دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	إضافات التكييف باستخدام الطاقة الشمسية
المؤلف الرئيسي:	محمد، بثينة عبدالهادي
مؤلفين آخرين:	عبدالهادي، زين، تقلا، جوني(مشرف، مؤلف)
التاريخ الميلادي:	2003
موقع:	اللاذقية
الصفحات:	1 - 221
رقم MD:	584992
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تشرين
الكلية:	كلية الهندسةالميكانيكيةو الكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الطاقة الشمسية، الهندسة الميكانيكية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/584992

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفهرس

مقدمة..... 1

الفصل الأول – تكييف الهواء Air Conditioning

مقدمة

1- حساب الضياعات الحرارية..... 4

1-1 انتقال الحرارة عبر السطوح الخارجية (جدران، أسقف، نوافذ، أبواب....) 5

2-1 ضياعات الحرارة من أرضية القبو وجدرانه..... 5

3-1 ضياعات الحرارة الناتج عن تسرب الهواء..... 6

4-1 تأثير الجهة والتعرض للرياح..... 7

5-1 تأثير التقطع في العمل 7

6-1 مصادر الحرارة المساعدة..... 7

2- حساب حمل التبريد بطريقة ASHRAE 7

1-2 مقدمة..... 7

2-2 حساب حمل التبريد من أجل الجدران والأسقف الخارجية..... 9

3-2 حساب حمل التبريد الناتج عن الإشعاع الشمسي من خلال الزجاج..... 10

4-2 حساب حمل التبريد الموافق لحرارة الإنارة..... 10

5-2 حساب حمل التبريد الموافق لحرارة الأشخاص..... 10

6-2 الحسابات الأخرى..... 11

3- البناء المختار لدراسة تدفئته وتكييفه..... 11

1-3 الحمل الحراري الكلي لأغراض التدفئة وتسخين المياه..... 13

1-1-3 حمل تسخين المياه..... 13

2-1-3 الحمل الحراري لأغراض التدفئة..... 15

4- أجهزة التدفئة المركزية بالماء الساخن 16

1-4 المراجل..... 16

2-4 وزن الوقود المستخدم سنوياً..... 17

3-4 خزان التمدد 17

4-4 حساب مقطع المدخنة..... 18

5-4 مضخات التسريع..... 19

1-5-4 حساب استطاعة المضخة 19

5- أجهزة التكييف المركزي بالماء البارد..... 20

1-5 حساب حمل التبريد..... 20

2-5 خزان التمدد المغلق..... 21

6- اختيار أجهزة الفانكويل واختيار سطوح التسخين (المشعات) وتوزيعها..... 23

1-6 تعيين وحساب دارة أسوأ فانكويل وأسوأ مشع..... 23

1-1-6 دارة أسوأمشع..... 24

2-1-6 دارة أسوأ فانكويل..... 25

7- تصميم شبكة الأنابيب..... 26

8- المواصفات الأساسية لمعظم عناصر نظام التدفئة والتكييف..... 28

الفصل الثاني– تصميم النظم الشمسية الفعالة بطرق الاستخدامية

مقدمة

1- الزوايا الشمسية 31

1-1 زاوية ميل الشمس (δ)..... 31

2-1 خط العرض..... 32

3-1 زاوية ميل السطح 32

4-1 زاوية سمت السطح..... 32

5-1 الزاوية الساعية (ω)..... 32

6-1 زاوية الورود 32

7-1 زاوية سمت الشمس (γ_s)..... 33

8-1 الزاوية السمتية (θ_z) 33

9-1 زاوية ارتفاع الشمس (α_s)..... 33

2- المعدل اليومي للإشعاع الشمسي على سطح أفقي خارج الغلاف الجوي..... 33

3- الأيام المميزة..... 34

4- الإشعاع الشمسي الواصل على سطح الأرض..... 34

4-1 الوسطي الشهري لمعامل الوضوح..... 34

4-2 المركبتان الساعيتان للإشعاع الشمسي المباشر والمنتثر..... 35

4-3 المركبتان اليوميتان للإشعاع الشمسي المباشر والمنتثر..... 36

4-4 المركبتان الشهريتان للإشعاع الشمسي المباشر والمنتثر..... 37

5-4 الوسطي الشهري للإشعاع الشمسي على سطح مائل..... 38

5- نفاذية الأشعة الشمسية من خلال الأوساط النصف شفافة (شبه الشفافة)..... 39

1-5 الانعكاس على سطح يفصل بين وسطين شفافين..... 39

2-5 امتصاص الأشعة في الأوساط النصف الشفافة جزئياً..... 41

3-5 النفاذية للإشعاع المنتثر..... 42

4-5 الجداء الفعال للإمتصاصية والنفاذية 46

6- الوسطي الشهري للإشعاع **46**

7- اللواقط الشمسية المسطحة..... **49**

1-7 وصف اللواقط الشمسية المسطحة 49

2-7 توزع درجات الحرارة داخل اللاقط الشمسي..... 51

3-7 معادلة التوازن الطاقي الأساسية للاقط الشمسي المسطح..... 52

4-7 معامل مردود اللاقط 53

5-7 توزع درجة الحرارة في اتجاه الجريان..... 55

6-7 معامل إزالة حرارة اللاقط..... 56

7-7 معامل الجريان..... 57

8-7 معامل اللاقط الشمسي- المبادل الحراري 57

9-7 قياس أداء اللاقط الشمسي..... 59

1-9-7 المردود اللحظي للاقط الشمسي..... 59

2-9-7 مُعدّل زاوية الورود..... 60

8- استخدامية الإشعاع الشمسي..... **61**

1-8 الاستخدامية 61

2-8 المعدل الشهري للاستخدامية اليومية 64

3-8 الاستخدامية المعممة..... 66

9- تصميم الأنظمة الفعّالة بطريقة f-Chart **67**

10- تصميم الأنظمة الفعّالة بطرق الاستخدامية (طريقة f-chart ، $\bar{\phi}$) **68**

11- تأثيرالفقد الحراري من خزان حفظ الطاقة الحرارية وتأثير وجود المبادل الحراري..... **70**

12	**البرنامج الحسابي**.....	**72**
13	**النتائج النظرية**	**73**
1-13	المتوسطات الشهرية الساعية للإشعاعين المنتشر والكلي على سطح أفقي....	73
2-13	المتوسطات الشهرية لبعض البارمترات الرئيسية في دمشق واللاذقية.....	73
3-13	المقارنة بين القيم النظرية والقيم المقاسة للإشعاع الشمسي في دمشق.....	74
4-13	القيم النظرية لبعض البارامترات الإشعاعية الرئيسية والخواص البصرية...	77
5-13	المعدلات الوسطية الشهرية لمساهمة الطاقة الشمسية في تغطية الحمل (طريقة $(\bar{\phi}$,f-chart)	79
6-13	المقارنة بين طريقة $\bar{\phi}$, f - chart و طريقة f-chart	80
7-13	تأثير مساحة اللواقط الشمسية على مساهمة الطاقة الشمسية في تغطية الحمل.....	86
8-13	تأثير نوع اللاقط الشمسي على مساهمة الطاقة الشمسية في تغطية الحمل...	89
9-13	تأثير زاوية ميل اللواقط الشمسية على مساهمة الطاقة الشمسية في تغطية الحمل	91
10-13	T_{min} تأثير درجة الحرارة على مساهمة الطاقة الشمسية في تغطية الحمل	93
11-13	طول الليل والنهار.....	94

الفصل الثالث– أنظمة التبريد العاملة بالطاقة الشمسية

1-	**أنظمة التبريد الامتصاصية الأساسية**.....	**96**
1-1	وصف للدارة	96
2-1	السمات المرغوبة في محلول الوسيط الماص –الوسيط المبرّد.....	97
3-1	اختيار مائع التشغيل لدارة التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية...	97
4-1	آلات التبريد الامتصاصية ذات المحاليل العاملة LiBr-H2O and NH3-H2O	99
2-	**التصاميم المختلفة لأنظمة التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية**.....	**100**
3-	**معاملات الأداء المستخدمة في تقييم أداء أنظمة التبريد العاملة بالطاقة الشمسية**.....	**106**
3-1	معامل الأداء الشمسي	106
2-3	نسبة التدوير (R)	106
3-3	معامل الأداء(COP)	107

