



IRANIAN PETROLEUM STANDARDS

استانداردهای نفت ایران

IPS

IPS-E-AR-100 (1)

ENGINEERING STANDARD
FOR
BUILDING HEATING SYSTEM

FIRST REVISION

JULY 2009

استاندارد مهندسی
برای
سامانه گرمایش ساختمان

ویرایش اول

تیر ۱۳۸۸

FOREWORD

The Iranian Petroleum Standards (IPS) reflect the views of the Iranian Ministry of Petroleum and are intended for use in the oil and gas production facilities, oil refineries, chemical and petrochemical plants, gas handling and processing installations and other such facilities.

IPS is based on internationally acceptable standards and includes selections from the items stipulated in the referenced standards. They are also supplemented by additional requirements and/or modifications based on the experience acquired by the Iranian Petroleum Industry and the local market availability. The options which are not specified in the text of the standards are itemized in data sheet/s, so that, the user can select his appropriate preferences therein.

The IPS standards are therefore expected to be sufficiently flexible so that the users can adapt these standards to their requirements. However, they may not cover every requirement of each project. For such cases, an addendum to IPS Standard shall be prepared by the user which elaborates the particular requirements of the user. This addendum together with the relevant IPS shall form the job specification for the specific project or work.

The IPS is reviewed and up-dated approximately every five years. Each standards are subject to amendment or withdrawal, if required, thus the latest edition of IPS shall be applicable.

The users of IPS are therefore requested to send their views and comments, including any addendum prepared for particular cases to the following address. These comments and recommendations will be reviewed by the relevant technical committee and in case of approval will be incorporated in the next revision of the standard.

Standards and Research department
No.19, Street14, North kheradmand

Karimkhan Avenue, Tehran, Iran .

Postal Code- 1585886851

Tel: 88810459-60 & 66153055

Fax: 88810462

Email: Standards@nioc.org

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس کننده دیدگاههای وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاههای نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین المللی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی بطور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها بصورت شماره گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، بشکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آنها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آنها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست نمایند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت تقریباً هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آنها ملاک عمل می‌باشد.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادات اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادات دریافتی در کمیته‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۹

اداره تحقیقات و استانداردها

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار: ۰۲۱-۸۸۸۱۰۴۶۲

Standards@nioc.org

پست الکترونیکی:

تعاریف عمومی:

در این استاندارد تعاریف زیر به کار می رود.

GENERAL DEFINITIONS:

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

شرکت:

به یکی از شرکت های اصلی و یا وابسته به وزارت نفت، مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی اطلاق می شود.

COMPANY:

Refers to one of the related and/or affiliated companies of the Iranian Ministry of Petroleum such as National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, National Petrochemical Company and National Iranian Oil Refinery And Distribution Company.

خریدار:

یعنی "شرکتی" که این استاندارد بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن "شرکت" می باشد و یا پیمانکاری که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

PURCHASER:

Means the "Company" where this standard is a part of direct purchaser order by the "Company", and the "Contractor" where this Standard is a part of contract document

فروشنده و تأمین کننده:

به موسسه و یا شخصی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می نماید.

VENDOR AND SUPPLIER:

Refers to firm or person who will supply and/or fabricate the equipment or material.

پیمانکار:

به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

CONTRACTOR:

Refers to the persons, firm or company whose tender has been accepted by the company.

مجری:

مجری به گروهی اطلاق می شود که تمام یا بخشی از کارهای اجرایی و یا راه اندازی پروژه را انجام دهد.

EXECUTOR:

Executor is the party which carries out all or part of construction and/or commissioning for the project.

بازرس:

در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا موسسه ای اطلاق می شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

INSPECTOR:

The Inspector referred to in this Standard is a person/persons or a body appointed in writing by the company for the inspection of fabrication and installation work

باید:

برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می شود.

SHALL:

Is used where a provision is mandatory.

توصیه:

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می شود، بکار می رود.

SHOULD:

Is used where a provision is advisory only.

ترجیح:

معمولاً در جایی استفاده می شود که انجام آن کار براساس نظارت شرکت باشد.

WILL:

Is normally used in connection with the action by the "Company" rather than by a contractor, supplier or vendor.

ممکن است:

برای کاری که انجام آن اختیاری می باشد، بکار می رود.

MAY:

Is used where a provision is completely discretionary.

**ENGINEERING STANDARD
FOR
BUILDING HEATING SYSTEM**

**FIRST REVISION
JULY 2009**

استاندارد مهندسی

برای

سامانه گرمایش ساختمان

ویرایش اول

تیر ۱۳۸۸

CONTENTS:	Page No	فهرست مطالب :
1. SCOPE.....	2	۱- دامنه کاربرد ۲
2. REFERENCES	3	۲- مراجع ۳
3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY.....	4	۳- تعاریف و واژگان ۴
4.UNITS.....	5	۴- واحدها ۵
PART I BASIC DESIGN REQUIREMENTS:		
بخش I نیازمندیهای طراحی پایه:		
5. HEAT LOAD CALCULATIONS	6	۵- محاسبه بار حرارتی ۱۰
6. TYPE OF HEATING SYSTEM.....	12	۶- نوع سامانه گرم کننده ۱۲
7. PIPE SIZING	16	۷- تعیین قطر لوله ۱۶
PART II APPLIED EQUIPMENT:		
بخش II تجهیزات بکار رفته:		
8. BOILER SELECTION	19	۸- انتخاب دیگ ۱۹
9. BURNER SELECTION	20	۹- انتخاب مشعل ۲۰
10. FUEL OIL STORAGE TANK	20	۱۰- مخزن ذخیره سوخت ۲۰
11. EXPANSION TANK.....	21	۱۱- منبع انبساط ۲۱
12. TERMINAL UNITS.....	22	۱۲- واحدهای انتهایی ۲۲
13. BREECHING AND CHIMNEY	26	۱۳- دودکش و لوله رابط آن ۲۶
14. HEAT EXCHANGER (CONVERTERS)	27	۱۴- مبدل های حرارتی ۲۷
15. CENTRIFUGAL PUMPS.....	28	۱۵- پمپ گریز از مرکز ۲۸
16. WATER TREATMENT	29	۱۶- تصفیه آب ۲۹
PART III ATTACHMENTS:		
بخش III مدارک پیوستها:		

1. SCOPE

This Standard covers the minimum requirements for design of central heating systems (water, steam, electrical coil duct heater and etc.) including calculation of heating load, piping design, type and selection method for heating equipment, etc. (For building air conditioning systems reference is made to [IPS-E-AR-120](#)).

Note 1:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Jan. 2001, as amendment No. 1 by circular No. 135.

Note 2:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on May 2005, as amendment No. 2 by circular No. 269.

Note 3:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on July 2009 which is issued as revision (1) Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

Note 4:

In case of conflict between Farsi and English languages, English language shall govern.

۱- دامنه کاربرد

این استاندارد مبتنی بر حداقل نیازهای لازم جهت طراحی سامانه‌های حرارت مرکزی (آب، بخار، کویل برقی کانالی و غیره). شامل محاسبه بار حرارتی، طراحی لوله کشی، نوع و روش انتخاب تجهیزات حرارتی و غیره است. (برای سامانه تهویه مطبوع ساختمان به استاندارد [IPS-E-AR-120](#) مراجعه شود)

یادآوری ۱:

این استاندارد در دی ماه سال ۱۳۸۰ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و روز آمد شد و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۱ طی بخشنامه شماره ۱۳۵ ابلاغ گردید.

یادآوری ۲:

این استاندارد در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۴ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و روز آمد شد و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۲ طی بخشنامه شماره ۲۶۹ ابلاغ گردید.

یادآوری ۳:

این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق میباشد که در تیر ماه سال ۱۳۸۸ توسط کمیته فنی مربوطه تأیید و به عنوان ویرایش (۱) ارایه می‌گردد. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

یادآوری ۴:

در صورت اختلاف بین متن فارسی و انگلیسی، متن انگلیسی ملاک می‌باشد.

2. REFERENCES

Throughout this Standard the following dated and undated standards/codes are referred to. These referenced documents shall, to the extent specified herein, form a part of this standard. For dated references, the edition cited applies. The applicability of changes in dated references that occur after the cited date shall be mutually agreed upon by the Company and the Vendor. For undated references, the latest edition of the referenced documents (including any supplements and amendments) applies.

ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS)

ASME Section VIII "Boiler and Pressure Vessels Codes"

ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AIR-CONDITIONING & ENGINEERS)

ASHRAE 2005 "ASHRAE Hand Book-Fundamentals Chapters 25,33"

ASHRAE 2004 "ASHRAE Hand Book HVAC System and Equipment Chapter 23 , 27 and 28"

ASHRAE 2007 "ASHRAE Hand Book-HVAC System and Application"

IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARDS)

[IPS-E-AR-120](#) "Engineering Standard for Building Air Conditioning Systems"

[IPS-M-AR-225](#) "Material and Equipment Standard for General HVAC&R Equipment"

[IPS-E-GN-100](#) "Engineering Standard for Units"

[IPS-G-ME-220](#) "Engineering and Material Standard for Shell & Tube Heat Exchangers"

[IPS-M-PM-115](#) "Material and Equipment Standard for Centrifugal Pumps for General Services"

۲- مراجع

در این استاندارد به آیین نامه ها و استانداردهای تاریخ دار و بدون تاریخ زیر اشاره شده است. این مراجع، تا حدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بخشی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در مراجع تاریخ دار، ویرایش گفته شده ملاک بوده و تغییراتی که بعد از تاریخ ویرایش در آنها داده شده است، پس از توافق بین کارفرما و فروشنده قابل اجرا می‌باشد. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آنها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوست‌های آن ملاک عمل می‌باشند.

ASME (انجمن مهندسان مکانیک آمریکا)

ASME Section VIII "دیگ و مخازن تحت فشار"

ASHRAE (انجمن مهندسان تأسیسات حرارتی و برودتی آمریکا)

ASHRAE 2005 "جلد اصول ، فصول ۲۵ و ۳۳"

ASHRAE 2004 "جلد تجهیزات ، فصل ۲۳ ، ۲۷ و ۲۸"

ASHRAE 2007 "جلد سامانه و کاربرد"

IPS (استانداردهای نفت ایران)

[IPS-E-AR-120](#) "استاندارد مهندسی برای سامانه‌های تهویه مطبوع ساختمان"

[IPS-M-AR-225](#) "استاندارد کالا برای تجهیزات عمومی حرارتی و برودتی"

[IPS-E-GN-100](#) "استاندارد مهندسی برای واحدها"

[IPS-G-ME-220](#) "استاندارد مهندسی و کالا برای مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله"

[IPS-M-PM-115](#) "استاندارد کالا و تجهیزات پمپ‌های گریز از مرکز برای خدمات عمومی"

3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY

۳- تعاریف و واژگان

3.1 Closed System

A heating piping system in which circulating media is complete closed, under pressure above atmosphere, and shut off from the atmosphere.

۳-۱ سامانه بسته

سامانه لوله‌کشی گرم که سیال در آن بطور کاملاً بسته و تحت فشار بیشتر از جو جریان داشته ارتباط آن با اتمسفر قطع می‌باشد.

3.2 Convactor

A surface designed to transfer heat to a surrounding fluid largely or wholly by convection.

۳-۲ انتقال دهنده گرما

سطحی که برای انتقال حرارت به سیال اطراف به روش جابجایی طراحی شده باشد.

3.3 District Heating

A heating system that serves two or more building with one central heating system.

۳-۳ سامانه موتورخانه مرکزی

سامانه گرمایش که از طریق یک موتورخانه مرکزی گرمایش دو یا چند ساختمان را تأمین می‌کند.

3.4 Expansion Tank

A partially filled tank at the top of a water heating system that compensates for the thermal expansion and contraction of water.

۳-۴ منبع انبساط

منبع نسبتاً پر از آب که در بالای سامانه حرارتی آبی قرار دارد و بمنظور کاهش آب ناشی از انبساط و یا انقباض آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

3.5 Heating Load

The heating rate required to replace heat loss from the space being controlled.

۳-۵ بار حرارتی

مقدار حرارتی که برای جبران حرارت تلف شده در فضای تحت کنترل مورد نیاز است.

3.6 Heating System

A system that transfers heat from a source, through a distribution network to spaces to be warmed.

۳-۶ سامانه حرارتی

سامانه‌ای که حرارت را از یک منبع و از طریق شبکه توزیع به محل‌هایی که باید گرم شود منتقل می‌کند.

3.7 Hydronics

The science of heating and cooling with fluids.

۳-۷ هیدرونیک (سیال)

علم گرمایش و سرمایش توسط سیال‌ها را گویند.

3.8 Infiltration

Air leaking into the building through small cracks around sash and doors.

۳-۸ نفوذ هوا

نفوذ هوا از میان درزهای قاب درب‌ها و پنجره‌ها به داخل ساختمان را گویند.

3.9 One-Pipe System

A piping system in which the condensable vapor or hot water withdrawn from the boiler and returned as condensate or cold water from the farthest unit to the same supply main.

۳-۹ سامانه یک لوله‌ای

سامانه لوله‌کشی که در آن بخار قابل تقطیر یا آبگرم کشیده شده از دیگ بصورت آب تقطیر یا آب سرد که از دورترین دستگاه برگشت داده شده مجدداً وارد منبع اصلی می‌گردد.

3.10 Pressure Drop

1) Pipe flow loss (as from one end of a line to the other) from friction, heat, etc.

2) Minor pressure losses across elements of piping system such as valves, bends, joints, etc.

۳-۱۰ افت فشار

۱) اتلاف جریان در لوله (از یک سر تا سر دیگر لوله) ناشی از اصطکاک یا حرارت می‌باشد.

۲) افت فشار جزئی در اثر عبور سیال از اجزاء لوله‌کشی مانند شیرها، خم‌ها، اتصالات و غیره

3.11 Steam Trap

A device that allows the passage of condensate and prevents the passage of steam, or that which allows the passage of air as well as condensate.

3.12 Two-Pipe System

A piping system in which one pipe is used for supply of the heating medium to the heating unit, and another for the return of the heating medium to the supply main.

3.13 Water Treatment

A process that removes impurities from water.

3.14 Heat Loss

Heat loss should be calculated in the usual manner, based on the proper wall and floor coefficients and the outdoor air and ground temperature.

3.15 Heating Degree Days (HDD)

Sum of the degree days for heating, using a common base of 65°F (18/3°C in condda), is used with other factors to evaluate the energy requirements of a heating season.

4. UNITS

This standard is based on International System of Units (SI), as per [IPS-E-GN-100](#) except where otherwise specified.

۳-۱۱ تله بخار

وسیله‌ای که اجازه می‌دهد مایع تقطیر از آن عبور کند ولی از عبور بخار جلوگیری می‌کند یا امکان عبور هوا و تقطیر را فراهم می‌نماید.

۳-۱۲ سامانه دو لوله ای

سامانه لوله‌کشی که در آن عامل گرمایش توسط یک لوله به دستگاه منتقل می‌شود و لوله دیگر برای برگشت عامل گرمایش می‌باشد.

۳-۱۳ تصفیه آب

فرآیندی که ناخالصی‌های آب را برطرف می‌کند.

۳-۱۴ اتلاف حرارتی

اتلاف حرارتی معمولاً باید بر اساس ضرایب انتقال حرارت مناسب دیوارها، کف، درجه حرارت هوای خارج و درجه حرارت زمین محاسبه گردد.

۳-۱۵ روز - درجه گرمایی

در تاسیسات گرمایی واحدی است بر اساس اختلاف دما و زمان در برآورد انرژی مورد نیاز در هر روز که متوسط دمای هوا از یک عدد مبداء (معمولاً ۱۸/۳ درجه سانتیگراد معادل ۶۵ درجه فارنهایت) کم تر باشد. روز - درجه در آن روز جمع تعداد درجه‌هایی است که دمای هوا از عدد مبداء کم تر است. روز - درجه در سال جمع کل تعداد این درجه‌ها در روزهای سال است.

۴- واحدها

این استاندارد، بر مبنای نظام بین المللی واحدها (SI)، منطبق با استاندارد [IPS-E-GN-100](#) می‌باشد، مگر آنکه در متن استاندارد به واحد دیگری اشاره شده باشد.

