



## راهنمای نشریه‌های ۱۲۸ و ۱۷۲

نشریه شماره ۱۲۸: مشخصات فنی عمومی  
تاسیسات مکانیکی ساختمان (جلد اول تا ششم)  
و نشریه ۱۷۲: عملکرد، نگهداری و بهینه‌سازی  
سیستم‌های گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

(ویژه آزمون‌های نظام مهندسی)  
رشته تاسیسات مکانیکی نظارت و طراحی



مجله تخصصی - داریوش هادی زاده  
مؤلف: هاشم جاویدان فر

پیمان ابراهیمی - داریوش هادی زاده  
هاشم جاویدان فر



سرشناسه:  
عنوان و نام پدیدآور:

وضعیت ویراست:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست نویسی:  
یادداشت:  
عنوان دیگر:

موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
شناسه افزوده:  
شناسه افزوده:  
رده بندی کنگره:  
رده بندی دیویی:  
شماره کتابشناسی ملی:  
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

ابراهیمی، پیمان، ۱۳۵۴-

راهنمای نشریه‌های ۱۲۸ و ۱۷۲ : نشریه شماره ۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان (جلد اول تا ششم) و نشریه ۱۷۲: عملکرد، نگهداری و بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع (ویژه آزمون‌های نظام مهندسی) رشته تاسیسات مکانیکی نظارت و طراحی / پیمان ابراهیمی، داریوش هادی‌زاده، هاشم جاویدان‌فر.

[ویراست ؟]

تهران : نوآور، ۱۴۰۲.

۶۲۴ ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۸۲-۵

فیبا

چاپ دوم.

نشریه شماره ۱۲۸: مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان (جلد اول تا ششم) و نشریه ۱۷۲: عملکرد، نگهداری و بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع (ویژه آزمون‌های نظام مهندسی) رشته تاسیسات مکانیکی نظارت و طراحی.

تاسیسات -- راهنمای آموزشی (عالی) Buildings -- Mechanical equipment -- Study and teaching (Higher)

تاسیسات -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی) -- (Higher) -- Examinations, questions, etc. (Buildings -- Mechanical equipment -- Examinations, questions, etc. (Higher))

تاسیسات -- آزمون‌ها -- راهنمای مطالعه -- Study guides Buildings -- Mechanical equipment -- Examinations -- Study guides Buildings

تاسیسات -- طراحی و ساخت -- راهنمای آموزشی (عالی)

(Buildings -- Mechanical equipment -- Design and construction -- Study and teaching (Higher))

تاسیسات -- طراحی و ساخت -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

(Buildings -- Mechanical equipment -- Design and construction -- Examinations, questions, etc. (Higher))

هادی‌زاده، داریوش، ۱۳۴۶ -

جاویدان‌فر، هاشم، ۱۳۷۶ -

۶۰۱۰TH

۰۷۶/۶۹۶

۹۴۱۱۶۲۶

فیبا

## راهنمای نشریه‌های ۱۲۸ و ۱۷۲

گردآوری و تألیف: پیمان ابراهیمی، داریوش هادی‌زاده، هاشم جاویدان‌فر



نشر نوآور

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۱۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۸۲-۵

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،  
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق  
به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این  
کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر  
الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی،  
فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور  
ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار  
می‌گیرند.

@Noavarpub



صفحه رسمی انتشارات نوآور در شبکه‌های اجتماعی

# فهرست مطالب

الف) اتصال‌های لوله‌کشی ..... ۲۵

۲-۱-۱۰ انبساط، انعطاف‌پذیری (flexibility) و تکیه‌گاه (support) ..... ۲۶

الف) انبساط و انعطاف‌پذیری ..... ۲۶

ب) تکیه‌گاه‌های لوله‌کشی ..... ۲۶

پ) طراحی اجزای تکیه‌گاه لوله ..... ۲۶

۲-۱-۱۱ انتخاب مصالح - الزامات کلی ..... ۲۶

الف) مصالح و مشخصات فنی ..... ۲۶

ب) محدودیت‌ها روی فلزات مشخص ..... ۲۷

پ) محدودیت‌ها روی غیر فلزات مشخص ..... ۲۷

۲-۱-۱۴ کاربرد اجزای لوله‌کشی ..... ۲۷

۲-۱-۲ نکات عمومی، انتخاب و کاربرد اجزای لوله‌کشی ..... ۲۸

فصل دوم / لوله‌کشی تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ..... ۳۰

الف) اتصال لوله‌های فولادی ..... ۳۱

ب) اتصال دنده‌ای در لوله‌کشی فولادی ..... ۳۱

پ) اتصال جوشی در لوله‌کشی فولادی ..... ۳۲

ث) فلنج‌های فولادی ..... ۳۴

۲-۲-۱ لوله‌های فولادی در استانداردهای DIN و EN ..... ۳۵

الف) انواع ..... ۳۵

ب) جنس ..... ۳۶

پ) وزن و اندازه ..... ۳۷

۲-۲-۳ فیتینگ‌های لوله‌کشی فولادی ..... ۳۸

۲-۳-۱ فیتینگ‌های ساخته شده از جنس چدن چکش‌خوار مخصوص اتصال دنده‌ای ..... ۳۸

الف) فیتینگ‌های دنده‌ای از چدن چکش‌خوار در استانداردهای EN ..... ۳۸

۲-۳-۲ فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای ..... ۴۲

الف) فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای در استانداردهای EN ..... ۴۲

۲-۳-۳ فیتینگ‌های فولادی جوشی ..... ۵۰

الف) فیتینگ‌های فولادی جوشی در استانداردهای DIN ..... ۵۰

۲-۶-۲ فلنج‌های فولادی ..... ۵۵

۲-۶-۲ فلنج‌های فولادی در استاندارد DIN , BS و EN ..... ۵۵

الف) کلیات ..... ۵۵

ب) انواع فلنج‌های فولادی و اجزای کمکی مربوطه ..... ۵۶

ت) جنس ..... ۵۷

ث) طبقه‌بندی فشار / دما (P/T rating) ..... ۵۷

ج) اندازه ..... ۵۷

ح) پیچ و مهره فلنج (bolting) ..... ۵۷

خ) واشر آب‌بندی (gasket) ..... ۵۸

۲-۱۴-۴ اتصال بازشو ..... ۵۹

د) شیرهای چدنی و فولادی ..... ۶۰

۲-۲-۴ لوله‌های مسی ..... ۶۱

الف) لوله‌های مسی در استانداردهای EN ..... ۶۱

ب) جنس ..... ۶۳

پ) اندازه ..... ۶۳

ج) لوله‌های مسی ..... ۶۴

ت) اتصال در لوله‌کشی مسی ..... ۶۴

ح) فیتینگ‌های لوله‌کشی مسی ..... ۶۷

۲-۴-۲ لوله‌های مسی در استانداردهای ANSI ..... ۶۷

۲-۲-۷ شیرها ..... ۶۷

الف) شیرهای کشویی ..... ۶۹

مقدمه ..... ۱۱

بخش اول / نشریه ۱۲۸ ..... ۱۳

فصل اول: کلیات، تعاریف ..... ۱۴

۲-۱-۲ تعاریف ..... ۱۴

۲-۱-۲ فشار نامی (Nominal pressure) در استاندارد ISO ..... ۱۴

۲-۱-۲ فشار نامی (Nominal pressure) در استاندارد EN ..... ۱۴

۲-۱-۲ حداکثر فشار کار مجاز (Maximum Allowable Working Pressure) در استاندارد ISO ..... ۱۵

