جمهورية العراق

وزارة الإعمار والإسكان

الـهيئـة العامـــة للمبانـــي

وزارة التخطـيـط

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

مدونـة التدفئـة المركزيـة

مدونة بناء عراقية

م.ب.ع ٤٠٤/٤

الطبعة الاولى

٢٠١٣م-١٤٣٤هـ

جمهورية العراق

وزارة الإعمار والإسكان

الـهيئـة العامـــة للمبانـــي

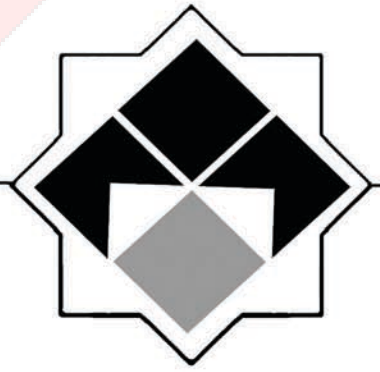
وزارة التخـطـيـط

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

مدونـة التدفئـة المركزيـة

مدونة بناء عراقية

م.ب.ع ٤٠٤/٤



الطبعة الاولى

٢٠١٣م-١٤٣٤هـ

اللجنـــــــــــــــة العليا لمشـــــروع المـــــواصفات الفنيـــة والمدونـــات العراقيـــــــــــة

محمد صـاحب الدراجـــي / وزيـــر الاعمـــــار والاســـــــكان / رئيـس اللجنـــــــــــة

اسـتبرق ابراهيـم الشـــوك / الوكيـــل الاقـدم لـــوزارة الاعمـــــــــار والاســـــــــكان

د.حميد علي عمران الانباري / عضو هيئة المســتشـــــارين / الامانـة العامة لمجلس الـــــــوزراء

سعـد عبـد الوهـــــــاب / رئيس الجهاز المركزي للتقييس والسـيطرة النوعية / رئيس اللجنة الفنيـة

حســين مجيـد حســين / مديرعام الهيئة العامة للمباني / وزارة الإعمار والإسكان / مديرالمشـــروع

ريـاض حمـودي الوزيـــر/ مدير عام التخطيط والمتابـــعة / وزارة البلديـات والأشغـال العامـــــة

جـلال حسيـن حســـــن / مدير عام شـركة الرشـــــيد / وزارة الصنـــــاعة والمعـــــادن

لـــــواء كريـــم العبيـــدي/ وزارة البـيـــئـــة

د.نميـر خورشيـــد سعـــيد / قسم هندســة البناء والانشـــاءات / الجامعـة التكنولوجيـــــــــــــــة

رعد عبد الجليل عبد الامير/ مدير عام دائرة التصـاميـــم الهندسية / وزارة الموارد المائيـــــــــــة

صـــادق محمـود الشمـــري / مدير عام شـــركة ابن الرشـــــــــد / أمانة بغـــــــــــــــــــداد

خضـير عباس داود/ مديرعام دائرة شؤون المحافظات غير المنتظمة في اقليم/ وزارة العلوم والتكنولوجيـا

الفريـــــــق العامل على إعـــــــداد مـــــدونة التـدفئـــة المـــركزيـــــة

الاســـتاذ الدكتـــــور / نجـدت نشـأت عبـد الله

الاســـتاذ الدكتـــــور / احســان يحيى حســين

الدكتـــــــــــــور / عبد النافع شاكر قاسم

الدكتـــــــــــــورة/ كريمة اسماعيل عموري

الدكتـــــــــــــور / نـجـم عبـد جـاســم

الفريـــــــق المشارك فى إعـــــــداد مـــــدونة التـدفئـــة المـــركزيـــــة

الدكتـــــــــــــور/ محسن عبد الله عبد الحسين

الدكتـــــــــــــورة / ابتـــهال عبـــاس صـــادق

المدرس المساعـــــد / ياســـرعبـــد الوهاب عبد

الفريـــــــق العامل على تدقيـــــــق مـــــدونة التـدفئـــة المـــركزيـــــة

الدكتـــــــــــــور / رافـــع عبـاس حســن

الاستاذ الدكتـــــــور / قـــاسـم صـالـح مـهـدي

الدكتـــــــــــــور / محـمـد نـجـم عبـــد الله

اللجنـــــــــــــــة الفنيـــــــــــــــة للمشـــــــروع

الخبير المهندس سعـد عبـد الوهـــاب / رئيس اللجنـــــة

الدكتور المهندس علي عبـــــد الحسيـــــن مجبـــــــل

الدكتور الجيولـوجـي فـــراس فيصـــل عبـد الحمـيـــــد

ر.مهندسين أقدم حســـــيـــن محمـــــد علـــــــــي

الدكتورالمهندس خالـــد احـــمـــد جـــــــــودي

الدكتورالمهندس خالـــــــد كامـــــــــــل داود

الدكتورالمهندس رائـــــد رمـــــــزي العمـــــــري

الدكتورالمهندس محمـــــــــد مصلـــح ســـــلمـــان

ر.مهندسين أقدم داود عـــــــــواد حـــــمـــــود

الدكتور المهندس ليـــــث خـــالـــــد كامـــــــــل

ر.مهندسين أقدم نيـــــران حســـــيـــن علـــــوان

ر.مهندســـين جنـــان رضـــــــا محـــــمـــــد

اللجنـــــــــــة الاداريـــــــــــة للمشـــــــــــروع

الخبير المهندس حسين مجيـد حسيـن / مديـرالمشـــروع

الدكتورالمهندس رائـــد حســـــــــــن عبـــــود

م.ر.مهندسيـــن الهـام ابراهيـــم عـــبـد الـــــــرزاق

لجنـــــــــــة متابعـــــــــــة المدونـــــــــــة

الخبير المهنـدس جبار حمزة لطيـــف / رئيـــس اللجنـــة

ر.مهنـــدســـــين هيفـــــاء صـــاحب مهـــــــــدي

تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

لَئِنْ كانَ يَحِقُّ للأُمَمِ والأفرادِ أنْ تفْتخرَ بنتاجِها الفِكْريّ و العِلْميّ مِمّا يُجَلِّي مَنْقبَةً ظاهِرةً، أو مَزيَّةً يَصْعُبُ مَرامُها، فلوزارةِ الاعمارِ والاسْكانِ السَّبْقُ والقدْحُ المُعَلَّى في أنْ تكُونَ قد اضْطَلَعتْ بأعباءِ قيادةِ مهمةِ مشروعِ إصدارِ مُدَوَّناتِ ومواصفاتِ البناءِ في العراق.

فانْبرتْ لهُ بعزيمةٍ ماضيةٍ وغايةٍ شَمّاءَ لاتقفُ دُونَها غايةٌ، بأنْ كَلّفتْ أُولي العِرفانِ وأهلِ التحصيلِ في كلِّ علمٍ (من عُلُومِ مُدَوَنَّاتِ ومواصفاتِ البناء) مِمَّن هُمْ أهْلٌ للاعدادِ، أَعَانَهم في ذلك نُظراءُ لَهم بالرّأيِ و المَشُورةِ مُدَقِقينَ عَمَلِ أقرانِهم، مُؤازرينَ لَهُم برأيٍ حَصِيفٍ ومَشُورةٍ صَواب .

فَسَارَتْ عَمَلِيّةُ إعْدَادِ كُلِّ مُدَوّنَةٍ على رَوِيّةٍ يَحْدُوها عَقْدٌ مُوَثَّق، مُيَمّمَةً سَمْتَ غايتِها مُقْتَصَّةً أَثَرَ تَجَارب الآخرينَ في مُدَوّنَاتهم، تَنْحُو نَهْجَاً مُسَدَّداً. فَجَاءَتْ حَسَنَةَ الدِّيباجةِ، مُحْكَمَةَ التّبويبِ، مُطَّرَدَةَ الفُصُولِ، جَزِيلَةَ المَبْحَثِ، مَبْسُوطَةَ العِبَارةِ، مُسْتَوْعِبَةً لأطْرافِ غاياتِها، على النّحوِالذي بَيْنَ يَديّ قَارِئِها.

وما بقيَ على عَاتقِ الغيرِ إلّا الانتفاعُ من عُصَارةِ الفِكْرِ هذهِ بجَلِيلِ المَنفعةِ وأَرْجَاها، وأنْ تَتَضَافرَ الجّهُودُ نَحْوَ جَعْلِها مَوْضِعِ التّطبيقِ والإلْزامِ، بنيَّةٍ جَازِمةٍ حَازِمةٍ. وعندَ ذلك لَنْ يَغدُوَ المَطْلَبُ صَعْباً في أنْ يأتيَ البناءُ في العراق مُحْكَمَ السّمَاتِ والأشْرَاطِ تخطيطاً وتنفيذاً وإشرافاً واستعمالاً .

ووزارةُ الإعمارِوالإسكانِ تَضَعُ هذهِ المُدَوَّنَةَ لَبِنَةً تَرْصُفُها لإعْلاءِ صَرْحِ رايةِ العلمِ والبناءِ في عِراقِنا العزيز، واللهُ المُوفِّقُ لِسَواءِ السبيلِ. إنهُ نِعْمَ الهادي ونِعْمَ النصير.

المهندس
محمد صاحب الدراجي
وزير الإعمار و الإسكان
رئيس اللجنة العليا
لمشروع المدونات و المواصفات العراقية

المحتوى

- المحتوى..... ح/ص

الباب 1- : عام

1-1 مواصفات المدونة 1/1
1-1/1 الهدف 1/1
1-2/1 مجال و قابلية تطبيق المدونة (الكود) 2/1
1-3/1 اهمية المدونة (الكود) للبنايات العراقية 3/1
1-4/1 المواءمة مع القوانين و التشريعات النافذة 3/1
1-5/1 ترتيب المدونة 4/1
1-2 تعريف المصطلحات و الرموز و المختصرات 4/1
1-1/2 المصطلحات الفنية 4/1
1-2/2 الرموز 7/1
1-1/2/2 الرموز اللاتينية 7/1
1-2/2/2 الرموز الأغريقية 8/1
1-3/2/2 الحروف السفلية 8/1
1-3/2 المختصرات 9/1
1-3 متطلبات تطبيق المدونة (الكود) في العراق 10/1
1-1/3 جغرافية العراق المناخية 10/1
1-1/1/3 الموقع والتضاريس 10/1
1-2/1/3 العوامل المؤثرة في المناخ 11/1
1-3/1/3 خصائص المناخ في العراق 13/1
1-1/3/1/3 عام 13/1
1-2/3/1/3 خلاصة لمناخ العراق 14/1
1-2/3 تصنيف المناطق في العراق 16/1
1-3/3 فصل الشتاء لمختلف المناطق في العراق 16/1
1-4/3 حساب اليوم – درجة 16/1
1-1/4/3 مقدمة 16/1
1-2/4/3 حساب اليوم – درجة للمناطق الحرارية الثلاث للعراق 18/1
1-5/3 الظروف التصميمية الخارجية لمختلف المناطق في العراق 18/1

المراجع 26/1
الباب 2- : الاساسيات
2-1 حسابات حمل التدفئة 1/2
2-1/1 اجراءات عامة 1/2
2-1/1/1 الاستبيان 1/2
2-1/1/2 حسابات حمل التدفئة 2/2
2-1/2 الظروف التصميمية للتدفئة 3/2
2-1/2/1 درجة حرارة التصميم الخارجية 3/2
2-1/2/2 ظروف التصميم الداخلية 4/2
2-1/2/3 نقاوة الهواء ومتطلبات التهوية 5/2
2-1/3 جداول معاملات انتقال الحرارة 5/2
2-1/4 احمال التدفئة 5/2
2-1/4/1 انتقال الحرارة خلال الغلاف الإنشائي 6/2
2-1/4/2 درجة حرارة الغلاف الإنشائي الداخلي للحيز المدفأ 8/2
2-1/5 متطلبات الترطيب 8/2
2-1/5/1 الترطيب بالماء 8/2
2-1/5/2 الترطيب بالبخار 9/2
2-1/6 طريقة اجراء الحسابات 9/2
2-1/6/1 حساب الفقدان الحراري الإنتقالي 9/2
2-1/6/2 حساب الفقدان الحراري لهواء التخلل 10/2
2-1/6/2/1 فقدان حراري محسوس لهواء التخلل 10/2
2-1/6/2/2 فقدان حراري كامن لهواء التخلل 11/2
2-1/6/2/3 طريقة طول الشق 11/2
2-1/6/2/4 طريقة تبديل الهواء 12/2
2-1/7 حالات خاصة 12/2
2-1/7/1 تخمين درجة حرارة الفضاء غير المدفأ 12/2
2-1/7/2 تخمين درجة حرارة فضاء العلية 13/2
2-1/7/3 تخمين درجة حرارة فضاء السرداب 14/2
2-2 تحليل و اختيار منظومات التدفئة 23/2

2-2/1 مواصفات منظومات التدفئة المركزية 23/2
2-2/2 اختيار المنظومة 24/2
2-2/3 متطلبات الفضاءات 24/2
2-2/4 السيطرة الاوتوماتيكية 25/2
2-2/5 نظام ادارة الصيانة 26/2
المراجع 27/2
الباب 3- : منظومات التدفئة المركزية
3-1 منظومات التدفئة المنزلية 1/3
3-1/1 عام 1/3
3-1/2 منظومات التدفئة المجمعة 1/3
3-1/2/1 المكونات الأساسية 1/3
3-1/2/2 طريقة عمل المنظومة 2/3
3-1/3 منظومات المضخات الحرارية 2/3
3-1/3/1 مميزات المضخة الحرارية 2/3
3-1/3/2 مبدأ العمل 2/3
3-1/3/3 المكونات الرئيسة 2/3
3-1/3/4 نظام السيطرة 3/3
3-1/3/5 متطلبات عمل إلزامية 3/3
3-1/3/6 الفحص 3/3
3-1/4 منظومة التدفئة بالمشعات 3/3
3-1/4/1 الحرارة المنتقلة من الواح التسخين 4/3
3-1/4/2 الأجزاء المكونة للوح التسخين الكهربائي 4/3
3-1/4/3 إعتبارات تصميمية 5/3
3-1/4/4 المعاينة والفحص 5/3
3-1/5 منظومات التدفئة بالطاقة الشمسية 5/3
3-1/5/1 أنواع منظومات التسخين الشمسية 5/3
3-1/5/2 المكونات الرئيسة لمكونات التسخين الشمسي 6/3
3-1/5/3 إعتبارات تصميمية وتركيبية 8/3
3-2 منظومات التدفئة بالهواء الحار 13/3

3-2/1 الانواع 13/3
3-2/2 مواصفات المنظومة 13/3
3-2/3 أجزاء المنظومات 14/3
3-2/3/1 وحدة التسخين 14/3
3-2/3/1/1 فرن الهواء الحار 14/3
3-2/3/1/2 وحدة تسخين بالأنابيب او السطوح المزعنفة 14/3
3-2/3/1/3 ملفات التسخين تعمل بالكهرباء 14/3
3-2/3/2 مرشحات الهواء 15/3
3-2/3/2/1 المرشحات الإبتدائية القابلة للتنظيف (متكررة الإستعمال)..... 15/3
3-2/3/2/2 المرشحات الإبتدائية غير متكررة الإستعمال 16/3
3-2/3/2/3 المراوح 16/3
3-2/3/3/1 الضوضاء الصادرة عن المراوح 17/3
3-2/3/3/2 التحكم التلقائي (الأوتوماتيكي) لإيقاف المروحة 17/3
3-2/3/2/4 ترطيب الهواء 17/3
3-2/3/4/1 الترطيب التبخيري غير المباشر 18/3
3-2/3/4/2 الترطيب التبخيري المباشر 18/3
3-2/4 تدابير الأمان الوقائية 19/3
3-2/5 الفحص و الاختبار 19/3
3-2/6 اعتبارات الصيانة 21/3
3-3 منظومات التدفئة بالماء الحار 23/3
3-3/1 الانواع 24/3
3-3/1/1 منظومة تدفئة بالماء الحار واطئة درجة الحرارة 24/3
3-3/1/2 منظومة تدفئة بالماء الحار متوسطة درجة الحرارة 25/3
3-3/1/3 منظومة تدفئة بالماء الحار عالية درجة الحرارة 24/3
3-3/2 مواصفات المنظومة 24/3
3-3/2/1 منظومة تدفئة بالماء الحار (واطئة درجة الحرارة). 24/3
3-3/2/2 منظومة الماء الحار ذات درجة الحرارة المتوسطة والعالية 24/3
3-3/3 متطلبات خاصة 25/3
3-3/3/1 ربط شبكة الأنابيب 25/3

3-3/3/1/1 منظومة ربط التوالي 3/25
3-3/3/1/2 منظومة الأنبوب الواحد للماء الحار 3/25
3-3/3/1/3 منظومة ماء حار بأنبوبين 3/26
3-3/3/2 منظومة مرجل الماء 3/26
3-3/3/2/1 مواصفات المرجل 3/26
3-3/3/3 مضخة التدوير 3/27
3-3/3/4 الخزانات 3/27
3-3/3/4/1 خزان الإنضغاط والتمدد 3/27
3-3/3/4/2 سعة الخزان 3/27
3-3/3/4/3 إعتبارات خاصة 3/28
3-3/3/5 العزل الحراري لشبكة الأنابيب والخزان 3/28
3-3/3/6 ملفات أنابيب تسخين الهواء 3/28
3-3/3/7 متحسسات القياس والسيطرة 3/29
3-3/4 تدابير الأمان الوقائية 3/29
3-3/5 الفحص و الاختبار 3/30
3-3/6 اعتبارات الصيانة 3/31
3-4 منظومات التدفئة بالبخار 3/36
3-4/1 الانواع 3/36
3-4/1/1 بحسب ترتيب الأنابيب 3/36
3-4/1/1/1 منظومة الأنبوب الواحد 3/36
3-4/1/1/2 منظومة التدفئة ذات الأنبوبين 3/36
3-4/1/2 بحسب ضغط التشغيل 3/36
3-4/1/2/1 منظومة عالية (متوسطة) الضغط 3/36
3-4/1/2/2 منظومة واطئة الضغط 3/36
3-4/2/1/3 منظومة البخار 3/36
3-4/2/1/4 منظومة مفرغة 3/37
3-4/1/3 بحسب درجة الحرارة 3/37
3-4/1/3/1 منظومة واطئة درجة الحرارة 3/37
3-4/1/3/2 منظومة متوسطة درجة الحرارة 3/37

3-4-1/3/3 منظومة عالية درجة الحرارة 37/3
3-4-2 مواصفات المنظومة 37/3
3-4-3 متطلبات خاصة 38/3
3-4-3/1 مرجل البخار 38/3
3-4-3/2 مضخة تدوير الماء المتكثف 38/3
3-4-3/3 الوحدات الطرفية لنقل الحرارة 38/3
3-4-3/3/1 وحدات تدفئة تعمل بالحمل الحر 38/3
3-4-3/3/2 وحدات تعمل بالحمل القسري 38/3
3-4-3/4 منظومة التحكم 39/3
3-4-4 تدابير الأمان الوقائية 39/3
3-4-5 الفحص و الاختبار 39/3
3-4-6 اعتبارات الصيانة 40/3
3-5 منظومات التدفئة المناطقية 42/3
3-5-1 الانواع 42/3
3-5-2 مواصفات المنظومة 43/3
3-5-3 متطلبات خاصة 43/3
3-5-3/1 محطة توليد الحرارة الرئيسة 43/3
3-5-3/2 شبكة الأنابيب أو التوزيع 43/3
3-5-3/3 منظومة المستهلك 43/3
3-5-3/4 ملحقات وأجهزة تكميلية مساعدة 44/3
3-5-4 تدابير الأمان الوقائية 44/3
3-5-5 الفحص و الاختبار 45/3
3-5-6 اعتبارات الصيانة 45/3
3-6 مسخنات مجاري الهواء 50/3
3-6/1 أنواع المسخنات 50/3
3-6/2 المكونات الرئيسة 50/3
3-6/3 مواصفات المنظومة 51/3
3-6/4 الفحص والإختبار 51/3
المراجع 54/3

الباب 4- : اجهزة التدفئة المركزية

4-1 عام 1/4
4-2 الانواع و المواصفات 1/4
4-1/2 المراجل 1/4
4-1/1/2 إعتبارات التصميم 2/4
4-1/1/1/2 درجة حرارة وضغط التشغيل 2/4
4-2/1/1/2 إختيار المراجل 2/4
4-2/1/2 الفعالية وسعة المرجل 3/4
4-3/1/2 السيطرة على سعة المراجل 4/4
4-4/1/2 المداخن 5/4
4-5/1/2 مراجل الماء الحار الكهربائية 5/4
4-6/1/2 وحدات معالجة عسرة المياه 6/4
4-2/2 المشاعل 6/4
4-1/2/2المشاعل التي تعمل بالوقود السائل 7/4
4-2/2/2 المشاعل التي تعمل بالوقود المزدوج 8/4
4-3/2/2 المسيطرات 8/4
4-3/2 الافران 9/4
4-1/3/2 الأفران التي تعمل بالغاز 9/4
4-2/3/2 الأفران التي تعمل بالوقود السائل 10/4
4-3/3/2 الأفران الكهربائية 10/4
4-4/3/2 البيانات الفنية 11/4
4-1/4/3/2 أفران الغاز الطبيعي 11/4
4-2/4/3/2 الأفران التي تعمل بالوقود السائل 11/4
4-3/4/3/2 الأفران الكهربائية المنزلية والتجارية 12/4
4-4/2 الأجهزة المساعدة 12/4
4-1/4/2/ منظومة التوزيع 12/4
4-2/4/2/ المضخات 12/4
4-3 متطلبات خاصة 12/4
4-4 تدابير الأمان الوقائية 13/4

4-5 الفحص و الاختبار 13/4
4-6 اعتبارات الصيانة 15/4
المراجع 16/4
الباب 5- : محطة التدفئة المركزية وغرفة خزن الوقود
5-1 محطة التدفئة (غرفة التسخين) 1/5
5-1/1 تخطيط غرفة محطة التدفئة 1/5
5-1/2 متطلبات خاصة 1/5
5-1/2/1 سعة غرفة التسخين 1/5
5-1/2/2 الأرضية والسقوف والجدران 2/5
5-1/2/3 فتحات التصريف في الأرضية 2/5
5-1/3/2/1 فاصل الزيت 2/5
5-1/3/2/2 حاجز الزيت 2/5
5-1/3/2/3 حاجز حول البالوعة 3/5
5-1/2/4 اختراقات الأنابيب 3/5
5-1/2/5 ابواب محطة التدفئة (غرفة التسخين)..... 3/5
5-1/2/6 شبابيك محطة التدفئة (غرفة التسخين)..... 3/5
5-1/3 تهوية محطة التدفئة (غرفة التسخين)..... 4/5
5-1/3/1 دخول الهواء 4/5
5-1/3/2 خروج الهواء 4/5
5-1/4 تجهيزات محطة التدفئة (غرفة التسخين)..... 5/5
5-1/4/1 قاعدة وحدة المشعل 5/5
5-1/4/2 مَلْءُ منظومة التسخين بالماء 6/5
5-2 خزن الوقود السائل 9/5
5-2/1 مصطلحات 10/5
5-2/1/1 الحاويات الثابتة 10/5
5-2/1/2 الحاويات المتنقلة 10/5
5-2/1/3 الحاويات المدفونة 10/5
5-2/2 مبادئ عامة حول نصب وحماية حاويات خزن الوقود 10/5
5-2/2/1 الاجازة 10/5

5-2/2/2 موقع حاوية الخزن 10/5
5-2/2/3 سهولة الوصول 10/5
5-2/2/4 اجهزة التحكم 10/5
5-2/2/5 احتياطات الحماية 10/5
5-2/2/5/1 احتياطات الحماية من التآكل المعدني الداخلي 10/5
5-2/2/5/2 احتياطات الحماية من التآكل المعدني الخارجي..... 11/5
5-2/2/5/3 احتياطات أخرى 11/5
5-2/2/5/4 متطلبات قانونية 11/5
5-2/2/5/5 الفحص الدوري 11/5
5-2/2/5/6 ابعاد الخنادق لحاويات الوقود 11/5
5-2/3 أماكن الخزن وكميات الخزين للوقود السائل 12/5
5-2/3/1 الخزن فوق الأرض في الأبنية 12/5
5-2/3/1/1 ملاحظات عامة 12/5
5-2/3/1/2 فضاءات خزين الوقود السائل 12/5
5-2/3/1/3 الخزن في فضاءات أخرى 14/5
5-2/3/2 الخزين فوق الأرض في العرصات المكشوفة 14/5
5-2/3/3 الخزين تحت الأرض 15/5
5-2/4 تدابير الأمان الوقائية 15/5
المراجع 18/5

الباب الأول

عام

1-1 مواصفات المدونة

1/1-1 الهدف

تهدف (مدونة التدفئة المركزية) الى توفير الحد الأدنى من شروط الراحة والصحة والسلامة العامة والأمان الناتجة من اجهزة التدفئة مع تحقيق ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة ، من خلال تنظيم ومراقبة التصميم والتخطيط والتركيب ونوعية المواد المستعملة والتشغيل والفحص والصيانة والأمان لمنظومات التدفئة المركزية ، وذلك بتحقيق أكبر قدر من التنسيق والتوافق والتوصيف للأعمال المتعلقة بمجال اعمال التدفئة في المباني من خلال الآتي:

1- تحديد أسس التصميم المناسبة لمنظومات التدفئة المركزية بمختلف انواعها آخذين بنظر الإعتبار عوامل الأمان والسلامة العامة وترشيد الطاقة وسهولة التركيب والفحص والصيانة.

2- تحدد المدونة دور المصمم وحدود مسؤوليته على النحو التالي:

أ. تقديم فكرة توضيحية عامة عن تصميم المشروع وترابطه والكلفة التخمينية الأولية له.

ب. إعداد المخططات التصميمية موضحا عليها مواقع الأجهزة والالات.

ت. تحديد مواصفات المواد ، المكونات والأجهزة مع شروط الأداء ومعايير الأختيار لجميع الأجهزة.

ث. إعداد جداول الكميات التي تبين المواد والأجهزة المطلوبة وأعدادها ومواصفاتها ومواقعها وكافة البيانات والمعلومات الضرورية التي تمكن المقاول من دراسة العطاء بسهولة ووضوح.

3- التنظيم والتوصيف الدقيق لأعمال التصميم والتنفيذ لتمكين المهندسين والفنيين من القيام بأعمالهم على الوجه الأكمل من دون اجتهاد او تأويل.

4- وضع الأسس العامة لتنفيذ الأعمال من قبل المقاولين والتي تضمن الحد الأدنى المقبول للتنفيذ بحسب التصاميم المصادق عليها.

5- تحدد المدونة دور المقاول على النحو التالي:-

أ. مراجعة التصاميم المقدمة والتأكد من تحقيق الهدف منها.

ب. تقديم العرض الفني التنفيذي متضمنا البيانات الفنية للأجهزة.

ت. إعداد المخططات التنفيذية والتحضيرية قبل بدء العمل.

ث. إعداد برنامج تنفيذي للأعمال يتلاءم والبرنامج العام للمشروع.

ج. تنفيذ بنود الأعمال على وفق التصاميم والمخططات المعتمدة.

ح. إعداد اللوحات والمخططات للأعمال المنفذة (As Built) بعد الأنتهاء من أعمال التركيب.

خ. تقديم مجموعة تعليمات التشغيل السليمة والأختبار والصيانة لتعليمات الشركات المنتجة.

د. تقديم برنامج تدريب للعاملين.

ذ. تقديم قوائم قطع الغيار اللازمة طبقا لتعليمات المصنِّع.

6- تقدم المدونة التوجيهات والإرشادات الضرورية والمطلوبة من أجل ضمان استعمال جيد وفعال لأنظمة التدفئة المركزية من قبل المستفيدين منها، بهدف ضمان السلامة والأمان وتحقيق ترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة.

7- تحدد المدونة إجراءات الفحص والإختبار لأنظمة التدفئة المركزية وأجهزتها ، والتي يجب ان تكون على وفق المواصفات العالمية المعمول بها.

8- تحدد المدونة إجراءات الصيانة لأجهزة وآلات أنظمة التدفئة المركزية على وفق المواصفات العالمية التي توصي بها الجمعيات والمنظمات الدولية المتخصصة.

9- تحدد المدونة تدابير الأمان الوقائية الضرورية من أجل تشغيل آمن لأجهزة وآلات أنظمة التدفئة المركزية.

2/1-1 مجال وقابلية تطبيق المدونة (الكود)

تشمل (مدونة التدفئة المركزية) أسس التصميم وشروط التنفيذ والتخطيط والتركيب وإجراءات الفحص والإختبار والصيانة لمنظومات التدفئة المركزية. هذه الأسس والشروط والإجراءات تُطبَّق على منظومات التدفئة المركزية التالية ، التي سيتم دراستها في المدونة الحالية:

1- منظومات التدفئة المنزلية (Residential Heating System)، وتشمل:-

أ. المنظومات المجمعة (Packaged Systems)

ب. منظومات المضخات الحرارية (Heat Pump Systems).

ت. التدفئة بالمشعات (Panel Heating)

ث. منظومات التدفئة بالطاقة الشمسية (Solar Energy Heating Systems)

2- منظومات التدفئة بالهواء الحار (Warm Air Heating Systems).

3- منظومات التدفئة بالماء الحار (Hot Water Heating Systems).

4- منظومات التدفئة بالبخار (Steam Heating Systems).

5- مظومات التدفئة المناطقية (District Heating Systems).

6- مسخنات المجاري (Duct Heaters).

البنايات المشمولة بهذه المدونة تشمل عموماً المباني السكنية والحكومية والمراكز التجارية والصناعية والمستشفيات.

1-1/3 أهمية المدونة (الكود) للبنايات العراقية

تمثل المدونة الحالية دليلاً يجب اتباعه من قبل المصممين، المقاولين والمنفذين ، المشغلين والفنيين المسؤولين عن التصميم والتنفيذ و الصيانة والفحص والإختبار، لمنظومات التدفئة المركزية المستعملة في مختلف البنايات العراقية ، ويمكن إجمال البنايات المشمولة بهذه المدونة بالآتي:

1- المباني السكنية
2- المباني الحكومية
3- المباني التجارية
4- المباني الصناعية
5- المستشفيات

ان تطبيق الأسس والشروط والإجراءات المذكورة في هذه المدونة سوف يحقق المتطلبات الأساسية الواجب توافرها في هذه المباني، من خلال الآتي:

1- توفير مستلزمات الراحة.
2- ضمان توافر الظروف الصحية السليمة.
3- تحقيق شروط السلامة العامة والأمان.
4- تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة من خلال ضمان التشغيل الأمثل والفعال لأجهزة وآلات التدفئة.
5- ضمان المحافظة على البيئة.

1-1/4 المواءمة مع القوانين والتشريعات النافذة

لقد حرصنا على ان تكون جميع الأسس والشروط والإجراءات المذكورة في هذه المدونة متفقة تماما مع القوانين والتشريعات النافذة والمعمول بها حاليا في العراق ، ومع ذلك، فأننا نؤكد على عدم اعتماد اي فقرة في المدونة لا تتفق مع هذه القوانين والتشريعات، أو مع قوانين وتشريعات تُسَن أو تُشَرَّع مستقبلاً بعد إقرار هذه المدونة.

كما حرصنا على تحقيق التوافق مع المدونات (الكودات) العربية النافذة والإستفادة مما ذكر فيها من معلومات بعد اجراء التعديلات المناسبة لكي تتفق مع خصوصية تطبيقها على مناطق العراق المختلفة. نذكر من هذه الكودات على سبيل المثال:

1- الكود العربي الموحد لترشيد استهلاك الطاقة في المباني السكنية.
2- كودة التدفئة المركزية الأردنية.
3- الكود المصري لأعمال تكييف الهواء والتبريد.
4- الكود السعودي / الأعمال الميكانيكية.

1-1/5 ترتيب المدونة

تتضمن المدونة خمسة أبواب بتسعة عشر فصلاً. الباب الأول يتضمن مواصفات المدونة ومتطلبات تطبيقها في العراق مع تعريف بالمصطلحات والرموز والمختصرات. الباب الثاني يتطرق الى بعض الأساسيات المتعلقة بحسابات حمل التدفئة وتحليل واختيار منظومات التدفئة. الباب الثالث يشتمل على منظومات التدفئة المركزية التي تشملها المدونة والمذكورة في البند 1-1/2. الباب الرابع يشتمل على أجهزة التدفئة الرئيسة والمساعدة. الباب الخامس والأخير يتضمن ترتيب محطة التدفئة المركزية وخزن الوقود.

1-2 تعريف المصطلحات والرموز والمختصرات

يتضمن هذا الفصل تعريفاً بالمصطلحات الفنية (Terminology) والرموز (Symbols) والمختصرات (Abbreviations) التي ستستعمل في هذه المدونة. وقد حرصنا على اعتماد المراجع المعتمدة في هذا المجال ، وخصوصا الكودات العربية المذكورة في البند 1-4/1.

1-2/1 المصطلحات الفنية (Terminology)

تقدير المرجل (Boiler Rating)

هو تقدير الحمل الأقصى التصميمي لمرجل الماء الحار او البخار معبراً عنه بالحرارة الكلية المنتقلة بواسطة سطوح التسخين، بوحدات الواط. وقد يعبر عنه بعض الأحيان بالقدرة الحصانية او الكيلوغرام من البخار.

مشعل (Burner)

هو احد اجزاء اداة حرق الوقود (كالمواقد والأفران) وفيه ينتج لهب النار.

مشعل مرذذ الهواء (Air Atomizing Burner)

هو تركيب يدفع فيه الوقود السائل على هيئة رذاذ بفعل الهواء المضغوط نحو وخلال تيار الوقود السائل لتحويله الى رشاش من الدقائق المتناهية الصغر.

مشعل الوقود المزدوج (Dual Fuel Burner)

هو تركيب صمم لحرق الغاز او الوقود السائل كليهما بصور متزامنة.

مشعل السحب القسري (Forced Draft Burner)

هو تركيب مجهز بمروحة قادرة على تجهيز قسري للهواء الضروري للاحتراق المناسب.

مشعل السحب الحر (Natural Draft Burner)

هو تركيب يعتمد اساساً على السحب الحر للهواء الذي يتحقق بفعل المدخنة او منظومة التهوية لحث الهواء المطلوب للاحتراق نحوه.

سخان الماء الكهربائي (Electric Water Heater)

هو خزان ماء اسطواني او مضلع الشكل مجهز بمسخن كهربائي وبمنظم تلقائي للحرارة.

السعة (Rating)

هي قيمة محددة لخواص الأداء (تحت ظروف القيم التصميمية) ومن خلالها يتم اختيار وحدة التدفئة لتتوافق مع تطبيقها.

الصمام (Valve)

هو تركيب يستعمل لتنظيم تدفق الموائع او لإيقافها.

الفرن (Furnace)

هو جزء من مرجل الماء الحار أو البخار أو منظومة تسخين الهواء الدافئ تتحول فيه الطاقة الى حرارة أو حجرة مغلقة تنتج فيها الحرارة إما باحراق الوقود أو بتحويل الطاقة الكهربائية.

قدرة المرجل (Boiler Rated Output)

هي مقياس لفعالية المرجل بوحدات الواط (W).

المحرك (Actuator)

المحرك ادة تعمل بفعل كهربائي، أو هواء مضغوط أو هيدروليكياً، كعمل المحرك الكهربائي في تغيير وضع الأدوات المتحركة كالصمامات والمخمدات.

معدل تبديل الهواء (Air Change Rate)

هو ادخال هواء جديد ونظيف أو مرور الى الفضاء المكيف ويمثل بجريان الهواء بوحدات الحجم خلال ساعة مقسوماً على حجم فضاء البناية وبنفس وحدات الحجم. وعادة يعبر عنه بعدد مرات تبديل الهواء بالساعة.

مرجل أنابيب النار (Fire Tube Boiler)

هو مرجل ذو أنابيب مستقيمة محاطة بالماء و يمر لهب النار خلال هذه الانابيب.

مرجل أنابيب الماء (Water Tube Boiler)

هو مرجل ذو أنابيب مستقيمة محاطة بنواتج الاحتراق و يمر الماء خلال الانابيب.

مرجل الماء الحار (Hot Water Boiler)

هو مرجل يملأ كلياً بالماء وعمله تجهيز الماء الحار لكي يستعمل خارجياً وبدرجة حرارة لا تزيد عن 120 ^{0} س.

مرجل البخار (Steam Boiler)

هو مرجل ذو وعاء مغلق يحول فيه الماء الى بخار.

مسيطر تبديل نمط المنظومة (Change Over Controller)

هو مسيطر يستعمل لتبديل نمط تشغيل المنظومة الى آخر باستعمال ادوات تحكم اوتوماتيكية أو يدوية.

معامل التوصيل الحراري (Thermal Conductivity)

هو كمية الحرارة المقدرة بالواط المارة في اتجاه عمودي عبر سطح مساحته متر مربع واحد في طبقة من المادة سمكها متر واحد بتأثير فرق يساوي درجة سيلزية واحدة بين السطحين (W/m.K).

منظومة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC

هي المنظومة التي تحقق عمليات التدفئة المريحة والتهوية و تكييف الهواء داخل بالبناية، إما بصورة مجتمعة او مستقلة.

الهواء النقي (Fresh Air)

هو الهواء المأخوذ من خارج البناية وغير المدور مسبقاً خلال منظومة التدفئة.

الظروف التصميمية (Design Conditions)

هي الظروف البيئية المحددة مثل درجة الحرارة والرطوبة المطلوب تحقيقها والحفاظ عليها من قبل منظومة التدفئة والتهوية.

1-2-2 الرموز (Symbols)

1-2-2/1 الرموز اللاتينية (Latin Symbols)

المعنى	الوحدات	Units	الرمز (Symbol)
المساحة	م^2	m^2	A
مساحة السطح الماص	م^2	m^2	A_{ap}
معدل التسرب	لتر/ثا	L/sec	B
المواصلة الحرارية	واط/م^2.كلفن	$W/m^2.K$	C
الحرارة النوعية بثبوت الضغط	كيلوجول/كغم . كلفن	kJ/kg.K	C_p
معامل انتقال الحرارة الداخلي	واط/م^2 . كلفن	$W/m^2.K$	h_i
معامل انتقال الحرارة الخارجي	واط/م^2 . كلفن	$W/m^2.K$	h_o
الحرارة الكامنة للتبخر	كيلوجول/كغم	kJ/kg	h_{fg}
الأشعاع الشمسي الساقط	واط/م^2	W/m^2	I
معامل التوصيل الحراري	واط/م. كلفن	W/m. K	k
طول الشق	م	m	L
معدل التدفق الكتلي	كغم/ثا	kg/sec	$\dot{m}$
معدل انتقال الحرارة	واط	W	q
معدل التدفق الحجمي	لتر/ثا	L/sec	Q
المقاومة الحرارية	م^2. كلفن/واط	$m^2.K/W$	R
درجة الحرارة	^{o}س	^oC	t
درجة حرارة المحيط	^{o}س	^oC	t_a
درجة حرارة التصميم الداخلية	^{o}س	^oC	t_i
درجة حرارة التصميم الخارجية	^{o}س	^oC	t_o
معامل انتقال الحرارة الإجمالي	واط/م^2.كلفن	$W/m^2.K$	U
معامل خسارة الحرارة	واط/م^2.كلفن	$W/m^2.K$	U_L
الحجم الكلي	م^3	m^3	V
معدل التدفق الحجمي لوحدة المساحة	م^3/ثا.م^2	$m^3/sec.m^2$	V'
نسبة الترطيب	كغم/كغم	kg/kg	W
قياس الضغط (عمود الماء)	ملم	mm	WG
السمك	م	m	X

1-2/2/2 الرموز الأغريقية

المعنى	الوحدات	Units	الرمز (Symbol)
فعالية استعمال آلات الإحتراق	%	%	ξ
الفرق بين القيم	–	–	Δ
الكثافة	كغم/م^3	kg/m^3	ρ
نفاذية الزجاج	–	–	τ
إمتصاصية الزجاج	–	–	α
زاوية سقوط الأشعاع الشمسي	–	–	θ
فعالية المجمع الشمسي	%	%	ζ

1-2/2/3 الحروف السفلية

المعنى	الرمز (Symbol)
الداخلي	i
الكامن	L
الخارجي	o
الكلي	t
السطح (العادي)	s
الأشعاع	r
سطح اللوح	p
الحمل	c
المستحصلة والمستفيدة	u
الجو المحيط	at
طبقة الهواء الغشائية	f
مائع التدوير عند الخروج	fe

1-2/3 المختصرات (Abbreviations)

المصطلح العربي	المصطلح الانكليزي	الاختصار
المعدل الساعي لتغيير الهواء	Air Change Per Hour	ACH
جمعية حركة الهواء والسيطرة	Air Movement and Control Association	AMCA
الجمعية الامريكية للمواصفات الوطنية	American National Standards Institute	ANSI
جمعية التثليج الامريكية	American Refrigeration Institute	ARI
الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة والتثليج و تكييف الهواء	American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers	ASHRAE
الجمعية الامريكية للمهندسين الميكانيكيين	American Society of Mechanical Engineers	ASME
جمعية المواصفات القياسية البريطانية	British Standards Institution	BSI
درجة حرارة يوم تبريد	Cooling Degree Day	CDD
درجة حرارة البصلة الرطبة	Wet Bulb Temperature	WB
درجة حرارة البصلة الجافة	Dry Bulb Temperature	DB
درجة حرارة نقطة الندى	Dew point Temperature	DP
درجة حرارة يوم تدفئة	Heating Degree Day	HDD
نسبة الرطوبة	Humidity Ratio	HR
المؤسسة الدولية للمواصفات القياسية	International Organization for Standardization	ISO
متوسط درجة حرارة البصلة الرطبة	Mean Wet Bulb Temperature	MWB
متوسط سرعة الرياح	Mean Wind Speed	MWS
مواصفة الكهرباء الوطنية	National Electrical Code	NEC
الجمعية الوطنية للحماية من الحريق	National Fire Protection Association	NFPA
المقاومة الحرارية	Thermal Resistance	R
المختبرات المضمونة	Underwriters Laboratories	UL

المصطلح العربي	المصطلح الانكليزي	الاختصار
منظومة تدفئة الماء	Water Heating System	WHS
منظومات تدفئة الماء	Water Heating Systems	WHSS
ماء بدرجة حرارة عالية	High Temperature Water	HTW
مقياس ماء	Water Gage	WG

1-3 متطلبات تطبيق المدونة (الكود) في العراق

1-3/1 جغرافية العراق المناخية

1-1/3/1 الموقع والتضاريس

يقع العراق في جنوب غرب قارة اسيا ، وهو يكوّن بموقعه هذا جزءاً من الجسر الأرضي الذي يصل قارات العالم القديم (آسيا وأوروبا وافريقيا). وفي تضاريس العراق مظاهر متعددة، فالجبال المرتفعة تنتشر في شماله الشرقي، وتمتد المناطق المتموجة الى الجنوب، والغرب من تلك الجبال، أما في وسطه وجنوبه فتنبسط الأرض وتصبح سهلية يطلق عليها السهل الرسوبي، أنظر الشكل (1-3/1). أما أجزاء العراق الغربية والجنوبية الغربية فتتكون من هضبة واسعة هي امتداد لهضبة شبه الجزيرة العربية وهضبة بادية الشام. ولتوضيح ظواهر السطح هذه، والتي تشكل مساحتها مساحة بلدنا العزيز العراق ($435052\ km^2$)، يمكن تقسيمها الى:

1- المنطقة الجبلية: تكوّن هذه المنطقة الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من العراق، ونسبتها حوالي (6%) من مساحته (أي حوالي $26000\ km^2$) ، وتمتد السلاسل الجبلية فيها بصورة عامة من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي.

2- المنطقة المتموجة: وتقع الى الجنوب من المنطقة الجبلية ، والى الشمال الشرقي من السهل الرسوبي والهضبة الغربية، وتشغل مساحة تصل الى حوالي ($65000\ km^2$)، اي حوالي (15%) من المساحة الكلية للعراق، ويتراوح ارتفاعها بين (1000m-200m) فوق مستوى سطح البحر، وتضم مجموعة من الهضاب والتلال والأودية والسهول، ونظرا لقلة التباين في الأرتفاع بين هذه الأشكال الأرضية فقد سادت ظاهرة التموج في معظم أجزاء المنطقة.

3- السهل الرسوبي: ويقع الى الجنوب من المنطقة المتموجة، ويمتد جنوبا حتى الخليج العربي، وتحده الهضبة من جهة الغرب وجبال زاكروس من جهة الشرق، ويشغل مساحة تقدر بحوالي

($104000km^2$) وهو بهذا يحتل حوالي (24%) من مساحة العراق خصوصا المنطقة الواقعة بين نهري دجلة والفرات.

4- الهضبة الغربية: وتقع في القسم الغربي والجنوبي الغربي من العراق، وهي امتداد طبيعي لبادية الشام وهضبة شبه الجزيرة العربية. وتشغل هذه الهضبة مساحة تقدر بحوالي ($239000km^2$) وهي بهذا تحتل حوالي (55%) من مساحة العراق ويتراوح ارتفاعها بين (600m-100m) م فوق مستوى سطح البحر.

1-3/1/2 العوامل المؤثرة في المناخ

ان التنوع في أقسام سطح العراق، والذي اشرنا اليه في الفقرة (1-3/1/1) المذكورة آنفاً، هو أحد العوامل المؤثرة في الخصائص المناخية للعراق. هناك جملة عوامل تتفاوت في نسبة تأثيرها وتؤدي بمجموعها الى الأنماط المحددة من التوزيعات الجغرافية للحرارة والرطوبة والرياح والأمطار وبقية الظواهر الجوية ضمن مساحة العراق، وهذه العوامل هي:

1- الموقع الجغرافي: يقع العراق بين خطي عرض (29.6-37.5) شمال خط الأستواء، الأمر الذي يعرضه لفترات طويلة من الإشعاع الشمسي خصوصا في فصل الصيف الذي يصل طول النهار خلاله الى أكثر من (14) ساعة، في حين ان طول النهار خلال فصل الشتاء يقل الى حوالي (10) ساعات. وحيث ان الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة على الأرض، لذلك ترتفع درجة الحرارة خلال فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء، كما ان اختلاف زاوية سقوط شعاع الشمس على المناطق الشمالية عنه على المناطق الجنوبية بسبب اختلاف بعدهما عن خط الأستواء يساعد على حدوث تباينات في درجة الحرارة بين تلك المناطق.

2- المسطحات المائية: ان أقرب المسطحات المائية الكبيرة ذات التأثير على مناخ العراق هي الخليج العربي والبحر المتوسط ويليهما البحر الأحمر الذي يؤثر تأثيراً قليلاً على مناخ العراق. اما البحر الأسود وبحر قزوين فلا يظهر لهما أثر ملحوظ على مناخ العراق بسبب بعدهما النسبي من ناحية ولوجود عوازل طبيعية كالسلاسل الجبلية والهضاب التي تحجب تأثيرهما المناخي عن العراق من الناحية الثانية. ان تأثيرات الخليج العربي والبحر المتوسط تمتد عادة مسافات كبيرة داخل العراق بسبب قلة الحواجز الأرضية التي تعرقل حركة الأعاصير القادمة منهما باتجاه العراق. ففي فصل الشتاء تتحرك المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط عابرة لبنان والهضبة السورية لتصل الى المناطق الشمالية وبعض أقسام المنطقة الوسطى من العراق مشكّلة المصدر الرئيس للأمطار في هذه المناطق. ونظرا لبعد المسافة النسبي فان امطار العراق وان كانت مشابهة في مواسمها وخواصها لأمطار مناطق حوض البحر المتوسط غير ان كمياتها اقل بكثير من امطار الأقطار

الواقعة مباشرة على هذا البحر كلبنان وايطاليا واليونان. كذلك في فصل الشتاء ايضاً فأن الهواء الدافئ والرطب المرافق للمنخفض المسمى بالسوداني والذي يتشكل في اواسط افريقيا وجنوب السودان ويتحرك شرقا مارا بالبحر الأحمر فالجزيرة العربية ويتأثر بوجود الخليج العربي يدخل العراق من الجهات الجنوبية والجنوبية الغربية مسبباً غيوماً وأمطاراً غزيرة يمتد تأثيرها شمالاً لتصل حتى منطقة الموصل في بعض الأحيان. اما في فصل الصيف فان أعاصير البحر المتوسط تختفي تماما ويسود العراق تأثير المنخفض الجوي الموسمي الذي يتمركز في اواسط اسيا مسببا جوا حارا تتخلله فترات ينحسر فيها تأثير هذا المنخفض شرقا ليقع القطر وخصوصا الأقسام الغربية منه تحت تأثير المرتفع الجوي المتمركز على البحر المتوسط وجنوب اوروبا فيتلطف الجو نسبياً. كذلك تتأثر المناطق الجنوبية من العراق خلال فصل الصيف بكتل هوائية حارة ورطبة من الخليج العربي تصاحب الرياح الجنوبية الشرقية المرافقة للمنخفض السوداني ويمتد تأثيرها احياناً شمالاً متجاوزاً مدينة بغداد مسببة جواً مزعجاً صعب الأحتمال يصاحبه في بعض الأحيان تساقط زخات مطر حتى في شهر تموز.

3- التضاريس الأرضية: تتنوع التضاريس الأرضية في العراق بين المنبسطة التي لا ترتفع عن مستوى سطح البحر اكثر من بضعة امتار في الأقسام الجنوبية واجزاء من المنطقة الوسطى وبين الجبلية الوعرة في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية والممتدة من حدوده المشتركة مع سوريا وتركيا وايران بالأضافة الى الهضبة الغربية الصحراوية التي تمتد من الضفة الغربية لنهر الفرات الى الحدود الدولية مع سوريا والأردن والسعودية والتي يصل ارتفاعها عن مستوى سطح البحر الى أكثر من (600m) . ان هذا التنوع في التضاريس يؤدي الى تباينات في الظروف المناخية بين منطقة وأخرى فارتفاع المناطق الشمالية التي تشكل (12%) من مساحة العراق يساعد في تخفيف درجات الحرارة في الصيف وتساقط الثلوج في الشتاء بالإضافة الى زيادة في كميات الأمطار الساقطة مقارنة بالأراضي السهلية الواقعة في وسط وجنوب العراق والتي تساعد صفتها تلك في زيادة درجة الحرارة وقلة الأمطار الساقطة فيها. لذلك فأن المصايف تتركز في المناطق الشمالية. غير ان بعض المناطق في الهضبة الغربية تصلح ايضاً كمصايف لأعتدال جوها الذي قد يفوق اعتدال جو المصايف الشمالية في بعض اقسامها.

1-3/1/3 خصائص المناخ في العراق

1-3/1/1 عام

تختلف خصائص المناخ في العراق بحسب الفصول الأربعة، هذه الفصول ليست متساوية من حيث الطول، فهناك فصلان رئيسان هما الصيف (حزيران، تموز، آب) والشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) في حين يكون الفصلان الآخران (الربيع والخريف) انتقاليين قصيرين.

