ساخن، في مبادل حراري "مكثف". هنا يتم استخراج الحرارة بحيث يمكن تسخين الحيز الداخلي. يتم تبريد السائل لاحقًا حتى يتكثف بينما يبقى الضغط مرتفعًا.
- **صمام التمدد:** ينخفض ضغط وسيط التبريد عادة من خلال صمام التمدد. فيتم فيه تبريد السائل ويصبح له ضغط منخفض.
- **المبخر:** يدخل وسيط التبريد في مبادل حراري "مبخر". هذه هي الوحدة الخارجية للمضخة الحرارية. فيه يمتص السائل المبرد الحرارة من البيئة حتى يتبخر.
- **المضغاط:** يدخل وسيط التبريد إلى المضاغط فيزيد من ضغطه. يصبح السائل الآن مرة أخرى على شكل بخار مضغوط ساخن، وتتكرر الدورة. **[11]**

I.5. 3.مبدأ عمل المضخات الحرارية:

تعمل المضخات الحرارية عن طريق استخدام وسيط التبريد الذي يتم ضغطه وتمديده في دورة مغلقة تحتوي على مبادل حراري. ويعمل الجزء الداخلي من المضخة على نقل الحرارة من الداخل إلى الخارج في حالة تبريد المبنى وعلى العكس في حالة التدفئة. يتم ذلك عن طريق استخدام الحرارة الموجودة في الهواء الخارجي أو في التربة أو في الماء كمصدر لنقل الحرارة إلى المبنى. تعمل المضخة الحرارية

على تسخين الهواء عند انخفاض درجة الحرارة كما تعمل عمل المكيفات عند ارتفاع درجة حرارة الهواء وذلك حسب الدورة النظرية لآلة التبريد.



شكل. I.9. طريقة عمل المضخة الحرارية.

I. 5. 4.أنواع المضخات الحرارية:

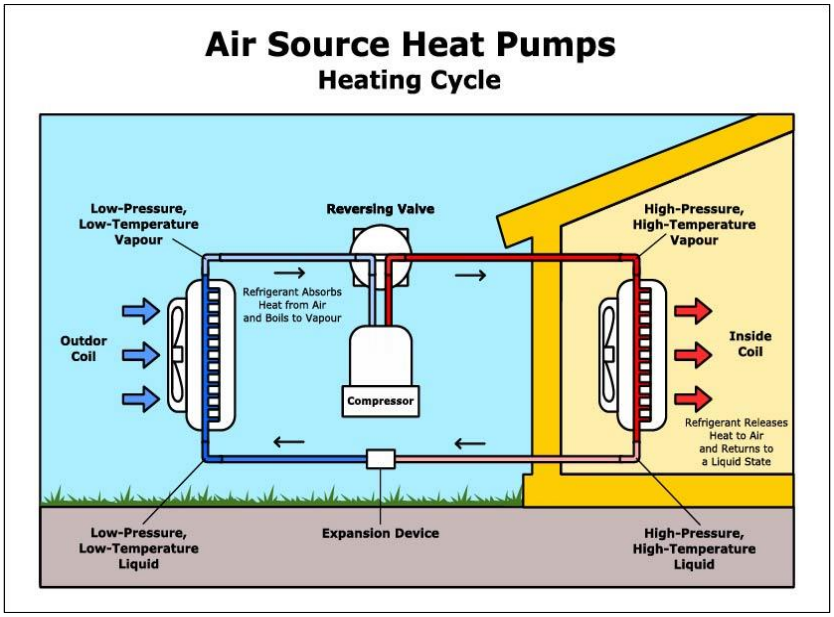
توجد عدة أنواع من المضخات الحرارية التي يمكن استخدامها في تدفئة وتبريد المباني. ومن أهم هذه الأنواع:

❖ **المضخات الحرارية المائية:**

تستخدم فيها المياه الخارجية كمصدر للحرارة، ويتم تحويلها إلى حرارة داخلية باستخدام تقنيات المضغاط، المبخر والمكثف.

❖ **المضخات الحرارية الهوائية:**

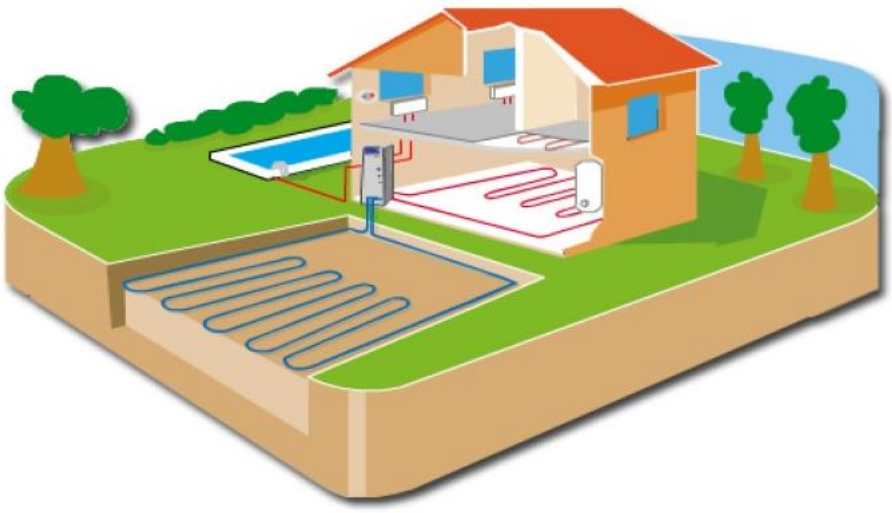
تستخدم هذه الأنواع من المضخات الهواء الخارجي كمصدر للحرارة، ومن ثم يتم تحويله إلى حرارة داخلية باستخدام تقنيات المضغاط، المبخر والمكثف.



شكل.I.10. مضخة حرارية هوائية.

❖ **المضخات الحرارية الأرضية:**

تستخدم هذه الأنواع من المضخات الحرارية المخزنة في التربة كمصدر للحرارة، وتستخدم مجموعة من الأنابيب المدفونة في باطن الأرض لجمع الحرارة وتحويلها إلى حرارة داخلية وذلك باستخدام تقنية كل من المضغاط، المبخر والمكثف.



شكل.I.11. مضخة حرارية أرضية.

ويتم اختيار نوع المضخة الحرارية المناسب بناءا على عدة عوامل من بينها:

. المساحة المراد تدفئتها أو تبريدها.

. درجة حرارة المنطقة.

. التكلفة المالية المتاحة. **[12]**

I.5.5. معامل الأداء «COP» للمضخات الحرارية :

يعتبر معامل الأداء «Coefficient Of Performance» أو«COP» ، مقياساً لكفاءة المضخة الحرارية، حيث يمثل نسبة الطاقة المفيدة (الحرارة المنقولة) إلى العمل المقدم (الطاقة المستهلكة)

$$\mathcal{C}_{p=}\frac{|\varphi c|}{w}$$

عندما يكون معامل الأداء أعلى، يعني ذلك أن المضخة الحرارية أكثر كفاءة وتستخدم طاقة أقل لنقل الحرارة. **[13]**

I.5. 6.مزايا وعيوب المضخات الحرارية :

I.5. 6. 1.المزايا:

- تُضفي مضخة الحرارة لمسة جمالية على منزلك، حيث أنها "غير مرئية" ولا تشغل حيزًا كبيرًا مثل أنظمة التدفئة التقليدية.
- تُعدّ مضخة الحرارة تقنية مستدامة وصديقة للبيئة، حيث أنها لا تعتمد على الوقود الأحفوري لتشغيلها.
- توفر مضخات الحرارة كفاءة عالية في استهلاك الطاقة، مما يُقلّل من فواتير الطاقة على المدى الطويل.
- تُتيح مضخات الحرارة التحكم الدقيق في درجة حرارة المنزل، مما يضمن الراحة المثالية على مدار السنة.
- على الرغم من ارتفاع تكلفة تركيب مضخة الحرارة في البداية، إلا أنها توفر المال على المدى الطويل من خلال خفض فواتير الطاقة.

I.5. 6. 2.العيوب:

- إذا كان المنزل غير معزول بشكل جيد، فقد تفقد مضخة الحرارة الكثير من الحرارة، مما يؤدي إلى انخفاض كفاءتها وارتفاع فواتير الطاقة.
- تتطلب مضخات الحرارة صيانة دورية من قبل فني مختص، مما قد يُشكل عبئًا إضافيًا على التكاليف.
- تُصدر بعض أنواع مضخات الحرارة بعض الضوضاء، خاصة تلك الموجودة في الهواء الطلق.**[14]**

الخاتمة:

في هذا الفصل، تم تغطية المفاهيم الأساسية المتعلقة بالراحة الحرارية وانتقال الحرارة في المباني السكنية. وتم شرح طرق انتقال الحرارة والمصطلحات الحرارية الرئيسية، بالإضافة إلى أهمية العزل الحراري وتقنياته المختلفة. كما تم تناول مبدأ عمل المضخات الحرارية وأنواعها ومزاياها في المباني السكنية. في الفصل التالي، مختلف أنظمة التكييف والتدفئة من حيث الكفاءة والأداء. كما سيتم استعراض مزايا وعيوب كل نظام على حدى.

الفصل الثاني:

أنظمة التدفئة والتكييف

مقدمة :

يعد نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC نظام مهم جدًّا، هذا لأنه يوفر بيئة داخلية مريحة من خلال التحكم في درجة حرارة ورطوبة الهواء الداخلي. حيث نجد العديد من هذه الأنظمة التي تتمتع بجملة من المزايا والعيوب ولكل منها تكلفة تشغيل، وهذا ما سنتعرف عليه في هذا الفصل.

II.1. أنظمة التدفئة :

II.1.1. تعريف التدفئة :

التدفئة هي تهيئة الجو داخل المساكن بالطرق المناسبة للتغلب على الفقد الحراري الناتج عن انخفاض درجة الحرارة الخارجية.**[15]**

II.1.2. طرق التدفئة:

II.1.2.1. التدفئة الموضعية (المحلية) (المباشرة)space heating(local) :

وفيها يوضع المولد الحراري داخل المكان المراد تدفئته .وهو يستخدم لتدفئة مكان واحد فقط مثل أفران التدفئة والمدافئ التي تعمل على الوقود الصلب أو السائل أو الغازي أو على الكهرباء **[16]**.

II.1.2.2. التدفئة المركزية (الغير مباشرة)central heating :

وفيها يستخدم مولد حراري واحد لتدفئة أماكن عدة ويوضع هذا المولد خارج الأماكن المراد تدفئتها ويقوم بتسخين الوسيط الناقل للحرارة(ماء، هواء، بخار) ثم ينقل هذا الوسيط إلى أجهزة التدفئة المركبة داخل الأماكن المراد تدفئته **[16]**.

تقوم منظومة التدفئة المركزية بتدفئة مبنى سكني أو خدماتي أو تجاري أو صناعي، أو جزء منه، إضافة إلى تزويده بالماء الساخن في كثير من الأحيان. وقد ترافق التدفئة خدمات أخرى في التطبيقات كبيرة الحجم مثل التهوية وتكييف الهواء، وتسمى عندئذ منظومة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)، وتشمل وحدات معالجة الهواء لتنقيته وإزالة الرطوبة منه.

II.1.2.2.1.أصناف التدفئة المركزية :

تصنف التدفئة المركزية حسب الوسيط الناقل للحرارة إلى:

II.1.2.2.1. 1.التدفئة بالبخار :

يعتبر البخار من الأجسام الملائمة لحمل الحرارة إذ انه يعطي عندما يتكاثف حرارة التبخر الكامنة التي يحملها عند درجة حرارة أعلى بشكل ملحوظ من درجات حرارة الغرف المطلوب تدفئتها .لذا يمكن حمل كميات كبيرة من الحرارة بواسطة كمية صغيرة من المائع الوسيط .كما توجد ميزة للبخار حيث أن الضغط اللازم لإحداث الجريان داخل وحدة التدفئة يمكن الحصول عليه بشكل تلقائي.

تتألف وحدة التدفئة بالبخار من مرجل بخاري لتوليد البخار ومن أجهزة تدفئة توضع في الأماكن المراد تدفئتها ومن شبكة الأنابيب لحمل البخار من المرجل إلى أجهزة التدفئة ولإعادة الماء المتكاثف إلى المرجل**[17]** .

ومن المميزات التي تتحلى بها طريقة التدفئة بالبخار هي عدم وجود خطر التجمد للدارة في الشتاء كما أن كلفة التركيب تقل % 20 عن باقي الأنواع ولكن تكمن سيئتها بارتفاع درجة درجة حرارة أجهزة التدفئة لذا يفضل عدم استخدامها في الأبنية السكنية ورياض الأطفال .ويمكن أن تستخدم في الأماكن الكبيرة كالمصانع**[17]**.

II.1.2.2.2.1.التدفئة بالماء الساخن :

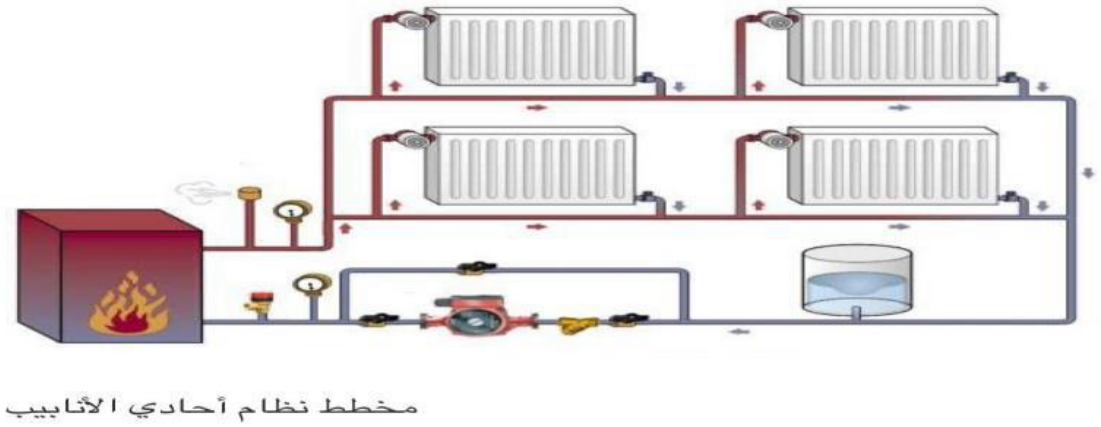
عندما يستخدم الماء الساخن فانه يعطي قسما من حرارته المحسوسة في أجهزة التدفئة ومن ثم يعود إلى المرجل لإعادة تسخينه . وعادة "يصمم نظام التدفئة بالماء الساخن على أن يعمل عند درجات حرارة أقل مما يعمل عنده نظام التدفئة بالبخار, لذا فان مقدار سطوح أجهزة التدفئة اللازمة تكون أكبر . وتعتبر 90°C أعلى درجة حرارة ملائمة لعمل نظام الماء الساخن إلا إذا صمم النظام على أن يعمل تحت ضغط مرتفع فيمكن في هذه الحالة الوصول إلى درجات حرارة أعلى**[17]**.

ويمكن أن يتم تدوير الماء بواسطة فرق الكثافة بين الماء الساخن الذاهب إلى أجهزة التدفئة والماء البارد العائد منها إلى المرجل وتسمى الشبكة عندئذ بشبكة الجريان الحر إلا أن هذه القوة المحركة صغيرة ويجب لذلك اختيار أنابيب ذات أقطار كبيرة حتى لا تعيق جريان الماء.لهذا السبب يفضل استعمال مضخة تسريع تعطي قوة دفع للماء تتغلب على احتكاك الأنابيب وتجعل من الممكن استعمال أنابيب ذات أقطار معتدلة وعندئذ تسمى بشبكة الجريان القسري**[17]**.

ومن الممكن أن تستعمل أنظمة الجريان الحر في المساكن الصغيرة فقط بينما تستعمل أنظمة الجريان القسري في الأبنية الكبيرة والمنشآت الصناعية، كما أن إنتاج مضخات التسريع الحديثة المسماة المسرعات ذات الكفاءة العالية والكلفة البسيطة جعل أنظمة الجريان القسري هي السائدة والمستعملة حاليا حتى في المساكن الصغيرة**[17]**.

ويمكن تصنيف أنظمة التدفئة بالماء الساخن من حيث شكل شبكة التوزيع إلى نوعين رئيسيين:

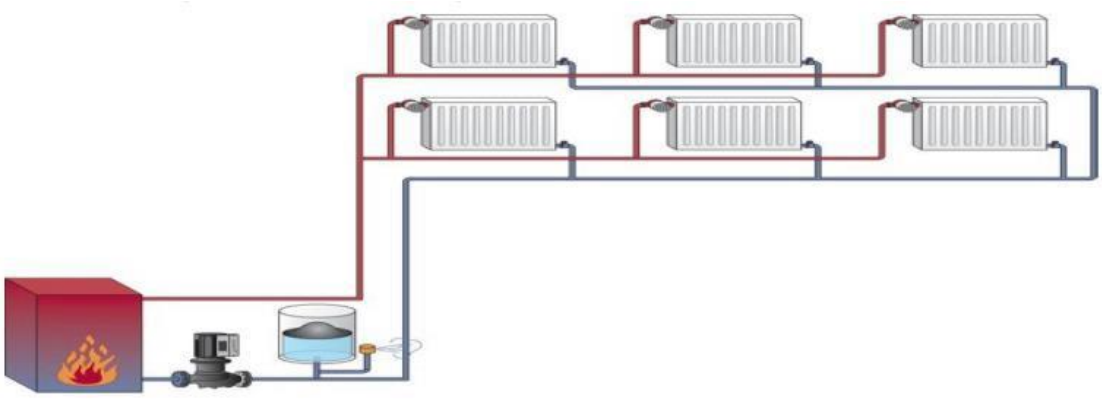
- **شبكة التوزيع المفردة :(One pipe system)** يحتاج هذا النظام إلى خط رئيسي مفرد يقوم بتغذية أجهزة التدفئة بالماء الساخن وبإعادته إلى المرجل أي أن الماء الخارج من جهاز التدفئة يعود إلى الأنبوب نفسه الذي دخل منه إلى الجهاز وينتج من ذلك أن أقطار أنابيب الشبكة تكون متساوية. **[17].**



مخطط نظام أحادي الأنابيب

الشكل.II.1 .مخطط نظام أحادي الأنابيب.

- **شبكة التوزيع المزدوجة (Tow pipe system)** :يجري الماء الساخن في أنظمة الشبكة المزدوجة من المرجل إلى أجهزة التدفئة ضمن أنابيب تغذية ويعود إلى المرجل بواسطة أنابيب عودة مستقلة ، وتصغر أقطار أنابيب التغذية كلما تفرعت الشبكة، وتتضمن أنظمة التدفئة ذات الأنبوبين نوعين هما أنظمة العودة المباشرة وأنظمة العودة العكسية**[17]** .



الشكل.II.2. مخطط نظام مزدوج الأنابيب.

✓ **نظام العودة المباشرة (Return–Tow pipe Direct)**: هو نظام أنبوبي حيث يدور ماء التغذية بالاتجاه المعاكس لدوران الماء الراجع ، يتم توصيل الجهاز النهائي من جانب واحد مع أنبوب التغذية أما الأنبوب الراجع فيتم توصيله إلى الجانب الآخر من الجهاز النهائي .

وهكذا يتدفق الماء من الجهاز النهائي في أنابيب الرجوع إلى المرجل أن نظام العودة المباشرة يكون صعب التوازن لأن الماء يجب أن يتدفق خلال آخر جهاز حراري في شبكة الأنابيب ثم يعود للمرجل**[17]**

✓ **نظام العودة العكسي (Tow Pipe Reverse Return)** : في نظام الأنبوبين ذات الرجوع العكسي يدور الماء الراجع بنفس اتجاه ماء التغذية الساخن.

إن تماثل اتجاه التدفق يجعل النظام سهل التوازن حيث يكون طول دارة التغذية والرجوع هو نفسه تقريبا.**[17]**

- **شبكة بثلاثة أنابيب (Pipe three)** : في نظام الأنابيب الثلاثي هناك أنبوبي تغذية وأنبوب واحد للماء الراجع.

تستخدم هذه الأنظمة عندما يتطلب البناء أو أقسام منه تدفئة وتبريد في آن واحد حيث يوصل أحد أنابيب التغذية إلى المرجل ويوصل الآخر إلى المبرد ويوصل كلا من أنبوبي التغذية إلى كل جهاز نهائي أما أنبوب الرجوع فيكون عبارة عن خط عام يخرج من كل جهاز نهائي عائدا إلى المرجل والمبرد .تنظم صمامات المزج تدفق الماء من أنبوبي التغذية إلى الأجهزة النهائية في النظام.

في حال الحاجة للتدفئة فان الماء الساخن يتدفق من أنبوب التغذية الخاص به إلى الجهاز النهائي، أما عند الحاجة للتبريد فان الماء البارد يتدفق من أنبوب التغذية الخاص به إلى الجهاز النهائي.

يؤمن هذا النظام تحكم جيد لدرجة حرارة هواء البناء ولكنها غالية التكاليف وكذلك خلال تشغيلها لأن الماء الراجع يكون عبارة عن مزيج من الماء الحار والبارد **[17]**.

- **شبكة الأنابيب الرباعية (Four Pipe System)** :في هذا النظام يتم فصل دارة التبريد عن التدفئة . أما الأجهزة النهائية فتتصل مع الدارتين .ويتم التحكم بتدفق الماء إلى الأجهزة النهائية بواسطة صمامات المزج. لذا يمكن الحصول على التبريد أو التدفئة عند أي جهاز نرغب به .هذه الأنظمة غالية التكاليف من حيث التركيب والتشغيل ولكنها تؤمن تحكم ممتاز بدرجة حرارة هواء البناء وهي اقتصادية في التشغيل أكثر من الأنظمة ثلاثية الأنابيب**[17]**.

تشابه منظومة التدفئة بالبخار ومنظومة التدفئة بالماء الساخن، لكنها لا تحتاج إلى مضخات تسريع، لأنه بعد تكاثف البخار واستخلاص الحرارة منه يعود الماء المتكاثف إلى المرجل بالثقالة .gravity تستخدم هذه المنظومة في الأبنية أو التجمعات السكنية الكبيرة. تمتاز هذه المنظومة بتوليد قدر كبير من الحرارة بكمية صغيرة من الماء، غير أن درجات الحرارة والضغوط العالية تسبب إجهادات على الأنابيب والتوصيلاتfittings ؛ إضافة إلى إمكان تسرب البخار**[17]**

-مزايا التدفئة بالماء الساخن:

تمتاز التدفئة بالماء الساخن على التدفئة بالبخار بما يلي**[18]** :

- لا تحتاج شبكة الأنابيب لأن تمدد على مستوى معين, بل يمكن تغيير اتجاهها صعودا ونزولا حسبما تقتضي ضروريات البناء المعمارية والإنشائية . كما لا تحتاج الأنابيب الأفقية أن تعطي ميلان خاص .
- ليس هناك ضرورة لاستعمال بعض الاجهزة المعقدة التي تستعمل مع بخار الماء كالمصايد وغيرها التي تحتاج عناية وصيانة مستمرة، كما لا يحتاج مرجل الماء الساخن الى تحكم خاص للمحافظة على مستوى الماء فيه .
- يمكن تحديد درجة حرارة الماء الساخن لتتلائم مع شروط الطقس الخارجي بسهولة اكبر مما يمكن مع البخار .فيمكن ف ي الطقس المعتدل تخفيض درجة حرارة ماء التغذية الى 50°C بينما يمكن في الايام شديدة البرودة رفع درجتها الى 90°C ويتم التحكم بحرارة ماء التغذية بواسطة أجهزة خاصة حساسة لتغيرات درجة حرارة الطقس الخارجي.
- يستعمل في أنظمة التدفئة بالماء الساخن الماء نفسه بشكل مستمر مما يؤدي الى تقليل امكانية الترسبات على سطوح التسخين في المرجل والانابيب وأجهزة التدفئة.
- يمكن التخلص من الهواء في الشبكة بشكل تام مما يقلل من اسباب تكون الصدأ والتأكسد .

II.1.2.2.3. التدفئة بالهواء الساخن : يتم تدفئة الاماكن المرادة عن طريق الهواء الساخن ويتم ذلك بتسخين الهواء المرسل الى الغرف اما بتمريره ضمن فرن خاص أو بواسطة مقاومات كهربائية**[18]**.

تتم التدفئة بالهواء الساخن بإحدى الطرق الثلاث التالية :

- **الدارة المفتوحة :** يتم سحب جميع الهواء المطلوب تسخينه من المحيط الخارجي فيسخن ثم يرسل للغرف ويطرد بالتالي الهواء الدافئ المستعمل الى المحيط الخارجي عن طريق مراوح سحب, وتعد

هذه طريقه جيدة من الناحية الصحية ولكنها غير اقتصادية لذلك تستخدم في المناطق التي تتطلب شروط صحية عالية مثل غرف العمليات**[18]**.

- **الدارة المغلقة :** يتم سحب الهواء من الغرفة نفسها فيسخن ثم يعاد اليها وتعتبر طريقه اقتصاديه لكنها غير صحية وخاصة في الاماكن المكتظة كونها لا تسمح بتجديد الهواء**[18]**.
- **الدارة المختلطة :** يمكن دمج الطريقتين السابقتين وذلك بسحب جزء من الهواء من الغرف والجزء الآخر من المحيط الخارجي بشكل يؤمن تهوية الغرف دون تكاليف عالية ويمكن التحكم بالهواء الجديد حسب الحاجة فعند نزول درجات الحرارة الخارجية بشكل كبير تخفض نسبة الهواء الجديد لتوفير الوقود**[18]**.

II.1.2.2.4. أجزاء وحدة التدفئة المركزية :

تتألف وحدة التدفئة المركزية من الأجزاء الرئيسية التالية:

- **المولد الحراري(المرجل) :** هو قلب النظام حيث يتم حرق الغاز الطبيعي لتوليد الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين الوسيط الناقل للحرارة، والوسيط الناقل للحرارة هو عبارة عن المادة التي تنقل الحرارة من المولد الحراري إلى أجهزة التدفئة وقد يكون ماء أو بخار أو هواء. **[16]**.
- **المجاري الحرارية :** وهي عبارة عن أنابيب يسير فيها الوسيط الناقل للحرارة من المولد الحراري إلى أجهزة التدفئة ومن أجهزة التدفئة إلى المولد الحراري، و هناك أنابيب تسمى بشبكة التغذية وأخرى تسمى بشبكة العودة وترسم بخط متقطع، هذه الأنابيب مصممة للحفاظ على حرارة الماء أثناء انتقاله**[16]**.
- **جهاز دفع الوسيط (المضخة):** يستخدم لضخ الماء الساخن من المرجل عبر أنابيب التوزيع إلى المشعاعات ومن ثم إعادته مرة أخرى إلى المرجل لإعادة تسخينه**[16]**.

- **أجهزة التدفئة :** تركب هذه الأجهزة داخل الأماكن المراد تدفئتها وتستخدم لنقل الحرارة من الوسيط الناقل للحرارة إلى هواء هذه الأماكن**[16]**.
- **المشعاعات أو الراديياتيرات:** هي أجهزة تقوم بنقل الحرارة من الماء الساخن إلى الهواء داخل الغرفة. تعمل المشعاعات على زيادة درجة حرارة الهواء المحيط لتدفئة الغرفة**[15]**.
- **نظام التحكم والترموستات:** يتحكم هذا النظام في درجة الحرارة داخل المبنى. يمكن ضبط الترموستات على درجة حرارة معينة، وعندما تصل درجة الحرارة في الغرفة إلى هذا الحد، يتوقف النظام تلقائيًا عن تسخين المزيد من الهواء**[15]**.
- **صمامات التحكم والأمان:** هذه الصمامات تضمن تشغيل النظام بأمان وكفاءة. تشمل صمامات الإغلاق التلقائي، صمامات تخفيف الضغط، وغيرها لمنع حدوث أي مشاكل تشغيلية. **[15]**
- **خزان التمدد:** يساعد في التحكم بالضغط داخل نظام التدفئة بسبب التغيرات في درجة حرارة الماء. **[16]**

II.1.2.2.5. الدورة الحرارية :

يسخن الوسيط الناقل للحرارة في المولد الحراري ثم يسير في شبكة التغذية إلى أجهزة التدفئة حيث يتم التبادل الحراري بين سطوح هذه الأجهزة و الهواء المحيط بها فتنخفض درجة حرارة الوسيط الناقل للحرارة و يعود إلى المولد الحراري عن طريق شبكة العودة حيث يسخن من جديد و يعيد دورته المذكورة التي تسمى بالدورة الحرارية **[17]**.

II.1.2.2.6.الاستطاعة الحرارية للتدفئة المركزية :

لمعرفة الاستطاعة الحرارية للمرجل ينبغي حساب الحمل الحراري للمنزل، ويتعلق هذا الحمل بعوامل عدة: درجتا الحرارة الداخلية والخارجية، ومساحات الغرف والنوافذ، ومستوى العزل الحراري،

وغيرها. ففي حالة منزل ارتفاع سقفه 2.4 م تقدر الاستطاعة الحرارية لكل متر مربع واحد من مساحة المنزل على النحو الآتي 130 واط لمنزل غير معزول حرارياً، و 100 واط لمنزل سقفه معزول حرارياً، و 80 واط لمنزل جدرانه وسقفه معزولان حرارياً، و 60 واط لمنزل يحقق كفاءة استخدام الطاقة**[18]**.

II.3.1. منظومات توزيع الحرارة:

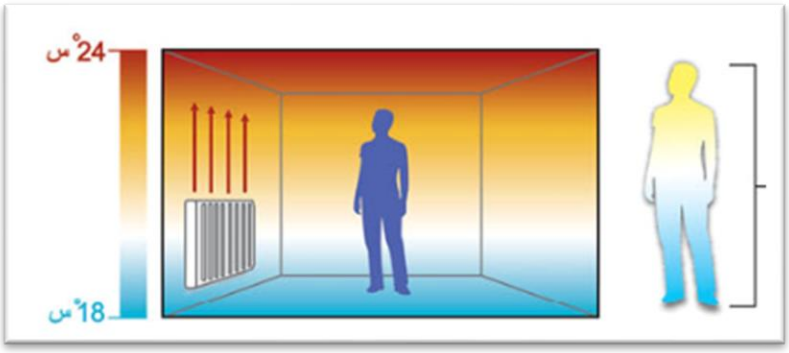
II.3.1.1. منظومة المشعات الحرارية:

يعتبر هذا الجزء هو المرحلة النهائية لمرور الهواء الساخن إلى داخل المنزل، ومن دونه لا يحصل المنزل على التدفئة المركزية التي يحتاجها**[19]**.

تصنع المشعات الحرارية من الفولاذ الطري أو الحديد الصب الزهر cast iron أو الألمنيوم أو النحاس، وتركب أسفل النوافذ في معظم الأحيان. ولها أنواع عديدة أهمها**[15]**:

- المشع التقليدي traditional .
- مشع الحمل الحراري الجداري المزود بأنابيب ذات زعانف fins لزيادة المساحة الناشرة للحرارة.
- المشع المروحي .
- المشع الإطاري pane .
- المشع المدمج compact .
- مشع أنابيب المناشف towel rails .
- المشعات اللدائنية وهي أحدث الابتكارات.

تنشر المشعات الحرارية تيارات الحمل الحراري الطبيعي في الغرف فتدفئها **[15]**.



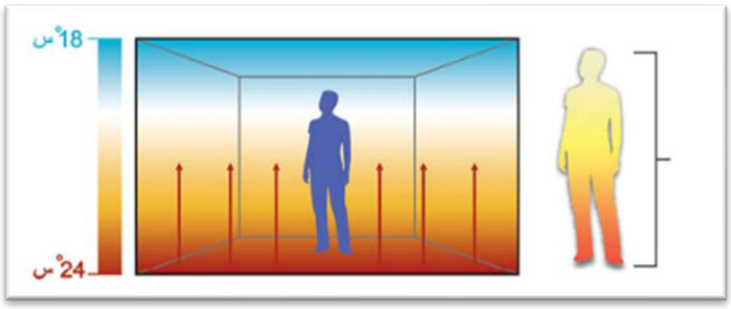
الشكل.II .3 .انتشار حرارة التدفئة من المشعات الحرارية.