۲-۱-۲ فشار کار مجاز (Allowable Pressure) در استاندارد EN ..... ۱۵

۲-۱-۲ حداکثر فشار کار مجاز در کتاب "Terminology" از انتشارات "ASHRAE" ..... ۱۵

۲-۱-۲ آزمایش فشار سیستم، پیش از نصب ..... ۱۶

۲-۱-۲ آزمایش فشار سیستم، پس از نصب ..... ۱۶

۲-۱-۴ انتخاب مصالح ..... ۱۶

۲-۱-۵ طبقه‌بندی سیستم‌ها ..... ۱۶

۲-۱-۵-۱ طبقه‌بندی سیستم‌ها ..... ۱۶

۲-۱-۵-۲ تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده ..... ۱۷

۲-۱-۵-۲ تاسیسات گرمایی با بخار (اشباع) ..... ۱۷

۲-۱-۵-۲ تاسیسات سرمایی با آب سردکننده ..... ۱۷

۲-۱-۵-۲ تاسیسات مشترک برای آب گرم‌کننده و آب سردکننده ..... ۱۸

۲-۱-۲ نکات عمومی، انتخاب و کاربرد اجزای لوله‌کشی ..... ۱۸

۲-۲-۳ تعاریف ..... ۱۸

الف) اتصال (joint) ..... ۱۸

ب) اتصال بازشو ..... ۱۹

پ) اتصال لحیمی سخت (brazing) ..... ۱۹

ت) اتصال لحیمی نرم (soldering) ..... ۱۹

ث) اتصال فیتینگ فشاری ..... ۱۹

ج) اتصال نقره جوش (braze welding) ..... ۱۹

چ) الکترود لحیم‌کاری (solder) ..... ۱۹

ح) اندازه نامی، DN (nominal size) ..... ۱۹

ذ) فیتینگ (fitting) ..... ۲۰

ز) لوله (pipe, tube) ..... ۲۰

۲-۱-۴ شرایط طراحی (design conditions) ..... ۲۰

الف) فشار (pressure) ..... ۲۰

ب) دما (temperature) ..... ۲۰

پ) تاثیر محیط (ambient influences) ..... ۲۰

ت) اثرات دینامیک (dynamic effect) ..... ۲۱

ث) اثرات وزن (weight loads) ..... ۲۱

۲-۱-۵ معیارهای طراحی (design criteria) ..... ۲۱

الف) طبقه‌بندی فشار / دما (pressure-temperature ratings) برای اجزای لوله‌کشی (۵ طبقه) ..... ۲۱

ب) تنش‌های مجاز و سایر محدودیت‌های تنش برای اجزای لوله‌کشی ..... ۲۱

۲-۱-۷ طراحی فشار اجزای لوله‌کشی ..... ۲۴

الف) لوله مستقیم (straight pipe) تحت فشار داخلی ..... ۲۴

۲-۱-۸ محدودیت‌های انتخاب اجزای لوله‌کشی ..... ۲۴

الف) محدودیت‌های مشخص برای لوله ..... ۲۴

ب) فیتینگ‌ها ..... ۲۵

پ) شیرها «مطابق صفحه ۱۲۳ مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان» ..... ۲۵

ت) فلنج «مطابق صفحه ۱۲۳ مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان» ..... ۲۵

۲-۱-۹ محدودیت‌های انتخاب اتصال ..... ۲۵

ت) پولک دور لوله..... ۱۳۳  
 ۸-۲-۱۴-۷ انبساط و انقباض..... ۱۳۳  
 ب) خم‌ها و حلقه‌های انبساط..... ۱۳۴  
 پ) قطعه انبساط (expansion joint)..... ۱۳۴  
 ۲-۲-۱۴-۹ کلکتورها..... ۱۴۱  
 الف) کلیات..... ۱۴۱  
 ب) مصالح و ساخت..... ۱۴۱  
 پ) نصب..... ۱۴۱  
 ت) لوازم کلکتور..... ۱۴۲  
 ۲-۲-۱۴-۱۱ لرزه‌گیر لوله‌ای (pipe flexible connection)..... ۱۴۲  
 اتصال..... ۱۴۲  
 ۲-۲-۱۴-۱۲ دریچه‌های دسترسی..... ۱۴۳  
 ۲-۲-۱۴-۱۴ فاصله لوله‌ها از هم و از اجزای ساختمان..... ۱۴۳  
 ب) فاصله لوله‌ها..... ۱۴۳  
 ۲-۲-۱۴-۱۵ عبور لوله از روی دستگاه‌های برقی..... ۱۴۷  
 ۲-۲-۱۴-۱۶ رنگ کاری..... ۱۴۷  
 ۲-۲-۱۴-۱۷ مشخص کردن، برچسب زدن..... ۱۴۷  
 الف) رنگ‌بندی لوله‌ها..... ۱۴۷  
 ۲-۲-۱۵-۱۵ آزمایش نشت..... ۱۴۸  
 ۲-۲-۱۵-۲ کلیات..... ۱۴۸  
 ۲-۲-۱۵-۳ فشار آزمایش و مدت آن..... ۱۴۸  
 ۲-۲-۱۵-۴ در جریان آزمایش و پس از آن..... ۱۴۹  
 ۲-۲-۱۵-۵ آزمایش نشت با هوای فشرده..... ۱۴۹  
 ۲-۲-۱۶ لوله‌کشی ترموپلاستیک..... ۱۴۹  
 ۲-۲-۱۶-۳ طبقه‌بندی سیستم‌ها در استانداردهای ISO..... ۱۵۰  
 ۲-۲-۱۶-۴ لوله‌های تک لایه ترموپلاستیک..... ۱۵۱  
 الف) کلیات..... ۱۵۱  
 ب) لوله‌های تک لایه پلی‌اتیلن مشبک (PEX)..... ۱۵۱  
 پ) لوله‌های تک لایه پلی‌اتیلن دما بالا (PE-RT)..... ۱۵۳  
 پ) لوله‌های تک لایه پلی‌پروپیلن (PP-R)..... ۱۵۴  
 ۲-۲-۱۶-۶ لوله‌های چند لایه ترموپلاستیک..... ۱۵۵  
 فصل سوم: تاسیسات بهداشتی..... ۱۶۷  
 ۳-۱-۲ تعاریف و کلیات..... ۱۶۷  
 ۳-۱-۲-۲ آب آشامیدنی (potable water) یا (drinking water)..... ۱۶۷  
 ۳-۱-۲-۳ آبرسانی (water supply system)..... ۱۶۷  
 ۳-۱-۲-۴ تاسیسات بهداشتی (plumbing system)..... ۱۶۷  
 ۳-۱-۲-۵ تعاریف فاضلاب..... ۱۶۸  
 ۳-۱-۲-۶ لوازم بهداشتی (plumbing fixtures)..... ۱۶۸  
 ۳-۱-۲-۷ لوله ورودی انشعاب آب (water service pipe)..... ۱۶۸  
 ۳-۱-۲-۲ تعاریف اجزا وابسته..... ۱۶۸  
 ۳-۱-۲-۳ حدود و دامنه کار..... ۱۶۹  
 ۳-۱-۲-۴ حفاظت لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی..... ۱۷۰  
 ۳-۱-۲-۵ انتخاب مصالح..... ۱۷۰  
 ۳-۲-۲ انتخاب و کاربرد لوله‌های فولادی در لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی..... ۱۷۰  
 الف) شرایط کار..... ۱۷۰  
 ب) انتخاب لوله..... ۱۷۱  
 پ) اتصال..... ۱۷۱  
 ت) گالوانیزاسیون..... ۱۷۱  
 ۳-۲-۳-۱ فیتینگ‌های دنده‌ای از چدن چکش‌خوار در استاندارد EN..... ۱۷۱  
 ۳-۲-۳-۵ انتخاب و کاربرد لوله‌های مسی در لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی..... ۱۷۲  
 الف) حدود و دامنه کار..... ۱۷۳  
 ب) استانداردها..... ۱۷۳  
 پ) اتصال..... ۱۷۳