PART I

BASIC DESIGN REQUIREMENTS

بخش I

نیازمندیهای طراحی پایه

5. HEAT LOAD CALCULATIONS

Designers shall determine the following requirements for calculation heating loads :

5.1 Building Heat Load

5.1.1 Design conditions

a) Winter climate data for outdoor conditions can be found from records of the weather organization as indicated in Attachment 1.

b) The indoor design temperature shall be selected for each room to be heated during the coldest weather. Optimum dry bulb temperature for comfort at the breathing line (1.5 meter above the floor) can be selected from the recommended figures in Attachment 2.

5.1.2 Heat transfer coefficient

The heat transfer coefficient (U values) for each area, relating to type of construction shall be determined. With attic area above the room, the roof structure and ceiling of the top floor must be taken into consideration and the combined coefficient for the top floor ceiling shall be as follows:

(Eq. 1)

$$U_{cr} = \frac{U_R U_C}{U_R + \frac{U_C}{r}}$$

(معادله ۱)

Where: $r = \frac{A_r}{A_c}$

که : $r = \frac{A_r}{A_c}$

U_R = heat transfer coefficient of the roof,
W/M² °C (BTU/ft² °F)

U_R = ضریب انتقال حرارت سقف (شیروانی)،
بر حسب وات بر متر مربع بر درجه سانتیگراد (بی تی یو بر فوت مربع بر درجه فارنهایت)

U_C = heat transfer coefficient of the ceiling,
W/M² °C (BTU/ft² °F)

U_C = ضریب انتقال حرارت سقف (کاذب)،
بر حسب وات بر متر مربع بر درجه سانتیگراد (بی تی یو بر فوت مربع بر درجه فارنهایت)

U_{cr} = combined heat transfer coefficient,
W/M² °C (BTU/ft² °F).

U_{cr} = ضریب انتقال حرارت ترکیبی،
بر حسب وات بر متر مربع بر درجه سانتیگراد (بی تی یو بر فوت مربع بر درجه فارنهایت)

r = square meter m² (ft²) of roof area in attic (A_r)

r = نسبت مساحت سقف شیروانی به متر مربع یا فوت مربع

۵- محاسبه بار حرارتی

طراحان باید موارد زیر را برای محاسبه بار حرارتی مشخص نمایند :

۵-۱ بار حرارتی ساختمان

۵-۱-۱ شرایط طراحی

الف) اطلاعات آب و هوایی فصل زمستان برای شرایط هوای خارج را می توان از سازمان هواشناسی کشور اخذ نمود. همانطوریکه به عنوان نمونه در پیوست شماره ۱ درج شده است.

ب) دمای طراحی داخل ساختمان باید برای گرمایش هر اتاق بر اساس سرد ترین دمای خشک فصل در نظر گرفته شود (۱/۵ متر بالاتر از کف) که از جدول شماره ۲ پیوست می توان انتخاب کرد .

۵-۱-۲ ضریب انتقال حرارت

برای محاسبه ضریب انتقال حرارت (U) در بامهای شیب دار باید سازه سقف اتاق (کاذب) و سقف اصلی (شیب دار) مدنظر قرار گیرد و ضریب انتقال حرارت ترکیبی برای سقف طبقه فوقانی به قرار ذیل محاسبه گردد.

divided by the square meter (ft²) ceiling area on top floor (A_c).

(A_r) به مساحت سقف زیرین به متر مربع یا فوت مربع (A_c)

5.1.3 Unheated space temperatures

۳-۱-۵ دمای فضاهای گرم نشده

If the respective surface areas of unheated room adjacent to the heated room and those exposed to the outside are approximately the same, and if coefficient of transmission is approximately equal, the unheated space temperature maybe assumed to be the mean of indoor and outdoor design temperature.

اگر مساحت سطوح اتاق های گرم نشده مجاور به اتاق های گرم شده و سطوحی که در فضای خارج منتهی می شود تقریباً یکسان باشند و ضریب انتقال حرارت آنها تقریباً مساوی باشند درجه حرارت فضای گرم نشده را می توان حد متوسط دمای داخلی و دمای خارجی طراحی فرض نمود.

If surface areas and coefficients are unequal, the unheated space temperature shall be calculated as follows:

اگر مساحت سطوح و ضرایب آنها مساوی نباشند درجه حرارت فضای گرم نشده باید به طریق ذیل محاسبه شود.

$$(Eq. 2) \quad t_u = \frac{t_i(A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + \text{etc.}) + t_o(KV_0 + A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + \text{etc.})}{(A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + \text{etc.}) + (KV_0 + A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + \text{etc.})} \quad (\text{معادله ۲})$$

Where:

K = 1200 KCal/m² °C or 0.018 BTU/FT² °F for standard air.

که :
K = ۱۲۰۰ کیلو کالری بر متر مربع درجه سانتیگراد (یا ۰/۰۱۸ بی تی یو بر فوت مربع درجه فارنهایت برای هوای استاندارد).

t_u = temperature in unheated space, °C (°F).

t_u = درجه حرارت فضای گرم نشده بر حسب درجه سانتیگراد (درجه فارنهایت)

t_i = indoor design temperature of heated room, °C (°F).

t_i = درجه حرارت داخلی فضای گرم شده طراحی بر حسب درجه سانتیگراد (درجه فارنهایت)

t_o = outdoor design temperature, °C (°F).

t_o = درجه حرارت خارجی طراحی بر حسب درجه سانتیگراد (درجه فارنهایت)

A₁, A₂, A₃, etc. = areas of unheated space adjacent to heated space, m² (ft²).

A₁, A₂, A₃ و غیره = مساحت سطوح فضاهای گرم نشده مجاور سطوح فضای گرم شده. بر حسب متر مربع (فوت مربع)

A_a, A_b, A_c, etc. = areas of surface of unheated space adjacent to outdoor, m² (ft²).

A_a, A_b, A_c و غیره = مساحت سطوح فضاهای گرم نشده مجاور سطوح خارجی. بر حسب متر مربع (فوت مربع)

U₁, U₂, U₃ etc. = W/m² °C (BTU/ft² °F)

U₁, U₂, U₃ etc و غیره = وات بر متر مربع سانتیگراد (بی تی یو بر فوت مربع بر درجه فارنهایت)

U_A, U_B, U_C, etc. = heat transfer coefficients of surfaces of **A_a, A_b, A_c, etc.**, w/m² °C (BTU/ft² °F).

U_A, U_B, U_C و غیره = ضریب انتقال حرارت برای سطوح **A_a, A_b, A_c** و غیره بر حسب وات بر متر مربع سانتیگراد (بی تی یو بر فوت مربع بر درجه فارنهایت)

V_o = rate of introduction of air into the unheated

V_o = مقدار هوای وارد شده به فضای گرم نشده از طریق نفوذ هوا بداخل و یا هوای تعویضی، بر حسب لیتر بر ثانیه

space by infiltration or ventilation, l/s (cfh).

(فوت مکعب در ساعت)

5.1.4 Transmission heat loss

Where floors are directly on the ground, the ground temperature is assumed 40 °C above outside temperature. The heat losses by conduction and convection including heat losses through walls, ceilings, partitions, glass, doors and floor above ground shall be calculated as follows:

(Eq. 3) $Q = AU (t_i - t_o)$

۵-۱-۴ اتلاف انتقال حرارت

وقتی که کف ساختمان بطور مستقیم روی زمین باشد دمای زمین ۴۰ درجه سانتیگراد بالاتر از درجه حرارت خارج فرض می‌شود. اتلاف حرارتی بوسیله هدایت و جابجایی شامل اتلاف حرارت دیوارها، سقف ها، تیغه ها، شیشه ها، درب ها و کف بالای زمین باید بطریق ذیل محاسبه گردد.

(معادله ۳)

Where:

Q = heat transfer through the wall, roof, ceiling, floor or glass, watts (Btu/h).

Q = مقدار انتقال حرارت از طریق دیوارها، سقف، کاذب، کف و شیشه ها بر حسب وات (بی‌تی‌یو بر ساعت).

A = area of wall, glass, roof, ceiling, roof or other exposed area, m² (ft²).

A = مساحت دیوار شیشه‌ها، بام، سقف کاذب یا سطوح منتهی به خارج بر حسب متر مربع. (فوت مربع)

U = air-to-air heat transfer coefficient, w/ m² °C (see chapter 25, ASHRAE 2005 Fundamentals volume).

U = ضریب انتقال هوا به هوا، بر حسب وات بر مترمربع سانتیگراد (به جلد اصول ASHRAE 2005 فصل ۲۵ مراجعه شود).

t_i = inside air temperature near surface involved, °C (°F).

t_i = درجه حرارت هوای داخل نزدیک به سطح مورد نظر، بر حسب درجه سانتیگراد (درجه فارنهایت).

t_o = outdoor air temperature or temperature of adjacent (partition) unheated space, °C (°F).

t_o = درجه حرارت هوای خارج یا درجه حرارت فضای گرم نشده، مجاور بر حسب درجه حرارت سانتیگراد (درجه فارنهایت)

5.1.5 Basement heat loss

Heat loss through windows and walls above grade shall be based on outdoor temperature and proper air-to-air transfer coefficients. Heat loss through basement walls below grade line shall be based on the floor and wall coefficients for surfaces in contact with the soil. The heat loss for below grade basement walls and floors are given in Tables 1 and 2.

۵-۱-۵ اتلاف حرارتی در زیر زمین

اتلاف حرارتی از پنجره ها و دیوارهای بالاتر از زمین باید بر اساس درجه حرارت هوای خارج و ضرایب مناسب انتقال حرارت هوا به هوا باشد. اتلاف حرارتی در دیوارهای زیرزمین باید بر اساس ضرایب کف و دیوار در تماس با خاک باشد. اتلاف حرارت برای دیوارهای زیر زمین و کف های پایین تر از زمین در جدول ۱ و ۲ داده شده است.

TABLE 1- HEAT LOSS BELOW GRADE IN BASEMENT WALLS

جدول ۱- اتلاف حرارتی در دیوارهای زیرزمین

Depth عمق	Path Length Through Soil, ft طول مسیر خاکی، فوت	Heat loss, Btu/h.ft ² .°F بر حسب بی تی یو بر ساعت بر فوت مربع بر درجه فارنهایت							
		Uninsulated بدون عایق		*R = 4.17		R = 8.34		R = 12.5	
0-1	0.68	0.410		0.152		0.93		0.067	
1-2	2.27	0.222	0.632	0.116	0.286	0.079	0.172	0.059	0.126
2-3	3.88	0.155	0.787	0.094	0.362	0.068	0.240	0.053	0.179
3-4	5.52	0.119	0.906	0.079	0.441	0.060	0.300	0.048	0.227
4-5	7.05	0.096	1.002	0.069	0.510	0.053	0.353	0.044	0.271
5-6	8.65	0.079	1.081	0.060	0.570	0.048	0.401	0.040	0.311
6-7	10.28	0.069	1.150	0.054	0.624	0.044	0.445	0.037	0.348

*R = Thermal Resistance ft².hr. °F / Btu.in = m°C / W

R* = مقاومت حرارتی بر حسب فوت مربع در ساعت در درجه فارنهایت بر بی تی یو در اینچ (متر در درجه سانتیگراد بر وات)

TABLE 2- HEAT LOSS THROUGH BASEMENT FLOORS Btu/h. ft². °F

جدول ۲- اتلاف حرارتی در کف زیرزمین ها بر حسب بی تی یو بر ساعت بر فوت مربع بر درجه فارنهایت

Depth of Foundation Wall Below Grade عمق دیوار پی در طبقه زیر	Shortest Width of House, ft کمترین عرض خانه بر حسب فوت			
	20	24	28	32
5 ft	0.032	0.029	0.026	0.023
6 ft	0.030	0.027	0.025	0.022
7 ft	0.029	0.026	0.023	0.021

5.1.6 Heat loss through floor slabs

Heat transmission from floor slabs can be calculated by the following equation:

(Eq. 4)

$$Q = F_2 P (t_i - t_o)$$

(معادله ۴)

Where:

Q = Heat loss through the perimeter of floor, W(Btu/h)

F₂ = Heat loss coefficient, of perimeter, w/m² °C per m (Btu/h °F per ft²) (see chapter 25 Table 5 of ASHRAE 2005 Fundamentals Volume).

P = Perimeter or exposed edge of floor, m(ft)

t_i = Indoor temperature, °C(°F)

t_o = Outdoor temperature, °C (°F)

۵-۱-۶ انتقال حرارتی در سنگ فرش های کف

انتقال حرارت در سنگ فرش های کف می تواند توسط فرمول زیر محاسبه گردد:

که :

Q = اتلاف حرارت از پیرامون کف ساختمان بر حسب وات (بی تی یو بر ساعت)

F₂ = ضریب اتلاف حرارت محیط لبه خارجی کف (به فصل ۲۵ جدول ۵، ۲۰۰۵، ASHRAE جلد اصول مراجعه شود).

P = پیرامون یا لبه خارجی کف، بر حسب متر (فوت)

t_i = درجه حرارت داخل، بر حسب درجه حرارت سانتیگراد (درجه فارنهایت)

t_o = درجه حرارت خارج، بر حسب درجه حرارت سانتیگراد (درجه فارنهایت)

5.1.7 Heat loss by infiltration

Infiltration heat loss can be calculated by crack method or air change method.

5.1.7.1 In crack method the air leakage heat loss is determined as follows:

(Eq. 5A) $Q_s = 1200 Q_1 (t_i - t_o)$ (معادله ۵ الف)

or

(Eq. 5B) (SI) $Q_s = 0.018 Q_1 (t_i - t_o)$ (معادله ۵ ب)

$Q_1 = C_r \cdot A \cdot U$

Where:

$Q_s = W$ (BTU/hr)

$Q_1 =$ Air flow rate

$C_r =$ effectiveness of opening

$A =$ Free area of inlet opening m^2 (ft^2)

$U =$ Wind speed m/s (ft/s)

- (C_r is assumed to be 0.5 to 0.6 for perpendicular winds and 0.25 to 0.35 for Diagonal winds)

5.1.7.2 To calculate infiltration by the air change method, following formula can be used:

(Eq. 6) $Q_s = 1.2 \times n \times v \times (t_i - t_o)$ (معادله ۶)

Where:

$n =$ number of air changes per second.

$v =$ volume of room, m^3 (ft^3)

The greatest value of Q_s between equations (5) and (6) shall be selected as the infiltration heat loss.

5.1.8 Total heat load

The calculated heat load through transmission and solar load from walls, ceiling, roof, partition, glass and through infiltration into space (outside air) shall be entered in a heat loss estimating sheet. Referenced as a sample in Attachment 3.

۷-۱-۵ اتلاف حرارت ناشی از نفوذ هوا

اتلاف حرارتی توسط نفوذ هوا را می توان بوسیله روش درز یا روش تعویض هوا محاسبه کرد.

۷-۱-۵-۱ در روش درز، اتلاف حرارت ناشی از نشت هوا به طریق ذیل بدست می آید:

که :

$Q_s =$ اتلاف حرارت ناشی از نفوذ هوا بر حسب وات (بی تی یو بر ساعت)

$Q_1 =$ دبی جریان هوا بر حسب متر مکعب بر ثانیه (فوت مکعب بر ثانیه)

$C_r =$ ضریب باز شو

$A =$ سطح عبور آزاد هوا بر حسب متر مربع (فوت مربع)

$U =$ سرعت باد بر حسب متر در ثانیه (فوت بر ثانیه)

- (C_r برای بادهای عمودی بین ۰/۵ تا ۰/۶ و بادهای مورب ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ فرض می شود.)

۷-۱-۵-۲ برای محاسبه نفوذ هوا به روش تعویض هوا فرمول زیر می تواند بکار رود.

که:

$n =$ تعداد تعویض هوا در ثانیه

$v =$ حجم اطلاق بر حسب متر مکعب (فوت مکعب)

بیشترین مقدار Q_s بین معادلات ۵ و ۶ را برای اتلاف حرارتی نفوذ هوا باید بکار برد.

۸-۱-۵ مجموع بار حرارتی

برای محاسبه کل بار حرارتی ، بارهای ناشی از انتقال حرارت از طریق تشعشع خورشیدی به دیوارها، سقف پشت بام، تیغه ها، شیشه ها و نفوذ هوا به داخل را باید در برآورد محاسبه نمود پیوست شماره ۳ به عنوان نمونه آورده شده است.

یادآوری:

Note:

In building with permanent or steady internal heat source of considerable size such as ovens, intensive lighting, etc. an equivalent amount of heat should be reduced from calculated total heating load.