(أ)- حالة المناخ في فصل الصيف

تتركز خصائص مناخ فصل الصيف في أشهر مايس وحزيران وتموز وآب وأيلول حيث تكون اشعة الشمس عمودية او شبه عمودية على النصف الشمالي من الكرة الأرضية، وهذه الخصائص تتلخص بما يلي:

(1) درجات الحرارة: تمتاز بارتفاع معدلاتها في فصل الصيف في جميع جهات العراق، ويكون التفاوت الحراري اليومي كبيراً بسبب جفاف المنطقة. كما تختلف درجات الحرارة بين الشمال والجنوب بسبب تفاوت الإرتفاع.

(2) الضغط والرياح: يقع العراق ضمن منطقة الضغط المنخفض التي تتركز على الخليج العربي في فصل الصيف، لذلك تهب عليه الرياح من مناطق الضغط العالي في هضبة الأناضول، وهي الرياح المعروفة بالشمالية او الغربية وتساعد على تلطيف درجات الحرارة لكونها قادمة من مناطق باردة. وقد تهب احيانا الرياح الجنوبية الغربية الحارة القادمة من شبه جزيرة العرب والتي تحمل معها الغبار والجنوبية الشرقية القادمة من الخليج العربي والتي تتميز بحرارتها ورطوبتها النسبية العالية.

(3) الأمطار والرطوبة: ينعدم سقوط الأمطار في انحاء العراق في فصل الصيف بسبب الارتفاع الكبير لدرجات الحرارة الذي يعيق التكاثف، كما يمتاز هذا الفصل بقلة معدلات الرطوبة النسبية.

وأخيرا يمكن ان نلخص خصائص فصل الصيف بانه (حار جاف).

(ب)- حالة المناخ في فصل الشتاء: تتركز خصائص فصل الشتاء في أشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط، وهي تتلخص بما يلي:

(1) درجات الحرارة: تنخفض درجات الحرارة في فصل الشتاء في جميع أنحاء العراق وقد تنخفض الى دون الصفر المئوي في بعض ليالي الشتاء في كثير من جهات وسط وشمال العراق، وتتناقص معدلات درجات الحرارة الشهرية كلما تقدمنا باتجاه الشمال، كما يوجد تفاوت حراري كبير بين درجات الحرارة في الليل والنهار ايضاً.

(2) الضغط والرياح: تمر على العراق المنخفضات الجوية للبحر المتوسط والرياح الغربية والشمالية الغربية التي تهب من مناطق الضغط العالي في الشمال متجهةً نحو مناطق الضغط المنخفض في وسط وجنوب العراق. وتُعَدُ الرياح الشمالية الغربية هي الرياح السائدة في طول السنة في حين تسبب الرياح الجنوبية الشرقية سقوط المطر بعد التقائها بالرياح الشمالية الغربية، وقد تهب رياح شرقية او شمالية شرقية في بعض ايام الشتاء فتنخفض درجة الحرارة كثيراً. وقد يقع العراق احيانا تحت تأثير مناطق ضغط عارضة مرتفعة او منخفضة فتسبب انخفاضا شديداً او ارتفاعاً كبيراً في درجات الحرارة.

(3) الأمطار والرطوبة: تمتد فترة سقوط المطر من أواخر فصل الخريف حتى نهاية فصل الربيع. ومن صفات الأمطار في العراق تذبذب كمياتها بين سنة وأخرى وأنها أمطار شتوية او ربيعية، غير انها باستثناء المنطقة الجبلية تمتاز بقلتها، كما تزداد معدلات الرطوبة النسبية في هذا الفصل.

وأخيرا يمكن ان نلخص خصائص فصل الشتاء في العراق بأنه (بارد ممطر).

(ت)- الفصول الأنتقالية:

يعد الربيع والخريف من الفصول الانتقالية في العراق، ففصل الربيع لا يزيد على شهر في جنوب العراق في حين تكون مدته حوالي شهرين في الشمال. اما فصل الخريف فلا تزيد مدته على شهرين في مختلف مناطق العراق. ويعد هذان الفصلان الانتقاليان من أكثر فصول السنة اعتدالاً في درجة حرارتهما، كما يعدّان فصلين ممطرين.

1-2/3/1/3 خلاصة لمناخ العراق

ان أهم مايميز مناخ العراق هو التطرف حيث تتفاوت درجات الحرارة بين الليل والنهار وبين الشتاء والصيف. ففي فصل الصيف تتفاوت درجات الحرارة بين ($50\ ^oC - 17\ ^oC$) وقد تصل درجات الحرارة خلال النهار في نهاياتها العظمى الى مايزيد عن (50) درجة سيلزية في العديد من المناطق خصوصاً الوسطى والجنوبية كما قد تتدنى خلال الليل في بعض الأيام الى ما دون (17) درجة سيلزية في المناطق الشمالية وبعض أقسام الصحراء الغربية. أما في فصل الشتاء فتتفاوت درجات الحرارة اليومية بين (8 تحت الصفر – 30) درجة سيلزية [1].

ان هذا التفاوت الكبير هو الذي يعبر عنه بالتطرف المناخي الذي يعتبر صفة عامة للمناخات القارية. غير ان الخرائط التي تمثل درجات الحرارة الأعتيادية ونهاياتها العظمى والصغرى لا تشير الى مثل هذه التطرفات بالأرقام باعتبار ان هذه الخرائط تمثل معدلات شهرية وسنوية وان حساب المعدلات يخفف التفاوت ويخفي النهايات المطلقة على طرفي المقياس.

ومن الصفات المميزة الأخرى الجفاف الذي تسببه قلة سقوط الأمطار واقتصار سقوطها على فصل الشتاء بشكل رئيس وأطراف فصلي الخريف والربيع بدرجة أقل – كما هو الحال لمناخ البحر المتوسط – حيث تتفاوت كميات الأمطار الساقطة خلال كامل الموسم المطري بين ما يقل عن (100) ملم في مناطق الصحراء الجنوبية الغربية وتزداد تدريجياً باتجاه الشمال والشرق لتصل الى مايزيد قليلاً عن (1000) ملم في أقصى المناطق الشمالية الشرقية من العراق. ومما يزيد في الجفاف ارتفاع قيمة التبخر الممكن من السطح بسبب الكمية العالية للإشعاع الشمسي الساقط على السطح، حيث تصل كمية التبخر السنوية الممكنة الى ما يزيد على (4000) ملم. وهذا ما يجعل الموازنة المائية تميل لصالح التبخر وهو ماتؤكده خارطة معامل الجفاف الذي يمثل النسبة بين كمية التبخر الممكن الى كمية الأمطار الساقطة لكل منطقة.

اما الرياح التي تهب على العراق فان الاتجاه السائد لها هو الشمال الغربي لمعظم أيام السنة وفي كافة الفصول، حيث يكون هبوبها من الشمال الغربي منحدرة مع الاتجاه العام لانحدار أرض العراق. ففي أواخر فصل الخريف وبدايات فصل الشتاء حيث يكون مناخ العراق مشابهاً لمناخ البحر المتوسط تكون الرياح محملة ببخار الماء وتسبب سقوط الأمطار خصوصاً في المناطق الشمالية. وكلما تقدم فصل الشتاء تحدث تبدلات وقتية في اتجاهات الريح متحولة الى الجنوب الغربي ويصحب ذلك عادة ارتفاع نسبي في درجات الحرارة وعواصف ترابية أحياناً يليها تساقط أمطار.

وعند التقدم نحو فصل الربيع وفي أثنائه تكون الرياح الشمالية والشمالية الغربية هي الغالبة ويصحب هذا التغيير ازدياد في سرعة الريح مسببة تصاعد غبار في مناطق عديدة خصوصاً الصحراوية والمناطق المتاخمة للصحراء.

أما في فصل الصيف وعلى الأخص في شهر حزيران فتهب الرياح الشمالية ذات السُرع المعتدلة. وكما هو معتاد يحدث اختلاف نهاري في سرعة الريح خصوصاً في فصل الصيف ويبلغ حده الأعلى حوالي الساعة (1400) بالتوقيت المحلي من كل يوم ويرافق ذلك تصاعد غبار في المناطق الجنوبية والوسطى من العراق.

ان من الصفات الرئيسة لمناخ العراق هو ان الحدود بين فصول السنة لاتكون واضحة تماما لذلك فان السنة في العراق يمكن تقسيمها الى ثلاثة فصول أحدها طويل نسبياً هو فصل الصيف والثاني قصير هو فصل الخريف والثالث متوسط هو فصل الشتاء. اما فصل الربيع فيكاد لايظهر فهو قصير جداً ويندمج في فصلي الشتاء والصيف عدا بعض الجهات القليلة كشمال العراق ومنطقة الموصل بالذات التي يمتد فيها فصل الربيع الى حوالي شهرين في السنة.

1-3/2 تصنيف المناطق في العراق

استنادا الى البيانات المستحصلة من (أطلس مناخ العراق) الصادر عن (الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي)،[1] وخصوصا تلك المتعلقة بدرجات الحرارة الصغرى (المعدلات السنوية (الشكل (1-3/2))، المعدلات الشهرية لأشهر الشتاء كانون الأول (الشكل (1-3/3)) و كانون الثاني (الشكل (1-3/4)) وشباط (الشكل (1-3/5))، يمكن تقسيم العراق الى ثلاث مناطق حرارية، كما هو موضح في الشكل (1-3/6).

1- المنطقة الحرارية الأولى [I]: وتتضمن المحافظات التي تقل فيها المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى عن (3^oC) و يمكن اعتبار محافظة الموصل مثالاً جيداً لهذه المنطقة.

2- المنطقة الحرارية الثانية [II]: و تتضمن المحافظات التي تنحصر فيها المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى ضمن الحدود ($3^oC < t < 5^oC$) و يمكن اعتبار محافظة بغداد مثالاً جيدا لهذه المنطقة.

3- المنطقة الحرارية الثالثة [III]: و تتضمن المحافظات التي تزيد فيها المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى عن (5^oC)، ويمكن اعتبار محافظة البصرة مثالاً جيداً لهذه المحافظات.

ويبين الشكل (1-3/7) خارطة العراق الأدارية مبين عليها المحافظات المشمولة بكل منطقة من المناطق الحرارية الثلاث أعلاه. كما يبين الجدول (1-3/3) بعض المدن والأقضية العراقية الواقعة ضمن كل منطقة من هذه المناطق الحرارية الثلاث.

1-3/3 فصل الشتاء لمختلف المناطق في العراق

كما ذكرنا سابقا في الفقرتين (1-3/1/3/1) و (1-3/2/3/1) فأن خصائص فصل الشتاء في العراق تتركز في ثلاثة أشهر هي (كانون الأول و كانون الثاني و شباط)، ويشمل ذلك المناطق الحرارية الثلاث المذكورة في البند (1-3/2) من دون تمييز بينها وبذلك يصبح مجموع أيام فصل الشتاء (90 يوماً) ومجموع ساعاته (2160 ساعة).

1-3/4 حساب اليوم – درجة Degree – Days

1-3/4/1 مقدمة

أظهرت سلسلة مكثفة من الإختبارات التي أجرتها منظمات مهنية عالمية ان استهلاك الوقود في عملية تدفئة المباني السكنية و الأبنية الحكومية يتناسب طردياً مع الفرق بين درجة حرارة الهواء الخارجي و درجة (18^oC)، [4 ص 204-209]. أي انه اذا كانت درجة حرارة الهواء الخارجي تساوي أو أكثر من (18^oC)، فإنه عملياً لن نحتاج الى حرارة لتدفئة المبنى و استهلاك الوقود المصروف لتدفئته سيقترب من الصفر، كذلك، فإن استهلاك الوقود سوف يتضاعف إذا اقتربت درجة حرارة الهواء الخارجي من 13^oC (5 درجات فرق) الى 7^oC (11 درجة فرق).

ان الفرق بين (18°س) ومعدل درجة حرارة الهواء الخارجي مهم جدا كدليل لمتطلبات التدفئة ويعطي الأساس لحساب (اليوم – درجة) لحساب حمل التدفئة الأسمي في الشتاء (Nominal winter heating load) . إن (اليوم – درجة) يحتسب لكل حالة يقل فيها معدل درجة حرارة الهواء الخارجي عن (18°C) خلال فترة 24 ساعة في اليوم. فمثلاً اذا كان معدل درجة حرارة الهواء الخارجي في موقع معين لمدة ثلاثين يوماً هو (10°C)، فأن اليوم–درجة لهذا الموقع سيكون[((18–10)*30=240)] ، تتغير قيمة اليوم– درجة كثيراً من موقع لآخر، و لكن تغيرها من سنة لأخرى يكون طفيفاً.

باستعمال مبدأ (اليوم – درجة)، يمكننا ان نخمن بدقة مقبولة استهلاك الوقود او البخار المطلوب في أثناء موسم التدفئة. هناك عدة طرائق تستعمل عادة لحساب ذلك، سنذكر منها احداها. لنفترض ان (Q_T) تمثل حمل التدفئة الكلي المحسوب (W)، فان هذا الحمل لكل درجة فرق (Q_D) يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$Q_D = \frac{Q_T}{t_i - t_o} \qquad (1/3-1)$$

حيث ان:

t_i = درجة حرارة التصميم الداخلية

t_o = درجة حرارة التصميم الخارجية

لإيجاد استهلاك البخار (S)، استعمل المعادلة التالية:

$$S = \frac{(Q_D) \times (Degree - Days) \times 24 \times 3600}{2326000} \qquad (2/3-1)$$

حيث ان:

2326000 = رقم تقريبي، يمثل الجول/كغم للبخار، اي كمية الحرارة لكل كغم من البخار

24 = ساعة لكل يوم

S = كمية البخار المطلوبة للفترة التي تم فيها احتساب (اليوم – درجة) (موسم تدفئة، شهر، ....)[kg]

تعتمد كمية الوقود المستعمل في الموسم (F) على قيمته الحرارية وفعالية الاستعمال، والتي تتأثر بدورها بنوع معدات الاحتراق وحالتها وبطريقة تشغيلها. ويمكن اعتماد قيم الفعالية التي يحددها المصنع لتخمين كمية الوقود المطلوبة في الموسم، وباستعمال المعادلة التالية [4ص 204–209].

$$F = \frac{(Q_D) \times (Degree - Days) \times 24 \times 3600}{\xi \times Q_H} \qquad (3/3-1)$$

حيث أن:

F= كمية الوقود المطلوبة (kg)

ع= فعالية الأستعمال

Q_H= القيمة الحرارية للوقود (J/kg)

1-3/4/2 حساب اليوم- درجة للمناطق الحرارية الثلاث للعراق

لغرض احتساب اليوم – درجة للمناطق الحرارية الثلاث التي تم تصنيف العراق اليها في البند (1-3/2)، سوف نأخذ مدن الموصل و بغداد و البصرة كأمثلة للمناطق الحرارية الثلاث (I و II و III) على التوالي. المعدل الشهري لدرجات الحرارة الأعتيادية في هذه المدن الثلاث لأشهر موسم التدفئة الثلاث (كانون الأول و كانون الثاني و شباط) تم الحصول عليها من المرجع [1]، أنظر الجدول (1-3/1). وعلى أساس هذه القيم وقيمة درجة حرارة مرجع (18^oC) تم احتساب اليوم – درجة لموسم التدفئة (90 يوماً) لهذه المناطق كما يلي، أنظر الجدول (1-3/1):

<u>الموصل</u>

اليوم – درجة =[28 *(9.6-18)+31*(6-18)+31*(8.1-18)]

= 235.2+372+306.9

= 914.1

<u>بغداد</u>

اليوم – درجة =[28 *(13.2-18)+31*(8.1-18)+31*(10.6-18)]

= 134.4+306.9+229.4

= 670.7

<u>البصرة</u>

اليوم – درجة =[28 *(16-18)+31*(11-18)+31*(13.6-18)]

= 56+217+136.4

= 409.4

1-3/5 الظروف التصميمية الخارجية لمختلف المناطق في العراق

يقصد بتعيين ظروف التصميم الخارجية تحديد درجة حرارة البصلة الجافة (DBT) للهواء الخارجي ورطوبته النسبية، او درجة حرارة البصلة الرطبة (WBT). وقد تم اعتماد المعلومات المذكورة في المرجعين [2 ص 179 – 184] و [5] لتحديد القيم التصميمية المذكورة في الجدول (1-3/2). كما هو واضح في الجدول، هناك حقلان لمعدل تكرار درجة الحرارة، اذ تعني نسب 99% او 97.5% للشتاء ان درجات

الحرارة الخارجية ستساوي او تفوق درجة الحرارة المذكورة لعدد ساعات بنسبة 99% أو 97.5% من مجموع ساعات أشهر الشتاء الثلاثة (كانون الأول و كانون الثاني و شباط) أي مامجموعه (2160 ساعة)، و سيكون هناك في الشتاء حوالي (22 ساعة) بدرجة حرارة تساوي قيمة درجة الحرارة أو أقل عند نسبة (99%)، وحوالي (54 ساعة) بدرجة حرارة تساوي قيمتها أو أقل عند نسبة (97.5%).

ويبين الجدول (1-3/3) ظروف التصميم الخارجية في الشتاء لبقية المدن العراقية وبعض الأقضية.

الجدول 1-3/1 : المعدل الشهري لدرجات الحرارة لأشهر موسم التدفئة للمدن العراقية الثلاث (الموصل و بغداد و البصرة) ومقدار اليوم – درجة لموسم التدفئة

المدينة	المنطقة الحرارية	المعدل الشهري لدرجة الحرارة (°C)			اليوم – درجة لموسم التدفئة (90يوماً)
		كانون الأول	كانون الثاني	شباط	
الموصل	I	8.1	6	9.6	914.1
بغداد	II	10.6	8.1	13.2	670.7
البصرة	III	13.6	11	16	409.4

الجدول 1-3/2 : ظروف التصميم الخارجية في الشتاء لمناطق العراق الثلاث

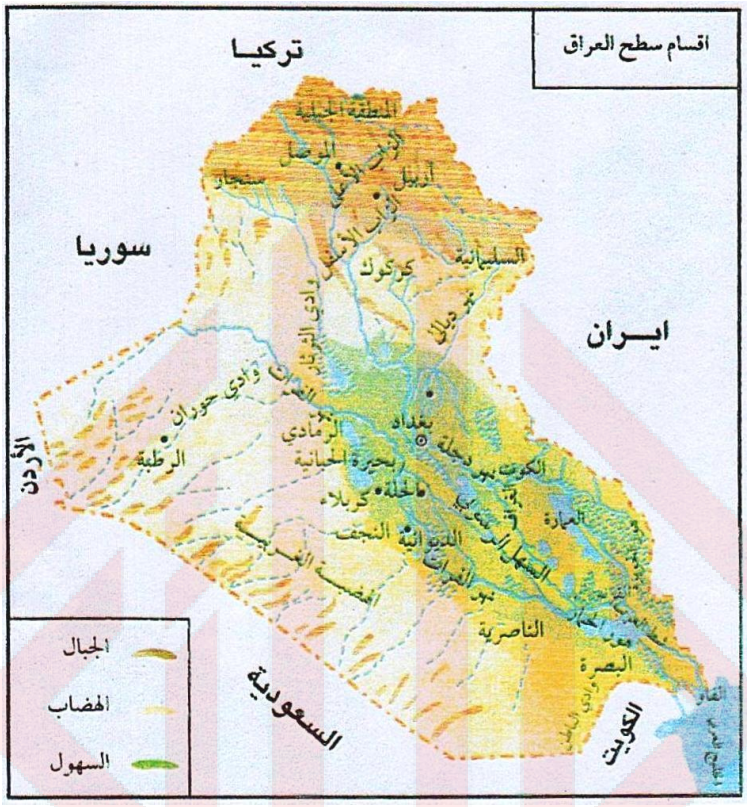
المدينة	المنطقة الحرارية	خط العرض / خط الطول	الإرتفاع عن م.س.ب (m)	درجة حرارة البصلة الجافة (°C)		الرطوبة النسبية
				%97.5	%99	
الموصل	I	36.19ش / 43.09شرق	223	0	1.5-	%100
بغداد	II	33.2ش / 44.24شرق	34	1.5	0	%100
البصرة	III	30.6ش / 47.7شرق	0	5	4	%100

الجدول 1-3/3 : ظروف التصميم الخارجية في الشتاء لبعض المدن و الاقضية العراقية

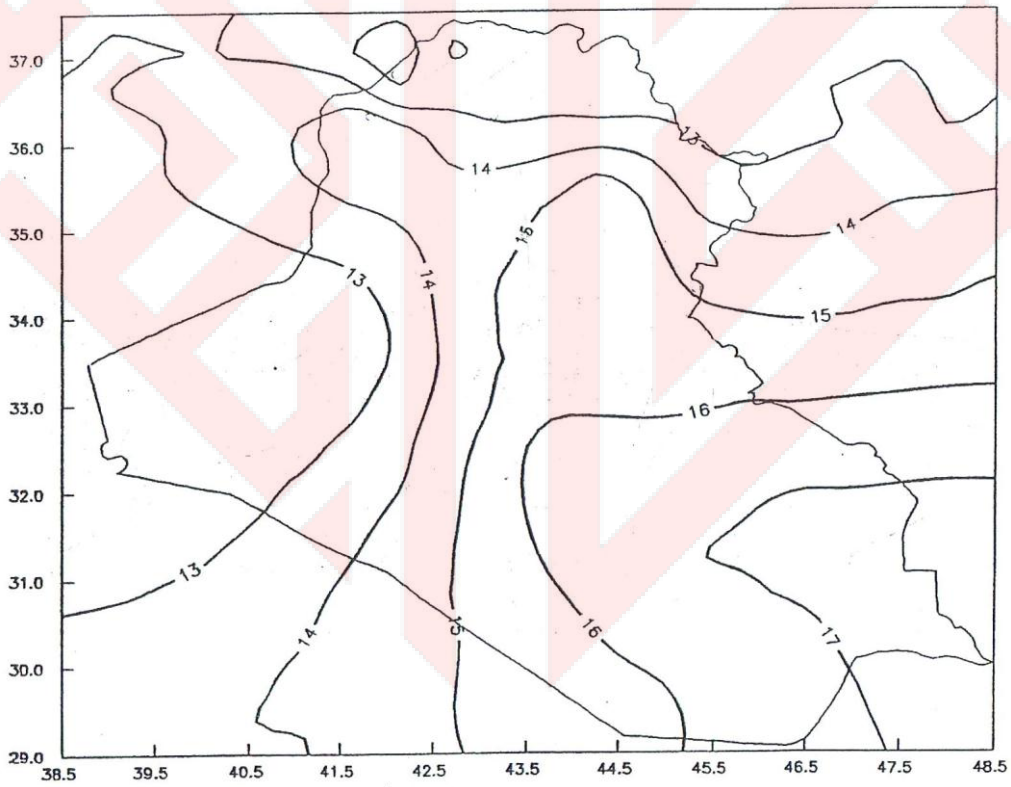
المدينة او القضاء	المنطقة الحرارية	درجة حرارة البصلة الجافة (^{o}C)		الرطوبة النسبية
		%97.5	%99	
الموصل	I	0	1.5-	%100
تلعفر	I	1-	2.5-	%100
عقرة	I	2-	3-	%100
دهوك	I	1.5-	3-	%100
زاخو	I	2.5-	3.5-	%100
اربيل	I	1-	2.5-	%100
السليمانية	I	2-	3.5-	%100
جمجمال	I	1-	2.5-	%100
الرمادي	I	0	1.5-	%100
الفلوجة	I	0.5-	1-	%100
الرطبة	I	1-	2-	%100
القائم	I	1-	2-	%100
حديثة	I	1-	2-	%100
النخيب	I	1-	2-	%100
بغداد	II	1.5	0	%100
خانقين	II	1.5-	3-	%100
بعقوبة	II	0.5	1-	%100
كركوك	II	0.5-	2-	%100
الحويجة	II	0	1.5-	%100
صلاح الدين	II	0	1.5	%100
تكريت	II	0.5	1-	%100
سامراء	II	1	0.5-	%100
كربلاء	II	1.5	0	%100
الحلة	II	1.5	0	%100
النجف	II	1	0.5-	%100

تتمة الجدول 1-3/3

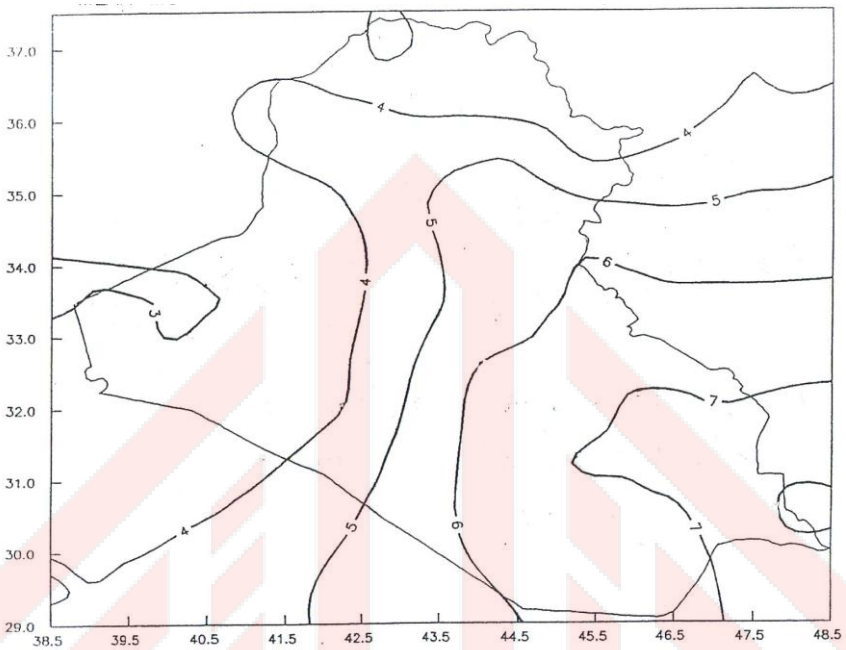
المدينة او القضاء	المنطقة الحرارية	درجة حرارة البصلة الجافة (^{o}C)		الرطوبة النسبية
		%97.5	%97.5	
الكوفة	II	1	0.5-	%100
السماوة	II	1	0.5-	%100
السلمان	II	1-	2-	%100
الديوانية	II	2	0.5	%100
العزيزية	II	1.5	0	%100
البصرة	III	5	4	%100
القرنة	III	3	2	%100
الفاو	III	5	4	%100
الزبير	III	4	2.5	%100
الكوت	III	2	1	%100
الحي	III	2	1	%100
شيخ سعد	III	2	1	%100
العمارة	III	3	2	%100
علي الغربي	III	3	2	%100
قلعة صالح	III	3	2	%100
الناصرية	III	3	2	%100
سوق الشيوخ	III	3	2	%100
الجبايش	III	3	2	%100



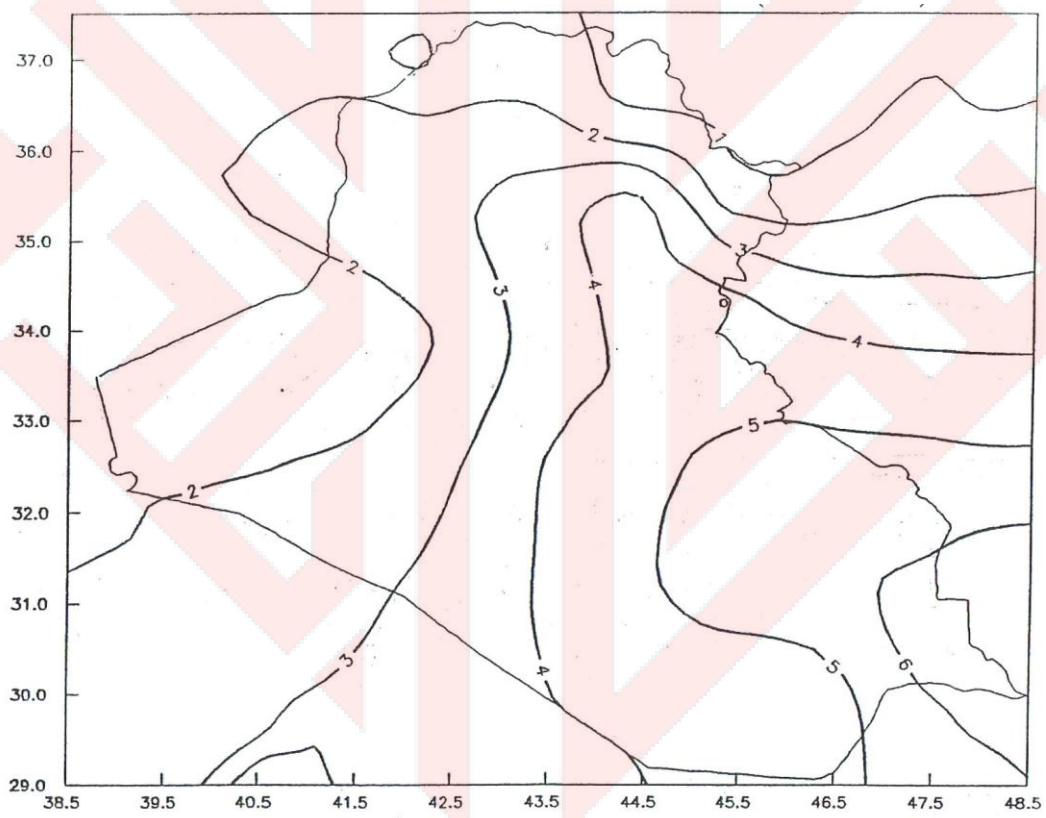
الشكل 1-3/1 : أقسام سطح العراق



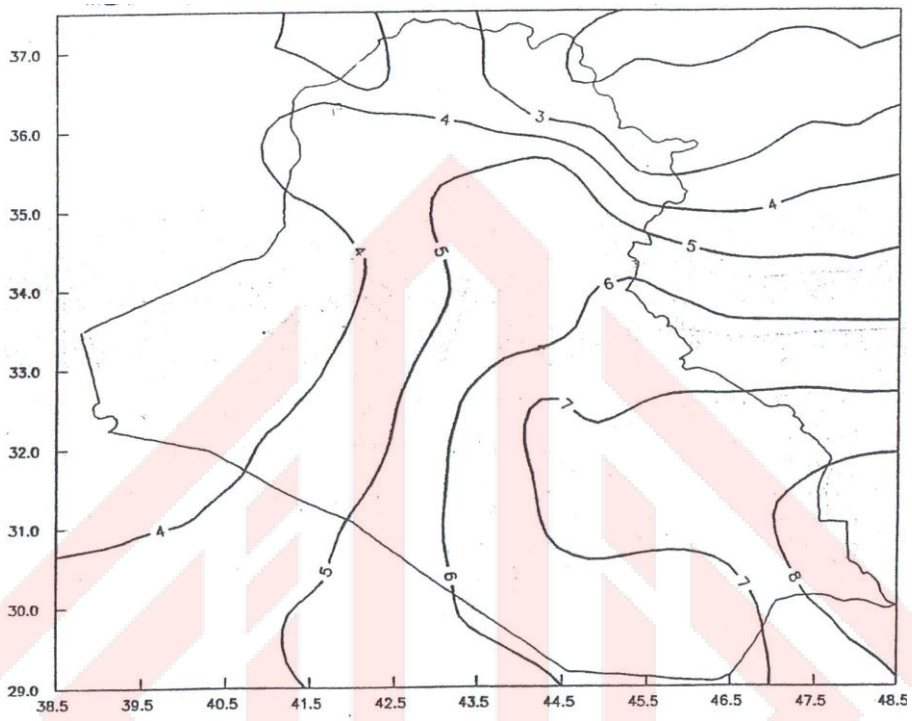
الشكل 1-3/2 : المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى بالدرجات السيلزية



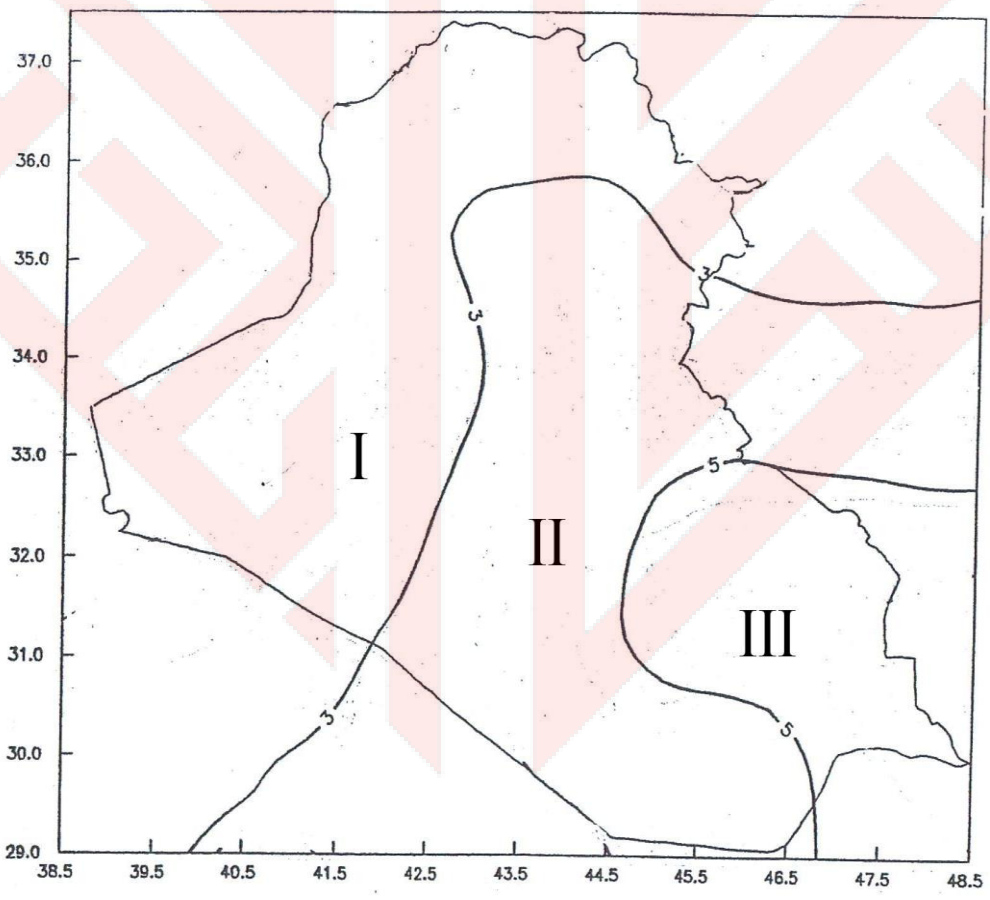
الشكل 1-3/3 : المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى بالدرجات السيلزية (كانون الأول)



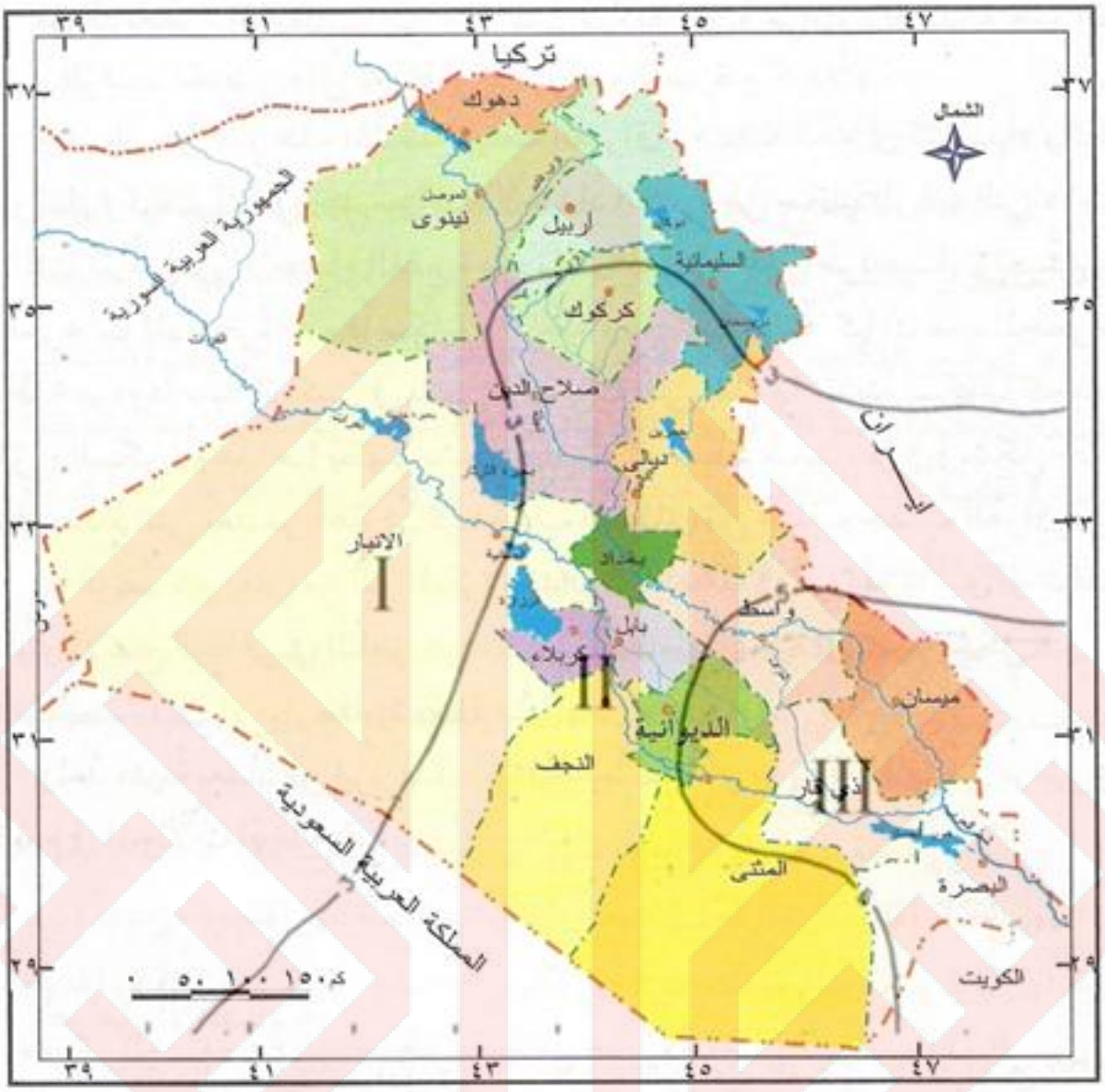
الشكل 1-4/3 : المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى بالدرجات السيلزية (كانون الثاني)



الشكل 1-5/3 : المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى بالدرجات السيلزية (شباط)



الشكل 1-6/3 : تقسيم العراق الى ثلاث مناطق حرارية



الشكل 1-7/3 : خارطة العراق الأدارية موضح عليها المناطق الحرارية الثلاث

المراجع

[1]د.شاكر عبدالعزيز عبدالله *أطلس مناخ العراق*"، الهيئة العامة للأنواء الجوية، جمهورية العراق – وزارة النقل، 1990.

[2]خالد أحمد الجودي "*مبادئ هندسة تكييف الهواء والتثليج*"، جامعة البصرة، 1986.

[3]د.بسام عبدالرحمن عبيد، د.ابراهيم تركي جعاطة، حسين مجيد زلفو، "*جغرافية العراق وبعض الدول المجاورة*" ، وزارة التربية – جمهورية العراق، 2008.

[4] Burgess H. Jennings "*Environmental Engineering: Analysis and Practice*", International Text book Company, New York, 1970.

[5] ASHRAE Handbook, 1981 "*Fundamentals*", ASHRAE.

[6]" *الكود العربي الموحد لترشيد استهلاك الطاقة في المباني السكنية*"، مجلس وزراء الإسكان والتعمير العرب، الكودات العربية الموحدة لتصميم وتنفيذ المباني، 2008.

[7]الكود الأردني،" *كود التدفئة المركزية*"، *الجمعية العلمية الملكية* ، مركز بحوث البناء، مجلس البناء الوطني الأردني، وزارة الأشغال العامة والإسكان، المملكة الأردنية الهاشمية ، 1990.

[8] "الكود المصري لأعمال تكييف الهواء والتبريد" ،الكود المصري لأعمال البناء، مركز بحوث الإسكان والبناء، 2009.

[9]"*المواصفات العامة لتنفيذ المباني – الباب 15/ الأعمال الميكانيكية* " ،المملكة العربية السعودية / وزارة الأشغال العامة والإسكان، وكالة الوزارة لشؤون الأشغال العامة ، 2002.

الباب الثاني
الاساسيات

2-1 حسابات حمل التدفئة

2-1/1 اجراءات عامة

2-1/1/1 الاستبيان

1- يتعين استشارة المصمم في بداية مراحل التصميم الاولى للمبنى، وذلك لخلق الظروف المناسبة لتحقيق التصميم الجيد و الاقتصادي، وعلى ضوء ذلك يراعى ما يلي:

- الخصائص الحرارية للمكونات الانشائية.
- درجة الحرارة والرطوبة النسبية المطلوب الحفاظ عليها في المبنى على ضوء تحديد طبيعة استعمال ذلك المبنى.
- موقع اجهزة التدفئة الداخلية.
- مسارات مد الانابيب و التنسيق بينها و مسارات الخدمات الاخرى.
- نقاط التصريف الخاصة لجميع الاجهزة و ملحقاتها.
- مصادر التزويد بالخدمات و طبيعة الغاز و الكهرباء و الماء.
- موضع وابعاد غرفة المرجل، او نقطة التزويد الخارجية اذا كانت المراجل قائمة و جديدة.
- موقع خزان الوقود و ابعاده و طريقة الوصول اليه و نوع الوقود المراد استعماله، اذا كان مصدر الطاقة ليس طاقة كهربائية
- موقع المدخنة و ابعادها و بنيتها اذا تطلب الامر ذلك.
- توفير كافة وسائل الأمان الخاصة بالموقع.

2- يتعين تزويد المصمم بالمخططات الخاصة بالمبنى مرسومة بمقاييس رسم مناسبة، موضحة فيها المقاطع التي تسهل حساب الفقد الحراري في المنشأ، وتسهل تحديد مسارات الانابيب.

3- يكون من واجبات المصمم القيام بما يلي:

- وضع المخططات بمقاييس رسم مناسبة مبيناً فيها:
  - منظومة مجاري الهواء (التجهيز والراجع)
  - منظومة انابيب الماء او البخار
  - لوحات السيطرة الرئيسة والفرعية
  - شبابيك توزيع الهواء
  - منظومة التهوية والعادم
  - تفاصيل دافعات الهواء

- مواقع وحدات التدفئة و السعات الحرارية.
- موقع خزان التغذية و التمدد و بيان حجمه و توصيلاته.
- المضخات و شبكات الانابيب و مواصفاتها.

- وضع المواصفات الشاملة لكل مكونات منظومة التدفئة و تحديد التقديرات و شروط الاداء لجميع الاجهزة.

2-1/1/2 حسابات حمل التدفئة

تعد الخصائص الحرارية لهيكل المبنى الانشائي و المعماري من اهم الاسس التي يستند اليها تصميم اي منظومة تدفئة. اذ تنتقل الحرارة من داخل المبنى المدفأ الى الخارج شتاءً خلال الغلاف الانشائي الخارجي للمبنى بطريقتين رئيستين أولهما انتقال الحرارة عبر الجدران بواسطة التوصيل او الحمل او الاشعاع او بأكثر من طريقة في آن واحد، و ثانيهما بواسطة تسرب الهواء البارد الى داخل المبنى. يجب معادلة الفقدان الحراري هذا بتجهيز الحرارة بقدر يديم ظرفاً داخلياً مريحاً لشاغلي الحيز. ومن اجل حساب حمل التدفئة التصميمي يجب تهيئة المعلومات التالية عن الخصائص الحرارية لهيكل المبنى والظروف البيئية التصميمية الخارجية و الداخلية(Outside and Inside Design Conditions) .

1. اختر الظروف البيئية التصميمية الخارجية اي تحديد درجة حرارة البصلة الجافة للهواء الخارجي و رطوبته النسبية، سرعة اتجاه الرياح و يبين الجدول (2/3-1) ملخصاً لظروف التصميم الخارجية الشتوية لكل من محافظات بغداد، الموصل و البصرة.
2. اختر او احسب معاملات انتقال الحرارة للجدران الخارجية و للنوافذ الزجاجية و السقوف و الجدران الداخلية و الارضيات التي لا تحتوي على ملاجئ و السقوف الثانوية غير المدفأة.
3. جد صافي مساحة الجدران، النوافذ الزجاجية و السقوف الخارجية كذلك الجدران الداخلية و الارضيات و السقوف الثانوية غير المدفأة باستعمال الابعاد الداخلية لها من مخططات البناية أو من البناية الحقيقية.
4. احسب الفقدان الحراري الانتقالي لكل نوع، جدران، سقوف، نوافذ زجاجية، أرضيات، سقوف ثانوية، بضرب معاملات انتقال الحرارة لكل حالة في مساحة السطح و الفرق بين درجة حرارة الهواء الداخلي و الهواء الخارجي.
5. اختر قيم الوحدة (معدلات هواء التخلل) و احسب الطاقة المقترنة بتخلل الهواء البارد حول الآبواب والشبابيك الخارجية والفتحات الاخرى في الغلاف الانشائي الخارجي. تعتمد قيم الوحدة على نوع أو عرض الشق، سرعة الرياح و فرق درجات الحرارة بين الهواء الداخلي و الخارجي. هنالك طريقة بديلة تستعمل عدد مرات تبديل الهواء في الحيز المدفأ. الجدول (2-3/1) يبين معدلات تبديل الهواء في الفضاءات المختلفة للتكييف و التدفئة. في حالة التهوية باستعمال هواء خارجي مجهز الى وحدة تسخين الهواء فان حساب حمل التدفئة يكون مشابهاً الى حمل هواء التخلل.

6. ان مجموع الفقدان الحراري الانتقالي عبر الجدران و السقوف و النوافذ الزجاجية و الأرضيات و السقوف الثانوية و السطوح الاخرى مع الطاقة المقترنة بدخول الهواء البارد بعملية التخلل أو التهوية يمثل حمل التدفئة الكلي.

2/1-2 الظروف التصميمية للتدفئة

إن حسابات التدفئة تقضي بوجوب معادلة الفقدان الحراري من داخل الحيز المدفأ الى الخارج مع تجهيز الحرارة بقدر يديم ظرفاً داخلياً مريحاً لشاغلي ذلك الحيز و خلال ظروف بيئية تصميمية خارجية.
ان الحل المثالي لتصميم منظومة تدفئة أساسية يكمن في اختيار محطة تدفئة ذات سعة قصوى مساوية الى حمل تدفئة ناشئ في ظروف بيئية محلية خارجية تكون الأكثر شدة. سجلات الارصاد الجوية العراقية تبين ان الظروف الجوية الشديدة لا تتكرر سنوياً. اذا صممت منظومة التدفئة عند ظروف حمل الذروة فهنالك سعة فائضة و متاحة خلال معظم العمر التشغيلي للمنظومة. وفي كل الاحوال فان فشل منظومة التدفئة في الحفاظ على درجة الحرارة التصميمية الداخلية يكون في فترات قصيرة الأمد وغير حرجة في ظل ظروف بيئية خارجية شديدة البرودة.

ان الطريقة المتبعة في حسابات حمل التدفئة هي حساب الحمل الاقصى المتأتي من الظروف التصميمية الخارجية المناسبة التي تم اختيارها.

1/2/1-2 درجة حرارة التصميم الخارجية

قبل اختيار درجة الحرارة التصميمية الخارجية على مصمم منظومة التدفئة أن يحتفظ في ذاكرته اذا كان الفرق بين درجة الحرارة الداخلية و الخارجية كبيراً. يمكن خفض درجة الحرارة الداخلية اعتماداً على:

1. الكتل الحرارية لهيكل المبنى ومكوناته.
2. فيما اذا اشتمل الحمل الحراري الداخلي في الحسابات.
3. التزامن مع فترات التبريد.
4. الحرارة الداخلية الناجمة من الأجهزة و غيرها.

يقصد بالظروف التصميمية الخارجية درجة حرارة البصلة الجافة للهواء و رطوبته النسبية أو درجة حرارة البصلة الرطبة.و تستند هذه الظروف المدرجة في الجدول (2/3-1) الى قياسات دوائر الارصاد الجوية لسنين طويلة و لمنطقة معينة. و تؤخذ درجة الحرارة الخارجية عادة عند مدى تكرار 99 % أو 97.5 % اي ان درجات الحرارة الخارجية تساوي او تفوق الدرجة المذكورة باحتمالية نسبتها 99 % أو 97.5 % من الوقت خلال أشهر الشتاء: كانون الأول و كانون الثاني و شباط. يتم قياس درجة حرارة البصلة الجافة العظمى و الصغرى يومياً وكذلك الرطوبة النسبية. و يحسب متوسط قيم درجات الحرارة العظمى والصغرى لكل شهر من أشهر السنة ثم توضع قيم هذين المتوسطين اليوميين للشهر المعين من كل سنة ولعدة سنوات في جدول ليمكن حساب متوسط آخر لهذه القيم حاصلين بذلك على متوسط يومي لدرجتي

الحرارة العظمى و الصغرى لكل شهر و لموقع معين. كذلك يتم تعيين أعلى وأدنى درجة حرارة مسجلة لكل شهر ثم يحسب متوسط هذه القيم على مدى السنين التي يتم فيها تسجيل القراءات حاصلين بذلك على متوسط شهري لأعلى وأدنى درجة حرارة بصلة جافة لتلك المنطقة. ان تأثير سرعة الرياح و اتجاهها على أية بناية يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار للسببين التاليين:

1. حركة الرياح تزيد من الانتقال الحراري عبر الجدران و السقوف و النوافذ الزجاجية و يكون التأثير في حالة غلاف انشائي خارجي للمبنى ذي عزل حراري ردئ أكبر بكثير من غلاف انشائي ذي عزل حراري جيدا.
2. حركة الرياح تزيد من كمية تخلل الهواء البارد. إذ تحتاج البناية الى حرارة أكبر في الايام التي تكون فيها حركة الرياح شديدة مع درجة حرارة خارجية واطئة، مما تحتاجه في الأيام ذات الرياح الهادئة مع درجات حرارة واطئة كثيراً.

2-1/2/2 ظروف التصميم الداخلية

يقصد إلى ظروف التصميم الداخلية كلاً من درجة الحرارة الجافة والرطوبة النسبية، التي على منظومة التدفئة إدامتها والحفاظ عليها. و تقاس هذه الظروف على ارتفاع حوالي 1.5 متر من أرضية الحيز المدفأ. الجدول (2-1/3) يبين درجة الحرارة التصميمية الداخلية للحيز المدفأ و لفضاءات مختلفة. يعتمد اختيار ظروف التصميم الداخلية على نوعية و استعمال الحيز المدفأ و درجة فعالية شاغلي الحيز اضافة الى الاعتبارات الاقتصادية ولذلك يبني المصمم اختياره للظروف الداخلية على الاسس التالية:

1. ظروف التصميم الخارجية.
2. فترة الاقامة في الحيز المدفأ.
3. نوعية العمل و الجهد لشاغلي الحيز.