4-3	معامل الأداء لنظام التبريد:	107
3-4-1	معامل أداء النظام الكلي (نظام التبريد و النظام الشمسي).....	107
3-4-2	مردود التخزين الحراري	107
3-4-3	مردود اللواقط الشمسية.....	107
4-	**تقييم أنظمة التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية**.....	**108**
4-1	النسبة الحرارية للنظام.....	108
4-2	مساحة اللاقط النوعية.....	110
5-	**نتائج بعض الأبحاث لدارات التبريد الامتصاصية في بعض دول العالم**.....	110
5-1	محاكاة ونمذجة معامل أداء نظام التبريد الامتصاصي الشمسي في بيروت	110
5-2	مساهمة المُركّز الشمسي في أداء نظام التبريد الشمسي.....	112
5-3	التبريد الشمسي في مدريد	113
6-	**ملخص بالأبحاث المنشورة في مجال التبريد الامتصاصي الشمسي**.....	**113**
7-	**محاكاة آلة التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية**.....	**114**
7-1	آلة التبريد الامتصاصية المدروسة	114
7-2	معادلات التوازن الحراري للدارة الامتصاصية.....	116
7-3	محاكاة آلة التبريد الامتصاصية المدروسة LiBr-H2O.....	124
8-	**الخواص الفيزياحرارية للثنائي LiBr-H2O**	**126**
	مقدمة	
8-1	ضغط الاشباع	126
8-2	درجة حرارة المحلول.....	126
8-3	الانتالبي.....	127
8-4	الناقلية الحرارية.....	129
8-5	الكثافة.....	133
8-6	اللزوجة	135
8-7	الحرارة النوعية.....	137
8-8	الخواص الفيزياحرارية للماء	139
9-	**البحث عن البارامترات التصميمية المثلى للدارة الامتصاصية**.....	**140**
9-1	درجة حرارة مائع تبريد الوعاء الماص والمكثف T_{32} وT_{33}	141
9-2	درجة حرارة الماء الساخن الداخل إلى المولد T_{25}	141
9-3	درجة حرارة المائع المراد تبريده في المبخر T_{44}	141
9-4	معدلا تدفق مائع تبريد الوعاء الماص والمكثف $\dot{m}_{32}$ و $\dot{m}_{33}$	141
9-5	معدل تدفق الماء المبرد في المبخر $\dot{m}_{44}$	143

6-9 معدل تدفق الماء الساخن في المولد $\dot{m}_{25}$ 143

7-9 تركيز المحلول الخارج من الوعاء الماص X_1 144

8-9 تدفق المحلول الخارج من الوعاء الماص $\dot{m}_1$ 146

9-9 جداء معامل النقل الحراري الإجمالي بالمساحة UA..... 148

1-9-9 جداء معامل النقل الحراري الإجمالي بالمساحة للمولد $(UA)_G$ 149

2-9-9 جداء معامل النقل الحراري الإجمالي بالمساحة للوعاء الماص $(UA)_A$ 150

3-9-9 جداء معامل النقل الحراري الإجمالي بالمساحة للمكثف $(UA)_C$ 151

4-9-9 جداء معامل النقل الحراري الإجمالي بالمساحة للمبخر $(UA)_E$..... 152

10- النتائج النظرية..... **153**

1-10 درجة الحرارة الأصغرية للمولد..... 153

2-10 مساحة اللواقط الشمسية اللازمة لتأمين حمل التكييف..... 154

3-10 مخطط التوازن الترموديناميكي للدارة الامتصاصية 155

4-10 تأثير الاستطاعة التبريدية على الطاقة الحرارية اللازمة للمولد 156

5-10 تأثير درجة حرارة المولد على معامل الأداء..... 157

6-10 تأثير درجة حرارة المبخر على معامل الأداء 158

الاستنتاجات والمقترحات **159**

المراجع **161**

الفهرس **163**

الملحقات **169**

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	إضافات التكييف باستخدام الطاقة الشمسية
المؤلف الرئيسي:	محمد، بثينة عبدالهادي
مؤلفين آخرين:	عبدالهادي، زين، تقلا، جوني(مشرف، مؤلف)
التاريخ الميلادي:	2003
موقع:	اللاذقية
الصفحات:	1 - 221
رقم MD:	584992
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تشرين
الكلية:	كلية الهندسةالميكانيكيةو الكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الطاقة الشمسية، الهندسة الميكانيكية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/584992

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جامعة تشرين
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الميكانيكية - قوى

اضافات للتكييف باستخدام الطاقة الشمسية

دراسة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة القوى الميكانيكية

بإشراف
الأستاذ الدكتور المهندس
جوني تقلا

المشارك بالإشراف
الأستاذ الدكتور المهندس
عبد الهادي الزين

اعداد
المهندسة بثينة عبد الهادي محمد

كانون الأول2003

مقدمة

أصبحت تكنولوجيا التكييف والتبريد من الضرورات الهامة للإنسان في الوقت الحاضر. فالتكييف أو التبريد هي ظاهرة غير موجودة في الطبيعة ، وتتم بنقل الحرارة من الحيز المراد تكييفه أو تبريده وطرحها خارج هذا الحيز. يمكن تأمين الطاقة اللازمة لإحداث البرودة من مصادر الطاقة الأحفورية. وعلى اعتبار أن هذه المصادر آيلة إلى النضوب، فإن مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية مثلاً هي مصادر مستقبلية واعدة وهامة وجديرة بالدراسة والبحث نظراً لديمومتها. إن استخدام الطاقة الشمسية لأغراض التكييف والتبريد يحد من السيئات المرافقة لاستعمال الأجهزة التقليدية المتمثلة باستهلاك عال من الطاقة التقليدية، والتسبب في حدوث الذرى العالية للأحمال الكهربائية، والمساهمة في التلوث البيئي وارتفاع درجة حرارة الأرض واستنفاذ الأوزون و تنامي ظاهرة الدفيئة.

يتمتع التبريد أو التكييف بالطاقة الشمسية، على عكس التدفئة بالطاقة الشمسية، بميزة هامة جداً هي تزامن الشدات العالية للإشعاع الشمسي في فصل الصيف (الطاقة المتاحة) مع الحاجة إلى التبريد أو التكييف (الحمل الحراري). لكن من وجهة النظر الاقتصادية لا تصمم النظم الشمسية لأغراض التكييف أو التبريد فقط، وإنما تصمم لأغراض التدفئة والتكييف معاً. ويعود السبب في ذلك إلى التكلفة التأسيسية العالية للنظام الشمسي مقارنة مع مثيلتها للأجهزة التقليدية.

تعرف المضخة الحرارية (Heat Pump) بأنها آلة تستهلك حرارة عند مستويات منخفضة لدرجات الحرارة وتطرح الحرارة عند مستويات مرتفعة لدرجات الحرارة. إن أكثر طرق تشغيل المضخة الحرارية انتشاراً هي لأغراض التدفئة والتكييف. يحافظ على تسمية " المضخة الحرارية " إن عملت كمسخن حراري لأغراض التدفئة، ويطلق عليها بالمبرد (Chiller) إن عملت كمبرد لأغراض التكييف أو التبريد. إن معظم المضخات الحرارية تعمل للغرضين معاً (تدفئة وتكييف). إن نقل الحرارة من مستوى منخفض لدرجة الحرارة إلى مستوى أعلى يتطلب حسب المبدأ الثاني للترموديناميك بذل عمل أو حرارة. إن الطاقة الداخلة (عمل أو حرارة) تغير من طبيعة التكنولوجيا المستخدمة في الآلة. فإذا كانت الطاقة الداخلة حرارة، فإن التكنولوجيا المستخدمة تتمثل في مبدأ الامتصاص (Absorption) أو الإدمصاص (Adsorption) . إن عملية الإدمصاص تتم على سطح يفصل بين طورين كتكثيف جزيئات غاز على سطح صلب (عملية إدمصاص الروائح في الفحم).

اكتسبت المضخات الحرارية اهتماماً ملحوظاً في العقدين الماضيين، وطرأ تطور كبير عليها، ليس لأنها بديلة للأجهزة العاملة بمركبات الكلوروفلوروكربون، وإنما لكونها نظم فعالة حرارياً إن

استخدمت بشكل صحيح. تمتاز المضخات الحرارية عموماً باستهلاك منخفض من الطاقة الكهربائيةً و بانخفاض مستويات الاهتزاز والضجيج.