هذه المكونات تعمل معًا لتوفير تدفئة موثوقة وفعالة من حيث التكلفة للمباني، مستغلة الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة**[18]**.

II.2.3.2 .منظومات التدفئة الأرضية أو تحت الأرضية أو داخل الأرضية:

يجري الماء المسخن في المرجل، أو القادم من شبكة التدفئة المناطقية في أنابيب لدائنية مدفونة تحت الأرضية في هذا النوع من المنظومات فتنتقل الحرارة بالتوصيل الحراري إلى سطح البلاطة ثم تتوزع على الغرفة بالإشعاع الحراري ومحاسنها : استعمال كمية الحرارة استعمالاً كفؤاً، وتوزيعها بانتظام، وسهولة الربط بجهاز تسخين مياه بالطاقة الشمسية، مع توفير الطاقة لكون المرجل يعمل عند درجة حرارة لا تزيد عادة على 40C° . أما فيما يخص مساوؤها فتتمثل في بطء سرعة التدفئة مما يتطلب تشغيل المرجل لفترات أطول**[15]**.

الشكل. II.4.شبكة أنابيب التدفئة الأرضية.



الشكل.II.5.توزع الحرارة في التدفئة الأرضية.

II.1.3.3. منظومة الهواء الدافئ :

يمكن لهذه المنظومة أن توفر الهواء الدافئ مباشرة أو تدفعه ضمن منظومة مجاري توزيع الهواء حيث تدفع المروحة الهواء الدافئ عبر مجارٍ كبيرة إلى فتحات خروجه في كل غرفة، فينتشر بالحمل الطبيعي ، ويعود الهواء البارد إلى المصدر الحراري لإعادة تسخينه**[15]**.

II.1.4.طرائق التحكم في التدفئة المركزية :

يعدّ التحكم في درجة الحرارة وبعض أنواع التحكم في الصمامات جزءاً لا يتجزأ من تقانات المراجل الحالية. تستخدم مثبتات درجة الحرارة (ثرموستات)والمعالج الصغري لضبط محددات تشغيل منظومة التدفئة (المختارة من قبل المستخدم) بناءً على المعطيات الواردة من الحساسات **[19]**.

II.1.4.1. مثبت درجة حرارة الغرفة: هو مفتاح يثبت على الحائط ويتحسس درجات حرارة الهواء المحيط به. فحين تنخفض درجة حرارة هواء الغرفة عن القيمة المضبوطة سلفاً يرسل المعالج الصغري أمراً بتشغيل المرجل، وعندما تصل درجة حرارة هواء الغرفة إلى القيمة

المضبوطة يتوقف المرجل عن العمل**[19]**.

II.1.4.2. المؤقت الزمني/المبرمج : يسمح بتشغيل التدفئة وتسخين المياه في أوقات الحاجة (قبل الاستيقاظ مثلاً)، وإيقاف تشغيل التدفئة في وقت محدد أو عند مغادرة المنزل. تتوفر أنواع عديدة من المبرمجات لكنها تشترك جميعها في المبدأ نفسه **[19]**.

الشكل.II.6.المؤقت الزمني(المبرمج)

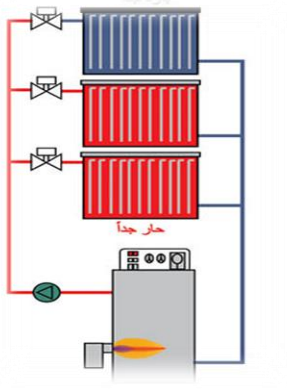
II.1.4.3. صمام المشع الحراري الثرموستاتيكي:

يستخدم للتحكم في درجة حرارة الغرفة الموجود فيها المشع الحراري فقط، وهذا يساعد على تدفئة جميع الغرف عند درجات حرارة مختلفة لا يتحكم هذا الصمام في عمل المرجل؛ بل يتحكم في غزارة الماء الجاري ضمن المشع الحراري، وعندما تتساوى درجة هواء الغرفة مع درجة الحرارة المضبوطة في الصمام يتوقف جريان الماء الساخن في المشع الحراري. يغلق الصمام كلياً عند عدم الرغبة في تدفئة الغرفة**[19]**.

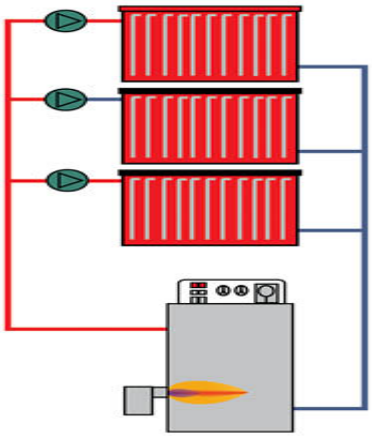
الشكل .II. 7.صمام المشع الحراري الثرموستاتيكي.

II.4.4.1. التحكم الرقمي : يقيس جهاز التحكم درجة الحرارة الخارجية ودرجة حرارة الغرفة ويحسب الحمل الحراري للمنزل، ثم يعمل على ضبط منظومة التدفئة**[19]**.

II.5.4.1. التحكم في عمل مضخة التسريع : لا يحقق التحكم في خنق الصمامات في منظومة تدفئة تعمل بمضخة مركزية التوازن الهدروليكي الآلي استهلاك عالٍ للطاقة وراحة حرارية أقل، على عكس التحكم في المضخات الفرعية الذي يحقق هذا التوازن**[19]**.



الشكل.II. 8 منظومة تدفئة بمضخات مركزية لا تحقق التوازن الهدروليكي الآلي.



الشكل.II. 9.منظومة تدفئة بمضخات فرعية تحقق التوازن الهدروليكي الآلي.

II.1.5.أداء منظومات التدفئة المركزية :

يعتمد أداء منظومة التدفئة على مردود المرجل الذي يحول طاقة الوقود إلى طاقة حرارية. يبين الجدول

التالي مردود المراجل طبقاً لنوع الوقود**[20]**.

الجدول (II.1) : مردود المراجل طبقاً لنوع الوقود[19].

نوع الوقود	مرجل نموذجي	مرجل عالي الأداء
فحم	45%	60%
وقود سائل	78-80%	85-89%
غاز طبيعي	82-85%	92-97%
كهرباء (مقاومة)	97%	100%
كهرباء (مضخة حرارية)	أكبر من 200%	أكبر من 300%

نظراً للصعوبة الشديدة في تحديد مردود منظومة التدفئة (المردودالفصلي)فإنه يقل عادة عن مردود المرجل بنسبة تراوح بين 10 و15%.**[20]**.

II.1. 6.أنواع أنظمة التدفئة :

II .1. 6. 1.أنظمة الوقود الأحفوري : مثل أنظمة التدفئة التي تعمل بالغاز الطبيعي أو البروبان أو الفحم. تتميز هذه الأنظمة بانخفاض تكلفة تركيبها و سهولة استخدامها**[17]**.

تعتبر التدفئة بالغاز من أكثر أنظمة التدفئة شيوعًا واستخدامًا في المنازل والمباني حول العالم. ويعتمد هذا النظام على حرق الغاز الطبيعي أو غاز البترول المسال (LPG) لتوليد الحرارة اللازمة للتدفئة .

في زمن تزداد فيه الحاجة إلى الكفاءة الطاقية والاستدامة البيئية، تبرز أنظمة التدفئة المركزية بالغاز

الطبيعي كحل مثالي يجمع بين الفعالية والاعتمادية. تتميز هذه الأنظمة بقدرتها على توفير تدفئة موحدة ومريحة للمباني السكنية والتجارية، مع تقديم مزايا عديدة تتعلق بالكفاءة والتكلفة والبيئة**[17]**.

II.1.6.1. مدفأة الغاز :

عبارة عن جهاز مستقل يتم تركيبه في الغرفة التي تريد تدفئتها.تُعدّ مدفأة الغاز من أكثر أجهزة التدفئة شيوعًا واستخدامًا في المنازل والشركات، وذلك لفعاليتها في تدفئة المساحات الداخلية وكفاءتها النسبية في استهلاك الطاقة**[21]**.

- **أنواع مدفئات الغاز :**

✓ **مدفئات الغاز الطبيعي:** تتصل بشبكة الغاز الطبيعي في المنزل، وتُعدّ من أكثر أنواع المدفئات كفاءةً في استهلاك الطاقة وأقلّها تكلفةً للتشغيل.

✓ **مدفئات غاز البترول المسال:** تعمل على اسطوانات الغاز البترول المسال، وتُعدّ خيارًا مناسبًا للمنازل التي لا تتوفر فيها شبكة الغاز الطبيعي.

✓ **مدفئات الغاز عديمة المدخنة:** لا تتطلب مدخنة أو تهوية خاصة، مما يجعلها خيارًا سهلًا للتثبيت والاستخدام.

✓ **مدفئات الغاز ذات المدخنة:** هي نوع من مدفئات الغاز التي تتطلب مدخنة أو تهوية خاصة لإخراج منتجات الاحتراق من الغرفة، وتُعدّ أكثر كفاءةً في استهلاك الطاقة من المدفئات عديمة المدخنة**[21]**.

II.1.6.1. 2. سخان الماء بالغاز :

السخان هو جهاز يستخدم لتسخين الماء في بيئات مختلفة مثل المنازل أو المكاتب أو المصانع ويستند عملها على مبادئ الديناميكا الحرارية ونقل الحرارة.هناك أنواع مختلفة من السخانات، وعلى الرغم من أن تصميمها وميزاتها قد تختلف، إلا أنها جميعًا تشترك في نفس مبادئ التشغيل الأساسية.

تبدأ العملية عند تشغيل الجهاز. يقوم نظام التحكم بتنشيط مصدر الطاقة الذي يمكن أن يكون الغاز أو الكهرباء أو الوقود. يُستخدم مصدر الطاقة هذا لتسخين عنصر موصل، مثل المقاوم أو الموقد.

بمجرد أن يصبح العنصر الموصل ساخنًا، يتدفق الماء من خلاله. يتم تسخين الماء عندما يتلامس مع العنصر الموصل، الذي ينقل حرارته إلى السائل. ثم يخرج الماء الساخن من المدفأة عبر أنبوب أو صنبور، ويكون جاهزًا للاستخدام.

ومن المهم الإشارة إلى أن السخانات تحتوي أيضًا على أنظمة أمان لتجنب ارتفاع درجة الحرارة أو وقوع الحوادث. قد تشتمل هذه الأنظمة على منظمات الحرارة التي تنظم درجة الحرارة وأجهزة استشعار الدخان أو اللهب وصمامات الأمان**[21]**.

الشكل: II.10. سخان الماء بالغاز

- **كيفية عمل سخان الماء بالغاز** :سخان الغاز هو جهاز يستخدم الوقود الغازي، مثل الغاز الطبيعي أو البروبان، لتوليد الحرارة وتسخين المياه**[21]**.

يعتمد تشغيل سخان الغاز على مبدأ الاحتراق. يتم خلط غاز الوقود مع الهواء في غرفة الاحتراق، ويشعل هذا الخليط شرارة أو ضوء طيار لإنتاج لهب رئيسي. يتم توجيه هذا اللهب الساخن نحو المبادل الحراري، الذي يتكون من أنابيب أو ملفات يتم من خلالها توزيع الماء البارد.

عندما يمر الماء البارد عبر المبادل الحراري، تنقل الأنابيب أو الملفات الحرارة من اللهب إلى الماء، مما يؤدي إلى تسخينه. مع ارتفاع درجة حرارة الماء، فإنه يتراكم في خزان أو خزان.

يحتوي سخان الغاز أيضًا على أجهزة أمان، مثل مستشعر اللهب، الذي يضمن بقاء اللهب مضاءً وينطفئ تلقائيًا إذا اكتشف أي خلل. بالإضافة إلى ذلك، فإن سخان الغاز مزود بنظام تفريغ غازات الاحتراق، والذي يقوم بطردها إلى الخارج بشكل آمن**[21]**.

II.1.6.2. أنظمة التدفئة الكهربائية :

يتم ذلك بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية مباشرة باستعمال مقاومة كهربائية، وثمة أنواع عديدة من أدوات التدفئة بالمقاومة الكهربائية كالأفران والمدافئ الجدارية والمدافئ الإشعاعية والتدفئة الأرضية ومدافئ الغرف وغيرها. أو يمكن استعمال المشعات المروحية في مكيفات الهواء، حيث تسري الحرارة بفعل نفخ الهواء عبر عنصر التسخين الكهربائي. تعدّ تكلفة التدفئة بالكهرباء الأعلى مقارنة بالمصادر الأخرى للطاقة، كما أنها غير فعالة لتدفئة كامل المبنى، ولذا يفضل استخدامها في تطبيقات التدفئة الموضعية فقط **[21]**.

II.1.2.6.1. المدفأة الكهربائية :

تعتبر المدفأة (أو الدفاية) الكهربائية في وقتنا الحاضر من أكثر أجهزة التدفئة استخداماً في فصل الشتاء، ولقد بدأ الإقبال عليها في السنوات الأخيرة عوضًا عن وسائل التدفئة التقليدية والمتعارف عليها مثل الحطب والفحم وذلك لسهولة تشغيلها ونظافتها وعدم تركها لمخلفات احتراق أو احتوائها على غازات خطرة أو أدخنة ملوثة مثل التي توجد في تلك الوسائل التقليدية الأخرى، كما أن ثمة ميزة جوهرية أخرى تتفوق بها المدفأة الكهربائية إلى حد كبير على نظيراتها من تلك الوسائل التقليدية للتدفئة ألا وهي عدم حاجتها للأوكسجين أو التهوية**[22]**.

تجدر بنا الإشارة إلى أنه يوجد أنواع من المدافىء الكهربائية تعمل بمواد سائلة مختزنة بداخلها، وهذه الأنواع تعتبر أكثر أمنًا وسلامة من تلك الأنواع التي تعمل بأسلاك أو قضبان ساخنة مُشعَّة؛ لأن تلك السوائل تسخن بداخلها وبالتالي يسخن هيكلها الخارجي وتنبعث منه الحرارة والدفء دون أن تحدث اشتعالاً أو تسبب حريقًا لأي من المواد الملامسة لها أو القريبة منها**[22]**.

الشكل.II.11. مدفأة كهربائية.

II.1.6.2.2.سخان الماء بالكهرباء :

سخان المياه الكهربائي هو جهاز يستخدم الكهرباء لتسخين المياه. إنه خيار شائع لتسخين المياه في المنازل والشركات لأنه فعال وسهل الاستخدام**[23]**.

كيفية عمل سخان الماء الكهربائي :

تشغيل سخان المياه الكهربائي بسيط للغاية. ويتكون من خزان للمياه ومقاومة كهربائية تعمل على تسخين المياه. عند تشغيل السخان، تبدأ المقاومة الكهربائية بتسخين الماء داخل الخزان.

يدخل الماء البارد إلى الخزان من خلال أنبوب المدخل. بمجرد دخول الخزان، يسخن الماء تدريجيًا أثناء مروره فوق المقاومة الكهربائية. تم تصميم المقاومة الكهربائية لتسخين الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة**[23]**.

بمجرد وصول الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة، يتم إيقاف تشغيل سخان المياه الكهربائي تلقائيًا لمنع ارتفاع درجة الحرارة. عندما تحتاج إلى الماء الساخن، يتم تشغيل السخان مرة أخرى وتكرر عملية التسخين.

من المهم ملاحظة أن سخانات المياه الكهربائية تحتوي على منظم حرارة يسمح لك بضبط درجة حرارة الماء. يمنحك هذا المرونة للحصول على الماء الساخن بدرجة الحرارة التي تفضلها.

بالإضافة إلى التشغيل الأساسي، يمكن أن يكون لسخانات المياه الكهربائية أيضًا وظائف إضافية. قد تحتوي بعض الطرز على مؤقت مدمج يسمح لك بالبرمجة عندما تريد تشغيل وإيقاف تشغيل المدفأة. يعد هذا مفيدًا إذا كنت تريد توفير الماء الساخن في أوقات محددة من اليوم**[23]**.

الشكل .II.12. سخان الماء الكهربائي

II.3.2.6.1. المضخة الحرارية (heat pump):

يكثر استخدامها للتدفئة والتكييف في المناطق التي تتمتع بمناخ معتدل، وتستخدم فيها الطاقة الكهربائية، وتنتج طاقة حرارية أكبر من الطاقة الكهربائية المستهلكة. ولها أنواع مختلفة تبعاً لمصدر التبادل الحراري: هواء خارجي أو ماء أو حرارة الأرض. لا تعدّ المضخة الحرارية بمصدر هواء خارجي اقتصادية في المناخ البارد. ومن فوائد المضخة الحرارية –التي تتبادل الحرارة مع الحرارة الجوفية الأرضية– التدفئة شتاءً (الحرارة الجوفية مصدر حراري) والتكييف صيفاً (الحرارة الجوفية مصب حراري)، كما أنها تعمل بفعالية عالية في المناخ البارد وتنتج ماءً ساخناً. يراوح معامل الأداء(COP) للمضخات الحرارية بين 1.5و 3.5. **[19]**

II.1.6.3. التدفئة بالحطب :

تستخدم عادة مدافئ حرق الحطب في التدفئة الموضعية، لكن في التدفئة المركزية تستخدم مراجل خاصة لحرق الحطب ومخلفات الأخشاب والنشارة وغيرها**[19]**.

II.1.7. مزايا أنظمة التدفئة :

تُعد أنظمة التدفئة التقليدية خيارًا شائعًا لتدفئة المنازل لعدة أسباب، بما في ذلك **[21]**:

- **كفاءة الطاقة :**

تتميز أنظمة التدفئة التقليدية، مثل أنظمة التدفئة المركزية بالغاز أو النفط، بكفاءة عالية في تحويل الوقود إلى حرارة. على سبيل المثال، يمكن أن تصل كفاءة غلايات الغاز الطبيعي إلى 90٪ أو أكثر**[21]**.

- **توزيع الحرارة :**

توفر بعض أنظمة التدفئة التقليدية، مثل أنظمة التدفئة المركزية بالماء الساخن، توزيعًا موحدًا للحرارة في جميع أنحاء المنزل. يتم تحقيق ذلك من خلال تدوير الماء الساخن عبر شبكة من المبردات**[21]**.

- **الراحة :**

توفر أنظمة التدفئة التقليدية شعورًا بالدفء والراحة يصعب تكراره مع أنظمة التدفئة الحديثة. وذلك لأن الحرارة تنبعث من مصدر مركزي، مما يخلق تأثيرًا تدفئة غامرًا**[21]**.

- **التكلفة :**

– **التكلفة الأولية** :عادةً ما تكون أنظمة التدفئة التقليدية أقل تكلفة في التركيب من أنظمة التدفئة الحديثة**[21]**.

– **تكاليف التشغيل** :يمكن أن تكون تكاليف تشغيل أنظمة التدفئة التقليدية قابلة للتوقع نسبيًا، خاصةً إذا كانت تعمل بالغاز الطبيعي **[21]**.

- **الاستدامة :**

في حين أن أنظمة التدفئة التقليدية قد لا تكون الخيار الأكثر استدامة للبيئة، إلا أنه قد تم إحراز تقدم كبير في تحسين كفاءتها البيئية. على سبيل المثال، يمكن أن تعمل غلايات الغاز الطبيعي الحديثة بكفاءة تصل إلى 98٪، مما يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري**[21]**.

فأنظمة التدفئة التقليدية تقدم العديد من المزايا، بما في ذلك كفاءة الطاقة العالية، وتوزيع الحرارة الموحد، والراحة، والتكلفة المنخفضة نسبيًا. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن أنظمة التدفئة التقليدية قد لا تكون الخيار الأكثر استدامة للبيئة.

II.8.1.عيوب أنظمة التدفئة :

على الرغم من مزاياها العديدة، لا تخلو أنظمة التدفئة التقليدية من بعض العيوب التي يجب مراعاتها قبل اتخاذ قرار التركيب .فهذه الأخيرة تقدم العديد من المزايا، ولكنها لا تخلو من بعض العيوب.

- **كفاءة الطاقة :**

– **كفاءة منخفضة في بعض الأحيان :** بينما تتمتع بعض أنظمة التدفئة التقليدية، مثل أنظمة التدفئة المركزية بالغاز، بكفاءة عالية، قد تكون أنظمة أخرى، مثل أنظمة التدفئة بالنفط، أقل كفاءة **[21]**.

– **فقدان الحرارة :** يمكن أن تحدث خسائر كبيرة في الحرارة في أنظمة التدفئة التقليدية، خاصةً في المنازل القديمة ذات العزل الضعيف **[21]**.

- **توزيع الحرارة :**

– **نقاط ساخنة وباردة :** قد لا توفر بعض أنظمة التدفئة التقليدية، مثل أنظمة التدفئة بالهواء الساخن، توزيعًا موحدًا للحرارة في جميع أنحاء المنزل، مما يؤدي إلى ظهور نقاط ساخنة وباردة **[21]**.

– **التيارات الهوائية :** يمكن أن تخلق أنظمة التدفئة التقليدية، خاصةً أنظمة التدفئة بالهواء الساخن، تيارات هوائية غير مريحة **[21]**.

- **الراحة :**

– **جفاف الهواء** : يمكن أن تؤدي أنظمة التدفئة التقليدية، خاصةً أنظمة التدفئة بالهواء الساخن، إلى جفاف الهواء في المنزل، مما قد يسبب تهيجًا في الجهاز التنفسي والجلد **[21]**.

– **ضوضاء** : يمكن أن تكون بعض أنظمة التدفئة التقليدية، مثل أنظمة التدفئة بالنفط، صاخبة نسبيًا **[21]**.

- **التكلفة :**

– **صيانة عالية** : قد تتطلب أنظمة التدفئة التقليدية صيانة منتظمة، مما قد يؤدي إلى تكاليف إضافية **[21]**.

– **تكاليف الإصلاح** : قد تكون تكاليف إصلاح أنظمة التدفئة التقليدية مرتفعة، خاصةً إذا كانت قديمة ومعقدة.

تعدّ التدفئة المركزية بحرق مشتقات النفط اقتصادية أكثر من مثيلتها بالكهرباء، لأن معظم محطات توليد الطاقة الكهربائية تعمل بالوقود الأحفوري وتفقد نحو الثلثين من طاقة الوقود، إضافة إلى الفواقد الكهربائية في شبكات نقل الطاقة الكهربائية.

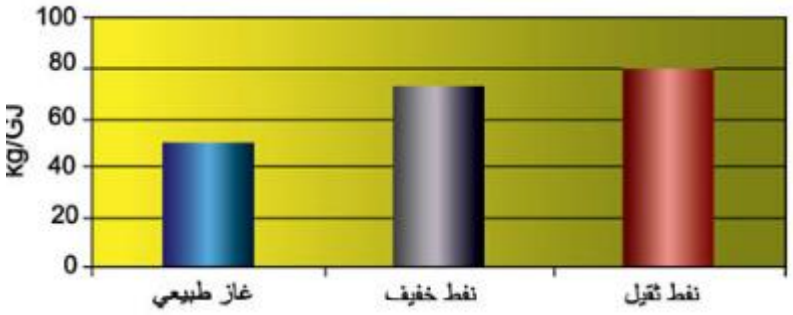
II.1.9.التأثير على البيئة :

- **انبعاثات غازات الاحتباس الحراري** : تساهم أنظمة التدفئة التقليدية التي تعمل بالوقود الأحفوري، مثل الغاز الطبيعي والنفط، في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مما يساهم في تغير المناخ.

يمكن أن يكون لاستخراج ومعالجة الوقود الأحفوري المستخدم لتشغيل أنظمة التدفئة التقليدية تأثير سلبي على البيئة**[20]**.

تتعلق الآثار البيئية بمصدر الوقود المستخدم، فمثلاً يبلغ معدل انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون الشكل (17) من احتراق الغاز الطبيعي194 (g/kwh) أو (Kg/GJ)54 ، ومن احتراق الوقود السائل (g/kwh)265 أو (Kg/GJ)74، ومن احتراق الفحم أو الوقود الثقيل (g/kwh)291 أو (Kg/GJ)80**[19]**.

ويبلغ معدل انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون من احتراق الأخشاب (g/kwh) 255، يعدّ أحادي أكسيد الكربون من أخطر الغازات التي تنتج عن احتراق الحطب أو من النفط الثقيل (إضافة إلى غازات أخرى) وهذا الغاز من الغازات الخطيرة على صحة الإنسان وعلى البيئة**[20]**.



الشكل .II .13.معاملات انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون عند مردودات متماثلة.

فبالرغم من المزايا التي تتمتع بها هذه الأنظمة ، إلا أنه يوجد عيبٌ رئيسيٌّ في هذه الأنظمة وهو فقدان كمية هائلة من الحرارة دون الاستفادة منها**[20]**.

II.10.1.الحرارة الضائعة :

تُشير الحرارة الضائعة إلى الحرارة التي تخرج من المنزل أو المبنى دون الاستفادة منها لتوفير التدفئة .

تحدث هذه الظاهرة نتيجةً لعوامل مختلفة، منها**[23]**:

نفاذية الجدران والسقف، النوافذ والأبواب، أعمال السباكة، أجهزة التدفئة غير الكفأة.

تُعدّ الحرارة الضائعة في أنظمة التدفئة بالغاز الطبيعي مصدرًا هائلاً للطاقة التي يمكن الاستفادة منها لتوفير التدفئة، وتسخين الماء، وتوليد الكهرباء، وغيرها من الاستخدامات.

وللاستفادة من الحرارة الضائعة يمكن اللجوء إلى :

II.10.1.1. أنظمة استعادة الحرارة(HRS) :

تُعدّ أنظمة استعادة الحرارة (HRS) من الحلول المبتكرة لتقليل استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة

استخدامها. وهي أنظمة مصممة لسحب الحرارة الضائعة من أنظمة التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء، والتبريد، واستخدامها لتسخين الماء أو المباني الأخرى**[23]**.

– تتكون أنظمة استعادة الحرارة من مكونات رئيسية هي:

- **مُجمّع الحرارة** : يتولى سحب الحرارة الضائعة من مصدرها.
- **مبادل حراري** : ينقل الحرارة من مُجمّع الحرارة إلى سائل ناقل للحرارة.
- **مضخة** : تضخّ سائل ناقل الحرارة إلى نظام التدفئة أو الماء الساخن.
- **نظام التحكم** : يتحكم في تشغيل النظام ويضمن كفاءته.

مع ازدياد الوعي البيئي و تزايد الضغوطات لخفض انبعاثات الكربون ، برزت اشكالية التخلي عن أنظمة التدفئة التقليدية و التوجه نحو الأنظمة الحديثة . وعلى الرغم من التحديات التي تواجه هذا التحول ، إلا أنّ الفوائد البيئية والاقتصادية لهذه الأنظمة تجعلها خيارًا واعدًا للمستقبل.

II.11.1. التدفئة بالطاقة الشمسية :

هي واحدة من أكثر طرق التدفئة ملائمة للبيئة، فضلا عن تكلفتها المنخفضة نسبيا، تسمح بتوفير ظروف حرارية مناسبة داخل المبنى. يمكن تقسيم منظومات التدفئة بالطاقة الشمسية إلى نوعين رئيسيين هما :

II.11.1.1. أنظمة تدفئة شمسية خاملة :

إن دمج أنظمة التدفئة الخاملة في عملية تشييد المباني يمكن أن يقلل بشكل كبير من احتياجات الطاقة، حيث تتم التدفئة بطرق طبيعية لا يستخدم فيها أي شكل من أشكال الطاقة سواءا كانت ميكانيكية أو كهربائية أو أي أجهزة سيطرة إلكترونية **[24]**، و تعتمد هذه الأنظمة في تجميع الحرارة وتخزينها و توزيعها على مكونات المبنى، إذ يتم الاستفادة من الواجهة الجنوبية للبناء من خلال دمج النوافذ و الجدران الزجاجية التي تسمح بدخول الأشعة الشمسية (المباشرة و المنتشرة)لتسخين الحيز الداخلي، و لتجنب ارتفاع درجة الحرارة خلال النهار و ضمان التدفئة في الليل تبنى الجدران و الأرضيات من مواد

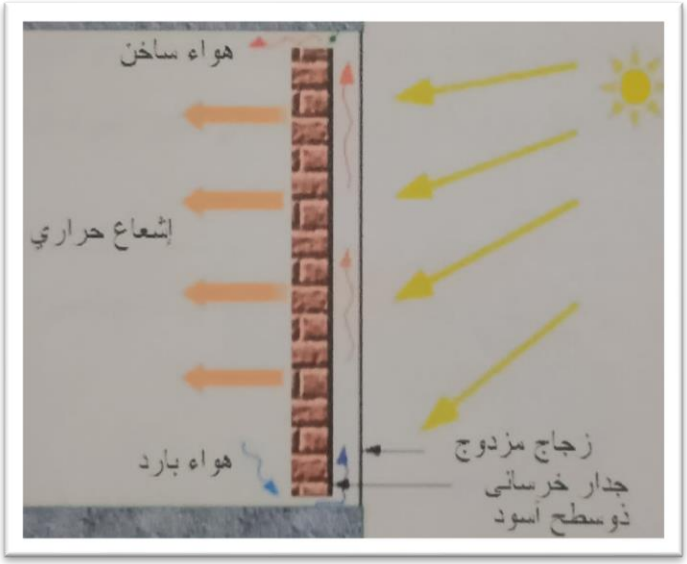
قادرة على تخزين الحرارة : كالخرسانة و الحجر، كما يمكن استخدام الزجاج المزدوج و تغطية النوافذ في الليل بعازل لتقليل الفقد الحراري، و هذا ما يعرف باسم أنظمة الكسب المباشر **[25]**.

أما في أنظمة الكسب الغير مباشر، فيتم استخدام جدار جامع و خازن للحرارة يكون سطحه الخارجي مطلي باللون الأسود، حيث تتم عملية نقل الحرارة إلى داخل المبنى عن طريق التوصيل الحراري، و عادة يبنى هذا الجدار من مواد البناء كما يمكن ان يصنع من خزانات مناسبة تملئ بالماء و توضع فوق بعضها البعض، يسمى الجدار في هذه الحالة بالجدار المائي **[24]** .

يوضح **الشكل (II .20)** جدار ترمب (Mur Trombe) الذي صممه Felix Trombe و Jacques Michel وهو التطبيق الاكثر فعالية في انظمة التدفئة الخاملة . يعتمد هذا النظام على نفس مبدأ البيت الزجاجي ، حيث توضع طبقة او طبقتين من الزجاج امام السطح الخارجي للجدار مع ترك فجوة هوائية ، يزود الجدار بفتحة في الاسفل و الاعلى تسمح بتدوير الهواء الساخن **[24]**.

إن فكرة استخدام و تطوير جدار ترمب لازالت محل اهتمام العديد من الباحثين و قد اثبتوا فعاليته في تخفيض الطاقة المستهلكة في مجال التدفئة و تقليل التذبذب الكبير في درجة الحرارة **[26]**.

أثبت Jaber و Ajib من خلال دراساتهم أن استخدام جدار ترمب في منطقة البحر الابيض المتوسط يمكن أن يقلل من حمل التدفئة بنسبة 37% مع تقليل إنبعاثات CO_2 بنسبة 445Kg كل عام **[27]**.



الشكل .II .14.مبدأ جدار ترمب.