ب) شیرهای کف‌فازی..... ۷۲  
 ۲-۲-۱۲ انتخاب و کاربرد شیرها در تاسیسات گرمایی و سرمایی..... ۷۲  
 ۷۴  
 ث) شیرها، از نظر اتصال..... ۷۵  
 ج) حداکثر فشار و دمای کار مجاز..... ۷۵  
 ۲-۲-۱۴-۱۰ شیرگذاری..... ۷۶  
 ب) انتخاب شیر..... ۷۶  
 پ) اتصال شیرها..... ۷۶  
 ت) محل شیرها..... ۷۷  
 ث) نصب شیر..... ۷۷  
 ۲-۲-۱۳-۱۳ بست، تکیه‌گاه و آویز لوله..... ۷۷  
 ۲-۲-۱۳-۱ کلیات..... ۷۷  
 الف) حدود و دامنه کار..... ۷۷  
 ب) نکات عمومی..... ۷۸  
 پ) بار وارده..... ۷۹  
 ۲-۲-۱۳-۲ تعاریف..... ۷۹  
 (۱) آویز (Hanger)..... ۷۹  
 (۲) آویز ثابت (Rigid Hanger)..... ۷۹  
 (۳) آویز فنری (Spring Hanger)..... ۷۹  
 (۴) بار وارده (Loading)..... ۷۹  
 (۵) بست زدن یا بستن لوله (Pipe Supporting)..... ۸۰  
 (۶) بست قورباغه‌ای (Turnbuckle)..... ۸۰  
 (۷) بست لوله (Clamp-Clip)..... ۸۰  
 (۸) پایه (Duck Foot or Support Foot)..... ۸۰  
 (۹) پیچ یا مفصل حمل (Load bolt or pin)..... ۸۰  
 (۱۰) تکیه‌گاه (Support)..... ۸۰  
 (۱۱) تکیه‌گاه غلطکی (Roller Support)..... ۸۰  
 (۱۲) تکیه‌گاه لغزنده (Slider Support)..... ۸۰  
 (۱۳) حلقه انبساط (Expansion Loop)..... ۸۰  
 (۱۴) خرک (Trestle)..... ۸۰  
 (۱۵) زیر سری (Saddle)..... ۸۰  
 (۱۶) قطعه انبساط (Expansion Bellows)..... ۸۰  
 (۱۷) مهار (Anchor)..... ۸۰  
 ۲-۲-۱۳-۳ محل تکیه‌گاه یا آویز..... ۸۰  
 ت) لوله‌های ترموپلاستیک..... ۸۱  
 ۲-۲-۱۳-۴ آویزها..... ۸۲  
 پ) میلگرد آویز..... ۸۲  
 ۲-۲-۱۳-۶ تکیه‌گاه‌های لغزنده (slider type supports)..... ۹۴  
 الف) کلیات..... ۹۴  
 ۲-۲-۱۳-۱۲ انتخاب بست، تکیه‌گاه و آویز..... ۱۱۱  
 الف) کلیات..... ۱۱۱  
 ۲-۲-۱۴-۸ بست، تکیه‌گاه و آویز لوله‌ها (pipe supports)..... ۱۱۱  
 ت) لوله‌های ترموپلاستیک..... ۱۱۱  
 ۲-۲-۱۴-۱۴ اجرای کار لوله‌کشی..... ۱۱۲  
 ۲-۲-۱۴-۱ حدود و دامنه کار..... ۱۱۲  
 ۲-۲-۱۴-۲ نکات عمومی..... ۱۱۳  
 ۲-۲-۱۴-۵ شیب‌بندی، هواگیری و تخلیه هوا..... ۱۱۳  
 الف) کلیات..... ۱۱۳  
 ب) لوله‌کشی آب گرم‌کننده یا سردکننده..... ۱۱۴  
 پ) لوله‌کشی آب خنک‌کننده..... ۱۱۴  
 ت) لوله‌کشی بخار..... ۱۱۴  
 ث) لوله‌کشی برگشت بخار..... ۱۱۵  
 ج) هواگیری..... ۱۱۵  
 چ) تخلیه..... ۱۲۴  
 ۲-۲-۱۴-۶ غلاف لوله، پولک دور لوله..... ۱۲۵  
 ب) غلاف برای لوله‌های پلاستیکی..... ۱۳۳

۱۹۱.....	الف) کلیات	۱۷۳.....	ت) فشار و دمای کار مجاز.....
۱۹۱.....	ب) ساخت لرزه‌گیر.....	۱۷۳-۲-۳.....	۵- فیتینگ‌های لوله‌کشی مسی.....
۱۹۱.....	۳-۲-۸-۱۲ درجه‌های دسترسی.....	۱۷۳-۲-۵.....	۱- کلیات.....
۱۹۲.....	۳-۲-۸-۱۳ دسترسی به لوله‌ها.....	۱۷۵.....	ث) آزمایش نشت.....
۱۹۲.....	الف) کلیات.....	۱۷۵.....	ج) طبقه‌بندی فشار- دما.....
۱۹۲.....	ب) لوله‌کشی توکار.....	۱۷۵.....	چ) فیتینگ‌های مسی یا آلیاژ مس در استانداردهای ISO.....
۱۹۲.....	پ) لوله‌کشی رو کار.....	۱۷۵-۲-۳.....	۶- فلنج‌ها.....
۱۹۲-۳-۲-۸-۱۴	فاصله لوله از هم و از اجزای ساختمان.....	۱۷۵-۲-۳-۶.....	۱- کلیات.....
۱۹۲.....	ب) فاصله لوله‌ها از هم.....	۱۷۵.....	پ) جنس.....
۱۹۴-۲-۳-۸-۱۵	عبور لوله از روی دستگاه‌های برقی.....	۱۷۶-۲-۳-۴.....	۴- فلنج در استانداردهای ISO.....
۱۹۴-۲-۳-۸-۱۷	و ۱۶ رنگ کاری و برجسب زدن.....	۱۷۶.....	الف) انواع.....
۱۹۴-۲-۳-۸-۱۸	حفاظت از آب آشامیدنی.....	۱۷۶.....	پ) اندازه فلنج‌های چدنی گرد.....
۱۹۴.....	ب) تعاریف.....	۱۷۹.....	پ) پیچ و مهره.....
۱۹۵.....	پ) نقاطی از شبکه که باید حفاظت شود.....	۱۷۹-۲-۳-۵.....	انتخاب و کاربرد فلنج در لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی.....
۱۹۵.....	ت) وسایل حفاظتی.....	۱۷۹.....	الف) نوع و اندازه.....
۲۰۲.....	ث) کاربرد وسایل حفاظتی.....	۱۷۹.....	ب) جنس.....
۲۰۲.....	۳-۲-۹-۹ آزمایش نشت.....	۱۷۹.....	پ) ابعاد جفت‌شدن فلنج‌ها (mating dimensions).....
۲۰۲-۳-۲-۹-۱	کلیات.....	۱۷۹.....	ت) حداکثر فشار کار مجاز.....
۲۰۳-۲-۳-۹-۳	فشار و مدت آزمایش.....	۱۷۹-۳-۲-۷.....	۷- شیرها.....
۲۰۳.....	کارهای پس از آزمایش.....	۱۷۹-۲-۳-۷-۱	کلیات.....
۲۰۳.....	۳- لوله‌کشی فاضلاب و هواکش.....	۱۷۹.....	الف) انواع.....
۲۰۳-۳-۱-۳-۳	تعاریف.....	۱۸۰.....	ب) جنس.....
۲۰۳.....	ب) واژه‌ها.....	۱۸۰.....	پ) اتصال.....
۲۰۴-۳-۱-۳-۳	شرایط کار سیستم.....	۱۸۱-۲-۳-۸	اجرای کار لوله‌کشی.....
۲۰۴.....	الف) فشار کار.....	۱۸۱-۲-۳-۸-۲	کلیات.....
۲۰۴.....	ب) دمای کار.....	۱۸۲-۲-۳-۸-۳	۳- اتصال لوله‌ها (joints).....
۲۰۴-۳-۱-۵	انتخاب مصالح.....	۱۸۲.....	ث) اتصال لحیمی مویینگی (capillary soldering).....
۲۰۵-۳-۲-۳	لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۳.....	ج) اتصال فیتینگ فشاری (compression fitting).....
۲۰۵-۳-۲-۱	لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار در استانداردهای BS.....	۱۸۳-۲-۳-۸-۴	۴- اتصالات بازشو.....
۲۰۵.....	الف) کلیات.....	۱۸۴.....	ث) اتصال بازشو، از نوع فلنجی.....
۲۰۶.....	ت) زانوی چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۴-۲-۳-۸-۵	۵- شیب‌بندی، هواگیری و تخلیه لوله‌ها.....
۲۰۶.....	ث) سپره‌راه چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۴.....	ب) شیب‌بندی.....
۲۰۷.....	ج) تبدیل چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۴.....	پ) تخلیه.....
۲۰۷.....	چ) چهارراه چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۵.....	ت) هواگیری.....
۲۰۸.....	ح) دوخم چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۵-۲-۳-۸-۶	۶- غلاف لوله.....
۲۰۸.....	خ) سیفون چدنی سرکاسه‌دار.....	الف) در عبور لوله از کف، سقف، دیوار و تیغه‌ها باید غلاف لوله پیشبینی شود.....	۱۸۵.....
۲۰۸.....	د) طوقه.....	۱۸۵.....	ب) جنس غلاف.....
۲۰۹-۳-۲-۴	انتخاب و کاربرد لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار.....	۱۸۵.....	پ) اندازه غلاف.....
۲۰۹.....	ب) کاربرد.....	۱۸۶.....	ت) نصب غلاف.....
۲۰۹.....	پ) اتصال.....	۱۸۶.....	ت) پولک دور لوله.....
۲۰۹-۳-۳-۳	لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۶-۲-۳-۸-۷	۷- انبساط و انقباض لوله‌ها.....
۲۰۹-۳-۳-۱	لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه در استانداردهای ISO.....	۱۸۶.....	الف) کلیات.....
۲۱۰.....	ب) قطر خارجی و ضخامت جدار.....	۱۸۷.....	ب) قطعه انبساط (expansion joint).....
۲۱۰.....	پ) وزن لوله‌های چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۷-۲-۳-۸-۸	۸- بست، تکیه‌گاه و آویز لوله‌ها (pipe supports).....
۲۱۰.....	ت) زانوی چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۸.....	ث) فاصله تکیه‌گاه‌ها.....
۲۱۱.....	ث) سه‌راه چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۹.....	ج) تکیه‌گاه لوله‌های فلزی قائم (قسمت با اهمیت برای آزمون اجرا).....
۲۱۲.....	ت) تبدیل چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۹.....	چ) بست زدن لوله‌های عایق‌دار.....
۲۱۳-۳-۳-۴	انتخاب و کاربرد لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه.....	۱۸۹-۲-۳-۸-۹	۹- کلکتورها.....
۲۱۳.....	ب) کاربرد.....	۱۹۰-۲-۳-۸-۱۰	۱۰- شیرگذاری.....
۲۱۳.....	پ) اتصال.....	۱۹۰.....	الف) کلیات.....
۲۱۳-۳-۳-۴	لوله و فیتینگ پلی وینیل کلراید.....	۱۹۰.....	ب) محل شیرها.....
۲۱۳-۳-۴-۲	لوله و فیتینگ پلی وینیل کلراید در استانداردهای اروپا (EN).....	۱۹۰.....	پ) انتخاب نوع شیر.....
۲۱۳.....	پ) اتصال (joint).....	۱۹۱.....	ت) نصب شیر.....
۲۱۵.....	ت) انواع فیتینگها.....	۱۹۱.....	۱۱- لرزه‌گیر لوله‌ای (pipe flexible connection).....
۲۱۶-۳-۴-۵	کاربرد لوله و فیتینگ پلیوینیل کلراید.....		