تتألف آلة التبريد الامتصاصية من مبادلات حرارية رئيسية (المولد والوعاء الماص والمكثف والمبخر) وبعض المضخات الميكانيكية. ويعتمد مبدأ الدارة الامتصاصية على أن درجة حرارة التوازن لخليط مائع التشغيل هي عند الضغط نفسه أعلى من درجة حرارة توازن أي عنصر من عناصر الخليط. لذا فإن مائع التشغيل في الدارة الامتصاصية هو دائماً خليط ، وغالباً ما يتكون من ثنائي مؤلف من عنصر طيار (المائع المبرد Refrigerant) وعنصر غير طيار (المائع الماص Absorbent). إن أكثر موائع التشغيل انتشاراً هي $LiBr-H_2O$ و NH_3-H_2O . فمثلاً عند ضغط إشباع 7.38 kPa يكون للماء الصافي درجة حرارة إشباع 40°C بينما يكون للخليط $LiBr-H_2O$ ذي التركيز 59% (بروميد الليثيوم) عند الضغط نفسه درجة حرارة إشباع 80°C.

تعمل آلة التبريد الامتصاصية على توليد بخار المائع المبرد في المولد ليصار إلى تكثيفه في المكثف ثم تبخيره في المبخر لإحداث البرودة ثم إعادة امتصاصه من قبل الخليط في الوعاء الماص وأخيراً إعادة ضخه إلى المولد.

يعتبر السير John Leslie أول من اكتشف مبدأ الآلة الامتصاصية في عام 1810 [11]. حيث وضع وعائين في ناقوس زجاجي أحدهما ممتلئ بالماء والآخر ممتلئ بحمض الكبريت ، وبعد تفريغ الناقوس من الهواء تشكلت ببطء طبقة جليدية فوق سطح الماء بسبب استمرار امتصاص حمض الكبريت لبخار الماء ، مما أدى إلى خفض درجة حرارة سطح الماء إلى حد التجمد. لكن الفرنسي Ferdinand Carré هو أول من صنع آلة تبريد امتصاصية في عام 1859 باستخدام الخليط NH_3-H_2O .

تتميز آلة التبريد الامتصاصية بأنها لا تحوي أجزاء دوارة (عدا المضخات التي تستهلك كمية قليلة من الطاقة) ، كما أن تشغيلها يتطلب درجات حرارة منخفضة نسبياً (75°C-90°C) يمكن تأمينها بواسطة استخدام لواقط شمسية حرارية مسطحة متوفرة في السوق المحلية. كما تتميز آلة التبريد الامتصاصية بوثوقيتها العالية وعمرها الزمني الطويل وسهولة تركيبها وتشغيلها وصيانتها وسهولة ربطها بنظام شمسي و/أو نظام تقليدي وسهولة دمجها في محطات التوليد المشترك للطاقة.

يتراوح معامل الأداء (Coefficient of Performance-COP) لآلة تبريد امتصاصية تجارية عاملة بالخليط $LiBr-H_2O$ بين 0.5 و 0.7 ولآلة تبريد امتصاصية تجارية عاملة بالخليط NH_3-H_2O بين 0.6 و 0.8 [12] .

تصنف آلات التبريد الامتصاصية حسب طبيعة عملها : مستمرة أم متقطعة أو حسب عدد التأثيرات فيها : أحادية التأثير أو المفعول (Single-effect) أو ثنائية المفعول (Double-effect). إن صفة أحادية المفعول مستقاة من الحقيقة النظرية المتمثلة بأن آلة التبريد الامتصاصية المثالية

يمكن أن تنتج كمية برودة مساوية للحرارة المقدمة إلى الآلة. لكن بسبب الفواقد الترموديناميكية في آلة حقيقية فإن إنتاج البرودة هو دائماً أقل من الحرارة المقدمة. من جهة أخرى ، توجد أشكال عديدة لآلة تبريد امتصاصية ثنائية المفعول لكن مبدأ عملها واحد. فعلى اعتبار أن السعة التبريدية تعتمد إلى حد كبير على كمية المائع المبرد المتبخر في المبخر ، فإنه يمكن مج كمية أكبر من المائع المبرد (المج هي عملية ينتقل خلالها عنصر مذاب نحو غاز) في آلة تبريد امتصاصية ثنائية المفعول تحوي على مولدين بدلاً من مولد واحد. يبلغ معامل الأداء لمثل هذه الآلة 1.0 - 0.9 تقريباً.

هناك موائع تشغيل عديدة يمكن اختيارها للعمل في الدارة الامتصاصية [3,4] ويعتمد اختيار المائع على تخفيض الكلفة ورفع معامل الأداء والاستخدام الآمن له.

يتألف هذا العمل من ثلاثة فصول . يتضمن الفصل الأول حسابات تفصيلية للأحمال الحرارية (تدفئة وتكييف وماء ساخن) للمبنى السكني الذي سيتم دراسته في هذا الفصل. بينما يشمل الفصل الثاني على الدراسة التحليلية للنظام الشمسي اللازم لتغطية الحمل الحراري والمؤلف من لواقط شمسية حرارية مسطحة مع خزان لحفظ الطاقة الحرارية. أما الفصل الثالث فيتضمن دراسة مرجعية مختصرة لآلة التبريد الامتصاصية والنمذجة بمساعدة الحاسوب لدارة امتصاصية بسيطة تعمل بنظام شمسي وبالخليط $LiBr-H_2O$ مع تحديد معادلات الخواص الفيزياحرارية لهذا الخليط. إن بعض نتائج الفصول الثلاثة لم تورد في متن الفصول ، ويمكن للراغب في الإطلاع عليها أن يجدها في الملاحق.

وأخيراً، لا تزال الوحدات الحرارية البريطانية (British Thermal Units-BTU) الأكثر استخداماً في صناعة التبريد والتكييف. تعرّف الوحدة الحرارية البريطانية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل إنكليزي (Pound = 0.45 kg) من الماء درجة فهرنهايتية واحدة (0.56°C). تساوي الوحدة الحرارية البريطانية 1055 جول ، كما أن كل واحد طن تبريد يساوي 12000 وحدة حرارية بريطانية.

تكييف الهواء (Air Conditioning)

مقدمة

إن تفهم المبادئ الفيزيولوجية ضروري للمهندس كي يتمكن من القيام بتصميم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء اللازمة للشعور بالراحة. ومن معرفة هذه المبادئ يمكن استنتاج قواعد وشروط تطبيقها في تدفئة وتكييف هواء الأماكن المأهولة بالإنسان بهدف تأمين جو مريح فيها سواء كانت مخصصة للإقامة أو للعمل، وذلك عن طريق التحكم بنفس الوقت بدرجة الحرارة والرطوبة وحركة الهواء وتوزيعه.

يمكن تعريف الارتياح الحراري أو شعور الإنسان بالراحة بأنه مجموعة من الشروط الداخلية المتغيرة التي تجعل الإنسان مرتاحاً أو غير مرتاح، ففي نظام تكييف هواء مثالي لا ينتبه المرء إلى درجة الحرارة أو الرطوبة إذا شعر بالارتياح ، كما لا تزعجه ضوضاء الأجهزة أو حركة الهواء. أما عندما تتغير شروط الارتياح فعندئذ يبدأ الإنسان بالتذمر والتساؤل عن مقدار درجة حرارة الغرفة ورطوبتها أو عن مصدر الهواء وضوضاء الأجهزة. يتعلق شعور الإنسان بالارتياح بعوامل يمكن حصرها بما يلي:

1. درجة حرارة الهواء الداخلي الجافة ومدى تغير هذه الدرجة مع الزمن في مختلف أرجاء المكان.
2. الرطوبة النسبية للهواء الداخلي.
3. درجة الحرارة الوسطية لسطوح الغرفة الداخلية.
4. سرعة تحرك الهواء في الغرفة ومواقع ارتطامه في جسم الإنسان.
5. مقدار نقاوة الهواء من ذرات الغبار والغازات الضارة والروائح غير المستحبة.
6. مقدار الضجة والاهتزازات المتولدة عن أجهزة التهوية والتكييف.

في نظام التدفئة المركزية يوضع في كل غرفة عنصر أو أكثر من عناصر بث الحرارة (المشعات الحرارية) لإحداث الدفء المطلوب، أما في نظام التكييف المركزي فيجب إرسال هواء مبرد إلى داخل الغرفة عن طريق فتحات خاصة موصلة بأجهزة التكييف. لكن في حال احتياج البناء للنظامين معاً تركب في الغرف مشعات بمراوح أو فانكويلات Fan-coils إضافة إلى استخدام المشعات الحرارية في الحمامات والمطابخ.

سنقوم في هذا الفصل باختيار بناء سكني لتطبيق الدراسة عليه من حيث:

1. حمل التدفئة والتبريد والماء الساخن.
2. اختيار أجهزة التدفئة المركزية بالماء الساخن وأجهزة التكييف.