في التطبيقات المنزلية حيث يتواجد الناس طيلة ساعات اليوم تستعمل درجات الحرارة الادنى المعتادة اما في التطبيقات التجارية مثل المكاتب و دوائر العمل والموظفين حيث تكون المباني مشغولة خلال ساعات النهار فقط فيمكن استعمال درجات الحرارة الاعلى.

إن عدم اختيار درجات حرارة عالية نسبياً عند تدفئة بعض المناطق مثل مداخل الابنية و قاعات الاجتماعات او المخازن و المناطق التي لا يتواجد فيها الاشخاص الا لفترات قصيرة نسبياً سببه العامل الاقتصادي.

لقد حددت مواصفة الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة و التثليج وتكييف الهواء المرقمة 77-55 مواصفات الظروف الداخلية المريحة ملخصةً بدرجة حرارة جافة 1±20 ^{0}م و رطوبة نسبية 10±50 % و سرعة هواء لا تزيد عن 0.2 م/ثا.

2-1/2/3 نقاوة الهواء ومتطلبات التهوية

يجب ان يكون الهواء داخل الحيز المكيف خالياً من الغازات و الابخرة المؤذية و السامة الروائح غير الصحية و الكريهة. كما يجب ان يكون نقياً من الأتربة. ولتحقيق هذا تجهز كميات كافية من الهواء الخارجي النقي (Fresh Air) لتخفيف مصادر التلوث و الحد منها ضمن تراكيز مقبولة داخل الحيز المدفأ.

تعرف التهوية بانها عملية تجهيز او ازالة الهواء بطرائق طبيعية أو ميكانيكية من الحيز واليه وقد يكون هذا الهواء مسبق المعاملة.

لقد حددت مواصفة الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة و التثليج وتكييف الهواء المرقمة 74-62 و تعديلاتها اللاحقة حدوداً دنيا لمعدلات التهوية من الهواء الخارجي و للتطبيقات المختلفة.

هنالك عامل اقتصادي اساسي يوجب استعمال أدنى حد ممكن من الهواء الخارجي، لأن كلفة تدفئة الهواء الخارجي الى حيز التجهيز أكبر بكثير من كلفة تدفئة الهواء الراجع من الحيز.

2-1/3 جداول معاملات انتقال الحرارة

ان الخصائص الحرارية لعناصر المبنى وهي الجدران و السقوف و الأرضيات و الشبابيك أهم الأسس التي يستند اليها في تصميم أي منظومة تدفئة. ولذلك اذا ما اريد تقليص انتقال الحرارة يجب تحسين خاصية العزل الحراري لهذه العناصر. ونعني بالخصائص الحرارية معاملات انتقال الحرارة الاجمالية التي تعتمد على معامل التوصيل الحراري للمواد التي يتشكل منها الهيكل الانشائي للمبنى وسمكها. كما تعتمد على معاملات انتقال الحرارة عبر الطبقة الغشائية الرقيقة من الهواء الداخلي و الخارجي الذي يعتمد بدوره بصورة اساسية على طبيعة انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي أو القسري كذلك على فرق درجات الحرارة.

يستعان بفكرة المقاومة الحرارية لايجاد انتقال الحرارة عبر عناصر المبنى المركبة في الحالة المستقرة حيث يمكن حساب المقاومة الحرارية لكل عنصر من الخواص الحرارية لمواد هذه العناصر أو يمكن قياس جريان الحرارة خلال هذه العناصر مباشرة باستعمال اجهزة قياس مختبرية.

يبين الجدولان (2-1/1) و (2-1/2) القيم الحرارية لمواد البناء العراقي و للمواد الانشائية الأجنبية التي يمكن استعمالها في حساب المقاومات الحرارية. وتشتمل الجداول (1) حتى (6) من الفصلين (27) و (28) للمرجع [1] على قيم لخواص حرارية يمكن الافادة منها في حساب المقاومات الحرارية لجدران وسقوف وارضيات المبنى.

2-1/4 أحمال التدفئة

حمل التدفئة هو معدل انتقال الحرارة التصميمي من داخل المبنى الى الخارج والذي يجب تعويضه في منظومة التدفئة للحفاظ على ظروف داخلية مريحة. وهناك اعتبارات عند حساب حمل التدفئة ومكوناته لا بد للمهندس المصمم من معرفتها قبل البدء في حسابات تصميمية شاملة.

تشمل حسابات حمل التدفئة تخمين أقصى فقدان حراري من كل غرفة أو حيز يراد تدفئته و الفقدان الحراري المتزامن للبناية حتى الحفاظ على درجة حرارة الهواء الداخلي المختارة. ويمكن تجزئة حمل التدفئة لمبنى معين أو حيز مدفأ الى ما يلي:

1. فقدان حراري انتقالي أو الحرارة المنتقلة من المبنى خلال الجدران و السقوف و الشبابيك و الأبواب و الأرضيات الى الخارج أو الى مناطق مجاورة غير مكيفة.
2. فقدان التخلل أو الحرارة اللازمة لتسخين الهواء البارد الذي يتسرب الى داخل المبنى من الشقوق التركيبية حول الشبابيك و الأبواب الخارجية وأية فتحات موجودة في الغلاف الانشائي للمبنى. وفي منظومات التدفئة المركزية يؤخذ بالحسابات الحمل الحراري اللازم لتسخين هواء التهوية الاضافي.
3. متطلبات حرارية متفرقة مثل ترطيب الهواء الخارجي و اضافة معامل أمان و تسخين هواء التهوية. فمثلاً اذا كانت البناية تقع في منطقة معرضة لتيارات هواء دائمية يضاف ما مقداره من 10 الى 20 % من حمل التدفئة المحسوب كعامل أمان لتغطية ما هو غير منظور من فقدان حراري نتيجة التيارات الهوائية أو تعرض المنطقة لتغيرات جوية سيئة غير متوقعة بين الحين والاخر أو ما شابه ذلك. وفي حالة تخلل هواء خارجي جاف داخل المبنى واستعمال وسائل ترطيب الهواء فان جزءاً من رطوبة الهواء يخرج من المبنى مع هواء التخلل و يجب تبخير كميات اضافية من الماء لادامة رطوبة نسبية مريحة داخل الحيز المكيف.

2-1/4/1 انتقال الحرارة خلال الغلاف الانشائي

يحصل انتقال الحرارة ما بين جسمين درجتا حرارتهما مختلفتان بواسطة التوصيل و الحمل و الاشعاع. و يعرف التوصيل الحراري بأنه عملية تنقل بها الحرارة من منطقة ذات درجة حرارة مرتفعة الى اخرى ذات درجة حرارة واطئة عبر وسط معين (صلب مثلاً). و يعرف الحمل انه عملية تنقل بها الطاقة بالتأثير الجماعي للتوصيل الحراري و الخزن الحراري و حركة الخلط بين السطوح الصلبة و الهواء، و يصنف الحمل تبعاً لطريقة حركة الهواء انه حمل طبيعي (حر) تحصل فيه حركة الخلط بفعل فرق في الكثافة ناتج من وجود اختلاف في درجات الحرارة أو حمل قسري (ميكانيكي) تحصل فيه حركة الخلط بفعل خارجي مثل مروحة الهواء أو مضخة الماء.

يستعان بمعادلة فورير لانتقال الحرارة بالتوصيل باتجاه واحد و عبر مادة منفردة متجانسة ذات معامل توصيل حراري (k) سمكها (X) بالامتار و درجة حرارة جانبيها (t_i) للأعلى و (t_o) للأوطأ في حسابات انتقال الحرارة خلال الغلاف الانشائي للمبنى وكما يأتي:

$$q = k\frac{A}{X}(t_i - t_o) \qquad (1/1-2)$$

حيث ان:

q: الحرارة المنتقلة، W

A: مساحة المقطع ، m^2

k: معامل التوصيل الحراري للمادة ، $W/m.K$

$(t_i - t_o)$: فرق درجات الحرارة ، ^oC

X: سمك المادة ، m

يستعان بفكرة المقاومة الحرارية في ايجاد انتقال الحرارة عبر الجدران والسقوف المركبة ويمكن اعادة ترتيب المعادلة (2/1-2) لتصبح بالشكل التالي:

$$q = \frac{(t_i - t_o)}{\frac{X}{kA}} = \frac{A(t_i - t_o)}{R} \qquad (2/1-2)$$

حيث تسمى $R = \frac{X}{k}$ بالمقاومة الحرارية

يقصد بالجدار أو السقف المركب الذي يتألف انشائياً من عدة مواد. وفي حالة الاستقرار تسري الحرارة بمعدل ثابت عبر اجزائه المتاخمة. ففي حالة جدار مركب من المواد a, b, c.....n ذات مساحات متساوية تمر خلالها الحرارة، تصبح المعادلة (2/1-2) بالشكل التالي:

$$q = \frac{(t_i - t_o)}{\frac{X_a}{k_a A} + \frac{X_b}{k_b A} + \frac{X_c}{k_c A} + \frac{X_n}{k_n A}} = A\,\frac{(t_i - t_o)}{R_t} \qquad (3/1-2)$$

وتكون المقاومة الحرارية:

$$R_t = \frac{X_a}{k_a} + \frac{X_b}{k_b} + \frac{X_c}{k_c} + ... + \frac{X_n}{k_n} \qquad (4/1-2)$$

عند انتقال الحرارة بين سطح صلب و مائع توجد دائماً طبقة غشائية رقيقة من المائع تحاول الالتصاق به، يعتمد سمكها على ظروف انتقال الحرارة بالحمل وكونه طبيعياً أو قسرياً وعلى شكل السطح وزاوية ميله و خشونته بصورة رئيسة. يشار الى معامل انتقال الحرارة عبر الطبقة الغشائية من الهواء بالحرف (h) و وحداتها $W/m^2.K$. كلفن و مقلوبها (R) هو المقاومة الحرارية لهذه الطبقة $R = \frac{1}{h}$. ويميز اعتيادياً بين المعامل (h_i) لسطوح الجدران و السقوف الداخلية و المعامل (h_o) لسطوح الجدران و السقوف الخارجية لاختلاف سرعة الهواء في الحالتين.

وعند ادخال المقاومة الحرارية لطبقتي الهواء الرقيقتين والمقاومة الحرارية لمواد البناء غير المتجانسة ذات مواصلة (C) ووحداتها $W/m^2.K$ ومقاومتها الحرارية $R = \frac{1}{C}$ والمقاومة الحرارية لتجاويف الهواء ذات مواصلة (a) ووحداتها $W/m^2.K$ ومقاومتها الحرارية $R = \frac{1}{a}$ للجدار المركب تصبح المقاومة الحرارية الكلية:

$$R_t = \frac{1}{h_i} + \frac{X_a}{k_a} + \frac{X_b}{k_b} + \frac{X_c}{k_c} + \ldots\ldots\ldots + \frac{X_n}{k_n} + \frac{1}{C} + \frac{1}{a} + \frac{1}{h_o} \qquad (5/1-1)$$

2-1/4/2 درجة حرارة الغلاف الانشائي الداخلي للحيز المدفأ

ان درجة حرارة السطح الداخلي لأي جدار (أو سقف) مدفأ لا تساوي درجة حرارة الهواء الداخلية. وتعتمد درجة حرارة السطح الداخلي هذه على طبيعة انتقال الحرارة بالحمل و كونه طبيعياً او قسرياً و عازلية الجدار (أو السقف) الحرارية و درجة حرارة الهواء الخارجي و سرعة الهواء في الخارج.

اذا وصلت درجة حرارة السطح الداخلي لجدار ما (أو سقف) الى قيمة أوطأ من نقطة الندى للهواء الداخلي فان بخار الماء سيتكثف على ذلك السطح وهو أمر غير مقبول يجب التفكير به والحد منه عند تصميم المبنى.

يمكن حساب درجة حرارة السطح الداخلي لجدار ما أو سقف معين (t_s) من معرفة درجة حرارة الهواء على جانبيه وذلك بتناسب المقاومة الحرارية لطبقة الهواء الغشائية الداخلية (R_f) الى المقاومة الحرارية الكلية لذلك الجدار أو السقف (R_t) مع نسبة فرق درجات الحرارة المناظرتين وكما يلي:

$$\frac{R_f}{R_t} = \frac{\Delta t_f}{\Delta R_t} = \frac{(t_i - t_s)}{(t_i - t_o)} \qquad (6/1-2)$$

2-1/5/2 متطلبات الترطيب

في حالة تخلل هواء خارجي جاف داخل المبنى أو حدوث تجفيف للبخار داخل الحيز المدفأ و استعمال وسائل ترطيب الهواء فان جزءاً من رطوبة الهواء يخرج من المبنى مع هواء التخلل و يجب تبخير كميات اضافية من الماء لادامة رطوبة نسبية مريحة داخل الحيز. الطرائق المستعملة في ترطيب الهواء تشتمل على ما يأتي:

2-1/5/1 الترطيب بالماء

تتم عملية الترطيب باضافة الماء الى تيار الهواء. وهنالك طرائق متعددة مختلفة للترطيب بالماء مثل امرار الهواء خلال حجرة رش (Spray Chamber) تحتوي على قطرات الماء الصغيرة جدا كما في غاسلات الهواء حيث يحصل خفض في درجة حرارة الهواء الجافة مع ثبوت درجة حرارة بصلة رطبة في عملية ثابتة الحرارة كذلك يتم تبريد وازالة الرطوبة أو التدفئة والترطيب من خلال السيطرة على درجة حرارة ماء الرش أو بحقن مباشر لحبيبات ماء صغيرة جدا كالهباء داخل الحيز المكيف مباشرة او في مجرى الهواء

كما في مرطب الهواء الدوراني حيث ترش قطرات الماء بفعل قوة الطرد المركزي. الماء المستعمل في الرش يجب ان يكون مسبق المعالجة للحد من أو منع دخول دقائق الملوثات العالقة فيه الى تيار الهواء وتلويثه.

2-1/5/2 الترطيب بالبخار

الترطيب ثابت الحرارة (adiabatic) ببخار مشبع يتم باضافة بخار الماء الى تيار الهواء. وهنالك طرائق متعددة مختلفة له تتم اعتياديا بحقن بخار ماء مشبع او محمص بواسطة نافثات (nozzles) داخل مجرى الهواء حيث يجهز البخار اعتياديا من مصدر منفصل وبضغط معتدل. وتتم عملية الترطيب بثبوت درجة حرارة البصلة الجافة، وعند حقن البخار الى تيار هواء مسخن يصبح بخاراً محمصاً، فقد تزداد درجة حرارة البصلة الجافة للهواء أو تبقى ثابتة. الماء المستعمل في مرجل البخار يجب ان يعالج كيميائياً لكي لا يكون ضاراً للاشخاص ولا يسبب ضرراً على الآلات. ومن الجدير بالذكر ان قابلية ترطيب الهواء بالبخار تكون أكبر مما في حالة الترطيب بالرش.

2-1/6 طريقة اجراء الحسابات

ان الطريقة المتبعة في حساب حمل التدفئة هي بحساب الحمل الأقصى اللازم لظروف تصميمية خارجية و داخلية للمبنى بحسب المنطقة التي يقع فيها. إذ تتحقق ادنى درجات حرارة شتاءً (في أشهر كانون الأول و كانون الثاني و شباط) في ساعات الليل لحالة الفعالية المنزلية، وفي ساعات النهار للفعاليات غير المنزلية مع وجوب مراعاة ما اذا كانت المنظومة المقترحة حساسة أكثر لدرجات حرارة البصلة الجافة الخارجية كما في البنايات ذات الغلاف الخارجي الكبير، أو حساسه أكثر لدرجات حرارة البصلة الرطبة الخارجية كما في تطبيقات استعمال الكثير من هواء التهوية. و تتلخص طريقة حساب حمل التدفئة بما يلي:

2-1/6/1 حساب الفقدان الحراري الانتقالي

يمكن حساب الفقدان الحراري الانتقالي خلال عناصر الغلاف الانشائي للحيز المدفأ في الحالة المستقرة او الفقدان الناجم من انتقال الحرارة خلال اي سطح باستعمال:

$$q = UA\ (t_i - t_o) \qquad (7/1-2)$$

حيث ان:

q: انتقال الحرارة خلال الجدران، السقوف، الزجاج، الأرضيات و الجدران الداخلية العازلة و السقوف الثانوية، بوحدات (W).

A: مساحة السطح، (m^2).

U: معامل انتقال الحرارة الإجمالي بين الهواء الداخلي والخارجي، $W/m^2.k$

t_i, t_o درجة حرارة الهواء الداخلي والخارجي، ^oC

وفيها U معامل الانتقال الحراري الاجمالي للجدران و السقوف او الزجاج او الأبواب و القواطع الداخلية يحسب من الجدولين (2-1/1) و (2-1/2). وتحسب مساحة الجدران بطرح مساحات الشبابيك و الأبواب

فيها من المساحة الانشائية باستعمال الابعاد الداخلية. أما درجة الحرارة الداخلية فتؤخذ من مواصفات التصميم للظروف الداخلية تبعاً لنوع الفضاء من الجدول (2-3/1). أما درجة الحرارة الخارجية فتؤخذ من الجدول (1-2/3).

وللأخذ بنظر الإعتبار اختلاف درجات الحرارة في فصل الشتاء على طول ارتفاع الحيز (H) عن درجة الحرارة عند خط التنفس (T_b)، تستعمل عادة المعادلة التالية لحساب القيمة التصميمية لدرجة الحرارة الداخلية (t_i):

$$t_{avg} = t_b \ (1 + 0.036 \frac{H}{0.3}) \qquad (2-1/8)$$

حيث أن:

t_b= درجة الحرارة عند خط التنفس، ^oC

H = ارتفاع الحيز، m

t_{avg} = متوسط درجة الحرارة التصميمية الداخلية t_i ، ^oC

2-1/6/2 حساب الفقدان الحراري لهواء التخلل

تعتمد كمية الهواء الذي يتخلل الى داخل المبنى من خلال الشقوق و فتحات التراكيب حول الأبواب و الشبابيك بصورة رئيسة على مدى احكام هذه الأبواب و الشبابيك بصناعتها و تركيبها وعلى سرعة الهواء في الخارج.

ان تخلل الهواء الخارجي الى داخل المبنى يسبب فقداناً حرارياً محسوساً و آخر كامناً. فالحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة هواء التخلل الخارجي البارد شتاءً الى درجة حرارة الهواء الداخلي هي العنصر المحسوس في حين ان الحرارة المقترنة مع صافي الفقدان في الرطوبة من الحيز المدفأ هي العنصر الكامن. إن موضوع تخلل الهواء تم عرضه بالتفصيل في الفصل 25 من المرجع [1].

2-1/6/2/1 فقدان حراري محسوس لهواء التخلل

تحسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين و رفع درجة حرارة الهواء الخارجي الداخل الى المبنى بعملية التخلل الى درجة حرارة الحيز المدفأ باستعمال:

$$q_s = \rho C_p Q (t_i - t_o) \qquad (2-1/9)$$

حيث ان:

q_s: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الهواء الخارجي الداخل الى المبنى من t_o, الى t_i، kW.

ρ : كثافة الهواء الداخل الى المبنى، kg/m^3

C_p: الحرارة النوعية للهواء، $kJ/kg.\ ^oC$

Q: معدل الجريان الحجمي للهواء الخارجي الداخل الى المبنى، m^3/s

باستعمال مواصفات الهواء القياسية C_p=1.0 $kJ/kg.\ ^oC$ ، ρ=1.21 kg/m^3 فان المعادلة (2-1/9) تصبح كالتالي:

$$q_s = 1.21 Q (t_i - t_o) \qquad (10/1-2)$$

2-1/6/2/2 فقدان حراري كامن لهواء التخلل

هو كمية الحرارة المقترنة مع صافي الفقدان في رطوبة الحيز المدفأ التي من الواجب تعويضها باضافة رطوبة الى الهواء الداخلي للحفاظ على ظروف مريحة. ان الطاقة اللازمة لتبخير كمية ما من الماء تكون مساوية الى التي فقدت بالتخلل و يمكن ان تحسب باستعمال:

$$q_L = \rho\, Q\, (W_i - W_o)\, h_{fg} \qquad (11/1-2)$$

حيث ان:

q_L: كمية الحرارة اللازمة لرفع المحتوى الرطوبي لهواء التخلل الداخل الى المبنى من W_o الى W_i، kW.

ρ: كثافة الهواء عند درجة حرارة t_i، kg/m^3

W_o, W_i: المحتوى الرطوبي للهواء الداخلي و الخارجي، kg/kg هواء جاف

h_{fg}: الحرارة الكامنة للبخار عند t_i ، kJ/kg

باستعمال قيمة 2500 كيلو جول/ كغم للحرارة الكامنة للبخار وكثافة هواء 1.21 kg/m^3 فان المعادلة (11/1-2) تصبح كالتالي:

$$q = 3000\, Q\, (W_i - W_o) \qquad (12/1-2)$$

هنالك طريقتان لحساب كمية هواء التخلل الخارجي الى داخل المبنى أولاهما طريقة طول الشق و الاخرى طريقة عدد مرات تبديل الهواء و تتلخص كل منها بما يلي:

2-1/6/2/3 طريقة طول الشق

تعتمد كمية الهواء الذي يتخلل الى داخل المبنى خلال الشقوق و فتحات تراكيب الأبواب و الشبابيك بصورة أساسية على مدى احكامها وعلى سرعة واتجاه الرياح، ومن العوامل التي تساعد على حدوث تخلل الهواء وزيادة معدله تأثير ظاهرة المدخنة الناجمة من ارتفاع المبنى و فرق درجات حرارة الهواء داخل المبنى و خارجه. ان الهواء الذي يدخل المبنى بعملية التخلل لابد من ان يخرج منه بالمعدل نفسه الذي يدخل فيه.

ان أساس حسابات طريقة الشقوق هي كمية الشقوق التي تستعمل في حساب الفقدان الحراري لهواء التخلل والذي يجب ان لا يقل عن نصف الطول الكلي للشقوق في الغلاف الانشائي للمبنى أو الغرفة. في الغرف ذات جدار واحد معرض للخارج فان طول الشق الكلي يستعمل في الحساب في حين في الغرف ذات جدارين أو أكثر معرضين الى الخارج إما ان يستعمل الجدار ذو الشقوق التي تولد أكبر تخلل للهواء الخارجي أو على الأقل نصف الشق الكلي أو أيهما أكبر. لحساب الفقدان الحراري المحسوس (q_s) والكامن (q_L) باستعمال طريقة طول الشق نستعمل ما يلي:

$$q_s = 1.2 BL\, (t_i - t_o) \qquad (13/1-2)$$

$$q_L = 3000\,B\,L\,(W_i - W_o) \qquad (14/1-2)$$

حيث ان:

L: طول شق الشباك أو الباب المعني بالاعتبار، m

B: كمية الهواء المتخلل و تعتمد على سرعة الرياح و نوع الشق، l/s

وتعتمد طريقة احتساب طول الشق (L) على نوع الباب او الشباك وعدد الأطر (الفردات) الثابتة والمتحركة بالنسبة للشبابيك.

تتوافر جداول لمعدل كمية الهواء المتخلل خلال شقوق الشبابيك و الأبواب في الفصل (29) من المرجع [2].

ومن الجدير بالذكر ان دليل أشري(ASHRAE) لعام 1981 اعطى قيمة متوسطة لمعدل كمية الهواء المتخلل مقدارها 0.771 لتر/م طول شق ولسرعة رياح 40 كم/ ساعة.

2-1/6/2/4 طريقة تبديل الهواء

يعتمد تقدير كمية الهواء الذي يتخلل الى داخل المبنى خلال الشقوق بطريقة تبديل الهواء على القيمة التخمينية لعدد مرات تبديل هواء الحيز المدفأ في الساعة (ACH). ان عدد مرات تبديل الهواء هذه معطىً في مواصفة الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة و التثليج وتكييف الهواء (ASHRAE–C22) والذي يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار كدليل في حساب كمية هواء التخلل. يتطلب استعمال طريقة تبديل الهواء الخبرة و الحكمة عند اختيار معدل تغير الهواء، حيث يجب ان تراعى نوعية الهيكل الانشائي للمبنى و الظروف البيئية السائدة وسرعة الرياح و طريقة استعمال الحيز المدفأ و أمور اخرى عند تحديد عدد مرات تبديل هواء ذلك الحيز.في حالة استعمال طريقة تبديل الهواء يمكن استعمال المعادلتين (2-1-9) و (2-1-11) بالتعويض عن كمية هواء التخلل Q بدلالة حجم الغرفة مضروبا ًبعدد مرات تبديل الهواء.

2-1/7 حالات خاصة

في حسابات حمل التدفئة التي شملها هذا الباب تم الاعتماد على المعلومات التي تتعلق بالخصائص الحرارية لهيكل المبنى و الظروف البيئية التصميمية الخارجية و الداخلية. و لأجل اعطاء الموضوع صفة الشمولية يجب مراعاة الحالات الخاصة في الحسبان كالفقدان الحراري الى الغرف و الفضاءات غير المدفأة، الفقدان الحراري الى فضاء العلية الممتدة بين السقف الثانوي و أسفل السطح، و أخيراً الفقدان الحراري من اجزاء سراديب الأبنية الظاهرة فوق الأرض الطبيعية. و لتحقيق هذا الهدف يجب اولاً تخمين درجات حرارة تلك الحالات الخاصة و كما يلي:

2-1/7/1 تخمين درجة حرارة الفضاء غير المدفأ

لحساب كمية الحرارة المفقودة من الفضاء المدفأ الى الفضاء غير المدفأ لا بد من تخمين أو فرض درجة حرارة الفضاء غير المدفأ. درجة الحرارة هذه سوف تكون بين درجة الحرارة الداخلية و الخارجية. اذا كانت المساحة السطحية المجاورة الى الفضاء المدفأ و تلك المعرضة الى الجو الخارجي متساويتين و اذا

كانت معاملات انتقال الحرارة لتلك السطوح متساوية فان درجة الحرارة في الفضاء غير المدفأ يمكن ان تفرض مساوية الى معدل درجات الحرارة التصميمية الداخلية والخارجية. واذا كانت المساحات السطحية و معاملات انتقال الحرارة غير متساوية فان درجة حرارة الفضاء غير المدفأ يجب ان تخمن باستعمال:

$$t_u = \frac{\left[t_i(A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + etc. + t_0(\rho C_p Q_0 + A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + etc.))\right]}{\left[(A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + etc.) + (\rho C_p Q_0 + A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + etc.)\right]} \quad (15/1-2)$$

حيث ان:

ρC_p: كثافة الهواء مضروبة بحرارته النوعية، و تساوي $1.2\ kJ/m^3.{}^oC$

t_u درجة حرارة الفضاء غير المدفأ، ^oC

t_o درجة الحرارة التصميمية الخارجية، ^oC

t_i درجة الحرارة التصميمية الداخلية، ^oC

A_3، A_2، A_1، الخ: المساحات السطحية للفضاء غير المدفأ المعرضة الى الفضاء المدفأ، m^2

A_a، A_b، A_c، الخ: المساحات السطحية للفضاء غير المدفأ المعرضة الى الجو الخارجي، m^2

U_1، U_2، U_3، الخ: معاملات انتقال الحرارة للسطوح A_3، A_2، A_1، الخ، $W/m^2.K$

U_c، U_b، U_a، الخ: معاملات انتقال الحرارة للسطوح A_c، A_b، A_a، الخ، $W/m^2.K$

Q_o: معدل دخول الهواء الخارجي الى الفضاء غير المدفأ بعملية التخلل أو التهوية، l/s

2-1/7/2 تخمين درجة حرارة فضاء العلية

العلية هي الفضاء المحصور بين السقف الثانوي و الجانب الأسفل للسطح بمعدل مسافة 0.3 م أو أكثر. إن تخمين درجة حرارة العلية هو حالة خاصة من تخمين درجة حرارة الفضاء غير المدفأ ويمكن اجراء ذلك باستعمال:

$$t_a = \frac{\left[A_cU_ct_c + t_0(\rho C_pA_cV_c + A_rU_r + A_wU_w + A_gU_g)\right]}{\left[A_cU_c + \rho C_pA_cV_c + A_rU_r + A_wU_w + A_gU_g)\right]} \quad (16/1-2)$$

حيث ان:

ρC_p: كثافة الهواء مضروبة بحرارته النوعية، و تساوي $1.2\ kJ/m^3.{}^oC$

t_a: درجة حرارة العلية، ^oC

A_c: مساحة السقف الثانوي، m^2

A_r: مساحة السقف الاساسي، m^2

A_w: المساحة الصافية لسطح الجدار العمودي للعلية، m^2

A_g: مساحة الزجاج في العلية، m^2

U_c: معامل انتقال الحرارة للسطح A_c، $W/m^2.K$

U_r: معامل انتقال الحرارة للسطح A_r، $W/m^2.K$

U_g: معامل انتقال الحرارة للسطح A_g، $W/m^2.K$

V_c: معدل دخول الهواء الخارجي الى فضاء العلية بواسطة التهوية لكل متر مربع من مساحة السقف الثانوي $l/s.m^2$.

2-1/7/3 تخمين درجة حرارة فضاء السرداب

تعتمد درجة فضاء السرداب على عوامل كالتهوية، ومرور مجاري هواء التهوية أم لا، و وجود معدات التدفئة المركزية أم لا. فعندما يكون فضاء السرداب ذا تهوية جيدة تكون درجة حرارته تكون مقاربة الى درجة حرارة المحيط الخارجي. أما عندما تكون تهوية ذلك الفضاء مقاربة الى ما في فصل التدفئة، او اذا استعمل فضاء السرداب كمجمع للهواء (جزء من منظومة تدفئة الهواء القسري) فان درجة حرارة فضاء السرداب تكون قريبة من درجة حرارة الفضاء المكيف وخلاف ذلك يجب ان تخمن باستعمال:

$$U_f A_f (t_i - t_c) = U_p A_p (t_c - t_0) + U_g A_g (t_c - t_g) + 0.67 \rho C_p V_c (t_c - t_0)/3.6 \quad (2-1/7/17)$$

حيث ان:

ρC_p: كثافة الهواء مضروبة بحرارته النوعية، و تساوي 1.2 $kJ/m^3.{}^oC$ 1.2

t_c: درجة حرارة فضاء السرداب، ^oC

t_i, t_o درجة حرارة الهواء الخارجي و الداخلي، ^oC

t_g: درجة حرارة فضاء الارض، ^oC

A_f، A_g: مساحة الأرضية فوق وتحت السرداب، m^2

A_p: مساحة محيط جدران الاساس المعرض و عتبة الباب، m^2

U_f، U_g: معاملا انتقال الحرارة خلال الأرضية والتربة، $W/m^2.K$

U_p: معامل انتقال الحرارة خلال جدران الاساس المعرض و عتبة الباب ، $W/m^2.K$

V_c: حجم فضاء السرداب ، m^3

الجدول 2-1/1 : الخواص الحرارية لمواد البناء العراقي*

المادة	الكثافة (kg/m^3)	معامل التوصيل الحراري (W/ m.K)	المقاومة الحرارية ($m^2.K/W$)
الجدران			
- الطابوق الاعتيادي	1540-1460	0.60-0.40	-
- الطابوق الخفيف	1000	0.32	-
- الكتل الخرسانية الصلدة	2300	1.70	-
- الطابوق الجيري	1850	0.76	-
- الثرموستون	800-700	0.23-0.12	-
- حجر (400 ملم)	2362	1.802	0.22
- حجر حلان (150 ملم)	2362	1.802	0.083
- طابوق (120 ملم)	1920	0.72	0.166
- طابوق (240 ملم)	1920	0.72	0.33
- طابوق واجهة	2080	1.29	0.255
- جدار خرساني (200 ملم)	-	0.94	0.11
- بلوك خرساني (200 ملم)	-	-	0.19
المواد العازلة			
- الزجاج الخلوي	136	0.0577	-
- الصوف الزجاجي	144-64	0.0361	-
- البرلايت المتمدد	16	0.0562	-
- البولي ستايرين (الستايروبور)	32-16	0.0303	-
- البولي يوريثان	40-20	0.0202	-
- الصوف المعدني	5-32	0.0418	-
- الفيرميوكلايت	96-64	0.0692	-

تتمة الجدول 2-1/1 *

المادة	الكثافة (kg/m^3)	معامل التوصيل الحراري (W/ m.K)	المقاومة الحرارية (m^2.K/W)
مواد تغليف الجدران			
- بياض بالجص (20 ملم)	-	0.47	0.025
- لبخ بالاسمنت	1857	0.721	0.028
السقوف			
- اسفلت (رولة)	1120	-	0.3
- تراب (200 ملم)	1514	0.328	0.617
مواد متفرقة			
- الحصى	1300	0.40	-
- الاسمنت	2200	0.80	-
- حجر البناء الكلسي	2300	1.60	-
- تغليف خشب (15 ملم)	544	0.11	0.132

ملاحظة

*** احتسب معامل التوصيل الحراري للمواد الانشائية المحلية المختلفة المذكورة آنفاً من تجارب اجريت في كلية الهندسة جامعة بغداد ومركز بحوث البناء.**

الجدول 2-2/1 : معامل التوصيل الحراري k والمواصلة الحرارية C للمواد الانشائية بدرجة حرارة ~ 25 °س

المادة ومواصفاتها	ρ (kg/m^3)	k (W/ m.K)	1/k (m.K/W)	C (W/ m^2.K)	R=1/C (m^2.K/W)
أرضيات					
- السجاد واللباد الليفي	–	–	–	2.73	0.37
- بلاطات– اسفلتية، لينوليوم	–	–	–		
- فنيل، مطاط	–	–	–	113.6	0.01
- اسبست، سيراميك	–	–	–		
- خشبية صلدة– سمك 19 ملم	–	–	–	8.35	0.12
الواح البناء					
- اسبست– سمنت	1920	0.578	1.73	–	–
- جبس أو جص 9.5 ملم	800	–	–	17.6	0.06
- جبس أو جص 12.7 ملم	800	–	–	12.6	0.08
- جبس أو جص 15.9 ملم	800	–	–	10.1	0.10
- خشب رقائقي (معاكس)	545	0.115	8.66	–	–
- قطع الواح تشكيل معتادة او خافتة للصوت	288	0.058	17.33	–	–
بياض ولبخ					
- جبس او جص ورمل	1680	0.81	1.24	–	–
- سمنت ورمل	1860	0.721	1.39	–	–
مواد انشائية					
حجر					
- جيري (limestone)	2500	1.3	0.77	–	–
- رخام (مرمر)	2600	2.1-2.9		–	–
- رملي (sandstone)	2200	1.83	0.55	–	–
- غرانيت	2640	1.7-4.0	–	–	–
خرسانة					
- خفيفة (light weight)	1920	0.758	1.32	–	–
- تشمل خلطة الصلصال، صخر	1600	0.516	1.94	–	–

تتمة الجدول 2-1/2

المادة ومواصفاتها	ρ (kg/m^3)	k (W/ m.K)	1/k (m.K/W)	C (W/ m^2.K)	R=1/C (m^2.K/W)
- ركامها من الصخور البركانية	1280	0.361	2.77	–	–
- خرسانة خلوية ركامها من الخبث	960	0.245	4.09	–	–
- خبث وخرسانة خلوية	640	0.168	5.96	–	–
- خبث وخرسانة خلوية	320	0.101	9.91	–	–
- خلطة الرمل والحصى او الحجر	2240	1.73	0.58	–	–
- خلطة حصى او حجر 1-2-4	2000	1.37	0.73	–	–
- (ملاط) مونة السمنت والرمل	1860	0.72	1.39	–	–
<u>طابوق</u>					
- بناء	1920	0.72	1.39	–	–
- واجهة	2080	1.3	0.77	–	–
- ناري ($500\ C^0$)	2000	1.04	0.96	–	–
- ($800\ C^0$)	2000	1.07	0.93	–	–
- كتل خرسانية مجوفة خلطة الرمل والحصى (ثلاث تجاويف بيضوية)					
بسمك 10 سم	–	–	–	7.95	0.13
بسمك 20 سم	–	–	–	5.11	0.2
بسمك 30 سم	–	–	–	4.43	0.23
- ذات تجويفين مستطيلين بسمك 20 سم	577			5.45	0.18
- كتل فخارية مجوفة					
بسمك 10 سم	–	–	–	5.11	0.2
بسمك 20 سم	–	–	–	3.07	0.33
بسمك 30 سم	–	–	–	2.27	0.44

تتمة الجدول 2-2/1

المادة ومواصفاتها	ρ (kg/m^3)	k (W/ m.K)	1/k (m.K/W)	C (W/ m^2.K)	R=1/C (m^2.K/W)
مواد عازلة حرارياً					
- بطانية من الياف معدنية مصنعة من الصخور او الخبث او الزجاج					
بسمك 8.9 -7.6 سم	4.8-32	-	-	0.517	1.94
بسمك 16.3- 13.7 سم	4.8-32	-	-	0.301	3.32
بسمك 17.8- 15.2 سم	4.8-32	-	-	0.226	3.91
بسمك 22.9 -21.6 سم	4.8-32	-	-	0.187	5.34
بسمك 30.5 سم	4.8-32	-	-	0.148	6.77
بلاطات او الواح					
- الياف زجاجية	64-144	0.036	27.73	-	-
- زجاج خلوي	136	0.051	19.81	-	-
- بوليستايرين – متمدد	29	0.036	27.73	-	-
- حبيبات	16	0.029	34.7	-	-
- حبيبات	24	0.035	28.9	-	-
- حبيبات	32	0.033	30.2	-	-
- بولي يوريثين خلوي	24	0.024	43.3	-	-
- قطع من الياف الخشب او القصب خافتة للصوت					
بسمك 12.7 ملم	-	-	-	4.54	0.22
بسمك 19 ملم	-	-	-	3.01	0.33
- ستايروفوم	21-32	0.038		-	-
- صوف	330	0.052		-	-
- صوف زجاجي	24	0.038		-	-
- صوف صخري	160	0.04		-	-
- فلين-حبيبات	45-120	0.045		-	-

تتمة الجدول 2-1/2

المادة ومواصفاتها	ρ (kg/m^3)	k (W/ m.K)	1/k (m.K/W)	C (W/ m^2.K)	R=1/C (m^2.K/W)
- نشارة الخشب	140	0.059		–	–
هواء ساكن					
- افقي– انتقال الحرارة الى اعل	–	–	–	9.26	0.108
- افقي– انتقال الحرارة الى اسفل	–	–	–	6.13	0.163
- عمودي– انتقال الحرارة افقي	–	–	–	8.29	0.121
- مائل45 انتقال الحرارة الى اعلى	–	–	–	9.9	0.110
- مائل45 انتقال الحرارة الى اسفل	–	–	–	7.50	0.133
هواءمتحرك					
- سرعة 24 كم/ ساعة (شتاءً)	–	–	–	34.1	0.029
- سرعة 12 كم/ ساعة (صيفاً)	–	–	–	22.7	0.044
مواد متفرقة					
- اخشاب					
- ابيض	510	0.115	8.67	–	–
- جوز– صاج – صلبة	720	0.159	6.30	–	–
- اسفلت	–	0.75	1.33	–	–
- رمل جاف	1500	0.33	3.04	–	–
- زجاج اعتيادي (سمك 3 ملم)	2700	0.78	1.28	–	–
- خارجي شتاءاً	–	–	–	*6.25	0.16
- خارجي صيفاً	–	–	–	*5.91	0.17
- زجاج معماري	–	–	–	*56.8	0.02
- لباد مانع الرطوبة	–	–	–	*97.5	0.011

***يشمل معامل التوصيل هنا مقاومتي طبقتي الهواء الغشائيتين الداخلية والخارجية فهو اذن معامل انتقال حرارة اجمالي للزجاج**

الجدول 2-3/1 : متطلبات تصميم الفضاءات الداخلية (هواء التهوية ودرجة الحرارة التصميمية) (l/s)

نوع جزء المبنى	الحد الادنى	المفضل	عدد مرات تغيير الهواء في الساعة	درجة الحرارة الموصى بها ^{o}C
مبانٍ سكنية				
- غرف المعيشة والنوم	2.5	3.5-5	1-2	19-21
- مطابخ وحمامات ومرافق	10	15-25	3	18
مبانٍ عامة				
- مرافق صحية عامة	7.5	10-12.5	3	18
- متاجر	3.5	5-7.5	1-1.5	18-20
- صالات الطعام	5	7.5-10	2	18-20
- مطابخ	15	17-5	2	18
- كافتيريا ومطاعم صغيرة	15	17-5	2	19-21
فنادق				
- غرف النوم	3.5	5-7.5	1-2	20-22
- مرافق صحية	10	15-25	3	18
- ممرات	2.5	3.5-5	0.5-1	18
- مداخل وفسحات	3.5	5-7.5	0.5-1	18
- قاعات اجتماعات	7.5	10-15	2	18-20
- غسل وكوي الملابس (لوندري)	10	12.5-15	1-1.5	18
- صالونات الحلاقة	3.5	5-7.5	0.5-1	18
- مرآب تصليح السيارات (للمتر المربع)	7.5	10-15	1-1.5	16-18
دور السينما والمسارح				
- المداخل والقاعات	10	2.5-15		
- الصالة (بدون تدخين)	2.5	2.5-5		
- الصالة (التدخين مسموح)	5	5-10		
- قاعات اللهو الكبيرة	7.5	10-12.5		

تتمة الجدول 2-3/1

نوع جزء المبنى	الحد الادنى	المفضل	عدد مرات تغيير الهواء في الساعة	درجة الحرارة الموصى بها ^{o}C
- ملاعيب البولنك	7.5	10-12.5		
- غرف البلياردو ومكائن اللعب	10	12.5-15		
مكاتب ودوائر				
- مكاتب عامة	1	7.5		
- قاعات اجتماعات	2	12.5		
- عيادات الأطباء	1-1.5	5		
- غرف الانتظار	1-1.5	5		
- غرف الحاسبات الألكترونية	1	2.5		
اتصالات				
- استوديوهات السينما والتلفزيون	1-2	15		
- غرف مراسلي الاعلام	1-2	7.5		
- غرف بدالات	1-1.5	3.5		
معاهد ومدارس				
- قاعات دراسية	2	5	5-7.5	18-20
- مختبرات	2	5	5-7.5	16-18
- صالات كبيرة (عرض واجتماع)	2	2.5	2.5-3.8	16-18
- ملاعب رياضية داخلية	1-2	10	12.5-15	16-18
- مكتبات	1	3.5	5-6	20-22
- مكاتب	1-2	3.5	5-7.5	20-22
- مرافق صحية	3	7.5	10-12.5	18
- قاعات طعام كبيرة	2	5	7.5-10	18-20
- غرف اقسام داخلية	1-2	3.5	5-7.5	19-21
مستشفيات				
- غرف خاصة وردهات	1-2	5	7.5-10	22-24
- صالات عمليات	2	10		22-24

تتمة الجدول 2-3/1

نوع جزء المبنى	الحد الادنى	المفضل	عدد مرات تغيير الهواء في الساعة	درجة الحرارة الموصى بها ^{o}C
- غرف تشريح	2	15	20-25	22-26
عسكرية				
- قاعات منام جنود	1.5	3.5		19-21
- قاعات تدريب	1-2	7.5		16-18
- دور العبادة	1	3.5		18

2-2 تحليل واختيار منظومات التدفئة

2-2/1 مواصفات منظومات التدفئة المركزية

ان الطاقة المستعملة في تدفئة المباني تأتي اعتيادياً من موقع الخدمات المركزية الذي يعمل بطاقات مختلفة منها الكهربائية، النفطية، الغازية أو الشمسية لتتحول عادة إما الى ماء حار في مراجل الماء الحار أو بخار في مراجل البخار. يوزع الماء الحار أو البخار بواسطة شبكة أنابيب ممتدة من محطة التوليد و تنتهي بوحدات التدفئة النهائية في الحيز المدفأ. الاسلوب المركزي في العمل يضمن تجمع الأجهزة في موقع واحد و يحقق توزيع خدمة التدفئة بفائدة و جاهزية و تنوع أكبر. و تعمل اجهزته عادة بفعالية أكثر مع كلف تشغيل و صيانة أقل من الاسلوب اللامركزي. ولكن من ناحية اخرى تحتاج اجهزة الاسلوب المركزي الى فضاء في موقع مركزي و منظومة توزيع ذات قوة دفع أكبر. ان استعمال فرق درجات حرارة كبير لماء التدفئة مع درجة حرارة تجهيز واطئة يخفض سعة الضخ و طاقة المراوح.

ان اختيار معدات التدفئة المركزية يعتمد على ما يلي:

1. السعة المطلوبة وطبيعة الاستعمال.
2. كلفة ونوع الطاقة المتاحة.
3. موقع ومساحة غرفة الأجهزة.
4. مداخن غازات العادم و تأثيرها على البيئة.
5. متطلبات الأمان لغرفة الأجهزة وما يجاورها.
6. نوع منظومة التوزيع.
7. كلف التشغيل و الصيانة.

2/2-2 اختيار المنظومة

على المهندس المصمم لمنظومة التدفئة ان يكون ذا معرفة واسعة بانواع منظومات التدفئة المختلفة و خواصها لكي يكون قادراً على التركيز و التوجه لواحدة أو اثنتين من المنظومات التي تحقق الهدف وتفي بالغرض بحسب رغبة رب العمل. كما يجب على المصمم ورب العمل المشاركة في توحيد الرأي و تقييم المعيار الذي يحقق الهدف التصميمي. وفيما يلي بعض المعايير التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار:

1. متطلبات درجة الحرارة، الرطوبة و ضغط الحيز.
2. السعة المطلوبة.
3. الكلفة الأولية.
4. كلف التشغيل و الصيانة.
5. الاستقرارية و المرونة.
6. تحليل دورة التشغيل.
7. المتطلبات الخاصة للحيز.

بسبب العلاقة المتبادلة بين هذه العوامل يجب على رب العمل و المهندس المصمم الأخذ بنظر الاعتبار كيفية التأثير المتبادل لهذه المعايير. ويكون هذا نسبياً عندما يتعامل المصمم مع أرباب عمل مختلفين اذ غالباً ما تتغير درجة الاهتمام من مشروع الى آخر ولنفس رب العمل. فعلى سبيل المثال تشمل الاهتمامات الاساسية لرب عمل ما الكلفة الأولية مقارنة الى الكلفة التشغيلية، نوع و تكرار الصيانة ومنها التي تحتاج الى دخول الحيز المدفأ المشغول، التكرار المتوقع لتوقف المنظومة و الضرر الناجم، و الوقت اللازم لاصلاحه. اي من هذه الاهتمامات يكون ذا أولوية مختلفة اعتماداً على أهداف رب العمل.

3/2-2 متطلبات الفضاءات

يؤثر شكل البناية، ومتغيرات اخرى، على نوع الفضاء المطلوب للمنظومة الميكانيكية التي سيتم اختيارها وتصميمها. ولا بد من ان تحقق التصاميم النهائية للمنظومة التوفيق بين ما يقترحه المهندس المعماري وما يوصي به مصمم المنظومة من نوع للمنظومة وفضاء مقترح لها، الذي يجب أن يحوز رضا المهندس المعماري ورب العمل (او من يمثله).

بالرغم من تشابه العديد من الأبنية بالتصاميم و الأفكار إلا أن هنالك بعض المعايير الأساسية تطبق على معظم الأبنية لتساعد على اختيار فضاء محدد نموذجي يقرب المتطلبات النهائية. إن متطلبات فضاء الخدمات المركزية يعبر عنها عادة بنسبة مؤية من المساحة الكلية للبناية، كما ان ترتيب الأجهزة و الموقع الستراتيجي للفضاءات الميكانيكية في أثناء عملية التخطيط يؤثران على النسبة المطلوبة لهذا الفضاء. كذلك يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار مواقع مأخذ الهواء الخارجي والهواء العادم واية مصادر اخرى للتلوث في اثناء عملية التخطيط المعماري.

تضم غرفة أجهزة التدفئة مراجل الماء الحار أو البخار او كليهما، و أجهزة خفض الضغط ، مضخات الماء الحار، والمبادلات الحرارية لتجهيز الماء الحار، وضاغطة هواء منظومة السيطرة و مضخات التفريغ الهوائي (vacuum pumps) و ماء التكثيف و الأجهزة الساندة الاخرى بالاضافة الى لوحات التشغيل و السيطرة.

يجب ان يكون للمراجل خصوصاً في منظومات التدفئة المركزية فضاء اضافي مطلوب في جميع الاتجاهات لأغراض التشغيل و الصيانة، وفحص الأنابيب و تبديلها و اصلاحها.

2-4/2 السيطرة الاوتوماتيكية

تعمل أجهزة و ادوات التحكم التلقائي في منظومات و أجهزة التدفئة المركزية في الحفاظ على درجة الحرارة و الرطوبة النسبية و حركة الهواء وربما ضغط الهواء أحياناً ضمن حدود قريبة من الظروف المطلوبة. ان القدرة التصميمية لأي جزء من هذه المنظومات لن تتوافق مع الحمل بصورة عامة وسبب ذلك هو ان الأحمال تتغير بصورة مستمرة وتكون حالة الاستقرار لظرف التصميم حالة غير ثابتة، اي ان حالة الهواء داخل الحيز المدفأ لن تبقى ثابتة طوال النهار فإذا تركت المنظومة تعمل بدون أجهزة سيطرة فان نتاجها سيفوق الحمل لمعظم الأوقات. و لتغيير نتاج هذه المنظومة بصورة تلقائية فلابد أولاً من قياس درجة حرارة الحيز المدفأ و استعمال التغير في درجة الحرارة المقاسة لارسال اشارة الى منظومة التدفئة ومن ثم استعمال قوة هذه الاشارة للشروع في تغيير نتاج المنظومة مع ايجاد الوسيلة لاحداث هذا التغير وتنظيم قدرة المنظومة استجابة للاشارة.

هنالك ثلاث طرائق مستعملة للتحكم الذاتي بمنظومات التدفئة المركزية، هي التحكم ثنائي الموقع و التحكم التناسبي و التحكم العائم (وهي طريقة قليلة الاستعمال). و جميع هذه الطرائق في حال تطور مستمر لتقليل الجهد أو زيادة الاستقرار.