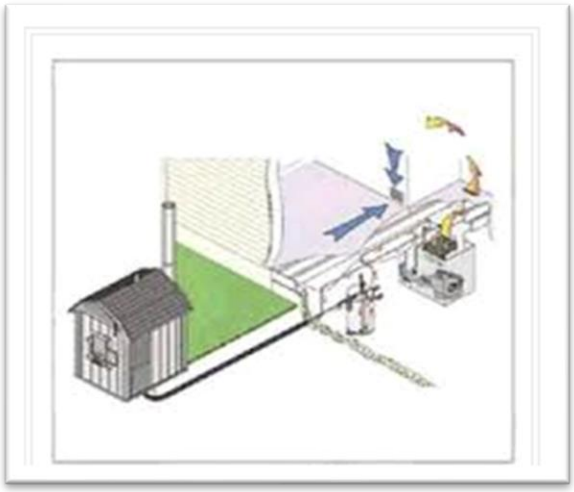
II.1.1.2. انظمة التدفئة الشمسية النشطة:

تستخدم هذه الانظمة مكونات عالية الاداء مثل: مراوح للتهوية، مضخات حرارية، صمامات اتوماتيكية، منظم حراري و اجهزة اخرى، تتطلب عموما صيانة اكبر من الانظمة الخاملة لهذا تكون تكلفة تثبيتها اكبر، و نميز فيها نوعين من الانظمة:

II.1.1.2.1. نظام تدفئة بالهواء الساخن:

يتم دمجه بشكل عام في المباني من اجل تحسين الكسب الحراري لانظمة التدفئة الخاملة باستخدام نظام تهوية يعمل على تدوير الهواء الساخن، يسمح الماص المعدني الذي يحتوي على آلاف الثقوب الصغيرة جدا بدخول الهواء الى التجويف المحصور بينه و بين جدار المبنى لكي يتم سحبه الى الداخل عن طريق نظام تهوية تقليدي موصول بالجدار الشمسي.

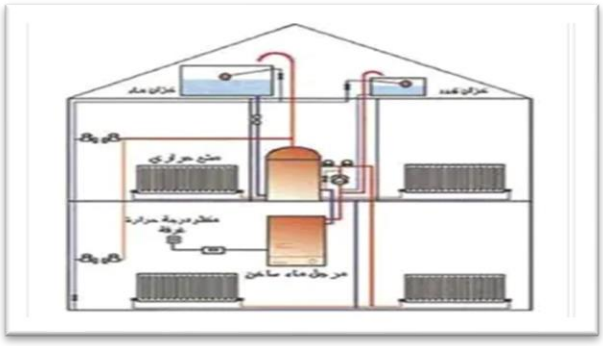
أظهرت النتائج التجريبية ل Reeder أن كفاءة الجدار الشمسي تتراوح بين 0 و33% في حين أن القيم التي وجدها Siebenmorgen تتراوح بين 23.1 و 71.4% **[26]**



الشكل .II.15.نظام تدفئة شمسي نشط يعمل بتدوير الهواء الساخن.

II.1.1.2.11. نظام التدفئة بالماء الساخن:

يقوم هذا النظام على مبدأ سخان المياه الشمسي الذي يتطلب مجمع شمسي لتسخين مائع (الماء) يعمل كوسيط لنقل الحرارة و يكون متصل بخزان معزول حراريا، يتم ضخ و تدوير الماء بواسطة مضخة حرارية عبر شبكة من الأنابيب إلى مشعات حرارية لتوزيع الحرارة في الحيز المراد تدفئته[26].



الشكل .II .16.نظام تدفئة نشط يعمل بالماء الساخن.

II.1.12. التدفئة باستخدام طاقة جوف الأرض :

يعد نظام المضخة الحرارية ذات المصدر الأرضي **GSHP** تقنية متطورة للغاية لتكييف و تدفئة المباني في جميع أنحاء العالم للاستفادة من طاقة جوف الأرض.**[28]**

يتم تعريف GSHP (المضخة الحرارية أرضية المصدر) على أنها مضخات حرارية من مصدر الأرض توفر تدفئة المباني و تسخين المياه عن طريق استخراج الحرارة اللازمة من الأرض و توفير التبريد بعملية معاكسة . **[29]**

تتميز الأرض بانخفاض درجة حرارتها صيفا و ارتفاعها شتاءا مقارنة بدرجة حرارة الهواء الخارجي و ذلك للطبقات السطحية و العميقة على حد سواء، و تقوم الطبقات السطحية بعزل الطبقات الأعمق عن الهواء الخارجي مما يسبب ثبات درجة حرارة هذه الطبقات على مدار العام . **[30]**

نتيجة لهذه المميزات ينخفض الاستهلاك الكهربائي و يرتفع مردود منظومات المضخات الجيوحرارية مقارنة بالمنظومات التقليدية**[30]** .

عادة ما تستخدم المبادلات الحرارية الأفقية أو الشاقولية في أنظمة المضخات الحرارية ذات المصدر الأرضي، و للمبادلات الشاقولية مجموعة من المزايا لأنها تتطلب مساحات صغيرة من الأرض مقارنة بأنظمة المضخات الحرارية ذات المصدر الأرضي الأفقي . **[31]**

تؤدي أعماق الحفر الكبيرة نسبيا إلى استقرار نسبي في درجة حرارة الأرض و بالتالي استقرار عمل النظام، فضلا عن استخدام كمية أقل نسبيا من الأنابيب مقارنة بأنظمة المضخات الحرارية الأرضية الأخرى. **[32]**

بينما تتلخص عيوب المبادلات الشاقولية بارتفاع الكلفة التأسيسية بسبب ارتفاع تكلفة الحفر، حيث تصل أعماق الحفر إلى 80 مترا .

أما بالنسبة للمبادلات الأفقية، فمزاياها هي : التكلفة المنخفضة مقارنة بالأنظمة الرأسية بسبب انخفاض تكلفة الحفر و بساطة التصميم و التنفيذ . **[33]**

و تتلخص عيوبها في :

- الحاجة لمساحات كبيرة من الأرض .

- تقلبات في أداء وحدة النظام نتيجة تذبذب درجة حرارة الأرض عند الأعماق المنخفضة بسبب هطول الأمطار .
- التغير في درجة الحرارة المحيطة .
- انخفاض معامل الأداء .

II.13.2.تكلفة أنظمة التدفئة :

تُعدّ أنظمة التدفئة ضرورية للحفاظ على الدفء والراحة في المنازل والمباني خلال فصل الشتاء. ومع ذلك، تختلف تكلفة تشغيل هذه الأنظمة اختلافًا كبيرًا اعتمادًا على نوع النظام، وحجم المساحة المُدفّأة، وكفاءة التشغيل، وعوامل أخرى. **[34]**

جدول(2.II): تكلفة أنظمة التدفئة.

نوع نظام التدفئة	مساحة المنزل (متر مربع)	متوسط الاستهلاك الشهري (وحدة)	تكلفة الوحدة (دينار جزائري)	متوسط التكلفة الشهرية (دينار جزائري)
التدفئة المركزية	100	500متر مكعب غاز طبيعي	20	10,000
	150	750متر مكعب غاز طبيعي	20	15,000
	200	1,000متر مكعب غاز طبيعي	20	20,000
التدفئة بالغاز الطبيعي	100	300متر مكعب غاز طبيعي	20	6,000
	150	450متر مكعب غاز طبيعي	20	9,000
	200	600متر مكعب غاز طبيعي	20	12,000
التدفئة الكهربائية	100	400كيلو وات ساعة	30	12,000
	150	600كيلو وات ساعة	30	18,000
	200	800كيلو وات ساعة	30	24,000
التدفئة بالطاقةالشمسية	100	200كيلو وات ساعة	30	6,000
	150	300كيلو وات ساعة	30	9,000
	200	400كيلو وات ساعة	30	12,000

II.2.أنظمة التهوية وتكييف الهواء :

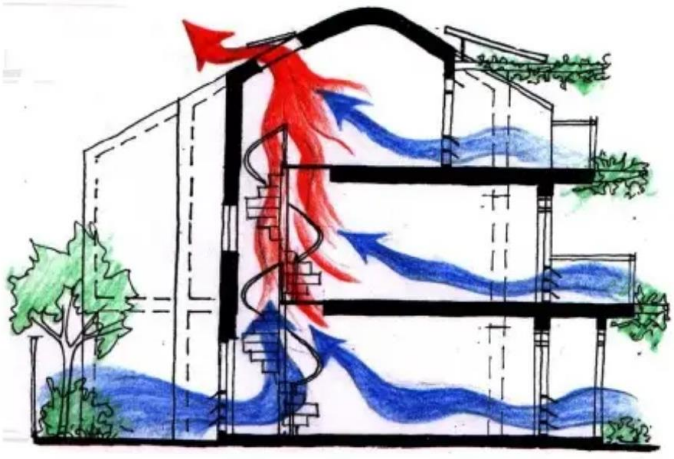
II.2.1. التهوية:

II.2.1.1.تعريف التهوية: هي عملية تغيير او استبدال الهواء في حيز ما لضبط الحرارة أو ازالة الرطوبة والرائحة والدخان والغبار والبكتيريا المحمولة جوا. تشمل التهوية استبدال الهواء مع الخارج وتدويره داخل المبنى .والتهوية احدى أهم العوامل في الحفاظ على نوعية الهواء الداخلي في المباني **[35]**

II .2. 1.2 .طرق تهوية المباني:

وتنقسم طرق تهوية المباني الى تهوية طبيعية وتهوية ميكانيكية مقادة.

- **التهوية الطبيعية** :تستخدم غالبا عندما تكون درجة حرارة الهواء الداخلي أعلى من درجة حرارة الهواء الخارجي النقي. وتتم بفرق كثافة الهواء الداخلي والخارجي وتأثير الرياح، وقد تكون هذه التهوية منتظمة أو غير منتظمة فالتهوية غير المنتظمة تكون بفتح النوافذ والأبواب بينما تتم التهوية المنتظمة بعمل فتحات في أماكن مناسبة، بحيث يمرر الهواء اما نتيجة سرعة التيارات الهوائية الخارجية للمبنى أو كنتيجة لفرق درجات الحرارة وتيارات الحمل. **[35]**



شكل.II.17. التهوية الطبيعية.

من محاسنها سهولتها وقلة تكلفتها ومن عيوبها:

- اعتمادها على عوامل متغيرة كسرعة الرياح واتجاهها ودرجة حرارة الهواء.
- استحالة استخدامها في الأماكن التي يصعب وصول الهواء الخارجي النقي اليها كالمحطات والمنشآت المقامة تحت الارض.
- صغر القوة المحركة للهواء.

➢ **التهوية الميكانيكية** :تتم بواسطة تجهيزات ميكانيكية خاصة تتألف من وحدات لسحب الهواء الداخلي وطرده ووحدات لتزويد الهواء النقي.تمتاز هذه التهوية بما يأتي:

- عدم اعتمادها على عوامل متغيرة كسرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء.
- امكانية وصول الهواء الى مناطق يصعب الوصول اليها بالتهوية الطبيعية.
- امكانية التحكم في صفات الهواء المرسل مثل (التنقية، التسخين، الرطوبة) .
- كبر القوة المحركة التي تدفع الهواء داخل المجاري. **[35]**

شكل.II.18.التهوية الميكانيكية.

II.1.2. 3.الشروط الواجب توافرها في وحدات التهوية :

- ان تكون وحدة التهوية قادرة على سحب الهواء الفاسد من الصالات وان ترسل بدلا منه هواء نقي بشكل منتظم وبالكمية المطلوبة.
- ان لا تحدث داخل الصالات ضجيجا أو تيارات هوائية مزعجة ويتم ذلك باختيار السرعات المناسبة لحركة الهواء في الشبكة وعند فوهات السحب والارسال.
- ان تستمد الهواء الخارجي من مكان نظيف وبعيد عن الأماكن التي تنتشر فيها الغازات والأبخرة الضارة.
- يجب ان لا نلقي الهواء الملوث مباشرة في الوسط الخارجي إذا كان يحتوي مواد ضارة بل يجب تنقيته بشكل جيد ثم طرحه الى الوسط الخارجي.

II.1.2. 4.تجهيزات التهوية:

يمكن ان تكون تجهيزات التهوية محلية حيث تستخدم لتهوية مكان واحد وفي هذه الحالة تركب الوحدة داخل المكان أو ان تكون مركزية وتستخدم لتهوية عدة أماكن في المبنى ويعالج الهواء في هذه الوحدة في مركز واحد ثم يرسل بواسطة شبكة من المجاري ويمكن التحكم بكمية الهواء المرسل الى كل مكان عن طريق استخدام مراوح كما يمكن التحكم بتوزيع الضغوط داخل المبنى بحيث يمنع سريان الهواء من بعض الاماكن الى أماكن أخرى.**[35]**

II.1.2. 5.المراوح المنزلية :

تُعدّ المراوح من أقدم وأبسط أدوات التهوية والتبريد في المنازل، وغالبًا ما تُستخدم كحلّ بديل أو مُكمّل لأنظمة التكييف، خاصة في المناطق ذات المناخ الحارّ والجافّ. وتتميّز المراوح بأسعارها المعقولة نسبيًا، وسهولة تركيبها واستخدامها، وكفاءتها في تحسين تدفق الهواء داخل الغرف. **[36]**

II.2.1.5. 1.أنواع المراوح المنزلية:

مروحة السقف، مروحة الحائط، مروحة الأرضية، مروحة الطاولة.

II.2.1.5. 2.مزايا المراوح المنزلية:

- **التكلفة:** تتميّز المراوح بأسعارها المعقولة نسبيًا مقارنة بأنظمة التكييف.
- **سهولة التركيب والاستخدام:** يمكن تركيب المراوح واستخدامها بسهولة دون الحاجة إلى فني مختص.
- **كفاءة الطاقة:** تستهلك المراوح طاقة كهربائية أقل بكثير من أنظمة التكييف.
- **تحسين تدفق الهواء:** تُساعد المراوح على تحسين تدفق الهواء داخل الغرف، مما يُعزّز الشعور بالانتعاش والراحة.
- **التنوع:** تتوفر المراوح في مجموعة متنوعة من الأنواع والأحجام والتصاميم، لتناسب مختلف الاحتياجات. **[36]**

II.2.1.5. 3.عيوب استخدام المراوح المنزلية:

- **لا تبرد الهواء بشكل مباشر** :لا تقوم المراوح بتبريد الهواء بشكل مباشر، بل تعمل على تحريكه فقط. قد لا توفر تبريدًا كافيًا في المناخات الحارة جدًا أو الرطبة.
- **الضوضاء** :بعض المراوح، خاصةً المراوح عالية السرعة، يمكن أن تكون صاخبة.
- **التأثير على الديكور** :قد لا تتناسب بعض المراوح مع ديكور الغرفة.**[36]**

II.2. 2.التكييف :

يمكن تعريف علم التكييف بأنه ذلك العلم الذي يؤمن ويحافظ على بيئة جوية داخلية مرغوبة بغض النظر عن الأحوال الخارجية.وكقاعدة تستلزم التهوية تقديم الهواء الذي يمكن أن يدفأ بينما يستلزم تكييف الهواء تقديم الهواء الذي يمكن أن يدفأ أو يبرد وكذلك امكانية رفع أو تخفيض محتواه من الرطوبة.

ان تركيب منظومة تكييف الهواء الكاملة في المباني والمنازل غالبا ما يلغي الضرورة من أجل التدفئة بواسطة الاشعاع المباشر وأيضا وظيفة التهوية الطبيعية وبالتالي يلغي الحاجة الى فتح النوافذ أو الاعتماد على وسائل أخرى من أجل ادخال الهواء الخارجي وغالبا يجب ان لا يتم فتح النوافذ في مبنى ومنزل مكيف لأن ذلك يعمل على اختلال فعالية المنظومة. **[35]**

II.2. 2. 1.انواع انظمة التكييف (HVAC system):

- **نظام التمدد المباشر (DX Direct Expansion):** يتم تبريد الهواء مباشرة بغاز الفريون ويمكن تقسيم هذا النظام الى نوعين:
  - ✓ **التكييف المركزي:** يتكون من أربعة مكونات في نفس الوحدة وأنواعه نظام التكييف المركزي مكيف الشباك.
  - ✓ **المنفصل:** وأنواعه تكييف مركزي منفصل وتكييف منفصل.
- **نظام المياه المثلجة (Chilled water system):** يتم تبريد الهواء عن طريق مياه مثلجة والتي يتم تبريدها بغاز الفريون.

II.2. 2. 1.1.نظام التمدد المباشر (Direct expansion system):

II.2. 2. 1.1.1.نظام التكييف المنفصل:

➢التكييف المركزي المنفصل :

•يتم فصل هذا النوع الى وحدتين وحده داخلية ووحدة خارجية وتكون الوحدة الداخلية مخفية في السقف ويتم توصيل الهواء عن طريق قنوات للهواء ويتم عمل باب كشف تحت الوحدة مباشرة من الجبس حيث يستخدم للصيانة.

•السعة التبريدية تصل الى قدرات كبيرةTon 50 .

•يمكن تثبيت الوحدة الداخلية خارج المكان المراد تكييفه ونقل الهواء البارد عن طريق مجاري للهواء.

•أشهر استخداماته في المكتبات والمسارح والمطاعم وغيرها.

•يمكن ادخال هواء نقي الى المكان عن طريق تركيب صندوق خلط على مدخل الوحدة.

شكل.II.19.التكييف المركزي المنفصل.

➢التكييف المنفصل :

❖ جهاز التكييف المنفصل ذو وحدة داخلية واحدة:

•جهاز تكييف يتم تركيبه على الحائط ويتكون من وحدتين داخلية وخارجية وتتكون الوحدة الخارجية من ضاغط ومكثف ومروحته وصمام التمدد وتتكون الوحدة الداخلية من المبخر والمروحة ويفضل عند التركيب ان يكون مستوى الوحدة الخارجية أقل من مستوى الوحدة الداخلية حتى لا يخرج الزيت من الضاغط مع غاز الفريون ويتم استخدام مواسير نحاس بين الوحدتين لها أطوال معينة حسب كتالوج الشركة الصانعة ويتم عزلها حراريا."

•يتميز بأن صوته منخفض لان الضاغط يكون في الوحدة الخارجية بعيد عن المكان المراد تكييفه.

•له سعات تبريدية أكبر من جهاز الشباك وتصل الى 36000btu/hr وأشهر استخداماته في المباني والمنازل السكنية وغيرها.

•اشهر الماركات المصنعة لهToshiba, York , Carrier , LG

شكل. II.20.جهاز التكييف المنفصل ذو وحدة داخلية واحدة.

❖ **تكييف سقفي ارضي:**

•يتكون من وحدتين داخلية وخارجية ويتم تركيب الوحدة الداخلية على السقف أعلى الارض ويفضل ان تكون على السقف لأن الهواء البارد الخارج من الوحدة الداخلية تكون كثافته عالية فينزل لأسفل والهواء الساخن يرتفع لأعلى.

•لا يمكن تركيبه في السقف في حال وجود سقف مستعار.

•له سعات تبريدية أكبر من الجهاز الحائطي تصل الى40000btu/hr

•اشهر الماركات المصنعة لهLG , Carrier , York ,Toshiba

شكل. II.21.جهاز تكييف سقفي أرضي.

❖ **جهاز التكييف السقفي:**

•يتكون هذا النوع من وحدتين داخلية وخارجية ويتم تركيب الوحدة الداخلية في السقف ويعتبر هذا من افضل الانواع في توزيع الهواء حيث يخرج منه الهواء في اربعة اتجاهات ، ولكن لا يمكن تركيب هذا النوع الا بوجود سقف مستعار وتصل سعته التبريدية الى/48000btu

شكل.II.22. جهاز التكييف السقفي.

❖ **المكيف المخفي في السقف:**

•يتكون من وحدتين داخلية وخارجية وتكون الوحدة الداخلية كاملة مخفية في السقف المستعار ويتم توزيع الهواء منها عن طريق قنوات موصولة بمخارج للهواء وتعتبر من أغلى انواع أجهزة التكييف.

•تسمى في السوق تكييف نصف مركزي وتصل قدراتها الىbtu/hr 80000 .

•اشهر أماكن الاستخدامات في المطاعم والبنوك.

•يتم تثبيت الوحدة الداخلية في السقف الخرساني.

شكلII.23. جهاز المكيف المخفي في السقف.

❖ **جهاز التكييف المنفصل المتعدد (نظام VRF):**

•يتكون هذا النظام(variable réfrigérant flow) من أنابيب نحاسية ووحدة خارجية واحدة وعدة وحدات داخلية حيث يتحكم الضاغط في تدفق حجم السائل معتمدا على عدد الوحدات الداخلية التي تعمل مما يؤدي الى توفير الطاقة حيث يعمل كل ثرموستات على التحكم في كل غرفة على انفراد وذلك لوجود صمام تمدد خاص في كل وحدة داخلية.

•يمتاز هذا النظام بتوفيره للطاقة ولكن ترتفع كلفة التركيب والتشغيل كلما زادت المسافة بين الوحدة الخارجية والوحدات الداخلية.

شكل. II.24.جهاز التكييف المنفصل المتعدد (نظام VRF).

II.2. 2. 2.1.1. التكييف المركزي:

❖ **مكيف الشباك:**

•تكون كل مكونات دائرة التبريد في قطعه واحدة وهو أرخص انواع اجهزة التكييف ولكن صوته مرتفع ويحتاج فتحه كبيرة في الشباك او الحائط وهو غير شائع الاستخدام حاليا.

•قدرته صغيرة تصل الى24000btu/hr

•تقوم مروحة الجهاز بسحب الهواء من المكان وتمريره على المبخر (ملف التبريد) ثم دفعه الى المكان مرة أخرى.

شكل. II.25.مكيف الشباك.

❖ **التكييف المركزي:**

•تتكون من قطعة واحدة كبيرة الحجم تشمل جميع أجزاء دائرة التبريد توضع عادة في مكان مفتوح حيث يخرج منها حرارة عند التشغيل وغالبا تكون على سطح المبنى ويتم نقل الهواء البارد منها عن طريق قناة يتم عزل مخارج هواء داخل المكان المراد تكييفه ويتم سحب الهواء من المكان عن طريق قناة يتم عزلها.

•يتم تركيب كاتم صوت عند مخرج الوحدة لامتصاص الصوت الناتج من الجهاز.

•سعتها التبريدية عالية تصل الى50TR .

•تستخدم في المناطق ذات المساحة الواسعة مثل قاعات الافراح والمسارح وغيرها.

شكل. II.26. التكييف المركزي.

II.2. 2. 1. 2.نظام المياه المثلجة:

يتكون هذا النظام من:

➢**المبرد :**

هو الجزء الرئيسي في النظام وهو المسؤول عن تبريد المياه.

ويتم تصنيف المبرد طبقا لطريقة التبريد الى:

- مبرد يعمل بالماء
- مبرد يعمل بالهواء

✓ **مبرد يعمل بالهواء :**

•يتم تبريد المكثف عن طريق الهواء باستخدام مراوح

•هذا النوع محدود أقصى حمل له500TR

•حجمه كبير بسبب المراوح

•يستلزم وضعه على السطح او مكان مفتوح

•يستهلك طاقة كهربائية عالية

•كفاءته منخفضة.

•سعره منخفض.

•صيانته بسيطة.

شكل. II.27.مبرد يعمل بالهواء.

✓ **مبرد يعمل بالماء:**

•يتم تبريد المكثف عن طريق المياه باستخدام برج التبريد.

•هذا النوع غير محدود.

•حجمه صغير.

•يمكن وضعه في أي مكان مع توفير مصدر مياه.

•يستهلك طاقة أقل.

•كفاءته اعلى.

•سعره مرتفع.

•صيانته معقدة.

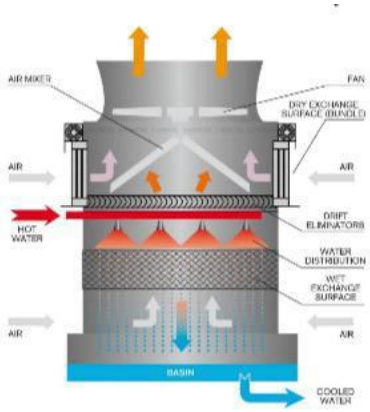
شكل. II.28.مبرد يعمل بالماء.

➢**المضخات :**

وتعتبر المضخات الطاردة المركزية الأكثر شيوعا واستخداما في مجال التكييف وذلك لأنها تتميز ببساطة التركيب والتصميم وانخفاض تكاليف الصيانة والكفاءة العالية وانخفاض مستوى الضوضاء عند التشغيل وأرخص في الثمن.

➢**برج التبريد :** هي عبارة عن مبادلات حرارية تعمل على تبريد المياه بالتبخير في حيز محدود بكفاءة عالية وتستخدم أبراج التبريد مع المكثفات المبردة بالماء لخفض درجة حرارة الماء المستخدم كوسيط تكثيف بعد اكتسابه الطاقة الحرارية المفقودة من المكثف.

باستخدام مضخة يتم ضخ الماء الساخن الخارج من المكثف ويدخل الى برج التبريد من الأعلى ويوزع بشكل متساوي على شكل قطرات وتتم عملية التبريد نتيجة تبخر جزء من الماء اثناء تساقطه حيث تعمل المروحة أعلى البرج على سحب الهواء الخارجي عن طريق فتحات جانبية تمر على فتحات التهوية وتقابل المياه المتساقطة ويحدث تبادل حراري بينهم وتسقط المياه الى حوض البرج بالأسفل.



شكل. II.29.برج التبريد.

II.2.2.2.مميزات وعيوب أنظمة التكييف:

المميزات:

تُقدم أنظمة التكييف العديد من المميزات التي تجعلها ضرورية في العديد من المنازل والمكاتب والشركات، ونذكر من أهمها:

- **تحسين الراحة** :توفر أنظمة التكييف بيئة داخلية باردة وجافة في فصل الصيف، مما يُحسّن من الراحة ويُقلل من التوتر والإرهاق.
- **زيادة الإنتاجية** :تُساعد بيئة العمل المريحة التي توفرها أنظمة التكييف على زيادة التركيز والإنتاجية.
- **تحسين جودة النوم** :تُساعد درجات الحرارة المنخفضة في الليل على النوم بشكل أفضل.
- **الحماية من الأمراض** :تُساعد أنظمة التكييف على تقليل انتشار بعض الأمراض مثل نزلات البرد والإنفلونزا، وذلك عن طريق تقليل الرطوبة ومنع نمو العفن والفطريات.
- **تنقية الهواء** :تتميز بعض أنظمة التكييف بوجود فلاتر تُساعد على تنقية الهواء من الغبار والجسيمات الضارة.

العيوب:

- **التكلفة العالية:** تتطلب أنظمة التكييف تكلفة عالية للشراء والتركيب والتشغيل.
- **التأثير على البيئة:** تُساهم أنظمة التكييف في انبعاث غازات الاحتباس الحراري، ممّا يُساهم في تغيّر المناخ.
- **المخاطر الصحية:** قد تُسبب أنظمة التكييف بعض المخاطر الصحية مثل جفاف الحلق والجلد، والتهابات الجهاز التنفسي، ونوبات الربو.
- **الضوضاء:** تُصدر بعض أنظمة التكييف مستوى عالٍ من الضوضاء، ممّا قد يُسبب الإزعاج.

- **الصيانة:** تتطلب أنظمة التكييف صيانة دورية منتظمة لضمان عملها بشكل سليم.

II.2. 3.الثلاجة:

الثلاجة هي جهاز كهربائي أساسي في كل منزل، تُستخدم لحفظ الطعام ومنع فساده. تُحافظ الثلاجة على برودة الطعام من خلال عملية التبريد، والتي تعمل على سحب الحرارة من داخل الثلاجة وإخراجها إلى الخارج.

شكل.II.30.ثلاجة منزلية.

II.2. 3. 1.مزايا وعيوب الثلاجة:

المزايا:

- **حفظ الطعام:** تُعدّ الثلاجة ضرورية لحفظ الطعام طازجًا لفترة أطول من خلال منع نمو البكتيريا والفطريات التي تسبب فساده.
- **راحة الاستخدام:** تُتيح الثلاجة تخزين الطعام بسهولة والحصول عليه وقت الحاجة دون الحاجة إلى التسوق بشكل متكرر.
- **تنوع الطعام:** تُساعد الثلاجة على تخزين مجموعة متنوعة من الأطعمة، بما في ذلك الفواكه والخضروات واللحوم ومنتجات الألبان، مما يُساعد على تحسين النظام الغذائي.

- **الميزات الإضافية:** توفر بعض الثلاجات ميزات إضافية مثل موزعات الماء والثلج، وصنّاعات الثلج، وأدراج التحكم في الرطوبة، وأنظمة تنقية الهواء، مما يُعزز راحة الاستخدام. **[37]**

العيوب:

- **التكلفة** :قد تكون شراء ثلاجة جديدة وتشغيلها مكلفًا، خاصةً بالنسبة للنماذج ذات الميزات الإضافية.
- **استهلاك الطاقة** :تُستهلك الثلاجات طاقة كهربائية، مما قد يُشكل عبئًا على فاتورة الكهرباء .
- **التأثير البيئي** :تُساهم الثلاجات في انبعاث غازات الاحتباس الحراري، خاصةً إذا كانت تعمل بغازات مبردة ضارة بالبيئة .
- **الصيانة** :تتطلب بعض الثلاجات صيانة دورية، مثل تنظيف ملفات التكثيف واستبدال الفلاتر، مما قد يُشكل عبئًا إضافيًا .
- **ضوضاء التشغيل** :قد تُصدر بعض الثلاجات ضوضاءً أثناء التشغيل، خاصةً النماذج القديمة أو تلك التي تُعاني من مشاكل فنية.**[38]**

II.2. 4.تكلفة تشغيل أنظمة التكييف والتبريد:

تعتمد على عدة عوامل منها:

- **سعر الكهرباء** :يختلف سعر الكهرباء في الجزائر حسب المنطقة ونوع الاستهلاك. يبلغ متوسط سعر الكهرباء للمستهلكين المنزليين 22.4 دينار جزائري للكيلو وات ساعة .
- **كفاءة الجهاز** :كلما كان الجهاز أكثر كفاءة، قلّ استهلاكه للطاقة وانخفضت تكلفة التشغيل .
- **مدة الاستخدام** :تؤثر مدة تشغيل الجهاز على تكلفة التشغيل بشكل كبير .
- **درجة حرارة التشغيل** :كلما كانت درجة حرارة التشغيل منخفضة، زاد استهلاك الطاقة .