در ساختمانی که بطور دائم یا بطور یکنواخت، دارای منابع حرارتی از قبیل اجاق ها، چراغهای متمرکز و غیره باشد مقادیر مذکور باید از کل بار حرارتی محاسبه شده کسر شود.

5.2 Domestic Hot Water Load

۲-۵ بار آب گرم مصرفی

5.2.1 Domestic water heaters are divided into the two following classes:

۱-۲-۵ آبگرمکنها به دو دسته ذیل تقسیم می‌شوند:

1) Those which heat the water by direct application of heat such as gas water heater and small boilers.

۱) آبگرمکنهایی که آب بطور مستقیم توسط حرارت گرم می‌شود مانند آبگرمکنهای گازی و دیگهای کوچک.

2) Those which transfer heat from water or steam in the heating boiler to the domestic water. This is termed as indirect water heating and can be accomplished by any of the following:

۲) آبگرمکنهایی که آب مصرفی توسط آب با بخار دیگ گرم می‌شود. این نوع آبگرمکنها غیر مستقیم نام دارند و با موارد زیر تجهیز می‌شوند:

a) Double shell storage tank (preferred system). These are suitable for residential and commercial application.

الف) منبع ذخیره دو جداره (ترجیح دارد) این نوع منبع برای کاربری مسکونی و تجاری مناسب می‌باشد.

b) Instantaneous storage tank with submerged coil. These are suitable for high demand factor and industrial application.

ب) منبع ذخیره لحظه‌ای با کوئل (لوله مارپیچی) غوطه‌ور در آن، این نوع منبع برای مصارف زیاد و یا مصارف صنعتی مناسب می‌باشد.

c) Shell and tube heat exchangers, also called thankless heaters. These are suitable for various applications and are generally horizontal in construction.

ج) مبدل‌های حرارتی لوله و پوسته‌ای که گرمکن‌های بدون مخزن نیز نامیده می‌شوند. این نوع مبدل‌ها که معمولاً بطور افقی ساخته می‌شوند برای کاربردهای مختلف مناسب می‌باشند

5.2.2 The heat requirement for the domestic hot water which is in separate circuit from the space heating water shall be evaluated and added to the building heating load. The required heat for consumed hot water may be estimated by the following formula:

۲-۲-۵ آب گرم مصرفی که در مدار مجزا از فضای ساختمان قرار می‌گیرند حرارت مورد نیاز آنها باید قبلاً ارزیابی و محاسبه گردد. مقدار حرارت مورد نیاز برای آب گرم مصرفی ممکن است بوسیله فرمول زیر برآورد گردد:

$$(Eq. 7A) \quad Q = \frac{4.2H(t_2 - t_1)}{n} \quad (\text{معادله ۷ الف})$$

OR

$$(Eq. 7b) (SI) \quad Q = \frac{1H(t_2 - t_1)}{n} \quad (\text{معادله ۷ ب})$$

Where:

Q = required heat load, kW (Btu/h)

که:

Q = بار حرارتی مورد نیاز، برحسب کیلو وات (بی‌تی‌یو بر ساعت)

H = hot water demand, liters (gallons)

t₂ = hot water temperature, °C (°F)

t₁ = city water temperature, °C (°F)

n = the required time for water heating, (normally between 3-4 hours)

Note:

The demand of domestic hot water can be estimated by using the maximum consumption per occupant.

6. TYPE OF HEATING SYSTEM

6.1 In-Space Heating Equipment

6.1.1 In-space heating equipment contrary to central heating does not need ducts or piping to convey heat from the source to the room that is to be heated. Gravity type models (fossil-fueled) do not require electrical connection, the circulation from the heat source to the room is provided by natural convection.

6.1.2 In-space heating equipment can be classified as follows:

- a) Gas in-space heaters including room heaters, wall furnaces, and floor furnaces.
- b) Oil in-space convective heaters including vaporizing pot-type heaters, powered atomizing type and portable-type kerosene heaters.
- c) Electrical in-space heaters including wall and floor heaters, baseboard heaters, radiant convector wall panel, embedded cable heat and portable electric heaters.
- d) Solid fuel in-space heaters.

Note:

For safety and control considerations, reference is made to ASHRAE 2004 Equipment volume.

6.2 Central Heating System

6.2.1 Water heating system

Water systems use hot water to convey heat

H = مقدار آب گرم مورد نیاز بر حسب لیتر (گالن).

t₂ = درجه حرارت آبگرم بر حسب سانتیگراد (درجه فارنهایت)

t₁ = درجه حرارت آب شهر بر حسب سانتیگراد (درجه فارنهایت)

n = زمان مورد نیاز برای گرم کردن آب (معمولاً بین ۳ تا ۴ ساعت)

یادآوری:

آب گرم مورد مورد نیاز خانگی را می توان با استفاده از حداکثر مصرف هر فرد برآورد نمود.

۶- نوع سامانه گرم کننده

۱-۶ تجهیزات گرم کننده در داخل ساختمان

۱-۱-۶ تجهیزات گرم کننده در داخل ساختمان برعکس گرم کننده های مرکزی نیاز به کانال یا لوله کشی برای انتقال حرارت از یک چشمه به اتاقی که باید گرم شود ندارد. نوع ثقلی (سوخت فسیلی) نیاز به برق ندارد، و گرما از یک منبع حرارتی بصورت جابجایی طبیعی انجام می پذیرد.

۱-۲-۶ تجهیزات گرم کننده در داخل ساختمان می تواند به شرح ذیل طبقه بندی شوند.

الف) گرم کننده های گازی داخل ساختمان شامل بخاری های گازی، بخاری های دیواری و بخاری های زمینی.

ب) بخاری های نفتی شامل نوع دیگچه تبخیری، نوع پودری و بخاری های نفتی قابل حمل.

ج) بخاری برقی شامل دیواری، زمینی، کابینتی، تشعشعی، نوع دیواری جابجایی، نوع توکار و نوع قابل حمل.

د) بخاری های سوخت جامد داخل ساختمان.

یادآوری:

برای ملاحظات ایمنی و کنترل به استاندارد مرجع، ۲۰۰۴ ASHRAE جلد تجهیزات مراجعه شود.

۲-۶ سامانه حرارت مرکزی

۱-۲-۶ سامانه حرارتی آبی

سامانه های آبی، آبگرم را از دیگ یا آبگرمکن به منظور انتقال

through piping connection from boiler or water heater to suitable terminal units. Water systems can be classified by temperature, flow generation, pressurization, piping arrangement and pumping arrangement.

6.2.1.1 Types

There are two types of hot water heating system classified by flow generation:

a) Gravity flow system, which uses difference in weight between the supply and return water to circulate water to the heating terminals. Water heated in the boiler increases in volume and rises, simultaneously with a downward movement of the cooler heavier water in the return main; thus setting up the circulation.

b) Forced circulation system, in which an electric pump is employed to provide movement of the water. This system is the preferred type as circulation to the heating terminals are speeded and can almost be instantly supplied with hot water or maintain a constant temperature in the system to offset outside weather conditions.

6.2.1.2 Piping arrangement

According to piping arrangement the water heating system is divided into:

a) One-pipe system or monoflow single loop main are system with a supply and a return tee installed on the main. One-pipe circuits allow manual or automatic control of flow to individual connected heating units. The length and load (temperature variation) imposed on a one-pipe circuit is usually small because of the limitations.

b) Two-pipe circuits which can be direct-return or reverse-return:

i) In direct-return circuits, the return main flow direction is opposite the supply main flow, and the return water from each unit takes the shortest path back to the boiler. The direct-return system usually requires circuit balancing of flow control valves on unit or sub-circuits.

حرارت از طریق لوله‌کشی به واحدهای مصرفی مربوطه منتقل می‌نماید. سامانه‌های آبی را می‌توان برحسب دما، جریان، فشار، شکل لوله‌کشی و آرایش پمپاژ تقسیم‌بندی نمود.

۶-۲-۱-۱ انواع

دو نوع سامانه گرم کننده آب براساس نوع جریان به شرح ذیل طبقه‌بندی می‌شود:

الف) سامانه جریان ثقلی در اثر اختلاف وزن بین آب رفت و برگشت برای به جریان انداختن و ارسال آب به واحدهای گرمازا استفاده می‌شود. بدین ترتیب که آب گرم افزایش حجم پیدا کرده و همزمان آب سرد بطرف پایین جریان می‌یابد.

ب) سامانه جریان تحت فشار که در آن یک پمپ برقی برای بحرکت در آوردن آب بکار گرفته شده است این سامانه نسبت به سامانه قبلی ارجعیت دارد زیرا جریان از سرعت بیشتری برخوردار بوده و می‌تواند سریعتر آب گرم را به نقاط مصرف ارسال کند و یا دمای سامانه حرارتی را تقریباً ثابت نگهداشته و هوای داخل ساختمان را متعادل نماید.

۶-۲-۱-۲ آرایش لوله‌کشی

بر اساس آرایش لوله‌کشی سامانه گرم کننده آب به شرح ذیل تقسیم می‌شود:

الف) سامانه یک لوله‌ای یا جریان تک مداری اصلی سامانه ای است که یک انشعاب سه راهه در لوله رفت و همچنین در لوله برگشت اصلی نصب می‌گردد. در مدار یک لوله‌ای جریان به واحدهای گرم کننده مجزا بصورت دستی یا اتوماتیک کنترل می‌گردد طول و بار (تغییر دما) با توجه به محدودیت‌ها در مدار تک لوله‌ای معمولاً اثر کمی دارد.

ب) مدارهای دو لوله‌ای که بصورت برگشت مستقیم یا معکوس باشد:

i) در مدارهای برگشت مستقیم، جهت جریان اصلی عکس جریان لوله اصلی رفت می‌باشد و آب از هر واحد با کوتاهترین مسیر به دیگ برگشت داده می‌شود. نوع سامانه معمولاً نیاز به مدار متعادل کننده با نصب شیرهای کنترل جریان بر روی واحد گرمازا و یا مدار فرعی دارد.

ii) In reverse-return circuits the return main flows in the same direction as the supply main flow, and the return main returns all water to the boiler after the last unit is fed. Reverse-return system seldom needs balancing valves, as the water flow distance to and from boiler is the same through any unit.

iii) Series loop arrangement which is a continuous run of pipe or tube from a supply connection to a return connection. Terminal units are a part of the loop. One or many series loops can be used in a complete system. The length of loop can be increased by increasing operating temperature drop and decreasing flow rate. The series loop can be used as a part of two-pipe direct-return system.

ii) در مدارهای برگشت معکوس، جریان لوله اصلی برگشت در جهت جریان لوله اصلی رفت می‌باشد و لوله اصلی برگشت پس از تغذیه آخرین واحد تمام آب را به دیگ منتقل می‌نماید. سامانه برگشت معکوس بندرت نیاز به شیرهای متعادل کننده دارد و به این ترتیب مسیر لوله کشی از دیگ به هر واحد یا بالعکس یکسان می‌باشد.

iii) در آرایش چند مداره ای جریان بطور پیوسته در لوله‌ها از مسیر رفت به برگشت برقرار است. واحدهای پایانه بخشی از مدار محسوب می‌شود. در یک سامانه کامل می‌توان از یک یا چند مجموعه مدار استفاده نمود. طول مدار می‌تواند با افزایش افت دمای عملکرد و یا کاهش میزان جریان، افزایش یابد. سامانه چند مداره ای می‌تواند به عنوان بخشی از مدارهای دو لوله ای برگشت مستقیم به کار گرفته شود.

6.2.1.3 Temperature classifications

Water system in term of temperature is divided as follows:

a) Low temperature water system (LTW).

The maximum allowable working pressure shall be up to 1102 kPa (160 Psi) with a maximum temperature limitation of 121.1°C (250°F).

b) Medium temperature water system (MTW).

This system operates at temperature of 176.7°C (350°F) or less, with pressure not exceeding 1034 KPa (150 Psi).

c) High temperature water system (HTW).

A hot water heating system operates at temperature over 176.7°C (350°F) and pressure of about 2068 kPa (300 Psi).

The maximum design supply water temperature is from 204.6°C to 232.2°C (400 to 450°F).

6.2.1.4 Water system equipment

Central plant for water heating system shall consist the minimum requirements of following equipment:

۶-۲-۱-۳ طبقه بندی دما

سامانه آب بر اساس دما به شرح ذیل طبقه بندی می‌شود:

الف) سامانه آب با دمای پایین (LTW).

حداکثر فشار مجاز باید تا ۱۱۰۲ کیلوپاسکال (۱۶۰ اینچ بر اینچ مربع) و حداکثر درجه حرارت ۱۲۱/۱ درجه سانتیگراد (۲۵۰ درجه فارنهایت).

ب) سامانه آب با دمای متوسط (MTW).

این سامانه در درجه حرارت ۱۷۶/۷ درجه سانتیگراد (۳۵۰ درجه فارنهایت) یا کمتر، با فشار حداکثر ۱۰۳۴ کیلو پاسکال (۱۵۰ پوند بر اینچ مربع) بکار میرود.

ج) سامانه آب با دمای بالا (HTW).

یک سامانه گرم کننده آب که با درجه حرارت بیش از ۱۷۶/۷ سانتیگراد (۳۵۰ درجه فارنهایت) و فشار حدود ۲۰۶۸ کیلو پاسکال (۳۰۰ پوند بر اینچ مربع) عمل می‌نماید. حداکثر دمای طراحی سامانه آب از ۲۰۴/۶ تا ۲۳۲/۲ سانتیگراد (۴۰۰ تا ۴۵۰ درجه فارنهایت) می‌باشد.

۶-۲-۱-۴ تجهیزات سامانه آب

موتورخانه مرکزی برای سامانه گرم کننده آب باید شامل حداقل تجهیزات مورد نیاز ذیل باشد:

- | | |
|--|--|
| a) Boiler (cast iron or steel). | الف) دیگ (چدنی یا فولادی). |
| b) Automatic fuel burner which may be gas burner, fuel oil burner or dual fuel burner. | ب) مشعل سوخت اتوماتیک که ممکن است از نوع مشعل گازی، گازوئیلی یا دوگانه سوز باشد. |
| c) Circulating pump. | ج) پمپ جریان گردشی. |
| d) Pipe headers. | د) لوله های چند راهه. |
| e) Distribution piping, fittings, valves, strainers, expansion joints and supports. | ه) لوله کشی توزیع سیال، اتصالات، شیرآلات، صافی ها، اتصالات انبساطی و تکیه گاهها. |
| f) Expansion tank (closed or open). | و) منبع انبساط (باز یا بسته). |
| g) Terminal units and heat exchanger. | ز) واحدهای پایانه و مبدلهای حرارتی. |
| h) Breeching and chimney. | ح) مسیر خروجی بخار دیگ و دودکش. |
| i) Water treatment equipment and facilities (where required). | ط) تجهیزات تصفیه آب و (سرویسهای مورد نیاز). |
| j) Main electrical panel and electric wirings with interlocks. | ی) تابلو اصلی برق و سیم کشی با اتصال داخلی آنها. |
| k) Insulation materials. | ک) مواد عایق کاری. |
| l) Automatic controls. | ل) کنترل های خودکار. |

Note:

For a typical boiler room piping layout, reference is made to Attachment 4.

6.2.2 Steam heating system

According to the piping arrangement that supply steam to and returns condensate from the terminal equipment, the steam heating systems can be classified as one-pipe or two-pipe system.

These systems can be sub-divided into:

- a) By the method of condensate return (gravity flow or mechanical flow by means of condensate pump or vacuum pump).
- b) By the piping arrangement (up-feed or down-feed and parallel or counter flow for one-pipe systems). Steam heating system may be classified into:
- i) High pressure (operating pressure above 103 kPa or 15 Psi), low pressure (pressure less than 103 kPa or 15 Psi).

یادآوری :

برای نمونه از لوله کشی موتورخانه به پیوست ۴ مراجعه شود.