3. اختيار أجهزة الفانكويل وسطوح التسخين (المشعات) وتوزيعها.
4. تصميم شبكة الأنابيب واختيار مضخات التسريع اللازمة.

الحسابات سوف تتم من خلال استخدام أحد تطبيقات برامج الكمبيوتر الأوفيس- الاكسل. الهدف الأساسي من هذا الفصل هو الحصول على الحمل الوسطي اليومي للمكان المدروس وذلك من أجل تحليل النظام الشمسي في الفصل الثاني وتصميم دارة التبريد الامتصاصية في الفصل الثالث على أساس الحمل المدروس.

1- حساب الضياعات الحرارية (حمل التدفئة heating load)

ينتج الضياع الحراري عندما تكون درجة الحرارة الداخلية للمبنى أعلى من درجة حرارة الجو الخارجي. ويتم حساب ضياع الحرارة من البناء كمايلي:

1-1 انتقال الحرارة عبر الجدران Heat Transmission Through Walls

يعبر عن كمية الحرارة المنتقلة من داخل الغرفة إلى خارجها عبر الجدار بالعلاقة التالية:

$$Q = U(t_i - t_o)A \qquad [1\text{-}1]$$

حيث أن :

Q: كمية الحرارة المنتقلة [kcal/h]

U: معامل الفقد الحراري الإجمالي $[kcal/m^2.h.°C]$

A: مساحة الجدار[m^2].

t_i: درجة الحرارة الداخلية [$°C$].

t_o: درجة الحرارة الخارجية [$°C$].

ومن أجل جدار أو سقف مؤلف من عدة طبقات يحسب U من العلاقة التالية:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{F} + \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{K_i} + \frac{1}{F_o}} \qquad [2\text{-}1]$$

حيث:

F : معامل النقل الحراري الحملي الداخلي $[kcal/m^2.h.°C]$.

F_o : معامل النقل الحراري الحملي الخارجي $[kcal/m^2.h.°C]$.

K : الناقلية الحرارية للمادة $[kcal/m.h.°C]$.

L : سماكة الجدار [m].

1-2 ضياعات الحرارة من أرضية القبو وجدرانه Heat Losses From Basement Floor And Walls

يتوقف مقدار انتقال الحرارة عبر جدران وأرضية القبو نحو الأرض الملاصقة على الفرق بين درجة حرارة هواء القبو ودرجة حرارة الأرض، كما يتوقف على نوع المواد المؤلفة للجدران والأرضية ، وعلى الناقلية الحرارية للأرض الملاصقة. يتم حساب كمية الحرارة الضائعة خلال بلاطة من البيتون تقع فوق الأرض الطبيعية مباشرة بواسطة المعادلة التالية:

$$Q = 0.81.P(t_i - t_o) \qquad [3\text{-}1]$$

حيث أن:

Q :الحرارة الضائعة من الأرضية $kcal/h$.

P : طول أضلاع الأرضية المعرضة للمحيط الخارجي [m].

t_i : درجة الحرارة الداخلية $°C$.

t_o : درجة الحرارة الخارجية $°C$.

يؤدي وجود بعض أجهزة التدفئة (كالمرجل وغيره) ومرور أنابيبها ضمن طابق الأقبية إلى رفع درجة حرارته. ولقد وجد أن الحرارة الناشئة عن وجود المرجل ومرور أنابيب التدفئة في طابق الأقبية تدفئ الهواء المجاور لسقف هذا الطابق بشكل كافٍ وبحيث لا يكون هناك ضرورة لحساب كمية الحرارة الضائعة من الغرف الواقعة فوق هذا الطابق عبر أرضيتها.

3-1 ضياعات الحرارة الناتجة تسرب الهواء Air Infiltration

لا يوجد عملياً بناء محكم كتيم بشكل كامل، بل لابد من تسرب الهواء بكميات ملموسة من خلال شقوق النوافذ والأبواب، وكذلك من وصلات البناء. ويمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لتسخين الهواء المتبدل بالمعادلة التالية:

$$Q = 0.3 \cdot V \cdot n(t_i - t_o) \qquad [4\text{-}1]$$

حيث أن:

Q : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الهواء المتسرب الداخل إلى الغرفة من درجة الحرارة الخارجية إلى درجة الحرارة الداخلية. $[kcal/h]$

0.3 : الحرارة النوعية الحجمية للهواء $kcal/m^3.h.°C$.

V : حجم الغرفة $[m^3]$.

n :عدد مرات تغير الهواء بالساعة.

t_i : درجة حرارة هواء الغرفة $°C$

t_o : درجة حرارة الهواء الخارجي $°C$

يعطي [1] قيم تغير الهواء في مختلف أنواع الغرف (شتاءً).

يتم اختيار درجة الحرارة الداخلية الملائمة من [1].

يتم اختيار درجة الحرارة الخارجية الملائمة من [1].

1-4 تأثير الجهة والتعرض للرياح Effect of Orientation and Exposure to Wind

يؤثر اتجاه جدران الغرفة ذات الجدران الخارجية على كمية الحرارة اللازمة لها وذلك بسبب تعرض جدرانها الخارجية ونوافذها للإشعاع الشمسي المباشر.

[1] يعطي إضافات الجهة.

[1] يعطي إضافات ارتفاع السقف.

1-5 تأثير التقطع في العمل Effect of intermittent

يعطي [1] النسب المئوية الواجب إضافتها إلى كميات الحرارة المحسوبة لكل غرفة. وعلى اعتبار أن تدفئة البناء المدروس تتم فقط خلال النهار فإن إضافات التقطع تبلغ 10% .

1-6 مصادر الحرارة المساعدة:

في الأبنية السكنية تهمل عادة المصادر الحرارية المساعدة لعملية التدفئة نظراً لضآلتها ولكونها تدخل كعنصر مساعد غير مضمون.

2- حساب حمل التبريد بطريقة ASHRAE

2-1 مقدمة:

من أجل تحديد استطاعة أجهزة التكييف المطلوبة لتحقيق شروط الهواء داخل المكان المراد تكييفه بشكل دقيق، تستخدم عدة طرق لحساب الحمل الحراري المكتسب عبر الجدران والأسقف والنوافذ نذكر منها:

1. طريقة النقل الحراري(بالحمل والإشعاع).
2. طريقة درجة حرارة الهواء-الأرض Sol-Air Temperature.
3. طريقة فرق درجة الحرارة المكافئة TETD.
4. طريقة فرق درجة حرارة حمل التبريد Cooling Load Temperature Difference Method (CLTDM)

سوف نشرح طريقة CLTDM المعتمدة في جمعية مهندسي التدفئة والتبريد والتكييف الأمريكية (ASHRAE) **[13]**.

عند تصميم نظام التكييف يجب أن نميز بين أربعة مفاهيم متشابهة لمعدل جريان الحرارة (الدفق الحراري) خلال واحدة الزمن **[2]**:

1) الكسب الحراري للمكان.
2) حمل التبريد للمكان.

3) معدل كمية الحرارة المسحوبة من المكان.
4) حمل وشيعة التبريد.

الكسب الحراري للمكان Space Heat Gain

وهو عبارة عن كمية الحرارة التي تدخل إلى المكان أو تنتشر داخله في لحظة زمنية معينة (كسب حراري آني) وتشمل الكسب الحراري الناتج عن الإشعاع الشمسي من خلال الجدران والأسقف وكذلك الكسب الحراري الناتج عن الإنارة والأشخاص والتهوية والتسرب. إن مهمة وشيعة التبريد إزالة كمية الحرارة المحسوسة والكامنة من المكان المكيف للمحافظة على شروط الهواء المطلوبة.

حمل التبريد للمكان Space Cooling Load

وهو عبارة عن كمية الحرارة التي يجب إزالتها من المكان المراد تكييفه للمحافظة على قيم ثابتة لدرجة الحرارة ولرطوبة الهواء. إن مجموع الكسب الحراري للمكان المكيف في أي لحظة زمنية لا يساوي بالضرورة حمل تبريد المكان في نفس اللحظة ، وذلك لأن الكسب الحراري للمكان والناتج عن الإشعاع الشمسي والإنارة لا يظهر تأثيره على درجة حرارة هواء المكان إلا بعد أن يتم امتصاصه وتخزينه في عناصر المكان ومحتوياته (تأثير تخزين الحرارة) وهذا يؤثر بشكل كبير في تحديد استطاعة أجهزة التبريد.