- **العزل الحراري** :كلما كان عزل المبنى أفضل، قلّت الحاجة إلى تشغيل الجهاز، وبالتالي انخفضت تكلفة التشغيل.**[34]**

جدول (3.II): تكلفة تشغيل أنظمة التكييف والتبريد

المروحة: • **نوع المروحة** :مروحة سقف (60 واط) • **متوسط الاستهلاك اليومي** 0.24 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 5.4 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 162 :دينار جزائري	**المكيف المركزي:** • **مساحة التبريد** 100 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 8 :ساعات • **كفاءة الطاقةA** : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 12 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 268.8 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 8,064 :دينار جزائري
المكيف المنفصل ذو الوحدة الداخلية الواحدة: • **مساحة التبريد** 20 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 6 :ساعات • **كفاءة الطاقةB** : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 4.8 :كيلو وات ساعة	**مكيف الشباك:** • **مساحة التبريد** 15 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 5 :ساعات • **كفاءة الطاقةC** : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 3.75 :كيلو وات ساعة

• **متوسط التكلفة اليومية** 105.6 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 3,168 :دينار جزائري	• **متوسط التكلفة اليومية** 84 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 2,520 :دينار جزائري
جهاز التكييف المنفصل المتعدد: • **مساحة التبريد** 60 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 7 :ساعات • **كفاءة الطاقة**A+ : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 9 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 201.6 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 6,048 :دينار جزائري	**المكيف المخفي في السقف:** • **مساحة التبريد** 30 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 6 :ساعات • **كفاءة الطاقة**B : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 6 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 134.4 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 4,032 :دينار جزائري
جهاز التكييف السقفي: **مساحة التبريد** 40 :متر مربع **ساعات التشغيل اليومية** 7 :ساعات **كفاءة الطاقة** A : **متوسط الاستهلاك اليومي** 8.4 :كيلو وات	**جهاز تكييف سقفي ارضي:** • **مساحة التبريد** 50 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 6 :ساعات • **كفاءة الطاقة**B+ : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 7.5 :كيلو

ساعة ▯**متوسط التكلفة اليومية** 187.2 :دينار جزائري ▯**متوسط التكلفة الشهرية** 5,616 :دينار جزائري	وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 168 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 5,040 :دينار جزائري
التكييف المركزي المنفصل: • **مساحة التبريد** 150 :متر مربع • **ساعات التشغيل اليومية** 8 :ساعات • **كفاءة الطاقة**++A : • **متوسط الاستهلاك اليومي** 16.8 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 376.32 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 11,289.6 : دينار جزائري	**الثلاجة:** • **متوسط الاستهلاك اليومي** 1.5 :كيلو وات ساعة • **متوسط التكلفة اليومية** 33.6 :دينار جزائري • **متوسط التكلفة الشهرية** 1,008 :دينار جزائري

خاتمة:

في هذا الفصل قمنا بعرض أهم أنظمة التدفئة والتكييف والتبريد، كما تم وصف مزاياها وعيوبها. وتجدر الإشارة إلى أن ما تحققه هذه الأنظمة من راحة حرارية يتطلب أيضا عزل حراري جيد، ولتحقيق هذا وجب الأخذ بعين الاعتبار مختلف التبادلات الحرارية وكذا الخسائر داخل المبنى وهذا ما سنقدمه في الفصل الثالث.

الفصل الثالث

دراسة الحصيلة الطاقوية

مقدمة:

الـ (DTR) هو وثيقة فنية تشريعية تحدد طرق تحديد المدخلات الحرارية والخسائر الحرارية، والتحقق من الامتثال للوائح الحرارية الصيفية والشتوية للمباني المستخدمة لأغراض: السكن، الإقامة، المكاتب، الاستقبال، الاجتماعات، المطاعم.

في هذا الفصل سنقوم بدراسة الحصيلة الطاقوية (التبادلات الحرارية) لمنزل عائلي في جميع الفصول وهذا بالاستعانة بالقوانين الموجودة في وثيقة الـ (DTR).

III.1.المدخلات الحرارية :

المدخلات الحرارية (تسمى أيضًا المكاسب) لمكان ما تساوي مجموع المدخلات الحرارية المحسوسة والكامنة، الناتجة من مصدر داخل أو خارج المكان، لظروف داخلية وخارجية محددة، ولا تأخذ في الاعتبار المدخلات الناتجة عن نظام التدفئة أو التبريد.

III.1. 2.حساب المدخلات الحرارية :

يجب تحديد المدخلات الحرارية وفقًا للخطوات التالية: **[41] [40]**

❖ **تحديد المناطق الحرارية:**

تقسيم المبنى إلى مناطق حرارية متجانسة من حيث المدخلات الحرارية وظروف الاستخدام .وتحديد خصائص كل منطقة حرارية، بما في ذلك مساحتها وحجمها ومعدل تبادل الهواء ومستوى العزل الحراري.

❖ **تحديد الفترة الزمنية الحرجة:**

تحديد الفترة الزمنية من السنة التي تتميز بأعلى المدخلات الحرارية .عادةً ما تكون هذه الفترة أيام الصيف الحارة جدًا أو أيام الشتاء الباردة جدًا.

❖ **حساب المدخلات الحرارية:**

يتم حساب جميع مصادر المدخلات الحرارية مثل الإضاءة والأجهزة والأشخاص والشمس وما إلى ذلك لكل منطقة حرارية وكل ساعة خلال الفترة الحرجة .يتم حسابها باستخدام الطرق الواردة في وثيقة الـ (DTR).

❖ **حساب المدخلات الحرارية الفعلية:**

يتم حساب المدخلات الحرارية الفعلية من خلال جمع جميع المدخلات الحرارية المحسوبة لكل منطقة حرارية ولكل ساعة خلال الفترة الحرجة.

❖ **حساب قدرة التبريد:**

بناءً على المدخلات الحرارية الفعلية، يتم تحديد القدرة التبريدية المطلوبة لنظام تكييف الهواء.

❖ **اختيار نظام تكييف الهواء:**

يتم اختيار نظام تكييف الهواء المناسب بناءً على قدرة التبريد المطلوبة.

III.1 .3.المدخلات الحرارية المحسوسة والكامنة :

المدخلات الحرارية المحسوسة (As) والمدخلات الحرارية الكامنة (Al)هي مجموع المدخلات الحرارية من مصادر داخلية وخارجية، ولا تأخذ في الاعتبار المدخلات الناتجة عن نظام التدفئة أو التبريد.

- المدخلات الحرارية المحسوسة هي المدخلات الحرارية التي تؤدي إلى زيادة درجة الحرارة.
- المدخلات الحرارية الكامنة هي المدخلات الحرارية التي تؤدي إلى زيادة الرطوبة.

المعادلة الرياضية للمدخلات الحرارية المحسوسة والكامنة هي كالتالي:

$$As = APO + AV + AIs + AINFs$$

$$Al = AIl + AINFl$$

حيث :

- **As** :المدخلات الحرارية المحسوسة، بالواط.(W)
- **Al** :المدخلات الحرارية الكامنة، بالواط.(W)
- **APO** : المدخلات الحرارية من خلال الجدران الصلبة، بالواط.(W)
- **AV** : المدخلات الحرارية من خلال الجدران الزجاجية، بالواط.(W)
- **Ais** : المدخلات الحرارية الداخلية المحسوسة، بالواط.(W)
- **AIL** : المدخلات الحرارية الداخلية الكامنة، بالواط.(W)
- **AINFs** : المدخلات الحرارية المحسوسة الناتجة عن تسرب الهواء، بالواط.(W)
- **AINFl** : المدخلات الحرارية الكامنة الناتجة عن تسرب الهواء، بالواط.(W)

III.1. 4.المدخلات الحرارية الفعلية المحسوسة AEs والمدخلات الحرارية الفعلية الكامنة AEl:

تعطى بالشكل التالي:

$$AEs = (C\Delta_{as} \times As) + (BF \times ARENs)\ [W]$$

$$AEl = (C\Delta al \times Al) + (BF \times ARENl)\ [W]$$

حيث:

- **As**:يمثل المدخلات الحرارية المحسوسة. بالواط(W)
- **Al** :يمثل المدخلات الحرارية الكامنة. بالواط(W)
- **ARENs**و **ARENl** : يمثلان المدخلات الحرارية المحسوسة والكامنة الناتجة عن التهوية في المباني. بالواط(W)
- **BF**:عامل التسرب يُمثل نسبة الهواء الخارجي (الهواء الجديد) غير المعالج بواسطة نظام تكييف الهواء (بسبب عيوب جهاز المعالجة) والذي يصل إلى الغرفة دون أي تغيير(BF=0.40) .

- **$C\Delta_{as}$**:هو معامل زيادة المدخلات الحرارية المحسوسة الذي يأخذ في الاعتبار المدخلات الإضافية (تسخين المروحة، شبكة مجاري الهواء التي تمر عبر مباني غير مكيفة)
- **$C\Delta al$**:هو معامل زيادة المدخلات الحرارية الكامنة الذي يأخذ في الاعتبار المدخلات الإضافية (مثل تلك الناتجة عن التسربات المحتملة للهواء في شبكات مجاري الهواء)

III.1. 5.المدخلات الحرارية الكلية الحساسةAT_s ،والكامنة AT_i :

تعطى بالعلاقتين التالية:

$$ATS = (C\Delta_{AS} \times AS) + AREN_S$$

$$ATI = (C\Delta AL \times AI) + AREN_L$$

III.1. 6.التحقق التنظيمي:

يجب أن تتحقق مجموع المدخلات الحرارية الناتجة عن الجدران الزجاجية والجدران الصلبة في شهر جويلية عند الساعة 15:00 بالتوقيت المحلي الجزائري . لدرجة حرارة داخلية جافة تبلغ 27 درجة مئوية، من العلاقة التالية:

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1.05 \times A_{REF}\ (15\ h)$$

- **APO** : المدخلات الحرارية من خلال الجدران الصلبة (بالواط)W .
- **AV** : المدخلات الحرارية من خلال الجدران الزجاجية (بالواط)W .
- **A_{REF}** : المدخلات الحرارية المرجعية (بالواط)W .

يتم إعطاء مدخلات الحرارة المرجعية A_{REF} بواسطة:

$$A_{REF} = A_{REF,\ PH} + A_{REF,\ PV} + A_{REF,\ PVI}$$

- $A_{REF,PH}$: المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران الصلبة الأفقية(الأسقف والأرضيات)(بالواط).
- $A_{REF,PV}$: المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران العمودية الصلبة (مثل الجدران الخارجية)(بالواط).
- $A_{REF,PVI}$: المدخلات الحرارية المرجعية من خلال الجدران الزجاجية (بالواط).

III.1. 7.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الصلبة الأفقية :

يتم حساب مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الصلبة الأفقية $A_{REF,PH}$ بواسطة الصيغة التالية :

$$A_{REF,PH} = \Sigma\ (a \times S_{INT} \times \Delta TS_{REF,PH})$$

- **a (W/m².°C)** : معامل مرتبط بطبيعة البناء وظروف المنطقة المناخية.
- **S_{int} (m^2)** : تشير إلى مساحة الجدار الأفقي محسوبة من الداخل .
- **$\Delta TS_{REF,\ PH}$ (°C)** : هي الفرق في درجة الحرارة المرجعية للجدران الأفقية.

قيمة معامل a تساوي:

- ✓ 1,90للأرضيات العالية (الأسقف) في اتصال مع مكان غير مُكيَّف (بغض النظر عن المنطقة المناخية)
- ✓ 2,70للأرضيات المنخفضة (الطابق السفلي) في اتصال مع مكان غير مُكيَّف (بغض النظر عن المنطقة المناخية).

III.1. 8.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الصلبة العمودية:

تحسب المدخلات الحرارية المرجعية للجدران الصلبة العمودية $A_{REF,\ PV}$ باتباع الصيغة التالية:

$$A_{REF,PV} = \Sigma\ (c \times S_{int} \times \Delta TS_{REF,PV})$$

حيث:

- **c (W/m².°C)**: هو معامل يرتبط بطبيعة البناء وظروف المنطقة المناخية.
- **S_{int} (m²)**: يشير إلى مساحة الجدار العمودي محسوبًا من الداخل.
- **$\Delta TS_{REF, PVI}$ (°C)**: هي الفرق في درجة الحرارة المرجعية للجدران الصلبة العمودية.

III.1. 9.مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الزجاجية:

مدخلات الحرارة المرجعية للجدران الزجاجية هي المجموع الكلي لمدخلات الحرارة المرجعية لكل جدار زجاجي.

–تعطى مدخلات الحرارة المرجعية $A_{REF, PVI}$ لجدران زجاجية متصلة بالخارج بالمعادلة التالية:

$$A_{REF, PVI} = AVE_{REF} + AVT_{REF}$$

AVE_{REF} (W): تشير إلى مدخلات الحرارة المرجعية بسبب الإضاءة الشمسية.

AVT_{REF} (W): تشير إلى مدخلات الحرارة المرجعية بسبب فرق درجة الحرارة.

–مدخلات الحرارة المرجعية بسبب الإضاءة الشمسية من خلال جدار زجاجي AVE_{REF} تعطى بالمعادلة التالية:

$$AVE_{REF} = [SV_{ENS} \times It + (SV - SV_{ENS}) \times Id]\ FS_{REF} \times NPVI_{REF}$$

حيث:

- **SV (m²)**:هي مساحة الزجاج الكلي.
- **SV_{ENS} (m²)** :هي مساحة الزجاج المعرضة لأشعة الشمس عند الساعة 15:00 حسب التوقيت المحلي (TSV).
- **It (W/m²)** :هو كثافة الإشعاع الشمسي الكلية القصوى الفعلية التي تصل إلى سطح ما. تعتمد هذه القيمة على اتجاه المبنى وخط عرضه.
- **Id (W/m²)** :هو كثافة الإشعاع الشمسي المنتشر القصوى الفعلية.

- FS_{REF}:هو عامل الشمس المرجعي يساوي:
  - 0,15للمساكن والإقامات.
  - 0,38 للمكاتب.
- $NPVI_{REF}$:هو معامل تخفيف نسبي للمدخلات المرجعية للجدران الزجاجية للاتجاه المعني.

III.1. 10.المدخلات الحرارية من خلال الجدران الصلبة :

III.1. 10 .1. الجدران الخارجية:

الجدران الصلبة الخارجية هي تلك التي تكون على اتصال مباشر بالهواء الخارجي (عمودية أو أفقية).

يتم حساب المدخلات الحرارية من خلال جدار صلب في لحظةt ، APO(t)، بالعلاقة التالية:

$$APO(t) = 1,2 \times K_{été} \times S_{INT} \times \Delta te(t)$$

1,2(دون وحدة): هو معامل تصحيح يأخذ في الاعتبار المدخلات الجانبية الخطية (عبر الجسور الحرارية).

$K_{été}$ **(W/m². °C)**: هو معامل انتقال الحرارة في الجزء المستمر من الجدار المعتبر لفصل الصيف.

S_{INT} (m²) :هي المساحة الداخلية الكلية للجدار المعني ؛ بالنسبة للأسطح المائلة، يتم أخذ الإسقاط الأفقي للسطح.

Δte(t) (°C)):هي الفرق المكافئ في درجة الحرارة في اللحظة t.

- **معامل انتقال الحرارة $K_{été}$ للجدران الصلبة:**

يحسب بالعلاقة التالية:

$$K_{été} = \frac{1}{\sum R}$$

- **ΣR (m².°C/W))**: يمثل مجموع المقاومات الحرارية للمواد المختلفة من المكونة للجدار.

- **الفرق المكافئ في درجة الحرارة Δte(t) :**

بالنسبة للجدران المعرضة للشمس:

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$$

الجدارفي الظل 24 ساعة في اليوم:

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te$$

Δtes(t) (°C):هي الفرق المكافئ في درجة الحرارة في الساعة t في حالة اعتبار أن الجدار في الظل.

CΔte (°C):هو عامل تصحيح يرجع، من ناحية، إلى الفرق الأقصى ΔTSmax في درجة حرارة الهواء الجاف بين الداخل والخارج للشهر المعني، ومن ناحية أخرى إلى الاختلاف اليومي الأساسي Eb للشهر المعني.

Δtem(t) (°C): هي الفرق المكافئ في درجة الحرارة في الساعة t بالنسبة لاتجاه الجدار المعني.

It,b (W/m²): هو الإشعاع الكلي الأساسي للشهر.

It,b(40) (W/m²):هو الإشعاع الكلي الأساسي لشهر جويلية.

α:عامل الامتصاص للجدران الخارجية ويعطى ما إذا كانت الجدران مطلية ام لا.

يُعطى عامل الامتصاص α لجدار خارجي مطلي حسب لون الوجه الخارجي للجدار:

- السطح الخارجي بلون داكن (أزرق داكن، أحمر داكن، بني داكن)، α = 0.90؛
- السطح الخارجي بلون متوسط (أخضر فاتح، أزرق فاتح، رمادي فاتح)، α = 0.70؛
- السطح الخارجي بلون فاتح (أبيض، كريمي)، α = 0.50؛
- عامل الامتصاص α للجدران الخارجية غير المطلية α = 1

III.1. 10 .2. الجدران الداخلية:

يتم تحديد المدخلات الحرارية التي تمر عبر الجدران الداخلية، في أي لحظةt ، APO(t)، بواسطة المعادلة التالية:

$$APO(t) = Kété \times S_{INT} \times [TS_A - TS_{B,I}]$$

- **$K_{été}$ (W/m².°C)**:هو معامل انتقال الحرارة الكلي للجدران الداخلية.
- **S_{INT} (m²)** :هي المساحة الإجمالية للسطح الداخلي للجدار.
- **TS_A (C°)** :هي درجة حرارة الهواء الجاف داخل الغرفة المجاورة للجدار.
- **TSB,I (C°)** :هي درجة حرارة الهواء الجاف داخل الغرفة الموجودة على جانب الجدار.

III.1. 10 .2. جدران على اتصال مع الأرض:

- يتم حساب المدخلات الحرارية العابرة عبر جدران على اتصال مع الأرض بناءً على فرق المستوى .z فرق المستوى z هو:
  - بالنسبة للأرضيات، فإن الفرق بين مستوى الوجه العلوي للأرضية ومستوى الأرض، محسوبًا بشكل إيجابي.
  - بالنسبة للجدران المدفونة، فإن الفرق بين مستوى الأرض ومستوى الجدار المعتبر، محسوبًا بشكل إيجابي.

بمعنى آخر، فإن الفرق في مستوى z هو مقياس لدرجة عمق الجدار أو الأرضية في الأرض. كلما زاد الفرق في مستوىz ، زادت كمية الحرارة التي يمكن أن تنتقل إلى الجدار أو الأرضية من الأرض.

–المعادلة المستخدمة لحساب المدخلات الحرارية عبر الجدران الداخلية (APO)هي:

$$APO = Kété \times S_{APP} \times (TS_M - T_{sl,B})$$

III.11.1.المدخلات الحرارية عبر الجدران الزجاجية:

يتم تحديد المدخلات الحرارية عبر الجدران الزجاجية، في أي لحظةt ، AVT(t)، بواسطة المعادلة التالية:

$$AVT(t) = Kété \times S_{OUV} \times [(TSe(t) - Clnc) - TS_{B,I}]$$

- **S_{OUV} (m^2):** تمثل مساحة الفتحة في الواجهة الصلبة التي تسمح بمرور الحرارة.
- **TSe(t) (°C):** تمثل درجة حرارة الهواء خارج المبنى في الساعة t.
- **$TS_{B,i}$ (°C):** تمثل درجة حرارة الهواء الأساسية داخل للغرفة المدروسة.
- **Clnc:** تمثل معامل تصحيح .

–المدخلات الحرارية الناتجة عن الإشعاع الشمسي عبر الجدران الزجاجية الخارجيةAVE(t) تعطى بالعلاقة التالية:

$$AVE(t) = [SV_{ENS} \times It + (SV - SV_{ENS}) \times Id] \times FS \times NPVI(t)$$

حيث:

- **SV (m^2)** : تمثل مساحة الجدران الزجاجية الكلية.
- **SV_{ENS} (en m^2)** : تمثل مساحة الجدران الزجاجية المعرضة للإشعاع الشمسي.
- **It (W/m^2)** :تمثل شدة الإشعاع الشمسي الذي يدخل من خلال الجدران الزجاجية.
- **Id (W/m^2)** :تمثل الحد الأقصى للقيمة الفعلية للإشعاع المنتشر.
- **NPVI(t)** :معامل التخميد المتعلق بمكاسب أشعة الشمس عبر الجدران الزجاجية في الساعة t المدروسة.
- **FS** : معامل التوجيه الشمسي يأخذ في الاعتبار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على الجدران الزجاجية.

III.1.11.1. تحديد معامل التخميد :

يُعطى معامل التخميد NPVI(t) بناءً على مدة تشغيل المعدات، ووجود أو عدم وجود وسائل الحماية (الأبواب، الستائر، إلخ)، والكتلة M بالنسبة لمساحة الأرضية، واتجاه الجدار الزجاجي، والوقت الشمسي الحقيقي.

-في حالة عدم وجود معلومات عن مدة تشغيل المعدات، يمكن أخذ المدة الافتراضية التالية:

للمباني السكنية والفندقية والتجارية :

- المناطق A ، B، 'B، و C: 12 ساعة من التشغيل.
- المناطق D1 ، D2، و D3: 16 ساعة من التشغيل.

للمباني التعليمية والمكتبية والاستقبال والمؤتمرات 12 : ساعة من التشغيل .

للمطاعم ومحلات الحرف اليدوية 16 : ساعة من التشغيل.

-بالنسبة للمعامل NPVI(t) ، تُعتبر أي جدران زجاجية بدون حماية داخلية كجدران زجاجية بدون حماية، حتى لو كانت بها حماية خارجية، أو إذا كانت محمية من أشعة الشمس المباشرة بواسطة نتوءات.

-الكتلة M بالنسبة لمساحة الأرضية تعطى بالعلاقة التالية:

$$M=\frac{\sum mext+½\sum msep+\sum mi}{Spl}$$

- m_{ext} **(kg)** :هي كتلة الجدران التي تفصل المنطقة الحرارية المدروسة عن البيئة الخارجية (الجدران الخارجية، السقف، أي أرضية على اتصال مع الأرض).
- m_{sep} **(kg)** :هي كتلة الجدران التي تفصل المنطقة الحرارية المدروسة عن المناطق الحرارية الأخرى (الجدران، الأرضيات الفاصلة، الأسقف).
- m_i **(kg)** :تشير إلى أي كتلة ثابتة (جدران، ممرات، سلم، إلخ.) موجودة داخل المنطقة الحرارية المدروسة.

- **S_{pl} (en m²)** :هي مساحة الأرضية للمنطقة الحرارية المدروسة؛ إذا تم تعريف منطقة حرارية على عدة مستويات، فإن S_{pl} هي مجموع مساحات الأرضية.

بالنسبة لحساب الكتلةM ، لن تؤخذ في الاعتبار كتلة الجدران الزجاجية.

III.1.11. 2.معامل التوجيه الشمسي :

معامل التوجيه الشمسي FS هو النسبة بين التدفق الكلي المنقول من خلال الزجاج المقاوم لأشعة الشمس (FTas)إلى التدفق المنقول عبر الزجاج العادي (FT vo) في ظل الظروف المرجعية.

بمعنى آخر، FS = 1لزجاج عادي، FS < 1 لزجاج مقاوم لأشعة الشمس.

III.1.11. 3.شدة الإشعاع الشمسي الكلي الفعلي It :

شدة الإشعاع الشمسي الكلي الفعلي It والشدّة الإشعاع الشمسي المنتشر الفعلي Id تعطيان بالعلاقة التالية:

$$It = [C_{CADRE} \times C_{LIMP} \times C_{ALT} \times C_{ROSE}]\ It,b$$

$$Id = [C_{CADRE} \times C_{LIMP} \times C_{ALT} \times C_{ROSE}]\ Id,b$$

- **C_{CADRE}** :معامل يأخذ في الاعتبار طبيعة الإطار (مثل إطار معدني أو إطار خشبي أو إطار بلاستيكي.)
- **C_{LIMP}** :معامل يأخذ في الاعتبار وضوح الغلاف الجوي (مثل الغيوم أو الدخان أو الجزيئات الأخرى في الغلاف الجوي.)
- **C_{ALT}** :معامل يأخذ في الاعتبار الارتفاع، حيث أن شدة الإشعاع الشمسي تتناقص مع الارتفاع.
- **C_{ROSE}**: معامل يأخذ في الاعتبار درجة حرارة نقطة الندى، حيث أن شدة الإشعاع الشمسي تتناقص مع انخفاض درجة حرارة نقطة الندى.
- **It,b (W/m²)**:شدة الإشعاع الشمسي الكلي الفعلي.

- **$I_{d,b}$ (W/m^2)**: شدة الإشعاع الشمسي المنتشر الفعلي.

-معامل التصحيح C_{CADRE} يعطى كما يلي:

  - $C_{CADRE} = 1.17$ لإطار معدني
  - $C_{CADRE} = 1$ لإطار خشبي أو PVC

-معامل التصحيح C_{LIMP} يعطى كما يلي:

  - $C_{LIMP} = 1$ لجو صافي ؛ يمكن اعتماد جو صافي في المناطق الريفية، خارج المدن (الواحات، القرى، إلخ.)
  - $C_{LIMP} = 0.92$ لجو غير واضح ؛ يمكن اعتماد جو غير واضح للمناطق شبه الحضرية، والمناطق السكنية في المدن ؛
  - $C_{LIMP} = 0.87$ لجو غائم ؛ يمكن اعتماد جو غائم لوسط المدن الكبرى، والمناطق الصناعية، بالقرب من الصناعات الملوثة.

-يتم الحصول على معامل التصحيح C_{ALT} عن طريق زيادة قيمته بنسبة 0.7٪ لكل 300 متر، مع أخذ $C_{ALT}= 1$ للارتفاع 0 (على سبيل المثال، إذا كان الارتفاع يساوي 349 مترًا، فإن C_{ALT} = 1.007

III.1. 12.المدخلات الحرارية الداخلية :

يشار إلى المدخلات الحرارية الداخلية، أو مكاسب الحرارة، بأنها كميات الحرارة المنبعثة في شكل خفي أو محسوس داخل الأماكن المكيفة.

المكاسب الحرارية الداخلية التي تنص عليها وثيقة ال DTR هي تلك التي لها أصل في:

- السكان.
- الآلات التي تحركها محركات كهربائية.

- الأجهزة الكهربائية.
- الإضاءة.
- أجهزة الغاز.
- الخزانات.
- البخار الحر.
- إدخال البخار المباشر.
- الأنابيب والقنوات الداخلية للهواء.

مبادئ الحساب:

-إذا وجدت المدخلات الحرارية الداخلية، يتم حسابها على أنها ثابتة خلال فترة تشغيل نظام التكييف.

-يتم حساب المدخلات الحرارية الداخلية مع مراعاة تخفيف المكاسب المحسوسة. يستخدم في احتياجات الحساب معامل يسمى معامل التخفيف ويرمز له بـNAI(t) يتم تخصيص معامل التخفيف NAI(t) بشكل منفصل لكل مصدر حراري داخلي.

-يتم تحديد المدخلات الحرارية الداخلية عن طريق ضرب المكاسب القصوى لكل مصدر في معامل التزامن يرمز له بـ CS خاص بكل مصدر.

المدخلات الحرارية الداخلية AI(t) في اللحظة t: تعطى بالصيغة:

$$AI(t)=\sum j(Csj \times AIs.j \times NAI.j) +\sum (CSj \times AIl.j)$$

AI_{SJ} **(W)** :يمثل الجزء المحسوس من المدخل الحراري الداخلي.j

III.1. 12. 1.المكاسب الناتجة عن السكان:

المكاسب الناتجة عن السكان هي مصدر للحرارة المحسوسة والكامنة، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عدد السكان في كل غرفة في المبنى أثناء الحسابات.

-إذا تم تحديد المنطقة الحرارية، فإن عدد السكان هو 4 أشخاص لكل المبنى، ولكل غرفة متوسط عدد السكان هو شخص واحد.

III.1. 12. 2.المكاسب الناتجة عن الآلات الكهربائية:

يمكن أن تشكل الأجهزة مصدرًا للحرارة المحسوسة والكامنة، أو مصدرًا فقط للمكاسب المحسوسة. تنتج الآلة الكهربائية المستخدمة في غرفة الاختبار الحرارة التي تساوي الطاقة الكهربائية المتوسطة الممتصة. (غرفة الاختبار يتم فيها اختبار الآلات الكهربائية .يتم استخدام هذه الغرفة لتحديد مقدار الحرارة التي تنتجها الآلات الكهربائية.)

لتحديد Ddالمكاسب الناتجة عن الآلات الكهربائية، يتم استخدام البيانات المقدمة من الشركة المصنعة.

III.2. 3.المكاسب الناتجة عن الإضاءة:

تشكل أجهزة الإضاءة مصدرًا للحرارة المحسوسة، إذا كنا نعرف الطاقة المثبتة للإضاءة، فإن المكاسب الناتجة عن الإضاءة تعطى بواسطة الصيغة التالية:

$$Al = \Sigma(\mathbf{Wn} \times \mathbf{Cme} \times \mathbf{Ccr})$$

- **Wn(W)** :هي الطاقة الاسمية للمصباح أو الأنبوب الفلوريسنت .
- **Cme** :هو معامل تصحيح ؛ يساوي:
  - 1.2للمصابيح المتوهجة.
  - 1.25للأنابيب الفلورية.
- **Ccr**: هو النسبة المئوية للحرارة المتبقية المقابلة للجزء المتبقي من الطاقة في الغرفة.

Ccr=1للتركيبات التي لا يتم توصيل الإضاءة فيها بنظام تهوية.

III.2.الخسائر الحرارية :

الخسائر الحرارية هي مقدار الحرارة الخارجة من غرفة ما، أو مجموعة من الغرف، عن طريق انتقال الحرارة عبر الجدران وتجديد الهواء، لاختلاف درجة الحرارة بين الداخل والخارج. تقاس بالواط لكل درجة مئوية(W/°C) .

-**الخسائر الحرارية الأساسية:** هي مجموع الحرارة الخارجة من غرفة أو مجموعة من الغرف، بسبب انتقال الحرارة عبر الجدران وتجديد الهواء، في ظل الظروف الداخلية والخارجية الأساسية. يتم التعبير عنها بالواط(W) .

-الخسائر الحرارية الأساسية هي مقياس لكفاءة المبنى من حيث الحفاظ على الحرارة. كلما كانت الخسائر الحرارية الأساسية أقل، كلما كان المبنى أكثر كفاءة في الحفاظ على الحرارة.

-الفرق بين الخسائر الحرارية والخسائر الحرارية الأساسية هو أن الخسائر الحرارية تشمل كل أشكال فقدان الحرارة من المبنى أو المنشأة، بينما الخسائر الحرارية الأساسية تشمل فقط فقدان الحرارة بسبب انتقال الحرارة عبر الجدران وتجديد الهواء في ظل الظروف الداخلية والخارجية الأساسية.

III.2. 1.الأسس الحسابية والمتطلبات :

بناءً على الملف الفني، يجب على المصمم القيام بما يلي :

- تحديد الأحجام الحرارية.
- حساب الخسائر عبر النقل لكل حجم حراري والخسائر من خلال تجديد الهواء.
- التحقق من أن الخسائر الحرارية عبر النقل للمسكن أقل من الخسائر المرجعية.
- حساب الخسائر الأساسية المحتملة التي تعبر عن احتياجات التدفئة.

III.2. 1.1.تعريفات:

–الحجم الحراري هو وحدة قياس تستخدم لتحديد الخسائر الحرارية للمباني. يُفترض أن يكون الحجم الحراري متجانسًا في درجة الحرارة، أي أن درجة الحرارة داخله تكون متساوية.

–يمكن تقسيم المباني إلى أحجام حرارية أصغر لجعل حساب الخسائر الحرارية أكثر دقة. على سبيل المثال، يمكن تقسيم غرفة كبيرة إلى عدة غرف أصغر.يساعد استخدام الأحجام الحرارية في تحديد المناطق التي تحتاج إلى مزيد من التدفئة.

–يمكن اعتبار غرفة كحجم حراري واحد عندما يتم تسخينها من مصدر حرارة واحد.

–يمكن اعتبار عدة أحجام حرارية إذا تم تسخينها من مصادر حرارة متعددة. على سبيل المثال إذا كان لدينا أجهزة تدفئة في غرف السكن (كما هو الحال في أنظمة التدفئة المركزية)؛ في هذه الحالة نقوم بإجراء حساب يعرف ب "غرفة بغرفة".

III.2.2.التعبير العام للخسائر :

III .2.2. 1.الخسائر الحرارية الإجمالية للمسكن :

الخسائر الحرارية الإجمالية D لمسكن يحتوي على عدة أحجام حرارية تعطى بالعلاقة التالية:

$$D = \Sigma\, Di \qquad [W/°C]$$

(W/°C)Di : تمثل الخسائر الحرارية الكلية للحجم الحراريi .

III.2.2.2.الخسائر الحرارية الإجمالية لحجم حراري : تعطى بالعلاقة التالية:

$$D_I = (DT)_I + (DR)_I$$

- **(W/°C)$(DT)_I$** : تمثل الخسائر الحرارية عبرالنقل للحجمi .
- **(W/°C)$(DR)_I$** :تمثل الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء للحجمi .