۶-۲-۲ سامانه گرم کننده با بخار

بر اساس آرایش لوله کشی، بخار رفت و برگشت تقطیر آن از تجهیزات پایانه ها ، سامانه های گرم کننده با بخار می تواند به سامانه یک لوله ای یا دو لوله ای تقسیم شود. این سامانه ها می توانند به اجزاء زیر تقسیم شوند:

- الف) بوسیله روش برگشت تقطیر (جریان ثقلی یا مکانیکی توسط پمپ های تقطیر و یا پمپ های خلاء)
- ب) با روش آرایش لوله کشی (تغذیه فوقانی یا تحتانی و بصورت موازی یا جریان معکوس برای سامانه های یک لوله ای). سامانه گرم کننده با بخار ممکن است بشرح ذیل تقسیم بندی شود:
- ۱) فشار زیاد (فشار عملکرد بیش از ۱۰۳ کیلو پاسکال یا ۱۵ پوند بر اینچ مربع) و فشار کم (فشار کار کمتر از ۱۰۳ کیلو پاسکال یا ۱۵ پوند بر اینچ مربع)

ii) Vacuum or vapor system (when under vacuum and low pressure condition, use of vacuum pump is needed).

ii) سامانه خلاء یا تبخیر (در شرایط و فشار پایین پمپ خلاء مورد نیاز است).

6.2.2.1 Steam heating system equipment

Water system equipment as mentioned in clause 6.2.1.4 shall apply, but with addition of necessary steam trap, steam control valves, condensate tank, including necessary steam line accessories and controls.

6.2.3 Duct water heaters

Duct water heaters may be selected in the air-conditioning units systems. These heaters used for adding heating to cooling or venting systems through ductwork.

6.2.4 Electrical coil duct heaters

According to the heating system design. Electrical coil duct heater can be used.

6.2.5 Solar energy

For solar energy application see ASHRAE Equipment 2004 , chapter 33 page 33/1 to 33/20

۶-۲-۲-۶ تجهیزات سامانه گرم کننده با بخار

تجهیزات سامانه آبی که در بند ۶-۲-۱-۴ ذکر گردید باید با اضافه کردن تله بخار، شیرهای کنترل بخار، منبع تقطیر و همچنین ملزومات در لوله کشی بخار و کنترل های آن بکار رود.

۶-۲-۳ گرم کننده های آبی کانالی

گرم کننده های آبی کانالی ممکن است در سامانه های دستگاههای تهویه مطبوع انتخاب شوند. این گرم کننده ها برای افزودن گرما به سامانه سرمایشی یا تهویه از طریق کانال بکار میروند.

۶-۲-۴ گرم کننده های با کوئل برقی کانالی

بر اساس طراحی سامانه گرمایش ، نوع برقی کانالی نیز می توان به کار برد.

۶-۲-۵ انرژی خورشیدی

برای بکارگیری انرژی خورشیدی به کتاب مرجع ASHRAE 2004 جلد تجهیزات بخش ۳۳ صفحات ۳۳/۱ الی ۳۳/۲۰ مراجعه گردد.

۷- تعیین قطر لوله

7. PIPE SIZING

7.1 Hot Water Pipe Sizing

7.1.1 To properly design a water piping system, the designer shall evaluate pressure drop due to pipe friction loss and pressure loss through valves, fittings and other elements. The general range of pipe friction loss used for design of hydronic systems shall be between 100 and 400 Pa/m (4 ft/100 ft). A value of 250 Pa/m (2.5 ft/100 ft) represents the mean to which most systems are designed.

7.1.2 Closed loop systems shall be sized below certain upper limits for velocity, such as a velocity limit of 1.2 m/s (240 fpm) for 50 mm pipe and under. Velocity in excess of 1.2 m/s can be used in piping of larger sizes.

7.1.3 The rate of water flow in a system can be determined by the heat carrying capacity in any particular section of piping. This carrying load depends on the type of piping system. The following equation shall be used to describe rate of water flow for each section:

۷-۱-۷ تعیین قطر لوله آب گرم

۷-۱-۱ جهت طراحی صحیح سامانه لوله کشی آب، طراح باید افت فشار ناشی از اصطکاک در لوله ها ، شیرآلات، اتصالات و اجزاء دیگر را محاسبه نماید. در طراحی سامانه های هیدرولیکی نرخ عمومی این فشار بین ۱۰۰ و ۴۰۰ پاسکال بر متر (۴ فوت بر ۱۰۰ فوت) می باشد. مقدار ۲۵۰ پاسکال بر متر (۲٫۵ فوت بر ۱۰۰ فوت) نشان دهنده حد متوسطی است که در بیشترین طراحی سامانه ها می باشد.

۷-۱-۲ در سامانه های مدار بسته، تعیین قطر لوله ها باید با در نظر گرفتن سرعتی کمتر از محدوده حداکثر مجاز انجام گیرد. محدودیت سرعت ۱/۲ متر بر ثانیه برای لوله هایی به قطر ۵۰ میلیمتر و کمتر و میزان سرعت بیش از ۱/۲ متر بر ثانیه را برای لوله هایی به قطر بیشتر می توان در نظر گرفت.

۷-۱-۳ مقدار جریان آب در یک سامانه را می توان بر اساس ظرفیت حرارتی حامل در هر بخش از لوله کشی تعیین نمود، که این ظرفیت به نوع لوله کشی بستگی دارد. فرمول ذیل جهت محاسبه مقدار آب برای هر بخش می باشد.

(Eq. 8)

$$G = \frac{H}{4.8w.c(t_1 - t_2)}$$

(معادله ۸)

که :

Where:

G = water flow rate, l/s (gpm).

G = دبی جریان آب، بر حسب لیتر در ثانیه (گالن در دقیقه)

H = heat carrying capacity, kJ/hr (Btu/h)

H = ظرفیت حرارتی حامل، بر حسب کیلو کالری در ساعت (بی تی یو در ساعت)

W = density of water.

W = جرم حجمی مخصوص (دانسیته)

C = specific heat of water, kJ/kg°C (Btu/lb°F)

C = گرمای ویژه آب، بر حسب کیلو ژول بر کیلو گرم بر سانتیگراد (بی تی یو بر پوند بر درجه فارنهایت)

t₁, t₂ = temperature of water entering and leaving the heating unit, °C (°F).

t₂, t₁ = درجه حرارت ورودی و خروجی آب از دستگاه گرم کننده، بر حسب درجه سانتیگراد (درجه فارنهایت)

A 11°C (20°F) temperature drop between heating unit inlet and outlet is extensively used. At this temperature drop, 1 gpm will release (10,000 Btu per hour). So the flow rate for each section can be determined as follows:

غالباً افت درجه حرارت ۱۱ درجه سانتیگراد (۲۰ درجه فارنهایت) بین آب ورودی و خروجی دستگاه پذیرفته شده است. در این دما در هر یک گالن در دقیقه، ۱۰۰۰۰ بی تی یو در ساعت آزاد می‌شود. بنابراین مقدار دبی جریان برای هر بخش بشرح زیر می‌تواند مشخص شود:

In I-P unit : (Eq. 9A)

$$G = \frac{H}{10,000}$$

(معادله ۹ الف) در واحد انگلیسی

In SI unit : (Eq. 9B)

$$G = \frac{H}{42}$$

(معادله ۹ ب) در واحد متریک

که :

Where:

H = heat carrying capacity, kW (Btu/hr)

H = ظرفیت حامل حرارت، بر حسب کیلو وات (بی تی یو در ساعت)

G = water flow rate, l/s (gpm)

G = دبی جریان آب، بر حسب لیتر در ثانیه (گالن در دقیقه)

7.1.4 The pipe size for each section can be determined from the volume flow rate and pressure drop.

۴-۱-۷ قطر لوله در هر بخش می‌تواند با توجه به میزان حجم جریان و افت فشار مشخص شود.

7.1.5 Designer shall calculate the straight lengths of pipe and additional equivalent length due to fittings, valves and other elements. The straight pipe length shall be measured to the centerline of all fittings and valves.

۵-۱-۷ طراح باید علاوه بر طول لوله های مستقیم طول معادل اتصالات، شیرآلات و اجزاء دیگر را نیز محاسبه نماید. در محاسبه طول مستقیم لوله‌ها باید مرکز لوله، اتصالات و شیرها را در نظر گرفت.

7.2 Steam Pipe Sizing

۲-۷ تعیین قطر لوله بخار

Designer shall consider the following principle factors for determining pipe sizes for a given load in steam heating system:

طراح باید اصول زیر را برای تعیین قطر لوله‌های یک سامانه گرم کننده با بخار را برای بار حرارتی داده شده در نظر بگیرد:

- a) The initial operating pressure and the allowable pressure drop through the system.

الف) فشار اولیه عملکرد و افت فشار مجاز در سامانه

- b) The total equivalent length of pipe in the longest run.
- c) The maximum velocity of steam.

ب) طول معادل لوله در طولانی ترین مسیر

ج) حداکثر سرعت بخار

Note:

For determining the pressure drop and flow rate in steam pipe sizing reference is made to ASHRAE 2005 Fundamentals volume, chapter 33.

یادآوری :
برای تعیین افت فشار و دبی جریان در محاسبه لوله های بخار به مرجع ASHRAE 2005 جلد تجهیزات بخش ۳۳ مراجعه شود.

7.3 Gas Pipe Sizing

۳-۷ تعیین قطر لوله های گاز

7.3.1 Piping for natural gas appliances shall be of adequate size and installed so that it provides a supply of gas sufficient to meet the maximum demand without undue loss of pressure between the point of supply and appliance. The size of gas pipe required depends on:

۳-۷-۱ در لوله کشی گاز طبیعی اندازه قطر لوله متناسب با مصارف دستگاههای خانگی باید در نظر گرفته شود. بطوریکه جریان گاز را به مقدار مورد نیاز و بدون افت فشار بین نقطه ورودی گاز و دستگاه مصرف کننده برساند. قطر لوله گاز به عوامل زیر بستگی دارد:

- a) Maximum gas consumption to be provided.
- b) Length of pipe and number of fittings.
- c) Allowable loss in pressure from the outlet of the supply to the appliance.
- d) Density (specific gravity) of the gas.

الف) تأمین حداکثر مصرف گاز.

ب) طول لوله و تعداد اتصالات .

ج) افت فشار مجاز از خروجی منبع تا مصرف کننده.

د) چگالی (وزن مخصوص) گاز .

7.3.2 The pipe sizing for gas lines shall be based on the latest publication and edition of the N.I.G.C Standards.

۳-۷-۲ تعیین قطر لوله گاز باید بر اساس آخرین ویرایش استاندارد های شرکت ملی گاز ایران باشد.

7.3.3 The maximum pressure drop in gas piping system at low pressure ranges (up to 1.5 kPa), shall be 10% of the initial pressure. Pipe size can be determined by knowing the pressure drop, length of pipe and gas flow rate.

۳-۷-۳ حداکثر افت فشار در لوله کشی گاز در محدوده فشار پایین (تا ۱٫۵ کیلو پاسکال) باید به میزان ۱۰ درصد فشار اولیه باشد. قطر لوله را با داشتن افت فشار، طول لوله و دبی گاز می توان بدست آورد.

7.3.4 Gas consumption in m³/h is obtained by dividing the kilocalorie input rate per hour at which the appliance (boiler or furnace) will be operated by the average Kilocalorie heating value per cubic meter of gas.

۳-۷-۴ مقدار گاز مصرفی بر حسب متر مکعب در ساعت را می توان با تقسیم مقدار کیلوکالری در ساعت ورودی گاز به هر دستگاه مصرف کننده خانگی در حال کار (دیگ یا کوره) بر میانگین ارزش حرارتی گاز یعنی کیلوکالری در مترمکعب گاز بدست می آید.

7.4 Fuel Oil Pipe Sizing

۴-۷ تعیین قطر لوله سوخت

7.4.1 Pipe size must be large enough to maintain low pump suction head and, in the case of circulating loop systems, to prevent over pressure at the burner oil pump inlet. Tables in Attachment 5 give recommended pipe oil pump suction sizes for handling No. 5 and No. 6 oils (residual grades) and No. 1 and No. 2 oils (distillate grades).

۴-۷-۱ قطر لوله باید بقدر کافی بزرگ باشد تا بتواند در سامانه مدار بسته ، ارتفاع مکش پمپ را پایین نگهدارد تا از فشار بیش از حد بر ورودی پمپ مشعل جلوگیری کند. درجداول پیوست ۵ قطر مناسب لوله های مکش پمپ برای انتقال سوخت شماره ۵ و ۶ (مواد سوختی سنگین) و سوخت شماره ۱ و ۲ (برای سوخت های سبک) توصیه شده است.

7.4.2 Pipe materials must be compatible with fuel used and carefully assembled to eliminate leaks.

۴-۷-۲ جنس لوله ها باید با سوخت مصرفی سازگار باشد و با دقت اجرا گردد تا نشتی صورت نگیرد.

PART II
APPLIED EQUIPMENT

بخش II
تجهیزات بکار رفته

8. BOILER SELECTION

۸- انتخاب دیگ

8.1 General

۸-۱ عمومی

8.1.1 Designer shall evaluate boiler gross output, which is equal to sum of total heat load of building, heat loss through piping and tanks and warming-up heat loss of boiler.

۸-۱-۱ طراح باید ظرفیت کل دیگ را به نحوی محاسبه نماید که با مجموع بار حرارتی ساختمان، اتلاف حرارت از طریق لوله کشی و مخازن آبگرم و حرارت تلف شده دیگ برابر باشد.

8.1.2 In average building heating systems, it is common practice to consider 20% of the heat load to the heat loss through pipes and hot water tank and 10% of the heat load to heat loss through radiation of boilers. Therefore a total of 30% shall be added to the calculated total heat load which shall be considered as net output of the selected boiler.

۸-۱-۲ میانگین در سامانه‌های گرمایشی معمولاً ۲۰ درصد بار حرارتی از طریق لوله‌ها، مخازن آب و ۱۰ درصد حرارت تولید شده از طریق تشعشع دیگها از بین می‌رود بنابراین در جمع باید ۳۰ درصد به برآورد بار حرارتی دیگ اضافه نمود و این مقدار جزء ظرفیت دیگ منظور شود.

8.2 Selection Parameter

۸-۲ انتخاب اجزاء

8.2.1 Selection for all kind of boilers shall be based on a component review of the following parameters:

۸-۲-۱ انتخاب هر نوع دیگ باید بر مبنای اجزاء و عوامل ذیل باشد:

a) ASME or authoritative international standards code section, under which the boiler is constructed and tested.

الف) ASME و یا استانداردهای معتبر بین المللی که دیگ طبق آن ساخته و آزمایش شده باشد.

b) Net boiler output capacity, in kW (Btu/h)

ب) ظرفیت خالص خروجی دیگ برحسب کیلو وات (بی تی یو در ساعت)

c) Total heat-transfer surface, m² (ft²)

ج) کل سطح انتقال حرارت بر حسب متر مربع (فوت مربع)

d) Water content, kg (lb).

د) مقدار آب، بر حسب کیلو گرم (پوند)

e) Auxiliary power requirements, MJ (kwh).

ه) توان کمکی مورد نیاز، مگا ژول (کیلو وات در ساعت)

f) Internal water-flow patterns.

و) الگوی جریان آب داخل دیگ

g) Cleaning provisions for all heat-transfer surfaces.

ز) تمهیدات تمیزکاری سطوح انتقال حرارت

h) Operational efficiency.

ح) راندمان کاری

i) Space requirements and piping arrangement.

ط) فضای مورد نیاز و چیدمان لوله کشی

j) Water treatment requirements.

ی) الزامات تصفیه آب

8.2.2 For fuel fired boilers the following additional component review shall be considered:

۸-۲-۲ برای دیگ هایی با سوخت نفتی، اجزاء اضافی ذیل باید در نظر گرفته شود.

a) Combustion space (furnace volume), m³ (ft³)

الف) فضای احتراق (حجم کوره) بر حسب متر مکعب، (ft³)

b) Internal flow patterns of combustion products.

ب) الگوی جریان داخلی محصولات احتراق

c) Combustion air and venting requirements.

ج) هوای مورد نیاز احتراق و ملزومات تخلیه آن

8.2.3 For steam boilers the following additional component review shall be considered:

۸-۲-۳ برای دیگ‌های بخار اجزاء اضافی ذیل باید در نظر گرفته شود.

a) Steam space, m³ (ft³)

الف) فضای بخار بر حسب، متر مکعب (فوت مکعب)

b) Steam disengaging area, m² (ft²)

ب) سطح بدون تماس با بخار، متر مربع (فوت مربع)

9. BURNER SELECTION

۹- انتخاب مشعل

9.1 Designer shall select burner suitable with the boiler. Rate of fuel L/h, kg/h or m³/h (Gal/h) can be calculated from the following equation:

۹-۱ طراح باید مشعلی مناسب دیگ انتخاب نماید نرخ سوخت می‌تواند بر حسب لیتر در ساعت، کیلو گرم بر ساعت یا متر مکعب بر ساعت (گالن در ساعت) از معادله زیر محاسبه شود.