معدل كمية الحرارة المسحوبة من المكان Space Heat Extraction Rate

إن كمية الحرارة المسحوبة من المكان المراد تكييفه تكون مساوية لحمل التبريد فقط عندما تبقى درجة حرارة هواء المكان ثابتة، وهذا ما يحصل نادراً لأن أنظمة التحكم والمراقبة الموصولة مع آلات التبريد تسبب تأرجح في درجة حرارة ورطوبة هواء المكان المكيف.

حمل وشيعة التبريد Cooling Coil Load

هو عبارة عن معدل كمية الحرارة المزالة من وشيعة التبريد وتساوي إلى مجموع الحمل الحراري الناتج عن الهواء الخارجي اللازم للتهوية وحمل التبريد الآني للمكان المكيف.

عند حساب حمل التبريد بطريقة CLTDM يجب معرفة العناصر التالية:

1) خواص مواد البناء المستخدمة لتحديد نوع الجدران والأسقف وبالتالي تحديد معامل انتقال الحرارة الإجمالي.
2) تحديد موقع البناء وتوجيهه والتظليل الخارجي من الأبنية المجاورة.
3) المعلومات الإحصائية عن الطقس السائد ودرجة الحرارة الخارجية التصميمية.
4) شروط الهواء الداخلية التصميمية.
5) اختيار الساعة التصميمية، التوقيت اليومي، والشهر لحساب حمل التبريد الأعظمي.

الشروط التصميمية:

يحسب حمل التبريد للمكان المكيف بطريقة CLTDM مباشرة باستخدام جداول. ولقد أختير يوم21 تموز عند خط عرض/40/ درجة شمالاً ودرجة حرارة تصميمية عظمى للهواء الخارجي /35°C/ والمتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء الخارجي 29.4°C والمجال اليومي الأعظمي لدرجة حرارة الهواء الخارجي 11.6°C (الفرق بين القيمة العظمى والدنيا لدرجة حرارة الهواء الخارجي خلال اليوم –24 ساعة)، ودرجة الحرارة الداخلية التصميمية 25.5 °C .

عند اختلاف الشروط التصميمية للمكان المراد تكييفه عن هذه الشروط يجب تصحيح قيمة CLTD.

2-2 حساب حمل التبريد من أجل الجدران والأسقف الخارجية

تقسم الجدران حسب المواصفات الأمريكية إلى سبع مجموعات (A,B,C,D,E,F,G) **[13]**. ولتحديد قيمة CLTD الموافقة للجدران الخارجية **[13]**أو الموافقة للسقف **[13]**يجب تحديد نوع الجدران ومن ثم تستخدم العلاقة التالية لحساب حمل التبريد:

$$Q=A.U.CLTD \qquad [5\text{-}1]$$

عند اختلاف أحد الشروط التصميمية السابقة للمكان المكيف يتم تصحيح قيمة CLTD للجدران الخارجية من العلاقة التالية:

$$CLTD_{corr}=(CLTD+LM)K+(25.5-T_r)+(T_o-29.4) \qquad [6\text{-}1]$$

ويتم تصحيح قيمة CLTD للسقف عند اختلاف أحد الشروط التصميمية السابقة بالمعادلة التالية:

$$CLTD_{corr}=[(CLTD+LM).K+(25.5-T_r)+(T_o-29.4)]f \qquad [7\text{-}1]$$

حيث:

LM تصحيح الشهر وخط العرض.

K تصحيح اللون.

للسقف: K=1 من أجل اللون الغامق أو الفاتح في الأماكن الصناعية.

K=0.5 من أجل اللون الداكن في المناطق الريفية.

للجدران: K=1 من أجل اللون الغامق أو الفاتح في المناطق الصناعية.

K =0.83 من أجل اللون المتوسط الثابت في المناطق الريفية.

K =0.63 من أجل اللون الفاتح الثابت في المناطق الريفية.

$(25.5-T_r)$ تصحيح درجة الحرارة الداخلية التصميمية.

$(T_o-29.4)$ تصحيح درجة الحرارة الخارجية التصميمية.

T_o متوسط درجة الحرارة الخارجية في يوم التصميم وتحدد على الشكل التالي:

T_o=(درجة الحرارة العظمى للهواء الخارجي – تغير المجال اليومي /2)

f معامل حمل التهوية ويتعلق بطريقة التهوية، حيث:

f =1 عندما تكون التهوية سيئة.

f =0.75 عندما تكون التهوية جيدة.

3-2 حساب حمل التبريد الناتج عن الإشعاع الشمسي من خلال الزجاج

إن كمية الحرارة الإجمالية المنتقلة عبر زجاج النوافذ والأبواب الزجاجية تساوي إلى مجموع كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل نتيجة اختلاف درجات الحرارة بين الداخل والخارج وكمية الكسب الحراري الشمسي، وتعطى بالعلاقة التالية:

$$Q_S = A.\ U.\ CLTD + A.\ SC.\ SHGF.\ CLF \qquad [8\text{-}1]$$

حيث:

A المساحة الصافية للزجاج.

SC معامل التظليل للنوافذ.

CLF معامل حمل التبريد للزجاج.

CLTD فرق درجة حرارة حمل التبريد للزجاج ويحدد من المرجع [13].

SHGF معامل الكسب الحراري الشمسي الأعظمي[W/m^2].

تتعلق الطاقة الممتصة من الإشعاع الشمسي بنوع التظليل الداخلي والخارجي (ستائر واباجورات وغيرها) .

4-2 حساب حمل التبريد الموافق لحرارة الإنارة

يجب حساب حمل التبريد للإنارة بشكل دقيق لأن الأشعة المنبعثة عن الإنارة يتم امتصاصها من قبل المفروشات وأرضية المكان المكيف ويبدأ تأثيرها بعد تأخر زمني ما ويعطى حمل التبريد هذا بالعلاقة التالية:

$$Q = INPUT.\ CLF \qquad [9\text{-}1]$$

حيث :INPUT الكسب الحراري اللحظي من الانارة [W].

5-2 حساب حمل التبريد الموافق لحرارة الأشخاص

ينتج عن الأشخاص حرارة كامنة وحرارة محسوسة ويتعلق مقدار كمية الحرارة المنتشرة بنوع العمل الذي يقوم به الشخص ونوع الملابس ودرجة حرارة المكان وغيرها. يتم حساب هذا الحمل وفق العلاقتين التاليتين:

كمية الحرارة الكامنة: $Q_L = No.q_l.CLF$ [10-1]

كمية الحرارة المحسوسة: $Q_S = No.q_s.CLF$ [11-1]

حيث:

No :عدد الأشخاص.

q_l :الكسب الحراري الكامن الناتج عن الأشخاص (W).

q_s :الكسب الحراري المحسوس الناتج عن الأشخاص (W).

CLF :معامل حمل التبريد للأشخاص.

إن عامل حمل التبريد CLF للحرارة المحسوسة يساوي إلى الواحد عندما يعمل نظام التبريد بشكل متقطع (غير دائم) أو عندما لايتم المحافظة على درجة حرارة ثابتة للهواء في المكان خلال 24 ساعة ويساوي معامل حمل التبريد الواحد أيضاً عندما تكون كثافة الأشخاص كبيرة كما هو الحال في المسارح وقاعات المحاضرات وغيرها.

6-2 الحسابات الأخرى

- يتم حساب حمل التهوية والتسرب والحمل الناتج عن الأجهزة الكهربائية كما هو مبين في جدول ملخص الحسابات وبالإعتماد على الجداول المرفقة.

- تتميز طريقة حساب حمل التبريد CLTDM بدقة الحسابات من أجل ظروف مختلفة وتعطي حمل التبريد الاقتصادي لأنها تأخذ بعين الاعتبار مدة تأثير كل معامل عند الوقت الذي يكون فيه حمل التبريد أعظمي.

3- البناء المختار لدراسة تدفئته وتكييفه

سكن الأساتذة في جامعة تشرين في مدينة اللاذقية، ويتألف المبنى من الطوابق التالية:

1. الطابق الأرضي ويتألف من ثلاث شقق سكنية.
2. الطابق الأول ويتألف من ثلاث شقق سكنية.
3. القبو.

الشقق جميعها متشابهة وتتألف كل شقة من غرفة جلوس وغرفتي نوم و مدخل و مطبخ و حمام ومغاسل.

مساحة الشقة الواحدة :

$$9.375*11.25 = 106 \quad [m^2]$$

يبلغ ارتفاع كل من الطابقين الأرضي والأول [m]2.8 . كما أن واجهة البناء شمالية. إن المعطيات الضرورية الأخرى هي:

- خط العرض 35.55 درجة شمالاً.