III.2.2. 3.الخسائر الحرارية عبر النقل لحجم :

الخسائر الحرارية عبر النقل $(DT)_l$ لحجم l تعطى بالعلاقة التالية:

$$(DT)_l = (Ds)_l + (Dli)_l + (D_{SOL})_l + (Dlnc)_l$$

- **$(W/°C)(Ds)_l$** : تمثل الخسائر الحرارية السطحية عبر أجزاء الجدران التي تلامس الخارج.
- **$(W/°C)(Dli)_l$**: تمثل الخسائر عبر الوصلات.
- **$(W/°C)(D_{SOL})_l$**: ترمز إلى الخسائر الحرارية عبر الجدران التي تلامس الأرض.
- **$(W/°C)(Dlnc)_l$**: ترمز إلى الخسائر الحرارية عبر الجدران التي تلامس الأماكن غير المدفأة.

III.2.2. 4.الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء لحجم :

الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء لحجم i (DR)i تعطى بالعلاقة التالية:

$$(DR)i = (DRv)i + (DRs)i$$

- **$(W/°C)(DRv)i$** : تمثل الخسائر الحرارية بسبب التشغيل العادي لأجهزة التهوية،
- **$(W/°C)(DRs)i$**: تمثل الخسائر الحرارية الإضافية بسبب الرياح،

علاقة الخسائر الحرارية للمسكن والخسائر الحرارية للأحجام:

–الخسائر الحرارية للمسكن هي مجموع الخسائر الحرارية لكل حجم في المسكن.

–الخسائر الحرارية عبر النقل للمسكن DT تساوي مجموع الخسائر الحرارية عبر النقل لجميع الأحجام i، أي $DT = \Sigma (DT)i$.

–الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء DR للمسكن تساوي مجموع الخسائر الحرارية من خلال تجديد الهواء لجميع الأحجام i، أي $DR = \Sigma (DR)i$.

III.2. 3.التحقق وحساب الخسائر الحرارية المرجعية:

III.2. 3. 1.التحقق:

يجب أن تحقق الخسائر الحرارية عبر النقل D_T للمسكن ما يلي:

$$D_T \leq 1,05 \times D_{REF}$$

- **D_T (W/°C)** :تمثل الخسائر الحرارية عبر النقل للمسكن.
- **D_{REF} (W/°C)** : تمثل الخسائر الحرارية المرجعية.

III.2. 3. 2.حساب الخسائر الحرارية المرجعية:

تحسب الخسائر الحرارية المرجعية D_{REF} بالعلاقة التالية:

$$D_{REF} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5$$

– S_I (m^2) تمثل مساحات الجدران التي تلامس الخارج، أو السقف، أوالأرضية السفلية، أو غرفة غير مدفأة، أو الأرض. وهي تتعلق على التوالي بـ S_1 السقف، و S_2مساحة الأرضية السفلية، بما في ذلك الأرضيات السفلية فوق الغرف غير المدفأة، و S_3الجدران، و S_4الأبواب، و S_5النوافذ.

– يتم حساب S_1 و S_2و S_3 من داخل المبنى، ويتم حساب S_4 و S_5 عن طريق قياس أبعاد محيط الفتحة في الجدار.

III.2. 4.حساب الخسائر الأساسية :

يجب أن يتضمن حساب قدرة التدفئة للسكن حساب الخسائر الأساسية وفقًا للطريقة الموضحة في الوثيقة الفنية (DTR). للقيام بذلك، يجب مراعاة فرق درجات الحرارة بين البيئات الداخلية والخارجية، والذي يُسمى فرق درجات الحرارة الأساسية.

III.2. 4. 1.الخسائر الأساسية الكلية:

يُمكن التعبير عن الخسائر الأساسية الكلية لمكانDB ، الذي يحتوي على العديد من الأحجام الحرارية، بالمعادلة التالية:

$$DB = \Sigma\ (DB)i$$

(W)(DB)i: تمثل الخسائر الأساسية لكل حجم حراري i.

III.2. 4. 2.الخسائر الأساسية لحجم حراري:

يُمكن التعبير عن الخسائر الأساسية لحجم حراري (DB)i بالمعادلة التالية:

$$(D_B)_I = D_I \times (t_{BI} - t_{BE})$$

- **D_I (W/°C)** : يمثل معامل انتقال الحرارة لحجم حراريi.
- **t_{BI} (°C)** : يمثل درجة حرارة الهواء الداخلي لحجم حراريi .
- **t_{BE} (°C):** يمثل درجة حرارة الهواء الخارجي.

III.2. 4. 3.درجة الحرارة الداخلية الأساسية:

هي درجة حرارة الهواء التي نسعى للحصول عليها في وسط الغرفة دون الحاجة إلى أي مصدرحرارة إضافي بجانب نظام التدفئة.

في حال عدم وجود مواصفات محددة، يتم استخدام القيم التالية لدرجة الحرارة الداخلية الأساسية:

- المباني السكنية والمنازل الفردية24**(°C)**.
- الغرف الرئيسية وغرف الخدمة21**(°C)**.
- الدرج المدفأ والممر المدفأ بشكل مستمر 18**(°C)**
- المكتب المدفأ بشكل مستمر 21**(°C)**
- المتجر المدفأ بشكل مستمر 21**(°C)**

- الورشة المدفئة بشكل مستمر 21**(°C)**

في حال عدم وجود تدفئة مستمرة في مكان ما، يجب اعتباره مكانًا غير مدفأ.

III.2. 4.4.درجة الحرارة الخارجية الأساسية:

درجة الحرارة الخارجية الأساسية هي درجة حرارة يكون فيها الحد الأدنى لدرجات الحرارة اليومية أقل منها لمدة خمسة أيام في السنة. يتم استخدامها كمعيار لتصميم أنظمة التدفئة بدلاً من استخدام أدنى درجات الحرارة السنوية، وذلك لضمان اقتصادية التصميم.

تعتمد درجة حرارة الهواء الخارجي الأساسية على الارتفاع والمنطقة المناخية التي يتم تنفيذ المشروع فيها.

III.2. 5.خسائر الحرارة السطحية عن طريق الانتقال عبر الجدران :

III.2. 5. 1. الجدران الصلبة:

تُستخدم الجدران الصلبة في البناء لفصل المساحات الداخلية عن البيئة الخارجية تنتقل الحرارة من خلال الجدران الصلبة بسبب فرق درجة الحرارة بين الداخل والخارج.

يمكن حساب كمية الحرارة المفقودة من خلال الجدران الصلبة باستخدام الصيغة التالية:

$Ds = K \times A$ [W/°C]

- **Ds (W/m².°C)**:معدل فقدان الحرارة السطحي من خلال الجدار.
- **K(W/m².°C)** :معامل الانتقال السطحي.
- **A(m^2)** : المساحة الداخلية للجدار .

III.2. 5. 2.معامل k للجدران الصلبة :

$$K_{moy} = \frac{K_i A_i}{\sum A_i} \quad [W/m^2.°C]$$

- **Ai(m²)** : هي مساحة السطح للجزء iمن الجدار الذي يُساوي معامل انتقاله الحراري Ki .
- **ΣAi (m^2)** :هي المساحة الداخلية الإجمالية للجدار.

تعتمد طريقة حساب معامل kللجدران الصلبة على تقسيم الجدار إلى عناصر متجانسة.

III.2. 5. 3.التعبير العام:

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{he} + \frac{1}{hi}$$

ΣR (m².°C/W): تمثل مجموع المقاومات الحرارية للطبقات المختلفة من المواد التي تشكل الجدار .

تعتمد معرفة المقاومة الحرارية لطبقة من المواد على طبيعة المادة، أي ما إذا كانت متجانسة أو غير متجانسة.

$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$:تمثل مجموع معاملات التبادل الحراري السطحي.

III.2. 6.معاملات k للجدران الزجاجية :

يتناول هذا الجزء من ال DTR معاملات k للواجهات الزجاجية ذات الإطارات الخشبية أو المعدنية ذات التصنيع الشائع.

يعطى بالعلاقة التالية :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_{VN}} + r_v + r_{rid} + r_{occ}$$

Kvn (m².°C/W) :يمثل معامل K للزجاج فقط، دون أي إضافات.

- **r_v(m².°C/W)**:يمثل المقاومة الإضافية للحرارة الناتجة عن الستائر، إن وجدت.

  تم اعتماد قيمة افتراضية لـ rv وهي 0.025 (m².°C/W).

- **r_{rid} (m².°C/W)** :يمثل المقاومة الإضافية للحرارة الناتجة عن الستائر الداخلية، إن وجدت.

  تم اعتماد قيمة افتراضية لـ rrid وهي 0.030 (m².°C/W).

- **r_{occ} (m².°C/W)** :يمثل المقاومة الإضافية للحرارة الناتجة عن أي عتامات أخرى، مثل العوازل أو الطلاء العاكس.

ملاحظة:

هذه القيم الافتراضية لـ rv و rrid هي قيم تقريبية، وقد تختلف القيم الفعلية اعتمادًا على نوع الستائر أو الستائر الداخلية المستخدمة.

- مقاومة الحرارة الناتجة عن الإخفاءات(rocc) تعطى بالعلاقة التالية:

$$r_{occ} = 0,16 + \frac{e_{occ}}{\lambda_{occ}}$$

حيث :

e_{occ} (m) :يمثل سمك الإخفاء، مثل العازل أو الطلاء العاكس.

λ_{occ} (W/m.°C):يمثل معامل توصيل الإخفاء، وهو مقياس لقدرة المادة على نقل الحرارة.

العتامات:

- هي أنظمة تُستخدم مع الجدران الزجاجية بهدف توفير العزل الحراري الليلي.
- تتضمن بعض الأمثلة على العتامات:
  - الستائر.
  - الستائر الداخلية.
  - العوازل.
  - الطلاء العاكس.

III.2 7.الفقد الحراري عبر الجسور الحرارية:

✓ **المعادلة العامة:**

يمكن حساب الفقد الحراري عبر جسر حراريDli، لاختلاف درجة حرارة°C 1 باستخدام الصيغة التالية:

$$Dli = kl \times L$$

حيث:

- **Dli (W/°C)** :الفقد الحراري عبر الجسر الحراري i .
- **Kl (W/m.°C)**: معامل انتقال الحرارة الخطي للجسر الحراري.
- **L(m)**: طول الجسر الحراري.

✓ **الجسور الحرارية:**

- النوافذ والأبواب :حيث تنتقل الحرارة بسهولة أكبر عبر إطارات النوافذ والأبواب مقارنةً بجدران المبنى.
- الزوايا الخارجية :حيث تنتقل الحرارة بسهولة أكبر عبر الزوايا الخارجية للمبنى بسبب نقص العزل.
- الشرفات :حيث تنتقل الحرارة بسهولة أكبر عبر الشرفات بسبب انقطاع العزل في جدار المبنى.

✓ **مخاطر الجسور الحرارية:**

- تُسبب الجسور الحرارية نقاط ضعف حرارية في المبنى.تؤدي هذه النقاط إلى:
- زيادة الفقد الحراري، مما يزيد من استهلاك الطاقة وتكاليف التدفئة والتبريد.
- تكون التكثيف، مما قد يؤدي إلى ظهور العفن والرطوبة والمشاكل الهيكلية.

يمكن الحصول على إجمالي الفقد الحراري عبر الانتقال الذي يمكن ربطه بجدار dparoi عن طريق جمع الفقد الحراري السطحي عبر هذا الجدار مع جميع الفقد الحراري الخطي، كالتالي:

$$dparoi = \Sigma (K \times A) + \Sigma (KL \times L)$$

في هذه الصيغة، Kو A هما معامل انتقال الحرارة السطحي (W/m².°C)ومساحة السطح الداخلي (m^2) لكل عنصر من عناصر الجدارعلى التوالي .KLو L هما معامل انتقال الحرارة الخطي (W/m.°C) والطول الداخلي (m) لكل رابط، على التوالي.

أحيانًا، يتم التعبير عن إجمالي الفقد الحراري باستخدام مفهوم معامل:(Kg) K global كالتالي :

$dparoi\ i = Kg \times \Sigma A$، حيث ΣA تُمثل المساحة الداخلية الكلية للجدار بوحدة(m²)

Kgيُقاس بوحدة (W/m².°C)

معامل انتقال الحرارة السطحي Kg لجدار ما يساوي:

$$Kg=\frac{\sum KA+\sum KL}{\sum A}$$

يمكن تقييم الفقد الحراري عبر الجسور الحرارية في المبنى بالكامل بنسبة 20٪ من الفقد الحراري السطحي عبر الانتقال عبر جدران المبنى، كالتالي:

$$\Sigma\ (kl \times L) = 0.20\ \Sigma\ (K \times A)$$

في حالة حساب الفقد الحراري عبر الانتقال لكل غرفة على حدة، يجب زيادة الفقد الحراري عبر الانتقال بنسبة 20٪.

III.8.فقدان الحرارة عبر النقل من خلال الجدران المتصلة بالأرضية السفلية:

تُستخدم الصيغة التالية لحساب فقد الحرارة عبر انتقال الحرارة من خلال الأرضيات السفلية:

$$Dsol = ks \times p\ .$$

- **ks (W/m.°C)**: هو معامل النقل الخطي للأرضية السفلية أو الجدار.
- **p (m)**: هو طول الجدار.

تأخذ الصيغة في الاعتبار فقدان الحرارة السطحي عبر الأجزاء المستمرة من الجدران المتصلة بالأرضية، وكذلك فقدان الحرارة عبر الجسور الحرارية.

$$DR = 0.34 \times (QS + QV)$$

- **0.34 (Wh/m³.°C)**: هي الحرارة النوعية الحجمية للهواء.
- **QV (m³/h)**: هو معدل التهوية المحدد.
- **QS (m³/h)**: هو معدل التسرب الإضافي بسبب الرياح.

0,34 x Qv (W/°C) تمثل فقدان الحرارة بسبب التشغيل العادي لأجهزة التهوية، والمشار إليها بالرمز DRV؛ وبالمثل، **0,34 x Qs (W/°C)** تمثل فقدان الحرارة الإضافي بسبب الرياح، والمشار إليه بالرمز DRS.

معدل التهوية المحدد:

– يتم حساب معدل التهوية المحدد QV بالنسبة لمعدل الشفط المرجعي QVref.

– يتم تحديد معدل الشفط المرجعي QVref باعتبار أن التهوية عامة ودائمة.

يعطى معدل التهوية المحدد QV لمسكن بالصيغة التالية:

$QV = Max[0.6 \times VH; QVref]$

- **VH (m^3)** :هو الحجم المسكون.
- **QVref (m^3/h)** :هو معدل الشفط المرجعي.

يعطى معدل الشفط المرجعي QVref بالصيغة التالية:

$$QVref = \frac{(5Qv_{min}+Qv_{max}}{6}$$

- **QVmax (m^3/h)** :هو معدل الشفط المرجعي الأقصى.
- **QVmin (m^3/h)** :هو معدل الشفط المرجعي الأدنى.

III.3. الحصيلة الطاقوية لفصل الصيف(التبادلات الحرارية) :

سنقوم بدراسة التبادلات الحرارية لشقة F2 بمساحة متوسطة مقدرة ب : $68.45\ m^2$ و ارتفاع قدره 2.94 m.

هذه الشقة تتألف من : غرفتين، مطبخ، حمام و بهو. بالإضافة إلى أنها تضم أربعة أشخاص.

III.3.1. حساب المدخلات : (الطاقات الداخلة للنظام)

III.3.1.1. الغرفة 1 :

III.3.1.1.1. الجدار الجنوبي :

III.3.1.1.1.1. المدخلات من خلال الجدران الصلبة :

- $AP0\ (t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times \Delta te(t)$.....(1)
- $\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$ .....(2)

$\Delta te(t) = 13.9 - 0.1 + 0.6[-13.9)] \times 0.72$

$\Delta te(t) = 7.8°C$

حيث:

- Sint $= 6.38\ m^2$ Kété $= 1.45\ W/°m^2$ Eb $= 9\ °C$

  $C\Delta te = -\ 0{,}1\ °C$

- $\Delta tem\ (15h) = 0\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 13.9°C.$ $It,b = 155.5\ W/m^2$

  $It,b\ (40) = 217\ W/m^2$

بالتعويض في العلاقة **(1)** نجد :

- $APO\ (15h) = 1.2 \times 1.45 \times 6.38 \times 7.8$
- $APO\ (15h) = 86.54\ W$

III.3.1.1.1.2. الواردات عبر الجدران الزجاجية ((AV (t)) :

- AV (t) = AVT (t) + AVE (t) .....(3)
- AV (t) = 188.69 w

- **المدخلات الناتجة عن الفرق في درجات الحرارة (عن طريق النقل) ((AVT (t)) :**

- $AVT\ (t) = 1{,}2 \times$ Kété $\times$ Souv $\times$ [Tse (t) − Tsb,i]

من أجل:

- Kété = $6.8\ W/m^2$ Souv = $1.68\ m^2$
- Tse = $34°C$ Tsbi = $24°C$
- $AVT(15h) = 6.8 \times 1.68 \times 1.68 \times [34 - 24]$
- $AVT(15h) = 114.24\ W$
- **المدخلات الناتجة عن الإضاءة (AVE (t)) :**

- AVE (t) = [Svens × It + (SV − SVens) × Id] × Fs × Npvi (t)
- Fs = 0. 45 N pvi(15h) = 0.68 $Id,b = 48{,}05\ W/m^2$ Id = 51.41

مع $It = 146.76 W/m^2$ $It,b = 155.5\ W/m^2$

Ccadre = 1 Climp = 0,95 Calt = 1,0035 Cros = 0.99

$$AVE\ (15h) = [1.68 \times 146.76 + (0) \times 51.41] \times 0.45 \times 0.68$$

$AVE\ (15h) = 75.45\ W$

III.3.1.1.1.3. حساب المدخلات الحرارية عن طريق دخول الهواء الخارجي :

$ARENS\ (t) = 0{,}320 \times Qvan \times (Tse(t) - Tsb,i)$

$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times Qvan \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$

⇐ بالنسبة لعدد من المقيمين نأخذ: **N= 4أشخاص**

Qvan min = 25 m^3 /h

ARENS (15h) = 0,320× (4×25) × (34 − 24)

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797× 100×Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

III.3.1.1.1.4. المدخلات الناتجة عن تسربات الهواء :

AINFS (t) = 0,320 × QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797× QVinf × Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Qv inf =Σ (Qvo inf × Souv) (m^3/ h) **مع :**

Qvo inf = 14.5 m^3/ h Souv = 1.68 m2 Qv inf = 24.36 m3/ h

AINFS (t) = 0,320 × 24.36× (34 − 24)

AINFS (t) =77.95 w

AINFL (15h) = 0,797 × 24.36× (14,5 − 11)

AINFL (t) = 67.95 W

III.3.1.1.1.5. المساهمات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj× AIsj × NAIj) + Σj (Csj × AILj)

- **المساهمات الحرارية الناتجة عن المقيمين :**

Asoc = Cso × AIso × NAIo

ALoc = Cso × AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5 NAIo= 0,95

Asoc = 4× 0,5× 58× 0,95

Asoc = **111.36** W

Aloc = 4×73×0,5

Aloc = **146**W

- **المساهمات الناتجة عن الآلات والمعدات :**

Asm = Csm × Alsm× NAlm

Alm = Csm × ALlm

الأجهزة:

حاسوب شخصي PC : الطاقة الحرارية الناتجة عن الكمبيوتر = 450 واط

تلفاز : الطاقة الحرارية الناتجة من التلفاز : 150W

- **الواردات الناتجة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAIe × Wn × Cme × Ccr)

⇐ مصابيح فلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 1 Cme = 1,25 Cs = 0,7

NAIe = 0,96

Ase = 102.08 × 1,25 × 1× 0,96× 0,7

Ase = 124.05 W

III.3.1.1.1.6. المدخلات الحساسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 835.29 w

⇐ المكاسب الحرارية الكامنة :

Al = 146 w

III.3.1.1.1.7. المكاسب الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 × 835.29) + (0.4 × 320)

AEs= 1005.06 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1.05 × 146) + (0.4 × 278.95)

AEl= 264.88 w

III.3.1.1.1.8. المكاسب الحرارية الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs =1197.06 w

III.3.1.1.1.9. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h) (W)

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl (W)

⇐ حساب المكاسب الحرارية المرجعية :

- Aréf réf,PV= Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV= Σ (1.4 × 6.38× 6.84)

Aréf réf,PV= 61.09 w

- **الواردات من خلال الجدران الزجاجية :**

A réf, PVI = AVE réf + AVT réf

AVE = [SVens It + (SV− SVens) Id]FS N PVI,réf

AVE (15h) = [1.68 × 146.76 + (0) × 51,41] × 0.15× 0.68

AVE (15h) = 25.15 w

AVT = e × Souv× ΔTSréf, PVI

AVT(15h) = 6.8 × 1.68 × 1.68× [34 – 24]

AVT(15h) = 114.24 w

حيث:

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf =(25.15+114.24)

Aréf = 139.39 w

1,05 × Aréf (15 h) = 146.36

APO (15h) +AV (15h) = 275.23 w

APO (15 h) + AV (15 h) ≥ 1,05 × Aréf (15 h)

إذن، فإن المتطلبات التنظيمية محققة .

III.3.1.1.2. الجدار الشرقي :

III.3.1.1.2.1.الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$$(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times DTE(t)$$

$$e\ (t) = \Delta tes(t) + c\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta Tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)} \Delta t$$

$$e\ (t) = 7.2 - 0.1 + 0.6[-7.2)] \times 1\Delta t$$

$$e\ (t) = 2.78°C\Delta t$$

Sint = $4.94\ m^2$ Kété = $1.45\ W/°m^2$ Eb = $9\ °C$ $C\Delta te = -0{,}1°C$

$\Delta tem\ (15h) = 0\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 7.2°C$ $It,b = 516\ W/m^2$

$It,b\ (40) = 516\ W/m^2$

حيث :

$$APO\ (15h) = 1.2\ 1.45 \times 4.94 \times 2.78$$

$$APO\ (15h) = 23.88\ w$$

III.3.1.1.2.2. الواردات من خلال الجدران الزجاجية (AV (t)) :

$$AV\ (t) = 0\ w$$

III.3.1.1.2.3. حساب الواردات الحرارية عن طريق دخول الهواء الخارجي :

$$ARENS\ (t) = 0{,}320 \times Qvan \times (\ Tse(t) - Tsb,i\ )$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times Qvan \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$$

$$Qvan\ min = 25\ m3\ /h$$

$$ARENS\ (15h) = 0{,}320 \times (4 \times 25) \times (34 - 24)$$

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 × 100× Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **الواردات الناتجة عن تسرب الهواء :**

AINFS (t) = 0,320× QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797 × QVinf× Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 0 m^2

Qv inf = 0 m^3/h

AINFS (t) = 0 w

AINFL (t) = **0** w

4.2.1.1.3.III. المدخلات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj × AIsj × NAIj) + Σj (Csj× AILj)

- **المدخلات الحرارية من خلال السكان :**

Asoc = Cso × AIso× NAIo

ALoc = Cso× AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5

NAIo= 0,95

Asoc = 4× 0,5× 58× 0,95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146w.

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm × Alsm × NAlm

Alm = Csm × ALlm

الأجهزة :

حاسوب شخصي PC : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 450 واط/جهاز كمبيوتر

واستهلاك الطاقة للجهاز في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط/جهاز كمبيوتر

التلفاز : استهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة التشغيل = 150 واط/تلفزيون

واستهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط/تلفزيون

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAle × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 1 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAle = 0,96

Ase = 79× 1,25 × 1× 0,96× 0,7

Ase = 66.4 w

III.5.2.1.1.3. الواردات الحساسة :

As = APO + AV + Als + AlNFs

As = 486.88 w

III.3.1.1.2.6. الواردات الكامنة :

$$Al = 146\ w$$

III.3.1.1.2.7. المدخلات الفعلية :

$$AEs = (CDas \times As) + (BF \times ARENs)$$

$$AEs = (1.05 \times 486.88) + (0.4 \times 320)$$

$$AEs = 634.36\ w$$

$$AEl = (CDal \times Al) + (BF \times ARENl)$$

$$AEL = (1.05 \times 146) + (0.4 \times 278.95)$$

$$AEl = 264.88\ w$$

III.3.1.1.2.8. المساهمات الإجمالية :

$$ATs = (CDas \times As) + ARENs$$

$$ATs = 831.23\ w$$

III.3.1.1.2. .9.2. التحقق التنظيمي :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h)\ (W)$$

مع :

$$Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl\ (W)$$

- **حساب المدخلات الحرارية المرجعية :**

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (c \times Sint \times \Delta TSréf,PV)$$

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (1.4 \times 4.94 \times 7.03)$$

- $Aréf\ réf,PV = 48.62\ w$

- A réf, PVI = AVE réf + AVT réf
- A réf, PVI = 0 w
- Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI
- Aréf = 48.62 w
- 1,05 × Aréf (15 h) = 51.1 **w**
- APO (15h) +AV (15h) = 23.88 w
- APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .

III.3.1.1.3. الجدار الغربي :

III.3.1.1.1.3. الواردات عبر الجدران الصلبة :

$(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times DTE(t)$

$\Delta te\ (t) = \Delta tes(t) + c\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta Tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$

$\Delta te\ (t) = 10.6 - 0.1 + 0.6[-10.6)] \times 1 \quad \Rightarrow \quad \Delta te\ (t) = 4.14°C$

Sint =9.23 m^2 Kété = 1.45 $W/°m^2$ Eb = 9 °C CΔte = − 0,1 °C

Δtem (15h) = 0 °C Δtes (15h) = 10.6°C It,b = 516 W/m^2

It,b (40) = 516 W/m^2

حيث :

APO (15h) = 1.2 ×1.45 ×9.23 ×4.14

APO (15h) = 66.47 w

APO (sol) = 0 w

III.3.1.1.3.2. المدخلات عبر النوافذ ((AV (t)):

AV (t) = 0 w

III.3.1.1.3.3. حساب المدخلات الحرارية من خلال التهوية :

ARENS (t) = 0,320 × Qvan × (Tse(t) − Tsb,i)

ARENL (t) = 0,797 ×Qvan×Max [(Hsb,e − Hsb,i);0]

Qvan min = 25 m3 /h

ARENS (15h) = 0,320 × (4×25) × (34 − 24)

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 ×100×Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **المدخلات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

AINFS (t) = 0,320 ×QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797 ×QVinf×Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 0 m2

Qv inf = 0m3/ h

AINFS (t) =0 w

AINFL (t) = **0** W

III.3.1.1.3.4. المدخلات الداخلية:

AI(t) = Σj (Csj ×Alsj ×NAlj) + Σj (Csj ×AlLj)

- **المساهمات الحرارية الناتجة عن السكان داخل الغرفة :**

Asoc = Cso ×AIso ×NAIo

ALoc = Cso ×AILO

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5 NAIo= 0,95

Asoc = 4×0.5×58×0.95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4×73×0.5

Aloc = 146 w

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

الأجهزة :

حاسوب شخصي PC :

استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 450 واط/ جهاز كمبيوتر

واستهلاك الطاقة للجهاز في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط/ جهاز كمبيوتر.

التلفاز :

استهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة التشغيل = 150 واط/ تلفزيون

واستهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط/ تلفزيون.

⇐ الواردات الناتجة عن الإضاءة :

Ase = Σ (Cse ×NAIe ×Wn ×Cme ×Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 1 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAIe = 0,96

Ase = 147.68×1,25 ×1×0,96× 0,7

Ase = 124.05 W

III.3.1.1.3.5. المدخلات المحسوسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 587 w

III.3.1.1.3.6. المدخلات الكامنة :

Al = 146 w

III.3.1.1.3.7. المدخلات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 × 587) + (0.4 × 320)

AEs= 744.2 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1.05 × 146) + (0.4 × 278.95)

AEl= 264.88 w

III.3.1.1.3.8. المدخلات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs =936.21 w

9.3.1.1.3.III. التحقق التنظيمي :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h)\ (W)$$

مع :

$$Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVI\ (W)$$

- **حساب المدخلات الحرارية المرجعية :**

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (c \times Sint \times \Delta TSréf,PV)$$

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (1.4 \times 9.23 \times 9.86)$$

$$Aréf\ réf,PV = 127.4\ w$$

$$A\ réf,\ PVI = AVE\ réf + AVT\ réf$$

$$A\ réf,\ PVI = 0\ W$$

مع :

$$Aréf = Aréf,\ PH + Aréf,\ PV + Aréf,\ PVI$$

$$Aréf = 127.4\ w$$

$$1{,}05 \times Aréf\ (15\ h) = 1{,}05 \times 294.45$$

$$1{,}05 \times Aréf\ (15\ h) = 133.77\ w$$

$$APO\ (15h) + AV\ (15h) = 66.49\ w$$

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \geq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h) \quad \Leftarrow$$

إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .

III.3.1.2. الغرفة 2 :

III.3.1.2.1. الجدار الشرقي :

III.3.1.2.1.1. الواردات عبر الجدران الصلبة :

$$\Delta te\ (t) = 1{,}2 \times K\acute{e}t\acute{e} \times Sint \times DTE(t)$$

$$\Delta te\ (t) = \Delta tes(t) + c\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta Tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$$

$$\Delta te\ (t) = 7.2 - 0.1 + 0.6[-7.2)] \times 1$$

$$\Delta te\ (t) = 2.78°C$$

Sint = $11.96\ m^2$ Kété = $1.45\ W/°m^2$ Eb = 9 °C CΔte = − 0,1 °C

Δtem (15h) = 0 °C Δtes (15h) = 7.2°C It,b = $516\ W/m^2$

It,b (40) = $516\ W/m^2$

مع :

$$APO\ (15h) = 1{,}2 \times 1.45 \times 4.94 \times 2.78$$

$$APO\ (15h) = 57.82\ W$$

III.3.1.2.1.2. المدخلات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$$AV\ (t) = 0\ w$$

III.3.1.2.1.3. حساب المدخلات الحرارية عن طريق دخول الهواء الخارجي :

$$ARENS\ (t) = 0{,}320 \times Qvan \times (Tse(t) - Tsb,i)$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times Qvan \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$$

من أجل عدد الأشخاص : **N=4** Qvan min = 25

m3 /h

ARENS (15h) = 0,320 × (4×25) × (34 − 24)

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 ×100×Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **المدخلات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

AINFS (t) = 0,320 ×QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797 ×QVinf×Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 0 m^2

Qv inf = 0 m3/ h

AINFS (t) = 0 w

AINFL (t) = **0** w

4.1.2.1.3.III. المدخلات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj ×AIsj ×NAIj) + Σj (Csj ×AILj)

- **المساهمات الحرارية الناتجة عن السكان داخل الغرفة :**

Asoc = Cso ×AIso ×NAIo

ALoc = Cso ×AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5 NAIo= 0,95

Asoc = 4×0.5×58×0.95

Asoc = 111.36 W

Aloc = 4×73×0.5

Aloc = 146W.