(Eq. 10)

$$G = \frac{H_B}{H_o Z} \quad \text{(معادله ۱۰)}$$

Where:

G = burner firing rate L/h, kg/h, m³/h, gal/h or lb/h

که:
G = میزان احتراق مشعل بر حسب لیتر در ساعت، کیلوگرم در ساعت، متر مکعب در ساعت گالن در ساعت، یا پوند در ساعت
H_B = ظرفیت دیگ، بر حسب مگا ژول بر ساعت (بی تی یو بر ساعت)

H_B = boiler capacity, MJ/hr or Btu/h.

H_O = ارزش حرارتی سوخت بر حسب مگا ژول بر لیتر یا مگا ژول بر متر مکعب، مگا ژول بر کیلوگرم (بی تی یو بر گالن، بی تی یو بر پوند)

H_O = heating value of fuel, MJ/kg, MJ/ m³ or MJ/l (Btu/gal, Btu/lb).

Z = راندمان مشعل، (0.6 - 0.85)

Z = burner efficiency (0.6 - 0.85).

9.2 Heating calorific values for some typical fuels are as follows:

۹-۲ ارزش حرارتی بعضی از سوخت ها به قرار ذیل است:

Natural gas: Ho= 37.26 MJ/ m³ (1000 Btu/ ft³).

گاز طبیعی با ارزش حرارتی بر حسب ۳۷,۲۶ مگا ژول بر متر مکعب (۱۰۰۰ بی تی یو بر متر مکعب)

No. 2 oil: Ho = 41.8 MJ/kg (140,000 Btu/gal).

سوخت نفتی شماره ۲ با ارزش حرارتی بر حسب ۴۱,۸ مگا ژول بر متر مکعب (۱۴۰۰۰۰ بی تی یو بر گالن)

Nos. 4, 5 and 6 oil: Ho = 47.2 MJ/kg (150,000 Btu/gal).

سوخت نفتی شماره ۴ و ۵ و ۶ با ارزش حرارتی بر حسب ۴۷,۲ مگا ژول بر کیلو گرم (۱۵۰۰۰۰ بی تی یو بر گالن)

9.3 The recommended ventilation requirement suitable for burner combustion air should be based on Attachment 6.

۹-۳ الزامات توصیه شده برای تخلیه و تهویه مناسب احتراق مشعل باید بر اساس جدول پیوست شماره ۶ باشد.

10. FUEL OIL STORAGE TANK

۱۰- منبع ذخیره سوخت

10.1 Capacity of the fuel oil storage tank (F.O.T) can be evaluated by using the degree day method.

۱۰-۱ ظرفیت منبع ذخیره سوخت بر حسب روش درجه روز ارزیابی می گردد. درجه - روزها برای منطقه مشخصی از

Degree-days for the building specified region is obtained as follows:

ساختمان بطریق ذیل بدست می آید:

$$\text{Degree-days} = (\text{number of days during heating season}) \times (18.3^\circ\text{C} - \text{outside mean temperature } ^\circ\text{C})$$

$$\text{درجه حرارت متوسط خارج به سانتیگراد} - (18.3^\circ\text{C}) \times (\text{تعداد روزها هنگام فصل گرم کنندگی}) = \text{درجه} - \text{روز}$$

10.2 The capacity of fuel oil tank for monthly fuel consumption can be obtained directly from the following:

۱۰-۲ ظرفیت منبع سوخت برای مصرف ماهیانه برای ساختمانهای اداری بطور مستقیم از رابطه ذیل بدست می آید:

$$\text{F.O.T. Capacity/L} = \text{Burner gph} \times 4 \text{ l/gal} \times 10 \text{ hrs/day} \times 22 \text{ days/month}$$

$$22 \text{ روز در ماه} \times 10 \text{ ساعت در روز} \times 4 \text{ لیتر بر گالن} \times \text{مصرف مشعل بر حسب گالن در ساعت} = \text{ظرفیت مخزن سوخت به لیتر}$$

11. EXPANSION TANK

۱۱- منبع انبساط

Expansion tank is the primary device in hot water systems used to accomplish system pressure control (when pressurizing equipment is not applied). These systems are designated as open or closed tank.

منبع انبساط یکی از ادوات اصلی کنترل فشار در سامانه های آبگرم می باشد که بصورت منبع باز یا بسته می باشند.

11.1 Open Expansion Tank

۱۱-۱ منبع انبساط باز

This system is vented to the atmosphere and limited to installations having operating temperature less than 82°C (180°F). The tank should be at least 1.2 m (4ft) above the highest point of the system and be preferably connected to the suction side of the pump. The minimum tank volume should not be less than or equal to 6% of the total system water volume.

این منبع که با هوای آزاد در ارتباط است در محدوده کمتر از ۸۲ درجه فارنهایت (۱۸۰ درجه فارنهایت) عملکرد مناسبی دارد. این منبع ترجیحاً به لوله مکش پمپ متصل می گردد و حداقل ۱/۲ متر (۴ فوت) در فراز بالاترین مبدل و روی سامانه باید قرار گیرد. حداقل حجم منبع نباید کمتر از ۶٪ مساوی ۶ درصد حجم کل آب سامانه باشد.

(Eq. 12A)

$$V_t = (E_w - E_p) \times V_s$$

(معادله ۱۲ الف)

Where:

که:

V_t = volume of expansion tank in gallons

V_t = حجم منبع انبساط به گالن

V_s = volume of water in system in gallons

V_s = حجم آب سامانه به گالن

$E_w - E_p$ = unit expansion of the water minus the unit expansion of pipe radiation

$E_w - E_p$ = حجم انبساط آب درون لوله، منهای حجم انبساط لوله، دیگ و غیره

11.2 Closed Expansion Tank

۱۱-۲ منبع انبساط بسته

The size of closed expansion tank is determined by the following ASME formula. This formula should be used when system water temperature operates between 71°C (160°F) and 138°C (280°F).

حجم منبع انبساط بسته توسط فرمول ASME به شرح ذیل معین می گردد. این فرمول هنگامی بکار می رود که درجه حرارت آب سامانه در حال کار بین ۷۱ درجه سانتیگراد (۱۶۰ درجه فارنهایت) و ۱۳۸ درجه سانتیگراد (۲۸۰ درجه فارنهایت) باشد.

(Eq. 12B) (SI)

$$V_t = \frac{(0.000738t - 0.03348)}{\frac{p_a}{p_f} - \frac{p_a}{p_0}} V_s$$

(معادله ۱۲ ب)

$$\frac{p_a}{p_f} - \frac{p_a}{p_0}$$

که:

Where :

V_t = minimum volume of the expansion tank, m^3 (ft^3).

V_s = system volume, m^3 (ft^3).

t = maximum average operating temperature, $^{\circ}C$ ($^{\circ}F$).

P_a = pressure in the expansion tank when the water first enters, usually atmospheric pressure.

P_f = initial fill or minimum pressure at tank.

P_o = maximum operating pressure at the expansion tank.

A widely used formula recommended for water temperature below $71^{\circ}C$ ($160^{\circ}F$) is:

(Eq. 12C)

$$V_t = \frac{E}{\frac{p_a - P_a}{p_f - P_o}}$$

(معادله ۱۲ ج)

که:

Where:

E = net expansion of the water in the system when heated from minimum to maximum temperature.

Note:

The required minimum pressure (P_f) and the maximum pressure in the expansion tank (P_o) may be changed, depending on the effect of relative pump and tank location.

12. TERMINAL UNITS

12.1 Classification

Terminal units are commonly classified as follows:

1) Natural convection units, which include radiators, cabinet convectors, baseboard and finned-tube units.

2) Forced convection units, include unit heaters, unit ventilators, fan coil units, induction units and air handling units and heating coils in central station units. (Fan coils, unit ventilators and central station units can be

V_t = حداقل حجم منبع انبساط، بر حسب متر مکعب (فوت مکعب)

V_s = حجم سامانه، بر حسب متر مکعب (فوت مکعب)

t = حداکثر میانگین درجه حرارت در حال کار، بر حسب سانتیگراد (فارنهایت)

P_a = فشار منبع انبساط در شروع پر کردن سامانه (معمولاً فشار جو)

P_f = حداقل فشار مورد نیاز پر کردن سامانه یا حداقل فشار منبع

P_o = حداکثر فشار کار سامانه گرمایی در منبع انبساط

فرمولی که اغلب برای دمای آب کمتر از $71^{\circ}C$ (درجه سانتیگراد 160° فارنهایت) به شرح زیر می باشد.

E = مقدار انبساط یا افزایش آب سامانه وقتی که دمای آب از حداقل به حداکثر افزایش می یابد.

یادآوری:

حداقل فشار مورد نیاز (P_f) و حداکثر فشار در منبع انبساط (P_o) ممکن است بسته به موقعیت استقرار پمپ نسبت به منبع انبساط تغییر کند.

۱۲- واحدهای انتهایی

۱۲-۱ طبقه بندی

واحدهای انتهایی معمولاً بر اساس ذیل طبقه بندی می شوند:

۱) واحدهای جابجایی طبیعی شامل رادیاتورها، کنوکتورها و فین تیوب ها

۲) واحدهای جابجایی اجباری شامل یونیت هیتر، بادزن، فن کوئل، واحدهای القایی و دستگاههای هوارسان و کوئل های گرمایی در دستگاههای مرکزی (فن کوئل ها و بادزن ها و دستگاههای مرکزی برای تأسیسات گرمایی،

used for heating, ventilating and cooling).

3) Radiant panel system, which transfer heat through a controlled surface (such as floor, wall, ceiling).

Note:

For additional information on material specification of various terminal units, reference is made to [IPS-M-AR-225](#).

12.2 Types

12.2.1 Radiators

Radiators are generally used with hot water or steame to deliver heat to room space by convection, the room heat load must be divided by rating per section of the radiators with reference to manufacturer's catalog. After the required number of sections is obtained, a comparison may be performed between different models according to economical consideration.

Radiator pipe sizing can be performed by knowing the flow rate.

Radiators can be controlled manually by a globe valve or automatically by means of a circuit balancing valve. Radiators shall be placed at the points of greatest heat loss of the space. For example, such units are commonly located under windows, along exposed walls, and at door openings.

12.2.2 Radiant panels

The following steps shall be used in designing a radiant panel heating system:

- 1) Calculation of room heat loss.
- 2) The room heat loss except the floor and edge loss is used to determine the panel size. Total heat loss is used in calculating the amount of water which must be circulated.
- 3) The type and location of the heating coil shall be floor or ceiling panels or a combination of both may be used. Type of coils may be grid or serpentine type.
- 4) Required space heat per unit area of floor or ceiling shall be calculated. By knowing the heat transfer coefficient of floor or ceiling and reference to manufacturer's catalogs the panel

تعویض هوا و سرمایی مناسب می باشند).

۳) سامانه گرمایی تابشی که گرما را از طریق سطوح تحت کنترل مانند سقف، کف و یا دیوار منتقل می کند.

یادآوری:

برای اطلاعات بیشتر در مورد مشخصات فنی مصالح واحدهای انتهایی مختلف به استاندارد [IPS-M-AR-225](#) مراجعه شود.

۱۲-۲ انواع رادیاتورها

۱۲-۲-۱ رادیاتورها

رادیاتورها معمولاً با سیال گرم کننده آب یا بخار برای گرمایش فضاها بکار میروند.

برای انتخاب رادیاتورها با مراجعه به کاتالوگ سازندگان بار گرمایی فضا به ظرفیت گرمایی هر پره از رادیاتور تقسیم می‌گردد. پس از مشخص شدن تعداد پره ها ممکن است از نظر اقتصادی نیز بین مدل‌های مختلف سازندگان مقایسه انجام گیرد. قطر لوله رادیاتور با محاسبه دبی جریان تعیین می‌شود رادیاتورهای هر مدار را می‌توان بوسیله شیر دستی کف فلزی یا شیر تعادل مدار اتوماتیک کنترل نمود رادیاتورها باید در نقاطی از فضای ساختمان نصب شوند که بیشترین اتلاف حرارتی را داشته باشند. برای مثال این نوع واحدها، معمولاً در زیر پنجره‌ها در طول دیوار که پشت آن به خارج منتهی می‌شود و در محدوده ورودی های ساختمان قرار می‌گیرند.

۱۲-۲-۲ سطوح تابشی

در طراحی سطوح تابشی مراحل ذیل باید انجام پذیرد:

- ۱) محاسبه اتلاف حرارتی فضا
- ۲) اتلاف حرارتی فضا بجز کف و پیرامون خارجی برای تعیین اندازه سطوح بکار می‌رود. اتلاف حرارتی کل در محاسبه تعیین مقدار آب در گردش استفاده می‌شود.
- ۳) نوع و محل قرار گرفتن کویل حرارتی بر حسب اینکه نوع پنل در کف یا در سقف یا ترکیبی از این دو باشد مشخص می‌گردد. کویل ها ممکن است از نوع مشبک یا مارپیچ باشند.
- ۴) بار گرمایی مورد نیاز در واحد سطح کف یا سقف فضا باید محاسبه گردد. با داشتن ضریب انتقال حرارت کف یا سقف و مراجعه به کاتالوگ سازندگان مشخصات کویل و

coil's characteristic and water inlet/ outlet temperature can be obtained.

5) Amount of water needed to carry the heating load shall be calculated.

6) Distribution piping shall be sized.

12.2.3 Convectors

12.2.3.1 General

Convectors are available in variety of depths, sizes, lengths and in enclosure or cabinet types. The heating elements are available in fabricated ferrous and nonferrous metals. These may be freestanding, wall-hung or recessed type.

12.2.3.2 Characteristics

A typical convector shall possess the following characteristics:

a) Heating element shall be in copper tube and aluminum smooth fins fixed to the copper tube expanding, and hydraulically tested at minimum pressure of 10 kg/sq. cm.

b) Grill for internal air outlet shall be bent with fins directing air stream and manual damper.

c) Steel sheet casing shall be stove enameled and 1 to 1.2 mm min. thickness; front panel completely trip removable for access to the internal part, complete also with rear panel for total enclosure of the equipment.

12.2.3.3 Location

The best location for convectors shall be under windows. Two convectors placed under windows are better than one large convector. Where convectors cannot be located under windows, they shall be placed against outside walls with coldest exposure.

12.2.4 Unit heaters

12.2.4.1 classification

Unit heaters can be classified according to one or more of the following methods:

1) **The heating medium:** The heating media can be steam, hot water, gas indirect-fired, infrared, oil indirect fired and electric.

2) **Types of fan:** can be either propeller, centrifugal, or remote air mover. Propeller fan

درجه حرارت آب ورودی و خروجی بدست می‌آید.

۵) مقدار آب مورد نیاز که بار گرمایی را تأمین نماید باید محاسبه گردد.

۶) شبکه لوله کشی توزیع باید اندازه گذاری شود.

۱۲-۲-۳ کنوکتورها

۱۲-۲-۳-۱ عمومی

کنوکتورها در ظرفیت، عمق و طول های مختلف با محافظ کابینتی موجود می باشند. المانهای گرمایی آنها از جنس فلزات آهنی یا غیر آهنی ساخته شده اند. این نوع واحدها بصورت ایستاده، دیواری یا توکار می باشند.

۱۲-۲-۳-۲ مشخصات

مشخصات عمومی کنوکتورها به شرح ذیل می باشد:

الف) المانهای حرارتی باید از لولههای مسی و پرههای آلومینیومی باشد و حداقل تحت فشار ۱۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع آزمایش هیدرولیکی شده باشند.

ب) شبکه هوای خروجی از کنوکتور باید دارای دامپر تنظیم دستی و تیغه های هدایت هوا باشد.

ج) بدنه دستگاه باید از ورق فولادی به ضخامت حداقل ۱ تا ۱٫۲ میلیمتر و با رنگ کوره ای ساخته شده باشد. در ضمن پوشش کامل دستگاه با قسمت جلویی آن برای دسترسی به اجزا داخلی و برداشت آنها امکان پذیر باشد.