- درجة الحرارة التصميمية الخارجية في فصل الشتاء T_o= +4 °C والرطوبة النسبية % 75 .

- درجة الحرارة التصميمية الخارجية في فصل الصيف T_o= 33 °C والرطوبة النسبية % 55 والمدى اليومي °C 8 .

- درجة الحرارة التصميمية الداخلية للأماكن المكيفة 25.5 °C والرطوبة النسبية % 55 .

ويحدد التوقيت التصميمي كما يلي:

صباحاً :الجهة الشرقية والشمالية الساعة 12

ظـــــهراً :الجهة الغربية الساعة 12

والجنوبية الـــــــــــساعة 16

يورد الجدول [1-1] عناصر البناء المدروس ومكونات هذه العناصر، كما يدون معاملات النقل الحراري الاجمالي الموافقة لهذه العناصر [1]:

معاملات انتقال الحرارة			
عنصر البناء	المكونات	معامل انتقال الحرارة الإجمالي $U\ (kcal/m^2.h.°C)$	الفصل
1. الجدران الداخلية	بلوك اسمنتي مفرغ سماكة 10 سم + توريقة كلسية سماكة 0.4 سم + توريقة اسمنتية سماكة 4 سم	2.083	
الجدران الداخلية	بلوك اسمنتي مفرغ سماكة 20 سم + توريقة كلسية سماكة 0.4 سم + توريقة اسمنتية سماكة 4 سم	1.52	
2. الجـــــــدران الخارجية	بيتون مسلح سماكة 30 سم + فراغ هوائي سماكة 2.5 سم +بلوك اسمنتي سماكة 10 سم + توريقة كلسية سماكة 0.4 سم + توريقة اسمنتية سماكة 4 سم	1.27	شتاء
		1.12 (إذا اعتبرت داخلية)	
		1.25	صيفا
3. أرضية تيراس	هوردي سماكة 24 سم + بلاط سماكة 5.5 سم + رمل سماكة 7 سم + توريقة اسمنتية سماكة 0.2 سم + توريقة اسمنتية سماكة 2 سم	1.31 (انتقال الحرارة نحو الأعلى)	شتاء
		1.18 (انتقال الحرارة نحو الأسفل)	صيفا
4. أرضية القبو	بلاط سماكة 3 سم + مونة سماكة 2.5 سم + رمل سماكة 7 سم + بيتون مسلح سماكة 10 سم	0.88 ٥٨٩٥٨٦	

	+ عازل زفتي سماكة 0.3 سم + 15 بيتون عادي + بلوكاج سماكة 20 سم + تربة مرصوفة سماكة 1 سم		
5. سقف الطابق الأرضي(داخلي)	بلاط سماكة 3 سم + مونة سماكة 2.5 سم + رمل سماكة 7 سم + بيتون مسلح سماكة 10 سم + توريقة اسمنتية سماكة 0.2 سم + توريقة اسمنتية سماكة 2 سم	1.05 (انتقال الحرارة نحو الأعلى) 1.17 (انتقال الحرارة نحو الأسفل)	
6. سقف الطابق الأول (السقف الأخير)	هوردي سماكة 24 سم + (عزل) اسبل سماكة 3 سم + بيتون ميول سماكة 10 سم + توريقة اسمنتية سماكة 0.2 سم + توريقة اسمنتية سماكة 2 سم	1.33 (انتقال الحرارة نحو الأعلى) 1.2 (انتقال الحرارة نحو الأسفل)	شتاء صيفا
7. النوافذ	خارجية من الألمنيوم مع زجاج عادي	6.1	
8. الأبواب	خارجية خشبية مع زجاج بسيط	4	
	داخلي مع خشب عادي سماكة 2 سم	1.5	

الجدول[1-1]: معاملات انتقال الحرارة

3-1 الحمل الحراري الكلي لأغراض التدفئة وتسخين المياه

3-1-1 حمل تسخين المياه

بفرض أن الشقة الواحدة تحتاج 160 ليتر ماء ساخن يومياً وبالتالي يبلغ الاحتياج الكلي لست شقق حوالي 1200 ليتر في اليوم. وبفرض أن درجة حرارة الماء ترتفع من 14 °C إلى 55 °C فإن الحمل الحراري لتسخين المياه يحسب من المعادلة التالية [1]:

$$Q_w = M.C_p.\ \Delta T = 1200.1.(55-14) = 49200\ \text{kcal/day} = 2050\ \text{kcal/h}$$

ويبين الجدول[1-2]: طريقة حساب الحمل الحراري لتسخين المياه:

الحمل الحراري الكلي لتسخين المياه	Δt [°C]	الحرارة النوعية للماء	مع معامل أمان 1.25 [kcal/h]	كمية المياه الساخنة المطلوبة الكلية [lit]	عدد الشقق	كمية المياه الساخنة المطلوبة [lit]
49200 =[Kcal / day] [Kcal / h] 2050	41=14-55	1 kcal / kg.°C	1200	960	6	160

الجدول[1-2]: طريقة حساب الحمل الحراري لتسخين المياه

3-1-2 الحمل الحراري لأغراض التدفئة

يوضح الجدول[1-3] طريقة حساب الحمل الحراري للطابق الأرضي والطابق الأول لسكن الأساتذة. [4]

Design	hall	Living room	Bed room	Bed room	bath	kitchen
درجة الحرارة الداخلية التصميمية(T_i °C)	16°C	22°C	22°C	22°C	26°C	18°C
المساحة (m^2)	10.82	38.8	14.73	17.7	5.8	8.4
Ground Floor Room No	02	03	04	05	06	07
	08	013	012	011	010	09
	014	015	016	017	018	019
9251	-44	4033	1399	1918	460	1485
8655	-45	3438	1399	1918	460	1485
9221	-44	3459	1399	2198	583	1626
total [Kcal/h] 27127						
Design	hall	livingrm	bedrm	bedrm	bath	kitchen
درجة الحرارة الداخلية التصميمية(T_i °C)	16°C	22°C	22°C	22°C	26°C	18°C
First Floor Room No	12	13	14	15	16	17
	18	113	112	111	110	19
	114	115	116	117	118	119
10187	155	4234	1462	1923	582	1831
9612	155	3659	1462	1923	582	1831
10130	155	3659	1462	2204	705	1945
total [kcal/h] 29929						
T_o= 4 °C درجة الحرارة الخارجية التصميمية						

الجدول[1-3]: الحمل الحراري لسكن الأساتذة

ويوضح الجدول[1-4] الحمل الحراري للطابق الأرضي والطابق الأول والحمل الحراري لتسخين المياه والحمل الحراري الكلي للمبنى.

الحمل الحراري [kcal/h]	الطابق الأرضي	الطابق الأول	تسخين المياه	الحمل الحراري الكلي للمبنى
	27127	29929	2050	Q_{tot}=59106
$Q_{tot} \approx 60000$ [kcal/h]				

الجدول[1-4]: الحمل الحراري الكلي للمبنى

ويبين الجدول[1-5] الحمل الحراري لغرف النوم والجلوس كوننا سوف نستخدم لتدفئتها الفانكويلات، والحمل الحراري للمطابخ والحمامات كوننا سوف نستخدم لتدفئتها المشعات، وهذه القيم مأخوذة من الجدول [1-3]:

	طابق أرضي	طابق أول	الكلي	احتياطي1.3
الحمل الحراري لغرف النوم والجلوس [kcal/h]	21028	22453	43481	60000≅56525
الحمل الحراري للمطابخ والحمامات [kcal/h]	7476	7476	13575	17648

الجدول[1-5]: الحمل الحراري لغرف النوم والجلوس

4- أجهزة التدفئة المركزية بالماء الساخن

تحتاج أنظمة التدفئة بالماء الساخن لأجهزة متعددة تعمل بشكل مترابط ومنسق كي تؤمن توليد الحرارة ونقلها وتوزيعها على الأمكنة المطلوب تدفئتها بالكميات اللازمة وبصورة منتظمة وأمينة.

4-1 المراجل Boilers

استطاعة المرجل:

$$Q_b = 1.3 \times Q_{tot} = 1.3 \times 60000 = 78000 \text{ [kcal/h]}$$
$$= 78000/860 = 90 \text{ kW}$$

تعتبر المراجل صغيرة الحجم، إذا كانت استطاعتها تتراوح بين 15 kW -10 ، وتعتبر متوسطة الحجم إذا كانت استطاعتها تتراوح بين 500 kW -50 ، وتعتبر كبيرة الحجم إذا كانت استطاعتها تتراوح بين 2500 kW - 500 .