تقسم منظومات السيطرة الى أربعة أنواع تبعاً الى كيفية نقل الاشارة من عنصر القياس الى وحدة التصحيح النهائية وهي كما يلي:

1. منظومة تلقائية العمل تستعمل الضغط أو القوة أو الحركة الناجمة عن عنصر القياس فيها كاشارة تكون مصدراً مباشراً للقوة في وحدة التصحيح. ومثال على ذلك الصمام ثنائي المسالك.
2. منظومة تعمل بالهواء المضغوط، حيث يتوزع الهواء المضغوط من ضاغط هواء بعد تجفيفه الى كل أداة وجهاز تحكم فيها بواسطة أنابيب نحاسية عادة. و يقوم جهاز التحكم بتقليل الضغط بحيث يتناسب مع قيمة الظرف المسيطر عليه الذي يقيسه بتفريغ قسم من الهواء الى الخارج و ينقل الضغط المنخفض أو ضغط السيطرة بعد ذلك الى وحدة التصحيح مسبباً حركة.
3. منظومة كهربائية، وهي اكثر المنظومات استعمالاً لسهولة توليفها مع أنواع التطبيقات المتباينة و تستعمل هذه المنظومة التغيرات في الجهد الكهربائي لنقل الاشارات و لتوفير التيار اللازم لتحريك عنصر التحكم النهائي (وحدة التصحيح).

4. منظومة الكترونية، وهي مشابهة للمنظومة الكهربائية من حيث المبدأ ولكن قوة الاشارات الصادرة من عناصر القياس أضعف بكثير وتصدر الاشارات اعتيادياً من محارير مقاومة أو مزدوجات حرارية أو ثرمستور. و تقوم المضخات الالكترونية بتضخيم الاشارات الى مقادير ملائمة تمكنها من تحريك عناصر وحدة التصحيح.

يجب أن تكون جميع الاجهزة مجهزة بوسائل قياس ضغط و محرار و مقاييس جريان و وسائل موازنة و مخمدات لأغراض المراقبة و الأداء الفعال.

في منظومات التدفئة المركزية الكبيرة و المعقدة يجب ان تحتوي منظومات السيطرة الاوتوماتيكية المذكورة آنفاً على وحدة معالجة دقيقة مع برنامج الحاسوب الخاص بها لتأمين السيطرة المتزامنة المنطقية على عمل المرحلات الكهربائية و الهوائية محولة الاشارات الخارجة الى أوامر كهربائية أو هوائية لتشغيل عناصر التحكم النهائية. كما تؤدي وحدة المعالجة مهمة مراقبة الأداء العام لمنظومة التدفئة المركزية (وكذلك مراقبة نقاط عديدة في المنظومة في آن واحد). فهي هكذا تسمح لمشغل واحد أن يؤدي وظيفة مراقبة أي مكان في البناية بهدف تحسين راحة المستفيدين، ويتفرغ ملاك الصيانة الى واجبات اخرى. ويشير الفصلان (36، 45) من المرجع [3] الى مواقع وسائل القياس في المنظومة، مع توضيح لأنواع من تصاميم وتطبيقات منظومات السيطرة الاوتوماتيكية.

2-5/2 نظام ادارة الصيانة

عند التخطيط لنظام ادارة صيانة فانه يجب ان يتم التخطيط لجميع الأعمال و وضع برمجة زمنية لها: فالصيانة المخطط لها تقسم الى صيانة وقائية واخرى اصلاحية. الصيانة الوقائية هي أحدى أنواع الصيانة المبرمجة لمنظومة التدفئة التي قد تكون فصلية أو نصف سنوية أو سنوية. ويجب ان يراعى ما توصي به الشركات المصنعة من خطوات للصيانة المبرمجة لكي يتم الحفاظ على استمرارية و استقرارية عمل المنظومة وفعاليتها وأمانها. أما في الصيانة الاصلاحية فأن عملية الاصلاح تنجز قبل حدوث التوقف النهائي للمنظومة. ان عملية الاصلاح المتخذة خلال فترة توقف المنظومة خارج فصل التدفئة لتجنب حدوث الفشل تسمى بالصيانة الاصلاحية أيضاً. يجب ان تجرى الصيانة الاصلاحية بمراعاة ما توصي به الشركة المصنعة من خطوات و ملاحظات ارشادية و المبينة في الوثائق الفنية للأجهزة و الآلات.

المراجع

[1] ASHRAE Handbook, "*Fundamentals*", 1997.

[2] ASHRAE Handbook, "*Systems and Equipment*", 1998.

[3] ASHRAE Handbook, Applications, 1999.

[4] Carrier Air Conditioning Co.; "*Handbook of Air Conditioning System Design"*, 1965.

[5] HVAC, "*Heating, Ventilating and Air Conditioning*"; James E.Brumbavagh. Wiley Publishing Inc, 2004.

[6] "*Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*"; Shang K. Wang. McGraw-HILL, 2001.

[7] ASHRAE; *"Thermal environmental conditions for human occupancy"*, ANCI/ASHRAE, standard ss-92, 1992.

[8] ASHRAE; "*Ventilation for acceptable indoor air purity*". ASHRAE, standard 62-89, 1989.

[9] HYDI, "*Heat loss calculation guide*". IBR H21 (1984); IBR H82 (1998).

[10] ASHRAE Handbook, "*Fundamentals";* 1981.

الباب الثالث

منظومات التدفئة المركزية

3-1 منظومات التدفئة المنزلية

3-1/1 عام

يمكن تحقيق متطلبات التدفئة المركزية للأبنية المنزلية باعتماد منظومة مركزية للتدفئة. يتم تحويل الطاقة الى الماء ليصبح ماءً ساخنا او بخارا حيث يتم توزيعه ضمن منظومة التدفئة في ارجاء البناية لغرض التدفئة. هذه الطاقة اللازمة يتم تجهيزها من واحد او دمج أثنين من انواع الطاقة التي قد تكون كهربائية او وقوداً سائلاً او غازياً او صلباً أو طاقة شمسية او طاقة باطن الأرض او غيرها. يعتمد اختيار منظومة التدفئة على مايلي:-

1- السعة المطلوب تدفئتها وتعتمد على موقع البناية والمساحة والمتطلبات المعمارية للبناية.

2- الكلفة ونوع الوقود المتوافر.

3- موضع وسعة الحيز الموجود لمنظومة التدفئة.

4- وجوج مدخنة لسحب الغازات المتبقية او للتهوية.

5- تحضير مستلزمات السلامة لغرفة المنظومة وللمساحات المحيطة بها.

6- نوع منظومة توزيع الهواء للفضاءات.

7- كلفة الأنشاء والعمل الدوري للمنظومة المنزلية.

3-1/2 منظومات التدفئة المجمعة (Packaged Heating System)

يبين الجدول 3-1/1) الأنواع الشائعة لمنظومات التدفئة المنزلية من هذا النوع. يتم اختيار النوع والتصميم اعتمادا على ما يلي:-

1- مصدر الطاقة .

2- طريقة التوزيع وتوصيل الهواء الساخن.

3- الأجزاء الطرفية للمنظومة التي تدفع الهواء الساخن.

3-1/2/1 المكونات الأساسية

يبين الشكل (3-1/1) منظومة تدفئة متكاملة من نوع المجمعة تحتوي على:-

1- مجرى (خط) الهواء الراجع .

2- مرشح هواء .

3- مروحة تدوير الهواء.

4- وحدة خارجية لسحب الهواء.

5- مصدر تجهيز الطاقة : قد يكون فرناً غازياً او مسخنات كهربائية.
6- ملف تبخير.
7- مرطب هواء.
8- مجرى تجهيز الهواء الساخن الى الحيز.

3-1/2/2 طريقة عمل المنظومة

يتم ارجاع الهواء من خلال مجرى الإعادة الى المنظومة حيث يمر على مرشح الهواء ثم عبر مروحة التدوير الى فرن التسخين او مسخنات كهربائية ثم الى جهاز إضافة الرطوبة ومن ثم الى مجاري التوزيع للمنزل.

3-1/3 منظومة المضخات الحرارية

تتراوح قدرة المضخة الحرارية بين (5 kW) الى (100 kW) تدفئة وقد تزيد على ذلك.

3-1/3/1 مميزات المضخة الحرارية

1- يتم تجهيزها بمصدر واحد للطاقة لأغراض التدفئة او التبريد.
2- يمكن تشغيلها لأغراض التدفئة والتبريد.
3- تعطي طاقة حرارية بقدر مرتين الى اربع مرات أكبر من الطاقة الداخلة اليها .
4- لا تحتاج الى فتحات تهوية او مداخن.

3-1/3/2 مبدأ العمل

تقوم المضخة الحرارية بسحب الحرارة من المحيط الخارجي ذي درجة الحرارة الواطئة الى المحيط الداخلي للمنزل ذي درجة الحرارة الأكبر على وفق دورة تبريد (Refrigerant cycle) والموضحة في الشكل (3-1/2) لمضخة حرارية تعمل بين هواء – هواء.

3-1/3/3 المكونات الرئيسة

يبين الشكل (3-1/2) رسماً تخطيطياً لمضخة حرارية نموذجية نوع هواء – هواء لبناية منزل وتضم:-
1- مجرى (خط) الهواء الراجع .
2- مرشح هواء.
3- مروحة تدوير الهواء.
4- مجرى نقل الهواء.
5- مسخنات كهربائية مساعدة.

6- ملفات داخلية.

7- وحدة تكثيف خارجية.

8- وعاء وخط تصريف الماء المتكثف.

9- مجرى تجهيز الهواء الساخن الى الحيز.

10- مرطب هواء إضافي مع ضاغط يرافق الوحدة الخارجية (من الممكن ان يكون منفرداً او ثنائياً) يعملان على التوالي.

11- خطوط توصيل مائع التثليج بالوحدة الخارجية.

3-1/3/4 نظام السيطرة

يشمل نظام السيطرة:-

1- نظام سيطرة لمنع تكون الجليد في المنظومة ويقوم بالسيطرة على الفرق بين درجة حرارة الهواء الخارجي ودرجة حرارة مائع التثليج في الملف.

2- منظم درجة المحيط الداخلي (يقوم بقطع التسخين عند ارتفاع درجة الحرارة).

3- منظم تحويل يدوي (Manual changeover) يقوم بتغيير عمل المضخة الحرارية من التدفئة الى التبريد.

4- متحسسات سيطرة للاستجابة لمتطلبات حمل تدفئة أكبر.

5- مفتاح حماية (Flow switch) يعمل لأيقاف عمل المسخنات الكهربائية او المضخة الحرارية عند توقف حركة الهواء المدفوع من قبل المراوح.

3-1/3/5 متطلبات عمل الزامية

عند استعمال مسخنات كهربائية إضافية يجب ان توضع بعد مكثف المضخة الحرارية كي تعمل الأخيرة بدرجة حرارة تكثيف أقل ومن ثم وضع سعة المنظومة للتسخين وتحسين معامل الأداء الحراري لها.

3-1/3/6 الفحص

1- يتم الفحص قبل التنصيب بالتأكد من مواصفات المضخة الحرارية وموافقتها للمتطلبات ومن منشأ التصنيع.

2- يتم الفحص بعد التنصيب بالتأكد من التوافق بين الظروف التشغيلية والظروف التصحيحية، وضمان ان تكون الاهتزازات والضوضاء ضمن المسموح بها.

3-1/4 منظومة التدفئة بالمشعات (Panel heating)

تهيء هذه المنظومات جواً مريحاً بالسيطرة على درجة حرارة المحيط وتقليل تدوير الهواء ضمن الحيز والأنواع التالية تمثل أغلب انواع الألواح المستعملة :-

1. الواح سقفية معدنية.
2. انابيب مطمورة في السقوف والجدران والأرضيات.
3. الواح كهربائية سقفية.
4. تسخين السقوف والأرضيات كهربائيا.
5. ارضيات مسخنة بالهواء.

3-1/4/1 الحرارة المنتقلة من الواح التسخين

تنتقل الحرارة بطريقة الإشعاع والحمل الحراري الطبيعي حيث تحسب

- الحرارة المنتقلة بالإشعاع

$$q_r=5x10^{-8} [(t_p+273.15)^4 - (AUST+273.15)^4] \quad (1/1-3)$$

حيث

t_p = درجة حرارة سطح لوح التسخين ، ° س

AUST= معدل درجة حرارة كافة السطوح الداخلية وتشمل الجدران والسقف والأرضية والشبابيك والأبواب ماعدا سطوح الألواح ، ° س

- الحرارة المنتقلة بالحمل الطبيعي وتشمل القيم التالية:

1- بين السقف والهواء الداخلي (للحيز)

$$q_c=0.134(t_p-t_a)^{0.25}(t_p-t_a) \quad (2/1-3)$$

2- بين الأرضيات المسخنة والسقف والهواء الداخلي

$$q_c=2.13 (t_p-t_a)^{0.31}(t_p-t_a) \quad (3/1-3)$$

3- بين الجدران المسخنة والهواء الداخلي

$$q_c=1.78 (t_p-t_a)^{0.32}(t_p-t_a) \quad (4/1-3)$$

3-2/4/1 الأجزاء المكونة للوح التسخين الكهربائي

يتكون لوح التسخين الكهربائي كما مبين في الشكل (3/1-3) من سلك مقاومة كهربائية او شريحة كرافيت مطمور فيها اسلاك مقاومة كهربائية. تطمر المقاومة بين طبقتين من عازل كهربائي وتغلق من الخلف بعزل حراري جيد وتغطى من الأمام بطبقة معدنية مطلية بالمينا او بطبقة المنيوم براقة. قدرة اللوح تكون بين 250 W الى 1000 W والأبعاد بين 610 mm x 610 mm الى 2440 mm x 610 mm. يتم تثبيت اللوح بفجوة في السقف او الجدار او يحمل على سطح متدلٍ من السقف.

3-1/4/3 إعتبارات تصميمية

1- القدرة المطلوبة من لوح التسخين

تكون القدرة المطلوبة من لوح التسخين مساوية للحمل الحراري للحيز المدفأ بالنسبة للنوع المسخن كهربائياً، اما النوع الذي يتم تسخينه بالماء الساخن (في منظومة التدفئة المركزية) فتكون القدرة المطلوبة مساوية (للحمل الحراري – الفواقد الحرارية من انابيب توصيل الماء الساخن).

2- التوزيع

يتم توزيع الواح التسخين بحسب الموقع.

3- التحكم بدرجة الحرارة

يتم ترتيبها في مجموعات تخصص كل مجموعة لخدمة حيز واحد ويتم السيطرة على عمل المجموعة الواحدة بمنظم حراري بحسب درجة حرارة الحيز المدفأ.

3-1/4/4 المعاينة والفحص

تتم معاينة الواح التسخين بالإضافة الى وصلات شبكة التمديدات عند التنفيذ للتأكد من:

1- مادة تصنيع الألواح ، القضبان وأدوات التعليق او أية ملحقات مرافقة للتعليق بحسب الشركة المصنعة.

2- قابلية حلقات التعليق للضبط بما يسمح بوضح الألواح بحسب ما هو مناسب.

3- يتعين على متعهد التراكيب توريد وتركيب كل ما يحتاج اليه من أدوات التثبيت والمسامير الملولبة (البراغي) ومانعات الأهتزاز وما شابهها مما يلزم للتثبيت في الأعمال الخرسانية.

4- ضمان عدم وجود اهتزازات او ضجيج عند عمل الألواح.

5- التأكد من ضبط نقاط الكهرباء بشكل سليم.

6- التأكد من عمل الواح التسخين تحت الظروف التشغيلية الفعلية بما فيها عمل منظمات الحرارة.

3-1/5 منظومات التدفئة بالطاقة الشمسية

تعتمد هذه المنظومات على الطاقة المتجددة وهي الطاقة الشمسية التي تتمتع بها بلادنا حيث يتراوح معدل الإشعاع الشمسي بين (600 الى 900) ($kW/m^2/hr$). ويتوقف هذا المعدل على طبيعة الموقع والزمن (أي ساعة من النهار) والفصل من السنة.

3-1/5/1 أنواع منظومات التسخين الشمسية

يمكن تقسيم هذه المنظومات الى ثلاثة أصناف و هي:

1- منظومات ذات النظام السلبي (passive solar heating system) وتنقسم الى:-

أ. منظومة سلبية ذات كسب حراري مباشر (تسخين مباشر بالإشعاع الشمسي) وتعرف بالبيت الشمسي حيث يتم وضع الجزء الأكبر من الزجاج في الواجهة الجنوبية للمنزل وتقليل المساحات الزجاجية في الجوانب الأخرى (المواجهة للشمال والشرق والغرب)

ب. منظومة سلبية ذات كسب حراري غير مباشر مثل البيت الذي تستعمل واجهته الجنوبية او السقف لإمتصاص الإشعاع الشمسي ونقله الى الحيز الداخلي للمنزل.

2- منظومات ذات النظام الفعال (Active Solar System)

يتم امتصاص الإشعاع الشمسي (المباشر اوالمنتشر) باللاقط الشمسي وتحويله الى حرارة ثم نقلها الى مائع تدوير وخزنها في خزان الخزن الحراري لتجهيز المنزل بالماء الساخن (تصل درجة حرارته شتاءً بين 40 ^{o}C الى 60 ^{o}C او تدفئة الحيز عبر مشعات حرارية موزعة داخل المنزل على وفق متحكم حراري (ثرموستات) يوقف حركة مائع اللاقط الشمسي من التدوير خلال ساعات الليل او عند غياب الإشعاع الشمسي.

3- الأنظمة الشمسية الهجينة (Hybrid Solar Systems)

تجمع هذه الأنظمة بين النظام السلبي والنظام الفعال.

3-1/5/2 المكونات الرئيسة لمنظومة التسخين الشمسي

تضم المنظومة أغلب مكونات منظومة التدفئة العادية من مضخات وأنابيب وصمامات وأنظمة سيطرة ، هذا بالإضافة الى الجزء الرئيس في المنظومة وهو اللاقط الشمسي (Solar Collector) وكما مبين بالشكل(3-1/4) وهي:-

1- اللاقط الشمسي (Solar Collector)

ويعتبر الجزء الرئيس في المنظومة إذ ويقوم بامتصاص الأشعة الشمسية الساقطة وتحويلها الى طاقة حرارية يحملها مائع التدوير لينقلها الى خزان. تحسب الحرارة المستحصلة في اللاقط الشمسي من المعادلة التالية :

$$q_u = [I_{t\theta}\ (\tau\alpha)_{\theta} - U_L(t_p - t_{at})\ ]A_{ap} \qquad (3-1/5)$$

ويمكن حسابها أيضاً من المعادلة

$$q_u = \dot{m} C_P\ (t_{fe} - t_{fi}) \qquad (3-1/6)$$

حيث ان:

q_u= الحرارة المستحصلة المفيدة الواصلة الى مائع التدوير ، W/m^2

$I_{t\theta}$= الإشعاع الشمسي الكلي الساقط ، W/m^2

$(\tau\alpha)_\theta$= حاصل ضرب النفاذية τ بالإمتصاصية α عند زاوية السقوط θ.

U_L= معامل خسارة الحرارة ، $W/m^2.K$

t_p= درجة حرارة السطح الماص ، ^oC

t_{at}= درجة حرارة الجو المحيط ، ^oC

$\dot{m}$= معدل التدوير الكتلي للمائع ، kg/sec

C_p=السعة الحرارية للمائع ، $kJ/kg.K$

t_{fe}, t_{fi}= درجة حرارة مائع التدوير عند الخروج من اللاقط الشمسي (e) وعند دخوله اليه (i)، ^oC

A_{ap}= مساحة السطح الماص المعرض للإشعاع ، m^2

تستعمل أنواع مختلفة من اللواقط الشمسية لمنظومات تسخين الحيز وهي:-

1- الأنبوب المفرغ الذي يكون مائع التدوير فيه الماء او الزيت.

2- الصفيحة المسطحة التي يكون مائع التدوير فيها الماء او الزيت.

3- الصفيحة المثقبة التي يكون مائع التدوير فيها الهواء.

<u>فعالية اللاقط الشمسي (ζ)</u>

تحسب فعالية اللاقط الشمسي كالآتي:

$$\zeta = [(\tau\alpha)_\theta - U_L(T_p - T_{at})] / I_{t\theta} \qquad (7/1-3)$$

2- خزان التخزين الحراري :

يكون بحجم (40 لتراً الى 100 لتر) لكل متر مربع من مساحة اللاقط الشمسي (هذا فقط عندما يكون مائع التدوير ماء). يتم عزل الخزان عزلاً جيدا لتقليل الخسائر الحرارية للحد الأدنى خاصة بالليل (يجب ان لا يفقد الخزان أكثر من 3^o س طوال الليل). ويجب مراعاة وجود فتحات دخول وخروج الماء الساخن والبارد من والى الخزان مع ملاحظة تواجد فتحة تنفيس للضغط (عند ارتفاعه داخل الخزان).

3- الأنابيب المستعملة للتوصيل بين اللاقط الشمسي والخزان والمبنى. يجب عزل الأنابيب الساخنة على طول مسارها مع مراعاة تجهيزها بالصمامات اللازمة والتوصيلات لضمان إجراء الصيانة من دون التأثير على الشبكة العامة للمبنى السكني.

4- استعمال مضخات تدوير الماء بقدرة رفع حسب تصميم منظومة الأنابيب في المنظومات القسرية ويجب استعمالها لتدوير الماء الساخن من الخزان الى المشعات الحرارية داخل المنزل.

5- المشعات الحرارية التي يتم توزيعها حسب الحيز المطلوب تدفئته.

6- مسخنات ماء كهربائية مساعدة تستعمل لتغطية النقص الحاصل في الطاقة عند غياب الإشعاع الشمسي.

3/5/1-3 إعتبارات تصميمية وتركيبية

عند تصميم المنظومة يجب الأخذ بعين الإعتبار مايلي:-

1- توضع المنظومة (اللاقط الشمسي وخزان التخزين الحراري) على سطح المنزل مواجها للجنوب وبزاوية ميل مساوية الى خط العرض (33.3^{o} لمدينة بغداد) مع السماح بتغييرها بمقدار $+10^{o}$ شتاءً و -10^{o} صيفاً)

2- يجب ضمان عدم وجود ظلال من المباني المجاورة او من أجهزة التسخين الشسمي الأخرى على سطح المبنى نفسه حتى لاتحجب الأشعة الشمسية في الأوقات المختلفة من النهار.

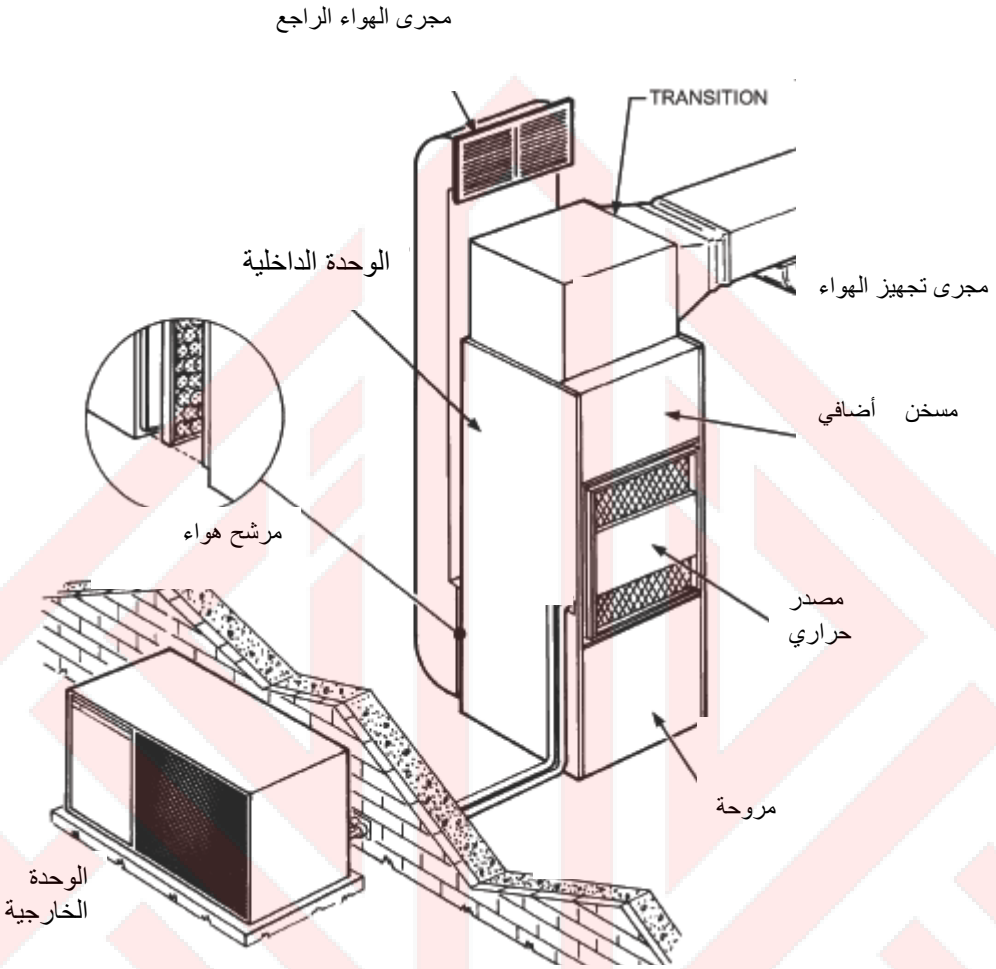
3- يجب مراعاة تثبيت هذه المنظومة تثبيتاً جيداً لتتحمل قوة الرياح على اللاقطات.

4- يجب تنظيف السطح الشفاف مرة كل أسبوع حتى لا تنخفض فعالية المجمع الشمسي لتقليل كلف الأنابيب وتقليل الخسائر الحرارية.

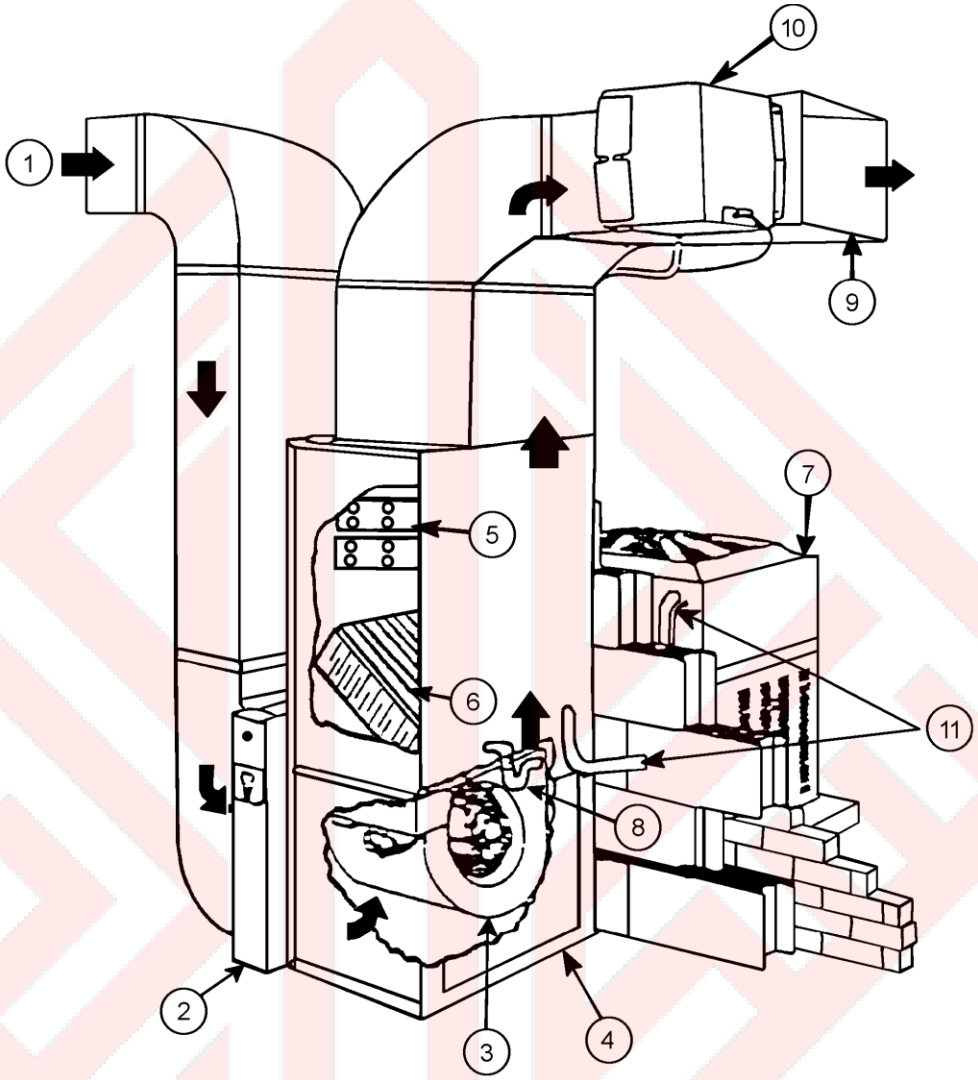
5- يجب ربط اللاقط الشمسي بالخزان والأنابيب بطريقة تضمن تفريغ المنظومة تماماً من مائع التدوير عند الصيانة.

الجدول 3-1/1 : منظومات التدفئة المنزلية

نوع المنظومة	تدوير هواء قسري	مائي	بحسب المنطقة (zoned)
مصادر الطاقة المستعملة	وقود غازي نفط مقاومة كهربائية مضخة حرارية	وقود غازي نفط مقاومة كهربائية مضخة حرارية	وقود غازي مقاومة كهربائية مضخة حرارية
مائع توزيع الحرارة	هواء	ماء بخار	هواء ماء موائع تثليج
منظومة توزيع الحرارة	مجاري هواء	شبكة أنابيب	شبكة مجاري أو أنابيب
الوسائط الطرفية	ناشرات شبابيك توزيع الهواء Registers	مشعات الواح الأشعاع وحدة ملف ومروحة	ادوات محتواة مع المنتج

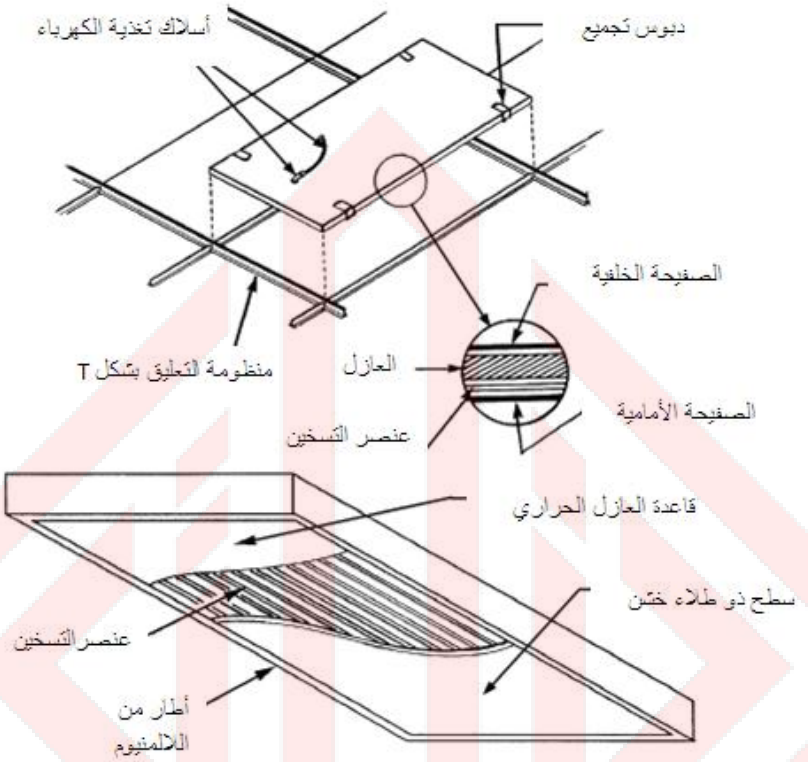


الشكل 3-1/1 : منظومة تدفئة منزلية مجمعة نموذجية

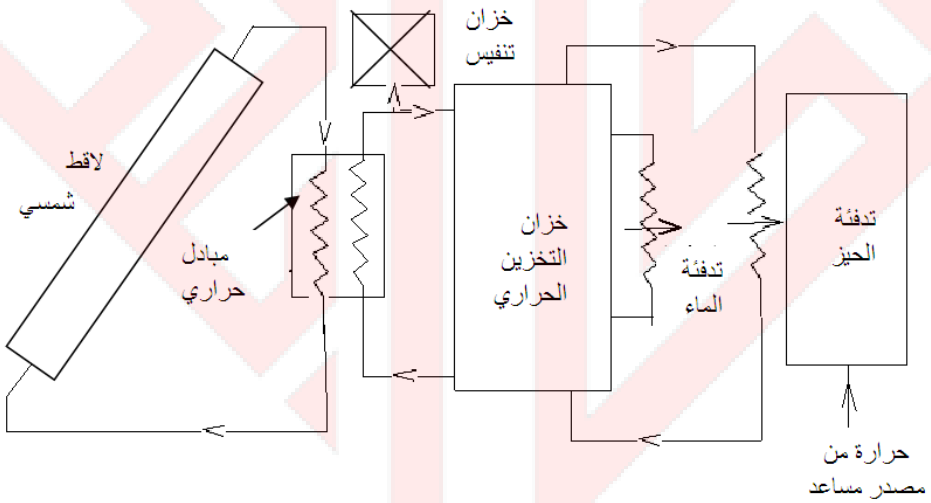


الشكل 3-2/1 : منظومة مضخة حرارية منزلية نموذجية

1	مجرى (خط) الهواء الراجع	7	وحدة تكثيف خارجية
2	مرشح هواء	8	وعاء وخط تصريف الماء المتكثف
3	مروحة تدوير الهواء	9	مجرى تجهيز الهواء الساخن الى الحيز
4	مجرى نقل الهواء	10	مرطب هواء
5	مسخنات كهربائية مساعدة	11	خطوط توصيل مائع التثليج بالوحدة الخارجية 7
6	ملفات داخلية		



الشكل 3-1/3 : لوح التسخين الكهربائي



الشكل 3-1/4: : منظومة شمسية لتسخين المنازل

3-2 منظومات التدفئة بالهواء الحار (Warm Air Heating System)

3-2/1 الأنواع

تصنف هذه المنظومات الى نوعين بحسب المصدر الحراري للتسخين وهما :-

1- نوع مباشر

ويتم فيها إضافة حرارة بصورة مباشرة الى الهواء من خلال استعمال وقود غازي، سائل، أو مصدر كهربائي . يجب أن يكون الوقود المستعمل ضمن متطلبات العمل ووفق أعتبارات الأمان المنصوص عليها في ASHRAE code 2008 , ch.30 ، ويمكن تقسيم هذا النوع من المنظومات الى:

أ- منظومة تدفئة حيز بتدوير هواء حار بصورة طبيعية (Natural circulation) وتعتمد هذه المنظومة على فرق الكثافة في تدوير الهواء.

ب- التدفئة بتدوير قسري لهواء مسخن بأستعمال أفران.

جـ- التدفئة بالهواء الحار باستعمال وحدات مجمعة (Packaged Unit).

د – التدفئة باستعمال المضخة الحرارية.

2- نوع غير مباشر

ويتم فيها إضافة حرارة الى الهواء الجاري على أنابيب أو بين الواح تحمل بخاراً أو ماء ساخناً.

3-2/2 مواصفات المنظومة

وتتميز بما يلي:

1- إعطاء نتائج سريعة بالتدفئة، لذا فهي تلائم الابنية الصغيرة والكبيرة.

2- التهوية تكون جيدة باستعمال هذه المنظومة.

3- إحتمالية حصول أضرار من عملية ألإنجماد تكون معدومة.

4- لايجوز ارتفاع درجة حرارة الهواء فوق 71 ^{o}C وذلك لظهور نتائج غير مرغوب فيها مثل الهواء اللافح واحتراق بعض المواد العالقة بالهواء.

5- ينشأ منها إنحدار كبير في درجات الحرارة بين السقف والأرضية مقارنة" بطرائق التدفئة الأخرى .

6- تتعرض المنظومة الى انغلاقات جزئية او كلية عند عدم تنظيف المرشحات أو استبدالها.

7- تحتاج هذه المنظومة الى فضاء كبير مقارنة بالطرائق الأخرى.

3/2-3 أجزاء المنظومات

1/3/2-3 وحدة التسخين

وتكون على أنواع وهي:

1/1/3/2-3 فرن الهواء الحار

ويشمل وحدة حرق مباشر للوقود (قد يكون غازياً ، سائلاً أو صلباً). يتم فيه تسخين الهواء بامراره على السطوح الساخنة بدون امتزاجه بغازات الأحتراق وكما مبين في الشكل (1/2-3).

2/1/3/2-3 وحدة تسخين بالأنابيب أو السطوح المزعنفة

يمرر الهواء على السطوح الساخنة بسرعة كبيرة باستعمال مروحة كهربائية الى الحيز المراد تدفئته. قد تكون هذه الوحدات أرضية أو معلقة كما مبين في الشكل (2/2-3) .

تصنع الملفات وتعاير وتختبر. تكون الأنابيب الملتفة لمرور الماء البارد والساخن ذات زعانف ومصنوعة من النحاس غير الملحوم أما الزعائف فتصنع من النحاس أو الألمنيوم وتثبت ميكانيكيا على الأنابيب. يصنع الغلاف ودعامات الأنابيب من الصلب المغلون (المطلي بالزنك) أو غير القابل للصدأ و تكون الدعامات مشكلة لتعطي الأنابيب قوة تحمل.

تجهز الأنابيب الملتفة بصاعدات أو أنابيب تجميع رئيسة مصنوعة من النحاس أو الحديد مع حوض تجميع ماء التكثيف مصنوع من ألواح الصلب المغلون أو أى مواد اخرى معتمدة ومقاومة للصدأ ومعزولة حراريا ومجهزة بمخرج لتصريف الماء.

3/1/3/2-3 ملفات التسخين تعمل بالكهرباء

تركب هذه الملفات في وحدات دفع الهواء (Air Handling Unit) أومجارى الهواء. تتكون عناصر التسخين من سلك مقاومة مصنوع من سبيكة النيكل كروم (أو من أية مادة أخرى معتمدة) وملفوف لولبيا ويحيط بهذا السلك غمد من مادة مقاومة للتأكل. تكون الوصلات بين الملف الكهربائى وصندوق الوصل من مادة مقاومة للحرارة. يصنع الصندوق الحاوى على السخان من مواد مقاومة للتآكل والصدأ. تجهز ملفات التسخين بأبواب كشف

وعزل مقاومة للحريق. تجهز ملفات التسخين الكهربائية بقاطع تلقائي الحركة (أوتوماتيكي) وآخر حرارى للحماية من ارتفاع درجة الحرارة.

3-2/3/2 مرشحات الهواء

تستعمل مرشحات الهواء لترشيح الهواء الخارجي أو الهواء المخلوط المعاد توزيعه كما تستعمل في حالات معينة لترشيح الهواء المطرود . وتكون المرشحات من النوع الذي يسهل نزعه. وقد تكون من النوع متكرر الاستعمال أو غير متكرر الاستعمال الذي يجب تبديله عند اتساخه.

يجب ألا يكون مرشح الهواء في حالته النظيفة قابلاً للاحتراق . كما يجب ألا تقل نقطة الوميض (Flash Point) للبخار المنطلق من السوائل المستعملة لتغطية المرشح عن $165\ ^{o}C$. ويجب أن تركب

مرشحات الهواء بصفة عامة قبل ملفات التسخين، وبأسلوب يسمح بمرور الهواء بشكل منتظم عبرمادة الترشيح . ويجب ان تركب مآخذ الهواء الخارجي على ارتفاع لا يقل عن 1.2 متر من سطح الارض ، بعيدةً بدرجة كافية عن اي سطوح قذرة او ملوثة، أو مصادر الابخرة والروائح الكريهة. كما يجب ان تركب منافذ بمشبك حماية لحجز الحشرات قبل مرشحات الهواء. وفي الاماكن المعرضة للعواصف الرملية أو الترابية يجب ان تركب مصائد رمال (Sand Traps) على مآخذ الهواء.

3-2/3/2/1 المرشحات الابتدائية القابلة للتنظيف (متكررة الاستعمال) Cleanable (Washable) Filters

تتألف هذه المرشحات من إطار من الصلب المغلون أو الألومنيوم أو أي مواد أخرى مقاومة للصدأ والتآكل مع مانع تسرب ومرابط سريعة الفتح وشبكة من المعدن أو البلاستيك تعمل كساند لمادة المرشح .

وتصنع مادة المرشح من عدة طبقات من مواد مقاومة للصدأ مثل رقائق الألومنيوم الممتدة أو الألياف الصناعية مثل الصوف الزجاجي أو السليلوز أو ما شابه ذلك من مواد قابلة للتنظيف بالهواء المضغوط أو الماء والمنظفات الصناعية أو البخار لإعادة الاستعمال مرة أخرى. ويمكن أن تكون مادة المرشح من النوع الجاف أو المطلي بمادة لزجة لرفع فعالية الترشيح لها .

تكون مادة المرشح على شكل ألواح غير قابلة للاشتعال ذات سمك يتراوح بين 12mm إلى 100mm ملم وفعالية ترشيح وزنية متوسطة تصل إلى حوالي 75 % ومقاومة أولية لسريان الهواء لا تزيد عن 50 Pa عند سرعـــــة

2 m/sec أو كما هو مطلوب في مستندات المشروع. ويجب أن لا تستعمل هذه المرشحات لسرعات أكبر من 3 m/sec. ويجب أن يتم غسلها عندما تصل مقاومتها لسريان الهواء 125 Pa .

ويوصى باستعمال المرشحات المطلية بمادة لزجة في الأماكن الصناعية التي فيها نسبة تلوث عالية للهواء على أن تكون مادة الطلاء ذات لزوجة مرتفعة وغير سامة وتتحمل درجات الحرارة المرتفعة ومقاومة للاشتعال وللتبخر وليست لها رائحة ولا تتفاعل مع البكتريا ويمكن إزالتها من المرشح بواسطة تيار من الماء البارد أو الساخن أو البخار ثم يعاد طلاؤها بالمادة اللزجة مرة أخرى إما بالغمر أو عن طريق الرش .

ويجب أن لا تقل قابلية مسك الغبار لهذه المرشحات (Dust Holding Capacity) عن $1500gm/m^2$ من سطح مادة الترشيح ويمكن أن تركب بمستوٍ عمودي على اتجاه سريان الهواء أو على شكل متعرج لزيادة سعة الترشيح وخفض مقاومتها لسريان الهواء. ويبين الجدول (3-2/1) أداء مرشحات الحجز اللزجة .

3-2/3/2/2 المرشحات الابتدائية غير متكررة الاستعمال (Throw Away Filters)

يكون لهذا النوع من المرشحات نفس الاستعمال والتركيب والفعالية للمرشحات المذكورة في العبارة السابقة. تصنع مادة المرشح من الصوف الزجاجي أو الألياف الصناعية بسماكة اسمية قدرها 50 mm أو كما هو مطلوب بمستندات المشروع وتكون هذه المرشحات قادرة على العمل عند سرعات مختلفة حتى 2.5 m/sec بدون تفاوت كبير في فعاليتها.

3-2/3/3 المراوح

تكون هذه المراوح من النوع الذي يعمل بسحب الهواء أو دفعه خلال الملف بحسب ما هو مذكور في مستندات المشروع وتصنع هذه المراوح طبقا للمواصفة ARI 430 وتتكون من التالي:

1- مروحة طاردة مركزية ذات مدخلين وتوازن إستاتيكيا وديناميكيا بالمصنع بعد تركيبها في وحدة التكييف المركزية.

2- تكون نوعية دولاب المروحة (IMPELLER WHEEL) معتمدة على قيمة الضغط الاستاتيكي الكلي وبالتفصيل التالي:

حتى 50 ملمتر عمود ماء (WG) يستعمل النوع ذو الريش المنحنية إلى الأمام. ومن 50 إلى 100ملمتر عمود ماء (WG) يستعمل النوع ذو الريش المنحنية إلى الخلف. ولما زاد على 100 ملمتر عمود ماء (WG) يستعمل النوع ذو الريشة المحورية Radial.

3- يركب المحرك الكهربائي إما على الوحدة أو على الأرض ويتصل بالمروحة بواسطة أحزمة نقل الحركة.

4- تصمم أحزمة نقل الحركة بحيث لا يقل تحملها عن 150% من قدرة المحرك المتصل بها.

5- تؤمن البكرة القابلة للضبط ما لا يقل عن 20% من التغيير في سرعة المروحة.

6- ينهى عمود الإدارة بشكل مناسب ويركب على كراسي تحميل من النوع الكروي مجهزة بوسائل تشحيم من خارج الوحدة أو تركب محامل كروية دائمة التشحيم.

3-2/3/3/1 الضوضاء الصادرة عن المراوح (Fan Noise)

يجب أن تخضع الضوضاء للمواصفات القياسية التالية:

AMCA Standard 300

ASHRAE Standard 68/ AMCA Standard 330

وكذلك لمدونة العزل الصوتي (م.ب.ع. 503)

3-2/3/3/2 التحكم التلقائي (الأوتوماتيكي) لإيقاف المروحة

1- تجهز هذه المراوح بوسيلة إيقاف تلقائية (أوتوماتيكية) عن طريق استعمال كاشف دخان يوضع في مجرى الهواء الراجع .

2 - يجهز مسار الهواء بقاطع دخان (Smoke damper) لعزل وحدة المروحة عن باقي المسار بتأثير متحسس دخان (Smoke sensor) مركب على وفق الكود القياسي NFPA 72 .

3 - يتم تركيب صفائح تلقائية الحركة لمسار الهواء الجانبي (Automatic by-pass damper) لتنظيم خروج الهواء خارج المبنى تحت تأثير متحسس دخان معتمد.

3-2/3/4 ترطيب الهواء

تحدد سعات مرطبات الهواء المنزلية باستهلاك الماء (لتر\ اليوم تشغيل) ، وتخضع السعات وطرائق الاختبار إلى متطلبات المواصفة ARI-610 بالنسبة للأجهزة المنزلية.

3-2/4/3/2/1 الترطيب التبخيرى غير المباشر

يتم فيها إمرار هواء ثانوي (هواء جوى أو هواء راجع من حيز التدفئة) على آلة ترطيب تبخيرى مباشر ليبرد وتزداد رطوبته ثم يمرر على مبادل حرارى لتسخينه ثم يدمج مع التيار الأصلى للهواء الجوى الخارجى المطلوب تسخينه .

3-2/4/3/2/2 الترطيب التبخيرى المباشر

يتم فيه تبخير الماء فى مسار الهواء مباشرة وينتج من ذلك انخفاض فى درجة حرارة الهواء وزيادة فى رطوبته. وقد يتم تمرير الهواء عبر مواد مسامية مختلفة مبللة بالماء بسحبه بواسطة مراوح مع تدوير الماء من حوض أو خزان بواسطة مضخة أنابيب للرش أو بنثر الماء أمام المواد المسامية. ويجب مراعاة ما يلى:

أ – تصنع هياكل الأجهزة والمراوح بنفس مواصفات وحدات دفع الهواء مع مراعاة دهانها بمواد مقاومة للصدأ إذا صنعت من مواد حديدية أو قد تصنع من اللدائن المسلحة بألياف الزجاج (الفايبر كلاس) واللدائن البلاستيكية.

ب – عند استعمال الأوساط العشوائية كمادة حشو مسامية فتكون من نشارة الخشب، أو البلاستيك أو الغرويات أو أى مادة شبيهة وغير سامة وعديمة الرائحة. ويجب ان توضع داخل هيكل يضمن الحفاظ على شكلها كلوح يتراوح سمكه من 30 الى 100 ملمتر بحسب الاستعمال كما يضمن الاحتفاظ بالماء وعودته الى حوض التجميع كما يسمح بمعالجة هذه الأوساط لزيادة قابليتها للاحتفاظ بالماء ولمقاومة البكتيريا والفطريات وباقى الكائنات الدقيقة .

ج – عند استعمال حشو من وسيط مسامى صلب فانه يصنع من مواد سليلوزية أو من اللدائن المسلحة بألياف الزجاج (الفايبر كلاس) المصلبة والمعالجة كيمائيا ضد العفن ، ويتراوح سمك الحشو بين 100 و 600 ملمتر. كما يمكن أن يكون الحشو الصلب على شكل قرص دوار يغمس فى حوض الماء لضمان البلل، أو يتم ترطيبه باستعمال أجهزة الترطيب التبخيرى بإضافة سخان للهواء قبل مروره على الحشو المبلل أو بتسخين الماء فى الحوض.

د – المراوح المستعملة هي من النوع ذي الريش المنحنية الى الأمام وتدار بمحرك كهربائي عن طريق سير ناقل على شكل حرف V .

هـ – سرعة الهواء عبر الحشو تكون بين 0.5 و 1.3 متر بالثانية مع فرق ضغط مناسب لتحقيق السريان المطلوب.

و – يجهز حوض أو خزان تجميع الماء بصمام تغذية يعمل بواسطة عوامة مقاوم لتسرب الماء والصدأ.

ز – يوصل الحوض بوصلات تحكم فى تغذية الماء ومرشحات إذا كان الماء المستعمل غير مرشح، كما يوصل بوسائل تصريف مناسبة. ويجب تركيب مرشحات مناسبة فى مجرى الهواء لجمع الماء وإعادته الى الحوض.

ح – يسمح فى بعض التطبيقات بفصل المراوح عن الحشو المبلل بحيث يكون كل منهما فى أحد جوانب الحيز.

3-2/4 تدابير الأمان الوقائية

1- كل أنظمة مجارى الهواء أو التدفئة يتم تصنيعها وتحميلها وتقويتها وتركيبها لتحقق هيكلا قوياً.

2- لا بد من تجهيز المنظومة بخوانق الحريق (Fire Dampers) على وفق مواصفات مدونة حماية الأبنية من الحريق (م.ب.ع. 405). يتم تركيب الخوانق في مجارى الهواء وفى الفتحات الموجودة في الفضاءات العمودية الممتدة على إرتفاع المبنى وطبقاته وجدرانه وقواطع الحريق والسقوف المصممة كسقوف حريق .

3- يجب ترك مسافات محيطة بالفرن للسيطرة على مراقبة عمله وإمكانية إجراء صيانة دورية له.

4- من المهم تنظيف منطقة العمل المحيطة بالمنظومة بشكل دوري من الماء و الوقود و العدد وجعلها خالية لسهولة الحركة.

5- يجب تهيئة تهوية وإنارة جيدة للمنطقة المحيطة بالمنظومة.

3-2/5 الفحص و الاختبار

يجب فحص واختبار الأجزاء التالية :

1- الصمامات: يتم فحص مرونة وصحة عملها على وفق الفعالية المطلوبة.

2-مقاييس الضغط : يتم التأكد من عدم وجود خدوش، أو أغطية مكسورة، مع إمكانية فتحها و ربطها بالمنظومة وأن تكون استجابتها لتغييرات الضغط تعمل على وفق المتطلبات.

3- منظمات الحرارة (thermostat) : يتم التأكد من عمل المنظم بضبط درجة الحرارة بفحص قيامه بعملية

الفصل بصورة صحيحة.