- ۲۵۶-۴-۴-۲ کاربرد مصالح.....
- ۲۵۷-۴-۴-۲ نکات اجرایی لوله‌کشی آب باران.....
- ۲۵۸-..... (ج) آزمایش.....
- ۲۶۱-۲-۱۰-۱ لوله‌های ترمو پلاستیک (THERMOPLASTICS).....
- ۲۶۱-۲-۱۰-۱ کلیات.....
- ۲۶۱-۲-۱۰-۲ لوله‌های تک لایه پلی‌اتیلن مشبک (Crosslinked Polyethylene).....
- ۲۶۲-..... (pex).....
- ۲۶۶-۳-۱۰-۳ لوله‌های تک لایه پلی‌اتیلن دمای بالا (Raised temperature).....
- ۲۶۷-۲-۱۰-۴ لوله‌های تک لایه پلی‌پروپیلن (Polypropylene-pp).....
- ۲۶۸-۳-۵-۳ لوله‌های تک لایه پلی‌پروپیلن در استانداردهای ISO.....
- ۲۷۱-۲-۱۰-۶ لوله‌های چند لایه ترمو پلاستیک در استانداردهای ANSI/ASTM.....
- ۲۷۲-۳-۴-۴ لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید (لوله‌کشی فاضلاب و هواکش).....
- ۲۷۲-۳-۴-۲ لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید در استانداردهای اروپا EN.....
- ۲۷۲-۳-۴-۲ لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید در استانداردهای ISO.....
- ۲۷۲-۳-۴-۴ لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید در استانداردهای ANSI/ASTM.....
- ۲۷۳-.....
- ۲۷۳-۳-۴-۵ کاربرد لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید.....
- ۲۷۴-۳-۴-۵ لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن.....
- ۲۷۴-۳-۴-۳ لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن در استانداردهای ISO.....
- ۲۷۴-۳-۴-۴ کاربرد لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن.....
- فصل چهارم: کانالکشی..... ۳۱۰
- ۳۱۰-۴-۱ کلیات.....
- ۳۱۰-۴-۱-۱ حدود و دامنه کار.....
- ۳۱۰-۴-۱-۴ تعاریف.....
- ۳۱۱-۴-۱-۵ طبقه‌بندی فشار.....
- ۳۱۲-۴-۲ انتخاب مصالح.....
- ۳۱۲-۴-۲-۱ کلیات.....
- ۳۱۲-۴-۲-۲ کانال از ورق فولادی گالوانیزه.....
- ۳۱۵-۴-۲-۳ کانال از ورق آلومینیومی.....
- ۳۱۶-۴-۲-۴ کانال از ورق فولادی زنگ‌ناپذیر.....
- ۳۱۷-۴-۲-۵ انتخاب ورق برای ساخت کانال.....
- ۳۱۸-۴-۲-۳ ساخت کانال.....
- ۳۱۸-۴-۲-۲ درزبندی کانال (DUCT SEALING).....
- ۳۱۹-۴-۲-۴ ساخت کانال چهار گوش.....
- ۳۱۹-۴-۲-۴ اتصال عرضی.....
- ۳۲۶-۴-۴-۵ اتصال طولی.....
- ۳۲۸-۴-۴-۶ کانال آلومینیومی.....
- ۳۲۹-۴-۲-۵ اجزای کانالکشی چهار گوش.....
- ۳۲۹-۴-۲-۵ کلیات.....
- ۳۲۹-۴-۲-۵ زانوها و خم‌ها.....
- ۳۳۵-۴-۲-۳ سه راه و انشعاب.....
- ۳۳۸-۴-۲-۵ تبدیل.....
- ۳۴۰-۴-۲-۵ دریچه دسترسی.....
- ۳۴۴-۴-۲-۶ نصب کویل در کانال.....
- ۳۴۶-۴-۲-۷ دمپ‌های تنظیم (VOLUME DAMPER).....
- ۳۴۷-۴-۲-۸ دمپر آتش و دود.....
- ۳۵۲-۴-۲-۹ پلنوم (PLENUM).....
- ۳۵۴-۴-۲-۱۰ قطعه قابل انعطاف.....
- ۳۵۷-۴-۲-۱۱ غلاف.....
- ۳۵۷-۴-۲-۱۲ سینی قطره گیر.....
- ۳۵۷-۴-۲-۱۳ نصب عایق داخل کانال (LINER).....
- ۳۵۹-۴-۲-۶ ساخت کانال گرد.....
- ۳۵۹-۴-۲-۶ ضخامت ورق.....
- ۳۶۰-۴-۲-۶ اتصال.....
- ۳۶۲-۴-۲-۴ فیتینگ.....
- ۲۱۷-..... (ب) اتصال (JOINT).....
- ۲۱۷-..... (پ) کاربرد.....
- ۲۱۷-۳-۳-۵ لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن.....
- ۲۱۷-۳-۳-۵ لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن در استانداردهای اروپا (EN).....
- ۲۱۷-..... اندازه‌ها.....
- ۲۱۷-..... کاربرد لوله و فیتینگ پلی‌اتیلن.....
- ۲۱۸-..... کلیات.....
- ۲۱۸-..... اتصال (joint).....
- ۲۱۹-..... کاربرد.....
- ۲۱۹-۳-۳-۶ لوله و فیتینگ فولادی.....
- ۲۲۰-۳-۳-۶-۱ کلیات.....
- ۲۲۰-۳-۳-۶-۳ کاربرد لوله و فیتینگ فولادی.....
- ۲۲۰-..... شرایط کار.....
- ۲۲۰-۳-۳-۷ اجرای کار لوله‌کشی فاضلاب و هواکش.....
- ۲۲۰-۳-۳-۷-۱ حدود و دامنه کار.....
- ۲۲۱-..... مسیر لوله‌های فاضلاب و هواکش.....
- ۲۲۶-۳-۳-۷-۳ اتصال (joint).....
- ۲۲۶-..... اتصال در لوله‌کشی چدنی کاسهدار.....
- ۲۲۶-..... اتصال در لوله‌کشی چدنی سرکاسه.....
- ۲۲۶-..... اتصال در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه.....
- ۲۲۶-..... اتصال در لوله‌کشی پلاستیکی از نوع پلی‌وینیل کلراید (PVC).....
- ۲۲۷-..... اتصال دو لوله‌کشی پلاستیکی از نوع پلی‌اتیلن.....
- ۲۲۷-..... اتصال در لوله‌کشی پلاستیکی از نوع پلی‌پروپیلن.....
- ۲۲۷-..... اتصال لوله‌های از جنس مختلف.....
- ۲۲۸-۳-۳-۷-۴ شیب‌بندی.....
- ۲۲۸-..... حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب.....
- ۲۲۸-۳-۳-۷-۵ اتصال غیرمستقیم.....
- ۲۳۰-۳-۳-۷-۶ اتصال لوله هواکش به شبکه فاضلاب.....
- ۲۳۸-۳-۳-۷-۷ انتهای هواکش فاضلاب.....
- ۲۴۳-۳-۳-۷-۸ غلاف لوله.....
- ۲۴۳-..... (الف) در عبور هر لوله از کف، سقف، دیوار و تیغه‌ها باید غلاف لوله پیش‌بینی شود.....
- ۲۴۳-..... (ب) جنس غلاف.....
- ۲۴۳-..... (پ) اندازه غلاف.....
- ۲۴۳-..... (ت) نصب غلاف.....
- ۲۴۴-..... (ث) پولک دور لوله.....
- ۲۴۴-۳-۳-۷-۹ بست، تکیه‌گاه و آویز.....
- ۲۴۴-..... (الف) کلیات.....
- ۲۴۴-..... (ب) انتخاب بست، تکیه‌گاه و آویز.....
- ۲۴۴-..... (پ) فاصله تکیه‌گاه‌ها.....
- ۲۴۵-..... (الف) کفشوها.....
- ۲۵۱-..... (ب) سیفون.....
- ۲۵۲-..... (پ) سینی قطره‌گیر.....
- ۲۵۲-..... (ت) قیف تخلیه (waste funnel).....
- ۲۵۲-..... (ث) دریچه بازدید و دسترسی.....
- ۲۵۴-۳-۳-۸-۱ آزمایش نشت.....
- ۲۵۴-۳-۳-۸-۱ کلیات.....
- ۲۵۴-۳-۳-۸-۲ آزمایش مقدماتی.....
- ۲۵۴-..... (ب) آزمایش با آب.....
- ۲۵۴-..... (پ) آزمایش با هوا.....
- ۲۵۴-۳-۳-۸-۳ آزمایش نهایی.....
- ۲۵۵-..... (ب) آزمایش با هوا.....
- ۲۵۵-..... (پ) آزمایش با دود.....
- ۲۵۵-۳-۴-۲ لوله‌کشی آب باران.....
- ۲۵۵-۴-۲-۱ کلیات.....
- ۲۵۵-۴-۲-۲ حدود و دامنه کار.....
- ۲۵۶-۴-۳-۲ تعاریف واژه‌ها و اصطلاحات در لوله‌کشی آب باران.....