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm ×Alsm ×NAlm

Alm = Csm ×ALlm

الأجهزة :

المبرد :

استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 25600 واط

التلفاز :

استهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة التشغيل = 150 واط

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse ×NAle ×Wn ×Cme ×Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 1 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAle = 0,6

Ase = 79.04×1,25 ×1×0,96×0,7

Ase = 66.39 w

III.3.1.2.1.5. المدخلات المحسوسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 520.6 w

III.3.1.2.1.6. المدخلات الكامنة :

Al = 146 w

III.3.1.2.1.7. المدخلات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 × 520.6) + (0,4 × 320)

AEs= 674.63 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1,05 × 146) + (0,4 × 278.95)

AEl= 264.88 w

III.3.1.2.1.8. المساهمات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs =866.63 w

III.3.1.2.1.9. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h) (W)

مع :

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl (W)

Aréf réf,PV = Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV = Σ $(1.4 \times 11.96 \times 7.03)$

Aréf réf,PV = 117.71 w

Aréf,PVI = 0 w

مع :

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf =117.71 w

$1{,}05 \times$ Aréf $(15\ h) = 123.6$ **w**

APO $(15h)$ +AV $(15h) = 57.82$ w

APO $(15\ h)$ + AV $(15\ h) \leq 1{,}05 \times$ Aréf $(15\ h)$

- **إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .**

III.3.2.2.1. الجدار الشمالي :

III.3.2.2.1.1. الواردات عبر الجدران الصلبة :

$$\Delta te(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times DTE(t)$$

$$\Delta te\ (t) = \Delta tes(t) + c\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta Tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$$

$\Delta te\ (t) = 0 - 0.1 + 0.6[4.4] \times 1.03$

$\Delta te\ (t) = 2.62°C$

Sint =5.99 m^2 Kété = 1.45 $W/°m^2$ Eb = 9 °C C Δte =

$-\ 0{,}1$ °C

.$\Delta tem\ (15h) = 4.4$ °C $\Delta tes\ (15h) = 0°C$ $It,b = 48.5$ W/m^2

$It,b\ (40) = 47$ W/m^2

مع :

$$APO\ (15h) = 1{,}2 \times 1.45 \times 5.99 \times 2.62$$

$$APO\ (15h) = 27.29\ W$$

2.2.2.1.3.III. الواردات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$$AV\ (t) = AVT\ (t) + AVE\ (t)$$

$$AV\ (t) = 169.97\ w$$

3.2.2.1.3.III. المدخلات الناتجة عن الاختلاف في درجة الحرارة (عن طريق النقل)) :

$$AVT\ (t) = 1{,}2 \times Kété \times Souv \times [Tse\ (t) - Tsb,i\ ]$$

من أجل :

$Kété = 6.8\ W/m^2$ $Souv = 1.68\ m^2$ $Tse = 34°C$

$Tsbi = 24°C$

$$AVT(15h) = 1.2 \times 6.8 \times 1.68 \times [34 - 24]$$

$$AVT(15h) = 137.1\ W$$

- **المدخلات الناتجة عن الإشعاع الشمسي ((AVE (t)) :**

$$AVE\ (t) = [Svens \times It + (SV - SVens) \times Id] \times Fs \times Npvi\ (t)$$

$Fs = 0.45$ $N\ pvi(15h) = 0.95$ $It,b = 48.5\ W/m2$

$It = 45.77\ W/m2$ $Id,b = 48{,}05\ W/m2$ $Id = 51.41$

Ccadre = 1 Climp = 0,95 Calt = 1,0035

Cros = 0,99

AVE (15h) = [1.68 ×45.77 + (0) ×51,41] ×0.45×0.95

AVE (15h) = 32.87 W

III.3.1.2.2.4. حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :

ARENS (t) = 0,320 ×Qvan × (Tse(t) − Tsb,i)

ARENL (t) = 0,797 ×Qvan×Max [(Hsb,e − Hsb,i);0]

من أجل عدد من الأشخاص : N=4

Qvan min = 25 m3 /h

ARENS (15h) = 0,320 × (4×25) × (34 − 24)

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 ×100×Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

AINFS (t) = 0,320 ×QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797×QVinf×Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 1.68 m2

Qv inf = 24.36m3/ h

AINFS (t) =77.95 w

AINFL (t) = 67.95 w

III.3.1.2.2.5. المدخلات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj ×AIsj ×NAIj) + Σj (Csj ×AILj)

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

Asoc = Cso ×AIso ×NAIo

ALoc = Cso ×AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5 NAIo= 0,95

Asoc = 4×0.5×58×0.95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4×730.5

Aloc = 146 w

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm ×AIsm ×NAIm

AIm = Csm ×ALIm

الأجهزة :

المبرد :

استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 25600 واط

واستهلاك الطاقة للجهاز في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط

التلفاز :

استهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة التشغيل = 150 واط

واستهلاك الطاقة للتلفزيون في حالة إيقاف التشغيل = 0 واط

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

$Ase = \Sigma (Cse \times NAIe \times Wn \times Cme \times Ccr)$

مصابيح الفلورسنت :

$Wn = 16\ W/m^2$ $Cr = 1$ $Cme = 1,25$ $Cs = 0,7$ $NAIe = 0,96$

$Ase = 95.84 \times 1,25 \times 1 \times 0,96 \times 0,7$

$Ase = 80.51\ W$

III.3.1.2.2.6. الواردات المحسوسة :

$As = APO + AV + AIs + AINFs$

$As = 752.11\ w$

- **الواردات الكامنة :**

$Al = 146\ w$

III.3.1.2.2.7. الواردات الفعلية :

$AEs = (CDas \times As) + (BF \times ARENs)$

$AEs = (1,05 \times 752.11) + (0,4 \times 320)$

$AEs = 917.72\ w$

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1,05 × 146) + (0,4 × 278.95)

AEl= 264.88 w

III.3.1.2.2.8. المساهمات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs =1109.72 w

III.3.1.2.2.9. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h) (w)

مع :

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl (W)

Aréf réf,PV= Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV= Σ (1.4 × 5.99× 5.81)

Aréf réf,PV= 48.72 w

A réf, PVl = AVE réf + AVT réf

AVE = [SVens It + (SV− SVens) Id]FS N PVl,réf

AVE (15h) = [1.68 × 45.77 + (0) × 51,41] × 0.15× 0.68

AVE (15h) = **32.87** w

AVT = e × Souv× ΔTSréf, PVl

AVT(15h) = 6.8 × 1.2 × 1.68× [34 – 24]

AVT(15h) = 137.09 w

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf = 48.72 + (32.87+137.09)

Aréf = 218.68 W

1,05 × Aréf (15 h) = 229.6 w

APO (15h) +AV (15h) = 193.28 w

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

- **إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .**

III.3.1.3. المطبخ :

III.3.1.3.1. الجدار الشمالي :

III.3.1.3.1.1. الواردات عبر الجدران الصلبة :

$APO(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times \Delta te(t)$

$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$

$\Delta te(t) = 0 - 0.1 + 0.6[4.4] \times 1.03$

$\Delta te(t) = 2.62°C$

Sint =3.93 m^2 Kété = 1.45 W/°m^2 Eb = 9 °C C∆te = − 0,1 °C

∆tem (15h) = 4.4 °C ∆tes (15h) = 0°C It,b = 48.5 W/m^2

It,b (40) =47 W/m2

APO (15h) = 1,2 × 1.45 × 3.93 × 2.62

APO (15h) = 17.91 w

2.1.3.1.3.III. الواردات عبر النوافذ ((AV (t)) :

AV (t) = AVT (t) + AVE (t)

AV (t) = 233.68 w

- **الواردات الناتجة عن الاختلاف في درجة الحرارة (عن طريق النقل) ((AVT (t)) :**

AVT (t) = 1,2 × Kété × Souv × [Tse (t) − Tsb,i]

من أجل :

Kété = 6.8 W/m^2 Souv = 2.31 m^2 Tse = 34°C

Tsbi = 24°C

AVT(15h) = 1.2× 6.8 × 2.31× [34 – 24]

AVT(15h) = 188.49 W

- **الواردات الناتجة عن الإشعاع الشمسي ((AVE (t)) :**

AVE (t) = [Svens × It + (SV − SVens) × Id] × Fs × Npvi (t)

Fs = 0.45 N pvi(15h) = 0.95 Souv

= 2.31 m^2

It,b = 48.5 W/m^2 It = 45.77 W/m^2 Id = 51.41.

مع :

Ccadre = 1 Climp = 0,95 Calt = 1,0035

Cros = 0,99

AVE (15h) = [2.31 × 45.77 + (0) × 51,41] × 0.45× 0.95

AVE (15h) = 45.19 W

III.1.3. 1.3.3. حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :

ARENS (t) = 0,320 × Qvan × (Tse(t) − Tsb,i)

ARENL (t) = 0,797 × Qvan× Max [(Hsb,e − Hsb,i);0]

من أجل N=4 من الأشخاص :

Qvan min =

$$25\ m^3/h$$

ARENS (15h) = 0,320 × (4× 25) × (34 − 24)

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 × 100× Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

AINFS (t) = 0,320 × QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797 × QVinf× Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 2.31 m^2

Qv inf = 33.49m^3/ h

AINFS (t) =107.18 w

AINFL (t) = 93.43 W

III.1.3.1.3.4. المدخلات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj × AIsj × NAIj) + Σj (Csj × AILj)

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

Asoc = Cso × AIso × NAIo

ALoc = Cso × AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne)

Cso= 0.5

NAIo= 0.95

Asoc = 4× 0.5× 58× 0.95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146 w

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm × AIsm × NAIm

AIm = Csm × ALIm

الأجهزة :

ميكرويف : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 1400 واط

فرن : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل =3000 واط

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAIe × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 1 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAle = 0,96

Ase = 62.88× 1,25 × 1× 0,96× 0,7

Ase = 52.82 W

III.3.1.3.1.5. الواردات الحساسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 2731.68w

III.3.1.3.1.6. الواردات الكامنة :

Al = 451 w

III.3.1.3.1.7. الواردات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 ×2731.68) + (0.4 × 320)

AEs= 2996.26 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1.05 × 451) + (0.4 × 278.95)

AEl= 585.13 w

III.3.1.3.1.8. المساهمات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs = 3188.26 w

III.3.1.3.1.1. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h) (W)

مع :

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVI (W)

Aréf réf,PV = Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV = Σ (1.4 × 3.93× 5.81)

Aréf réf,PV = 31.96 w

A réf, PVI = AVE réf + AVT réf

AVE = [SVens It + (SV− SVens) Id] FS N PVI,réf

AVE (15h) = [2.31 × 45.77 + (0) × 51,41] × 0.15× 0.95

AVE (15h) = 15.07 w

AVT = e × Souv× ΔTSréf, PVI

AVT(15h) = 1.2 × 6.8 × 2.31× [34 – 24]

AVT(15h) = 188.49 W

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf =31.96 + (15.07+188.49)

Aréf = 235.52 W

1,05 × Aréf (15 h) = 247.3

APO (15h) +AV (15h) = 251.6 w

حيث :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

إذن : فالمتطلبات التنظيمية غير محققة .

III.3.1.4. الحمام :

III.3.1.4.1. الجدار الشمالي :

III.3.1.4.1.1. الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$$APO(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times DTE(t)$$

$$\Delta te\ (t) = \Delta tes(t) + c\Delta te + \frac{\propto}{0.9} \times [\Delta Tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$$

$$DTe(t) = 0 - 0.1 + 0.6[4.4] \times 1.03$$

$$DTe(t) = 2.62°C$$

Sint $= 7.62 m^2$ Kété $= 1.45\ W/°m^2$ Eb $= 9\ °C$ CΔte $= -0{,}1\ °C$

$\Delta tem\ (15h) = 4.4\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 0°C$ $It,b = 48.5\ W/m^2$

$It,b\ (40) = 47\ W/m^2$

حيث :

$$APO\ (15h) = 1{,}2 \times 1.45 \times 7.62 \times 2.62$$

$$APO\ (15h) = 34.72\ w$$

III.3.1.4.1.2. الواردات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$$AV\ (t) = AVT\ (t) + AVE\ (t)$$

$$AV\ (t) = 54.63\ w$$

- **الواردات الناتجة عن الاختلاف في درجة الحرارة (عن طريق النقل) ((AVT (t)) :**

$$AVT\ (t) = 1{,}2 \times Kété \times Souv \times [Tse\ (t) - Tsb,i\ ]$$

مع :

Kété = 6.8 W/m^2 Souv = 0.54 m^2 Tse = 34°C Tsbi = 24°C

$AVT(15h) = 1.2\times\ 6.8 \times 0.54 \times [34 - 24]$

$AVT(15h) = 44.06\ W$

- **المساهمات الناتجة عن دخول أشعة الشمس AVE (t) :**

$AVE\ (t) = [Svens \times It + (SV - SVens) \times Id] \times Fs \times Npvi\ (t)$

Fs = 0.45 N pvi(15h) = 0.95 Souv = 0.54 m^2

It = 45.77 W/m^2 Id,b = 48,05 W/m^2 Id = 51.41

مع :

Ccadre = 1 Climp = 0,95 Calt = 1,0035 Cros = 0,99

$AVE\ (15h) = [0.54 \times 45.77 + (0) \times 51,41] \times 0.45\times 0.95$

$AVE\ (15h) = 10.57\ W$

III.1.3. 3.1.4. حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :

$ARENS\ (t) = 0,320 \times Qvan \times (Tse(t) - Tsb,i\ )$

$ARENL\ (t) = 0,797 \times Qvan\times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$

من أجل N=4 من الأشخاص :

Qvan min = 25 m^3 /h

$ARENS\ (15h) = 0,320 \times (4\times 25) \times\ (34 - 24)$

ARENS (15h) = 320 w

ARENL (t) = 0,797 × 100× Max [(14.5 − 11);0]

ARENL (t) = 278.95 w

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

AINFS (t) = 0,320 × QVinf × (Tse(t) − Tsb,i)

AINFL (t) = 0,797 × QVinf× Max [(Hsb,e − Hsb,i) ; 0]

Souv = 0.54 m^2

Qv inf = 7.83 m^3/ h

AINFS (t) =25.06 w

AINFL (t) = 21.84 W

4.1.4.1.3.III. المدخلات الداخلية :

AI(t) = Σj (Csj × AIsj × NAIj) + Σj (Csj × AILj)

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

Asoc = Cso × AIso × NAIo

ALoc = Cso × AILO

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5

NAIo= 0,95

Asoc = 4× 0.5× 58× 0.95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146 w

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm × Alsm × NAlm

Alm = Csm × ALlm

الأجهزة :

. مجفف الشعر : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 897W

. مجفف الشعر : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة عدم التشغيل = 239 W

. آلة غسل الملابس : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 3000W

. آلة غسل الملابس : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة عدم التشغيل = 1500W

AlL = 869.5w

AlS = 2137.5 w

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAle × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 3 Cme = 1,25 Cs = 0,7

NAle = 0,96

Ase = 121.92× 1,25 × 3× 0,96× 0,7

Ase = 124.05 W

III.3.1.4.1.5. الواردات الحساسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 2384.1 w

III.3.1.4.1.6. الواردات الكامنة :

Al = 1015.5w

III.3.1.4.1.7. الواردات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 ×2384.1) + (0.4 × 320)

AEs= 2631.3 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1.05 × 1015.5) + (0.4 × 278.95)

AEl= 1177.86 w

III.3.1.4.1.8. المساهمات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs = 2823.3 w

III.3.1.4.1.9. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h) (W)

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl (W)

Aréf réf,PV= Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV= Σ (1.4 × 7.62× 5.81)

Aréf réf,PV= 61.98 w

A réf, PVI = AVE réf + AVT réf

AVE = [SVens It + (SV− SVens) Id]FS N PVI,réf

AVE (15h) = [0.54 × 45.77 + (0) × 51,41] × 0.15× 0.95

AVE (15h) = 3.52 w.

AVT = e × Souv× ΔTSréf, PVI

AVT(15h) = 1.2 × 6.8 × 0.54× [34 – 24]

AVT(15h) = 44.06 W

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf =61.98 + (44.06+3.52)

Aréf = 109.56 W

1,05 × Aréf (15 h) = 115.04

APO (15h) +AV (15h) = 89.37 w

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .

III.3.1.4.2. الجدار الغربي :

III.3.1.4.2.1. الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$$(t) = 1{,}2 \times Kété \times Sint \times DTE(t)$$

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$$

$$DTe(t) = 10.6 - 0.1 + 0.6[-10.6] \times 1$$

$$DTe(t) = 4.14°C$$

Sint $= 8.46\ m2$ Kété $= 1.45\ W/°m2$ Eb $= 9\ °C$ $C\Delta te =$

$-\ 0{,}1\ °C$

$\Delta tem\ (15h) = 0\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 10.6°C$ $It,b = 516\ W/m^2$

$It,b\ (40) = 516\ W/m^2$

مع :

$$APO\ (15h) = 1.2 \times 1.45 \times 8.46 \times 4.14$$

$$APO\ (15h) = 60.91\ w$$

III.3.1.4.2.2. الواردات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$$AV\ (t) = AVT\ (t) + AVE\ (t)$$

$$AV\ (t) = 43.96\ w$$

- **الواردات الناتجة عن الاختلاف في درجة الحرارة (عن طريق النقل) ((AVT (t)) :**

$$AVT\ (t) = 1{,}2 \times Kété \times Souv \times [Tse\ (t) - Tsb,i\ ])$$

Kété = 6.8 W/m^2 Souv = 0.25 m^2 Tse = 34°C Tsbi = 24°C

AVT(15h) = 1.2× 6.8 × 0.25× [34 – 24]

AVT(15h) = 20.4 W

- **المساهمات الناتجة عن دخول أشعة الشمس AVE (t) :**

AVE (t) = [Svens × It + (SV − SVens) × Id] × Fs × Npvi (t)

Fs = 0.45 N pvi(15h) = 0.43 It,b = 516 W/m^2 It = 487 W/m^2

Id,b = 48,05 W/m^2 Id = 51.41

مع :

Ccadre = 1 Climp = 0,95 Calt = 1,0035 Cros = 0,99

AVE (15h) = [0.25 × 487 + (0) × 51,41] × 0.45× 0.43

AVE (15h) = 23.56 W

- **حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :**

ARENS (t) = 0,320 × Qvan × (Tse(t) − Tsb,i)

ARENL (t) = 0,797 × Qvan× Max [(Hsb,e − Hsb,i);0]

من أجل N=4 من الأشخاص :

Qvan min = 25 m^3 /h

$$ARENS\ (15h) = 0{,}320 \times (4\times 25) \times (34 - 24)$$

$$ARENS\ (15h) = 320\ w$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times 100\times \text{Max}\ [(14.5 - 11);0]$$

$$ARENL\ (t) = 278.95\ w$$

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

$$AINFS\ (t) = 0{,}320 \times QVinf \times (\ Tse(t) - Tsb,i\ )$$

$$AINFL\ (t) = 0{,}797 \times QVinf\times \text{Max}\ [(Hsb,e - Hsb,i)\ ;\ 0]$$

$$Souv = 0.25\ m^2$$

$$Qv\ inf = 3.63\ m^3/\ h$$

$$AINFS\ (t) = 11.6\ w$$

$$AINFL\ (t) = 10.13\ W$$

4.2.4.1.3.III. المدخلات الداخلية :

$$AI(t) = \Sigma j\ (Csj \times AIsj \times NAIj) + \Sigma j\ (Csj \times AILj)$$

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

$$Asoc = Cso * AIso * NAIo$$

$$ALoc = Cso * AILO$$

مع :

$Ais= 58$ (W/personne) $AIL= 73$ (W/personne) $Cso= 0{,}5$

$NAIo= 0{,}95$

Asoc = 4× 0.5× 58× 0.95

Asoc = 111.36 w

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146 w

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

Asm=Csm × Alsm × NAlm

Alm = Csm × ALlm

الأجهزة :

. مجفف الشعر : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 897W

. آلة غسل الملابس : استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = 3000W

AlL = 305w

AlS = 2137.5 w

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAle × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 3 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAle = 0,96

Ase = 135.36× 1,25 × 3× 0,96× 0,7

Ase = 341 W

III.3.1.4.2.5. الواردات الحساسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As =2420w

III.3.1.4.2.6. الواردات الكامنة :

Al = 942.5 w

III.3.1.4.2.7. الواردات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1.05 ×2420) + (0.4 × 320)

AEs= 2669 w

AEl = (CDal × Al) + (BF × ARENl)

AEL = (1.05 × 942.5) + (0.4 × 278.95)

AEl= 1101.2 w

III.3.1.4.2.8. المساهمات الإجمالية :

ATs = (CDas × As) + ARENs

ATs = 2861 w

III.3.1.4.2.9. التحقق التنظيمي :

APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVI (W)

Aréf réf,PV= Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV)

Aréf réf,PV= Σ $(1.4 \times 8.46 \times 9.86)$

Aréf réf,PV= 116.78 w

A réf, PVI = AVE réf + AVT réf

AVE = [SVens It + (SV− SVens) Id]FS N PVI,réf

AVE $(15h)$ = $[0.25 \times 487 + (0) \times 51{,}41] \times 0.15 \times 0.43$

AVE $(15h)$ = 7.85 w

AVT = e × Souv× ΔTSréf, PVI

AVT$(15h)$ = $1.2 \times 6.8 \times 0.25 \times [34 - 24]$

AVT$(15h)$ = 20.4 w

حيث :

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf = 145.03 w

$1{,}05 \times$ Aréf $(15\ h)$ = 152.3 w

APO $(15h)$ +AV $(15h)$ = 104.9 w

مع :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h)$$

إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .

III.5.1.3. البهو :

III.1.5.1.3. الجدار الغربي :

III.1.1.5.1.3. الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$(t) = 1{,}2 \times K\acute{e}t\acute{e} \times Sint \times DTE(t)$

$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$

$DTe(t) = 10.6 - 0.1 + 0.6[-10.6] \times 1$

$DTe(t) = 4.14°C$

$Sint = 5.46\ m^2$ $Kété = 1.45\ W/°m^2$ $Eb = 9\ °C$ $C\Delta te = -0{,}1\ °C$

$\Delta tem\ (15h) = 0\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 10.6°C.$ $It,b = 516\ W/m^2$

$It,b\ (40) = 516\ W/m^2$

مع :

$APO\ (15h) = 1{,}2 \times 1.45 \times 5.46 \times 4.14$

$APO\ (15h) = 39.31\ w$

III.2.1.5.1.3. الواردات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$AV\ (t) = 0\ w$

III.3.1.5.1.3. حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :

$ARENS\ (t) = 0{,}320 \times Qvan \times (\ Tse(t) - Tsb,i\ )$

$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times Qvan \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$

من أجل N=4 من الأشخاص :

$$Qvan\ min = 25\ m^3/h$$

$$ARENS\ (15h) = 0{,}320 \times (4 \times 25) \times (34 - 24)$$

$$ARENS\ (15h) = 320\ w$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times 100 \times Max\ [(14.5 - 11);0]$$

$$ARENL\ (t) = 278.95\ w$$

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

$$AINFS\ (t) = 0{,}320 \times QVinf \times (\ Tse(t) - Tsb,i\ )$$

$$AINFL\ (t) = 0{,}797 \times QVinf \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i)\ ;\ 0]$$

$$Souv = 0\ m^2$$

$$.Qv\ inf = m^3/\ h$$

$$AINFS\ (t) = 0w$$

$$AINFL\ (t) = \mathbf{0}\ W$$

III.4.1.5.1.3. المدخلات الداخلية :

$$AI(t) = \Sigma j\ (Csj \times AIsj \times NAIj) + \Sigma j\ (Csj \times AILj)$$

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

$$Asoc = Cso \times AIso \times NAIo$$

$$ALoc = Cso \times AILO$$

مع :

Ais= 58 (W/personne) AIL= 73 (W/personne) Cso= 0,5 NAIo= 0,95

Asoc = 4× 0.5× 58× 0.95

Asoc = 111.36 W

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146W.

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

. **مدفأة الغاز :** استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = (20−40)(kwh)

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAIe × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 2 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAIe = 0,96

Ase = 87.36× 1,25 × 2× 0,96× 0,7

Ase = 146.76 w

5.1.5.1.3.III. الواردات المحسوسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 297.43 w

6.1.5.1.3.III . المدخلات الكامنة :

Al = 146 w

III.3.1.5.1.7. الواردات الفعلية :

$$AEs = (CDas \times As) + (BF \times ARENs)$$

$$AEs = (1.05 \times 297.43) + (0.4 \times 320)$$

$$AEs = 440.30 \text{ w}$$

$$AEl = (CDal \times Al) + (BF \times ARENl)$$

$$AEL = (1{,}05 \times 146) + (0{,}4 \times 278.95)$$

$$AEl = 264.88 \text{ w}$$

III.3.1.5.1.8. المساهمات الإجمالية :

$$ATs = (CDas \times As) + ARENs$$

$$ATs = 632.30 \text{ w}$$

III.3.1.5.1.9. التحقق التنظيمي :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h)\ (W)$$

$$Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVI\ (W)$$

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (c \times Sint \times \Delta TSréf,PV)$$

$$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (1.4 \times 5.46 \times 9.86)$$

$$Aréf\ réf,PV = 75.37 \text{ w}$$

$$A\ réf,\ PVI = AVE\ réf + AVT\ réf\ [W]$$

$$A\ réf,\ PVI = 0 \text{ w}$$

$$Aréf = Aréf,\ PH + Aréf,\ PV + Aréf,\ PVI$$

$$Aréf = 75.37 \text{ w}$$

$1{,}05 \times \text{Aréf}\ (15\ h) = 79\ w$

$\text{APO}\ (15h) + \text{AV}\ (15h) = 39.33\ w$

مع :

$\text{APO}\ (15\ h) + \text{AV}\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times \text{Aréf}\ (15\ h)$

- **إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .**

III.3.1.2.5.1. الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$(t) = 1{,}2 \times K\acute{e}t\acute{e} \times Sint \times DTE(t)$

$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\Delta te + \frac{\alpha}{0.9} \times [\Delta tem(t) - \Delta tes(t)] \times \frac{It,b}{It,b(40)}$

$DTe(t) = 13.9 - 0.1 + 0.6[-13.9)] \times 0.72$

$DTe(t) = 7.8$

$Sint = 3.62\ m^2$ $K\acute{e}t\acute{e} = 1.45\ W/°m^2$ $Eb = 9\ °C$ $C\Delta te = -0{,}1$ °C

$\Delta tem\ (15h) = 0\ °C$ $\Delta tes\ (15h) = 13.9°C.$ $It,b = 155.5\ W/m^2$

$It,b\ (40) = 217\ W/m^2$

مع :

$\text{APO}\ (15h) = 1.2 \times 1.45 \times 3.62 \times 7.8$

$\text{APO}\ (15h) = 49.11\ W$

III.3.1.2.5.2. المدخلات عبر النوافذ ((AV (t)) :

$\text{AV}\ (t) = \text{AVT}\ (t) + \text{AVE}\ (t)$

$\text{AV}\ (t) = 114.24\ w$

- **الواردات الناتجة عن الاختلاف في درجة الحرارة (عن طريق النقل) ((AVT (t)) :**

$$AVT\ (t) = 1{,}2 \times Kété \times Souv \times [Tse\ (t) - Tsb,i\ ]$$

مع :

Kété = 6.8 W/m^2 Souv = 2.64 m^2 Tse = 34°C Tsbi = 24°C

$$AVT(15h) = 1.2 \times 6.8 \times 2.64 \times [34 - 24]$$

$$AVT(15h) = 114.24\ W$$

- **المساهمات الناتجة عن دخول أشعة الشمس (t) AVE :**

$$AVE\ (t) = [Svens \times It + (SV - SVens) \times Id] \times Fs \times Npvi\ (t)$$

$$AVE\ (15h) = 0\ W$$

III.3.2.5.1.3. حساب الواردات الحرارية من خلال إدخال الهواء الخارجي :

$$ARENS\ (t) = 0{,}320 * Qvan * (\ Tse(t) - Tsb,i\ )$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 * Qvan * Max\ [(Hsb,e - Hsb,i);0]$$

من أجل N=4 من الأشخاص : Qvan min = 25 m^3/h

$$ARENS\ (15h) = 0{,}320 \times (4 \times 25) \times (34 - 24)$$

$$ARENS\ (15h) = 320\ w$$

$$ARENL\ (t) = 0{,}797 \times 100 \times Max\ [(14.5 - 11);0]$$

$$ARENL\ (t) = 278.95\ w$$

- **الواردات الناتجة عن التسربات الهوائية :**

$$AINFS\ (t) = 0.320 \times QVinf \times (Tse(t) - Tsb,i)$$

$AINFL\ (t) = 0.797 \times QVinf \times Max\ [(Hsb,e - Hsb,i)\ ;\ 0]$

مع :

$Qv\ inf = \Sigma\ (Qvo\ inf \times Souv)\ (m^3/\ h)$

$Qvo\ inf = 14.5\ m^3/\ h.$

$Souv = 2.64\ m^2$

$Qv\ inf = 38.28\ m3/\ h$

$AINFS\ (t) = 0{,}320 \times 38.28 \times (34 - 24)$

$AINFS\ (t) = 122.49\ w$

$AINFL\ (15h) = 0{,}797 \times 38.28 \times (14{,}5 - 11)$

$AINFL\ (t) = 106.78\ w$

4.2.5.1.3.III. المدخلات الداخلية :

$AI(t) = \Sigma j\ (Csj \times AIsj \times NAIj) + \Sigma j\ (Csj \times AILj)$

- **الواردات الحرارية الناتجة عن السكان :**

$Asoc = Cso \times AIso \times NAIo$

$ALoc = Cso \times AILO$

مع :

$Ais = 58\ (W/personne) \quad AIL = 73\ (W/personne) \quad Cso = 0{,}5 \quad NAIo = 0{,}95$

$Asoc = 4 \times 0.5 \times 58 \times 0.95$

Asoc = 111.36 W

Aloc = 4× 73× 0.5

Aloc = 146W.

- **المساهمات الناتجة عن الآلات و المعدات :**

. **مدفأة الغاز :** استهلاك الطاقة للجهاز في حالة التشغيل = (20−40)(kwh)

- **الواردات الناجمة عن الإضاءة :**

Ase = Σ (Cse × NAIe × Wn × Cme × Ccr)

مصابيح الفلورسنت :

Wn = 16 W/m² Cr = 2 Cme = 1,25 Cs = 0,7 NAIe = 0,96

Ase = 57.92× 1,25 × 2× 0,96× 0,7

Ase = 139 W

III.3.1.5.2.5. الواردات المحسوسة :

As = APO + AV + AIs + AINFs

As = 536.2 w

III.3.1.5.2.6. الواردات الكامنة :

Al = 146 w

III.3.1.5.2.7. الواردات الفعلية :

AEs = (CDas × As) + (BF × ARENs)

AEs = (1,05 × 536.2) + (0,4 × 320)

AEs= 691.01 w

$AEl = (CDal \times Al) + (BF \times ARENl)$

$AEL = (1.05 \times 146) + (0.4 \times 278.95)$

$AEl = 264.88\ w$

III.3.1.5.2.8. المساهمات الإجمالية :

$ATs = (CDas \times As) + ARENs$

$ATs = 883.01\ w$

III.3.1.5.2.9. التحقق التنظيمي :

$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times Aréf\ (15\ h)\ (W)$

$Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVl\ (W)$

$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (c \times Sint \times \Delta TSréf,PV)$

$Aréf\ réf,PV = \Sigma\ (1.4 \times 3.62 \times 6.84)$

$Aréf\ réf,PV = 34.67\ w$

$A\ réf,\ PVl = AVE\ réf + AVT\ réf\ [W]$

$AVE\ (15h) = 0\ w$

$AVT = e \times Souv \times \Delta TSréf,\ PVl$

$AVT(15h) = 1.2 \times 6.8 \times 2.64 \times [34 - 24]$

$AVT(15h) = 215.42\ W$

$Aréf = Aréf,\ PH + Aréf,\ PV + Aréf,\ PVl$

$Aréf = 34.67 + 215.42$

$Aréf = 250.1\ w$

$1{,}05 \times A_{réf}\ (15\ h) = 262.6\ w$

$APO\ (15h) + AV\ (15h) = 163.37\ w$

مع :

$$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times A_{réf}\ (15\ h)$$

- **إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .**

III.3.1.6. المدخلات من خلال السقف :

III.3.1.6.1. الواردات من خلال الجدران الصلبة :

$$(t) = 1{,}2 \times K_{été} \times Sint \times \Delta t$$

$\Delta t = 8.48\ °C$ $Sint = 71\ m^2$ $K_{été} = 3.8\ W/°m^2$

مع :

$APO\ (15h) = 1{,}2 \times 3.8 \times 71 \times 8.48$

$APO\ (15h) = 2748.63\ w$

III.3.1.6.2. التحقق التنظيمي :

$APO\ (15\ h) + AV\ (15\ h) \leq 1{,}05 \times A_{réf}\ (15\ h)\ (W)$

$A_{réf} = A_{réf,PH} + A_{réf,PV} + A_{réf,PVI}\ (W)$

$A_{réf,PH} = \Sigma\ (a \times Sint \times \Delta TS_{réf,PH})\ (W)$

a (Ph) = 1.1 W/m².°C Sint= 71 m² ΔTSréf,PH =

13,39 °C

Aréf,PH = 1.1*71*13.39

Aréf,PH = 1045. W

Aréf = Aréf, PH + Aréf, PV + Aréf, PVI

Aréf = 1045.4

Aréf = 1045.4 W

w 1,05 × Aréf (15 h) = 1097.6

APO (15h) +AV (15h) = 3960.35 w

مع : APO (15 h) + AV (15 h) ≤ 1,05 × Aréf (15 h)

- **إذن : فالمتطلبات التنظيمية محققة .**

الجدول (1.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصل الصيف.