۱۲-۲-۳-۳ محل نصب

بهترین محل نصب کنوکتورها زیر پنجرهها می باشد. نصب دو کنوکتور کوچک زیر پنجره بهتر از یک کنوکتور بزرگ است. جایی که نتوان کنوکتورها را در زیر پنجره قرار داد باید آنها را مجاور سردترین دیوار خارجی نصب نمود.

۱۲-۲-۴ گرم کنندهها

۱۲-۲-۴-۱ طبقه بندی

یونیت هیترها می تواند بر حسب یکی از روشهای ذیل طبقه بندی شوند:

۱) **عامل گرم کننده:** می تواند از نوع بخار، آبگرم، تابشی، برقی، گاز یا گازوئیل با اشتعال غیر مستقیم باشند.

۲) **بادزنها:** می تواند از نوع پروانه ای گریز از مرکز یا کانالی باشند. بادزنهای پروانه ای در انواع جریان افقی

units may be horizontal-blow or down blow. Centrifugal fan units may be of the smaller cabinet type or larger industrial type. Units with remote air movers are known as duct air unit heaters.

3) Arrangement of elements: considered either as the draw-through, in which the fan draws air through, or the blow through, in which the fan blows air through heating element.

12.2.4.2 Application

Unit heaters have relatively large heating capacities in compact casings, the ability to project heated air in a controlled manner over a considerable distance, with a relatively low installed cost. They are used to heat garages, factories, warehouses, show rooms, stores, and laboratories. Unit heaters are also used for spot or intermittent heating, such as blanketing outside doors; also used where filtration of heated air is required.

12.2.4.3 Ratings of unit heaters

It is common to rate unit heaters on the amount of heat delivered by the air above an entering air temperature of 16°C (60°F), rated as follows:

a) The steam unit heaters are based upon dry saturated steam at 13.8 kPa (2 psig) pressure at the heater coil, air at 16°C (60°F) and barometric pressure entering heater, and the heater operating free of external resistance to airflow. The capacity of a heater increases by the steam pressure and decreases by increasing inlet air temperature.

b) Rating of hot water unit heaters is usually based on water at 93°C (200°F), water temperature drop of 11°C (20°F) entering air at 16°C (60°F) and barometric pressure.

12.2.4.4 Type of unit heaters

a) Propeller fan units shall be selected in free-delivery applications where the heating capacity and distribution requirements can best be met by units of moderate output, used singly or in multiples, and where filtration of the heated air is not required.

(روروزن) یا عمودی (پائین زن) باشند بادزن گریز از مرکز ممکن است از نوع کابینتی کوچک و یا صنعتی با ظرفیت بالا باشد. بادزن‌های با محرک مجزا بنام واحدهای کانالی شناخته می‌شوند.

۳) شیوه استقرار اجزاء: نسبت به موقعیت که بادبزنی قبل (دمش) و یا بعد (مکش) از کویل گرمائی قرار گیرد.

۱۲-۲-۴-۲ کاربرد

یونیت هیترهای با ظرفیت نسبتاً بالا که در محفظه قرار می‌گیرند، دارای قدرت گرمایش قابل کنترل با هزینه نسبتاً کم می‌باشند. این یونیت هیترها جهت گرمایش گاراژها، کارخانجات، انبارها، نمایشگاهها، فروشگاهها و آزمایشگاهها بکار میروند. یونیت هیترها همچنین برای گرمایش موضعی و مقطعی مانند پرده هوا و جائیکه هوای گرم تصفیه شده مورد نیاز باشد بکار میروند.

۱۲-۲-۴-۳ ظرفیت گرمایی یونیت هیترها

ظرفیت گرمائی معمولاً در شرایط دمائی ورودی هوا به میزان ۱۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت) به شرح ذیل بیان می‌شوند:

الف) ظرفیت یونیت هیترهای بخار بر اساس فشار بخار خشک اشباع ورودی ۱۳/۸ کیلو پاسکال (۲ پوند بر اینچ مربع) و هوای ورودی ۱۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت) در فشار جو و با وزش آزاد هوا بیان می‌شود. ظرفیت دستگاه با افزایش فشار بخار بیشتر و افزایش دمائی هوای ورودی کمتر می‌شود.

ب) ظرفیت یونیت هیترهای آب گرم بر اساس دمائی آب ورودی ۹۳ درجه سانتیگراد (۲۰۰ درجه فارنهایت)، افت دمائی ۱۱ درجه سانتیگراد (۲۰ درجه فارنهایت)، و هوای ورودی ۱۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت)، در فشار جو بیان میشود.

۱۲-۲-۴-۴ انتخاب نوع یونیت هیترها

الف) یونیت هیترهای با بادزن پروانه‌ای در یک یا چند واحد برای کاربری با ظرفیت گرمائی متوسط، وزش آزاد هوا و بدون نیاز به تصفیه هوا انتخاب می‌شوند.

b) Designer shall select horizontal-blow units in association with low to moderate ceiling heights. Downblow units shall be selected in high-ceiling spaces and where floor and wall space limitations dictate on remote location for the heating equipment. The downblow units shall be selected with either adjustable or revolving diffusers.

c) Industrial centrifugal fan units shall be selected where heating capacities and space volumes are large or where filtration of the heated air or operation against static resistance is required. Downblow or horizontal-blow units can be selected depending on the requirements.

d) Cabinet unit heaters shall be selected for free delivery or low pressure duct applications, may be equipped with filters.

12.2.4.5 Selection of unit heaters

Factors to be considered in the selection of unit heater shall include.

- a)** The heating media to be employed.
- b)** The type of unit.
- c)** The location of unit for proper heat distribution.
- d)** The permissible sound level.
- e)** The need for filtration.
- f)** The heating capacity.

13. BREECHING AND CHIMNEY

13.1 Factors to be considered when selecting chimney materials include: (1) The temperature of gases; (2) Their composition and propensity to condense (dew point); (3) The presence of sulfur, halogens, and other fuels and air contaminants that lead to corrosion; and (4) The operating cycle of the appliance.

13.2 The chimney system design should balance the flow of hot gases against friction losses. For a specified boiler heat load and chimney height, the cross section of circular or rectangular chimney can be estimated by the following empirical relation:

ب) یونیت هیترهای افقی باید برای فضاهای با ارتفاع کم و یا متوسط و یونیت هیترهای عمودی برای فضاهای با ارتفاع زیاد و با محدودیت امکان نصب روی کف یا دیوار و همراه با دریچه‌های توزیع هوای قابل تنظیم یا گردان انتخاب می‌شوند.

ج) یونیت هیترهای با بادزن گریز از مرکز باید برای فضاهای وسیع با بار گرمائی زیاد و یا نیازمند به تصفیه هوا و یا توزیع هوا همراه با فشار استاتیک خارجی، در انواع افقی و عمودی انتخاب می‌شوند.

د) یونیت هیترهای کابینتی با امکان نصب فیلتر هوا باید برای کاربری‌های گرمائی با وزش آزاد هوا و یا کانالهای توزیع هوا با فشار کم انتخاب می‌شوند.

۱-۲-۳-۴-۵ عوامل موثر در انتخاب نوع یونیت هیترها
عواملی که برای انتخاب واحدهای گرم کننده باید در نظر گرفت شامل :

الف) عامل گرمایشی که باید بکار برد

ب) نوع دستگاه

ج) موقعیت استقرار برای توزیع مناسب گرما

د) سطح سر و صدای مجاز

ه) نیاز به تصفیه هوا

و) ظرفیت گرمائی

۱۳- دودکش و لوله رابط آن

۱-۱۳ عواملی که در انتخاب مصالح دودکش باید در نظر گرفته شود: (۱) دمای گازهای احتراق؛ (۲) ترکیبات گازهای احتراق و دمای تقطیر آنها (نقطه شبنم)؛ (۳) وجود انواع آلاینده‌های هوا از قبیل: گوگرد، هالوژن‌ها، سوخت‌های خام باقیمانده و مواردی که سبب خوردگی می‌شوند؛ و (۴) مراحل زمان کارکرد دستگاه

۲-۱۳ طراحی سامانه دودکش باید بر اساس افت فشار حاصل از جریان گازهای احتراق صورت گیرد. برای یک دیگ با ظرفیت گرمائی و ارتفاع دودکش مشخص با سطح مقطع دایره‌ای یا چهارگوش، سطح مقطع دودکش از رابطه تجربی ذیل محاسبه می‌شود:

$$(Eq. 13) \quad A = \frac{Q + 1000}{\sqrt{H(25 + 2\sqrt{Q})}} \quad (\text{معادله ۱۳})$$

که :

Where:

A = chimney cross section, cm².

A = سطح مقطع دودکش بر حسب سانتیمتر مربع

Q = boiler heat load, kcal/hr.

Q = ظرفیت گرمایی دیگ بر حسب کیلو کالری در ساعت

H = chimney height, m.

H = ارتفاع دودکش، بر حسب متر

13.3 Breeching and chimney (stack) must be sized so that the pressure at the boiler outlet shall be as close to zero as possible. Deviations are not recommended to exceed ±0.5” of water.

۱۳-۳ لوله رابط دود و دودکش (Stack) باید طوری اندازه گذاری شود که فشار دود در خروجی دیگ تا جایکه ممکن است به صفر نزدیک شود. انحراف بیش از ۰/۵ اینچ آب توصیه نمی‌گردد.

14. HEAT EXCHANGER (CONVERTERS)

۱۴- مبدل های حرارتی

14.1 Classification

۱۴-۱ طبقه بندی

Heat exchanger or converters can be classified into the following general types:

مبدل‌های حرارتی را می‌توان به انواع کلی ذیل طبقه بندی نمود:

a) Steam to water.

الف) بخار به آب

b) Water to water.

ب) آب به آب

c) Water to steam (calorifier).

ج) آب به بخار

14.2 Application

۱۴-۲ کاربرد

Water to water or steam to water heat exchangers (generally shell and tube units) are horizontal or vertical type used in hot water systems to produce low temperature water for certain zones or in process water or domestic water services.

مبدل های حرارتی آب به آب و بخار به آب معمولا از نوع پوسته و لوله و بصورت افقی یا عمودی در تأسیسات آبگرم و برای تولید آبگرم با دمای پایین برای مصارف مناطق مشخص در واحدهای عملیاتی یا آب سرویس های مسکونی بکار می‌رود.

Note:

یادآوری:

For design requirements of steam to water and water to steam refer to ASHRAE applications handbook. Reference is also made to [IPS-G-ME-220](#).

برای مبانی طراحی مبدل های بخار به آب و آب به بخار به کتاب مرجع ASHRAE APPLICATION و همچنین به استاندارد [IPS-G-ME-220](#) مراجعه شود.

14.3 Water to Water Heat Exchanger

۱۴-۳ مبدل های حرارتی آب به آب

14.3.1 Designer shall consider the following:

۱۴-۳-۱ طراح باید مراتب ذیل را در نظر بگیرد:

a) Computing the load requirements.

الف) محاسبه بار مورد نیاز

b) Establishing the flow rate of water through the heat exchanger from the following formula:

ب) برآورد دبی جریان آب در مبدل های حرارتی از فرمول ذیل محاسبه می‌شود:

$$M^3/H = kw / (1.163 \times \Delta t) \text{ (usually } 17^\circ\text{C)}$$

OR

$$\text{GPM} = \text{Btu/hr} / (8.33 \times 60 \times \Delta t) \text{ (usually } 30^\circ\text{F)}$$

c) The entering heating water shall be kept at least 11°C (20°F) in temperature less than the desired leaving water temperature of the water to be heated.

ج) اختلاف دمای آب گرم کننده ورودی و خروجی مبدل حرارتی باید حداقل ۱۱ درجه سانتیگراد (۲۰ درجه فارنهایت) باشد.

14.3.2 The manufacturer's catalog for the water pressure drop through the tubes of the converter shall be consulted.

۱۴-۳-۲ برای بدست آوردن افت فشار آب در لوله‌های مبدل حرارتی به کاتالوگ سازندگان مراجعه شود.

14.3.3 The velocity of the water through the tubes shall be minimum of 0.305 m/sec (1ft/sec) and a maximum of 1.5 m/sec (5ft/sec).

۱۴-۳-۳ سرعت آب در لوله‌ها باید حداقل ۰/۳۰۵ متر در ثانیه (یک فوت در ثانیه) و حداکثر ۱/۵ متر در ثانیه (۵ فوت در ثانیه) باشد.

14.3.4 The converter tubes shall be selected on the basis of maximum fouling factor for closed systems and for domestic heating systems.

۱۴-۳-۴ انتخاب لوله های مبدل های حرارتی باید بر اساس حداکثر ضریب رسوب گیری در تأسیسات گرمایی بسته و آبگرم مصرفی انجام گیرد

14.3.5 Design requirements

۱۴-۳-۵ نیازمندیهای طراحی

14.3.5.1 The heating coil shall be specified to heat the required flow of the domestic hot water recovery. The domestic water shall be heated from 4.4°C to 60°C (40°F to 140°F).

۱۴-۳-۵-۱ مشخصات کویل حرارتی باید به گونه ای باشد که آب گرم مصرفی را تأمین کند. دمای آب مصرفی مسکونی باید از ۴/۴ درجه سانتیگراد به ۶۰ درجه سانتیگراد (۴۰ درجه فارنهایت تا ۱۴۰ درجه فارنهایت) گرم شود.

14.3.5.2 The heat required shall be:

۱۴-۳-۵-۲ حرارت مورد نیاز باید بشرح زیر می باشد:

$$M^3/H \text{ (recovery)} \times 1.163 \times \Delta t \text{ (usually } 55^\circ\text{C)}$$

OR

$$\text{GPM (recovery)} \times 8.33 \times 60 \times \Delta t \text{ (usually } 100^\circ\text{F)}$$

14.3.5.3 The heating water shall preferably enter at 93°C (200°F) and leave at 76.6°C (170°F).

۱۴-۳-۵-۳ آب گرم کننده باید ترجیحاً در ۹۳ درجه سانتیگراد (۲۰۰°F) وارد و در ۷۶/۶ درجه سانتیگراد (۱۷۰°F) خارج شود.

14.3.5.4 Converters shall be constructed of black carbon steel sheets for a working pressure of 1102 kPa (160 psi) in the shell, and 1102 kPa (160 psi) in the tubes.

۱۴-۳-۵-۴ پوسته مبدل ها باید از ورق فولاد کربن دار مناسب با فشار کاری ۱۱۰۲ کیلو پاسکال (۱۶۰ پوند بر اینچ مربع) و با فشار کاری ۱۱۰۲ کیلو پاسکال (۱۶۰ پوند بر اینچ مربع) برای لوله ها در نظر گرفته شود.

15. CENTRIFUGAL PUMPS

۱۵- پمپ گریز از مرکز

15.1 Applications

۱۵-۱ کاربرد

Major application for pumps in the central heating system are:

کاربرد عمده پمپ‌های گریز از مرکز در سامانه حرارتی مرکزی به شرح ذیل است:

- Heating water circulation pumps.

- پمپ‌های گردشی آب گرم کننده

- In line circulator for the services (plumbing fixtures).
- Condensate pumps.
- Boiler feed pumps.
- Fuel oil pumps.
- Water pumps for terminal units.

- پمپ های خطی گردش آب گرم سرویس ها
- پمپ های آب تقطیر
- پمپ های تغذیه آب دیگ
- پمپ های سوخت
- پمپ های آب برای واحدهای انتهایی

Note:

Where the pumps are to handle hot liquids or have light inlet pressure drops, care shall be taken to see that the required Net Positive Suction Head (NPSH) does not exceed the NPSH available on the pump.

15.2 Circulating Pump

For these pumps, the flow rate in m³/h (gpm) shall be computed (refer to Clause 7.1). Friction loss in all piping and elements in heating system shall be defined as a friction head. By referring to manufacturer's performance (head versus flow rate) curve, the appropriate pump can be selected. Motor size shall be based on 20% increase in calculated pump power.

Note:

For additional information on material specification of pumps, reference is made to [IPS-M-PM-115](#) and [IPS-M-AR-225](#).

16. WATER TREATMENT**16.1 General Consideration**

Designer shall consider the following factors:

- a) The potential hazards associated with any particular water treatment chemical program shall be handled by qualified and experienced personnel.
- b) Suitable safety rules shall be formulated.
- c) Appropriate safety equipment shall be supplied.
- d) The safety program shall be enforced at all times to avoid injury or equipment damage.

یادآوری:

وقتی پمپ مایعات گرم را به جریان می‌اندازند یا دارای افت فشار کم در ورودی آنها می‌باشد باید مواظب بود که فشار مثبت خالص مکش (NPSH) بیشتر از NPSH موجود پمپ نشود.