۴۴۱..... مواد روکش عایق..... ۳-۴-۵-۲

۴۴۲..... آماده‌سازی سطح و سایر متعلقات برای نصب عایق..... ۵-۵-۲

۴۴۲..... کلیات..... ۱-۵-۲

۴۴۳..... آماده‌سازی سطح..... ۳-۵-۲

۴۴۳..... ضمایم (Attachments)..... ۴-۵-۲

۴۴۴..... تکیه‌گاه‌ها و نگهدارنده‌ها (Insulation support)..... ۵-۵-۲

۴۴۴..... بست‌های عایق (نگهدارهای مکانیکی)..... ۶-۵-۲

۴۴۴..... تقویت عایق..... ۷-۵-۲

۴۴۵..... عایق کاری لوله..... ۶-۵-۲

۴۴۵..... کلیات..... ۱-۶-۲

۴۴۵..... مصالح عایق لوله در استانداردهای ANSI..... ۵-۶-۲

۴۴۸..... تعیین ضخامت عایق لوله..... ۹-۶-۲

۴۴۹..... نصب عایق لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی..... ۱۰-۶-۲

۴۵۱..... عایق کاری کانال هوا..... ۷-۵-۲

۴۵۱..... کلیات..... ۱-۷-۲

۴۵۲..... ضخامت عایق کانال..... ۶-۷-۲

۴۵۲..... استانداردهای ANSI/ASHRAE در استانداردهای کانال..... ۸-۷-۲

۴۵۲..... عیین ضخامت عایق کانال..... ۹-۷-۲

۴۵۶..... عایق کاری دودکش..... ۸-۵-۲

۴۵۶..... کلیات..... ۱-۸-۲

۴۵۶..... ضخامت عایق دودکش..... ۴-۸-۲

۴۵۶..... نصب عایق دودکش (Flue)..... ۵-۸-۲

۴۵۷..... اجرای روکش عایق..... ۱۰-۵-۲

۴۵۷..... روکش‌های عایق در داخل ساختمان..... ۱-۱۰-۲

۴۵۷..... روکش‌های عایق در خارج ساختمان (مقاوم در برابر اثر هوای محیط)..... ۲-۱۰-۲

۴۵۹.....