4- الأنابيب والمجاري الهوائية : يتم التأكد من عدم وجود نضح أو تسريب ، وفحص متانة الربط المطلوبة.

5- المروحة : يفحص عملها بصورة صحيحة ، مع اختيار محاملها ومحركها من ناحية العمل والتزييت.

6- وحدة التسخين: تفحص بحسب نوعيتها:

أ- كهربائية : تفحص الأسلاك والتوصيلات الكهربائية وعمل المسخن بصورة صحيحة طبقا للمواصفات العالمية، مع التأكد من عدم ظهور دخان أو روائح احتراق. كما يفحص سطح المسخن قبل وبعد تشغيله.

ب- الأفران: يتم فحص لون ووضع وتوزيع شعلة الأحتراق ، مع التأكد من خلو خزان وأنابيب الوقود من النضوح أو التسريب ، كما يفحص تحمل منظومة الوقود لضغط يصل الى 6.8 جو أو بحسب مواصفات المصنع. ويفحص كل من المشعل (burner) وتوصيلاته، طريقة إشتعال الوقود (في حالة إشتعال بالشرارة الكهربائية)، سطوح انتقال الحرارة داخليا وخارجيا منظومة سحب غازات الأحتراق وعمل منظومة السيطرة بصورة صحيحة.

ج- يتم اختبار ملفات التسخين بالمصنع (على الأقل) والتي تعمل بالماء تحت ضغط (30 جو) (ضغط مقاسgage pressure).

7- يجب فحص مرشح الهواء من ناحية قابليته للاحتراق . وأن يجتاز اختبار (Cleveland open cup tester) بحسب تقويم أداء مرشحات الهواء على وفق الاختبارات القياسية للجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والثليج وتكييف الهواء رقم 52- 76 واختبار DOP أو ما يعادله من الكود الأوروبي من أحدث إصدار وتعديلات (Eurovent Standards 4 / 5).

3-2/6 اعتبارات الصيانة

1- يجب التأكد الدوري من جميع وسائل التحكم في المنظومة.

2- يجب ألا تتم إعادة تشغيل المنظومة إلا بعد إعادة الضبط يدويا بأن يتم تفعيل وسيلة التحكم للأمان مما يؤدي إلى إيقاف النظام تلقائياً (أوتوماتيكيا).

3- يجب تصحيح عمل المشعل لتوليد شعلة نظيفة بدون دخان، و تعديل الشعلة بحيث لا تضرب سطح الفرن مباشرة أو سطوح المبادل الحراري.

4- يجب تصليح أو إستبدال أي جزء عاطل من شبكة أنابيب تجهيز الوقود لفرن تسخين الهواء.

5- يجب إستبدال الأجزاء العاطلة أو المتضررة من أجهزة القياس.

6- يجب إستبدال حلقات أو أقراص الصمامات المتضررة .

7- يجب تنظيف مرشحات الهواء، و استبدالها عند الضرورة.

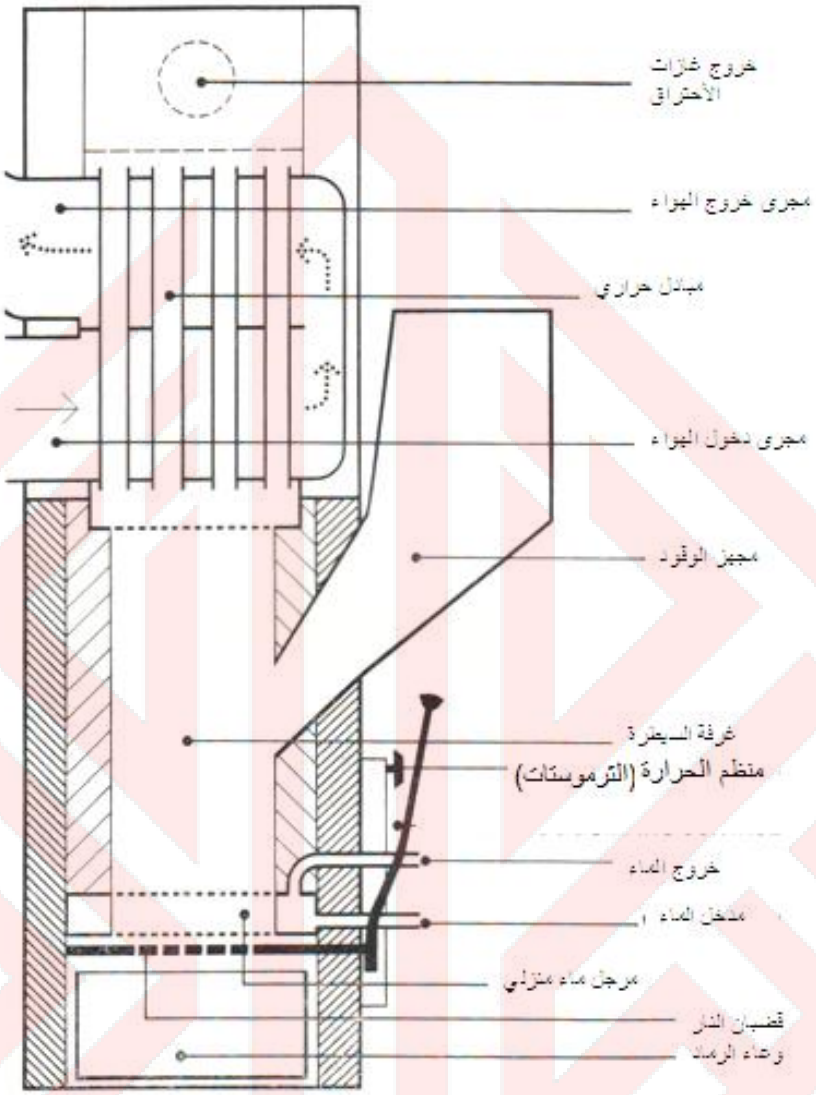
8- يجب تنظيف مجرى الهواء من تراكمات الأوساخ والغبار.

9- يجب تزييت محامل محركات المراوح بحسب توصيات المصنع.

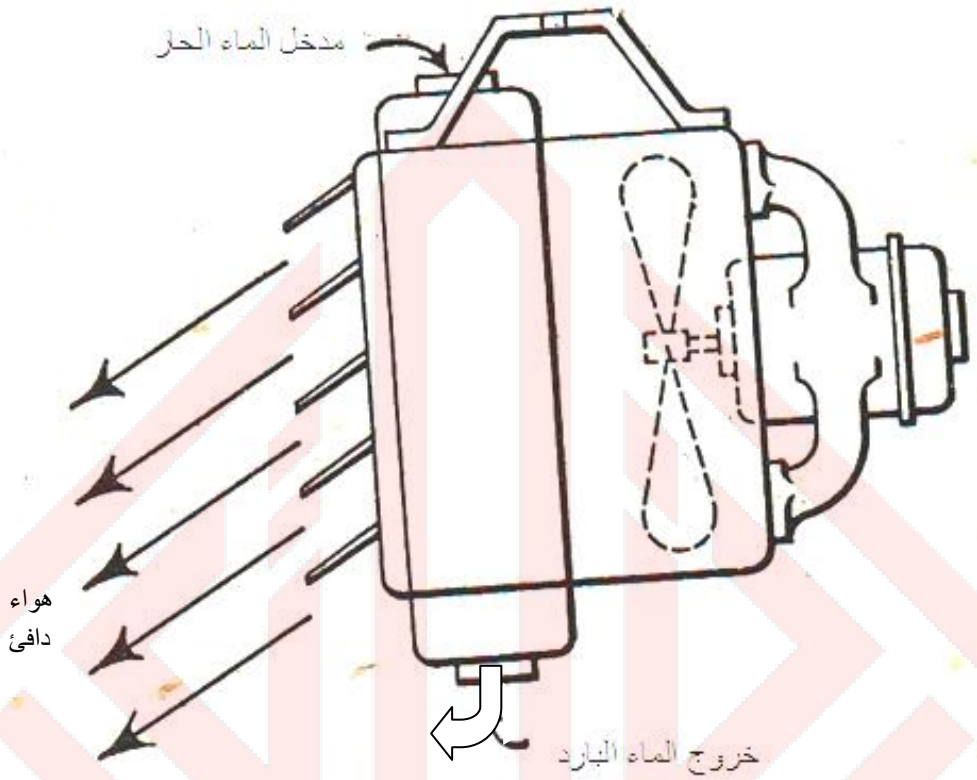
10- يجب تنظيف السطوح الداخلية والخارجية للمبادلات الحرارية.

الجدول 3-1/2 : أداء مرشحات الحجز اللزجة (Viscous Impingement Filters)

سمك المرشح [mm]	الفعالية الوزنية وفقاً لاختبار ASHRAE [%]	الفعالية – ببقع الغبار الجوي وفقاً لاختبار ASHRAE [%]	سعة مسك الغبار وفقاً لاختبار ASHRAE [gm لكل $1700m^3/hr$]
أقل من 25	50 – 20	10-5	140 -70
45 – 25	75 – 50	15 - 5	360 – 120
65 – 45	80 – 60	20 – 5	540 – 180
100 – 65	85 – 70	25 – 10	760 – 240



الشكل 3–1/2 : مقطع لمسخن هواء يعمل بحرق الوقود



الشكل 3-2/2 : وحدة تسخين هواء تعلق بالسقف وتعمل بالماءالحار

3-3 منظومات التدفئة بالماء الحار

تستعمل منظومات الماء الساخن لتجهيز الحرارة الى الأجواء المكيفة بربط مصدر الماء الحار عن طريق الأنابيب الى وحدات نهائية موضوعة في الحيز المطلوب تدفئته.

3-3/1 الأنواع

يمكن تصنيف هذه المنظومات وفقا لـ [ASHRAE 1976] الى منظومات ذات درجة حرارة واطئة وأخرى متوسطة وعالية.

3-3/1/1 منظومة تدفئة بالماء الحار واطئة درجة الحرارة (Water Heating System WHS)

تعمل بظروف تشغيل أدنى من 120^oC وضغط 860 kPa (ضغط مقاس gage pressure) وتستعمل فيها مضخة لتدوير الماء.

3-3/1/2 منظومة تدفئة بالماء الحار متوسطة درجة الحرارة

تبلغ درجة حرارة الماء بين ($175^oC>t>120^oC$) ، وقيمة ضغط التشغيل بين 860 kPa الى 1030 kPa.

3-3/1/3 منظومة تدفئة بالماء الحار عالية درجة الحرارة (Water Heating Systems WHSS)

تعمل المنظومة بماء ساخن درجة حرارته تزيد على 175^oC ولضغط مقاس يصل الى2000 kPa (gage pressure). تصل حدود درجة الحرارة العملية الى $230\ ^oC$ بسبب تحديدات الضغط على توصيلات الأنابيب والأجهزة والأجزاء التكميلية.

3-3/2 مواصفات المنظومة

3-3/2/1 منظومة تدفئة بالماء الحار (واطئة درجة الحرارة)

وتمتاز بما يلي:

1- تستعمل في البنايات المنزلية المنفردة والصغيرة وكذلك في الأبنية الكبيرة ذات التفاصيل المعقدة.

2- الوحدات الطرفية لنقل الحرارة الى الحيز تضم حاملات، مشعات حرارية من مادة حديد الزهر، لوحاً رئيساً مع أنابيب مزعنفة تجارية، وحدات مروحة مع ملف، وحدات تسخين، وحدات تهوية، وحدة نقل الهواء متعددة المناطق، ألواح اذابة الثلج.

3- فيها ملف لنقل الحرارة داخل أو خارج المرجل يستعمل لتجهيز الماء الحار مباشرة الى منظومة الماء المنزلية أولخزان الماء الرئيس.

4- يتم تجهيز منظومة الماء بخزان تخزين الطاقة يستعمل عندما لا تعمل مصادر تجهيز الطاقة كالمرجل.

3-3/2/2 منظومة التدفئة بالماء الحار ذات درجة الحرارة المتوسطة أو العالية

وتتميز بما يلي:-

1- المنظومة يجب أن تكون مغلقة.

2- هبوط درجات الحرارة يكون اكبر مما ورد في الفقرة 3-2/3-1 وكمية الماء المدورة في المنظومة تكون أقل.

3- الضغط في أي جزء من المنظومة يجب أن يكون دائما اكبر من الضغط المشبع المقابل لدرجة الحرارة في المنظومة لتجاوز حصول التبخير.

4- تجهز الوحدات الطرفية بماء بدرجات حرارة مختلفة للسيطرة على كمية جريان الماء ودرجةحرارته ، وتربط عدة وحدات على التوالي أو بطرائق أخرى.

5- يعمل المحتوى الحراري العالي للماء في المنظومة كدولاب تنظيم حراري(thermal flywheel) للسيطرة على التذبذبات الحرارية .

3-3/3 متطلبات خاصة

3-3/3/1 ربط شبكة الأنابيب

3-3/3/3/1 منظومة ربط التوالي

يربط مصدر تجهيز الماء بأنبوب واحد الى خط الأرجاع. يبين الشكل (3-3/1) منظومة لحلقتين متواليتين وتعتبر حلقات متوالية منفصلة .

3-3/3/3/2 منظومة الأنبوب الواحد للماء الحار

يبين الشكل (3-3/2) هذه المنظومة. حيث يربط فيها موزع بشكل حرف T على الخط الرئيس وعند التفرع للتجهيز والأرجاع لكل وحدة طرفية.

تستعمل هذه المنظومة في المنازل الصغيرة. و يخزن الماء بدرجات حرارة واطئة في المرجل و يتم تغذية الغرف بمشعات عبر انابيب فرعية كما هو مبين في الشكل (3-3/2).

يجب ان يكون المشع الحراري في نهاية الشبكة اكبر من ذلك الموجود في بدايتها، او ان يكون الانبوب ذا قطرٍ اكبر عند التقدم باتجاه نهاية الشبكة نظراً لفقدان الحرارة باستمرار عند تدوير الماء عبر الشبكة لكون كل وحدة طرفية تقوم بازالة جزءٍ من الحرارة.

3-3/3/1/3 منظومة ماء حار بأنبوبين

يتم إعتماد خط رئيس واحد لتجهيز الماء الحار و خط رئيس واحد لرجوع الماء البارد في المنظومة الموضحة في الشكل (3-3/3). يكون هبوط درجة الحرارة التصميمي هو(12 ^{o}C) [ASHRAE 2000] علما أن هذا الفرق بدجات الحرارة كبير جداً في العراق ويفضل فرق قدره 5 أو 6 درجات سيلزية. يوجد نوعان من هذه المنظومة:

أ- منظومة ترجيع مباشر من كل وحدة تسخين طرفية حيث يكون اتجاه الجريان معاكساً لإتجاه حركة الماء في خط التجهيزويعود الى المرجل باقصر مسار، وهو يعتبر النوع الشائع.

ب- منظومة ترجيع عكسي حيث يعاد الماء الراجع بنفس اتجاه أنبوب تجهيز الماء الحار ولغاية آخروحدة طرفية و كما مبين في الشكل (3-3/3)، وبذلك يكون طول انبوب تجهيز الماء وطول انبوب الماء الراجع لأي وحدة متساويين لجميع وحدات التدفئة.

3-/3/3/2 منظومة مرجل الماء

يتم استعمال مرجل انابيب النار (Fire Tube Boiler) لإنتاج الماء عالي درجات الحرارة، او مرجل بخاري او اي مبادل حرارة مفتوح او مغلق لتسخين الماء. يتم اعتماد توصيات مصنع المرجل، و يمكن الرجوع الى مواصفة المرجل ASME التي تضم المتطلبات الخاصة . يبين الشكل (3-4/3) التوصيلات الرئيسة لمنظومة مرجل الماء الحار.

3-3/3/2/1 مواصفات المرجل

1- يجب ان تكون عملية فصل الهواء عن الماء في المرجل فعالة.

2- تكون أعظم درجة حرارة و أقل سرعة للماء في المرجل.

3- يتم تجميع البخار في الجزء العلوي من المرجل و يجب مد انبوب سحب الماء الحار من أسفل المرجل لضمان عدم سحب هواء أو بخار.

4- يجب توصيل الهواء المجمع بجهاز تنفيس او خزان انضغاط.

3-3/3/3 مضخة التدوير

تكون منظومة ضخ الماء الحار مكونة من مجموعة ضخ واحدة او مجموعتين. تستعمل مجموعة الضخ المنفردة لتدوير الماء في المرجل و المنظومة معا كما مبين في الشكل (3-3/5).

اما مجموعة الضخ الثنائية فتستعمل مضخات خاصة لتدوير الماء في المرجل (يتم تجهيز كل مرجل بمضخة واحدة)، ومجموعة ضخ اخرى للمنظومة كما مبين في الشكل (3-3/6).

3-3/3/4 الخزانات

3-3/3/3/1 خزان الانضغاط والتمدد

يجب تجهيز منظومة الماء الساخن بخزان إنضغاط يكون مملوء جزئياً بالماء عند عدم تشغيل المنظومة لاستيعاب تمدد الماء عند تسخينه. يوضع الخزان في أي مكان مع ملاحظة امكانية تقليص حجمه كلما زاد ارتفاعه عن مستوى المرجل. تعتمد مواصفة ASME الخاصة بخزان الانضغاط عند تصميم خزان الانضغاط الخاص بمنظومة التسخين بالماء الحار.

3-3/3/3/2 سعة الخزان

(أ) الخزان المفتوح

يجب أن تكون سعة الخزان المفتوح أكبر أو تساوي 6% من كمية الماء المحتوى في المنظومة ويتم وضعه على ارتفاع (1 م) أو أكثر فوق أعلى نقطة في المنظومة.

(ب)الخزان المغلق

تعتمد سعة الخزان على عاملين: الأول هو عامل تمدد الماء ، والثاني هو ضغط المنظومة التشغيلي على فرض ان درجة الحرارة تكون ثابتة.

يمكن حساب حجم الهواء الأدنى في الخزان (V_1) بتحديد قيمة حجم الماء المتمدد (V_2) ، الضغط الأدنى للخزان (P_1) والضغط الأعظم للخزان (P_2) كما هومبين:

$$(V_1 = P_1V_2 / (P_2-P_1) \qquad (1/3-3$$

حيث أن قيمة P_1 ، P_2 هو الضغط bar .

يضاف 10% من مجموع الحجمين (V_1+V_2) للرواسب التي تتواجد في الخزان لتحديد الحجم الكلي للخزان.

3-3/3/4/3 إعتبارات خاصة

1- عند استعمال مانع ضد الانجماد فإن حجم خزان الانضغاط يجب أن يكون 50% أكبر مما هو عليه عند استعمال الماء فقط.

2- عند إنخفاض مستوى الماء في خزان الأنضغاط تقوم منظومة السيطرة بإضافة هواء أو غاز النتروجين داخل الخزان للحفاظ على مستوى الضغط فيه.

3-3/3/5 العزل الحراري لشبكة الأنابيب والخزان

1- يجب عزل شبكة المياه الساخنة عزلا" حراريا" طبقا" للمواصفة العربية للهندسة الصحية والمواصفة العربية لتكييف الهواء والتبريد والتحكم.

2- يجب عزل جميع أنابيب شبكة المياه الساخنة التي تمثل جزءً من منظومة المياه الساخنة التي تقع خارج البناية طبقا" لنفس المواصفة أعلاه.

3- يجب زيادة سمك العزل الحراري عندما يكون معامل التوصيل الحراري له أكبر من أقل مقدار محدد في بنود العزل الحراري المثبتة في المواصفة العربية للهندسة الصحية والمواصفة العربية لتكييف الهواء والتبريد والتحكم لتحقيق معدل الأداء المطلوب.

3-3/3/6 ملفات انابيب تسخين الهواء

يوصى في منظومة التدفئة بالماء الحار ذات درجة الحرارة العالية (High Temperature Water HTW) أن تكون ملفات الأنابيب مصنوعة من سبيكة نحاس- نيكل أو الفولاذ عندما تصل درجة الحرارة لقيمة أكبر من 205^oC . يمكن استعمال انابيب البراص لدرجة حرارة أقل من $205\ ^oC$ ولكن بعد التأكد من ملاءمته في المنظومة.

3-3/3/7 متحسسات القياس والسيطرة

تستعمل الأجهزة التالية في منظومة تسخين الماء الحار.

1-مقاييس الضغط : يتم تثبيتها عند أنابيب الدخول والخروج من المضخة، و عند خزان التمدد والأنضغاط وعند كافة المواضع التي تساعد قراءات الضغط فيها على عمليات التشغيل والصيانة.

2-مقاييس درجات الحرارة : يجب وضعها عند نقطة الخروج من المرجل للسيطرة على عملية الأحتراق، ونقطة الخروج من المضخة وعند مشعات الحرارة الى الحيز وعند اي موقع يكون عرضةً لتغيير كبير في درجة الحرارة.

3- لأجل السيطرة على عملية الأحتراق داخل المرجل تستعمل أجهزة بحسب ما يوصي به ASHRAE HANDBOOK & Product Directory . لا يجوز إستعمال أجهزة سيطرة متقطعة (on-off) على خط الضغط وذلك لفقدان الضغط عند الأطفاء والذي قد يؤدي الى تبخير الماء والتكثف في مضخات منظومة التدفئة بالماء الحار عالية درجة الحرارة.

4- توضع صمامات السيطرة عند خط الرجوع من وحدات نقل الحرارة للحيز لتقليل درجة حرارة عمل الصمام ولمنع تآكل قفل الصمام بسبب تبخير الماء ذي درجة الحرارة العالية عند تصريفه لضغط أدنى.

3-3/4 تدابير الأمان الوقائية

1- لايجوز استعمال مضخات ذات أجزاء من نحاس أو حديد زهر لنقل ماء الأسالة لاحتوائه على الأوكسجين المذاب ومواد أخرى تؤدي الى التآكل الكيميائي.

2- يجب تصميم ونصب شبكة الأنابيب بطريقة تمنع الإجهادات غير المرغوب فيها.

3- يجب تصميم المنظومة بصورة جيدة وتتبع بمراقبة هندسية لتجاوز حالة تصريف كميات من البخار الى الضغط الجوي وفي حيز محدود (ستكون حالة مشابهة لحالة انكسار انبوب ضخم أو انفجار خزان التي ترافقها ظروف خطرة جدا").

4- يتم تجهيز كل المراجل وأوعية الضغط بصمام أمان أو صمام تسريب الضغط المرتفع لضمان عدم زيادة الضغط عن المعدل المقبول للنظام .

5- يجب تركيب كل الصمامات رأسياً في منطقة المرجل وأن يستطيع المشغل الوصول اليها جميعاً.

3-3/5 الفحص والأختبار

1- يتم فحص تجهيز الوقود لكل المراجل مع فحص وضعية الأحتراق.

2- فحص عمل المضخات .

3- يفحص تصريف المرجل بصورة صحيحة على وفق المواصفات . وعلى أن يكون ذا قدرة تصريف تتناسب مع كمية الطاقة المتولدة أو طبقاً لمتطلبات جهات الترخيص المختصة.

4- يفحص عمل صمامات التنفيس .

5- تتم معايرة وفحص أجهزة القياس من ناحية الأعطال، ككسر الغطاء الزجاجي وعدم استجابة الجهاز أو توقفه وغيرها.

6- يتم فحص المنظومة من ناحية التسريب بالظروف التشغيلية وظروف الأيقاف.

7- يتم التأكد من إحكام عزل التوصيلات الكهربائية.

8- تفحص كافة أجهزة القياس والتأكد من استجابتها للظروف التشغيلية المتغيرة.

3-3/6 اعتبارات الصيانة

1- لا يجوز إضافة مائع انجماد الى منظومة تدفئة قديمة قبل تنظيفها بصورة جيدة.

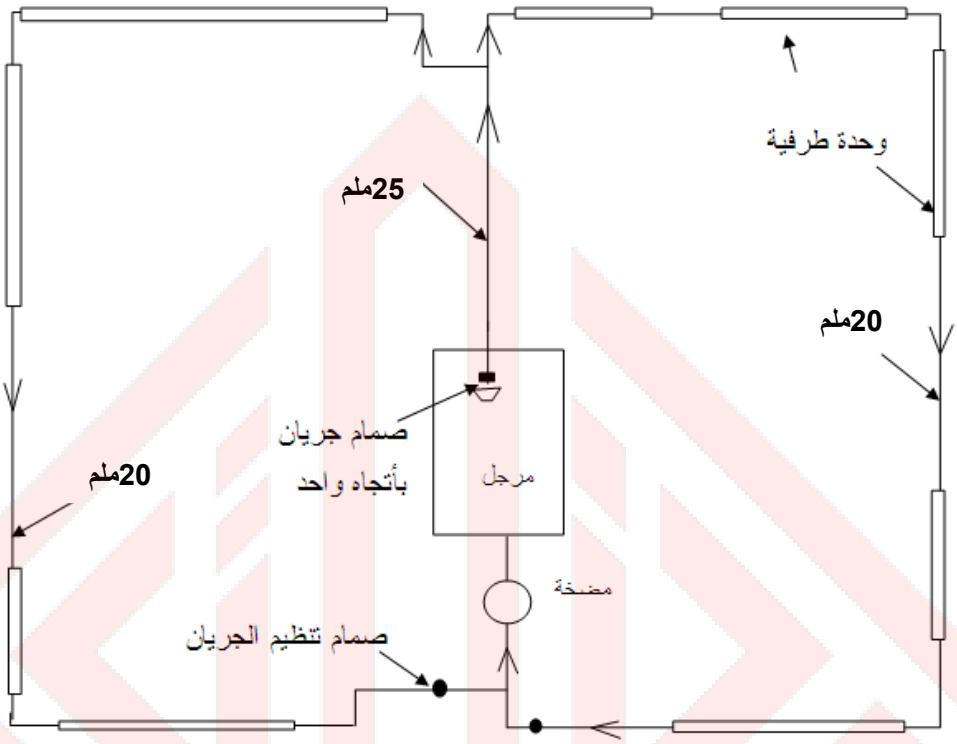
2- تُغسَل المنظومة وتُنَظَف داخليا بتدوير خليط يحتوي على (454 غم) من ثلاثي فوسفات الصوديوم لكل (190 لتراً) من الماء في المنظومة وبنفس درجة حرارة التشغيل لمدة بين ساعتين الى ثلاث ساعات.

3- تملأ المنظومة بماء الإسالة مع فحص حامضيته بورق عباد الشمس أو ورق الهدرجة .

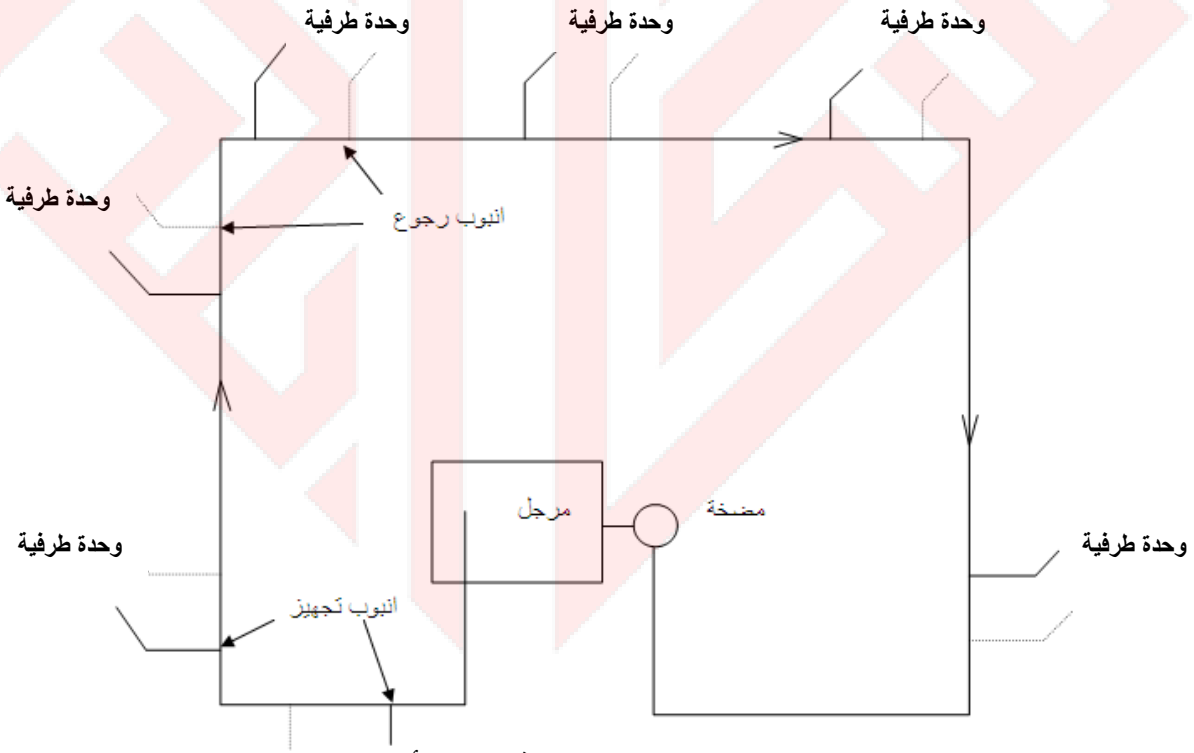
4- يتم إجراء فحص دوري للماء للتأكد من ملاءمته للمنظومة كيميائيا" (من حيث درجة الحامضية واحتوائه على الأوكسجين).

5- يتم إجراء فحص دوري لسطوح المواد الفولاذية في المنظومة للتأكد من سلامتها من التآكل بسبب عوامل الأكسدة وتعرضها الى درجة الحرارة العالية لمدد طويلة.

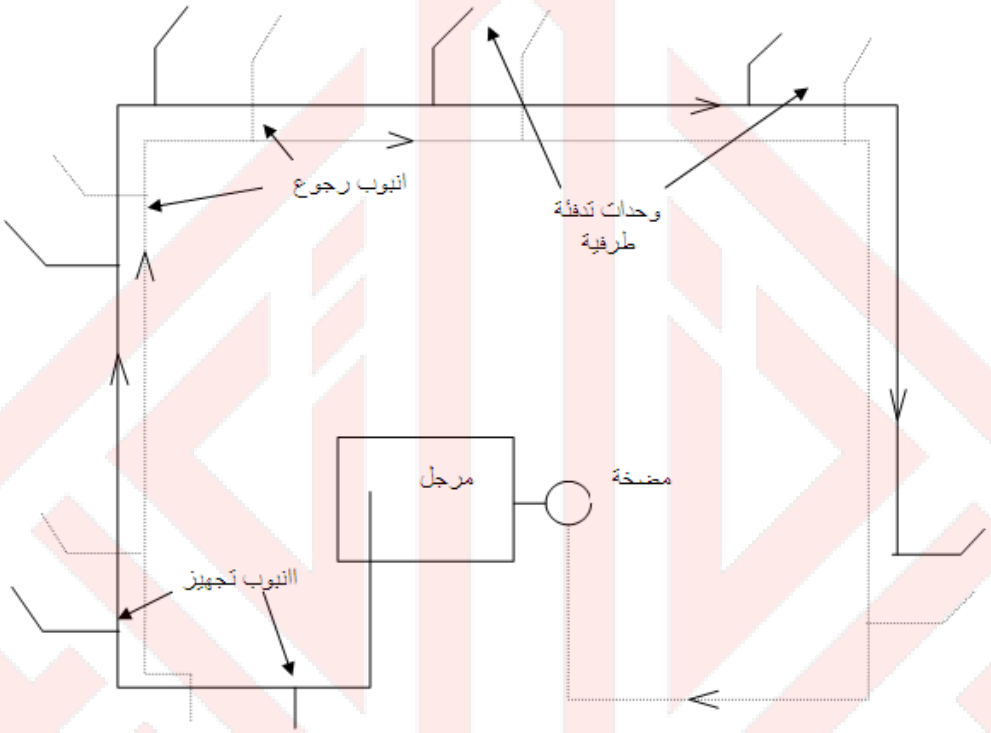
6- تتم معاينة وفحص انابيب المرجل بشكل دوري للتأكد من عدم انسدادها بسبب الترسبات والشوائب.



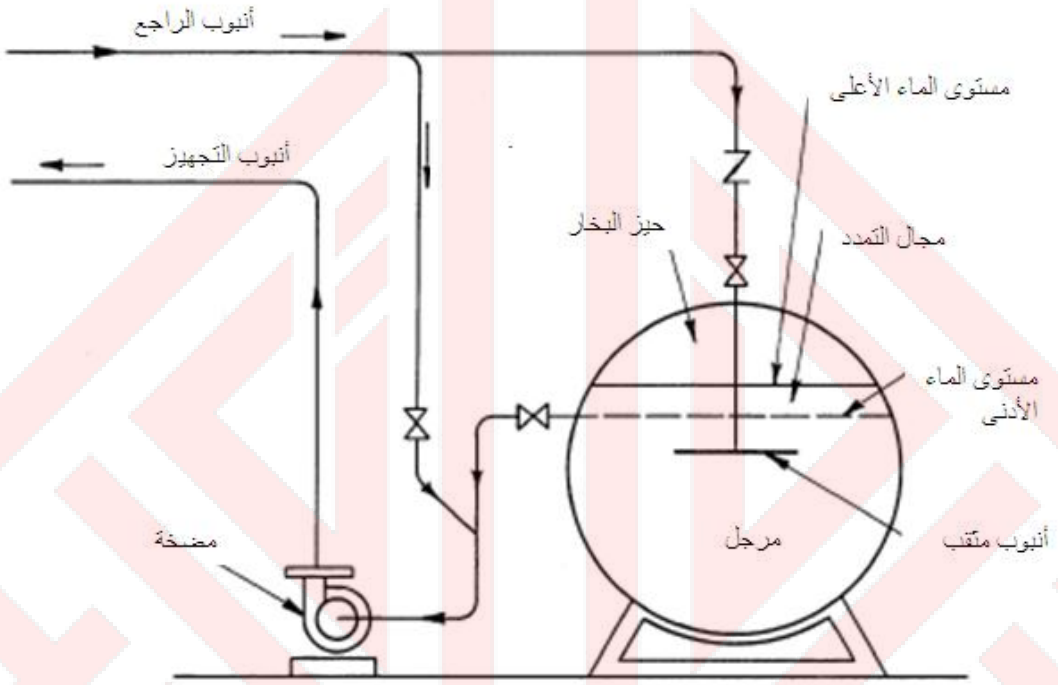
الشكل 3–1/3: منظومة ربط شبكة أنابيب متوالية



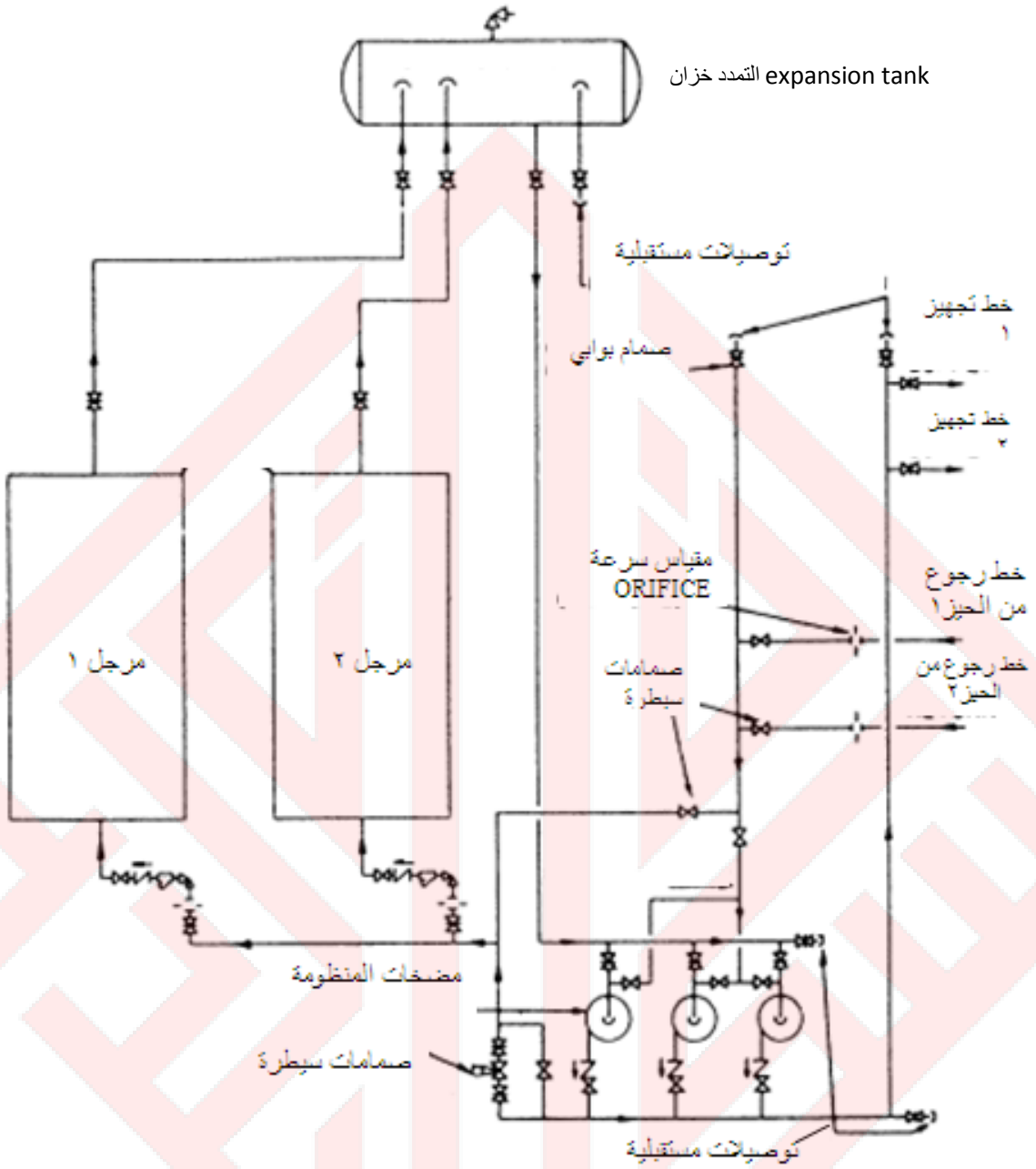
الشكل 3–2/3: منظومة ربط الأنبوب الواحد



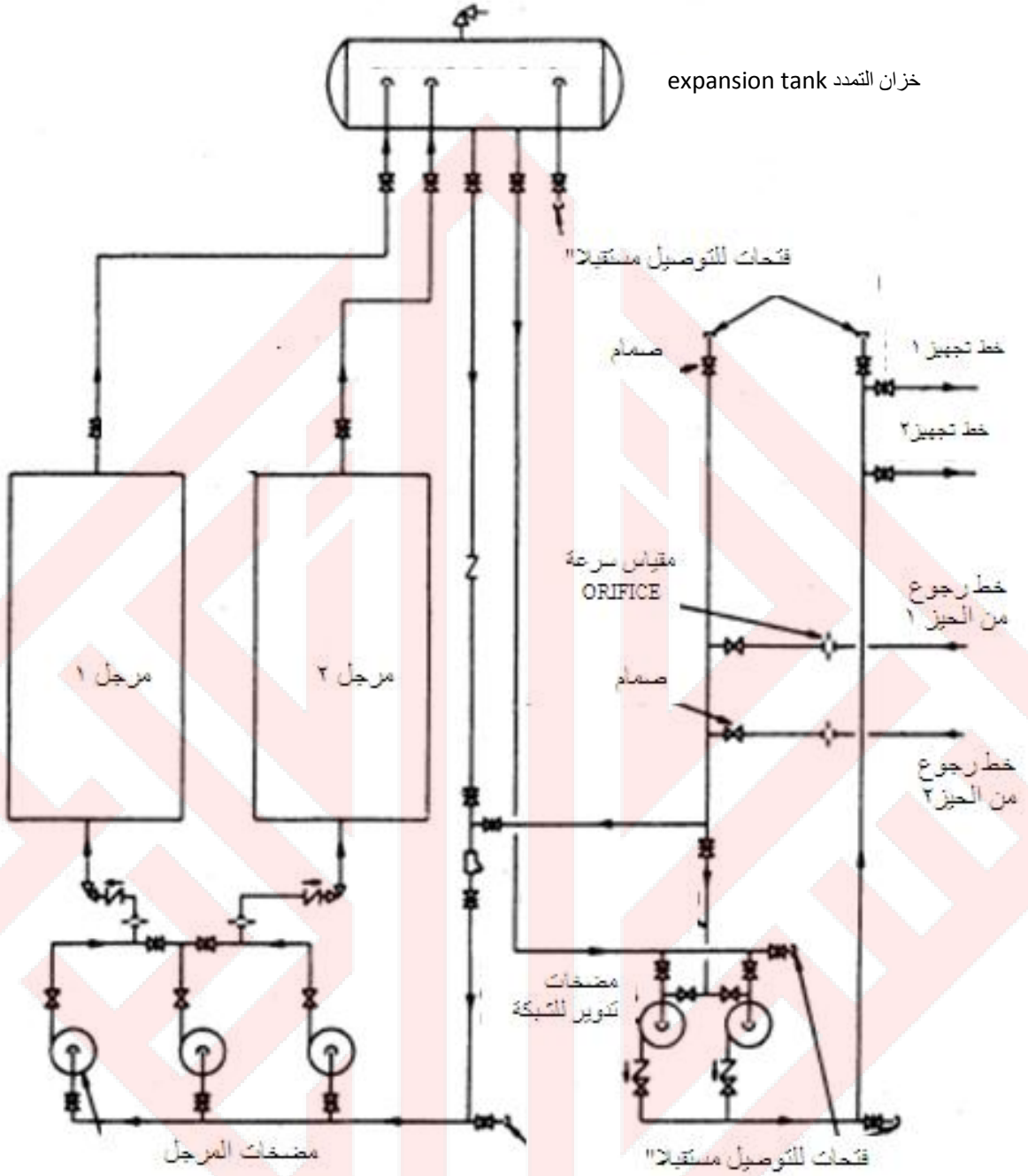
الشكل 3–3/3 : منظومة الأنبوبين برجوع عكسي



الشكل 3-4/3 : التوصيلات الرئيسة لمنظومة مرجل الماء الحار



الشكل 3-5/3: مجموعة الضخ المنفردة لمنظومة ماء حار عالية درجة الحرارة



الشكل 3-6/3 : مجموعة الضخ الثنائية لمنظومة ماء حار عالية درجة الحرارة

3-4 منظومات التدفئة بالبخار

يستعمل في هذه المنظومة بخار الماء لتجهيز الحيز بالحرارة، عن طريق وحدات طرفية موضوعة في الحيز لنقل الحرارة تربط مع مولد البخار بواسطة شبكة أنابيب.

3-4/1 الانواع

تصنف منظومات التدفئة بالبخار الى :

3-4/1/1 بحسب ترتيب الأنابيب (Piping Arrangement)

3-4/1/1/1 منظومة الأنبوب الواحد (One Pipe System)

يستعمل فيها أنبوب خدمة منفرد لتجهيز الوحدات الطرفية (terminal unit)

يستعمل فيها انبوب خدمة منفرد لتجهيز الوحدات الطرفية (terminal unit) لنقل الحرارة بالبخاروإرجاع الماء المتكثف الى خط التجهيز الرئيس كما مبين في الشكل (3-4/1) وتستعمل في الأبنية ذات التقسيمات الصغيرة مثل الشقق السكنية أو بناية حكومية. الضغط التشغيلي للمنظومة هو (35 كيلوباسكال ضغط مقياس gage pressure).

يجب ربط منظومة تنفيس للهواء لكل وحدة تسخين طرفية فيها وكذلك في نهاية خط التجهيز عندما تعمل المنظومةبالجاذبية فقط. كما يجب إضافة مصيدة بخار (steam trap) في نهاية كل خط تجهيز للبخار في حالة إرجاع الماء المتكثف الى مرجل البخار باستعمال مضخة.

3-4/1/1/2 منظومة التدفئة ذات الأنبوبين

في هذه المنظومة يتم إرجاع الماء المتكثف بأنبوب منفصل عن أنبوب التجهيز للوحدات الطرفية كما هو واضح في الشكل (3-4/2). يجب وضع مصيدة بخار (steam trap) على كل وحدة تسخين طرفية لمنعه من الخروج لحين فقدان الطاقة الحرارية الكامنة للبخار وتحوله الى ماء متكثف ليخرج ويحل محله بخار جديد.

3-4/1/2 بحسب ضغط التشغيل

3-4/1/2/1 منظومة عالية (متوسطة) الضغط

يكون الضغط المقاس أكبر من أو يساوي (100 kPa = 1 bar)

3-4/1/2/2 منظومة واطئة الضغط

يكون الضغط المقاس بين صفر و واحد بار.

3-4/1/2/3 منظومة البخار

يكون الضغط ضغط خواء ودون قيمة الضغط الجوي ولا تستعمل مضخة تفريغ (خواء) في المنظومة.

3-4/2/1/4 منظومة مفرغة

تعمل المنظومة بضغط خواء وبوجود مضخة تفريغ (خواء).

3-4/1/4-3 بحسب درجة الحرارة

3-4/3/1/4 منظومة واطئة درجة الحرارة

تعمل بدرجة حرارة بخار مشبع أقل من ($121\ ^oC$).

3-4/3/1/4-2 منظومة متوسطة درجة الحرارة

تعمل بدرجة حرارة بخار مشبع يتراوح بين ($121\ ^oC < t < 152\ ^oC$).

3-4/3/1/4-3 منظومة عالية درجة الحرارة

تعمل بدرجة حرارة بخار مشبع يتراوح بين ($152\ ^oC < t < 177\ ^oC$)، أو أكبر من $177\ ^oC$.

3-4/2 مواصفات المنظومة

تمتاز منظومات التدفئة بالبخار بما يلي:

1- لا تحتاج المنظومة الى مضخة لتدوير البخار.

2- إمكانية تطبيق المنظومة في تدفئة الأبنية العالية في حين يجب أستعمال مضخة أو مجموعة مضخات في منظومة التدفئة بالماء الحار.

3- يمكن إضافة أو إلغاء وحدات التسخين الطرفية بدون تغيير اساسي في التصميم الرئيس للمنظومة.

4- يمكن إصلاح أو استبدال أجزاء من المنظومة بغلق خط تجهيز البخار بدون الحاجة الى تفريغ واعادة ملء المنظومة.

5- تتم السيطرة على درجة حرارة المنظومة عن طريق درجة حرارة البخار التي لا تتغير كثيرا على طول المنظومة.

6- تلائم هذه المنظومات تدفئة الأبنية ذات التغيير المتقطع في حمل التدفئة كالمراكز التجارية، المحطات الصناعية، المطاعم، المستشفيات.

7- لا يوجد تغيير كبير بدرجة الحرارة، و لا هبوط كبير في الضغط بهذه المنظومة، لذا يمكن استعمالها في الأبنية ذات المواقع المتباعدة أو عالية الأرتفاع.

3-4/3 متطلبات خاصة

1/3/4-3 مرجل البخار

يستعمل مرجل بخاري ذو مَشْعَل وقود غازي، سائل، فحم، خشب او باستعمال حرارة فائضة (WASTE HEAT) كما مبين في الشكل (3-4/3) ، الذي يقوم بإنتاج البخار إعتماداً على غازات العادم من محرك ديزل. يمكن أيضا استعمال الطاقة الشمسية، او النووية او الكهربائية كمصدر حراري أيضا. يجب أن يكون المرجل على وفق مواصفة ASME للمراجل و اوعية الضغط ، كما يمكن الرجوع الى الفصل 32 من المرجع [3] الخاص بتفاصيل التصميم والتصنيع والتطبيقات.

2/3/4-3 مضخة تدوير الماء المتكثف

يجب أن تكون درجة حرارة الماء المتكثف اقل بضعة درجات من درجة حرارة الاشباع لضمان عدم تكهف مدخل المضخة .

3/3/4-3 الوحدات الطرفية لنقل الحرارة

تقوم هذه الوحدات بتدفئة الحيز عن طريق البخار الذي يمر عبر الالواح او عبر الانابيب ويمكن تصنيفها بحسب طريقة نقل الحرارة الى :

1/3/3/4-3 وحدات تدفئة تعمل بالحمل الحر

تصنع من انابيب مزعنفة ، أو مشعات حديد زهر أو وحدات صفائحية تنقل الحرارة بالحمل الحر. يمكن الرجوع الى الفصل 28 في المرجع [24].

2/3/3/4-3 وحدات تعمل بالحمل القسري

يتم فيها تدوير الهواء قسرياً لزيادة نقل الحرارة وتوزيع الهواء الساخن في الحيز . وتتضمن وحدة التسخين (بالبخار)، ووحدة التهوية التي تستعمل للأماكن المطلوب تهويتها جيدا، ووحدة المروحة التي تستعمل في المنظومات المركزية للتبريد و التدفئة و منظومة اللوح المشع. واستعمال هذه الوحدات قليل في منظومات البخار.

3-4/3/4 منظومة التحكم

تتضمن هذه المنظومة شاشة لوحة السيطرة التي تقوم بعرض درجة الحرارة والرطوبة الخارجية وتقوم تلقائيا بإيقاف تشغيل وحدة التسخين عند إنتفاء الحاجة الى ذلك.

3-4/4 تدابير الأمان الوقائية

1- لايجوز استعمال مضخات ذات أجزاء من نحاس أو حديد زهر لنقل ماء الإسالة لاحتوائه على الأوكسجين المذاب ومواد أخرى تؤدي الى التآكل الكيميائي.

2- يجب تصميم ونصب شبكة الأنابيب بطريقة تمنع الإجهادات غير المرغوب فيها.

3- يجب تصميم المنظومة بصورة جيدة وتتبع بمراقبة هندسية لتجاوز حالة تصريف كميات من البخار الى الضغط الجوي وفي حيز محدود (ستكون حالة مشابهة لحالة انكسار انبوب ضخم أو انفجار خزان التي ترافقها ظروف خطرة جدا").

4- يتم تجهيز كل المراجل وأوعية الضغط بصمام أمان أو صمام تسريب الضغط المرتفع لضمان عدم زيادة الضغط عن المعدل المقبول للنظام .

5- يجب تركيب كل الصمامات رأسياً في منطقة المرجل وفى مواجهه كافة الصمامات.