۱۵-۲ پمپ‌های گردش

برای این نوع پمپ، دبی جریان بر حسب متر مکعب در ساعت (گالن در دقیقه) باید محاسبه گردد (به بند ۷-۱ مراجعه شود) در سامانه گرم کننده، اتلاف ناشی از اصطکاک در لوله کشی و اتصالات آنها باید به عنوان ارتفاع آبدهی پمپ قلمداد گردد. با مراجعه به منحنی عملکرد پمپ در بروشور سازنده (ارتفاع در مقابل دبی)، تلمبه مناسب را می‌توان انتخاب کرد. اندازه موتور باید بر اساس اضافه نمودن ۲۰ درصد به میزان قدرت محاسبه شده پمپ انتخاب گردد.

یادآوری:

برای اطلاعات بیشتر در مورد مشخصات فنی پمپ‌ها به استاندارد [IPS-M-PM-115](#) و [IPS-M-AR-225](#) مراجعه گردد.

۱۶- تصفیه آب**۱۶-۱ ملاحظات عمومی**

طراح باید عوامل ذیل را در نظر بگیرد:

- الف) با توجه به بروز خطرات بالقوه ناشی از تصفیه شیمیایی آب، مراتب باید توسط افراد متخصص و مجرب صورت پذیرد.
- ب) مقررات ایمنی مناسب باید تنظیم شود.
- ج) تجهیزات ایمنی مناسب باید مهیا گردد.
- د) برای اجتناب از مصدومیت افراد یا خسارت وارده به تجهیزات در همه مواقع باید برنامه ایمنی را لازم الاجرا نمود.

e) Contamination of drinking water by non-potable or untreated waters shall be prevented by eliminating cross-connections between systems, through provisions of necessary backflow preventers.

f) Disposal of water treated with some chemicals into municipal sewers or into streams or lakes can be restricted.

g) Pollution control regulations shall be consulted when selecting water treatment.

16.2 Corrosion Control

16.2.1 Corrosion damage to water systems can be minimized by using corrosion resistant construction materials, providing protective coatings to separate the water from the metal surfaces of the equipment, removing oxygen from the water or altering the water composition by adding corrosion inhibitors and pH control chemicals.

16.2.2 The minimum concentration required can be from 200 (as sodium chromate) to 2000 mg/l (ppm).

Note:

Heating systems do not generally suffer from the effects of biological growths, because their operating temperatures are sufficient to kill the organisms involved.

16.3 Selection of Water Treatment

Designer shall consider the following factors for selection of water treatment:

- a) The chemical analysis of water.
- b) Economic parameter.
- c) Other non-chemical influences such as the design of individual major system components, equipment operation and human factors (the quantity and quality of operating personnel available).

Note:

For additional information on water treatment, reference is made to ASHRAE 2007 Application volume, chapter 43.

ه) از آلوده شدن آب آشامیدنی بوسیله آبهای غیر شرب و یا تصفیه نشده با حذف انشعابات موجود بین سامانه ها و پیش بینی مانع برای جلوگیری از برگشت آب به مسیر دیگر بایستی اقدام گردد.

و) از رها کردن آب های تصفیه شده همراه با مواد شیمیایی و ریختن آن در فاضلاب شهری یا در آبهای جاری و یا دریاچه ها اجتناب گردد.

ز) مقررات کنترل آلودگی آب باید هنگام انتخاب دستگاههای تصفیه رعایت شود.

۱۶-۲ کنترل خوردگی

۱۶-۲-۱ خسارت ناشی از خوردگی در تأسیسات آبی را با کاربرد عناصری که در برابر خوردگی مقاومت دارند می توان به حداقل رساند. برای این منظور باید لایه حفاظتی آب را از سطح فلز جدا سازند، یعنی با حذف اکسیژن از آب یا تغییر ترکیب آب بوسیله اضافه نمودن بازدارنده خوردگی و مواد شیمیایی کنترل کننده PH اقدام نمود.

۱۶-۲-۲ حداقل غلظت مورد نیاز از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر (به عنوان کرمات سدیم) تا ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر (قسمت بر میلیون) می باشد.

یادآوری:

سامانه های حرارتی عموماً از اثرات رشد بیولوژیکی خسارت نمی بینند زیرا دمای محیط کار برای کشتن آنها کافی می باشد.

۱۶-۳ انتخاب دستگاههای تصفیه آب

طراح باید عوامل ذیل را برای انتخاب دستگاههای تصفیه آب در نظر بگیرد:

الف) آنالیز شیمیایی آب

ب) عوامل اقتصادی

ج) سایر عوامل مؤثر غیر شیمیایی نظیر طراحی قطعات اصلی سامانه بصورت مجزا، بهره برداری از دستگاه و همچنین نیروی انسانی در راهبری دستگاهها از نظر تعداد و کارآمد بودن آنها.

یادآوری :

برای اطلاعات بیشتر در رابطه با تصفیه آب به استاندارد مرجع ASHRAE 2007 جلد کاربرد فصل ۴۳ مراجعه شود.

PART III
ATTACHMENTS

بخش III
مدارک پیوست ها

(The Attachments are for information purposes and do not form a part of this Standard)

(مدارک پیوستها به منظور اطلاعات می باشند و شامل بخشی از این استاندارد نمی باشد)

ATTACHMENT 1

پیوست ۱

OUTDOOR DESIGN WINTER TEMPERATURES

دمای فضای خارج از ساختمان در زمستان جهت طراحی

CITY NAME * نام شهرها	MINIMUM TEMP°C (°F) حداقل درجه حرارت		AVERAGE WIND VELOCITY m/s میانگین سرعت باد متر بر ثانیه
	°C	(°F)	
AGHAJARI آغاجاری	4.4	40	4.5
AHWAZ اهواز	1.3	34.3	2.1
GACHSARAN گچساران	- 1.1	30	4.5
KHARG ISLAND خارک	11	52	3.0
MASJED-E-SOLEIMAN مسجد سلیمان	1.7	35	4.8
TEHRAN تهران	-12	10.4	6

*** For Complete Out Door Design Winter Temperatures for another cities, please refer to WWW.Weather.ir**

برای دمای فضای خارج از ساختمان سایر شهرها در زمستان به سایت WWW.Weather.ir مراجعه شود

ATTACHMENT 2

RECOMMENDED INDOOR DESIGN DRY-BULB TEMPERATURES

 پیوست ۲
 دمای خشک توصیه شده برای داخل ساختمان جهت
 طراحی

شرایط توصیه شده برای داخل ساختمان جهت طراحی - تابستان و زمستان - Summer And Winter -Recommended Inside Design Conditions*

TYPE OF APPLICATION	SUMMER تابستان				WINTER زمستان				
	Deluxe	Commercial Practice تجاری	Without Humidification بدون رطوبت زنی	With Humidification با رطوبت زنی	Without Humidification بدون رطوبت زنی	With Humidification با رطوبت زنی	Commercial Practice تجاری	Deluxe	
نوع کاربرد	Dry- Bulb (F) دمای خشک	Rel Hum (%) رطوبت نسبی	Dry- Bulb (F) دمای خشک	Temp Swing † (F) نوسان دما	Dry- Bulb (F) دمای خشک	Rel Hum (%) رطوبت نسبی	Temp Swing ‡ (F) نوسان دما	Dry- Bulb (F) دمای خشک	Temp Swing † (F) نوسان دما
GENERAL COMFORT Apt House, Hotel, Office Hospital, School, etc. شرایط عمومی آپارتمان، خانه، دفتر کار، بیمارستان، مدرسه و غیره	74-76	50-45	77-79	2 to 4	74-76	35-30	-3 To - 4	75-77	-4
RETAIL STORES (Short term occupancy) Bank, Barber or Beauty Shop, Dept. Store, Supermarket, etc. فروشگاهها (استفاده کوتاه مدت) - بانک، سالن زیبایی یا آرایشگاه، فروشگاه، اداره، انبار، سوپرمارکت و غیره	76-78	50-45	78-80	2 to 4	72-74	35-30**	-3 To - 4	73-75	-4
LOW SENSIBLE HEAT FACTOR APPLICATIONS (High latent load) Auditorium, church, Cafeteria, Restaurant, kitchen, etc. کاربردهای عامل حرارت محسوس کم پارک نهای زیاد (تالار سخنرانی، کلیسا، کافه، تریا آشپزخانه، رستوران، و غیره)	76-78	55-50	78-80	1 to 2	72-74	40-35	-2 To - 3	74-76	-4
FACTORY COMFORT Assembly Areas, Machining Rooms, etc. شرایط آسایش کارگاهی فضاهای مونتاژ - ماشین سازی و غیره	77-80	55-45	80-85	3 to 6	68-72	35-30	-4 To - 6	70-74	-6
CONTROL ROOMS اتاق های کنترل	72°F(22°C)	%R/ H رطوبت نسبی/%	درجه حرارت خشک	Temp. Swing (°C) نوسان دما	Dry- Bulb °F(°C)	%R/H رطوبت نسبی/%	درجه حرارت خشک	Temp. Swing (°C) نوسان دما	±2°C

† Temperature swing is above the thermostat setting at peak summer load conditions.

‡ Temperature swing is below the thermostat setting at peak winter load conditions. (no lights, people or solar head gain).

* The room design dry-bulb temperature should be reduced when hot radiant panels are adjacent to the occupants and increased when cold panels are adjacent.

** Winter humidification in retail clothing shops is recommended to maintain the quality texture of goods.

† در شرایط حداکثر بار در تابستان ، نوسان دما بالای درجه تنظیم ترمستات است.

‡ در شرایط حداکثر بار در زمستان ، نوسان دما پایین تر از درجه تنظیم ترموستات است (بدون روشنایی، نظرات یا بهره گرمایی خورشیدی)

* هنگامی که صفحات تشعشعی گرم در مجاورت نظرات (عنصر فین) باشد دمای حباب خشک اتاق باید کاهش یابد و وقتی که صفحات سرد نزدیک باشند دما باید افزایش یابد.

** رطوبت زمستان جهت بهبود کیفیت بافت اجناس در خرده فروشی های لباس توصیه شده است.

ATTACHMENT 3 HEATING LOAD ESTIMATE SHEET

پیوست ۳ برگه تخمین بار حرارتی

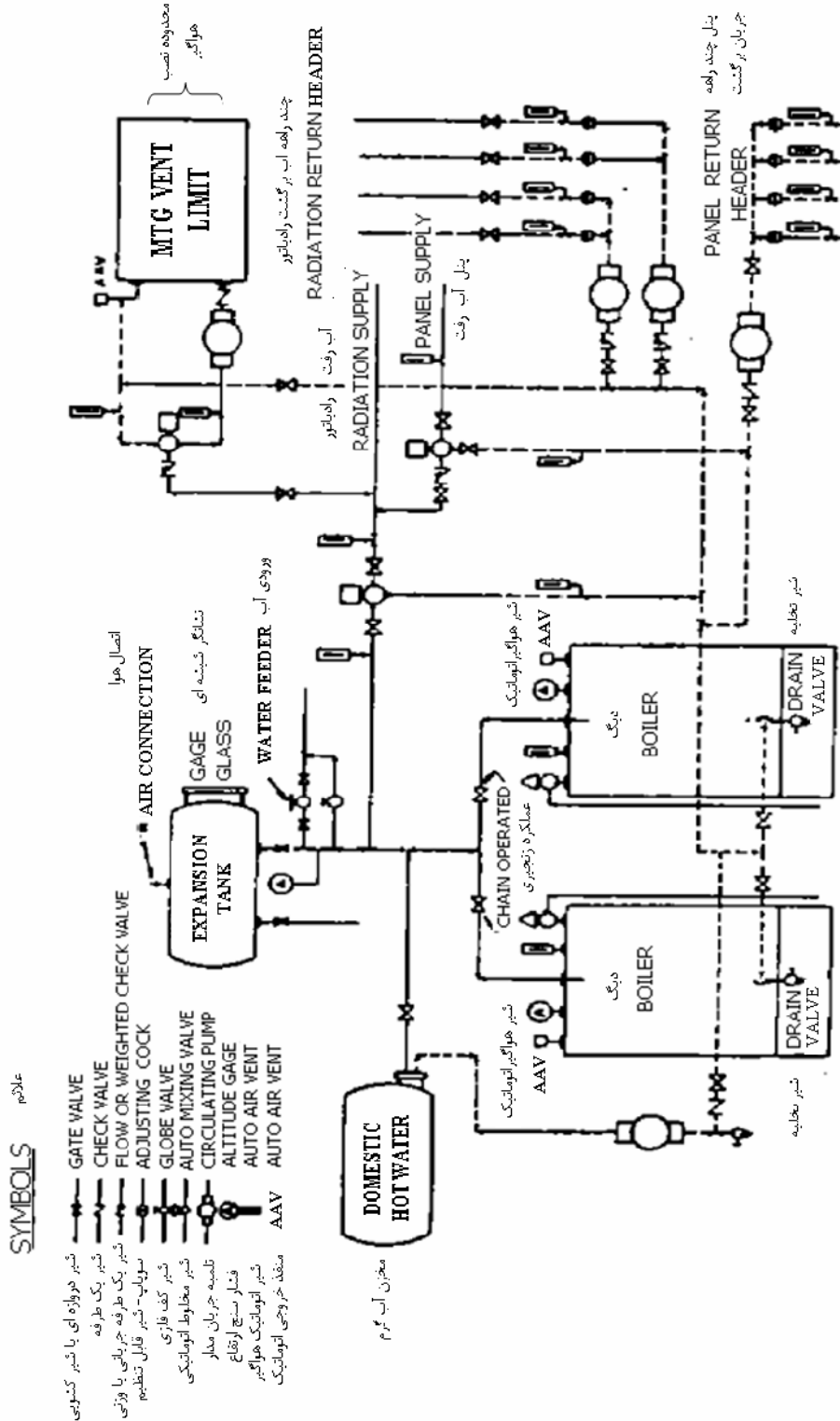
HEATING CONDITIONS شرایط گرمایش				TEMPERATURE OF AIR ENTERING درجه حرارت هوای ورودی						
ROOM.....D.B.....	W.B.....%	R.H.....	GR.LB							
گوبن در پوند رطوبت نسبی دمای مرطوب دمای خشک اتاق										
OUTSIDE.....D.B.....	W.B.....%	R.H.....	GR.LB							
گوبن در پوند رطوبت نسبی دمای مرطوب دمای خشک خارج										
DIFF.....F°	DIFF.....GR.LB									
اختلاف درجه فارنهایت اختلاف درجه گوبن در پوند										
				% OUTSIDE AIR در صد هوای خارج \times 'F' = 'F' درجه فارنهایت % RECIRCULATED AIR در صد هوای بازگشت \times 'F' = 'F' (TOTAL (AVERAGE ENTERING AIR TEMP)=.....F° جمع (میانگین درجه حرارت هوای ورودی ROOM TEMP. CORRECTION FOR HT. OF UNIT دمای اتاق تصحیح درجه حرارت برای بار حرارتی دستگاه						
SURFACE سطح	SQ FT فوت مربع	TRANS. FACT. عوامل انتقال حرارت	BTU PER HR PER F DIFF بی تی پو در ساعت برای اختلاف دما بر حسب فارنهایت	TOTAL BTU PER HR F DIFF جمع بی تی پو در ساعت برای اختلاف دما بر حسب فارنهایت	TEM. DIFF. اختلاف دما	TOTAL BTU PER HOUR جمع بی تی پو در ساعت				
INFILTRATION نفوذ هوا				TOTAL TRANSMISSION LOSS جمع اتلاف انتقال حرارت						
CRACK METHOD روش درزی	AREA METHOD روش مساحت	C F M فوت مکعب در دقیقه	TEMP. GRADIENT FACTOR ضریب شیب حرارتی							
WINDOW پنجره	LN. FT \times	SQ FT $\times 0.8$	OUTSIDE AIR هوای خارج	\times فوت مکعب در دقیقه \times 'F' \times 1.08						
SKYLIGHT نورگیر	LN. FT \times	SQ FT $\times 0.8$	INFILTRATION نفوذ هوا	\times فوت مکعب در دقیقه \times 'F' \times 1.08						
DOOR در	LN. FT \times	SQ FT	SUBTOTAL	جمع اجزاء						
DOOR USAGE در ب یاز شو	SQ. FT \times	SQ FT	SAFETY FACTOR	% ضریب اطمینان						
AIR CHANGE METHOD روش تعویض هوا			GRAND TOTAL HEAT LOSS جمع کل اتلاف حرارتی							
CU FT	MAX	C F M	HUMIDIFICATION							
60	MIN	فوت مکعب در دقیقه	رطوبت زنی							
		حداکثر	CFM INFIL	CFM _{QA}						
		حدافل	نفوذ هوا	GR/LB DIFF.						
			فوت مکعب در دقیقه	اختلاف گرین در پوند						
				1580						
EQUIPMENT CHOICE انتخاب تجهیزات										
QUAN. مقدار	UNIT SIZE اندازه واحد	RPM دور در دقیقه	CFM فوت مکعب در دقیقه	FIN. TEMP.F. درجه حرارت به فارنهایت نهایی	BASIC RATING دبی اساسی	BTU CONSTANT بی تی پو ثابت	INSTALLED CAPACITY ظرفیت بکار برده شده برای نصب	STEAM COND'S LP/H شرایط بخار پوند/ساعت	HOT WATER G P M آب گرم گالون در دقیقه	CU. FT. GAS/HR فوت مکعب کل در ساعت