**بخش دوم / خلاصه نشریه شماره ۱۷۲ عملکرد، نگهداری و بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۵۲۲**

فصل اول: ارزیابی عملکرد سیستم - قسمت هوا و هوارسان‌های مرکزی ۵۲۳

نحوه اندازه‌گیری فشار کل (Total Pressure) با دزن..... ۵۲۳

نحوه اندازه‌گیری فشار استاتیک فشار با دزن..... ۵۲۴

اندازه‌گیری فشار کل و فشار استاتیک با دزن..... ۵۲۴

نحوه اندازه‌گیری فشار استاتیک کل و فشار استاتیک خارجی با دزن..... ۵۲۵

نحوه اندازه‌گیری افت فشار استاتیک در دو طرف کویل‌ها و فیلترها..... ۵۲۷

تعیین کمیت مقدار هوای تازه..... ۵۲۸

تعیین مقدار هوای تازه یا اندازه‌گیری مستقیم..... ۵۲۸

تعیین کردن مقدار هوای تازه با استفاده از دما..... ۵۲۸

فصل دوم: اجزای تشکیل‌دهنده سیستم مرکزی - با دزن‌ها..... ۵۲۹

نحوه کار با دزن‌ها..... ۵۲۹

طبقه‌بندی با دزن‌ها (انواع)..... ۵۲۹

کلاس فشار (pressure class)..... ۵۲۹

جهت چرخش با دزن..... ۵۳۰

پهنای چرخ با دزن (width of fan wheel)..... ۵۳۰

آرایش اجزای تشکیل‌دهنده محرک..... ۵۳۰

جهت خروج هوا..... ۵۳۰

مشخصات با دزن‌ها (Characteristics of Fans)..... ۵۳۱

با دزن‌های محوری..... ۵۳۱

نمونه کاربرد..... ۵۳۱

مشخصات منحنی‌های عملکرد..... ۵۳۲

با دزن‌های ملخی (Propeller Fans)..... ۵۳۲

با دزن لوله محوری (Tube axial FANS)..... ۵۳۲

با دزن‌های پره محوری (Vanaxial fans)..... ۵۳۲

الف) کلیات..... ۳۶۲

ب) زانو..... ۳۶۲

پ) انشعاب..... ۳۶۲

ت) تبدیل..... ۳۶۵

ث) دو خم..... ۳۶۵

۲-۴-۶ کانال‌های قابل انعطاف..... ۳۶۵

الف) کلیات..... ۳۶۵

ب) ساخت..... ۳۶۵

پ) نصب..... ۳۶۵

۲-۴-۷ کانال‌کشی در خارج از ساختمان..... ۳۶۸

۲-۴-۷-۲ ساخت و نصب کانال..... ۳۶۸

۲-۴-۷-۳ عبور کانال از بام ساختمان..... ۳۶۸

۲-۴-۷-۴ دریچه‌های ورود یا تخلیه هوا (LOUVERS)..... ۳۶۸

ث) نصب..... ۳۶۹

ج) سطح آزاد عبور..... ۳۷۰

۲-۴-۷-۵ دهانه‌های ورود یا تخلیه هوا..... ۳۷۰

۲-۴-۸ آویز و بست..... ۳۷۶

۲-۴-۸-۲ اتصال به کانال..... ۳۷۸

۲-۴-۸-۵ اجزای آویز..... ۳۷۹

الف) آویز برای یک کانال افقی چهار گوش..... ۳۷۹

ب) آویز برای کانال گرد افقی..... ۳۷۹

۲-۴-۹ دریچه‌های هوا..... ۳۸۴

۲-۴-۹-۳ انواع..... ۳۸۴

۲-۴-۹-۴ ساخت و نصب..... ۳۸۶

۲-۴-۱۰ دودکش..... ۴۰۴

۲-۴-۱۰-۱ حدود و دامنه کار..... ۴۰۴

۲-۴-۱۰-۳ تعاریف..... ۴۰۵

۲-۴-۱۰-۳ نکات عمومی..... ۴۰۵

۲-۴-۱۰-۵ انواع..... ۴۰۶

۲-۴-۱۰-۶ دودکش قائم فلزی..... ۴۰۹

۲-۴-۱۰-۷ دودکش قائم ساختمانی..... ۴۱۲

۲-۴-۱۰-۸ لوله رابط دودکش (CHIMNEY CONNECTOR)..... ۴۱۳

فصل پنجم: عایق کاری..... ۴۳۵

۲-۵-۲ مصالح عایق کاری..... ۴۳۵

۲-۵-۲-۱ کلیات..... ۴۳۵

۲-۵-۲-۱ مواد اصلی عایق..... ۴۳۵

الف) عایق‌های بازتابی (reflective insulation)..... ۴۳۵

ب) عایق‌های پاششی درجا (foamed in situ)..... ۴۳۵

۲-۵-۲-۷ مشخصات مهم مواد عایق..... ۴۳۵

الف) قابلیت هدایت گرمایی (thermal conductivity)..... ۴۳۵

ب) چگالی حجمی (bulk density)..... ۴۳۶

پ) مناسب بودن عایق برای دمای کاربرد..... ۴۳۶

ت) انبساط گرمایی (thermal expansion)..... ۴۳۶

ث) مقاومت در برابر فشردگی (resistance to compaction)..... ۴۳۶

ج) مقاومت در برابر نفوذ و جذب بخار آب..... ۴۳۶

چ) استحکام مکانیکی و دوام..... ۴۳۶

ح) خطرات آتشسوزی و انفجار..... ۴۳۷

خ) مقاومت در برابر جانوران موذی و قارچ‌ها..... ۴۳۷

د) خطرات بهداشتی و ایمنی..... ۴۳۷

ذ) خوردگی (corrosion)..... ۴۳۷

ژ) ظرفیت گرمایی مطلوب (optimum heat capacity)..... ۴۳۷

۲-۵-۳ نگهدارهای عایق..... ۴۳۸

۲-۵-۳-۱ کلیات..... ۴۳۸

۲-۵-۳-۲ چسب‌ها..... ۴۳۸

۲-۵-۳-۴ نگهدارهای مکانیکی..... ۴۳۹



مطبوع..... ۵۹۰

تغییر سرعت بادزن ..... ۵۹۰

فصل شانزدهم: بهسازی سیستم‌های یک منطقه‌ای، با کویل دوباره گرمکن، چند منطقه‌ای و دو کانالی..... ۵۹۱

رهنمودهای عمومی برای بهبود مصرف انرژی ..... ۵۹۱

بهینه‌سازی تهویه و کنترل ..... ۵۹۲

ترکیب کار کنترل (control sequence) ..... ۵۹۳

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۵۹۳

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۵۹۳

بهبود مصرف انرژی در سیستم‌های تک منطقه‌ای (energy retrofit for single zone system) ..... ۵۹۴

بهینه‌سازی سیستم کنترل تاسیسات گرمایی ..... ۵۹۴

ترتیب کار کنترل (control sequence) ..... ۵۹۴

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۵۹۴

ترتیب کار کنترل (control) ..... ۵۹۵

راه‌حل‌ها بهینه‌سازی ..... ۵۹۵

بهینه‌سازی کنترل گرمایی و سرمایایی ..... ۵۹۶

ترتیب کار کنترل (control sequence) ..... ۵۹۶

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۵۹۶

بهینه‌سازی کار اکونومایزر ..... ۵۹۷

ترتیب کار کنترل (control sequence) ..... ۵۹۷

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۵۹۸

کنترل رطوبت ..... ۶۰۱

ترکیب کار کنترل ..... ۶۰۲

راه‌حل بهینه‌سازی ..... ۶۰۲

سیستم دوباره گرمکن (Reheat) ..... ۶۰۲

ترتیب کار کنترل (control sequence) ..... ۶۰۳

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۶۰۳

ترتیب کار کنترل ..... ۶۰۴

سیستم چند منطقه‌ای ..... ۶۰۶

ترتیب کار کنترل (control sequence) ..... ۶۰۶

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۶۰۷

سیستم‌های دو کاناله (dual duct systems) ..... ۶۰۸

راه‌حل‌های بهینه‌سازی ..... ۶۰۸

فصل بیست و پنجم: ارزیابی عملکرد سیستم - طراحی آزمایش سیستم‌های ویژه هودهای آزمایشگاهی..... ۶۱۰