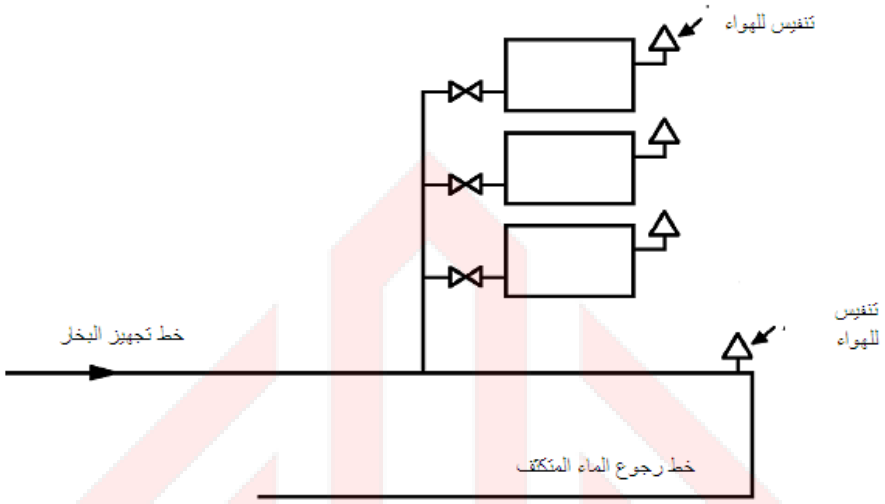
3-4/5 الفحص والأختبار

1. يتم فحص تجهيز الوقود لكل المراجل مع فحص وضعية الاحتراق ونوع شعلة المشعل وصمامات قطع الوقود.
2. يفحص المستوى الأدنى والأعلى للماء والوقود لضمان تتابع عمل المرجل بسلاسة.
3. تفحص نظافة أنبوبة الأستدلال الزجاجية الدالة على مستوى السائل في كل من خزان الوقود والماء.
4. يتم تفريغ وفحص المرجل عند إطفائه من ناحية نظافة سطوح نقل الحرارة من الترسبات الكاربونية أو غيرها.
5. يفحص عمل مضخات الماء المتكثف، ومضخات التفريغ .
6. يفحص تصريف المرجل بصورة صحيحة وفق المواصفات . وعلى أن تكون ذات قدرة تصريف تتناسب مع كمية الطاقة المتولدة أو طبقاً لمتطلبات جهات الترخيص المختصة.
7. يفحص عمل صمامات التنفيس وصمامات الأمان .

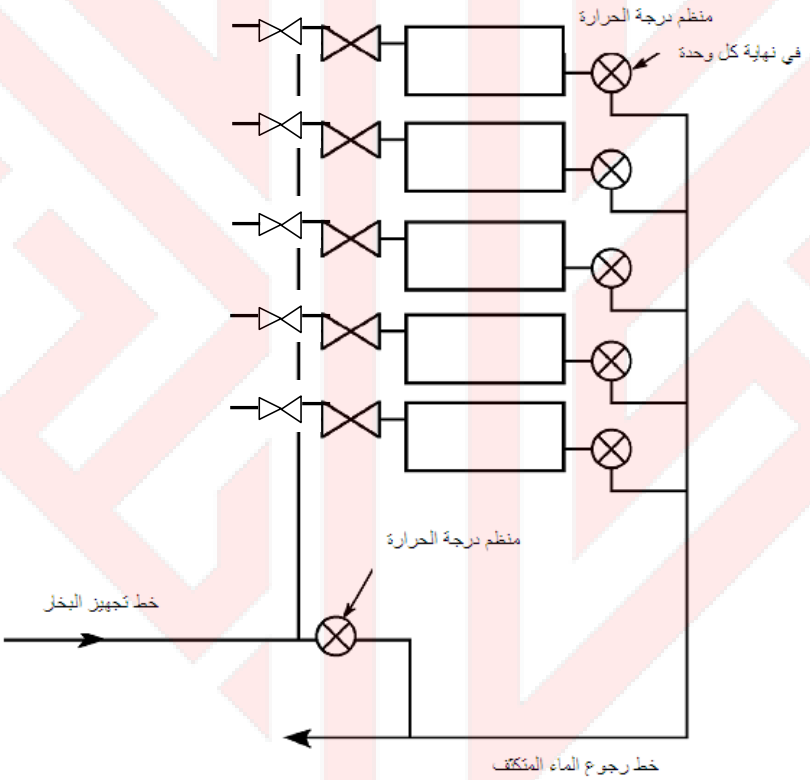
8. تتم معايرة أجهزة القياس وفحصها من ناحية العطلات، انكسار الغطاء.
9. يتم فحص المنظومة من ناحية التسريب بالظروف التشغيلية وظروف الأيقاف.
10. يجب التأكد من إحكام عزل التوصيلات الكهربائية.
11. تفحص كافة أجهزة القياس والتأكد من استجابتها للظروف التشغيلية المتغيرة.
12. تفحص نظافة السطوح الداخلية والخارجية للوحدات الطرفية وخلوها من التشققات.

3-6/4 إعتبارات الصيانة

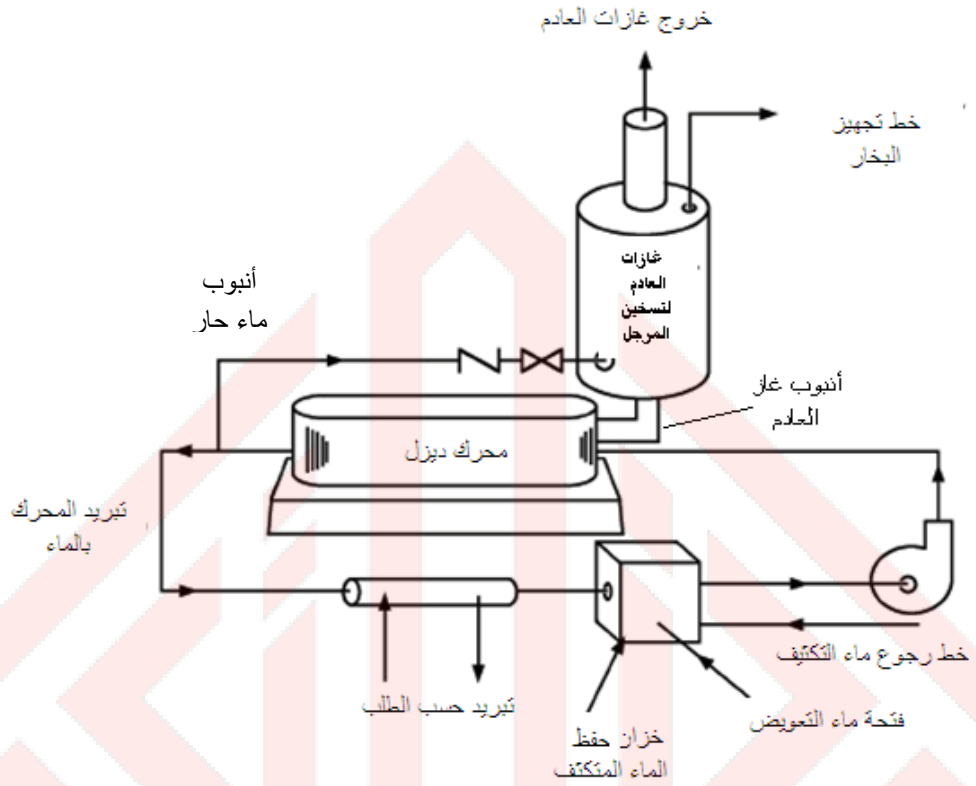
1- لا يجوز إضافة مائع انجماد الى منظومة تدفئة قديمة قبل تنظيفها بصورة جيدة.
2- تغسل المنظومة بتدوير خليط يحتوي على (454 غم) من ثلاثي فوسفات الصوديوم لكل (190 لتراً) من الماء في المنظومة وبنفس درجة حرارة التشغيل لمدة بين ساعتين الى ثلاث ساعات.
3- تملأ المنظومة بماء الإسالة مع فحص حامضيته بورق عباد الشمس أو ورق الهدرجة .
4- يتم اجراء فحص دوري للماء للتأكد من ملاءمته للمنظومة كيميائيا" (من حيث درجة الحامضية واحتوائه على الأوكسجين).
5- يتم إجراء فحص دوري لسطوح المواد الفولاذية في المنظومة للتأكد من سلامتها من التآكل بسبب عوامل الأكسدة وتعرضها الى درجة الحرارة العالية لمدد طويلة.
6- تتم معاينة وفحص انابيب المرجل للتأكد من عدم انسدادها بسبب الترسبات والشوائب.
7- يتم إصلاح أو استبدال أي جزء عاطل من أنابيب تجهيز البخار ، أورجوع الماء أو الصمامات أو العزل الحراري.
8- تنظف كافة المصافي بصورة دورية مع استبدال العاطل منها.
9- يفرغ خزان الماء وينظف دورياً .



الشكل 3-1/4: منظومة الأنبوب الواحد



الشكل 3-2/4 : منظومة التسخين ذات الأنبوبين



الشكل 3-3/4 : مرجل الحرارة الفائضة

3-5 منظومات التدفئة المناطقية

هي منظومات تقنية حديثة تقوم بتدفئة مدينة أو جزء من مدينة. حيث يتم انتاج الطاقة في محطة مركزية و من ثم نقل الطاقة بشكل بخار أو ماء حار عبر شبكة أنابيب الى المستهلك.

3-5/1 الأنواع

يمكن تصنيف الأنواع التي تعتمد هذه التقنية الى:

1- منظومة تدفئة تعتمد على محطات توليد الطاقة الكهربائية في تجهيزها بالطاقة اللازمة من حرق الوقود الأحفوري، يبين الشكل (3-5/1) هذه المنظومة.

2- منظومة تدفئة تعتمد على الطاقة الشمسية كمصدر تسخين للماء. ويتم فيها تهيئة خزان ماء أرضي مع منظومة مضخات (ضمن مركز الطاقة) لتجهيز الماء الى و من المجمعات الشمسية والى و من المباني السكنية. يبين الشكل (3-5/2) هذه المنظومة.

3- منظومة تعتمد على محطات حرق النفايات في تسخين الماء أو تبخيره.

4- منظومة تعتمد على الوقود الحيوي.

5- منظومة تعتمد على المنابع الحرارية أو حرارة باطن الأرض (geothermal) كما مبين في الشكل (3-5/3) حيث يتم خدمة ثلاثة أبنية قرب ينبوع ماء حار.

2/5-3 مواصفات المنظومة

1- تمتاز بقدرتها على تلبية حمل حراري كبير.

2- للمنظومة عامل حمل سنوي عالٍ (load factor).

3- تغطي المنظومة من 50% الى 75% من كلفة إنشائها سنويا".

4- تستطيع المنظومة خدمة منطقة صناعية ضخمة، أو تجمعات بشرية كثيفة مثل المجمعات السكنية.

5- تكون المنظومة أكثر فعاليةً عند استعمالها في خدمة التدفئة للمناطق التي تمتاز ببرودة أكبر، فهي ستكون أكثر فعاليةً في شمال العراق. كما يمكن استعمالها لأغراض التبريد صيفاً.

6- للمنظومة مردودات إيجابية كبيرة على البيئة بتخفيض الإنبعاثات الغازية وخاصة غازات أكاسيد الكاربون.

7- بينت البحوث الحديثة أن المنظومة هي الأرخص والأفضل من ناحية استهلاك المواد الهيدروكاربونية.

8- تمتاز بكونها متعددة الاستعمالات وقابلة للتكيف مع مصادر الطاقة المختلفة.

3/5-3 متطلبات خاصة

تشتمل منظومة التدفئة المناطقية على ثلاثة أجزاء رئيسة وكما مشار اليها في الشكل (3-4/5) وهي:

1/3/5-3 محطة توليد الحرارة الرئيسة

يمكن أن تكون أي نوع من المراجل التي تعمل على الوقود الأحفوري، أو أية طاقة فائضة من محطات توليد الكهرباء، أو مشاعل القمامة، أو الطاقة الشمسية أو الطاقة الحرارية من باطن الأرض.

2/3/5-3 شبكة الأنابيب أو التوزيع

وهي شبكة نقل الماء الحار أو البخار من المحطة الى الأبنية، وتعتبر الجزء الأكثر كلفة في هذه المنظومة إذ يجب عزل هذه الأنابيب عزلا" حراريا" جيدا". وتكون ألأنابيب إما فوق سطح الأرض أو مدفونة بقنوات كونكريتية أو داخل أسطوانات كما مبين في الشكل (3-5/5).

3/3/5-3 منظومة المستهلك

وتكون ضمن أجهزة البناية. فعند إمرار البخار كمائع نقل الحرارة يمكن استعماله مباشرة" لأغراض التدفئة، أو يمكن إمراره في منظومة التدفئة بعد تخفيض ضغطه ليكون بين صفر و ضغط جوي (100 kPa) أو يمكن إمراره لتسخين مياه التجهيز، أو لمنظومة التبريد الإمتصاصي. كذلك يمكن إمرار البخار في المبادلات الحرارية

(بخار – ماء) عند خدمة المناطق الصناعية. تشكل المبادلات الحرارية والمشعات الأجزاء الرئيسة في منظومة المستهلك.

3-5/3/4 ملحقات وأجهزة تكميلية مساعدة

1- تلحق بالمنظومة أجهزة قياس و تحكم ألكترونية (مقاييس الضغط ودرجة الحرارة والجريان) مرافقة للوحة سيطرة تستلم المعطيات وتبينها على شاشة عرض لموظفي الصيانة للسيطرة على الأجزاء المختلفة من المنظومة.

2- يجب تجهيز غرفة الصيانة بلوح سيطرة خاص بعمل المراجل للمنظومات التي تعمل على مصادر مختلفة من الطاقة .

3- تجهز المنظومة بمتسلمات ماء التكثيف، والمرشحات، ومنظومات التغذية الكيميائية، ومنظومة إزالة الأشنات وعكرة و حامضية الماء .

4- خزانات التمدد وخزانات ماء التعويض.

5- مقاييس ماء تقليدية تساعد في معرفة كمية ماء التعويض لتحديد معالجته.

6- خزانات التخزين الحراري.

3-5/4 تدابير الأمان الوقائية

1- لايجوز استعمال مضخات ذات أجزاء من نحاس أو حديد زهر لنقل ماء الأسالة لاحتوائه على الأوكسجين المذاب ومواد أخرى تؤدي الى التآكل الكيميائي.

2- يجب تصميم ونصب شبكة الأنابيب بطريقة تمنع الإجهادات غير المرغوب فيها.

3- يجب تصميم المنظومة بصورة جيدة وتتبع بمراقبة هندسية لتجاوز حالة تصريف كميات من البخار الى الضغط الجوي وفي حيز محدود (ستكون حالة مشابهة لحالة كسر انبوب بخار أو أنبوب ماء حار ضخم أو انفجار خزان التي ترافقها ظروف خطرة جدا").

4- نظرا لطول أنابيب التجهيز والارجاع يجب وضع أجهزة لتصريف الماء المتكثف وإرجاعه الى مصدر توليد البخار لتجاوز ظاهرة الطرق المائي (water hammer) ، التي تتولد بسبب حمل البخار المتسارع لقطع من الماء المتكثف في قعر الأنبوب واصطدامه بالجدار عند أي أستدارة.

5- يجب تجهيز شبكة الأنابيب بمولد بخار وسطي (وبمضخة إذا كانت المنظومة تعمل بالماء الساخن) لتعويض هبوط الضغط في المناطق البعيدة عن محطة التوليد وتجاوز مشكلة ضعف أو توقف الجريان.

6- يتم تجهيز كل المراجل وأوعية الضغط بصمام أمان أو صمام تسريب الضغط المرتفع لضمان عدم زيادة الضغط عن المعدل المقبول للنظام .

7- يجب تركيب كل الصمامات رأسياً في منطقة المرجل وفى مواجهة كافة الصمامات.

8- يجب ترك مساحة كافية حول المحطة لغرض خدمة الأجهزة (استبدالها أو صيانتها).

3-5/5 الفحص و الاختبار

1- يتم فحص تجهيز الوقود لكل المراجل مع فحص وضعية الاحتراق في المشاعل في حالة إستعمال الوقود الأحفوري. ويختبر تجهيز الطاقة في حالة مصادر الطاقة الشمسية أو طاقة باطن الأرض أو غيرها.

2- يفحص عمل المضخات .

3- يفحص تصريف المرجل بصورة صحيحة وفق المواصفات . وعلى أن تكون ذات قدرة تصريف تتناسب مع كمية الطاقة المتولدة أو طبقاً لمتطلبات جهات الترخيص المختصة.

4- يفحص عمل صمامات التنفيس .

5- تتم معايرة وفحص أجهزة القياس من ناحية العطلات، كأنكسار الغطاءالزجاجي أو توقفها عن العمل وغيرها.

6- يتم فحص المنظومة من ناحية التسريب بالظروف التشغيلية وظروف الإيقاف.

7- يتم التأكد من إحكام عزل التوصيلات الكهربائية.

8- فحص كافة أجهزة القياس والتأكد من استجابتها للظروف التشغيلية المتغيرة.

3-6/5 إعتبارات الصيانة

1- لا يجوزأضافة مائع انجماد الى منظومة تدفئة قديمة قبل تنظيفها بصورة جيدة.

2- تغسل المنظومة بتدوير خليط يحتوي على (454 gm) من ثلاثي فوسفات الصوديوم لكل (190 لتراً) من الماء في المنظومة وبنفس درجة حرارة التشغيل لمدة بين ساعتين الى ثلاث ساعات.

3- تملأ المنظومة بماء الإسالة مع فحص حامضيته بورق عباد الشمس أو ورق الهدرجة .

4- يتم اجراء فحص دوري للماء للتأكد من ملاءمته للمنظومة كيميائيا" (من حيث درجة الحامضية واحتوائه على الأوكسجين).

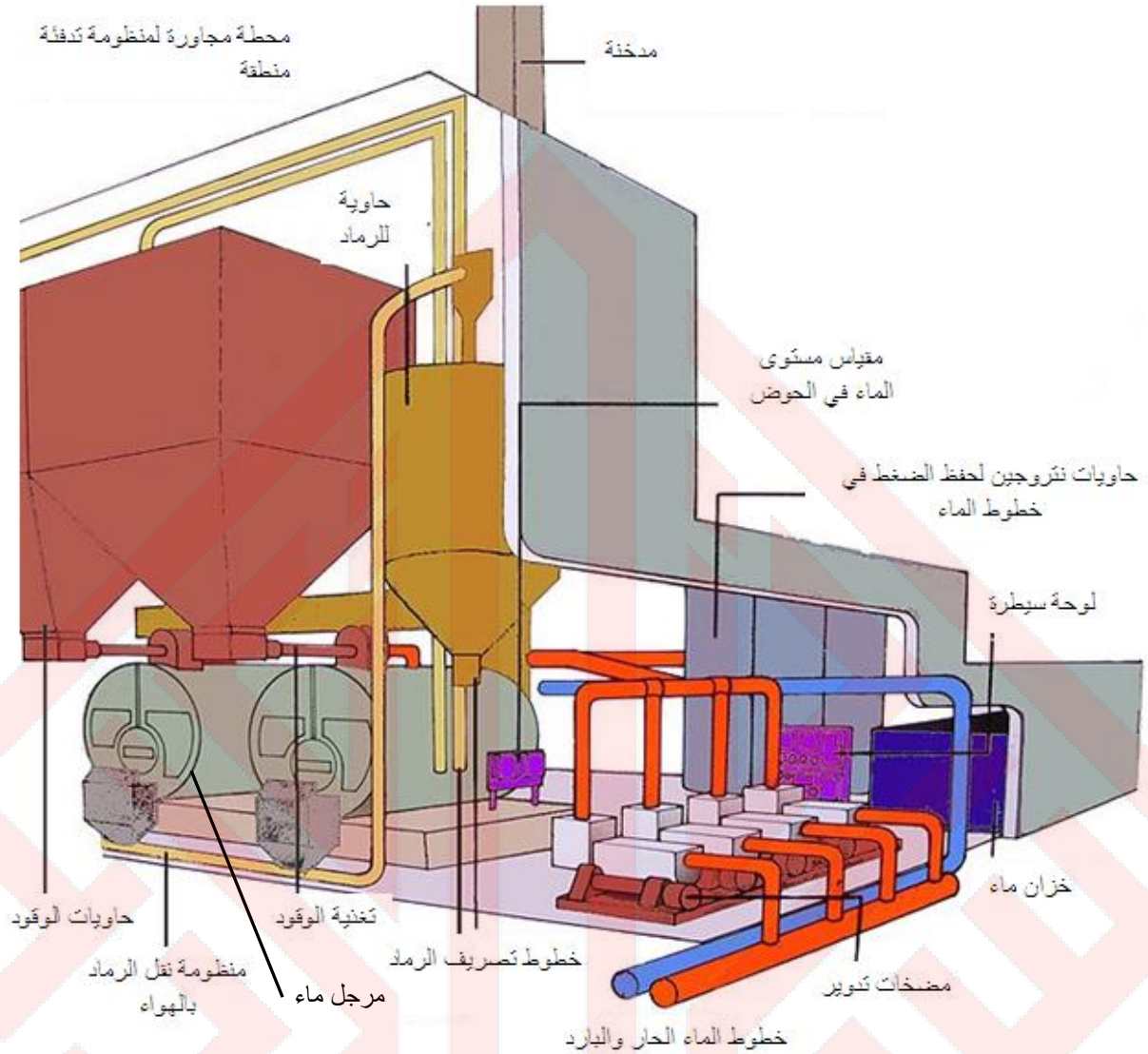
5-يتم إجراء فحص دوري لسطوح المواد الفولاذية في المنظومة للتأكد من سلامتها من التآكل بسبب عوامل الأكسدة وتعرضها الى درجة الحرارة العالية لمدد طويلة.

6- معاينة وفحص انابيب المرجل للتأكد من عدم انسدادها بسبب الترسبات والشوائب.

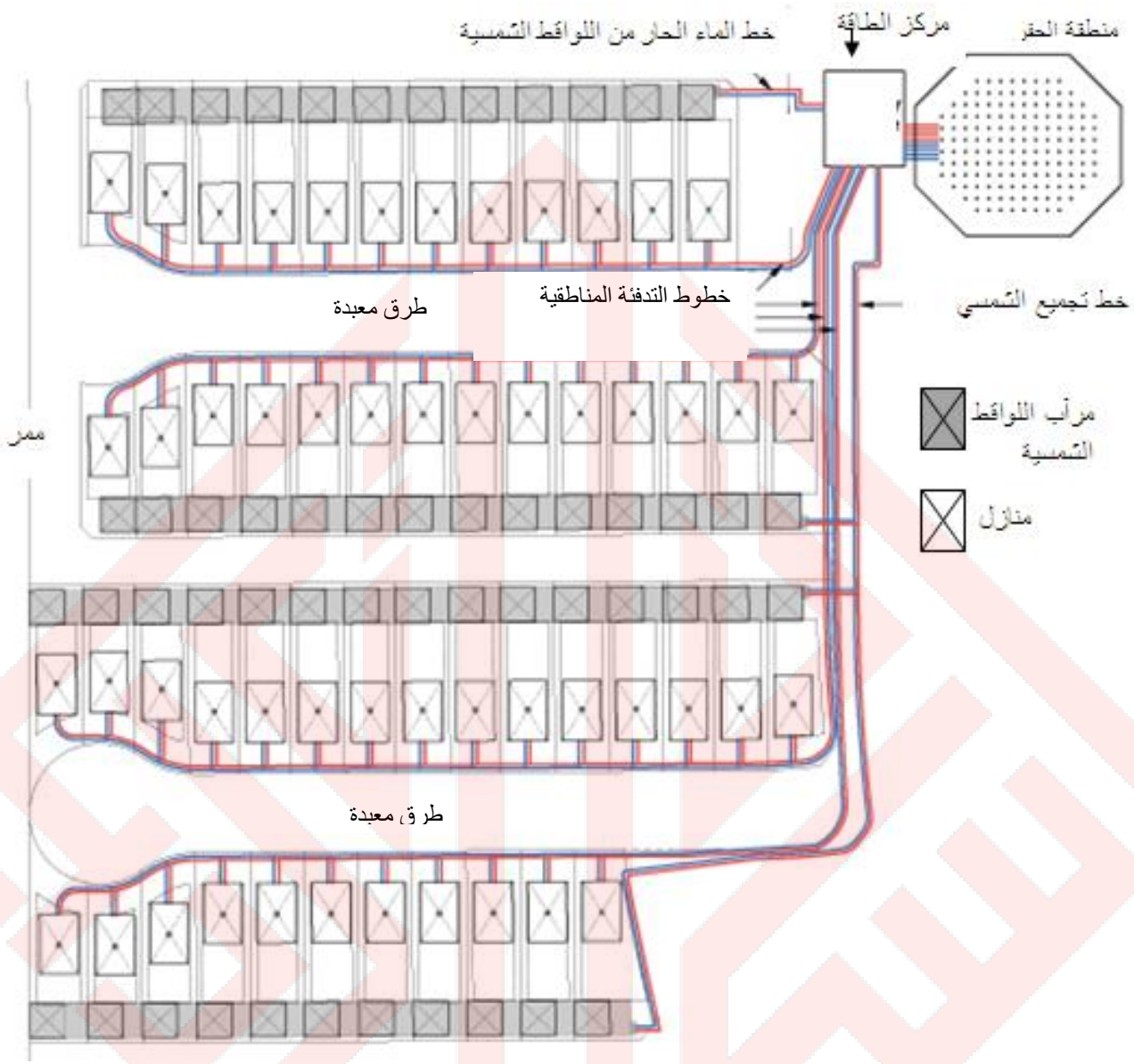
7- يتم إصلاح أو استبدال أي جزء عاطل من أنابيب تجهيز البخار ، أورجوع الماء أو الصمامات أو العزل الحراري.

8- تنظف كافة المصافي وبصورة دورية مع إستبدال العاطل منها.

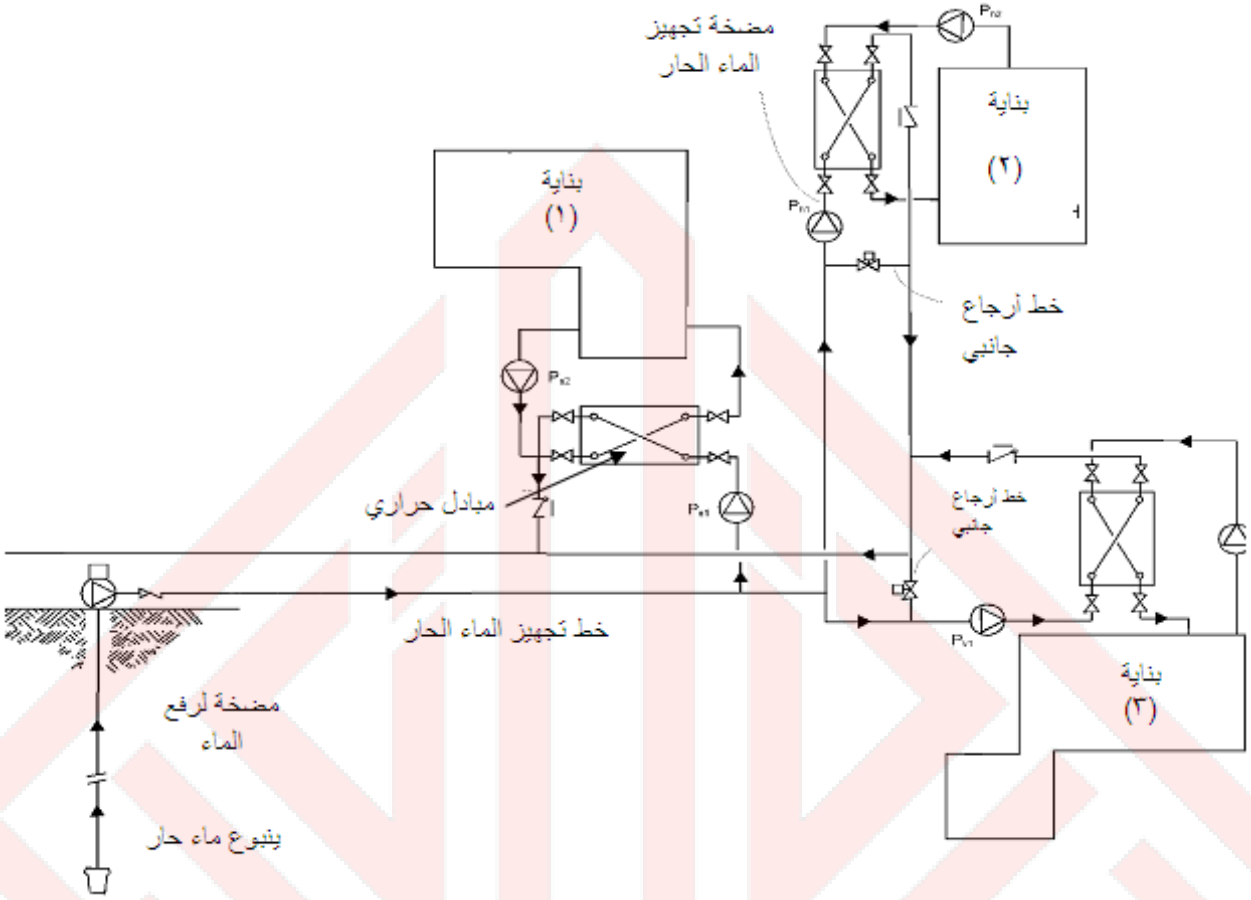
9- يفرغ خزان الماء وينظف دورياً .



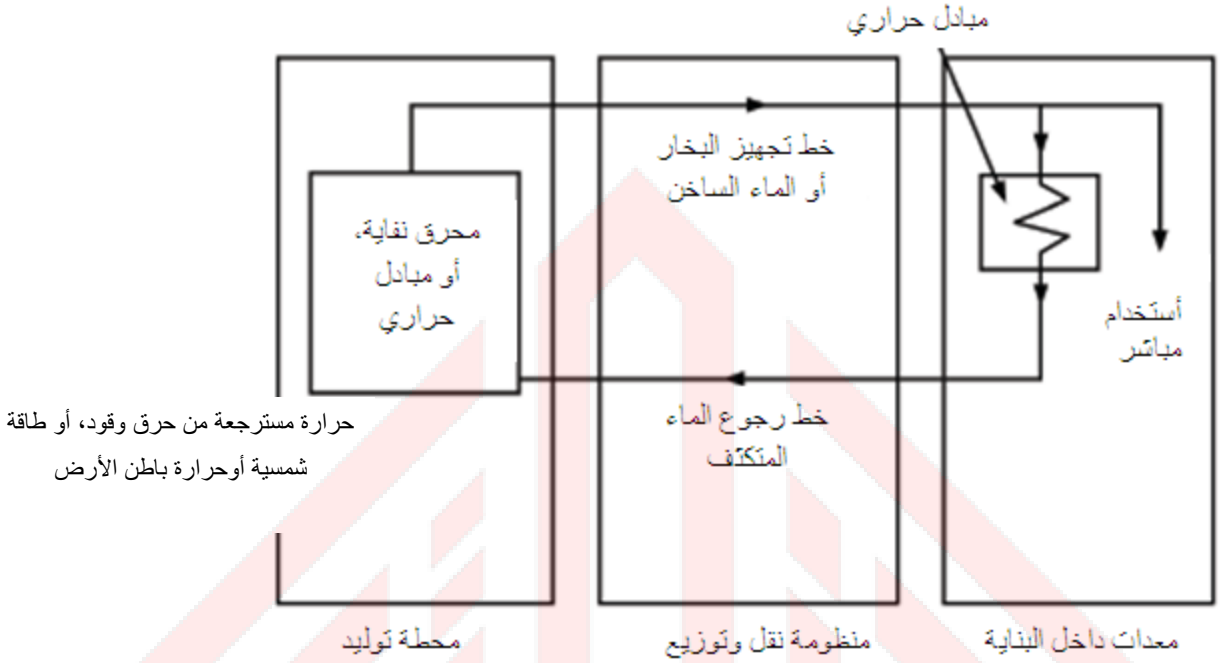
الشكل 3-1/5 : منظومة تدفئة مناطقية من محطة توليد الكهرباء



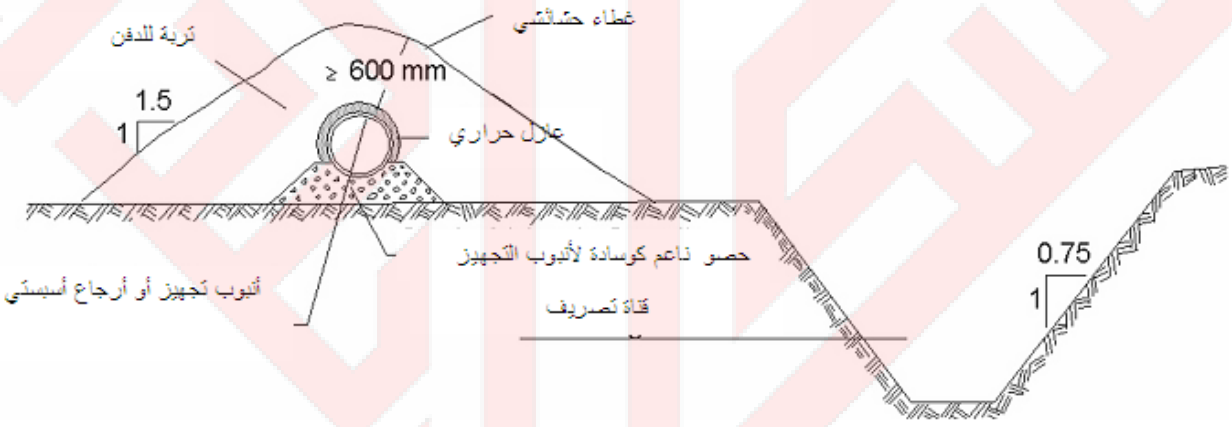
الشكل 3-2/5 : منظومة تدفئة مناطقية باعتماد الطاقة الشمسية



الشكل 3-5/3 : منظومة تدفئة مناطقية باعتماد طاقة باطن الأرض



الشكل 3-4/5 : المكونات الرئيسة لمنظومة التدفئة المناطقية



الشكل 3-5/5 : عزل ودفن أنابيب منظومةالتدفئة المناطقية

3-6 : مسخنات مجاري الهواء (DUCT HEATERS)

تستعمل مسخنات مجاري الهواء لتسخين الهواء المار خلالها ولمتطلبات منزلية أو صناعية أو تجارية. يمكن إعتماد هذه التقنية كمصدر حرارة تعويضية لسد النقص الحاصل في التدفئة عند استعمال المضخة الحرارية، او التسخين بالغاز أو النفط.

3-6/1 أنواع المسخنات

تستعمل في هذه المنظومة وحدة التسخين نفسها. يمكن تصنيف الأنواع التي تعتمد هذه التقنية الى:-

1. مسخنات مجارٍ أفقية (Horizontal Duct Heater)، يبين الشكل (3-6/1أ) هذه المنظومة، ومسخنات مجارٍ عمودية (Vertical Duct Heater) كما مبين في الشكل (3-6/1ب) وقد تكون مجاري الهواء مدورة المقطع (Round Duct Heaters) ، كما في الشكل (3-6/2)
2. مسخنات مجارٍ معزولة (Insulated Duct Heater) كالمبينة في الشكل (3-6/3).
3. مسخنات مجارٍ محمولة بالشفة (Flanged Mounted Duct Heater) ، كما مبين في الشكل (3-6/4).
4. مسخنات مجارٍ تدار بلوح سيطرة عن بعد (Remote panel Duct Heaters) .

3-6/2 المكونات الرئيسة

إن وحدة مسخنات مجاري الهواء الكهربائية يجب أن تخضع لمواصفة الكهرباء الوطنية (National Electric Code NEC). وتضم الأجزاء الرئيسة التالية:-

1- مسخنات كهربائية ذات نوعية ممتازة من سبيكة النيكل –كروم.
2- مرشحات للهواء.
3- تغليف صندوق السيطرة بحديد مغلون.
4- منظومة حماية حرارية ذات حدود دنيا وقصوى.
5- قاطع دورة تلقائي للحماية من التسخين المفرط .
6- قاطع دورة يدوي للحماية من التسخين المفرط.
7- مروحة توزيع.
8- مجهز قدرة.
9- موصلات كهرباء مغناطيسية تعمل ب 24 فولت.
10- وحدة تحويل فولتية متعددة القيم (لأن معظم منظومات السيطرة تعمل بفولتية واطئة).
11- مفتاح قاطع دورة عند توقف الجريان (Flow Switch)

3-6/3 مواصفات المنظومة

تمتاز هذه المنظومة بما يلي:-

1- إمكانية تدفئة كميات كبيرة من الهواء وباستجابة سريعة.

2- يكون مستوى هبوط الضغط في المنظومة منخفضاً مقارنة بالأنواع الأخرى مع إمكانية استعمال ضغط دفع ساكن (ستاتيكي) واطئ واستعمال مراوح صغيرة الحجم.

3- بحسب حجم البناية توجد مرونة في استعمال حدود فولتية متعددة (بين طور واحد الى ثلاثة أطوار) (single to three phases) لتشغيل المسخنات الكهربائية.

3-6/4 الفحص والأختبار

يجب إجراء فحوص وإختبارات دورية لأجزاء وحدة مسخنات المجاري وتضم:-

1- فحص صحة ومتانة التوصيلات الكهربائية قبل تشغيل المسخنات.

2- فحص وتنظيف مرشحات الهواء في حالة انغلاقها.

3-فحص كفاية كمية الهواء المارة على المسخنات لضمان عدم إفراطها بالتسخين.

4- فحص نظافة سطح أجزاء المسخنات من الأوساخ قبل التشغيل.

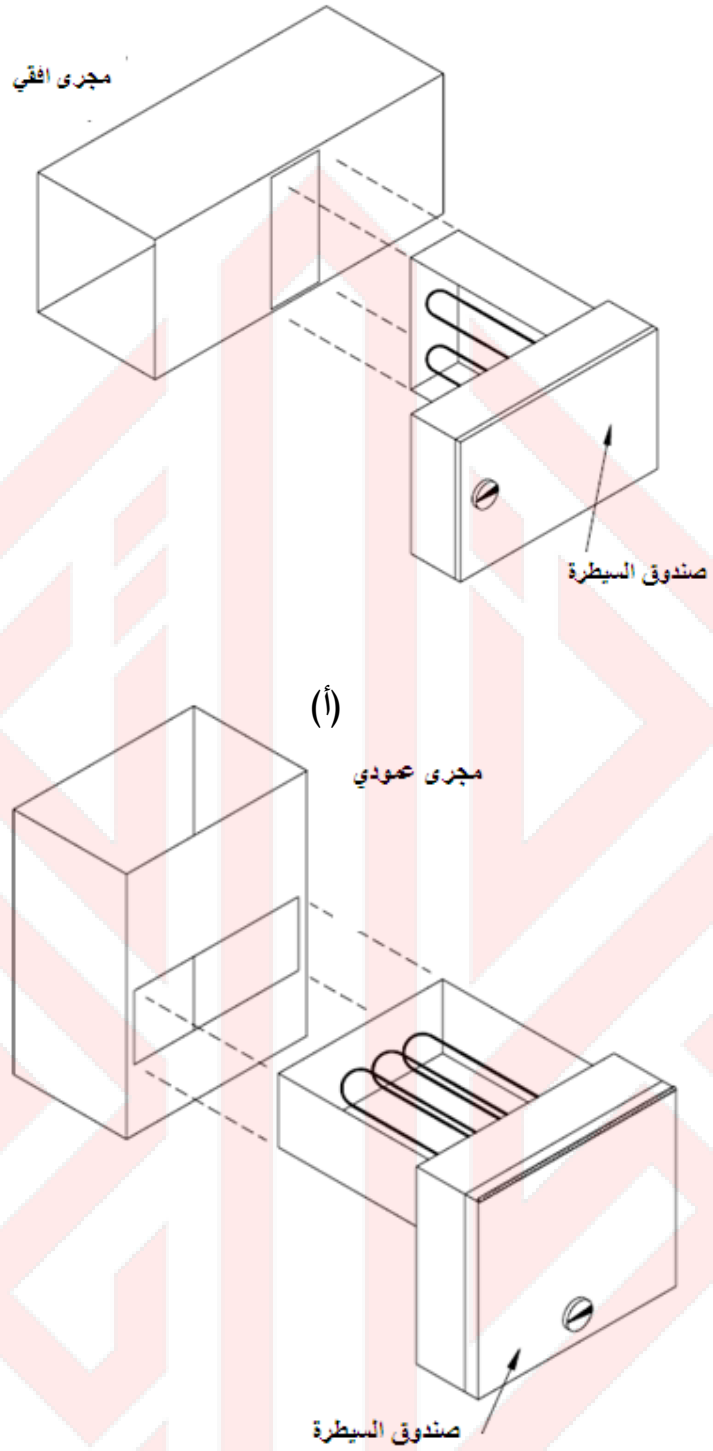
5- فحص عدم إنصهار صمامات الربط الكهربائية (fuses) وضبط توصيلها.

6-إعادة ضبط درجة الحرارة العليا للفاصل الحراري (thermostat) عند تقليل جريان الهواء.

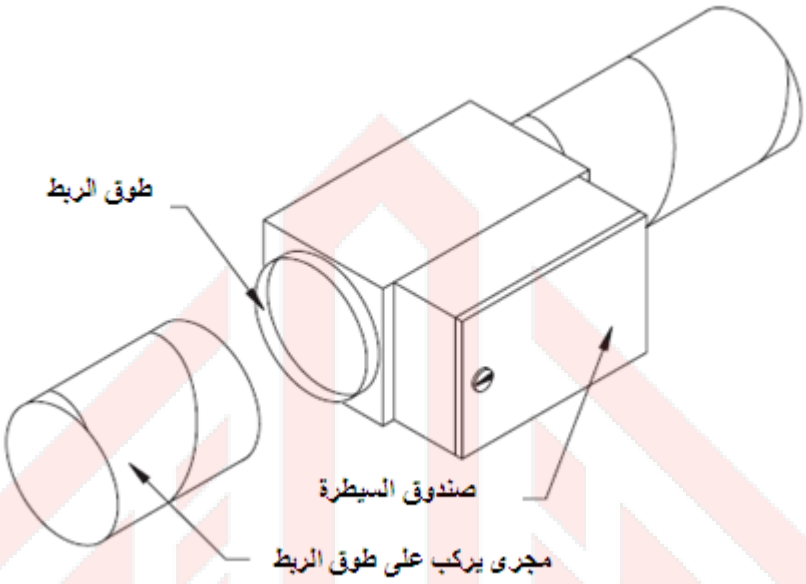
7- التأكد من عدم تداخل العزل الحراري الداخلي مع أجهزة الحماية الأخرى.

8-التأكد من اتجاه انابيب قياس الضغط مع إتجاه جريان الهواء. يجب ان يكون اتجاه انحناء الأنبوب مواجهاً لمسار الهواء.

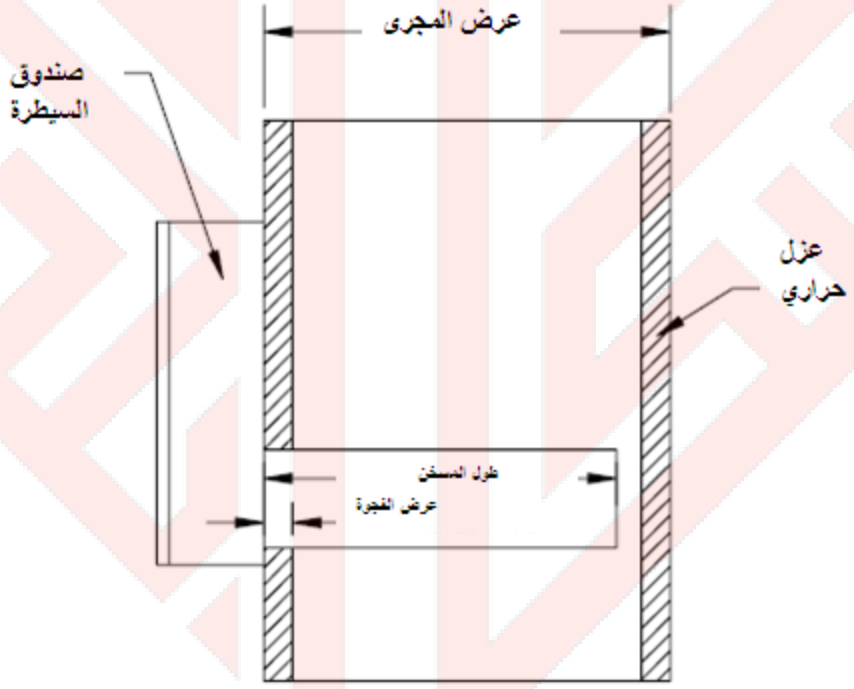
9-فحص محولات الفولتية .



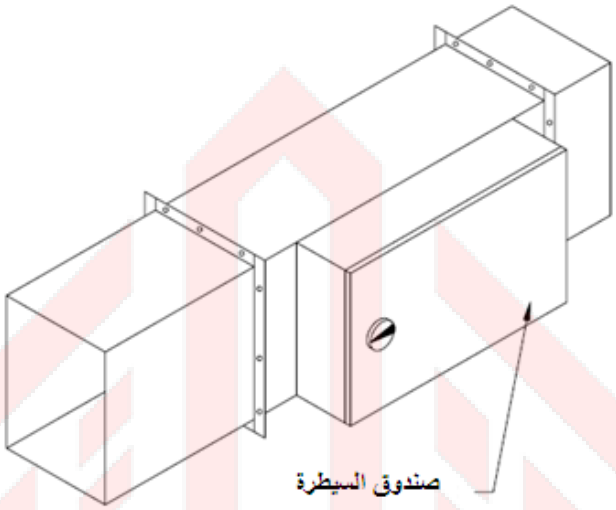
الشكل 3-1/6 : مسخن لمجرى هواء (أ) أفقي (ب) عمودي



الشكل 3-2/6 : مسخن لمجرى مدور المقطع



الشكل 3-3/6 : مسخن لمجرى معزول



الشكل 3-4/6 : مسخن لمجرى محمول بالشفة

المراجع

[1] ASHRAE Handbook. HVAC *"Systems and Equipment"* ,(SI Edition), 2008.

[2] ASHRAE Handbook, , *HVAC "Applications"*, ASHRAE, Atlanta, GA, 1999.

[3] ASHRAE, *"Equipment"*, ASHRAE, Atlanta, GA, 2000.

[4] ASHRAE, *"Fundamentals"*, ASHRAE, Atlanta, GA, 2001.

[5] ASHRAEHVAC *"Systems and Equipment"* (SI Edition) , 2008.

[6] Haas, J. H., *"Steam traps — key to process heating"*, Chemical Engineering, vol. 97, pp. 151–156, January, 1990.

[7] Goswami, Y., Kreider, J. F., and Kreith, F., *"Principles of Solar Engineering"*, Taylor and Francis, NewYork, pp. 694, 2000.

[8] Rabl, A. and Kreider, J.F., *"Heating and Cooling of Buildings"*, McGraw-Hill, New York, NY., 1994.

[9] Wong, W. Y., *"Safer relief valve sizing"*, Chemical Engineering, vol. 96, pp. 137–140, May , 1989.

[10] *"HEATING SYSTEMS OPERATION AND MAINTENANCE"*, UFC 3-410-05N ,16 January, U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS NAVAL FACILITIES ENGINEERING COMMAND, 2004.

[11] Emerick, R.H.*;"Heating Handbook"*; McGraw-Hill book company (1964).

[12] Emerick, R.H.*;"A Manual of Standards, Codes and Methods".*

[13] Emerick, R.H.*;"Heating Design and Practice";* McGraw-Hill book company (1951).

[14] Colin Penn, and Donald Soley; *" Heating and Hot Water Supply for Domestic and Other Buildings"*; Batsford Ltd., (1960).

[15] David Kut; *" Warm Air Heating"*; Pergamon Press Ltd; (1970).

[16] Shaw, E.W. ; *" Heating and Hot-Water Services"*; Granada Publishing Limited-Technical Books Division; (1980).

[17] الكود العربى الموحد لترشيد إستهلاك الطاقة فى المبانى السكنية.

[18] Molloy, E. ; *"Principles and Practice of Heating and Ventilating ";* George Newnes Limited, London; (1945).

[19] *"Report of the Refrigeration, Air-Conditioning and Heat Pumps"* Technical Options Committee, United Nations Environment Programme (UNEP), 1998.

[20] Green, A. M. ; *"Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning";* John Wiley & Sons, Inc. London: Chapman & Hall, Limited (1936).

[21] ASHRAE Guide and Data Book (SYSTEMS), (1970).

[22] الكود المصرى لأعمال تكييف الهواء والتبريد

[23] ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999.

[24] ASHRAE Handbook *"Product Directory"*, 1975.

الباب الرابع
اجهزة التدفئة المركزية

4-1 عام

يبحث هذا الباب في المراجل و المشاعل و الأفران التي تستعمل في منظومة التدفئة المركزية لتجهيزها بالماء الحار أو البخار، بحرق الوقود الغازي أو السائل أو بالهواء الدافئ، طبقاً لحالة المبادل الحراري. و يبحث ايضاً في المداخن وجميع الملحقات الخاصة بهذه الأجهزة.

ان الطاقة المستعملة في أجهزة التدفئة المركزية هي الكهربائية، أو النفطية، أو الغازية، أو الشمسية. وتحول هذه الطاقة عادة الى ماء حار في مراجل الماء الحار، أو بخار في مراجل البخار، أو هواء حار في أفران الهواء الدافئ. ثم يوزع الماء الحار أو البخار خلال شبكة أنابيب معزولة ممتدة بين مصدر الانتاج و التوليد الى وحدات التدفئة النهائية كدافعات الهواء أو وحدات الملف والمروحة المنصوبة في الحيز المدفأ أو بالقرب منه. كذلك يوزع الهواء الحار من أفران الهواء الدافئ مباشرة الى الحيز المدفأ أو عبر شبكة مجاري هواء معزولة. إن الاسلوب المركزي في منظومة التدفئة المركزية يضمن تجمع الأجهزة في موقع واحد و يحقق توزيعاً أمثل لخدمة التدفئة و بفائدة و جاهزية و تنوع أكبر. تعمل منظومة التدفئة المركزية عادة بفعالية أعلى و كلف صيانة و تشغيل أقل مما في حالة منظومة التدفئة اللامركزية. بالاضافة الى ذلك تحتاج منظومة التدفئة المركزية الى موقع مركزي و منظومة توزيع ذات قوة دفع أكبر.

ومن اجل اختيار مناسب و صحيح لهذه المنظومات يراعى فيه الجانب الاقتصادي، يتطلب ذلك اجراء تحليل تفصيلي مسبق لها يأخذ بنظر الاعتبار الاسلوب المركزي في العمل الذي يضمن تجمع الأجهزة في موقع واحد (أي قاعة لأجهزة التدفئة المركزية و الاجهزة الساندة لها). ان اختيار اجهزة التدفئة المركزية يعتمد على العوامل التالية: السعة المطلوبة و نوع نظام التدفئة المستعمل، نوع الطاقة المتوفرة لتشغيل الأجهزة و كلفتها، موقع و مساحة قاعة الأجهزة، نوع منظومة توزيع خدمة التدفئة و كلف التشغيل و الصيانة.