ATTACHMENT 4

TYPICAL BOILER ROOM PIPING

پیوست ۴

نمونه ای از لوله کشی موتورخانه



BOILER PIPING FOR MULTIPLE-ZONE MULTIPLE-PURPOSE HEATING SYSTEM

لوله کشی دیگ برای مناطق گوناگون - سامانه گرم کننده چند منظوره

ATTACHMENT 5
FUEL - OIL (PUMP SUCTION) PIPE SIZING

RECOMMENDED SIZES (mm) FOR SUCTION LINES FROM TANK TO PUMP (FOR RESIDUAL GRADES NO s. 5 AND 6)

پیوست ۵
مواد سوخت نفتی (مکش پمپ) تعیین قطر لوله

قطرهای توصیه شده (به میلیمتر) برای لوله های مکش از منبع به پمپ (برای سوخت های سنگین شماره های ۵ و ۶)

Pumping Rate, l/h دبی پمپاژ لیتر در ساعت	Maximum Suction Lift=4.5m					حداکثر ارتفاع مکش ۴/۵ متر				
	Length of Run, m					طول مسیر به متر				
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50	40	40	40	50	50	50	65	65	65	90
100	40	40	50	50	65	65	65	65	80	80
200	40	50	50	50	65	65	65	80	80	80
300	50	50	65	65	65	80	80	80	80	80
400	50	50	65	65	80	80	80	80	80	100
500	50	65	65	65	80	80	80	80	100	100
600	65	65	65	80	80	80	100	100	100	100
700	65	65	65	80	80	100	100	100	100	100
800	65	65	80	80	100	100	100	100	100	100

Pipe sizes smaller than 25 mm ISO are not recommended for use with residual grade fuel oils. Lines conveying fuel oil from pump discharge port to burners and tank return may be reduced by 1 or 2 sizes, depending upon piping length and pressure losses.

Recommended sizes (mm) for suction lines from tank to pump (for residual grades no s. 1 and 2)

لوله‌هایی با اندازه کمتر از ۲۵ میلیمتر ISO برای مواد سوخت نفتی با درجه بندی سنگین توصیه نمی شود. لوله‌هایی که مواد سوخت نفتی را از خروجی پمپ به مشعل ها و برگشت به منبع سوخت منتقل می کنند با توجه به طول و اتلاف فشار لوله کشی ممکن است ۱ یا ۲ اندازه تقلیل پیدا کنند.

اندازه های توصیه شده (میلیمتر) برای لوله های مکش از منبع تا تلمبه (برای سوخت های سنگین شماره های ۱ و ۲)

Pumping Rate, l/h دبی پمپاژ لیتر در ساعت	Maximum Suction Lift=4.5m					حداکثر ارتفاع مکش ۴/۵ متر				
	Length of Run, m					طول مسیر به متر				
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25
100	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25
200	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25
300	15	20	20	20	20	25	25	25	25	32
400	20	20	20	20	25	25	25	25	32	32
500	20	25	25	25	25	25	32	32	32	32
600	20	25	25	25	25	32	32	32	32	50
700	20	25	25	25	25	32	32	32	50	50
800	20	25	25	25	32	32	32	32	50	50

ATTACHMENT 6

**RECOMMENDED MINIMUM AREA OF
BOILER HOUSE OPENINGS FOR
VENTILATION**

پیوست ۶

 حداقل سطح باز شو توصیه شده برای دریچه تهویه
موتورخانه

EVAPORATION تبخیر lbs/hr بوند/ساعت	MINIMUM AREA حداقل مساحت SQ FT فوت مربع
2000	1.16
2500	1.45
3000	1.74
3500	2.03
4000	2.32
4500	2.61
5500	3.19
6500	3.77
7500	4.35
8500	4.93
9500	5.51
10500	6.09
11500	6.67
12500	7.25
13500	7.83
14500	8.41
15500	8.99
16500	9.57
17500	10.15
18500	10.73
20000	11.6
22500	13.05
25000	14.50
27500	15.95
30000	17.40
35000	20.30

Notes:
1) Rule of Thumb Method:

To ensure an adequate supply of air for combustion, the room in which the burner is installed shall have permanent ventilation source in order of at least 5.5 cm² per kw of Boiler output.

2) Minimum area calculated by formula:

$$\frac{\text{EVAPORATION} \times 2}{3450} = \text{Square Feet}$$

3) For heating load calculation systems see carrier software.
یادآوری‌ها :
(۱) قاعده روش سرانگشتی:

برای تأمین هوای مورد نیاز احتراق، اتاقی که مشعل در آن نصب گردیده است باید دارای یک دریچه تهویه دائمی به مساحت حداقل ۵/۵ سانتیمتر مربع بازاء هر کیلووات ظرفیت خروجی دیگ باشد.

(۲) حداقل مساحت محاسبه شده توسط فرمول ذیل محاسبه

می‌گردد:

$$\frac{\text{EVAPORATION} \times 2}{3450} = \text{فوت مربع}$$

(۳) برای محاسبه بار حرارتی به نرم افزار کریر مراجعه شود.

ATTACHMENT 7

پیوست ۷

 THERMAL CONDUCTIVITY FACTORS
FOR USUAL BUILDING MATERIAL

ضرایب هدایت حرارتی مصالح معمول ساختمان

Materials	مصالح	Dry density Kg/m ³ جرم مخصوص خشک (ρ) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب	effective thermal conductivity (λ) W/m.C° ضرایب هدایت حرارتی مؤثر (λ) بر حسب وات بر متر در دما بر حسب سانتیگراد
Stones	سنگها		
Igneous and metamorphic Rocks:	سنگهای آذرین و دگرگونی:		
Granite , Gneiss , Porphyry	گرانیت ، گنایس، پرفیری	2300-2900	2.2
Schist ,	شیست ، آردواز	2000-2800	2.2
basalt	بازالت	2700-3000	1.6
Pumice , Trachyte , Andesite	سنگ پا، تراکیت، آندزیت	2000-2700	1.1
Limestones:	سنگهای آهکی :		
Marbles	سنگهای سرد(مرمر)	>2590	2.9
Hard rocks (lime rocks)	سنگهای سخت آهکی	2350-2580	2.4
Block or semi Block stones	سنگهای یکپارچه یا سنگ های نیمه	1840-2340	1.4
Soft Rocks (chalk)	سنگهای نرم (گچی)	1480-1830	1
Very soft rocks	سنگهای خیلی نرم	<1470	0.85
Sandstones:	ماسه سنگها :		
quartzites	کوارتزی	2200-2800	2.6
Calcareous	آهکی	2000-2700	1.9
flints , float stone:	سنگهای چخماق و سنگهای مرجانی	2600-2800	2.6
		1900-2500	1.8
		1300-1900	0.9

Materials	مصالح	Dry density Kg/m ³ جرم مخصوص خشک (ρ) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب	effective thermal conductivity (λ) W/m.C° ضرایب هدایت حرارتی مؤثر (λ) بر حسب وات بر متر در دما بر حسب سانتیگراد
Tile	کاشی	1700-2100	1-1.35
Concrete :	بتن :		
concretes with heavy siliceous , calcareous silica and limestone aggregates : بتن های با مخلوط سنگین سیلیسی، سیلیسی آهکی و سنگ آهک			
Normal concrete	بتن معمولی	2200-2400	1.75
Porous concrete	بتن متخلخل	1700-2100	1.4
Concrete with heavy blast furnace aggregates	بتن با سنگدانه سنگین گدازه‌ای کوره	1650-1900	1.15
Normal concrete	بتن معمولی		
With natural (River or mineral) sand	با ماسه رودخانه ای یا معدنی	2200-2400	1.4
With slug aggregates	با سرباره دندان	2200-2300	0.8
Porous Concrete	بتن متخلخل		
With less than 10 percent river sand	با کمتر از ۱۰ درصد ماسه رودخانه	1600-2000	0.7
Concrete with light weight- aggregates:	بتن با مخلوط سبک		
concrete with cinder or Expanded slug with porous structure (visual density of aggregate appx. 750kg / m ³)	بتن با خاکستر یا سرباره منبسط با ساختار متخلخل (وزن مخصوص مخلوط در حدود ۷۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب)		
With fine particles or sand	با ذرات ریز یا با ماسه	1400-1600	0.52
Without fine particles or sand	بدون ذرات ریز و بدون ماسه	1200-1400	0.44
Concrete with sintered fly - ash (visual density of aggregates : appx.650 kg / m ³)	بتن با خاکستر بادی بصورت توده (وزن مخصوص در حدود ۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب)	1000-1200	0.35
Concrete with natural light-weight aggregates or pumice (Visual density of aggregates: appx.600 kg / m ³)	بتن با مخلوط سبک طبیعی یا سنگ پا سنگهای_خاکستری . آتشفشان (وزن در حدود ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب)	950-1150	0.46

Materials	مصالح	Dry density Kg/m ³ جرم مخصوص خشک (ρ) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب	effective thermal conductivity (λ) W/m.C° ضرایب هدایت حرارتی مؤثر (λ) بر حسب وات بر متر در دما بر حسب سانتیگراد
Concrete with Expanded clay or chist	بتن با خاک رس منبسط شده و یا خاک و سنگریزه		
Visual weight of aggregates > 350 kg and cement content > 300 kg/m ³ of concrete	وزن مخلوط بیش از ۳۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ کیلوگرم در هر مترمکعب		
With river sand - no lightweight sand	با ماسه رودخانه و بدون ماسه سبک	1600-1800	1.05
With river sand with lightweight sand	با ماسه رودخانه و ماسه سبک	1400-1600	0.85
Visual weight of aggregates > 300 kg/ and cement content > 350-550kg/ m ³ of concrete	وزن ظاهری سنگدانه بین ۳۵۰ و ۵۵۰ و عیار سیمان بیش از ۳۰۰ کیلو گرم		
With lightweight sand and max. %10 river sand.	با ماسه سبک و حداکثر ۱۰٪ ماسه رودخانه	1200-1400	0.7
With river sand and lightweight sand Visual weight of aggregates > 350 kg/ and cement content > 250 kg/ m ³ of concrete	با ماسه رودخانه همراه با ماسه سبک وزن ظاهری سنگدانه کمتر از ۳۵۰ کیلو گرم و عیار سیمان کمتر از ۲۵۰ کیلوگرم	1000-1200	0.46
With lightweight sand and max. %10 river sand.	با ماسه سبک و بدون ماسه رودخانه	800-1000	0.33
Without sand and with low cement content.	بدون ماسه و با عیار سیمان کم	600-800	0.25
Without sand and with low cement content.	بدون ماسه و با عیار سیمان کم	<600	0.2
Concrete with very lightweight aggregates.	بتن با سنگدانه خیلی سبک		
concrete made with perlite or vermiculite (3 -6 mm)-cast in place:	بتن متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از ۳ تا ۶ میلیمتر) اجرای درجا		
Ratio : 1 to 3	نسبت ۱ به ۳	600-800	0.31
Ratio : 1 to 6	نسبت ۱ به ۶	400-600	0.24
Precast concrete layers made with vermiculite.	لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه	400-450	0.19
Porous autoclave concrete	بتن متخلخل اتوکلاو		

Materials	مصالح	Dry density Kg/m ³ جرم مخصوص خشک (ρ) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب	effective thermal conductivity (λ) W/m.C° ضرایب هدایت حرارتی مؤثر (λ) بر حسب وات بر متر در دما بر حسب سانتیگراد
Nominal Specific Gravity : 800	وزن مخصوص اسمی ۸۰۰	775-825	0.33
Nominal Specific Gravity: 750	وزن مخصوص اسمی ۷۵۰	725-775	0.29
Nominal Specific Gravity: 700	وزن مخصوص اسمی ۷۰۰	675-725	0.27
Nominal Specific Gravity: 650	وزن مخصوص اسمی ۶۵۰	625-675	0.24
Nominal Specific Gravity: 600	وزن مخصوص اسمی ۶۰۰	575-625	0.22
Nominal Specific Gravity: 550	وزن مخصوص اسمی ۵۵۰	525-575	0.2
Nominal Specific Gravity: 500	وزن مخصوص اسمی ۵۰۰	475-525	0.18
Nominal Specific Gravity: 450	وزن مخصوص اسمی ۴۵۰	425-475	0.17
Nominal Specific Gravity: 400	وزن مخصوص اسمی ۴۰۰	375-425	0.16
Concrete with wood particles	بتن با خرده چوب		
Wood - cement concrete	بتن متشکل از تراشه‌های چوب	450-650	0.16
Cement - Wood particle board	پانل های ساخته شده از تراشه های چوب و سیمان	450-550	0.15
،	،	350-450	0.12
،	،	250-350	0.1
Plaster , Mortar and sealant	اندود ، ملات و درزگیر	1800-2100	1.15
Asbestos cement and cellulose cement.	سیمان پنبه کوهی و سیمان سلولزی		
Asbestos cement	سیمان پنبه کوهی	1800-2200	0.95
Cellulose cement	سیمان سلولزی	1400-1800	0.46
Cellulose cement	سیمان سلولزی	1000-1400	0.35
Gypsum	گچ		
Gypsum (rich slurry) or (high rich slurry)	گچ "دوغاب غنی" یا "بسیار غنی" (گچ بسیار سخت و گچ پاشیده)	1100-1300	0.5

Materials	مصالح	Dry density Kg/m ³ جرم مخصوص خشک (ρ) بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب	effective thermal conductivity (λ) W/m.C° ضرایب هدایت حرارتی مؤثر (λ) بر حسب وات بر متر در دما بر حسب سانتیگراد
Gypsum precast panel with pasteboard blanket or mineral fibers.	قطعات پیش ساخته گچی با روکش مقوایی، با الیاف معدنی	750-1000	0.35
Gypsum with fire-proof pasteboard and gypsum layers reinforced with mineral fibers.	گچ با روکش مقوایی " ضد آتش " و لایه های گچ آرمه با الیاف معدنی	800-1000	0.35
Gypsum with perlite or vermiculite (1to 2 mm)	گچ با پرلیت یا ورمیکولیت (از ۱ تا ۲ میلیمتر)		
One volume of perlite or vermiculite per one volume of gypsum	یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت در یک حجم گچ	700-900	0.3
Two volume of perlite or vermiculite per one volume of gypsum	دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت در یک حجم گچ	500-700	0.25
Mineral wools	پشم های معدنی		
Rock wool	پشم سنگ	18-25	0.047
		25-35	0.041
		35-80	0.039
		80-180	0.041
Glass wool	پشم شیشه	9-12	0.054
		12-18	0.048
		18-25	0.043
		25-80	0.037
		80-130	0.039
Natural woods	چوبهای طبیعی		
Oaks , beech , yggdrasil , fruit trees	بلوط، رانش سخت، زبان گنجشک، درختان میوه		
Natural density 650-800 kg/m ³	وزن مخصوص "طبیعی" ۶۵۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب	600-750	0.23
Natural density 500-650 kg/m ³	وزن مخصوص "طبیعی" ۵۰۰ تا ۶۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب	450-600	0.15
High density gum trees wood :	چوب درختان صمغی بسیار		
Natural density > 700 kg/m ³	سنگین وزن مخصوص بیش از ۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب	600-750	0.23