نحوه آزمایش مقدار حجم هوا به سرعت عبوری هود ..... ۶۱۰

مراحل آزمایش دود ..... ۶۱۰

طراحی هودهای آزمایشگاهی و سیستم تخلیه هوا ..... ۶۱۱

سیستم تخلیه مستقل هود آزمایشگاهی (شکل ۴-۲۵) ..... ۶۱۱

سیستم‌های تخلیه هوا مرکزی ..... ۶۱۲

سیستم‌های تخلیه با حجم هوای متغیر (VAV) ..... ۶۱۲

کلیدواژه ..... ۶۱۶

منابع و مأخذ ..... ۶۲۴

شیر فشار شکن و شیر اطمینان فشار ..... ۵۷۸

سیستم‌های با فشار دو گانه ..... ۵۷۸

لوله کشی ..... ۵۷۸

سنسورها (پنوماتیک و عضو حساس (sensing element) برقی - الکتریکی) ..... ۵۷۹

سنسورهای دما ..... ۵۷۹

سنسورهای رطوبت ..... ۵۷۹

کنترلرها ..... ۵۷۹

ترموستات (کنترلر دما)، thermostat (temperature controller) ..... ۵۷۹

ترموستات حد بالا (high limit) و حد پایین (low limit) ..... ۵۸۰

ترموستات‌های با دامنه خاموش (disband thermostats) ..... ۵۸۰

ترموستات دو فشاری تابستانی / زمستانی ..... ۵۸۰

ترموستات دو فشاری روز / شب ..... ۵۸۱

هیومیدستات (کنترل رطوبت)، humidistat ..... ۵۸۱

کنترل اصلی و فرعی (master / sub master controller) ..... ۵۸۱

ریست مستقیم (direct reset) ..... ۵۸۱

برنامه‌ریزی ترموستات اصلی - فرعی با عمل مستقیم (direct reset) ..... ۵۸۲

ریست معکوس (reverse reset) ..... ۵۸۲

کنترلر گیرنده و ترنسmitter (receivers - controller and transmitter) ..... ۵۸۲

کنترلر ..... ۵۸۲

ترانسmitter ..... ۵۸۲

رله‌ها و کلیدها ..... ۵۸۳

رله حرکت هوا ..... ۵۸۳

رله تقویت کننده یا کند کننده ..... ۵۸۳

رله میانگیر (averaging relay) ..... ۵۸۳

رله یا کلید الکتریکی - پنوماتیک (E - P) ..... ۵۸۳

رله انحرافی (diverting) ..... ۵۸۴

کلید یا رله پنوماتیک - الکتریک ..... ۵۸۴

رله‌های معکوس ..... ۵۸۴

رله‌های سلکتوری ..... ۵۸۵

کلیدهای تدریجی (gradual switch) ..... ۵۸۵

کلید وضعیت حداقل ..... ۵۸۵

محرک‌ها ..... ۵۸۵

ابزار کنترل شونده (control devices) ..... ۵۸۶

دمپرها و شیرهای هوا ..... ۵۸۶

دمپرهای چند تیغه‌ای (multiblades) کنترل دما ..... ۵۸۶

شیرهای آب ..... ۵۸۶

طراحی بدنه ..... ۵۸۶

عمل کنترل ..... ۵۸۷

مشخصه جریان (flow characteristics) ..... ۵۸۷

شیر بازشوی سریع ..... ۵۸۷

شیر خطی (linear) ..... ۵۸۷

درصد مساوی (equal percentage) ..... ۵۸۷

سیستم‌های کنترل الکتریکی - الکترونیکی ..... ۵۸۸

سنسورها ..... ۵۸۸

سنسورهای دما ..... ۵۸۸

سنسورهای رطوبت ..... ۵۸۸

سنسورهای فشار ..... ۵۸۸

سیم کشی ..... ۵۸۸

انواع کنترل‌ها ..... ۵۸۸

کنترل‌های الکترونیکی دیجیتال مستقیم ..... ۵۸۹

محرک‌ها ..... ۵۸۹

موتورهای یک جهت (unidirectional) ..... ۵۸۹

موتور برگشت فنری (spring - return) ..... ۵۸۹

موتورهای قابل برگشت (reversible) ..... ۵۸۹

فصل چهاردهم: بهینه‌سازی و بازسازی تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه

نشر نوآور ضمن قدردانی و ارج نهادن به اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث ارتقا و هرچه پربارتر شدن محتوایی کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و تشکر و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای هرگونه بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱-۲

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)

@Noavarpub\_com



صفحه رسمی انتشارات نوآور در اینستاگرام

دفتر نظام فنی و اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، با تلاش کارشناسان برجسته اقدام به تهیه نشریه ۱۲۸ و ۱۷۲ نموده است و آن را برای جامعه مهندسی به یادگار گذاشته است. مهندسان مکانیک علی‌الخصوص مهندسان و فعالان شاخه تاسیسات مکانیکی می‌توانند از این نشریات به نحو احسن استفاده نمایند.

رعایت کامل کلیه مفاد این نشریات که در شش جلد نشریه ۱۲۸ و در یک جلد نشریه ۱۷۲ را داریم، با نام مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان انتشار یافته است، برای دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، مهندسان طراح، ناظر و دیگر عوامل اجرایی در زمینه تاسیسات مکانیکی لازم الاجرا می‌باشد.

نشریه ۱۲۸ شامل ۶ جلد بوده و مطالب آن به شرح ذیل است:

- ۱-۱۲۸: تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع شامل دو بخش کلیات و لوله‌کشی  
 ۲-۱۲۸: تاسیسات بهداشتی شامل چهار بخش کلیات، لوله‌کشی آب سرد و گرم بهداشتی، لوله‌کشی فاضلاب و هواکش و لوله‌کشی آب باران، و نکات تکمیلی راجع به بست، تکیه‌گاه و...  
 ۳-۱۲۸: کانال‌کشی در تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۴-۱۲۸: عایق‌کاری در تاسیسات مکانیکی، تعویض هوا و تهویه مطبوع  
 ۵-۱۲۸: لوله‌های ترموپلاستیک در لوله‌کشی آب سرد و گرم بهداشتی و تاسیسات مکانیکی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۱-۶-۱۲۸: جزییات و مشخصات نقشه‌کشی، نقشه‌های تاسیسات بهداشتی، بست، تکیه‌گاه لوله‌ها، غلاف و ...  
 ۲-۶-۱۲۸: جزییات و مشخصات تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و نقشه‌های مربوط به بست، تکیه‌گاه لوله‌های تاسیسات گرمایی

می‌توان نشریه ۱۷۲ را در زمان تالیف به جرات جزو بهترین منابع برای مطالعه هوارسان‌ها، فن‌ها، پمپ و اجزای سیکل تبرید دانست لذا مهندسان تاسیسات باید به تسلط بر محتوای این منبع نیز دست یابند. از آنجه که نشریات فوق به بیش از ۲۰۰۰ صفحه خواهد رسید اقدام به خلاصه‌سازی و گردآوری مطالب پر اهمیت آزمونی جهت موفقیت در آزمون‌های نظام مهندسی، کارشناس رسمی دادگستری و ... شده است و کتاب پیش‌رو با بررسی انطباق‌های نشریات ۱۲۸ و ۱۷۲ با مباحث ۱۴ و ۱۶ مقررات ملی ساختمان آورده شده است. در این کتاب سعی شده نکات مهم و مرتبط مباحث ۱۴ و ۱۶ با نشریات ۱۲۸ و ۱۷۲ آورده شده تا داوطلبان دسته‌بندی ذهنی بسیار خوبی در مطالب داشته باشند و دچار سردرگمی نشوند.

هم‌چنین با مرور کتاب پر ارزش کیتولاین، آن دسته از جزئیاتی که در جلد ششم نشریه ۱۲۸ آمده است و انطباق با کیتولاین دارد را گردآوری شده و در جای خود به اشارات کامل پرداخته شده است. لازم به ذکر است با توجه به اهمیت نشریه ۱۲۸ و ۱۷۲ در آزمون‌های نظام مهندسی سال‌های اخیر داوطلبان می‌بایست به تسلط بر مطالب گردآوری شده در این کتاب برسند، در پایان هر فصل نیز نمونه سوالات آزمون نظام مهندسی آورده شده است.