4-2 الانواع والمواصفات

4-2/1 المراجل

المرجل وعاء ضغط يصمم لنقل الحرارة (المتولدة من الاحتراق). وسع هذا التعريف ليشمل انتقال الحرارة من عناصر المقاومة الكهربائية الى المائع مباشرة بفعل الالكترودات على المائع. في معظم المراجل المائع هو الماء سائل او بخار. اذا كان المائع هواء فتدعى وسيلة التسخين بالفرن وليس المرجل. أما صندوق الاحتراق او حجرة الاحتراق فتدعى ايضاً بالفرن.

باستثناء الموائع الخاصة غير الشائعة، فان المرجل عبارة عن مبادل حراري يصمم لتحقيق الغرضين التاليين:

1- لحرق الوقود، او قد يستعمل فيه التيار الكهربائي،

2- ونقل الحرارة المتحررة الى الماء (في مرجل الماء الحار Hot Water Boiler) او الى الماء و البخار (في مرجل البخار Steam Boiler).

والمادة التي يصنع منها المرجل هي حديد الزهر، أو الفولاذ، أو الالمنيوم او النحاس. أما سطح تسخين المرجل فهو المساحة الملامسة للماء و المعرضة الى نواتج الاحتراق او هو السطح المعرض الى النار. تصنف سطوح التسخين الى مباشرة و غير مباشرة، السطوح المباشرة هي تلك السطوح التي يتواجد حولها لهب النار و تكون فعالة جداً في نقل الحرارة الى الماء في المرجل بسبب ازدياد عملية نقل الحرارة بالاشعاع و الحمل مع درجات الحرارة العالية في الفرن. اما سطوح التسخين غير المباشرة فهي تلك التي تكون على تماس مع غازات العادم في المدخنة و تكون اقل فعالية في نقل الحرارة عندما تكون الغازات في المدخنة باردة.

في المراجل ذات انابيب النار (Fire tube boilers)، يكون جريان نواتج الاحتراق داخل الانابيب أما جريان وسيط نقل الحرارة (الماء) يكون خارج الانابيب. في حين في المراجل نوع انابيب الماء (Water tube boilers) ، يكون جريان نواتج الاحتراق خارج الانابيب و جريان وسيط نقل الحرارة (الماء) يكون داخل الانابيب.

تكون مراجل الحديد الزهر مطابقة للمواصفات القياسية البريطانية BS779 أو ما يعادلها و مراجل الفولاذ الملحوم مطابقة للمواصفة البريطانية BS855 أو ما يعادلها.

تتناسب قاعدة المرجل مع نوعيته و تكون ذات ارتفاع لا يقل عن 150 ملمتراً عن مستوى الارضية و بزيادة 100 ملمتر حول المرجل. واذا كان المرجل من النوع المفتوح و يتطلب اسفله عزلاً حرارياً وجب بناء قاعدة من الطابوق الناري. واذا كان المرجل من النوع المغلق و كانت قاعدته على شكل نقاط ارتكاز او جسور طولية او عرضية، فانه لا يشترط عزل القاعدة، بل يشترط فقط ان تكون قادرة على حمل ضعفي وزن المرجل فارغاً او مرة ونصف قدر وزنه وهو ملئ بالماء. يفضل ان تكون القاعدة من الخرسانة المسلحة وان يكون سطحها املسَ و مستوياً، لضمان ملامسة المرجل للقاعدة من دون ترك اية فراغات. كما يجب ان تتبع ارشادات الشركة الصانعة للمراجل، ان وجدت، عند بناء القاعدة.

4-2/1/1 اعتبارات التصميم

4-2/1/1/1 درجة حرارة وضغط التشغيل

تكون مراجل الضغط الواطئ بضغط تشغيلي اقصى مقداره 103 kPa في حالة مراجل البخار و ضغط تشغيلي اقصى مقداره 1100 كيلوباسكال في حالة مراجل الماء الحار. أما درجة الحرارة القصوى في مراجل الماء الحار فهي محددة بـ 120 °س. ومن اجل حماية المراجل و منع بلوغ الحدود التصميمية القصوى لها فقد جهزت بمسيطرات تشغيل و أمان و صمامات تفريغ وظيفتها السيطرة على درجة الحرارة و الضغط.

4-2/1/1/2 اختيار المراجل

يجب ان يتم اختيار المراجل بعد دراسة و استعراض مكونات العوامل التالية:

- **لجميع انواع المراجل:**

- النتاج الحراري الاجمالي للمرجل.
- مساحة الانتقال الحراري الكلية.
- المحتوى الكتلي او الحجمي للماء.
- متطلبات الطاقة المساعدة.
- شروط التنظيف و الخدمات لأسطح الانتقال الحراري لأنابيب الغاز و الماء.
- الفعالية عند الحمل الكلي و الجزئي.
- متطلبات غرفة الأجهزة (سهولة الدخول و ملاءمة المساحة الأرضية و ارتفاع سقف الغرفة) و ترتيب الأنابيب.
- متطلبات معالجة الماء المستعمل في المرجل.
- قدرة فنيي التشغيل و متطلبات التشغيل و الصيانة.
- المتطلبات التنظيمية لاستعمال و خزن الوقود.

- **للمراجل التي تعمل بالوقود:**

- حجم الفرن و حجرة الاحتراق.
- نمط الجريان الداخلي و نواتج الاحتراق.
- متطلبات الهواء اللازم للاحتراق و التهوية.
- وفرة و قدرة الوقود.

- **لمراجل البخار:**

- جودة البخار

4-2/1/2 الفعالية وسعة المرجل

تعرف فعالية المراجل التي تعمل بالوقود بثلاث طرق هي فعالية الاحتراق، الفعالية الكلية و الفعالية الفصلية. تعتمد فعالية المرجل وتراكيبه بشكل كبير على الدقة في التصميم وعلى مقدار فاعلية العزل الحراري الذي يقلل من الفقد الحراري الناجم من الاشعاع أو الحمل. كما تعتمد على قدرته على منع دخول أي كمية من الهواء غير مرغوب فيها الى غرفة الاحتراق. وعلى ذلك يجب ان لا تسمح الفتحات الخاصة بالمراجل، مثل فتحات ممرات اللهب أو فتحات التنظيف بمرور الهواء عبرها، ولذلك يجب تجهيز المشاعل بمنظم هواء يغلق تلقائياً عند توقفها عن العمل.

إن فعالية الاحتراق هي الطاقة الداخلة مطروحاً منها خسائر غازات العادم الخارجة في المدخنة مقسومة على الطاقة الداخلة و تبلغ قيمتها عموماً بين 75 الى 86 % في معظم المراجل التي لا يحصل فيها تكثيف. أما المراجل التي يحصل فيها تكثيف فان حدود فعالية الاحتراق تقع بين 88 الى 95%.

أما الفعالية الاجمالية فهي طاقة النتاج الحراري الكلي مقسومة على الطاقة الداخلة (المستهلكة). والفعالية الاجمالية للمراجل الكهربائية تقع بين 92 الى 96 %.

تحديد سعة المراجل (Boiler Rating): وهي اختيار السعة الحرارية اي الطاقة الخارجة الأجمالية للمرجل ممثلةً بمعدل الحرارة التي يحررها المرجل الى المنظومة في ظل ظروف الاحتراق المستمر. أما السعة الأسمية فهي الطاقة الخارجة الاجمالية مطروحاً منها نسبة ثابتة خاصة بالانابيب ومعامل الاحتياط الذي يأخذ بنظر الاعتبار الفقدان الحراري في الانابيب مضافاً اليه حمل التسخين الابتدائي للماء في المنظومة. إن قيمة النسبة الثابتة المضافة هي 1.15 لمراجل الماء و بحدود من 1.27 الى 1.33 لمراجل البخار. والسعة الصافية يمكن حسابها بقسمة الطاقة الخارجة الاجمالية على قيمة معامل الاحتياط (النسبة الثابتة).

عند نصب مرجل واحد يجب ان تزيد قدرته الاسمية بمقدار 25 % على القدرة القصوى التي يستعمل عندها المرجل. في المراجل المختارة لمنظومات التدفئة الصغيرة او في الحالات التي يعمل فيها المرجل على فترتين تشغيليتين فقط في اليوم، يجب ان تزيد قدرته الاسمية بمقدار 25 الى 33 % على القدرة القصوى التي يستعمل عندها المرجل. اما عند تركيب مرجلين معاً يجب ان تكون القدرة الاسمية لكل مرجل مساوية لثلثي الحمل الكلي الأقصى الذي يستعمل عنده المرجلان.

3/1/2-4 السيطرة على سعة المراجل

تقوم المسيطرات في المراجل بعملية السيطرة على معدل الوقود الداخل الى المرجل نسبة الى قيمة الاشارة التي تمثل تغييرات الحمل او الطلب لكي تكون طاقة المرجل الخارجة مساوية الى الحمل ضمن فروق مقبولة.

تصنف المسيطرات في المراجل الى نوعين: مسيطرات تشغيل ومسيطرات حماية. حيث تعمل الأخيرة على ايقاف جريان الوقود عند تحقق المتغيرات المحددة لها، أو كذلك عند تحقق أي من شروط الحد العالي خارج حدود الأمان. أما وظيفة مسيطرات التشغيل فتكمن في تشغيل مرجل البخار بواسطة مشغل يعمل بفعل الضغط موضوع في المرجل وذلك بتغير كمية الوقود الداخلة الى المرجل. ومن الامثلة الشائعة لمسيطرات المشاعل هي مسيطر تشغيل-اطفاء، مسيطر واطئ/ عالِ-اطفاء، ومسيطر التغيير (control modulation). يعمل مسيطر التغيير على تغيير كمية الوقود الداخلة من 100 % نزولاً الى قيمة دنيا محددة و مختارة.

يتم تشغل مراجل الماء الحار بواسطة مشغل يعمل بفعل درجة الحرارة و موضوع في المرجل. مسيطرات المشاعل هي نفسها في مراجل البخار اي مسيطر تشغيل-اطفاء، مسيطر واطئ/ عالِ- اطفاء، و مسيطر التغيير. تمتاز مسيطرات التغيير بالتحكم الدقيق على درجة حرارة الماء. فهي ذات فعالية اعلى من المسيطرات الاخرى، عندما يتغير معدل جريان الهواء خلال المرجل على طول مدة التشغيل مع كمية الوقود الداخلة الى المرجل. ان مسيطر اعادة الضبط في المراجل يزيد من فعاليتها بالنسبة لمراجل الماء الحار ويمكنها العمل مع مسيطرات المشاعل التي تمت الاشارة اليها سابقاً. ان هذه المسيطرات تغير تلقائياً قيمة

ضبط الحد الاعلى للمرجل ليتوافق مع متطلبات حمل البناية المتغير نتيجة تغيير درجة حرارة البيئة الخارجية.

4/1/2-4 المداخن

يمكن اختيار المدخنة المناسبة من خلال العوامل التالية: الرفع، الشكل الهندسي، ظروف التشغيل، عزل المدخنة، كمية الحرارة المتخلفة، ارتفاع البناية. و يجب الأخذ بنظر الاعتبار العوامل التالية عند تصميم المدخنة لضمان التشغيل الآمن والمستقر: وجود كمية كافية للهواء اللازم للاحتراق، تأثيرات هبوط الضغط في البناية، وسائل السيطرة على عملية سحب العادم (draft)، المواد المصنعة منها المدخنة (مقاومة للتآكل و الحرارة العالية)، درجة حرارة و مكونات و نقطة ندى غازات العادم، مناطق دوامات الرياح و الدقائق المتساقطة.

وبشكل عام يجب الالتزام بالاعتبارات التالية:

- وجود ارتفاع مناسب للمداخن يقلل بقدر الامكان المخاطر الناجمة عن تيارات الغازات العادمة الهابطة على المباني المجاورة او الاشجار وغيرها.
- خلو المداخن من الانحناءات ما امكن ذلك، ويفضل ان تكون ذات مقطع دائري، وان لا يزيد طول الوصلة الافقية للمدخنة على 25 % من طول المدخنة.
- عزل المدخنة بعازل حراري مناسب لتقليل تسرب الحرارة غير المرغوب بها الى داخل البناية. وعند عزل المداخن المصنوعة من صفائح الفولاذ او حديد الزهر يتعين ترك حيز في بطانة المدخنة من دون عزل تجنباً لحدوث تسخين زائد للمعدن. وعند بناء مدخنة من الطابوق الناري يتعين ترك فراغ من الهواء الساكن حولها، وتغلف بعد ذلك بغلاف من الخرسانة وان تعذر ذلك (في حالة عدم توافر الحيز الكافي) فتعزل المدخنة ببطانة من الصوف الصخري.
- بسبب اعتماد السحب (draft) المتولد في المدخنة على البعد الرأسي بين غرفة الاحتراق و قمة المدخنة، وكذلك على درجة حرارة الغازات المتدفقة، فانه يجب ان يكون مقدارهما كافيين لضمان تدفق الهواء اللازم للاحتراق.
- كمية الهواء اللازم للاحتراق و كمية الغازات المتدفقة تعتمد على قدرة المرجل و فعالية الاحتراق و نوع الوقود. يجب ان لا يزيد مقدار السحب في المدخنة عند بداية التشغيل عن 1.3 ملمتر ماء (ضغط مقياس)، وتجهز المدخنة بمنظم سحب في الحالات التي يزيد السحب فيها عن ذلك.

5/1/2-4 مراجل الماء الحار الكهربائية

مراجل الماء الحار الكهربائية (Electric Water Heater) هي خزانات الماء الساخن المجهزة بسخان كهربائي داخل الخزان يعمل بشكل منفصل عن وحدات التسخين الاخرى. وتكون هذه المراجل مطابقة للمواصفة القياسية البريطانية BS417 أو ما يعادلها.

تكون خزانات الماء الساخن مزودة بمقياس درجات الحرارة مثبت في مستوى منتصف الخزان، ومنظم (اوتوماتيكي) لدرجة الحرارة (ثرموستات)، وصمام تنفيس، ومقياس ضغط، و مسخنات كهربائية غاطسة متصلة مع منظم لدرجة الحرارة تلقائي (اوتماتيكي) ومقياس الضغط.

تحدد مقدار الطاقة الكهربائية اللازمة لتسخين الماء على اساس كمية الحرارة الممكن تخزينها و اقصى درجة حرارة للماء داخلها. و تكون درجة الحرارة القصوى في اعلى الخزان اقل بمقدار 12 درجة مئوية من نقطة غليان الماء عند الضغط السائد، في حين تكون درجة الحرارة الدنيا للماء مساوية لدرجة حرارة التدفق من الخزان تحت ظروف اقصى كمية حرارة مطلوبة. و يصمم الخزان بحيث لا ترتفع درجة حرارة الماء المزاح نتيجة التمدد وخلال الخط الراجع في اثناء دورة التسخين عن درجة الحرارة التصميمية لذلك الخط.

يجهز الخزان بمنظم تلقائي لدرجة الحرارة واحد او اكثر للتحكم في درجة حرارة الماء داخل الخزان. كما يجهز المنظم الحراري بمقياس درجة حرارة يركب بجواره وفي نفس مستواه الافقي.

4-2/1/6 وحدات معالجة عسرة المياه

يجب ان تعالج المياه المستعملة مسبقا قبل دخولها الى المراجل المستعملة لتوليد الماء الحار للحفاظ على سلامة هذه المراجل وإطالة عمرها التشغيلي. ولتحقيق ذلك يجب نصب وحدات لمعالجة المياه على وفق المواصفات القياسية العالمية، والتي نذكر منها على سبيل المثال مدونة التأسيسات المائية العراقية (م.ب.ع. 1/401) الصادرة عن وزارة الاعمار و الاسكان.

4-2/2 المشاعل

تنقل المشاعل (Burners) الغازية الغاز (او خليط الغاز والهواء) الى منطقة الاحتراق. و يكون الحقن في المشعل اما طبيعياً او قسرياً (Natural or Forced Draft Burners). يحتوي المشعل الذي يعمل بالحقن الطبيعي (بالضغط الجوي) على بوابة الهواء، وانبوبة فنجوري، وفتحة الغاز ومنفذ الخروج. و يكون وضع الحركة للمشعل اما افقياً او عمودياً. تستعمل المراجل التي تعمل بالحقن القسري مروحة للتجهيز والتحكم في الهواء اللازم للاحتراق. يكون سحب الهواء في هذه المراجل إما طبيعياً او قسرياً (Forced or natural draft). ففي حالة السحب الطبيعي يجب سحب نواتج الاحتراق من قبل المدخنة و عبر المرجل او الفرن في حين تقوم ساحبة المشعل بتجهيز القدرة اللازمة لحركة الهواء عبر المشعل.

أما في المراجل التي يكون فيها سحب الهواء قسرياً (Forced draft) فتكون المروحة ذات حجم وسرعة أكبر، كما يستفاد من عملية الاحتراق في تحريك الهواء قسرياً عبر المرجل. ففي هذه المراجل يحدث الاحتراق تحت ضغط و جريان مسيطرٍ عليهما، وتحتاج مدخنة التهوية الى علو محدود فقط لنقل نواتج الاحتراق الى المحيط الخارجي. في مراجل سحب الهواء قسرياً ينظم تدفق الغاز و الهواء بوسائل سيطرة ملائمة مجهزة من قبل المصنع. كما يتم التحكم على كمية الغاز الداخل بواسطة اداة تنظيم الضغط وصمام معدل الاشتعال اللذين يربطان على التوالي.

تعمل مشاعل الغاز الصناعية و التجارية عادة بضغوط اعلى مما في مراجل الغاز المنزلية و الاخيرة تكون مصممة لمحطات التدفئة المركزية او للتطبيقات ذات الوحدات المتعددة المستقلة وكلاهما متوفرة بانواع وسعات مختلفة.

في تطبيقات التدفئة المركزية تستعمل افران الهواء لمدافئ ومراجل الماء الحار او البخار. تتوافر افران الهواء الحار باشكال مختلفة منظمة على اساس: القدرة المطلوبة لحركة نواتج الاحتراق، والقدرة المطلوبة لحركة الهواء المجهز الساخن او الهواء الراجع، وموقع اجهزة التدفئة في البناية، و الفعالية المطلوبة للمنظومة.

تتوافر مشاعل الغاز التجارية و الصناعية بعدة انواع اساسية و يكون التركيز هنا على الانواع شائعة الاستعمال في منظومات التدفئة المركزية.

4-2-2/1 المشاعل التي تعمل بالوقود السائل

يستهلك مشعل الوقود السائل (الزيت) المنزلية وقوداً بمعدل من 0.5 الى 3.7 مللتر/ ثا في حين تستهلك المشاعل التجارية و الصناعية وقوداً بمعدل 7.4 لتر/ ثا فما فوق. الوقود السائل المرقم 2 يستعمل عادة في المشعل المنزلي كما يمكن ان يستعمل في هذا المشعل الوقود السائل المرقم 1. إن المشاعل التي تستهلك وقوداً سائلاً بمعدل 0.5 الى 2.5 مللتر/ ثا بالاضافة الى استعمالاتها لأغراض التدفئة يمكن استعمالها في سخانات الماء المنزلية، والسخانات التي تعمل بالاشعة تحت الحمراء وفي وحدات تدفئة الفضاءات المتعددة وكذلك في الاستعمالات التجارية.

تشتمل ادوات التدفئة المركزية على افران الهواء الدافئ، ومراجل الماء الحار او البخار. تعمل الافران و المراجل التي تستعمل الوقود السائل بنفس الطريقة التي يعمل بها المشعل الغازي. إن مراجل الماء الحار او البخار المتوافرة حالياً مصنوعة من حديد الزهر والفولاذ. بالاضافة الى وظيفة التدفئة للفضاءات، تصمم المراجل لتوليد الماء الحار باستعمال اما مبادل حراري متكامل غير حاوٍ على خزان او مبادلات حرارية خارجية.

اما المشاعل التجارية والصناعية فهي مصممة لاستعمال الوقود السائل المقطر او من مراتب متدنية. يحتوي المشعل التجاري و الصناعي على مرذاذ لحقن الوقود السائل الى منطقة الاحتراق بهيئة رشاش مخروطي من دقائق الوقود متناهية الصغر. و تقوم مروحة المشعل بدفع قسري لهواء الاحتراق نحو رشاش الوقود السائل مسبباً خلط مضطرب وحميم للهواء والوقود السائل. و بتوقيت مسبق التحديد تقوم شرارة قدح وقود غازية او سائلة باشعال الخليط لبدء عملية الاحتراق. يجهز المشعل بمسيطرات حماية لاطفائه عند فشل الاحتراق.

تصنف المشاعل التي تعمل بالوقود السائل الرذاذي طبقاً الى الطريقة المستعملة في مرذاذ الوقود السائل (Atomizer) مثل المرذاذ الذي يعمل بالضغط، المرذاذ الذي يعمل بفعل ضغط الخط الراجع، المرذاذ الهوائي، المرذاذ ذو الكأس الدوار، المرذاذ الذي يعمل بالبخار، والمرذاذ الميكانيكي.

4-2/2/2 المشاعل التي تعمل بالوقود المزدوج

المشعل الذي يعمل بالوقود المزدوج (Dual Fuel Burner) غاز/ سائل هو مشعل ذو سحب هواء قسري وتكون أجزاؤه مدمجة في مجموعة واحدة. تحتوي هذه المشاعل على مفتاح تشغيل يدوي ذي اوضاع ثلاثة لاختيار الغاز او الوقود السائل او الاطفاء. يحتوي هذا المفتاح على مؤخر زمني للتأكد من عمل المرحل الكهربائي للهب المشعل من قيام المشعل بعملية التفريغ قبل عملية الأحتراق وبعدها وقبل البدء ثانية بوقود آخر. المشاعل ذات السعات الكبيرة لها ذراع ربط ميكانيكي تضمن تجهيزها بنسب هواء-وقود صحيحة في جميع حالات الأشتعال.

المشعل الصغير قد يحتوي على مفتاح تشغيل-اطفاء ويشمل عادة على مرذاذ وقود يعمل بالضغط. يمتاز المشعل مزدوج الوقود ذو مفتاح التحويل التلقائي بأنه مجهز بمنظم تلقائي لدرجة حرارة الهواء الخارجي موضوع على الجدار الخارجي ومتعاشق كهربائياً مع منظومة السيطرة في المشعل.

4-2/2/3 المسيطرات

يمكن تصنيف المسيطرات الخاصة بالمشاعل الى مسيطرات تشغيل، وحماية، و تعشيق كهربائي. وتشمل مسيطرات التشغيل على التشغيل الابتدائي للحارقة و اطفائها بالفعل المسلط على المشغل النهـــائي (Actuator)(عنصر التصحيح النهائي) نسبة الى اشارة المتحسس الابتدائي (عنصر القياس). والمتحسسات الثانوية، والمشغلات الثانوية، و منظومة الاشتعال، تمثل جميعها اجزاء منظومة السيطرة في المشعل. ان المتحسس الرئيس يقوم بمراقبة المتغير المسيطر عليه في آلة اشتعال الوقود، مثال على ذلك منظم درجة حرارة الغرفة في الفرن المنزلي، ومفتاح المشغل الذي يعمل بالضغط في المرجل الكهربائي، و منظم درجة حرارة سخان الماء.

اما المتحسسات الثانوية، فتكون الحاجة اليها عند الضرورة، مثال ذلك مسيطر مروحة الهواء كدالة الى درجة حرارة المجرى الجامع للهواء. في بعض الحالات تشغل المتحسسات الأولية أداة السيطرة على التدفئة كما في محرك صفائح تنظيم الهواء او مضخة تدوير الماء. بعد ذلك فان عمل المشعل يكون بفعل المسيطر الثانوي كما في المنظم الحراري المغمور في مرجل الماء الحار و منظم درجة حرارة فرن الهواء الدافئ.

المشغل (عنصر التحكم و التصحيح النهائي) هو اداة لتحويل اشارة (عنصر القياس) في منظومة السيطرة الى وظيفة مقيدة. تتألف المشغلات بشكل عام من الصمامات، وصفائح التنظيم، والمرحلات. فالصمامات مطلوبة لعملية الغلق النهائي لدليل الغاز و صمامات الغاز او الوقود السائل تربط في خط التجهيز. يعتمد نوع الصمام على طبيعة العمل، والوقود، و خواص المشعل. الانواع الشائعة للصمامات هي الصمام اللولبي الكهربائي، وصمامات الغاز او الوقود السائل التي تعمل بواسطة محرك مصدر حركته هي سلسلة وترس، وصمام هيدروليك، وصمام الهواء المضغوط، وصمام الغاز ذو الرق (Diaghram) الذي يعمل بفعل ضغط الغاز.

في منظومة اشتعال الوقود، يكون من الضروري استعمال آلة اشعال تلقائية (اوتوماتيكية) في المشعل نفسه لتشغيله بأمان وتمثل الجزء الاساسي في منظومة السيطرة الاوتوماتيكية في معظم التطبيقات. وهذه الآلة تولد شرارة كهربائية تشغل الوقود المجهز مباشرة.

اما مسيطرات الحماية والتعشيق الكهربائي فانها مجهزة لغرض الحماية ضد انفجار الفرن او المخاطر الاخرى (مثل التسخين المفرط في المراجل الناجم من انخفاض منسوب الماء). و تقوم هذه المسيطرات بغلق الوقود او تجنب الحريق في الحالات الاتية:

- فشل اللهب– اللهب الرئيس او لهب الاستدلال.
- فشل مروحة الهواء اللازم للاحتراق.
- التسخين الزائد (المفرط) لأجزاء فرن الهواء الدافئ.
- منسوب الماء المنخفض في المراجل.
- ضغط منخفض للوقود السائل.
- درجة حرارة منخفضة في حالة الوقود السائل الثقيل.
- ضغط منخفض للمرذاذ الهوائي او البخاري.
- درجة حرارة مرتفعة في مسخنات الماء او مراجل الماء الحار.
- ضغط مرتفع للمرجل البخاري.

4–3/2 الأفران

هنالك نوعان من الأفران (Furnaces) هما: الأفران التي تعمل باحتراق الوقود، و الافران الكهربائية. يحدث الاحتراق في الافران التي تعمل باحتراق الوقود داخل حجرة الاحتراق حيث يمر الهواء اللازم للتدفئة فوق السطوح الخارجية للمبادل الحراري كي لا يلامس الوقود او نواتج الاحتراق التي تمر الى الجو الخارجي عبر المدخنة. وتكون الافران الكهربائية من النوع الحاوي على المقاومة الحرارية التي تسخن الهواء المدور مباشرة او من خلال غلاف واقٍ محاط بعناصر التسخين.

تصنف الافران بحسب:

1– نوع الوقود 2– شكل الهيكل 3– اتجاه الجريان 4– منظومة الاحتراق 5– وضع التنصيب

4–1/3/2 الافران التي تعمل بالغاز

الغاز الطبيعي هو الوقود الشائع استعماله في التدفئة المنزلية وفي افران الهواء القسري في منظومة التدفئة المركزية. يجهز هذا النوع من الافران بدافعة هواء التجهيز على محيط الفرن، وفوق المبادل الحراري، ومن ثم خلال منظومة مجاري الهواء.

يتألف الفرن النموذجي من المكونات الاساسية التالية:

1– حجرة (كابينة) او غلاف الغرفة

2– مبادل حراري

3– منظومة الاحتراق و تشمل المشعل ومنظومة السيطرة

4- دافعة الهواء قسرياً او حثياً

5- مروحة الهواء المدور مع المحرك الكهربائي

6- مرشحات الهواء و ملحقات اخرى كمرطب الهواء، وملف تبريد الهواء، او اية مجموعة لهذه العناصر.

تشتمل منظومة السيطرة في الافران على اداة الاشتعال، وصمام الغاز، ومسيطر المروحة، والمفاتيح المحددة للتشغيل، و مكونات اخرى موصوفة من قبل المصنع. تسمح هذه المنظومة بجريان الغاز الى المشعل عند الحاجة الى التسخين.

هنالك اربع انواع من منظومات الاشتعال هي:

1- ذات الدليل الدائم (Permanent Guide)

2- ذات الدليل المتقطع (Intermittent Guide)

3- ذات الشرارة المباشرة (Direct Ignition)

4- ذات الاشتعال بواسطة سطح حار. (Hot Surface Ignition)

ان الافران يمكن ان تعمل بالغاز الطبيعي او بالبروبان. و الفرق الرئيس بين الاثنين هو مقدار الضغط الذي يحقن به الى المشعل. فبسبب الضغط المرتفع و المحتوى الحراري الكبير لغاز البروبان هنالك فروق فيزيائية معينة بين افران الغاز الطبيعي وافران البروبان، ومن هذه الفروق احجام فتحات تنظيم الوقود و اشارة الاشتعال التي تكون اصغر في الافران التي تعمل بالبروبان.

4-2/3/2 الافران التي تعمل بالوقود السائل

الافران التي تعمل بالوقود السائل التي تنصب في داخل المنزل متوافرة بنفس اشكال تراكيب الافران التي تعمل بالغاز حيث يكون اتجاه الجريان علوياً او سفلياً او افقياً تبعاً لاتجاه منظومة مجاري الهواء. اما الافران التي تعمل بالوقود السائل التي تنصب في الخارج فانها غير شائعة.

الفرق الرئيس بين الافران التي تعمل بالوقود الغاز ونظيرتها التي تعمل بالوقود السائل يكون في منظومة الاحتراق، والمبادل الحراري، و منظم سحب الهواء من الجو. فالافران التي تعمل بالوقود السائل وذات منظومة جريان هواء قسري تكون عادة مجهزة بمشعل ذي مرذاذ وقود يعمل بالضغط وفيه ينظم معدل الاشتعال في الفرن من خلال ضغط المضخة و حجم فتحة الوقود في منفث الحقن في حين يحصل الاشتعال بفعل الشرارة الكهربائية. ومن ادوات السيطرة الاخرى في الفرن هي مفتاح سيطرة دافعة الهواء، ومفاتيح التشغيل الحدية وهي مشابهة لتلك التي تستعمل في الافران الغازية.

4-3/3/2 الافران الكهربائية

الافران التي تعمل بالقدرة الكهربائية متوافرة باشكال و تراكيب مشابهة للأفران التي تعمل بالوقود حيث ان غلاف الفرن، ودافعة الهواء، ومرشح الهواء تكون مشابهة و مكافئة الى مكونات الافران الغازية. تصنع عناصر التسخين باشكال هندسية محددة وبسعات نموذجية (5 كيلو واط) و بأي شكل. تشتمل مسيطرات الافران الكهربائية على مفاتيح تشغيل وحماية من الحمل المفرط (الزائد) الكهربائي، والكونتكترات ،

المفاتيح الحدية، ومفتاح سيطرة دافعة الهواء (المروحة). مفاتيح الحمل المفرط تكون اما مصهرات او قواطع دورة كهربائية. أما وظيفة المفاتيح الحدية و مفتاح سيطرة المروحة فهي مشابهة الى ما في الافران الغازية لكن هنالك مفتاحاً حدياً مستقلاً لكل عنصر تسخين.

4-2/3/4 البيانات الفنية

4-2/3/4/1 افران الغاز الطبيعي

تقديرات السعة والفعالية: سعة تدفئة الافران التجارية مسجلة في لوحات السعة و المواصفات الفنية. سعة تدفئة الافران المنزلية مساوية الى او اقل من 65 كيلو واط. يمكن حساب السعة بضرب الطاقة الداخلة في الفعالية عند الحالة المستقرة.

تقديرات الفعالية: توجد طريقة اخرى لتحسين فعالية استغلال الوقود السنوية هي بالتسخين المسبق لهواء الاحتراق المأخوذ من الخارج بامراره خلال الانبوب الخارجي المحيط بانبوب غازات العادم. يتم التحكم بالفرن عن بعد بواسطة منظم درجة حرارة الغرفة (الثرموستات). هذا المنظم يمكن ان يكون للتدفئة فقط او للتدفئة و التبريد أو متعدد المراحل او ذا اعادة ضبط ليلي.

منظم درجة الحرارة (الثرموستات) الليلي يستطيع خفض استهلاك الطاقة السنوية للغاز في الافران. اما منظم درجة الحرارة المزدوج (لضبط درجة الحرارة خلال الليل و خلال الاوقات غير المشغولة في النهار) فيمكنه تحقيق اقتصاد اكبر للطاقة.

مفتاح السيطرة للمروحة يضبط سرعة دوران المروحة. هذا المفتاح يعمل بفعل متحسس درجة حرارة تيار الهواء داخل غلاف الفرن او يعمل الكترونياً بفعل مرحل كهربائي، إذ يؤخر بدء اشتغال دافعة الهواء لمدة دقيقة بعد بدء اشتعال المشعل. هذا التأخير يعطي الوقت الكافي للمبادلات الحرارية لزيادة الدفء والحد من الجريان الاضافي للهواء البارد عند بدء اشتغال دافعة الهواء. كما يعمل هذا المفتاح على تأخير اطفاء دافعة الهواء ايضاً لعدة دقائق بعد اطفاء المشعل لازالة الحرارة المتبقية من المبادلات الحرارية لتحسين الفعالية السنوية للأفران.

4-2/3/4/2 الافران التي تعمل بالوقود السائل

سعات الافران التي تعمل بالوقود السائل مبنية على معدل جريان الوقود السائل، و تحسب سعة التدفئة بنفس الطريقة في الافران التي تعمل بالغاز، كما ان سعة تجهيز الهواء مشابهة للافران الغازية. ان كلا نوعي التشغيل التدفئة فقط و التدفئة و التبريد متوفران في الافران التي تعمل بالوقود السائل.

ان فعالية الافران التي تعمل بالوقود السائل يمكن ان تهبط خلال التشغيل الاعتيادي اذا لم يتم صيانة المشعل وتنظيفه. ففي هذه الحالة لا يتم الترذيذ الكافي للوقود للسماح بحدوث الاحتراق الكامل للوقود ويحصل بالتالي فقد متزايد في الطاقة في المدخنة على هيئة هيدروكاربونات غير مشتعلة. إن فعالية المراجل التي تعمل بالوقود عادة تكون مرتفعة بسبب استعمالها لمشاعل تعمل بالقدرة و اشتعال بالشرارة الكهربائية.

4-2/3/4/3 الافران الكهربائية المنزلية والتجارية

الافران المنزلية التي تعمل بالمقاومة الكهربائية متوفرة بسعات تدفئة من 5 الى 35 كيلو واط. يتم اختيار وحدات مناولة الهواء بسعات تجهيز هواء كافٍ يوافي متطلبات مكيفات الهواء ذات حجم معقول يوائم الفرن. حيث تجهز الافران الصغيرة بما يقارب 400 لتر/ ثا والافران الكبيرة بما يقارب 950 لتر/ ثا. الفرق الرئيس بين الافران التجارية والمنزلية هو في سعة التدفئة والحجم. اما سعة التدفئة للافران التجارية فيمكن ان تكون من 44 الى 590 كيلو واط.

4-2/4 الأجهزة المساعدة

4-2/4/1 منظومة التوزيع

الماء الحار هو وسيط التشغيل في منظومة التدفئة و يقوم بنقل الحرارة من المصدر (المرجل) الى المناطق المراد تدفئتها و يوزع البخار عادة بفعل ضغطه لكن في حالة حدوث تكثيف في المرجل فان الاخير يعاد بفعل الجاذبية او المضخات. ومن الاهتمامات التصميمية و التشغيلية في منظومات البخار هي مصيدة التكثيف. اما اذا كان الماء وسيط التشغيل فان المضخات هي التي تقوم بتوزيع الماء الحار من المرجل الى وحدات التدفئة النهائية.

4-2/4/2 المضخات

تكون مضخات الماء الحار في منظومة التدفئة المركزية عادة من نوع المضخات الطاردة المركزية. و تستعمل مضخات افقية منفصلة البدن ذات بشارة مزدوجة لسحب الماء في المنظومات الكبيرة ذات الحمل الاكبر لفعاليتها العالية في حين تستعمل مضخات ذات الربط المباشر او التوصيل المرن او امتصاص الماء في نهاية البدن في المنظومات الصغيرة ذات الحمل الاقل. يمكن ان تنصب المضخات على امتداد خطوط الانابيب او توضع على قاعدة خاصة بها. وظيفة هذه المضخات توزيع الماء بين المصدر (المرجل) و وحدات التدفئة النهائية.

4-3 متطلبات خاصة

يؤخذ بعين الاعتبار امكانية وصل خزانات تسخين الماء باللاقطات الشمسية. ولهذا الغرض يتم تجهيز خزانات الماء الساخن بخطين من الانابيب ذات احجام تتناسب وسعة الخزان، يمدان الى المكان المقترح نصب المجمعات الشمسية فيه، وذلك ليتمكن صاحب العمل من تركيب سخان شمسي في المستقبل.

يتم نصب خزانات الماء الساخن الرأسية على قواعد خرسانية أو ركائز حديدية تسمح بالدخول الى اسفل الخزان والقيام بأعمال التفتيش، في حين تنصب خزانات الماء الساخن الافقية على ركائز خرسانية أو حديدية مصنوعة على شكل مهد لأغراض حركة الخزان نتيجة التمدد.

يجب عزل خزانات الماء الساخن عزلاً حرارياً تاماً باستعمال اجود اصناف العوازل الحرارية مسبقة التشكيل او الصوف الصخري او الصوف الزجاجي. و تتم حماية العازل الحراري من التلف بلفه بقماش الكتان المطلي بمادة غروية او دهنه بالجبس اذا اقتضت الضرورة أو برقائق الألمنيوم المغلفة.

4-4 تدابير الأمان الوقائية

يتوقف استمرار الأداء الأمين لمكونات منظومة التدفئة المركزية الى حد كبير على مقدار الأخذ بالحسبان تدابير الأمان الوقائية عند تصميم و اختيار و نصب أجزاء المراجل، والحارقات، والأفران و الأجهزة المساعدة كالمضخات و شبكات الأنابيب و لوحات التشغيل و السيطرة و المداخن. ومن تدابير الأمان الوقائية :

1- يجب وجود ممرات كافية لجميع أجهزة منظومة التدفئة تنتهي بأبواب خارجية سهلة الوصول اليها للخروج الآمن عند حدوث المخاطر.

2- يتعين تجهيز جميع المراجل بوسائل تحكم وامان تلقائي و مفاتيح حدية للضغط و درجة الحرارة و قواطع دورة كهربائية بالاضافة الى صمامات تفريغ وتنفيس و مقاييس حرارة الماء أو البخار و محددات لارتفاع عمود الماء تركب مباشرة على المراجل.

3- يتعين تجهيز جميع افران تسخين الهواء و مسخنات الهواء الكهربائية بوسائل تحكم و أمان تلقائي و بمفاتيح حدية لدرجة حرارة الهواء بالاضافة الى مصهرات و قواطع دورة كهربائية.

4- يحظر نصب الأجهزة المخصصة للنصب الخارجي فقط داخل المباني، كما يحظر نصب الأجهزة المخصصة للنصب داخل المباني في خارجها.

5- يجب ترك مسافات كافية عند نصب اجهزة توليد الحرارة على الأرضيات و قرب الجدران و السقوف و على وفق ما يوصى به من قبل المصنع.

6- يجب تحديد مكان المدخنة و موقع المرجل بعيداً عن المواد القابلة للاحتراق التي تدخل ضمن التصميم الانشائي.

7- يجب ان تكون المداخن ذات ارتفاع مناسب بقدر الامكان للمخاطر الناجمة عن تيارات الغازات العادمة الهابطة على المباني المجاورة.

8- يجب اختيارالعازل الحراري المناسب للمدخنة لتقليل تسرب الحرارة غير المرغوب بها و التي تسبب ازعاجاً لشاغلي المبنى. أما جزء المدخنة الذي يخترق الجدران فيجب ان يحاط بأكمام خاصة مملوءة بحبل الاسبست او اية مادة عازلة مناسبة اخرى.

9- يتعين انشاء تهوية كافية لغرفة المرجل وان تجهز جميع أجهزة وآلات التدفئة الكهربائية بالتأريض و ان تحاط الأجهزة الدوارة منها بواقيات حديدية.

4-5 الفحص والاختبار

فحص الأجهزة يعني ايجاد الأداء الكمي لها و الضبط يشير الى ضبط معدل جريان المائع و نمط جريان الهواء كما موصوف في التصاميم. و الموازنة تعني ضبط معدلات الجريان بالتناسب مع منظومة التوزيع اعتماداً على المتطلبات التصميمية.

أوصت الجمعية الامريكية لمهندسي التدفئة، والتثليج وتكييف الهواء بحاجة جميع منظومات التدفئة الى الموازنة طبقاً الى المواصفات الهندسية المقبولة في العموم. و اوصت كذلك بحاجة جميع منظومات الهواء الى الموازنة اولاً للحد من خسائر فقد الضغط ومن ثم ضبط سرعة المروحة لتتوافق مع ظروف الجريان التصميمية. كما اوصت بالحاجة الى موازنة منظومات الماء اولاً للحد من خسائر الضغط ومن ثم ضبط بشارة او سرعة المضخة لتتوافق مع ظروف الجريان التصميمية. كذلك يجب ان تحتوي منظومات الماء على وسائل قياس الضغط ومحارير درجة الحرارة على جانبي المضخة والملفات ووحدات التدفئة المركزية و النهائية.

يجب اجراء الفحص الموقعي لمختلف اجزاء و مكونات منظومة التدفئة بحسب التفاصيل التي توصي بها الشركات المصنعة في هذا الخصوص. اما شبكات الانابيب و ملحقاتها فتملأ بالماء عند الاكتمال النهائي للمكونات ويتم الفحص الموقعي بحسب الترتيب التالي:

1- فحص الضغط الهيدروليكي للشبكات.

- حيث يتم اجراء فحص الضغط الهيدروليكي لشبكة الانابيب بضغط مقداره مرة ونصف بقدر الضغط التشغيلي، للتأكد من متانتها عند الضغوط المتوقعة. ويكون هذا بعد التأكد من فتح جميع الصمامات كلياً، وخلو الشبكة من الدهان ورفع جميع وسائل القياس و صمامات التنفيس واي من الاجهزة التي يحتمل تلفها بفعل الضغط، مع سد جميع الفتحات بالشبكة. يجب ان يتم اجراء الفحص الهيدروليكي قبل تنفيذ اعمال العزل الحراري.
- يتم ضغط الشبكة باستعمال مضخة يدوية ضاغطة تسحب من وعاء مملوء بالماء و مجهزة بمقياس ضغط مباشرة، مع صمام بدائي للحفاظ على مستوى الضغط داخل الشبكة عند المستوى المعاير، ثم يغلق الصمام البوابي بعد ان يبلغ ضغط الشبكة الحد المطلوب.
- تترك الشبكة مضغوطة لمدة 24 ساعة متواصلة، مع ملاحظة عدم انخفاض الضغط على جهاز القياس عن الضغط المعاير. و تتم معاينة جميع اجزاء الشبكة وملحقاتها للتأكد من عدم تسرب الماء في اي جزء منها، وفي حالة اكتشاف تسرب يتم معالجة ذلك ويعاد اجراء الفحص بحسب الخطوات سالفة الذكر.
- يراعى بعد الانتهاء من الفحص ان يكون تقليل الضغط داخل الشبكة تدريجياً تجنباً من لحصول ضرر في الشبكة.

2- مجال ادارة وتوكيد الجودة لمنظومة التدفئة.

تعرف ادارة و توكيد الجودة بانها عمليات التنظيم والتوثيق، الفحص والاختبار لتوكيد قابلية البناية والخدمات المقترنة بها في التشغيل و المحافظة على التطابق مع أهداف التصميم. ولتطبيق ذلك على منظومات التدفئة يجب عمل ما يلي:

- ايضاح أولويات رب العمل وأهداف التصميم: ان الهدف من تطبيق ادارة وتوكيد الجودة هو الحصول على بيئة داخلية صحية مريحة ونقاوة مقبولة للهواء الداخلي وكذلك استغلال الطاقة بفعالية أداء وظيفي

مثالي. يشمل التوثيق المطلوب لذلك تحضير المواصفات واجراءات التحقق وقوائم بالرموز والمصطلحات ووسائل القياس وقوائم الفحص والتشغيل الخاص بالأجهزة والآلات.

- اختبار شامل لجميع أجزاء المنظومات الثانوية ومكوناتها وكذلك أجهزة السيطرة، مع التحقق وتوثيق اختبار الأداء الوظيفي لجميع المنظومات والتأكد من موافقتها لمواصفات التصميم وعقد المقاولة. ولضمان ذلك، ينظم سجل لاداء المنظومات التي جهزت والتحقق منها كما نفذت. التوثيق يجب أن يشمل ايضاً تقارير أعمال التصليح والتعديل لأي نقص موجود والتصليح الحالي والاختبار المعاد. لكي يكون تقرير توكيد الجودة النهائي مقبولاً، فانه يجب ان يكون مكتملاً من كافة النواحي ومتضمناً لتوصيات القبول بوضوح تام مع ضمان اعطاء جميع الوثائق المطلوبة الى رب العمل.
- تحقيق خطة تدريب تفصيلية لملاك التشغيل لكل المنظومات الرئيسة. خطط التدريب وتقارير المتابعة يجب ان تكون خاضعة للاشراف المباشر لرب العمل.
- استمرارعمل ادارة وتوكيد الجودة حتى بعد اعطائها توصيات القبول، لضمان المراقبة المستمرة والمثالية في الأداء والتطوير في منظومات التدفئة لتحقيق الأهداف المحددة من خلال مراقبة المتغيرات التشغيلية للمنظومات.

6-4 اعتبارات الصيانة

عملية صيانة منظومة التدفئة هي العمل المطلوب لحفظ و ديمومة منظومات التدفئة، مشتملاً على الأجهزة والآلات ووسائل السيطرة كي تستطيع ان تشتغل بفعالية لتؤمن المتطلبات المحددة.

عند التخطيط للصيانة فان جميع الوظائف و المصادر في هذه المرتبة يجب ان يخطط لها، وتوضع لها ميزانية، وجدولة – مبرمجة. الصيانة المخطط لها يجب ان تقسم ثانوياً الى صيانة وقائية و اخرى اصلاحية. الصيانة الوقائية هي نوع من الصيانة المبرمجة لمنظومة التدفئة للحفاظ على استمرارية، واستقرار، فعالية، و عمل المنظومة بأمان. في الصيانة الاصلاحية عملية الاصلاح هي الاجراء الاصلاحي الذي ينجز قبل حدوث فشل و توقف المنظومة. والعمل الاصلاحي المنفذ خلال توقف المنظومة خارج فصل التدفئة و استجابة الى الفشل يسمى اصلاحاً. الصيانة المعمول بها هي تلك المبنية على مراقبة الأجهزة، منظومة المراقبة، ظروف التشغيل والأداء لغرض كشف العيوب ومن ثم القيام بعلاجها.

يتوقف استمرار اداء مكونات التدفئة المركزية لفترة مناسبة الى حد بعيد على مدى توفر التسهيلات الاولية لتحقيق الاداء الفعال و الصيانة التامة. و يشترك في مسؤولية ذلك المصمم المعماري و المصمم الميكانيكي و لتحقيق ذلك يراعى:

- وجودممرات كافية لجميع اجزاء منظومة التدفئة لأغراض الفحص و الاصلاح و الاستبدال و التفريغ بشكل مقبول، وتنظيف اجهزة الوقود و المشاعل وغيرها. و توافر المساحة التشغيلية الكافية.
- يجب على المصمم المعماري الاخذ بنظر الاعتبار و بعناية مصلحة المالك و المستفيد من المبنى عند تخصيص المساحة الكافية للتجهيزات و ممرات الانابيب ومكان اجهزة التدفئة، ومن ناحية اخرى ان يوفر

ممرات سهلة للوصول الى جميع اجهزة التدفئة لأغراض المعاينة الدورية و ضمان ملاحظة اي اداء مرفوض في مرحلة مبكرة.

- حيثما يلزم يجب تهيئة الابنية و الخنادق والاخاديد سهلة الدخول لها، لما لها من فائدة لا في سرعة التنفيذ الاولي فحسب، بل في تقليل التضيق الحاصل عند اجراء التوسيعات او تغير وجهة الاستعمال للأبنية. ويجب وضع صمامات الموازنة و الغلق في اماكن تسمح بسرعة الاستعمال و سهولته من قبل الاشخاص ذوي الاختصاص.
- يجب الأخذ بنظر الاعتبار اعمال التهوية و الانارة لتسهيل اعمال الصيانة و التشغيل في اماكن غرف المراجل و خزانات تسخين الماء و حيز التخزين.
- يتعين وضع بطاقات تعريف خاصة على جميع الانابيب و الصمامات لتساعد في سرعة التعرف عليها عند الحاجة. و يجب تخصيص مكان مناسب لوضع العدد اللازمة للتشغيل و الصيانة.

المراجع

[1] ASHRAE Handbook, "*Systems and equipment*", 1998.

[2] ASHRAE Handbook, "*Applications*", 1999.

[3] Carrier Air Conditioning Co, "*Handbook of Air Conditioning System Design*", 1965.

[4] "*Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*"; 2001 Shang K. 2004.

[5] HVAC "*Fundamentals*", James E- Brumbavayhal, Wiley Publishing Inc, 2004.

[6] ANSI, "*Gas fired low-pressure steam and hot water*", standard Z 21.13-91, 1999.

[7] ASME- "*Steam units; standard* "PTC4.1-91, 1991.

[8] CSA International, "*Domestic Gas Conversion Burners*"-ANSI standard Z21.17-98, 1998.

[9] CSA International. "*Gas-Fired Dnet Furnaces and Unit Heaters*". ANSI standard Z 83.8-98, 1996

[10] UL. "*Commercial–Industrial Gas Heating Equipment*". Standard 795-94, 1994.

[11] ANSI. "*Gas Utilization Equipment in Large Boilers*", Standard 283.3-71, 1971.

[12] CSA International. "*Gas Fired Central Furnaces*" ANSI Standard Z 21.47-98, 1990.

[13] ASME- "*Control and Safety Devices for Automatically Fired Boiler*". Standard CSD.1-98, 1998.

[14] NFPA/AGA. "*National Flue Gas Code*".ANSI/NFPA. Standard 54-99, 1999.

[15] NFPA.. "*National Electrical Code*" Standard 70-99, 1999.

[16] ARI.. "*Commercial and Industrial Humidifirs*". ANSI/ARI Standard 604-96, 1996.

[17] ASME. "*Centrifugal pumps*". ASME Standard PTC 8.2-90, 1996.

[18] ANSI/ARI. "*Central station Air Handling Units*". ANSI/ARI Standard 430-89, 1989.

الباب الخامس

محطة التدفئة المركزية وغرفة خزن الوقود

5-1 محطة التدفئة (غرفة التسخين)

تعرف غرفة التسخين بانها تحتوي وحدة تسخين واحدة او وحدات عديدة تستعمل الوقود الصلب او السائل او الغازي مع قدرة تسخين تتجاوز 46 كيلو واط لغرض التدفئة المركزية بالماء الحار او بالبخار منخفض الضغط او بالهواء الحار او لغرض التجهيز المركزي للماء الحار او تعمل على توليد الحرارة للاغراض الصناعية والتجارية.