	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
المجموع	3230.484	1038.85	12232.59	3882	529.41	461.51	17031.335	21722.901	2512.78	-1521.034

2.3.III. الحصيلة الطاقوية لمنزل خلال فصل الشتاء

الجدول (2.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 1

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة1	الجنوبي	25.97	377.38	466.08	292	75.15	68.95	167.06	1155.06	129.35	-274
	الشرقي	7.16	0	448.7	292	0	0	97.38	806.44	24.74	17.58
	الغربي	19.94	0	504.39	292	0	0	117.37	911.21	60.94	41
	المجموع	53.07	377.38	1419.17	876	75.15	68.95	1884.71	2872.71	215.03	-215.42

الجدول (3.III) : ملخص الإمدادات في الغرفة 2

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة2	الشرقي	17.35	0	447.21	292	0	0	104.11	841.58	59.89	42.54
	الشمالي	8.19	339.94	461.21	292	75.15	339.94	150.42	1088.31	248.13	-100
	المجموع	25.54	339.94	908.42	584	75.15	339.94	254.53	1929.89	308.02	-57.46

الجدول (4.III) : ملخص الإمدادات في المطبخ

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
المطبخ	الشمالي	5.37	467.36	2309.82	902	103.47	94.77	546.33	3123.74	242.73	-230

الجدول (5.III) : ملخص الإمدادات في الحمام

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الحمام	الشمالي	10.41	109.26	2214.72	2031	24.56	22.04	476.82	2764.06	114.51	-5.16
	الغربي	18.27	87.92	2247.88	1885	11.2	10.26	483.98	2801.83	149.54	43.35
	المجموع	28.68	197.18	4462.6	3916	35.76	32.3	960.8	5565.89	264.05	38.19

الجدول (6.III) : ملخص الإمدادات في البهو

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
البهو	الغربي	11.97	0	251.53	292	0	0	59.48	616.27	76.42	64.45
	الجنوبي	14.73	288.48	243.82	292	119.54	107.86	107.24	866.11	255.11	-48.1
	المجموع	26.7	288.48	495.35	584	119.54	119.54	166.72	1482.38	331.53	16.35

الجدول (7.III) : ملخص الإمدادات عبر السقف

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
السقف		2688.056	0	0	0	0	0	2080.396	3164.057	1034.99	-1653.066

الجدول (8.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصل الشتاء .

القطعة	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة1	الجنوبي	25.97	377.38	466.08	292	75.15	68.95	167.06	1155.06	129.35	-274
	الشرقي	7.16	0	448.7	292	0	0	97.38	806.44	24.74	17.58
	الغربي	19.94	0	504.39	292	0	0	117.37	911.21	60.94	41
	المجموع	53.07	377.38	1419.17	876	75.15	68.95	1884.71	2872.71	215.03	-215.42
الغرفة2	الشرقي	17.35	0	447.21	292	0	0	104.11	841.58	59.89	42.4
	الشمالي	8.19	339.94	461.21	292	75.15	339.94	150.42	1088.31	248.13	-100
	المجموع	25.54	339.94	908.42	584	75.15	339.94	254.53	1929.89	308.02	-57.46
المطبخ	الشمالي	5.37	467.36	2309.82	902	103.47	94.77	546.33	3123.74	242.73	-230
الحمام	الشمالي	10.41	109.26	2214.72	2031	24.56	22.04	476.82	2764.06	114.51	-5.16
	الغربي	18.27	87.92	2247.88	1885	11.2	10.26	483.98	2801.83	149.54	43.35
	المجموع	28.68	197.18	4462.6	3916	35.76	32.3	960.8	5565.89	264.05	38.19
البهو	الغربي	11.97	0	251.53	292	0	0	59.48	616.27	76.42	64.45
	الجنوبي	14.73	288.48	243.82	292	119.54	107.86	107.24	866.11	255.11	-48.1
	المجموع	26.7	288.48	495.35	584	119.54	119.54	166.72	1482.38	331.53	16.35
السقف		2688.056	0	0	0	0	0	2080.396	3164.057	1034.99	-1653.066
	المجموع	2827.416	1670.34	9595.36	6862	409.07	655.5	5893.486	18138.667	2396.35	-2101.756

III.3.3_الحصيلة الطاقوية لمنزل خلال فصلي الخريف و الربيع

الجدول (III.9) : ملخص الإمدادات في الغرفة 1

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة1	الجنوبي	34.62	377.38	469.21	292	75.15	68.95	167.06	1157.15	143.33	−268.67
	الشرقي	7.16	0	448.71	292	0	0	97.37	813.11	49.48	42.32
	الغربي	20.44	0	505.39	292	0	0	117.37	916.89	129.68	109.24
	المجموع	62.22	377.38	1423.31	876	75.15	68.95	381.8	2887.15	322.49	−117.11

الجدول (III.10) : ملخص الإمدادات في الغرفة 2

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة2	الشرقي	17.65	0	448.17	292	0	0	104.11	846.59	120.47	102.82
	الشمالي	8.19	339.94	462.11	292	75.15	68.95	150.42	1087.63	223.55	−124.58
	المجموع	25.84	339.94	910.28	584	75.15	68.95	254.53	1934.22	344.02	−21.76

الجدول (III.11) : ملخص الإمدادات في المطبخ

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
المطبخ	الشمالي	5.37	467.36	2297.74	892	103.47	94.77	546.33	3126.44	240.82	−231.91

الجدول (III.12) : ملخص الإمدادات في الحمام

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الحمام	الشمالي	10.41	109.26	2214.22	2031	24.56	22.04	476.82	2763.06	111.52	−8.15
	الغربي	18.27	87.92	2252.68	1885	11.32	10.26	483.98	2800.83	147.54	41.35
	المجموع	28.68	197.18	4466.9	3916	35.88	32.3	960.8	5563.89	259.06	33.2

الجدول (III.13) : ملخص الإمدادات في البهو

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
البهو	الغربي	11.79	0	249.47	292	0	0	59.48	616.07	76.91	65.12
	الجنوبي	14.73	228.48	243.83	292	119.24	107.84	107.24	865.81	253.11	9.9
	المجموع	26.52	228.48	493.3	584	119.24	107.84	166.72	1481.88	330.02	75.02

الجدول (III.14) : ملخص الإمدادات عبر السقف

	الجدار		APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
السقف			2696.706	0	0	0	0	0	2080.396	3166.147	1049.34	−1647.366

الجدول (15.III) : ملخص للمساهمات الحرارية خلال فصلي الخريف و الربيع .

	الجدار	APO	AV	Ais	AIL	Ainfs	AifL	As	Ats	Aref	Aref – (APO+AV)
الغرفة1	الجنوبي	25.97	377.38	466.08	292	75.15	68.95	167.06	1155.06	129.35	−274
	الشرقي	7.16	0	448.7	292	0	0	97.38	806.44	24.74	17.58
	الغربي	19.94	0	504.39	292	0	0	117.37	911.21	60.94	41
	المجموع	53.07	377.38	1419.17	876	75.15	68.95	1884.71	2872.71	215.03	−215.42
الغرفة2	الشرقي	17.35	0	447.21	292	0	0	104.11	841.58	59.89	42.54
	الشمالي	8.19	339.94	461.21	292	75.15	339.94	150.42	1088.31	248.13	−100
	المجموع	25.54	339.94	908.42	584	75.15	339.94	254.53	1929.89	308.02	−57.46
المطبخ	الشمالي	5.37	467.36	2309.82	902	103.47	94.77	546.33	3123.74	242.73	−230
الحمام	الشمالي	10.41	109.26	2214.72	2031	24.56	22.04	476.82	2764.06	114.51	−5.16
	الغربي	18.27	87.92	2247.88	1885	11.2	10.26	483.98	2801.83	149.54	43.35
	المجموع	28.68	197.18	4462.6	3916	35.76	32.3	960.8	5565.89	264.05	38.19
البهو	الغربي	11.97	0	251.53	292	0	0	59.48	616.27	76.42	64.45
	الجنوبي	14.73	288.48	243.82	292	119.54	107.86	107.24	866.11	255.11	−48.1
	المجموع	26.7	288.48	495.35	584	119.54	119.54	166.72	1482.38	331.53	16.35
السقف		2696.706	0	0	0	0	0	2080.396	3166.147	1049.34	−1647.366
	المجموع	2836.066	1670.34	9595.36	6862	409.07	655.5	5893.486	18140.757	2410.7	−594.706

III.4.3. حساب درجات حرارة الأسطح المختلفة للجدار :

مجموع التدفق الحراري عبر الجدار الصلب للجدار الغربي للغرفة I يُعطى بالصيغ التالية في حالة التوصيل والحمل الحراري:

- **الحمل الحراري :**

$\phi = hS\Delta T$

h : معامل الحمل الحراري بوحدة: $w/ m^2.°k$

S : مساحة سطح الجدار بوحدة: m^2

ΔT: الفرق في درجات حرارة حدود الجدار بوحدة: °k

- **التوصيل:**

$$\phi = \frac{\lambda S \Delta T}{e}$$

ʎ : معامل التوصيل الحراري للمادة بوحدة: w/ m.°k

e : سمك الجدار بوحدة: m

h= 1.4

TINT=24°c TEXT=35°c

جبس	ملاط	آجر	فراغ هوائي	آجر	ملاط
ʎ= 0.35	***ʎ= 1.4***	***ʎ= 0.65***	***ʎ= 0.26***	***ʎ= 0.65***	***ʎ= 1.4***
T6	***T5***	***T4***	***T3***	***T2***	***T1***
e=0.01m	**e=0.01m**	**e=0.1m**	**e=0.05m**	**e=0.1m**	**e=0.02m**

الجدول (III.16): تغير درجات الحرارة عبر جدار صلب.

- **حساب T1 :**

$\phi = hS(T_{ext} - T1)$

$T1 = T_{ext} - \phi/h.S$

$T1 = 34 - 86.54/9.09 \times 9.23$

$T1 = 33°c$

- **حساب T_2 :**

$\phi = hS(T1 - T2)$

$T2 = T1 - \phi/h.S$

$T2 = 33 - 86.54 \times 2/1.4 \times 9.23 \times 100$

$T2 = 32.5°c$

- **حساب T_3 :**

$\phi = hS(T2 - T3)$

$T3 = T2 - \phi/h.S$

$T3 = 32.5 - 86.54 \times 0.1/0.65 \times 9.23$

$T3 = 31°c$

- **حساب T_4 :**

$\phi = hS(T3 - T4)$

$T4= T3 - \phi/h.S$

$T4= 31- 86.54\times0.05/0.26\times9.23$

$T4=28°c$

- **حساب T_5 :**

$\phi= hS(T4- T5)$

$T5= T4 - \phi/h.S$

$T5= 28 - 86.54\times0.1/0.65\times9.23$

$T5=26.3°c$

- **حساب T_6 :**

$\phi= hS(T5- T6)$

$T6= T5 - \phi/h.S$

$T6= 26.3- 86.54\times0.01/1.4\times9.23$

$T6=25.7°c$

- **حساب T_7 :**

$\phi= hS(T6- T7)$

$T7= T6 - \phi/h.S$

$T7= 25.7- 86.54\times0.01/0.35\times9.23$

$T7=24.5°c$

الجدول (17.III) : ملخص الفقد الحراري.

القطعة	الجدار	Ds	Dli	Dsol	Dinc	DT	Qs	Qv	Dr	Di
الغرفة1	الغربي	214,14	685,24	99,4	0	998,78	0	87,5	476	1474,78
	الجنوبي	148,02	473,65	86,8	0	708,47	18,21	87,5	575,0624	1283,5324
	الشرقي	114,61	366,75	53,2	0	534,55	0	87,5	476	1010,55
الغرفة2	الشمالي	138,97	444,7	82,6	0	666,27	18,21	87,5	575,07	1241,33
	الشرقي	277,47	887,91	128,8	0	1294,18	0	87,5	476	1770,18
المطبخ	الشمالي	91,18	291,76	67,2	0	450,14	37,56	87,5	680,33	1130,47
الحمام	الغربي	196,27	628,07	65,8	0	890,14	2,71	87,5	490,74	1380,88
	الشمالي	176,78	565,71	87,9	0	830,41	5,85	87,5	507,84	1338,26
البهو	الغربي	126,67	405,35	58,8	0	590,82	0	87,5	476	1066,82
	الجنوبي	83,98	268,75	61,6	0	414,33	42,93	87,5	709,52	1123,85
السقف		4027,11336	0	0	0	4027,11336	0	0	0	4027,11336
المجموع		5595.20	5017.89	792.1	0	11405.20	125.47	875	5442.56	16847.76

III.4. إجمالي فقدان الحرارة في المسكن :

$$D = \sum Di$$

$$D = 16784.36\ w$$

III.4.1. الغرفة1 :

III.4.1.1. الجدار الجنوبي :

$$\Delta T = Ti,b - Te,b = 16°C$$

$Ti,b = 22\ °C$ $Te,b = 6\ °C$

III.4.1.1.1. إجمالي فقدان الحرارة في وحدة حجم :

$$Di = (DT)i + (DR)i$$

Di =1283.53 w

III.4.1.1.2. حساب (DT)i :

$$(DT)i = (Ds)i + (Dli)i + (Dsol)i + (Dinc)i$$

$$(DT)i = 708.47 \text{ w}$$

III.4.1.1.3. حساب فقدان الحرارة السطحي :

$$Ds = K \times S \times \Delta T$$

Ds = 214.14 w

مع : S = 6.38 m2 K= 1.45w/m2 °c

III.4.1.1.4. حساب فقدان الحرارة من الجسور الحرارية :

$$DLI = 0.2 \times Ds \times \Delta T$$

DLI = 473.65 w

III.4.1.1.5. حساب فقدان الحرارة من الأرض :

$$DSOL = KS \times P \times \Delta T$$

DSOL = 86.8 w

III.4.1.1.6. حساب D_{inc}:

$$Dinc = 0 \text{ w/°c}$$

III.4.1.1.7. حساب i (D_R):

$$DR = 0{,}34(QS+QV) \times \Delta T$$

$$DR = 575.07 \text{ w}$$

$$Qs = \Sigma (PPI \times evi)$$

$$PPI = \Sigma (POJ+AJ)$$

$$PPI = 6.72 \text{ w/°c}$$

$$Qs = 18.21 \text{ w/°c}$$

$$Qv = (5\ QvMIN + QvMAX)/6$$

$$Qv = 87.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.4.1.1.7. فقدان الحرارة من السقف :

$$Dtoit = K \times S \times \Delta T$$

$$Dtoit = 4321.74 \text{ w}$$

الجدول (18.III) : ملخص الفقد الحراري خلال فصل الشتاء.

القطعة	الجدار	Ds	Dli	Dsol	Dinc	DT	Qs	Qv	Dr	Di
الغرفة1	الغربي	321.21	1027.86	149.1	0	1497.97	0	131.25	714	2212.17
	الجنوبي	222.03	710.475	130.2	0	1062.705	27.315	131.25	862.59	1925.29
	الشرقي	171.915	550.125	79.8	0	801.825	0	131.25	714	1515.77
الغرفة2	الشمالي	208.46	667.05	123.9	0	999.41	27.32	131.25	862.51	1861.99
	الشرقي	416.21	1331.87	193.2	0	1941.27	0	131.25	714	2655.27
المطبخ	الشمالي	136.77	437.64	100.8	0	675.21	56.34	131.25	1020.5	1695.71
الحمام	الغربي	294.41	942.11	98.7	0	1335.21	4.07	131.25	736.11	2071.32
	الشمالي	265.17	848.57	131.88	0	1245.62	8.78	131.25	761.76	2000.11
البهو	الغربي	189.99	608.02	88.2	0	886.23	0	131.25	714	1651.25
	الجنوبي	125.97	403.13	92.4	0	621.49	64.4	131.25	1064.28	1685.77
السقف		6040.66	0	0	0	6040.66	0	0	0	0
المجموع		8392.79	7526.85	1188.18	0	17107.6	188.22	1312.5	8163.75	19274.65

تختلف مداخل الحرارة للمبنى بشكل كبير بين فصل الصيف والشتاء، وذلك بسبب الاختلافات في درجات الحرارة الخارجية و اتجاه أشعة الشمس، إضافة إلى العزل الحراري .

الجدران الجنوبية هي الأكثر استقبالًا للحرارة، تليها الجدران الغربية ثم الجدران الشرقية فالشمالية التي تعد الأقل استقبالًا للحرارة.

في فصل الصيف:

تُشكل مداخل الحرارة من السقف القسم الأكبر من إجمالي مداخل الحرارة، وذلك بسبب تعرّضه المباشر لأشعة الشمس.

تُساهم الجدران الجنوبية في المبنى بكمية كبيرة من مداخل الحرارة، وذلك لتعرضها المباشر لأشعة الشمس.

تُشكل النوافذ والأبواب مصدرًا هامًا لمداخل الحرارة، خاصةً إذا كانت غير مُظللة أو مُعزولة بشكل جيد.

تُصبح الغرف الواقعة في الجهة الجنوبية من المبنى أكثر سخونة، وذلك لتعرضها المباشر لأشعة الشمس.

في فصل الشتاء :

تقلّ مداخل الحرارة من السقف بشكل كبير، وذلك لانخفاض درجات حرارة الهواء الخارجي وتناقص كمية الإشعاع الشمسي.

تُصبح الجدران الشمالية هي الأكثر استقبالًا للحرارة، وذلك لأنها تتعرض لأشعة الشمس لفترة أطول.

تُصبح النوافذ والأبواب مصدرًا لفقدان الحرارة، حيث تُساهم في ضياع الحرارة من داخل المبنى.

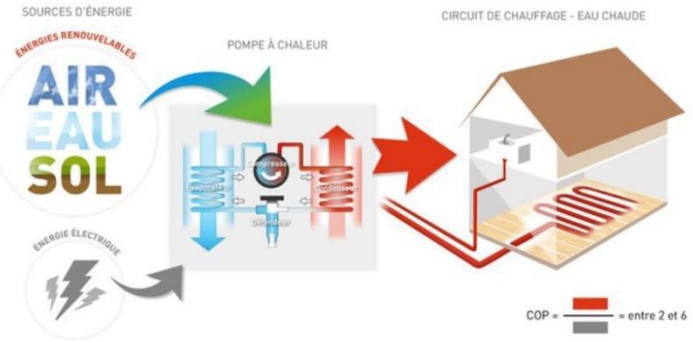
هذه الدراسات تساعد على فهم كيفية انتقال الحرارة عبر المبنى وتحديد نقاط الضعف في العزل الحراري.

يزيد الفقد الحراري في فصل الشتاء بشكل كبير مقارنة بفصل الصيف و هذا راجع للفرق في درجات الحرارة بين الوسط الداخلي للمبنى و الوسط الخارجي، الذي يكون كبير في فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف، وهذا يعني أن هناك طاقة حرارية تتدفق من داخل المبنى إلى الخارج.

إذن و بناءا على التحليلين الحراريين الذي تم إجراؤهما، فإن تدفق الحرارة الذي يجب إخراجه خلال الفترة الصيفية هو (W) 24497، بينما يجب ضمان تدفق حرارة (W)13817 خلال الفترة الشتوية.

خاتمة :

في هذا الفصل قمنا بتحليل الحصيلة الطاقوية لمنزل و كذا الإحتياجات الطاقوية له، لما لها من أهمية بالغة في فهم استهلاك الطاقة و السعي نحو تحقيق الكفاءة الطاقوية، من خلال التوجه إلى أنظمة جديدة تعزز الاستدامة و تقلل من التكاليف و الخسائر الحرارية، و هو ما سنتعرف عليه في الفصل القادم.



الفصل الرابع

دراسة النموذج المقترح

مقدمة:

على الرغم من المزايا التي توفرها أنظمة التدفئة والتكييف والتبريد من راحة حرارية وتنظيم لدرجات الحرارة، إلا أنها تتضمن جملة من العيوب بما في ذلك تكلفتها الباهظة، إضافة إلى أن الحرارة الناتجة عن أنظمة التدفئة مثلا تكون ضائعة ولا يمكن الاستفادة منها أو استغلالها بالشكل الأمثل وغيرها من العيوب المتطرق إليها في الفصل الثاني.

زيادة على هذا فإن الأجهزة المستعملة في التدفئة والتكييف والتبريد تكون مستقلة وكل جهاز منها يعمل على حدى، ما يؤدي إلى زيادة الطاقة المستهلكة، وبالتالي ارتفاع التكلفة.

من هنا برزت فكرة التحول إلى نظام جديد يعمل في كل الظروف الجوية وبأقل تكلفة وهذا ما سنطرحه في موضوع هذا الفصل.

IV_1.الهدف التجريبي :

- إيجاد كمية الطاقة المفقودة و المكتسبة في عملية التسخين و تبريد خزانات المياه
- حساب معامل الأداء (الجودة الفعالية) للمضخة الحرارية الكهربائية.
- دراسة التبادل الحراري على مستوى المبخر و المكثف للمضخة.

IV.2.الدراسة النظرية:

لقد استنتج طومسون بأنه لا يمكن للآلة الحرارية أن تعمل بمصدر حراري واحد لذا يجب توفر مصدرين حراريين مختلفين في درجة الحرارة أي يكون التبادل الحراري بين مصدر حراري بارد ومصدر حراري ساخن وهذا من أجل إنتاج الطاقة .كما استنتج أيضا أنه يوجد نوعين من الآلات الحرارية:

آلة حرارية منتجة للعمل : وهي آلة محرك حيث يتم أخذ الحرارة من المصدر الساخن وإعطاء جزء منها للمصدر البارد و تنتج طاقة على شكل عمل.

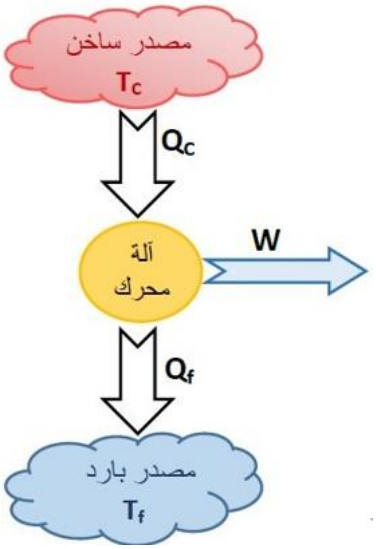
آلة مبردة مستهلكة للعمل : وهي المضخات الحرارية حيث يتم انتقال الحرارة من المصدر الحراري البارد إلى المصدر الحراري الساخن، هذا الانتقال يتطلب تدخل خارجي يتمثل في كمية العمل الذي يأخذ هذا النظام من محيطه.

IV.2. 1.مبدأ عمل المضخة الحرارية أو الآلة المبردة:

المضخة الحرارية هي آلة حرارية تعمل على نقل الحرارة من مصدر حراري بارد (T_f, Q_f)إلى مصدر حراري ساخن (Tc,Qc) بتدخل خارجي للطاقة أي هي آلة مستقبلة للطاقة.

$$W + Q_c + Q_f = 0 \quad \Rightarrow W = -(Q_c + Q_f)$$

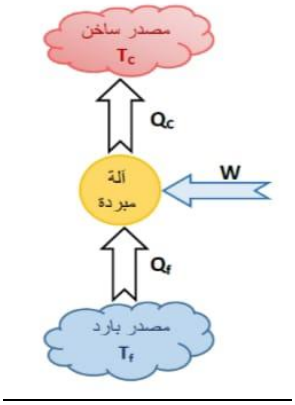
$$w>0, \quad Q_c<0 \quad , \quad Q_f>0$$



شكل.IV.1.آلة حرارية منتجة للعمل.

تعمل المضخة الحرارية على تسخين الهواء عند انخفاض درجة الحرارة كما تعمل عمل المكيفات عند ارتفاع درجة حرارة الهواء وذلك حسب الدورة النظرية لآلة التبريد.

IV.2. 2.الآلة الحرارية المنتجة للعمل (آلة المحرك) :



شكل.IV.2.آلة حرارية مستهلكة للعمل.

Q_c :كمية الحرارة التي يتبادلها النظام مع المصدر الساخن.

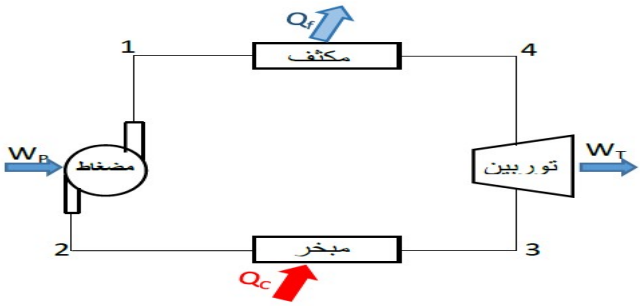
Q_f : كمية الحرارة التي يتبادلها النظام مع المصدر البارد.

W :العمل الذي يقدمه النظام خلال الدورة $W=(Q_c-Q_f)$

من خلال المخطط نلاحظ : $Q_f<0$، $Q_c>0$ $W<0$

- **مردود آلة المحرك:** هو النسبة بين ما تنتجه من عمل وما ينفق من طاقة من اجل تشغيلها.

$$\eta=\frac{|W|}{Qc}=\frac{|Qc-Qf|}{Qc}=1-\frac{|Qf|}{Qc}$$



شكل: IV.3.رسم تخطيطي لدورة التسخين.

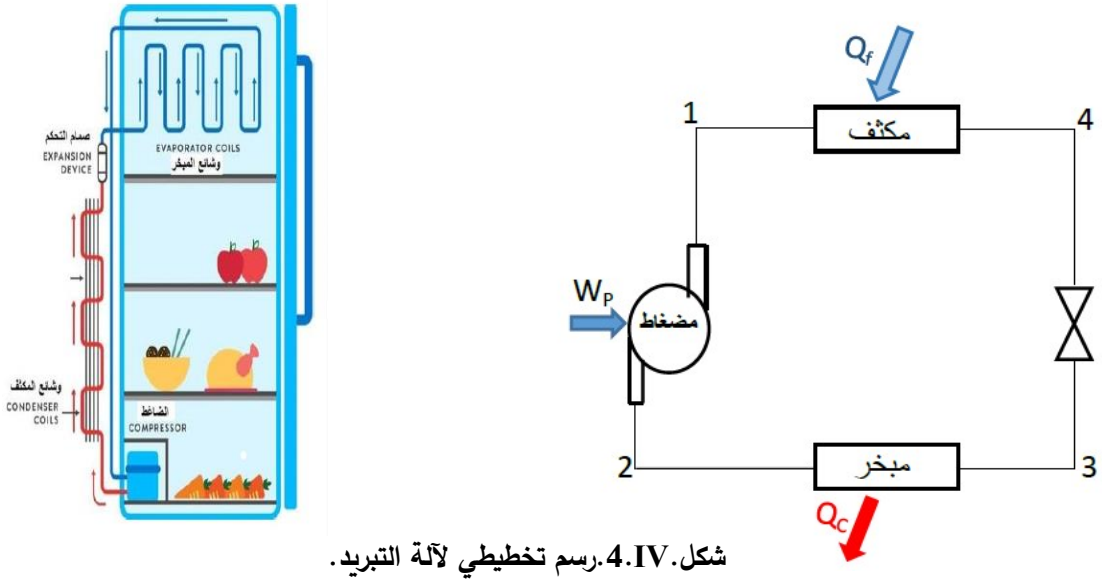
- **العمل النظري:**

تتكون دائرة التبريد من أربعة أجزاء أساسية هي: المضغاط المكثف المبخر صمام التمدد ويوجد جزء خامس وهو وسيط التبريد.

- **المضغاط:** هو رفع ضغط بخار السائل الوسيط وبذلك ترتفع درجة حرارته وينقل إلى المكثف
- **المكثف:** دور المكثف هو استقبال بخار وسيط التبريد الساخن والعالي الضغط والقادم من المضغاط وتخليصه من الحرارة الزائدة واعطائها إلى الخارج. وإذا كان الوسط المحيط هو الهواء سمي المكثف بمكثف المبرد.
- **الصمام:** هو صمام التحكم يتم فيه خفض ضغط سائل التبريد القادم من المكثف، عندها يتمدد سائل التبريد و يذهب إلى المبخر. بمعنى أن كمية الحرارة الموجودة في السائل قبل دخولها لصمام تساوي كمية الحرارة بعد خروجها من الصمام. لكن سائل التبريد يكون قد أصبح في ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة بسبب التمدد. وهذه الدرجة هي درجة حرارة التشبع للبخار عند هذا الضغط.
- **المبخر:** يستقبل وسيط التبريد ذي الضغط المنخفض ودرجة حرارة المنخفضة والقادم من صمام التحكم. و هو مصنوع في هيئة أنبوب معدني ليزيد ملامسة سطحه بالجو داخل الحيز المراد تبريده عن ذلك التلامس تتم عملية التبادل الحراري حيث يستمد التبريد حرارته الكامنة للتبخر من جو الحيز المراد تبريده أو الغرفة فيبرد الهواء في الغرفة و تنقسم المبخرات إلى نوعين رئيسيين هما نظام هوائي و نظام مائي.
- **وسيط التبريد:** من خواصه انه يتبخر في درجة حرارة منخفضة وضغط عالي يوجد في خزان(وعاء).

IV.2. 3.دورة آلة التبريد :

عندما يمر بخار وسيط التبريد عبر المضغاط يرتفع ضغطه وبالتالي ترتفع درجة حرارته. ثم يمر عبر المكثف فيقوم هذا الأخير بتعديل درجة حرارته فيصرف الحرارة الزائدة الى الوسط الخارجي ويقوم بتكثيف البخار فيصبح سائل ويخرج منه بدرجة حرارة T_f .فيمر بصمام التمدد فتنخفض درجة حرارة سائل التبريد وضغطه (درجة تشبع البخار عند هذا الضغط)فيحدث له تمدد .ثم يمر عبر المبخروتعدل درجة حرارته وبالتالي تتحول حالته الفيزيائية من سائل الى بخار.ثم تعاد الدورة من جديد.



شكل.IV.4.رسم تخطيطي لآلة التبريد.

IV.2. 4.نظام عمل المضخة الحرارية:

- **دور المضخة الحرارية:**

تستخدم المضخة الحرارية في عملية التبريد والتسخين معا، عن طريق امتصاص الحرارة من الوسط البارد ونقلها الى الوسط الساخن بواسطة سريان وسيط التبريد داخل انابيب معزولة فيسمح بنقل الحرارة.

- **هدف استخدام المضخة الحرارية:** اكتساب طاقة حرارية أكبر بثلاث اضعاف من التي تكتسب من الطاقة الكهربائية.