ويستخدم في المنشآت الصغيرة مرجل واحد، أما في المنشآت المتوسطة فيفضل استخدام مرجلين استطاعة الواحد تعادل ثلثي الاستطاعة الكلية. أما في المنشآت الكبيرة فيمكن استخدام ثلاثة مراجل أو أكثر يزيد مجموع استطاعتها عن الاستطاعة الكلية بـ 25 % .

وعلى اعتبار أن المبنى المدروس يندرج ضمن المنشآت المتوسطة ، لذا يفضل استخدام مرجلين استطاعة كل منهما تعادل ثلثي الاستطاعة الكلية ، أي :

$$Q_{b1} = Q_{b2} = 2/3 \times Q_b = 2/3 \times 78000 \approx 52000 \quad [kcal/h]$$

إن معدل استهلاك الوقود المستخدم في حراقي المرجلين (المازوت):

$$w = \frac{Q_b}{H_u \cdot \eta_b} = \frac{78000}{10000 \times 0.7} \cong 11.5 \, [kg/h]$$

حيث:

$H_u = 10000$ kcal/kg القيمة الحرارية الدنيا للوقود المستخدم (المازوت).

$\eta_b = 0.7$ مردود المرجل .

4-2 وزن الوقود المستهلك سنوياً

يحسب وزن الوقود المستهلك سنويا من العلاقة التالية:

$$W = \frac{Q_{tot} \cdot N \cdot F}{925 \cdot \eta_b} = \frac{60000 \cdot 150 \cdot 0.625}{925 \cdot 0.7} \approx 8700 \quad [kg/year]$$

حيث :

N=150 عدد أيام فصل التدفئة .

F=0.625 معامل استعمال التدفئة .

يمثل الرقم 925 في العلاقة السابقة العلاقة التالية :

$$\frac{H_u}{C \times 0.75 \times 24} = \frac{10000}{0.6 \times 0.75 \times 24} = 925$$

حيث :

C = 0.6: معامل الطقس.

0.75: معامل تخفيض الضياعات الحرارية للمبنى.

24 : عدد ساعات اليوم.

حجم الوقود اللازم سنوياً علماً أن كثافة المازوت 0.838 kg/litre :

$$V = 8700 / 0.835 \approx 10500 \quad litre/year$$

4-3 خزان التمدد Expansion Tank

يعتبر خزان التمدد العناصر المكونة لنظام التدفئة بالماء الساخن، ووجوده ضروري لضمان عمل هذا النظام بشكل جيد وآمن، إذ من المعلوم أن حجم الماء يزداد بتسخينه لذلك لابد من تأمين حيز كاف لاستيعاب مقدار

ازدياد حجم الماء حتى لا يرتفع الضغط الداخلي ويؤدي إلى عواقب وخيمة. يصمم خزان التمدد بحيث يكون حجمه الفعال كافياً لتخزين مقدار الزيادة في حجم الماء عند تشغيل النظام عند أعلى درجة حرارة ممكنة. يكون خزان التمدد على نوعين مفتوحاً أو مغلقاً. سنختار الخزان المغلق .يركب الخزان المغلق بالقرب من المرجل وفي نفس الغرفة ، ويمتاز عن الخزان المفتوح بالوفر في التمديدات الطويلة اللازمة للخزان المفتوح الذي يوضع على السطح عادة ، كما يمتاز بعدم إضاعته للحرارة وبسهولة مراقبته وبإمكانية تشغيل النظام عند درجات حرارة عالية دون الخشية من حدوث الغليان. يصمم حجم الخزان المغلق بحيث يستوعب ضعف القيمة العظمى لازدياد حجم الماء الناتج عن ارتفاع درجة حرارته إلى أعلى درجة ممكنة .

يحسب حجم خزان التمدد المغلق بالعلاقة التالية:

$$V_e = \frac{e.C_e}{1 - P_i/p_f} \qquad [12\text{-}1]$$

حيث:

$e = 0.035$ معامل التمدد ويؤخذ كقيمة عظمى عند درجة حرارة 90 °C .

$P_i = 1.5$ bar الضغط الأولي.

$p_f = 3$ bar ضغط التشغيل.

C_e سعة الشبكة من الماء وتحسب بواسطة العلاقة :

$$C_e = \frac{Q_b}{1000} \text{x } (10-20) = \frac{80000}{1000} \text{x } 10 = 800 \text{ litre}$$

ومنه حجم خزان التمدد :

$$V_e = \frac{e.C_e}{1 - P_i/p_f} = \frac{0.035.800}{1 - 1.5/3} = 56 \text{ liter}$$

4-4 حساب مقطع المدخنة

$$A = \frac{Q_b}{100.H_u \cdot \eta_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{H}} = \frac{w}{100\sqrt{H}} \qquad [13\text{-}1]$$

حيث:

$A\ (m^2)$: مساحة المقطع العرضي للمدخنة ويجب أن لا تقل الأبعاد عن 20×20 سم.

$H\ (m)$: الارتفاع بين منسوب محور الحراق وأعلى نقطة في المدخنة.

إن حسابات المداخن لا يمكن أن تتم بالدقة المطلوبة ، ويعود السبب في ذلك إلى صعوبة تقدير التسرب وبالتالي إهمال حسابه وصعوبة تقدير تأثير الرياح وغير ذلك. إن مساحة المقطع العرضي للمدخنة هي :

$$A = \frac{11.5}{100\ \sqrt{9}} = 0.0383 \quad [m^2]$$

تفضل المدخنة ذات المقطع الدائري لأن لها محيط أصغري مما يعني ضياع أقل للحرارة وتوفير في المواد ، كما يمكن صنع مدخنة ذات مقطع مربع . لكن لا ينصح بمدخنة ذات مقطع مستطيل وفي حال الضرورة يجب أن لاتزيد نسب الأضلاع عن2:3 .

يجب أن لا يزيد الامتداد الأفقي للمدخنة عن ربع ارتفاع المدخنة ، وأن ينفذ هذا الامتداد بمقطع أكبر من مقطع المدخنة الشاقولية بمقدار:

20% عندما يكون للمدخنة الأفقية كوع أو اثنان.

30% عندما يكون للمدخنة الأفقية أكثر من كوعين.

وبناء على ذلك تكون أبعاد المدخنة[cm^2] 20×20 ونجد أن الطول الأصغري للامتداد الأفقي للمدخنة دون أي زيادة :

$$L_{max} = 0.25.H = 0.25 \times 9 = 2.25 \quad m$$

4-5 مضخات التسريع Circulating Pumps

تستعمل مضخات التسريع لمساعدة الماء على الدوران في أنظمة التدفئة القسرية بالماء الساخن ، وهي عادة مضخات ذات ضغط منخفض وتدفق كبير، وتكون عادة استطاعة المحرك اللازم لتدوير هذا النوع من المضخات صغيرة نسبياً، إذ أن وظيفة هذه المضخات هو التغلب على المقاومة الناشئة عن احتكاك الماء بجدران الأنابيب وليس كالمضخات العادية المستعملة لدفع الماء من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى، وتصنع هذه المضخات بحيث تعمل بسكون وهدوء ودون اهتزاز.

يتم اختيار المضخة تبعاً لتدفق الماء والارتفاع المانومتري الذي يجب أن تؤمنه هذه المضخة للتغلب على احتكاك الأنابيب. ويفضل تركب المضخة على خط العودة حيث درجة حرارة الماء فيه منخفضة. ولايتأثر عازل المضخة ولا تتعرض المضخة الحرارية إلى ضغط مرتفع وفي مشروعنا هذا تم تركيب مضختين على التفرع وبالتالي سنقوم بجمع التدفقات مع بقاء الارتفاع ثابت وعلى خط العودة.

4-5-1 حساب استطاعة المضخة

نختار مضخة واحدة احتياطية تستعمل عند تعطل المضخة الأساسية، وتعطى استطاعة المضخة بالعلاقة التالية:

$$P_p = \dot{m} \cdot H / 102 \cdot \eta_p \quad [kW] \qquad [14\text{-}1]$$

H :الارتفاع المانومتري المطلوب [m_{H2O}].

η_p :مردود المضخة الميكانيكي ويتراوح بين (0.5-0.8).