5-1/1 تخطيط غرفة محطة التدفئة

عند تصميم اي بناية فيها تدفئة مركزية، يجب اختيار الموقع المناسب لغرفة التسخين. وينبغي اختيار موقع مركزي في البناية قدر الامكان لكي ينتج خطوطاً قصيرة لتوصيل الطاقة، وان يسمح الموقع بتهوية جيدة للغرفة. وان تحصل الغرفة على ضوء النهار الطبيعي قدر الامكان، وان تكون الغرفة مجاورة لوحدة المدخنة في حالة التسخين بحرق الوقود.

غرف التسخين يجب ان تستوفي المتطلبات الفنية من حيث نصب وحدات التسخين مثل المرجل و غيره ومتطلبات التشغيل و الصيانة لوحدات التسخين، وان تستوفي تشريعات السلامة من ناحية مواد و تقنيات البناء ومن الناحية المعمارية.

5-1/2 متطلبات خاصة

5-1/2/1 سعة محطة التدفئة (غرفة التسخين)

يجب ان تكون غرفة التسخين ذات سعة تسمح بفعاليات نظامية (من تشغيل وصيانة وتصليح) لوحدات التسخين من جميع الجهات. فالبعد بين المشعل و جدار غرفة التسخين يجب ان يزيد طوله بمقدار (1 متر) كحد أدنى عن طول مشعل مرجل التسخين.

ويجب الرجوع الى ارشادات المجهز لتقرير الابعاد اللازمة حول جهاز التسخين. وفي حالة نصب وحدات تسخين عديدة في غرفة التسخين، يجري توسيع مساحة الغرفة بحسب المتطلبات المذكورة هنا. علماً ان التطبيق العملي يقتضي اصغر سعة لغرفة التسخين بمقدار (8 م^3) كحدٍ ادنى. وان الارتفاع الصافي للغرفة يجب ان لا يقل عن 2.1 م. واذا تجاوزت قدرة التسخين 96 كيلو واط فلا يقل الارتفاع عن 2.4 متر، و يمكن زيادة الارتفاع بحسب الاعتبارات المعمارية.

5-1/2/2 الارضية والسقوف والجدران

الجدران والسقوف والاعمدة والجسور الانشائية لغرف التسخين يجب ان تكون مقاومة للنار، (بحسب المواصفة – (DIN 4102,1) فان البناء المقاوم للنار يجب ان يتحمل فحص الحرق بالنار مدة 1.5 ساعة ثم يتحمل ماء الاطفاء بعد الفحص ولا يسمح باختراق النار للبناء). أما الجدران الفاصلة بين وحدات التسخين و منظومة الانابيب التابعة لها (ما عدا غرف خزن الوقود) فيكفي ان تكون من مواد بناء غير قابلة للاحتراق. وكذلك في اعمال البناء الاخرى اللازمة لغرض اخماد الصوت يسمح فقط استعمال مواد بناء غير قابلة للاحتراق.

5-1/2/3 فتحات التصريف في الارضية

ان انسكاب زيت الوقود و تسربه الى المجاري يشكل خطراً للمياه السطحية و المياه الجوفية و يهدد سلامة عمل محطات التصفية الاحيائية (البيولوجية). لذلك يجب اتخاذ احتياطات وقائية في ارضيات غرف التسخين التي تضم مشاعل تعمل بالوقود السائل. ان هذه الاحتياطات تخضع لتعليمات سلطات تفتيش البناء الفنية و المساءلة القانونية. من الوسائل الوقائية لمنع التلوث بالوقود السائل تلك الموضحة في الشكل (5-1/1).

5-1/2/3/1 فاصل الزيت

يستعمل هذا الفاصل في ارضيات غرف التسخين التي يحصل فيها تصريف الماء بصورة منتظمة. حيث يجري فصل الزيت المنسكب عن الماء. وعندما تتجمع كمية معينة من الزيت في حوض فاصل الزيت تقوم طوافة بغلق التصريف الى المجاري. في حالة قدرات التسخين الكبيرة و الحاجة الى تصريف اسرع يستعمل (فاصل البنزين) بحسب المواصفة (DIN 1999) بدل (فاصل الزيت).

5-1/2/3/2 حاجز الزيت

يستعمل في حالة احتمال تصريف كمية قليلة من الماء بشكل عارض غير مستمر. مثلاً في حالة ملء منظومة التسخين بالماء واحتمال تسرب بعض الماء حيث تقوم طوافة بغلق التصريف الى المجاري عند تسرب كميات قليلة من الزيت الى الحوض.

ينبغي ملاحظة ما يلي في حالة استعمال (فاصل الزيت) او (حاجز الزيت):

1- من وقت لآخر يجب ملء حوض (الفاصل) او (الحاجز) بالماء بسبب تبخر الماء المستمر بتأثير حرارة (غرفة التسخين).

2- بعد تركيب (الفاصل) او (الحاجز) و كذلك بعد كل سحب للزيت المتجمع يجب ملء حوض (الفاصل) او (الحاجز) بالماء ثم يتم بعد ذلك تركيب الطوافة.

3- في حالة احتمال حصول جريان ارتدادي من قنوات التصريف يجب استعمال (غالق الارتداد).

5-1/2/3/3 حاجز حول البالوعة

لمنع تسرب الزيت المنسكب الى شبكة التصريف يجري بناء حاجز بارتفاع 10 سم يحوط فتحة التصريف (البالوعة) الاعتيادية. هذا الحل يحتاج الى مصادقة من سلطات تفتيش البناء. كذلك تجهز ابواب غرف التسخين بحاجز (عتبة) بارتفاع 3 سم في الاقل لكي يمنع تسرب الزيت الى الغرف المجاورة في حالة حصول انسكاب الزيت.

5-1/2/4 اختراقات الانابيب

اختراقات الانابيب للسقوف و الجدران و الارضيات في غرفة التسخين ينبغي سدها لمنع تسلل الغازات الى غرف اخرى. ويتم ذلك بتركيب انبوب طوله بسمك الجدار او السقف و قطره اكبر من قطر الانبوب النافذ من خلال الجدار او السقف. ويجب سد الفراغ الحلقي بين الانبوبين بحبال الاسبست او بمادة مكافئة. الفقرات (5-1/(2-2)، (2-3)، (2-4) المذكورة آنفاً تنطبق ايضاً على الغرف المفتوحة على غرفة التسخين.

5-1/2/5 أبواب محطة التدفئة (غرفة التسخين)

أبواب غرف التسخين يجب ان تفتح نحو خارج الغرفة وان تنغلق تلقائياً وان تكون على الاقل معيقة للنار (الابواب الفولاذية المعيقة للنار يجري صنعها بحسب المواصفة (DIN 18082). وبحسب التعريف في (المواصفة DIN 4102,1)) فان اجزاء البناء المعيقة للنار يجب ان تتحمل فحص الحرق بالنار مدة 1.5 ساعة ولا تتعدى ولا تسمح باختراق النار لها خلال مدة الفحص.

اذا تجاوزت قدرة التسخين الاسمية 360 كيلو واط لوحدات المشاعل في غرفة التسخين عندئذ يجب ان تحصل الغرفة على بابين للخروج وان يكونا متواجهين قدر الامكان وان يفضي احد البابين على الاقل الى الفضاء الخارجي. و يكفي لهذا الغرض استعمال شباك للخروج الاضطراري و تجهيزه بسلم حديدي اذا تطلب الامر. و يجب ان يكون عرض السلم الاضطراري 60 سم في الاقل ولا يتجاوز ارتفاعه 90 سم انظر الشكل (5-1/2).

5-1/2/6 شبابيك محطة التدفئة (غرفة التسخين)

يجب ان تحصل غرفة التسخين على الاقل على شباك واحد يطل مباشرة على الفضاء الخارجي. و ينبغي ان تبلغ المساحة الصافية لهذا الشباك 12/1 من مساحة ارضية غرفة التسخين. و يفضل ان تكون الشبابيك متقابلة للحصول على تهوية فعالة. و يجب ان تكون وسائل فتح و غلق الشبابيك في متناول اليد و سهلة التحريك.

5-1/3 تهوية محطة التدفئة (غرفة التسخين)

بالنظر لأهمية تجهيز الهواء الى المشاعل من اجل الحصول على احتراق نظامي لذلك يجب ان تبقى التهوية المنتظمة لغرفة التسخين مستمرة بمعدل سرعة هادئة للهواء بدون هبوب تيار الهواء قدر الامكان. إن قنوات و انفاق او مجاري التهوية و فتحاتها يجب ان تكون ذات سعات كافية مع ابقاء فتحات دخول و خروج الهواء لها مفتوحة دائماً بالكامل وكما يلي:

5-1/3/1 دخول الهواء

الهواء الداخل ينبغي ان يأتي مباشرة من الفضاء الخارجي و ينتشر من فتحات لا يزيد ارتفاعها عن 50 سم فوق ارضية غرفة التسخين انظر الشكل (5-1/2).

عند تركيب مشبك على فتحة الواجهة الخارجية لدخول الهواء تحسب المساحة الصافية للمشبك بمثابة مساحة فتحة دخول الهواء (A_{in}). وتحسب المساحة (A_{in}) كما يلي:

A_{in} = 300 سم^2 تمثل حداً ادنى لمساحة فتحة دخول الهواء لتجهيز وحدات تسخين بقدرة تسخين اسمية لغاية 46 كيلو واط. ويجري توسيع فتحة دخول الهواء بمقدار 3 سم^2 لكل 1.5 كيلو واط زيادة قدرة تسخين فوق 46 كيلو واط.

فمثلاً في حالة قدرة تسخين اسمية مقدارها 58 كيلو واط تكون مساحة فتحة دخول الهواء:

$$3cm^2 \times \frac{(58-46)\,kW}{1.5\,kW} + 300\,cm^2 = 324\,cm^2$$

في حالة ادخال الهواء الى غرفة التسخين من خلال مجرى هواء او نفق عمودي (الشكل 5-1/2). يجب ان تكون مساحة مقطع المجرى اكبر من مساحة فتحة دخول الهواء بمقدار 50 % كحد ادنى. و يجب ان ترتفع فتحة تجهيز الهواء عن قاع المجرى او النفق مسافة 30 سم حداً ادنى. كما يجب ان يكون المجرى او النفق سهل التنظيف.

يجب تركيب مشبك يتحمل الصدمات على فتحات دخول الهواء المطلة على مساحات او طرق مرورية و التي يقل ارتفاعها عن 2 متر عن سطح الطريق، و تكون المسافات البينية للمشبك 10×10 ملم في حدها الأدنى.

5-1/ 2/3 خروج الهواء

يكون تصريف التهوية الى خارج غرفة التسخين بتيار حمل طبيعي بواسطة مجرى او نفق عمودي. يجب ان يكون النفق ذا مقطع ثابت و مفتوحاً من اعلاه بفتحة مستواها اعلى من سطح الغرفة (الشكل 5-1/2). و يفضل جعل مجرى او نفق الهواء الخارج مجاور للمدخنة قدر الامكان بهدف تنشيط تيار الحمل الطبيعي

(الشكل 5-2/1). فتحة خروج الهواء من غرفة التسخين ينبغي ان تكون عالية قريبة من السقف وان تكون بعيدة قدر الامكان عن فتحة تجهيز الهواء. ولا يجوز تركيب مشبك على فتحة خروج الهواء ولا يجوز تقليل فاعلية الفتحة من خلال عوائق مثل تركيب الانابيب بمحاذاة الفتحة، و في حالة استعمال مشبكات ضد الحشرات و الطيور فيجب ان لا تقل المساحة الفعّالة لمرور الهواء بشكل كبير.

مجرى الهواء الخارج من غرفة التسخين ينبغي ان يكون مربع المقطع قدر الامكان. وفي حالة المجرى مستطيل المقطع لا يجوز زيادة نسبة طول المقطع الى عرضه عن (2 الى 1). ولكن في حالة ملامسة طول المقطع الى مدخنة ساخنة يمكن زيادة نسبة طول المقطع الى عرضه الى (2.5 الى 1) اذا كان طول الضلع الصغير لا يقل عن 10 سم كحد ادنى. ولا يجوز تركيب مشاعل في مجرى او نفق الهواء.

في حالة المشاعل التي تعمل بتيار الحمل الطبيعي تكون المساحة الصافية لمقطع مجرى التهوية الخارج من غرفة التسخين A_{out} = 25 % من A ، حيث A: مساحة مقطع مدخنة المشعل. وفي حالة المشاعل التي تعمل بالتيار القسري (مراوح الدفع الميكانيكي) تكون A_{out} = 50 % من A. ولا تقل مساحة مقطع مجرى التهوية الخارج من غرفة التسخين عن 180 سم^2 كحد ادنى.

طبقاً لمتطلبات السلامة لا يسمح عادة بنصب مجرى التهوية الشاقولي الذي يعمل بتيار الحمل الطبيعي في غرف التسخين بوحدات المشاعل الغازية.

في حالات خاصة من مراجل التسخين بمشاعل الغاز المجهزة بجهاز تأمين الجريان (مشاعل الضغط الجوي)، تكفي للتهوية فتحة الهواء الخارج من غرفة التسخين مباشرة نحو الفضاء الخارجي على شرط ان تكون فتحة الهواء الخارج بقدر مساحة فتحة الهواء الداخل وفي الجدار نفسه (الشكل 5-3/1) و (الشكل 5-4/1).

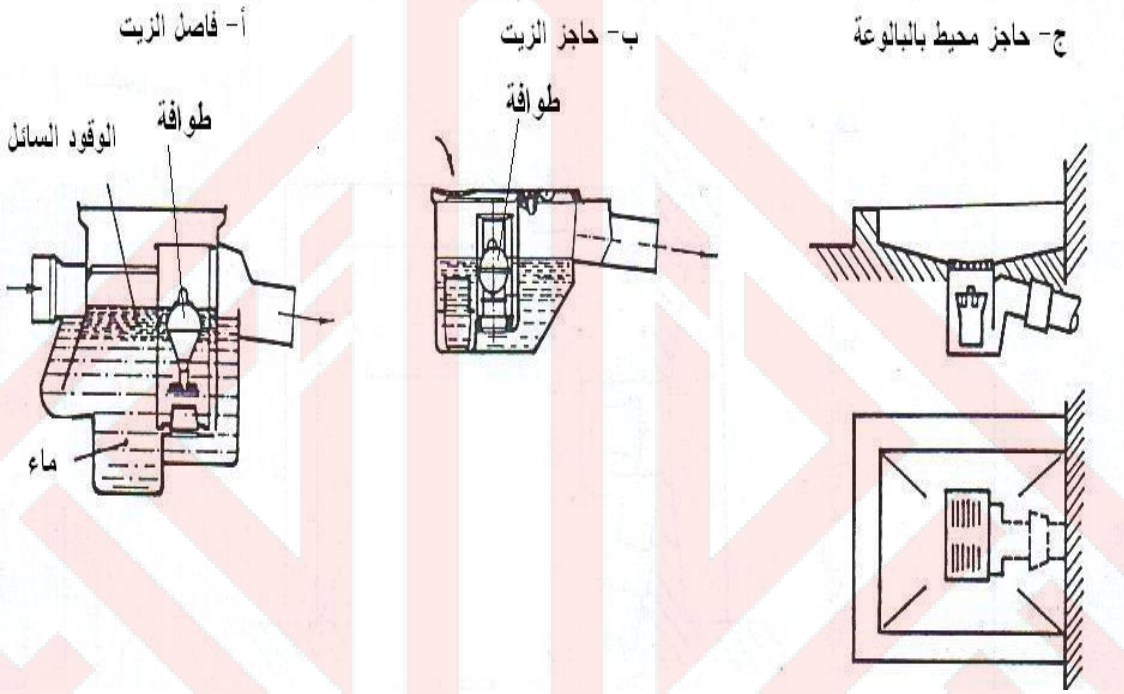
يمكن السماح بنصب منظومة تهوية تسحب الهواء من غرفة التسخين بواسطة مراوح السحب و تطرده الى الفضاء الخارجي عبر سقف الغرفة او عبر جدار البناية الخارجي عندما تكون المشاعل المنصوبة في الغرفة غير صالحة للتشغيل بالوقود الصلب و يكون تجهيز هواء المشعل بواسطة (مراوح الدفع).

قدرة دفع الهواء لمنظومات التهوية يجب ان تكون بين 0.6 م^3/ساعة حداً ادنى و 0.8 م^3/ساعة حداً اعلى لكل 1.2 كيلو واط من قدرة التسخين الاسمية لوحدة المشعل. و عندما تتعطل مراوح منظومة التهوية او تنخفض قدرة دفع الهواء المطلوبة بمقدار يزيد عن 35 % يجب عندئذ ان تتوقف وحدة المشعل.

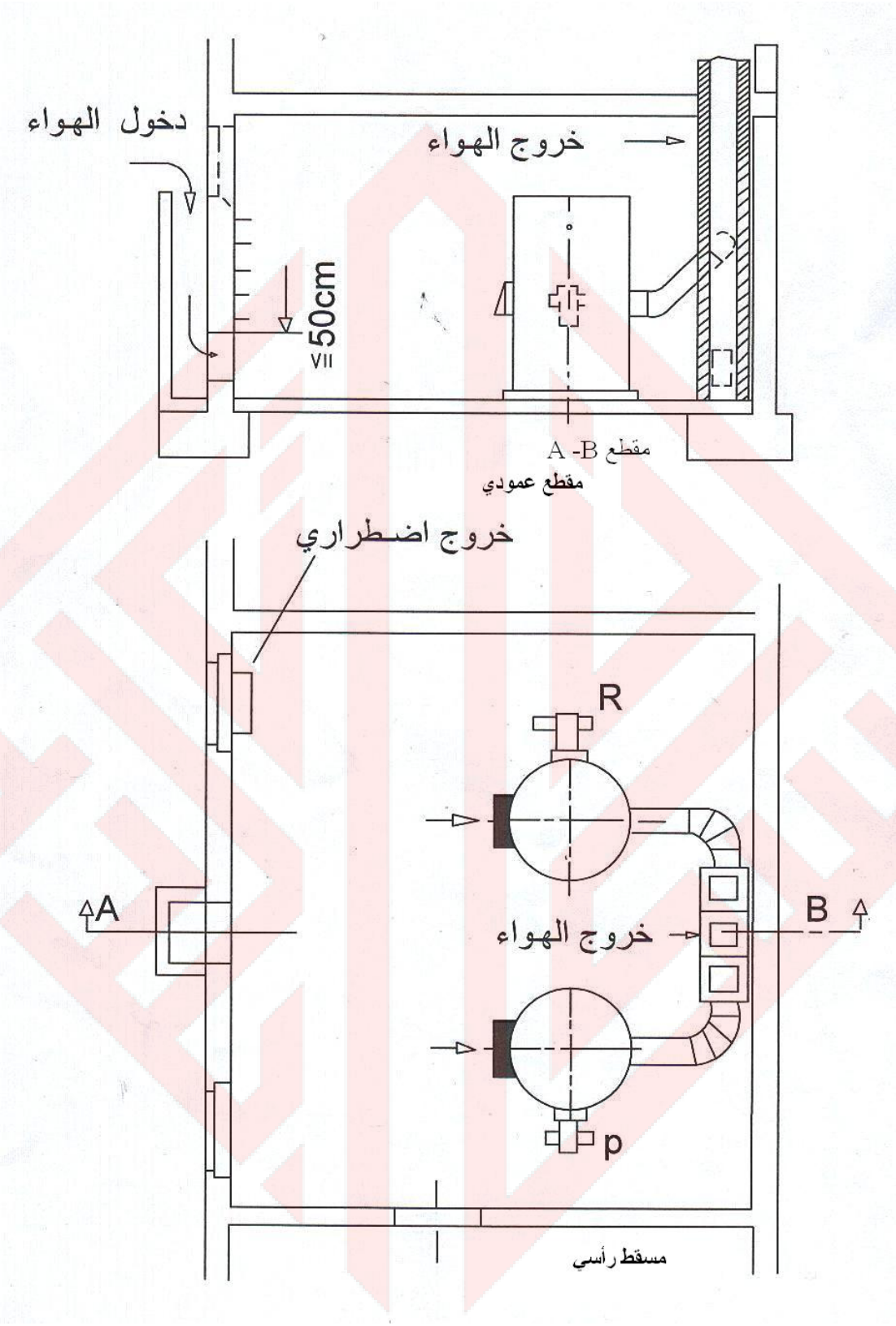
5-4/1 تجهيزات محطة التدفئة (غرفة التسخين)

5-1/4/1 قاعدة وحدة المشعل: تكون عادة صبة خرسانية بارتفاع حوالي 8 سم الى 15 سم لغرض حماية وحدة المشعل من رطوبة الارضية. في حالة وحدة المشعل التي تعمل بضغط مرتفع يجري بناء او نصب مخمدات الاهتزاز مع القاعدة.

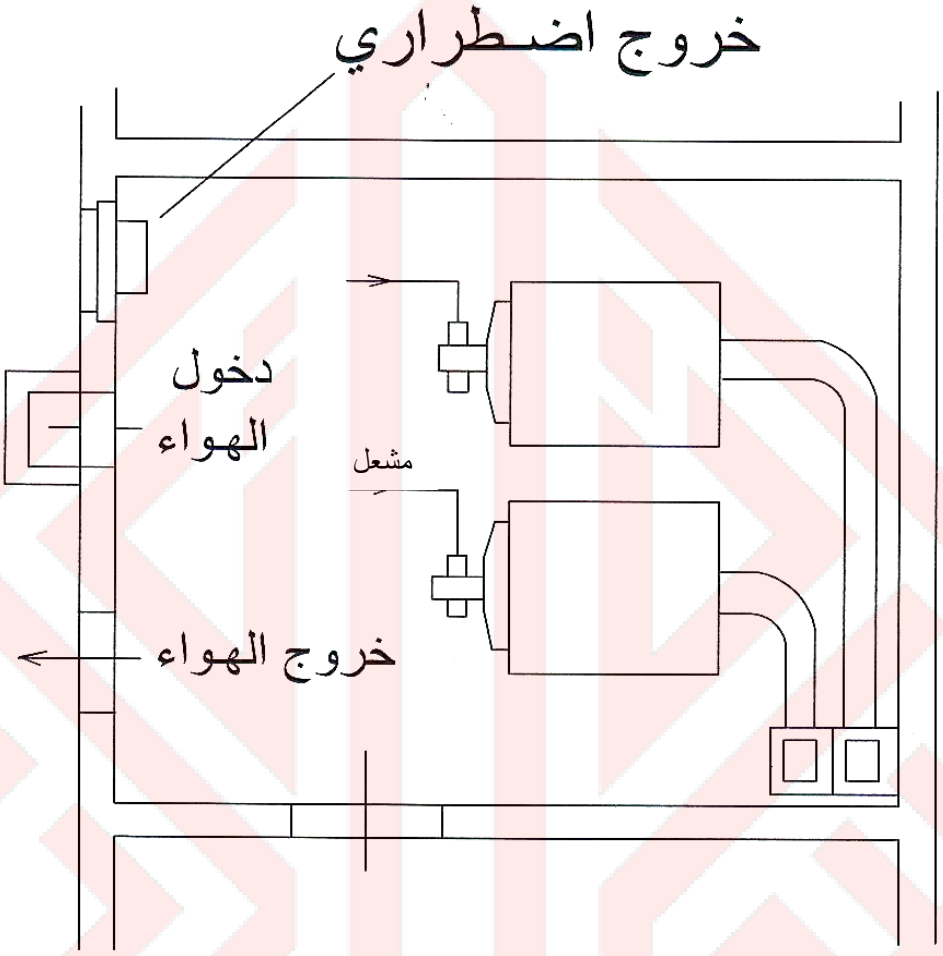
5-1/4/2 ملء منظومة التسخين بالماء: يجري عادة توصيل انابيب الملء الى مكان قريب من مرجل التسخين. وبحسب (DIN 1988) لا يجوز ملء منظومة التدفئة بالماء الا من خلال قفل يمنع ارتداد الماء.



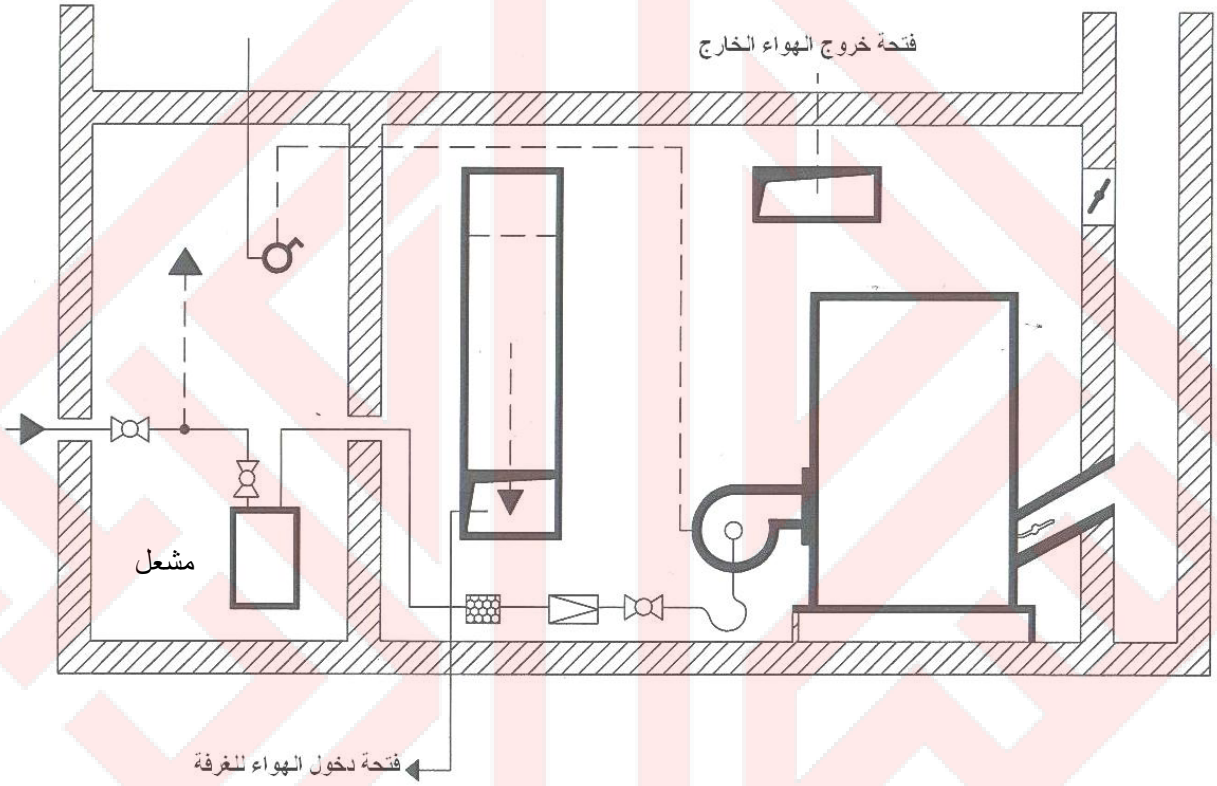
الشكل 5-1/1 : مستلزمات الحماية من تسرب الوقود السائل في غرفة التسخين



الشكل 5-2/1: تهوية غرفة التسخين بالوقود السائل



الشكل 5-3/1 : تهوية غرفة التسخين بالوقود الغازي



الشكل 5-4/1 : تهوية غرفة التسخين بالوقود الغازي

5-2 خزن الوقود السائل

أ- في مسألة خزن الوقود ينبغي مراعاة العديد من التشريعات الادارية و القانونية. و ينبغي الاستعلام عن الانظمة و القوانين النافذة قبل طلب إجازة البناء من دوائر البناء.

ب-يراد من الوقود السائل هنا: الزيت الخفيف السائل الذي يخرج من عملية تقطير النفط بعد وقود الديزل للسيارات.

ج- التوجيهات و المواصفات في الفقرات التالية لا تشمل المستودعات و الحاويات لخزن الوقود اللزج الذي لا يمكن دفعه بالمضخات الا عند تسخينه.

5-2/1 مصطلحات

5-2/1/1 الحاويات الثابتة: يراد منها الحاويات التي تستعمل لخزن الوقود السائل وهي مصممة لهذا الغرض بحيث تنصب و تستعمل في موقع ثابت.

5-2/1/2 الحاويات المتنقلة: يقصد بها الحاويات التي تستعمل لخزن الوقود و نقله وهي مصممة لهذا الغرض بحيث يتغير موقعها. و سعتها لا تتجاوز 620 لتراً.

5-2/1/3 الحاويات المدفونة: (تحت الارض) هي الحاويات المحاطة و المغطاة من جميع الجهات بالتراب و الجدران أو الكونكريت بمجموع سمك لا يقل عن 30 سم (ما عدا قبة الغطاء-الشكل 5-2/1). الحاويات المغطاة بسمك اقل من 30 سم أو لا تكون مغطاة من جميع الجهات تعتبر بمثابة الحاويات المدفونة. ما عدا ذلك تعتبر حاويات من النوع (فوق الأرض).

5-2/2 مبادئ عامة حول نصب وحماية حاويات خزن الوقود

5-2/2/1 الإجازة: عادة تقتضي التشريعات وجوب الحصول على إجازة (من دائرة متخصصة مخولة بالفحص و التفتيش) لمجموع المنظومة (منظومة التدفئة و منظومة المشعل) اذا تجاوزت قدرة التسخين 46 كيلو واط، و تقتضي وجوب الحصول على إجازة لمنظومة المشعل وحدها اذا كانت قدرة التسخين اقل من 46 كيلو واط.

5-2/2/2 موقع حاوية الخزن: حاوية الخزن ينبغي ان تكون قريبة من غرفة التسخين قدر الامكان لغرض الحصول على توصيلات قصيرة.

5-2/2/3 سهولة الوصول: ينبغي ان تتمكن السيارة الحوضية من الوصول بسهولة الى فتحة ملء الحاوية وان تبعد الفتحة اقل من 15 متراً عن الشارع قدر الامكان. و بخلاف ذلك يجري تمديد توصيلات ملء معزولة تحت الارض.

5-2/2/4 أجهزة التحكم: السيارات الحوضية او احواض الملء يجب تجهيزها بأجهزة الكترونية تمنع طفح الوقود السائل من حاوية الخزين عند ملء الحاوية.

5-2/2/5 احتياطات الحماية: ينبغي اتخاذ احتياطات حماية من التآكل المعدني الداخلي و الخارجي لغلاف حاويات الوقود.

5-2/2/1/5 احتياطات الحماية من التآكل المعدني الداخلي

أ- حماية خنادق الحاويات المدفونة من تغلغل الماء (خاصة غطاء فتحة الحاوية).

ب-تنظيف بطانة الحاويات كل 3 الى 5 سنوات.

ج- اكساء جدران الحاوية من الداخل ببطانة بلاستيكية من قبل شركات متخصصة خاضعة للسيطرة النوعية. و يجري اعادة فحص البطانة قبل انتهاء مدة الضمان من حيث صلاحيتها و ديمومتها و خلوها من التشقق.

د- استعمال أساليب حماية اخرى مستحدثة.

5-2/2/2/5 احتياطات الحماية من التآكل المعدني الخارجي

تجري الحماية من خلال احدى اساليب الحماية الكاثودية بحسب التأثيرات الكيميائية و الكهربائية.

5-3/2/2/5 احتياطات اخرى

التشريعات القانونية تتطلب عادة، بالاضافة الى احتياطات الحماية المذكورة آنفاً اجراءات اضافية لمنع تسرب الوقود من حاوية الخزن، مثل استعمال جدران مزدوجة للحاويات و استعمال احواض تجميع الوقود المتسرب (تحت الحاوية) و استعمال اجهزة تأشير التسرب (سمعية وبصرية).

5-4/2/2/5 متطلبات قانونية

من واجب الشركة المنفذة تنبيه رب العمل الى متطلبات الخزين القانوني للوقود.

5-5/2/2/5 الفحص الدوري

يجرى فحص دوري كل خمس سنوات:

أ- لحاويات الخزين الثابتة فوق الأرض التي يزيد محتواها عن 40 م^3.

ب-لحاويات الخزين في (مناطق حماية المياه) بغض النظر عن كمية الخزين.

ج- لحاويات الخزين تحت الارض بغض النظر عن كمية الخزين.

5-6/2/2/5 ابعاد الخنادق لحاويات الوقود

ابعاد الخنادق لحاويات الوقود المدفونة مبينة في (الشكل 5-2/2). ان عملية نصب حاوية الخزين و توصيلات الانابيب و دفن الخنادق ينبغي ان تتم بسرعة لتحاشي الانهيارات في الخندق او الحاوية في حالة تجمع ماء في الخندق. و بصورة عامة يكون سمك طبقة الارض فوق الحاوية بمقدار 0.8 الى 1.0م (يلاحظ الشكل 5-2/2). و يجري اجلاس الحاوية مع امالتها قليلاً باتجاه الفتحة. ويكون البعد الجانبي بين كل حاويتين متجاورتين 40 سم على الأقل في الخندق الواحد.

5-2/3 أماكن الخزن و كميات الخزين للوقود السائل

5-2/3/1 الخزن فوق الأرض في الأبنية

5-2/3/1/1 ملاحظات عامة

(أ) الفضاءات التي يخزن فيها الوقود السائل يجب ان تكون مصممة بحيث لا يتسرب الوقود الى قنوات المجاري أو قنوات القابلوات أو قنوات انابيب المياه او المسطحات المائية. الوقود الذي قد يتسرب يجري تصريفه من خلال بالوعات مؤمنة ضد الفتح من قبل غير المخولين، ومن خلال منظومة تصريف محكمة السد تصب في جهاز فصل الوقود السائل مخصص لمنظومة خزن الوقود في البناية. و عندما تزيد كمية الخزين على 300 لتر ينبغي ان تكون الأرضية مصنوعة من مواد بناء صعبة الاشتعال. انارة فضاءات الخزن يجب ان تكون من خلال انارة كهربائية كافية.

(ب) لا يسمح بخزن الوقود السائل في أي من الأماكن التالية: المماشي، مسارات النقل، فضاء الدرج، مماشي البيوت، مماشي الطبقات، سطوح الأبنية السكنية والمكتبية والصحية (المستشفيات) و الأبنية المماثلة، وفي فضاءات العمل و المختبرات.

(ت) في حالة الخزين لكمية تتجاوز 1000 لتر خارج فضاءات الخزن المذكورة في الفقرة (5-2/1/3/2) وفي غرف التسخين (النقطة (ت) من الفقرة 5-2/3/1/3) يجب تجهيز الخزين بمطافئ يدوية (بحسب ما تقتضيه المواصفة DIN14406) ذات سعة 6 كغم من مسحوق الاطفاء و تكون مناسبة لأصناف الحرائق A, B, C, E بحسب الجدول (5-2/1).

(ث) على باب كل فضاء يخزن فيه الوقود السائل (ما عدا خزين البيوت) يجري تثبيت لافتة تنبيه دائمة تحمل عبارة (خزين الوقود السائل/ يمنع التدخين والنار المكشوفة).

5-2/3/1/2 فضاءات خزين الوقود السائل

(أ) هذه الفضاءات مخصصة حصراً لخزين يتجاوز 5000 لتر من الوقود السائل.

(ب) هذه الفضاءات لا يسمح بوجود المشاعل فيها. كذلك لا يسمح ان تتجاوز كمية الخزين داخل الأبنية 100000 لتر لكل فضاء خزين.

(ت) جدران غرف الخزين يجب ان تكون مقاومة للنار. والسقوف يجب ان تكون معيقة للنار على الأقل، لحالة الفضاءات التي تضم حاويات خزين مجموع سعتها يزيد عن 8000 لتر يجب ان تكون السقوف ايضاً مقاومة للنار. الأبواب التي لا تفضي الى خارج البناية تكون محكمة السد و تغلق تلقائياً و يجب ان تكون معيقة للنار على الأقل. أما أجزاء البناء و القواطع البنائية داخل غرفة الخزين فيجب ان تكون

غير قابلة للاشتعال. وكذلك في غرف الخزين في الأبنية المتكونة من طابق واحد حيث يمكن الاكتفاء بمواد بناء غير قابلة للاشتعال عندما تتوافر حماية من الحريق تدعو للاطمئنان.

(ث) ينبغي تهيئة تهوية مناسبة لغرف الخزين.

(ج) مجاري التهوية داخل غرف الخزين التي ترتبط بغرف اخرى يجب ان تكون مقاومة للنار.

(ح) في حالة تجميع خزين يتجاوز 300 لتر لكل بناية– او لكل منطقة حريق معزولة أو في حالة تقسيم البناية الى مناطق حريق معزولة، يجب تهيئة حوض لتجميع الوقود المتسرب لا ينفذ منه الوقود. الأحواض تتكون من مواد بناء غير قابلة للاشتعال ولا يكون فيها بالوعة تصريف، الا في حالة التصريف الى منظومة فصل الوقود الخاصة بغرف الخزين في البناية وان تكون منظومة التصريف محكمة السد.

(خ) تتناسب السعة الاستيعابية لحوض التجميع على الاقل مع سعة اكبر خزان موضوع في الحوض. وفي حالة ربط عدة حاويات مع بعضها تعتبر سعتها كانها خزان واحد. ويمكن احتساب حجوم حاويات الوقود التي تقع دون المستوى المحتمل للوقود السائل في حوض التجميع كانها جزء من استيعاب حوض التجميع. وفي حالة وضع اكثر من خزانين في حوض تجميع واحد عندئذ يجب ان يكون استيعاب حوض التجميع كما يلي:

(1) في حالة 3 خزانات يكون الاستيعاب 45 % من مجموع سعة الخزانات.

(2) في حالة 4 خزانات يكون الاستيعاب 40 % من مجموع سعة الخزانات.

(3) في حالة 5 خزانات او اكثر يكون الاستيعاب 35 % من مجموع سعة الخزانات.

(د) يجب ان تصبغ سطوح حوض التجميع بطلاء او تكسى بمعجون لكي تمنع الوقود من ان ينفذ خلال السطوح. مواد الطلاء أو الاكساء يجب ان تحمل علامة فحص الجودة و الصلاحية. أرضية التجميع تجهز بخسفة لسحب الماء.

(ذ) الحاويات فوق الارض يجب نصبها فوق قاعدة غير قابلة للاحتراق و فوق اساس يتحمل ثقل الحاوية مع الخزين. و يجب تثبيت الحاوية عند الحاجة. كما ينبغي مد الأنابيب بين الحاويات بحيث لا يحصل ضرر للحاويات او الأنابيب بسبب التمدد او بسبب الهزات او الصدمات. والحاويات التي قد تتعرض لخطر الفيضان يجب تثبيتها لتتحمل قوى دفع تعادل 1.3 مرة بقدر قوة دفع الماء للحاوية الفارغة.

(ر) الحاويات الثابتة في الابنية ينبغي نصبها مع الالتزام بالأبعاد التالية كحد ادنى:

(1) بين الحاويات و الجدران حول الحاوية مسافة 400 ملم (لتسهيل المعاينة و التفتيش).

(2) بين اعلى الحاوية و السقف 250 ملم.

(3) بين الحاوية المجهزة بـ (فتحة تفتيش) في اعلاها و بين السقف 600 ملم.

(4) بين الحاويات و الارضية 100 ملم.

(5) بين الحاويات و المشاعل في غرفة التسخين يجب ان لا تقل المسافة الجانبية عن 1 متر.

ولا يجوز نصب الحاويات فوق انابيب و قنوات الدخان الساخن و الهواء الساخن.

(6) حاويات المساكن (البيوت) (بحسب DIN 6622) لا يجوز ربطها مع بعضها و لا يجوز ربطها بالانابيب بتوصيلات ثابتة.

5-2/3/1/3 الخزن في فضاءات اخرى

(أ) في المساكن يسمح بخزن الوقود السائل:

(1) في حاويات ثابتة لغاية سعة 100 لتر.

(2) في حاويات متنقلة لغاية سعة 40 لتراً لكل مسكن.

(ب) خارج المساكن يسمح بخزن الوقود السائل في فضاءات لا تحتوي على مشاعل وبمجموع سعة 5000 لتر لكل بناية. مع مراعاة مطاليب الملاحظات ح، وخ، ود من الفقرة 5-2/1/3/2 المذكورة آنفاً.

(ج) في غرف التسخين يسمح بخزن الوقود السائل لغاية 5000 لتر لكل غرفة تسخين مع مراعـــــــــاة الملاحظات ت، وث، وج من الفقرة 5-2/1/3/2 و الملاحظات ح، وخ، ود من الفقرة 5-2/1/3/2 المذكورة آنفاً. كما لا يجوز تركيب المشاعل في حوض التجميع أو غرف التجميع.

5-2/3/2 الخزين فوق الارض في العرصات المكشوفة

5-2/2/3/1 حاويات الخزين فوق الارض يسمح بنصبها فقط في العرصات المكشوفة التي لا تكون مفتوحة لحركة المرور العامة. الحاويات الثابتة يجب ان تكون بعيدة 3 متر على الاقل عن البناء المتكون من مواد بناء عادية او صعبة الاحتراق و عن الجدران التي تحتوي على فتحات. كما يجب ان تبعد 25 سم على الاقل عن الجدران المعيقة للنار و الجدران المقاومة للنار التي لا تحتوي على فتحات، و ان تبعد عن حدود العرصة 1 متر على الاقل.

5-2/2/3/2 تنصب حاويات الخزن بحيث يمكن اكتشاف اماكن تسرب الوقود فيها بصورة مؤكدة و بسرعة في اي وقت، و ان لا يتسرب الوقود الى الفضاءات المنخفضة مثل السراديب و قنوات المجاري و انفاق القابلوات و الانابيب او الى السطوح المائية.

5-2/3/2/3 عندما يتجاوز مجموع خزين الوقود 1000 لتر يجب تجميع ما قد يتسرب من الوقود في احواض او فضاءات التجميع التي لا ينضح منها الوقود السائل. استيعاب حوض التجميع تحدده البيانات في (الملاحظة خ من الفقرة 5-2/1/3/2) المذكورة آنفاً.

5-2/3/3 الخزين تحت الارض

5-2/3/3/1 حاويات الخزين تحت الارض يجب ان تبعد عن بعضها مسافة 40 سم على الاقل. و ان تبعد عن الابنية مسافة 60 سم على الاقل و ان تبعد عن حدود العرصة و عن المسارات الممدودة (انابيب و غيرها) مسافة 1 متر على الاقل. الحاويات التي لا تحيطها الارض و الجدران او الخرسانة بسمك مجموعه 30 سم على الاقل تسري عليها متطلبات العبارة 5-2/3/2/1 المذكورة آنفاً الى جانب ما ورد في هذه العبارة.

5-2/3/3/2 مهما كانت كمية الخزين يجب تجميع الوقود المتسرب اذا لم تكن حاوية الخزين مؤمنة تماماً ضد التسرب. و يمكن تحقيق هذا المطلب من خلال احد الاختيارين التاليين:

(أ) استعمال حاوية مزدوجة الجدار او حاوية مغلفة. و تكون الحاوية مجهزة بجهاز يؤشر التسرب انظر الشكل (5-2/1).

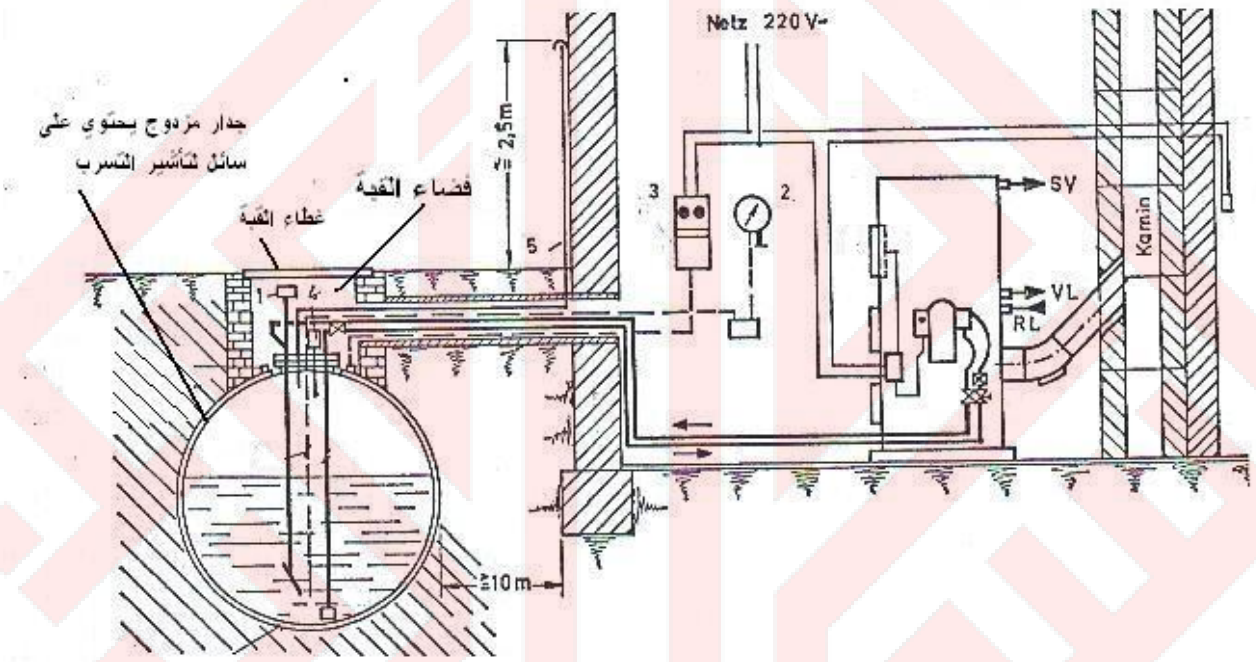
(ب) استعمال جهاز تأشير التسرب مع وجود حوض تجميع التسرب لا يطفح و ليس فيه بالوعة تصريف.

5-2/4 تدابير الأمان الوقائية

ينبغي توافر مطافئ حريق يدوية بحسب اصناف الحريق المثبتة في الجدول (5-2/1).

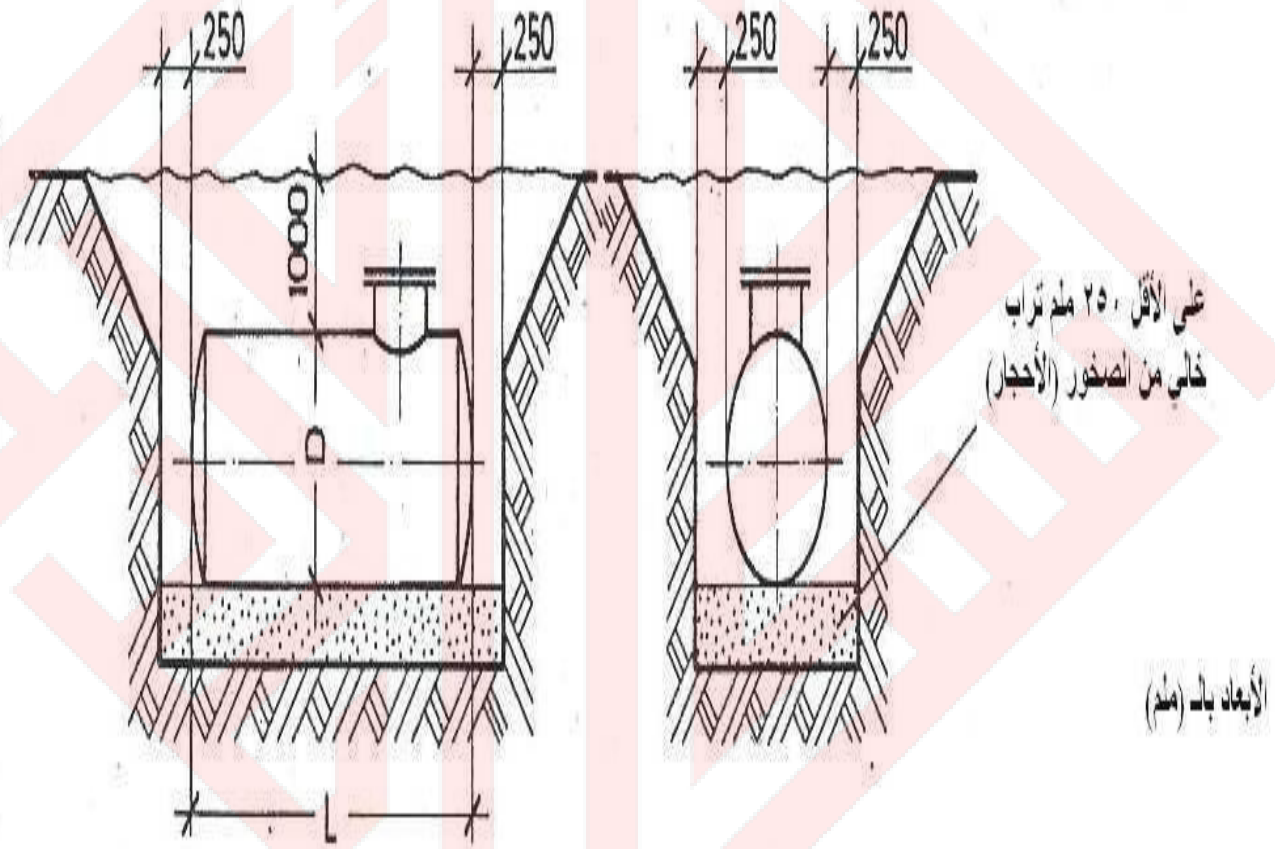
الجدول 5-2/1 : استعمال المطافئ اليدوية بحسب اصناف الحرائق

صنف الحريق			
A	**B**	**C**	**E**
مواد صلبة قابلة للاحتراق مع لهب وجمر (مثل الخشب، الفحم، النسيج، الورق،القش، اطارات السيارات)	مواد سائلة قابلة للاحتراق مع لهب (مثل البنزين، الزيوت، الدهون، الاصباغ، القطران، الكحول، مواد تحتوي على كبريت وكاربون)	غازات مندفعة تحت تأثير الضغط مع لهب (مثل غاز الميثان، البروبان، الهيدروجين، الاستيلين، غاز الطبخ)	اصناف الحرائق (A-C) مع وجود تيار كهربائي بفولتية عالية في منطقة الحريق (مثل عوازل الاسلاك الكهربائية، ملفات المحركات، المولدات الكهربائية، المحولات)



1. انبوب ملء الحاوية
2. جهاز تأشير مستوى الوقود في الحاوية
3. جهاز تأشير التسرب
4. جهاز منع الطفح
5. تنفيس الحاوية

الشكل 5-1/2 : تفاصيل حاوية الوقود بالجدار المزدوج



الشكل 5-2/2 : تفاصيل خنادق حاويات الخزين المدفونة

المراجع

[1] *"KRUPP HEIZUNGS – HANDBUCH"*, (4th. EDITION). KOMMISSIONS VERLAG A.W. GENTER VERLAG, STUTTGART, 1975.

الهيئة العامة للمباني

مشروع المدونات و المواصفات العراقية

www.codat.imariskan.gov.iq

E.mail:moch.codat@codat.imariskan.gov.iq

moch.codat@yahoo.com

moch.codat@gmail.com