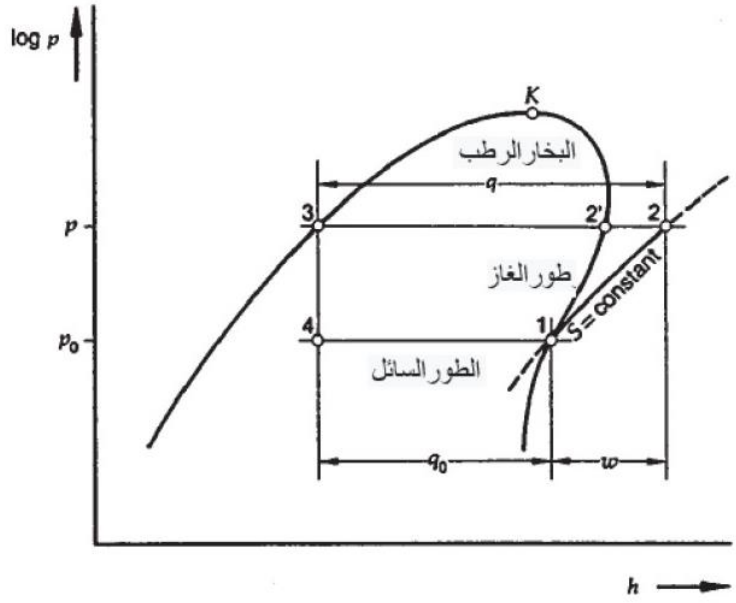
❖ **عند التسخين:** الوحدة الداخلية(مكثف)، الوحدة الخارجية(مبخر).

❖ **عند التبريد:** الوحدة الداخلية (مبخر)، الوحدة الخارجية (مكثف).

- **أنظمة عمل المضخة :**

- نظام(ماء–ماء)
- نظام (ماء–هواء)
- نظام(هواء هواء)

- **الدورة الحقيقية للمضخة الحرارية وآلة التبريد :**



شكل.IV.5. منحنى يوضح تغير الضغط بدلالة الأنتالبي النوعي أثناء دورة وسيط التبريد (R1348) لمضخة حرارية مثالية .

يمثل المنحنى المقابل لموليير و الذي يوضح تغير الضغط بدلالة الأنتالبي النوعي أثناء دورة وسيط التبريد (R1348) لمضخة حرارية مثالية :

يحدِّد المنحنى الذي يمر عبر النقطة الحرجة K منطقة البخار الرطب بمعنى داخل هذا المنحنى يكون وسيط التبريد في الحالة المختلطة أي يكون مزيج من الحالة السائلة والغازية معا، وتتم مرحلة تحويل الحالة الفيزيائية لوسيط التبريد عند ثبات درجة الحرارة والضغط، ولهذا يكون منحنى التكاثف والتبخر موازي لمحور الانتالبي h.

بداية من النقطة 1 للمنحنى المقابل يتم ضغط المائع أثناء مروره عبر المضغاط من Poإلى P بتحول كظومي (أي لا يوجد تبادل للحرارة مع الوسط الخارجي) فيسخن المائع إلى درجة حرارة T_2 ثم يمر عبر المكثف ويتم تحرير كمية حرارة بتحول ثابت الضغط مع مرور المائع من النقطة 2 إلى النقطة 2'. أي مرور المائع إلى البخار المشبع في النقطة 2' ويتحول المائع إلى مزيج من (سائل + غاز) حيث يمر عبر المكثف ثم إلى الصمام فيتمدد من Pإلى Po بتحول ثابت الأنتالبي. وعند النقطة 4 يمر السائل إلى حالة البخار بضغط ثابت إلى النقطة 1 ويمتص وسيط التبريد كمية الحرارة من الوسط من أجل عملية التبخر وتعاد الدورة مرة أخرى.

IV.3. العلاقات المستعملة خلال هذا العمل التطبيقي:

- **تحديد فعالية المضخة الحرارية:**

يتم تحديد فعالية الآلة من خلال العلاقة التالية:

$$\varepsilon=\frac{Qc}{W}$$

- **حساب كمية الطاقة المفقودة والمكتسبة على جانبي المكثف والمبخر :**

نلاحظ من خلال المنحنى السابق أن التبادل الحراري يكون على جانبي المكثف والمبخر أي عند التسخين و التبريد داخل حمام مائي ومنه في حالة هذا العمل التجريبي :

$$Q=m_w \times C \times \Delta\theta$$

حيث:

- C :السعة الحرارية للماء و تقدر ب(kg.K) / J 4180
- m_w:كتلة الماء
- $\Delta\theta$:تغير درجة الحرارة في وحدة الزمن

4.IV. الدراسة التجريبية:

➢ الأجهزة المستعملة:

مضخة حرارية(ماء ماء –)مضغاط – محرار(مقياس الحرارة) – موصل للحرارة kg4 ساعة التوقيت الرقمية – قضيب زجاجي للخلط – جهاز قياس القدرة أو العمل.

شكل .6.IV.الأجهزة التجريبية المستعملة.

شكل.IV.7.خزان به وسيط التبريد (R1348)

- **خطوات العمل التجريبي:**

نضع كمية من الماء وبنفس الكتلةkg 4 في كلا الخزانين بحيث غمر المبادل الحراري تماما، مع مراعاة ضمانة الجهاز بجعل نفس درجة حرارة المياه على جانبي المكثف و المبخر وهذا قبل التشغيل.

- نقوم بقياس كل الضغوط ودرجات الحرارة قبل تشغيل المضخة الحرارية
- على جاني المكثف نقرأ كل من :P_C ضغط ،T_c : درجة حرارة الماء ، θ_{Ci}:درجة حرارة المائع عند مدخل المكثف ،θ_{co}: درجة حرارة المائع عند مخرج المكثف
- على جاني المبخر نقرأ كل من : P_v:ضغط ، T_v: درجة حرارة الماء ، θ_{Vi}: درجة الحرارة عند مدخل المبخر ،θ_{vo}: درجة الحرارة عند مخرج المبخر.
- نقوم بتشغيل المضخة الحرارية ثم بقاس درجات الحرارة والضغوط على جانبي المكثف والمبخر بالتناوب وبعد كل دقيقتين.

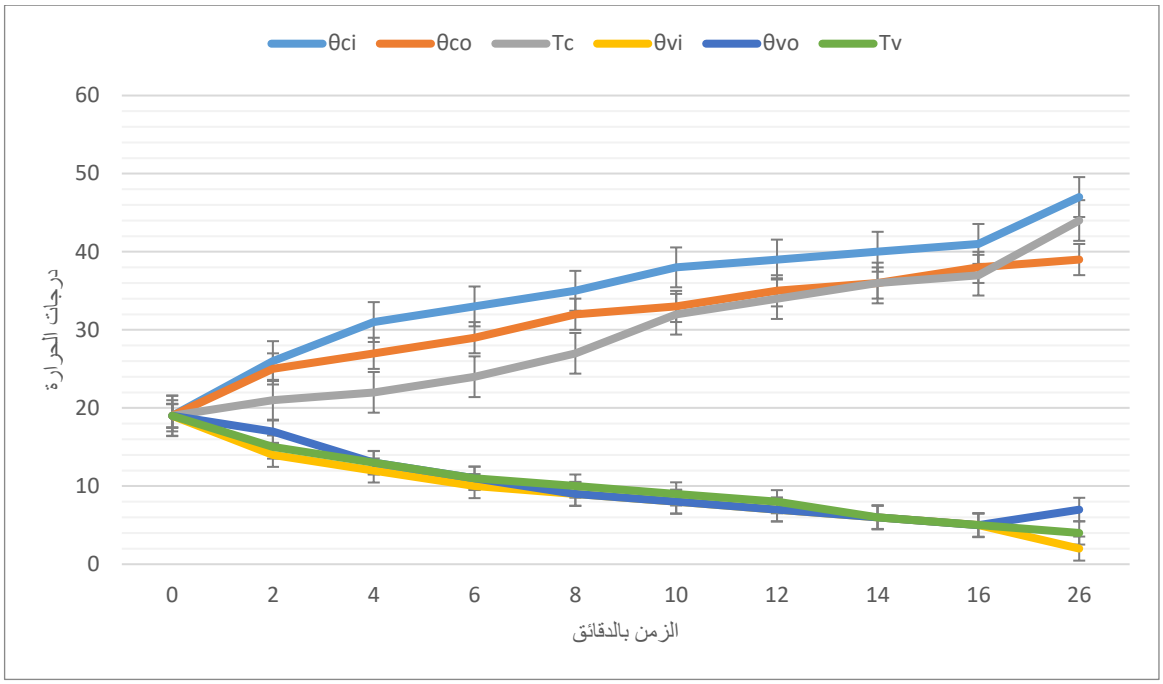
5.IV. تحليل النتائج التجريبية:

- **تدوين النتائج في جدول:**

جدول IV.1. القيم التجريبية:

الزمن t(s)	0	120	240	360	480	600	720	840	960	1560
θ_{Ci}	19	26	31	33	35	38	39	40	41	47
θ_{CO}	19	25	27	29	32	30	35	36	38	39
T_C	19	21	22	24	27	32	34	36	37	44
P_c	5	7,5	8	8,5	9	9	9,5	10	10,5	13
θ_{vi}	19	14	12	10	9	8	7	6	5	2
θvo	19	17	13	11	9	8	7	6	5	3
T_v	19	15	13	11	10	9	8	6	5	4
$P_{v(bar)}$	4	3,5	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2
P(W)	0	121,5	132,8	134,1	138 ,3	120	116,2	109,2	105,6	102

رسم المنحنيات البيانية :



شكل.IV.8.درجات الحرارة عند الدخول والخروج من المكثف بدلالة الزمن.

حساب كمية الطاقة المفقودة والمكتسبة على جانبي المكثف والمبخر :

- **على جانبي المكثف :**

لدينا :

$Qc=m.C(\theta_{co}+\theta_{ci})$

عند $t=120\ (s)$

$Qc=4\times 4180\times((25+273)-(26+273))$

$=-16720\ (J)$

ونكمل باقي الحسابات بنفس الطريقة.

- **على جانبي المبخر :**

- $Qv=m.C(\theta_{vo}+\theta_{vi})$

عند(s) t=120

$$Qv=4 \times 4180 \times((17+273)-(14+273)$$

$$=50160(J)$$

ونكمل باقي الحسابات بنفس الطريقة.

جدول IV.2. كمية الطاقة المقفودة والمكتسبة على جانبي المبخر والمكثف:

t(s)	0	120	240	360	480	600	720	840	960	1560
Qc	0	−16720	−66880	−66880	−50160	−133760	−66880	−66880	−50160	−133760
Qv	0	50160	16720	16720	0	0	0	0	0	16720

حساب فعالية المضخة:

$$\varepsilon=\frac{|Qc|}{w}$$

عند(s) t=600

$$Qc=-133760(J)$$

$$P=120(w) \Rightarrow w=p \times t=120 \times 600$$

$$\Rightarrow w=70200(J)$$

$$\varepsilon=\frac{|-133760|}{70200}=1,90$$

ولدينا :

القيمة النظرية ε=2,2

ومنه النتائج متقاربة في حدود أخطاء القياس.

اعتمادا على الدراسة التجريبية التي أجريناها سابقا، ونظرا للكفاءة الجيدة المتحصل عليها من المضخة الحرارية، رأينا بأن هذا النموذج بامكانه خدمة النظام المقترح.

- **فكرة النظام:**

تكمن هذه الفكرة في اقتراح نظام متكامل متعدد الوسائط بإمكانه تغطية حاجيات التدفئة والتكييف والتبريد في آن واحد.

بحيث يكون مغلق فيما بينه وفي ذات الوقت يمكن أن يتدخل الوسط الخارجي كوسيط لتتم عملية التبادل الحراري مع النظام إذا تطلب الأمر ذلك، وهنا نستغل خاصية "**سمك القرش**" ونظام العودة العكسي الذي تحدثنا عنه في الفصل الثاني.

صحيح أن المبرد يقوم بعمليتي التبريد والتسخين إلا أن التبادلات الحرارية تكون من الوسط الداخلي إلى الوسط الخارجي مباشرة.

في هذا المظام نقترح أن تتم التبادلات إما على مرحلتين بينيتين أو على ثلاث مراحل.

المرحلة البينية الأولى:

التبادل يتم بين الوسطين الداخليين. **مثلا:** ماء ⟵ماء

أو ماء ⟵هواء

- **المرحلة البينية الثانية:**

يتم التبادل الحراري بين الوسط الداخلي والخارجي.

- **أو على ثلاث مراحل:**

ومن هنا نتحصل على نظام متعدد الوسائط.

➢ **كيفية عمل النظام:**

إضافة إلى تدفئة المنزل في فصل الشتاء وتبريده في فصل الصيف، فإنه وعلى مدار العام نحتاج إلى التبريد(الثلاجة)، والتسخين (تسخين المياه)، فكيف يمكننا تحقيق ذلك من خلال النظام المقترح؟

❖ **فصل الصيف:**

دائما ما نسعى إلى تبريد المنزل وفي نفس الوقت نحتاج للمياه الساخنة.

التركيبة المقترحة لعمل الثلاجة:

نقترح تركيبة لثلاجة تقوم على نظام:

ماء← ماء ←هواء.

هذا النظام يتكون من مكثفين.

الأول: يعمل مع النظامين الداخليين (ماء ←ماء)

الثاني: يعمل بين النظامين (ماء ←ماء) والوسط الخارجي (الهواء)

كما أنه من الممكن استعمال Glassieur بدل الماء،لأن من خواصه المحافظة على الماء سائل عند درجات الحرارة المنخفضة هذه التركيبة من جهة تقوم بتبريد الثلاجة إلى 6C° ومن جهة أخرى تعمل على تسخين الماء للاستخدام المنزلي.

هنا يجب أن يكون خزان الماء المستعمل معزول حراريا، لأنه وعند تسخينه إلى درجة حرارة معينة فإنه سيحافظ عليها حتى وإن انخفضت فإنها ستنخفض بمقدار صغير.

في حال وصول الماء المستعمل لتبريد الثلاجة إلى الدرجة المطلوبة، وفي المقابل نحتاج إلى تسخين الماء أكثر، هنا لا يمكن أن يتبادلا الحرارة فيما بينهما، الأمر الذي يتطلب تدخل الوسط الخارجي (الهواء).

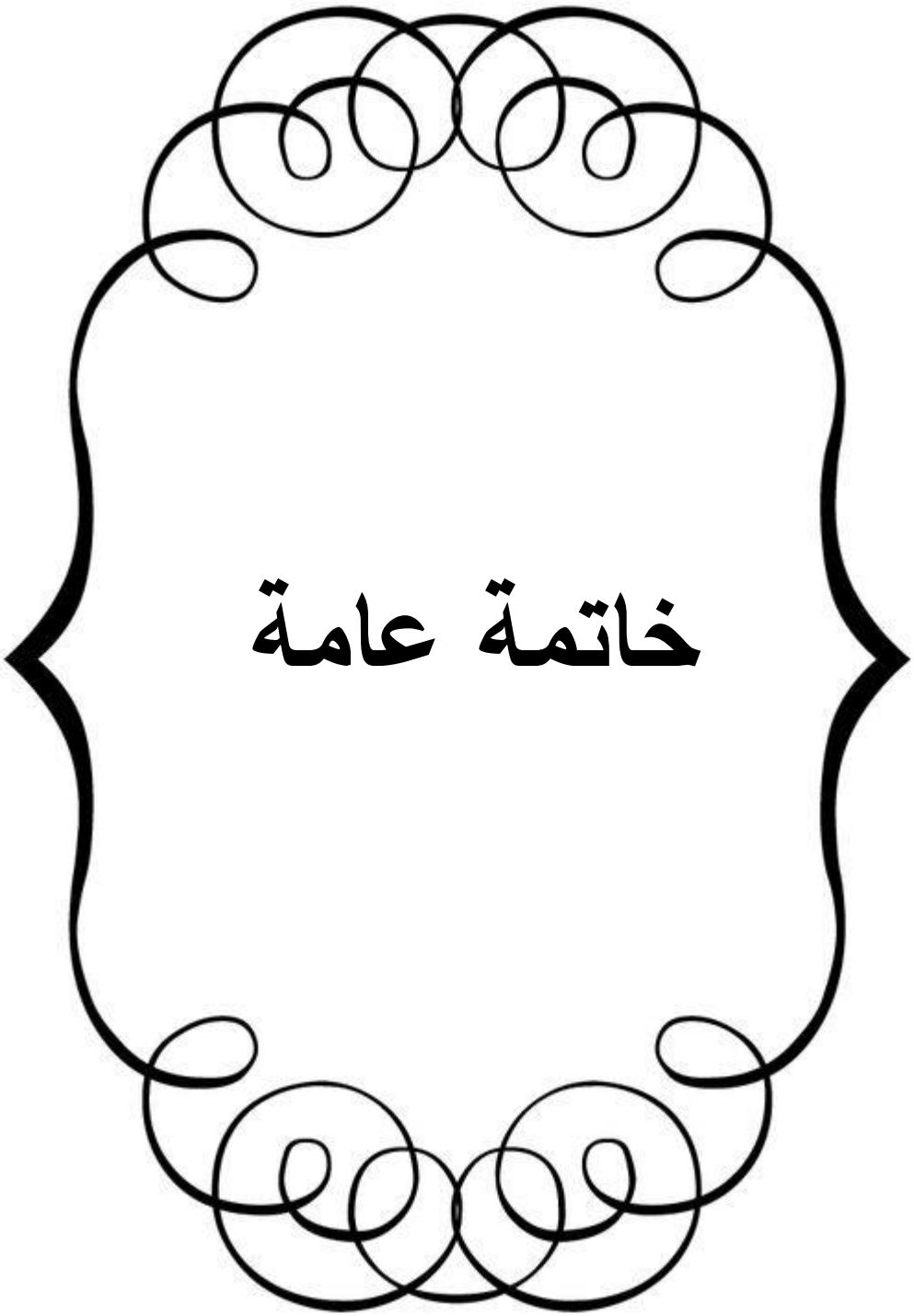
كما يمكن استغلال هذه التركيبة لتبريد المنزل خلال فصل الصيف، وذلك من خلال مروحة تأخذ البرودة من الماء البارد وتقوم بإرساله من أجل تبريد هواء الغرفة، كما يمكن أن يتم تبادل حراري بين هواء الغرفة والوسط الخارجي، فعند دخول هواء الوسط الخارجي يعطى جزء من حرارته لهواء الوسط الداخلي (الخارج) فتنخفض درجة حرارته نسبيا وبالتالي يقل استهلاك الطاقة والتكلفة وفي نفس الوقت يكون فيه تجدد الهواء.

❖ **فصل الشتاء:**

في فصل الشتاء نريد تسخين الماء، وفي المقابل عند وصول الماء المبرد إلى درجة حرارة معينة أين لا يمكن تبريده أكثر من ذلك، هنا يتدخل الوسط الخارجي وبنفس المبدأ، يدخل الهواء البارد الذي نقوم بتسخينه وفي نفس الوقت قبل دخوله يحدث تبادل حراري بينه وبين الهواء الخارج ليعطيه جزء من حرارته. وبالتالي ترتفع درجة حرارته نوعا ما.

ولوصول الهواء إلى درجة الحرارة المطلوبة يمكن أن نستغل التسخين بالغاز (كمية قليلة) ومن جهة أخرى وكما هو معلوم فإن نواتج الاحتراق هيH_2O وCO_2 ، هنا بإمكاننا استرجاع الماء المتكثف من عملية تبريد الهواء.

وبالتالي يمكن القول بأن هذا النظام تكون فيه التبادلات الحرارية شبه تامة ولا يوجد فيه ضياع كبير للحرارة.



خاتمة عامة

خاتمة عامة:

يهدف هذا العمل إلى تسليط الضوء على موضوع التدفئة والتبريد المنزلي، الذي يعد أمرا بالغ الأهمية لضمان الراحة الحرارية داخل المبنى.

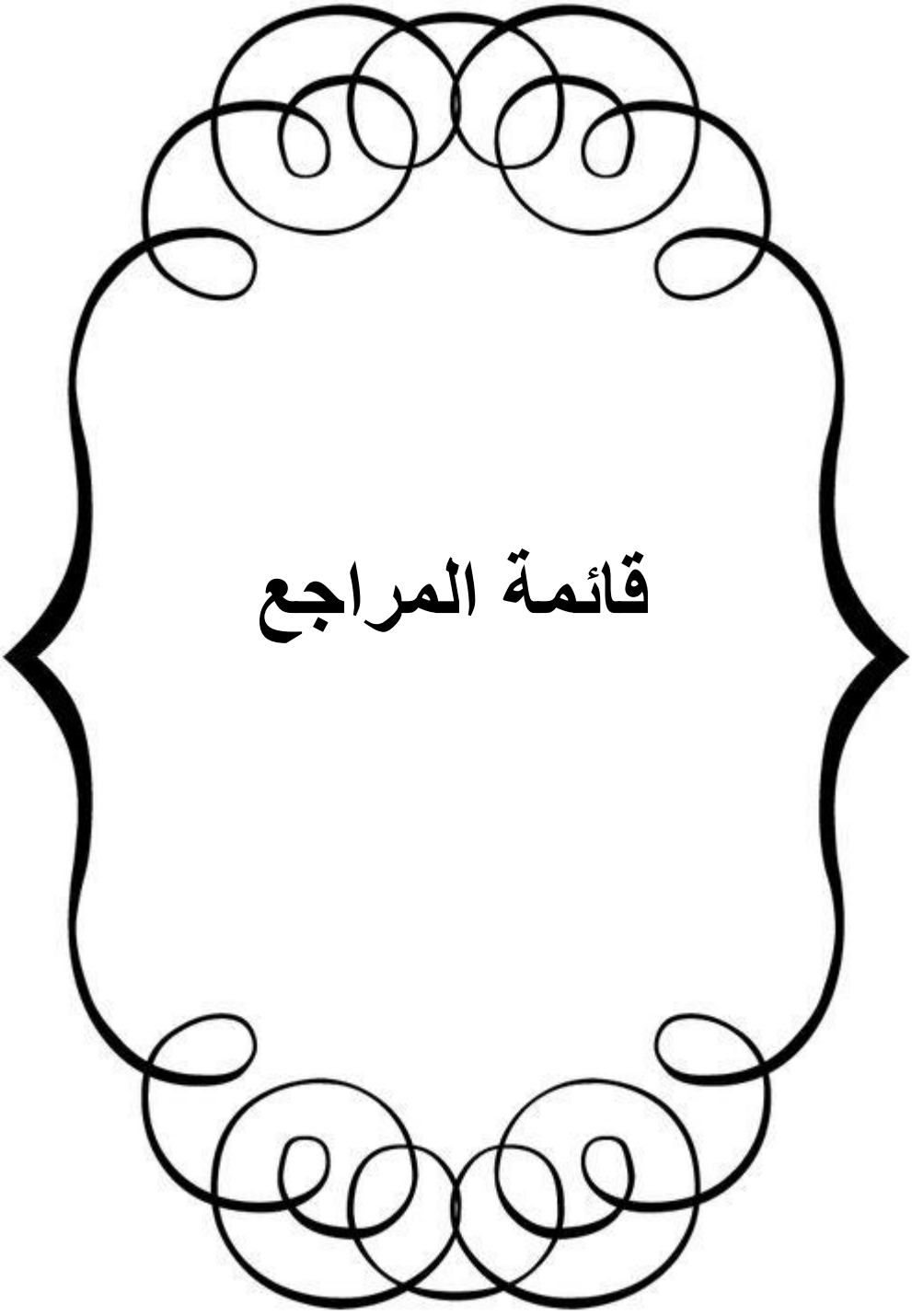
سمحت لنا هذه الدراسة بإثراء معرفتنا لأنظمة التدفئة والتبريد وفهم مبدأ عملها، وكذا التعرف على مزايا و عيوب كل نظام.

يتضمن هذا العمل محورين رئيسيين، حيث يتمثل الأول في دراسة لأهم المفاهيم الضرورية المتعلقة بالراحة الحرارية، كما قدمنا فيه لمحة حول طرق انتقال الحرارة بما فيها التوصيل والحمل والإشعاع، إضافة إلى العزل الحراري. كما تطرقنا فيه للحديث عن كفاءة المضخات الحرارية وقدرتها على التسخين والتبريد.

تضمن هذا المحور أيضا أساسيات التدفئة والتبريد ومختلف التبادلات والخسائر الحرارية للمبنى.

أما المحور الثاني تمثل في عمل تطبيقي لدراسة أداء وفعالية مضخة حرارية، لاعتمادها في النظام المقترح وهو عبارة عن نظام متعدد الوسائط، الهدف منه تغطية احتياجات التدفئة والتبريد على مدار العام، إضافة إلى تخفيض تكلفة الاستهلاك.

كنا نطمح لإجراء محاكاة لهذا النظام المقترح لكن واجهة برنامج المحاكاة T*SOL لم تتوفر على نموذج يلبي فكرة نظامنا فاكتفينا بالدراسة النظرية له.



قائمة المراجع

قائمة المراجع :

[1] ANAH Le Confort Thermique Fiche Technique. DDB, Agence National De L'habitat, Agence de l'environnement et de la maitrise de l'ennergie.

[2] HADDAD Abdelkrim, Transferts thermiques un cours de base pour les étudiants en cycle de graduation avec plus de 100 problèmes et exercices, Texte imprimé, Alger 2001.

[3] P. Latif et M. Jiji, Heat Conduction, New York.

[4] CLONED J., « Les matériaux isolantes thermiques pour le bâtiment », Centre d'animation régional en matériaux avancé, Mai 2010**.**

[5] HOLLAERT, Laurie « Analyse de la rentabilité financière et des avantages liés à l'isolation thermique : étude de cas adaptés au modèle belge » Mémoire de Master, Université libre de Bruxelles 2014.

[6] HAKKOUM Soumia, « Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des briques en terre cuite traditionnelles dans les régions de la wilaya de Ouargla », Mémoire de Magister, Université de Ouargla 2015

[7] M. MAZARI, Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou), Mémoire de Magistère, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2012.

[8] guide pratique pour la construction et la rénovation durables des petits bâtiments, matériaux d'isolation thermique : choisir des matériaux sains, avec un écobilan favorable, juillet 2010

[9] العزل الحراري و ترشيد الطاقة في عمارة الصحراء د.م / .احمد هلال محمد. جامعة أسيوط مصر.2002

[10] https://www.climamaison.com/lexique/pompe-a-chaleur.htm

(اطلع عليه يوم 26-01-2023 على الساعة42 :23)

[11]https://www.consoglobe.com/pompe-chaleur-marche-1650-cg

(اطلع عليه يوم 26-01 -2024 على الساعة 23:55)

[12] https://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/differents-types-pompes-chaleur.htm

(اطلع عليه يوم 27-01-2024 على الساعة 00:15)

[13] https://www.consoglobe.com/pompe-chaleur-marche-1650-cg

(اطلع عليه يوم 27-01-2024 على الساعة 00:25**)**

[14]https://une-pompe-a-chaleur.fr/fonctionnement.html

(اطلع عليه يوم 27-01-2024 على الساعة 49 :00**)**

[15]American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers ASHRAE Handbook 2012. Heating, Ventilation and Air conditioning , Systems and Equipment .

[16] د.محمد بري العبيد، د .عدنان يونس، التدفئة والتكييف، (2005).

[17] اس. دون سونزون،التدفئة – التهوية وتكييف الهواء، (2003).

[18] م.د .يوسف عبدو ونوس، المرجع الكامل في تدفئة وتكييف المباني، (2004).

[19]A. Vedavarz, S. Kumar, M. I. Hussain, HVAC: Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation. Industrial Press Inc., New York, 2007.

[20]J. E. Brumbaugh, Audel™ HVAC Fundamentals: Volume 1, Heating Systems, Furnace s, and Boilers, Wiley Publishing, Inc., 2004.

[21]www.ejaba.com

أطلع يوم 2024/2/22 على الساعة 18:50

[22]https://ar.wikipedia.org

أطلع يوم 2024/2/22 على الساعة20: 19

[22] أ.د. عبد الله محمد الشعلان، المدفأة الكهربائية، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية (2022).

[23]https://mawdoo3.com

أطلع يوم 2024/02/22 على الساعة 45: 19

[24] عبد السلام داود محمد حسن، نبيل فرج الحسان، الاستخدام السلبي للطاقة الشمسية في تدفئة المباني، Wasit Journal of Energineering Science, vol.(2),No,(2),2014.

[25] G. N. Tiwari, Arvind Tiwari, Shyam, Handbook of Solar Energy Theory, Analysis and Applications ISSN 2199-8582, India (2016).

[26] Mme Zeghib Ilhem, Etude et optimisation d'un système de chauffage photo-solaire d'une habitation, thèse de doctorat de l'universitè de Mentouri Constantine, Algérie (2019).

[27] Salman Ajib, Samar Jaber, Optimum desing of trombe wall system in mediterranean region, Solar Energy, Vol. 85, pp. 1891- 1898, 2011.

[28] د. أحمد عمايري، استخدام طاقة جوف الأرض في تدفئة و تكييف المباني، جامعة دمشق، سوريا، 2024.

[29] Jay Egg, Greg Cunniff, Carl D. Orio, Modern Geothermal HVAC engineering and control application, (2013).

[30]AS RAE, Geothermal Energy Chapter 32 in application Andbook (2007).

[31]Energy Saving Trust, Domestic Ground Source Heat Pumps: Desing and installation of closed-loop systems, (2007).

[32]James E. Bosc, Air Innovations Conference, (2005).

[33]V.R Tarnawski, W. H. Leong, T. Momose Y.Hamada, Analysis of Ground source heal pumps with horizonal ground heal exchangersfor northem, Japan, (2007).

[34]https://www.sonelgaz.dz

اطلع عليه يوم 2024/2/23 على الساعة7:00

[35]eng. Waleed & Mohammad (2020), HVAC course

[36] https://www.choisir.com/energie/articles/104342/ventilateur-ou-climatiseur

اطلع عليه يوم 2024/2/23 على الساعة 14:30

[37] https://www.lg.com/ae_ar/lg-story/helpful-guide/5-popular-types-of-ac

اطلع عليه يوم 2024/2/23 على الساعة 17:26

[38] https://tamkeenstores.com.sa/ar/blog/how-to-find-the-best-refrigerators-in-saudi-arabia

اطلع عليه يوم 2024/2/23 على الساعة 19:20

[39]https://www.aristoncom.com/articales/Reviews_and_disadvantages_of_Ariston_refrigerators

اطلع عليه يوم 2024/2/23 على الساعة 20:05

[40]Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, Commission Technique Permanente, 2007, Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitation et Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques', Document Technique Réglementaire, CNERIB, Algérie.

[41]DTR_ thermique du bâtiment (C3.2 H) ; (C3.4 E)

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة أنظمة التدفئة و التبريد المنزلية، تم فيه التركيز على فعالية و أداء هذه الأنظمة، كذلك التكلفة و الآثار البيئية المترتبة عن استخدامها. الأمر الذي تطلب طرح فكرة نظام متكامل يعتمد على المضخات الحرارية بإمكانه العمل في كافة الظروف الجوية ، نظام متعدد الوسائط مغلق فيما بينه يكون التبادل الحراري فيه شبه تام. حيث سعينا لإجراء محاكاة لهذا النظام و هذا باستعمال برنامج المحاكاة T*SOL إلا أنه لم يتوفر على نموذج يتضمن فكرة النظام المقترح. لذا اقتصر العمل على الدراسة النظرية فقط لهذا النظام.

الكلمات المفتاحية : أنظمة التدفئة و التكييف و التبريد، المضخة الحرارية، نظام متعدد الوسائط، التبادلات الحرارية.

Abstract

The objective of this work is to study residential heating and cooling systems, focusing on the effectiveness, performance, cost, and environmental impacts of these systems. This necessitated proposing the idea of an integrated system based on heat pumps capable of operating under all weather conditions, a closed multi-media system with near-complete heat exchange. We attempted to simulate this system using the T*SOL simulation program; however, it did not have a model that included the proposed system idea. Therefore, the work was limited to only a theoretical study of this system

Keywords: Heating, air conditioning and cooling systems, heat pump, multi-media system, heat exchanges