$\dot{m}$:التدفق الكتلي للماء [kg/sec] ويحسب من العلاقة التالية:

$\dot{m} = Q/Cp.\Delta t$ حيث أن:

Q :كمية الحرارة الكلية اللازمة لجميع وحدات التدفئة مضافاً إليها الحرارة الضائعة من أنابيب الشبكة [kcal/h].

Cp :الحرارة النوعية للماء $C_p = 1 [kcal/kg.°C]$.

Δt :الفرق بين درجة حرارة ماء التغذية ودرجة حرارة ماء العودة أي مقدار هبوط درجة حرارة الماء [°C].

ويؤخذ عادة معامل أمان بحدود 1.5 .

يختار نوع المضخة من مخطط الشركة الصانعة بدلالة التدفق $\dot{m}$ والارتفاع المانومتري H.

يبين الجدول[1-6]: طريقة حساب مضخات التسريع لكل من الفانكويلات والمشعات:

	نوع المضخة	كمية الحرارة اللازمة	الارتفاع المانومتري	التدفق الوزني للماء	Cp	Δt	مردود المضخة الميكانيكي	استطاعة المضخة	استطاعة المحرك الكهربائي
		[Kcal /h]	$[m_{H2O}]$	[Kg/se]		[°C]	%	[W]	[W]
1. 10	مضخة على الساخن للمشعات	17648	3.44*1.25=4.3	0.49	1	10	65	31.78	53
2. 10	مضخة على الساخن للفانكويلات	60000	1.002*1.25=1.2525	1.67	1	10	65	31.55	52.58
3. 10	مضخة على البارد للفانكويلات	65036	6.456*1.25=8.07	3.62	1	5	65	441	735

الجدول[1-6]: مضخات التسريع

5- أجهزة التكييف المركزي بالماء البارد

تستخدم المضخة الحرارية لأغراض التدفئة والتكييف ، ويطلق عليها Chiller فقط في حال عملها لغرض التكييف . يدخل عادة الماء إلى الشيلر عند درجة حرارة 12 °C ويخرج منه عند درجة حرارة 7°C.

5-1 حساب حمل التبريد:

يبين الجدول[1-8] حمل التبريد الكامن والمحسوس والكلي لسكن الأساتذة.

يدون الجدول[1-7] أحمال التبريد الكلية للبناء المدروس :

حمل التبريد	الطابق الأرضي	الطابق الأول	حمل التبريد الكلي للمبنى
[kcal/h]	23966	26061	Q_{tot} =50027

الجدول[1-7]: أحمال التبريد الكلية للبناء المدروس

وبأخذ معامل آمان (يأخذ بعين الاعتبار الحرارة الضائعة من أنابيب الشبكة) مقداره 1.3 :

$$Q_{tot} = 1.3 \times 50027 \approx 65000 \ [kcal/h] \approx 76 \ [kW] = 22 \ ton$$

وبعد تحديد نموذج الشيلر من جداول الشركة المصنعة، ينبغي تحديد أقطار الأنابيب الداخلة إلى الشيلر والخارجة منها. ويلزم لذلك حساب تدفق الماء من العلاقة التالية (على افتراض أن $\Delta T = 5\ ^{\circ}C$) :

$$\dot{m} = \frac{Q_{tot}}{C_p . \Delta T} = \frac{65000}{1 . 5} = 13000 \ kg/h = 13 \ m^3/h$$

ويبين الجدول[1-6] السابق طريقة حساب مضخة تدوير الماء البارد.

5-2 حجم خزان التمدد المغلق

سعة الشبكة من الماء :

$$C_e = \frac{Q_b}{1000} \ x \ (10 \longleftrightarrow 20) = \frac{65000}{1000} \ x \ 10 = 650 \ litre$$

وبفرض أن معامل تمدد الماء 0.055 يبلغ حجم خزان التمدد :

$$V_e = \frac{e . C_e}{1 - P_i/p_f} = \frac{0.055 \ x \ 650}{1 - 1.5/3} = 46 \ liter$$

حمل التبريد الكامن والمحسوس والكلي لسكن الأساتذة						
Design	hall	Living room	Bed room	Bed room	bath	kitchen
Ground Floor Room No	02	03	04	05	06	07
	08	013	012	011	010	09
	014	015	016	017	018	019
الحمل الكامن		564	186	202		
		564	186	202		
		564	186	202		
الحمل المحسوس		3675	1503	1938		
		3470	1503	1938		
		3470	1503	2110		
الحمل الكلي		4239	1689	2140		
		4034	1689	2140		
		4034	1689	2312		
Design	hall	Living room	Bed room	Bed room	bath	kitchen
First Floor Room No	12	13	14	15	16	17
	18	113	112	111	110	19
	114	115	116	117	118	119
الحمل الكامن		564	186	202		
		564	186	202		
		564	186	202		
الحمل المحسوس		4012	1649	2136		
		3833	1649	2136		
		3833	1649	2308		
الحمل الكلي		4576	1835	2338		
		4397	1835	2338		
		4397	1835	2510		

الجدول[1-8]: حمل التبريد لسكن الأساتذة

6- اختيار أجهزة الفانكويل وسطوح التسخين (المشعات) وتوزيعهما:

يوجد هناك أنواع وماركات مختلفة من أجهزة الفانكويل وسطوح التسخين (المشعات) ولكل من هذه الأنواع جداول خاصة بها ويتم على أساسها اختيار أجهزة الفانكويل والمشعات المناسبة بالاعتماد على أحمال التدفئة والتبريد.

يبين الجدول[1-9] الأجهزة المختارة، حيث تم الاعتماد على المرجع [13],[1]

	اختيار الفانكويلات والمشعات مع الأبعاد					
Design	hall	Living room	Bed room	Bed room	bath	kitchen
Ground Floor Room No	02	03	04	05	06	07
	08	013	012	011	010	09
	014	015	016	017	018	019
		FC70-1267*50	FC30-897*50	FC40-1082*50	R_2-450*570 9 col	R_2-450*1530 25 col
		FC60-1452*50	FC30-897*50	FC40-1082*50	R_2-450*570 9 col	R_2-450*1530 25 col
		FC60-1452*50	FC30-897*50	FC50-1267*50	R_2-450*690 11 col	R_2-450*1650 27 col
Design	hall	Living room	Bed room	Bed room	bath	kitchen
First Floor Room No	12	13	14	15	16	17
	18	113	112	111	110	19
	114	115	116	117	118	119
		FC70-1267*50	FC40-1082*50	FC40-1082*50	R_2-450*690 11 col	R_2-450*1830 30 col
		FC70-1267*50	FC40-1082*50	FC40-1082*50	R_2-450*570 11 col	R_2-450*1830 30 col
		FC70-1267*50	FC40-1082*50	FC50-1267*50	R_2-450*570 14 col	R_2-450*1960 32 col
طراز المشع – ارتفاع المشع- [mm]-طول المشع عدد مقاطع المشع						R_2-450*1960 32 col
طراز الفانكويل – طول الفانكويل- عرض الفانكويل [mm]						FC50-1267*50
طول المشع=عدد المقاطع*60+30مم.						

الجدول[1-9]: اختيار الفانكويلات والمشعات

6-1 تعيين وحساب دارة أسوأ فانكويل وأسوأ مشع:

إن المقصود بأسوأ مشع هو أبعد وأعلى مشع عن المرجل، وأسوأ فانكويل هو أبعد وأعلى فانكويل عن الشيلر، والغاية من تحديد أسوأ دارة والتي على أساسها سوف ندرس هبوطات الضغط ضياعات الاحتكاك ونحدد بالتالي المضخة اللازمة للعمل بتحديد الارتفاع المانومتري لها.

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	إضافات التكييف باستخدام الطاقة الشمسية
المؤلف الرئيسي:	محمد، بثينة عبدالهادي
مؤلفين آخرين:	عبدالهادي، زين، تقلا، جوني(مشرف، مؤلف)
التاريخ الميلادي:	2003
موقع:	اللاذقية
الصفحات:	1 - 221
رقم MD:	584992
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة تشرين
الكلية:	كلية الهندسةالميكانيكيةو الكهربائية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الطاقة الشمسية، الهندسة الميكانيكية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/584992

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جامعة تشرين
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الميكانيكية - قوى

اضافات للتكييف باستخدام الطاقة الشمسية

دراسة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة القوى الميكانيكية

بإشراف
الأستاذ الدكتور المهندس
جوني تقلا

المشارك بالإشراف
الأستاذ الدكتور المهندس
عبد الهادي الزين

اعداد
المهندسة بثينة عبد الهادي محمد

كانون الأول2003