بدیهی است در جلد ششم نشریه ۱۲۸ جزییات و نقشه‌هایی آمده و به ترتیب اولویت می‌بایست در پایان کتاب به آن پرداخته می‌شد، لذا سعی شده در هر قسمت که مطلب توضیح داده می‌شود، آن دسته از نقشه‌ها و جزییات چه از کتاب کیتولاین و چه از جلد ششم نشریه ۱۲۸ در همان جا آورده شده تا مطالب تئوری در کنار جزییات به فهم بیشتر داوطلبان کمک کند.

**توجه مهم:** ضمناً کلیه شماره‌گذاری‌ها این کتاب طبق نشریه ۱۲۸ و سر فصل‌های آن انجام شده است تا داوطلبان چنانچه نیاز به مطالعه بیشتر در هر قسمت داشتند برای یافتن مطالب تکمیلی به همان قسمت مراجعه نمایند. شماره‌گذاری نشریه ۱۷۲ نیز بر طبق فصل‌بندی آن کتاب انجام گرفته است.

در پایان امید است این کتاب مورد استفاده هر چه بیشتر داوطلبان شرکت در آزمون‌های نظام مهندسی قرار گرفته و سهم کوچکی در موفقیت‌های روز افزون جامعه مهندسی ایران داشته باشد.

noavar33@yahoo.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،**

**از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.**

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲-۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [ww.noavarpub.com](http://ww.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضييع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

بخش اول

نشریه ۱۲۸

## ۲-۱-۲ تعاریف

۲-۱-۱-۴ طبقه‌بندی ساختمان‌ها، از طرف سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور زیر عنوان "تقسیم‌بندی ساختمان‌ها از نقطه نظر معماری" صورت گرفته شامل ۱- مسکونی ۲- آموزشی ۳- بهداشتی ۴- فرهنگی ۵- مذهبی ۶- اداری ۷- تجاری ۸- ترابری ۹- صنعتی ۱۰- تربیت بدنی و تفریحات سالم می‌باشد.

۲-۱-۲ تعاریف اختصاص به برخی از واژه‌ها و عبارات‌های فنی مطالب مربوط به تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع در این قسمت آمده است.

الف) تعاریف واژه‌ها و عبارات‌های فنی رایج، که در کتاب‌های فنی در دسترس است، در این قسمت تکرار نمی‌شود.

ب) تعاریف از استاندارد بین‌المللی ISO، استاندارد EN، استاندارد ANSI/ASHRAE گرفته شده است و با مطالب موجود در مباحث مقررات ملی ساختمان همپوشانی داده شده است.

## ۲-۱-۲-۲ فشار نامی (Nominal pressure) در استاندارد ISO

در استاندارد ISO 7268:1983 فشار نامی برای اجزای لوله‌کشی فلزی به صورت زیر تعریف می‌شود: فشار نامی (PN) عددی است گرد شده به منظور مراجعه به اجزای لوله‌کشی فلزی. همه اجزای لوله‌کشی که قطر نامی (DN) برابر و فشار نامی (PN) برابر دارند باید اندازه‌های قابل جفت شدن در اتصال داشته باشند.

اجزای لوله‌کشی (pipeline components) شامل لوله، فیتینگ، فلنج، شیر، لوازم ویژه و همه قطعات دیگری است که در معرض فشار داخلی باشند.

جدول شماره (۲-۱-۲) طبقه‌بندی فشار نامی در استاندارد (E) ISO ۷۲۶۸:۱۹۸۳ برای فلنج

SERIE 1	PN 10	PN 16	PN 20	PN 50	PN 100	PN 150	PN 250	PN 420
SERIE 2	PN 2.5	PN 6	PN 25	PN 40				

توضیح: سری ۱ فشارهای نامی پایه می‌باشد که در این کاربرد متداول است. سری ۲ قرار است به تدریج حذف شود، PN40 به ندرت کاربرد دارد.

## ۲-۱-۲-۳ فشار نامی (Nominal pressure) در استاندارد EN

در استاندارد EN 1333:1996 فشار نامی برای اجزای لوله‌کشی فلزی به صورت زیر تعریف می‌شود: "فشار نامی که برای معرفی خصوصیات مکانیکی و اندازه هر یک از اجزای لوله‌کشی به کار می‌رود شامل PN و عدد اندازه آن است."

(۱) عدد اندازه که بعد از PN می‌آید قابل اندازه‌گیری نیست، مگر آن که در استاندارد مربوط به آن قطعه از اجزای لوله‌کشی مشخص شده باشد.

(۲) فشار کار مجاز اجزای لوله‌کشی به عدد PN، طراحی آن، دمای مجاز و دیگر شرایطی بستگی دارد که در جدول‌های فشار/دمای (pressure/temperature Rating) استاندارد مربوط به هر قطعه داده شده باشد.

(۳) همه اجزای لوله‌کشی که قطر نامی (DN) برابر و فشار نامی (PN) برابر دارند باید اندازه‌های قابل جفت شدن یکسان در اتصال داشته باشند. در استاندارد EN جدول طبقه‌بندی فشارهای نامی به شرح زیر می‌باشد.

PN 2.5	PN 6	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	PN 63	PN 100
--------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

## ۲-۱-۲-۴ حداکثر فشار کار مجاز (Maximum Allowable Working Pressure) در استاندارد ISO

حداکثر فشار کار مجاز هر یک از اجزای لوله‌کشی به نوع مصالح، طراحی این اجزا و دمای کار بستگی دارد و در هر مورد باید جدول‌های طبقه‌بندی فشار/ دما، (pressure/temperature rating) در استاندارد مربوط انتخاب شود.

**توضیح:** جهت یادگیری بیشتر یک نمونه جدول در ذیل آمده است که اهمیت آزمونی ندارد. برای مثال نشان می‌دهد که در دمای ۲۹- تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد و کلاس ۶۰۰، فشار کاری ۱۰۲/۱ بار می‌باشد.

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A105 (1)	A216 Gr. WCB (1)	A515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A350 Gr. LF2 (1)	...	A516 Gr. 70 (1), (2)
C-Mn-Si-V	A350 Gr. LF6 Cl 1 (3)	...	A537 Cl. 1 (4)
3/4Ni	A350 Gr. LF3	...	...

  

Working Pressure by Classes, bar							
Temp., °C	Class						
	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0

## ۲-۱-۲-۵ فشار کار مجاز (Allowable Pressure) در استاندارد EN

در استاندارد EN 764:1994 برای فشار کار مجاز اجزای لوله‌کشی داریم: حد بالای فشار کار و حد بالای دمای کار، در یک سیستم لوله‌کشی، که به منظور ایمنی مشخص می‌شود. لزوماً این دو عدد بر هم منطبق نیستند.

بر حسب شرایط کار سیستم لوله‌کشی، ممکن است یک یا چند حالت فشار/دمای مجاز مشخص شود که شامل شرایط عادی و شرایط استثنایی کار سیستم باشد.

### نکته

در این تعریف حداکثر فشار کار یک سیستم لوله‌کشی، در دمای کار، مورد نظر است، که اجزای لوله‌کشی برای کار در آن سیستم باید انتخاب شود.

## ۲-۱-۲-۶ حداکثر فشار کار مجاز در کتاب "Terminology" از انتشارات "ASHRAE"

"حداکثر فشار کار مجاز یک سیستم کامل، فشاری است که با فشارسنج (Gage Pressure) اندازه‌گیری می‌شود و برابر فشار تنظیم شیر اطمینانی است که سیستم را حمایت می‌کند."

### نکته

حداکثر فشار کار مجاز یک سیستم لوله‌کشی، با فشار طراحی (Design Pressure) یکی است.

### نکته

هنگام انتخاب مصالح باید مراقبت به عمل آید که حداکثر فشار مجاز این اجزا و قطعات لوله‌کشی (طبق استاندارد ساخت آنها)، از حداکثر فشار کار مجاز سیستم (که در لوله‌کشی معینی طراحی شده است) کمتر نباشد.

## «نکات مهم از کتاب مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان»

حداکثر فشار مجاز، فشاری است که شیر اطمینان مربوط بر آن اساس تنظیم می‌شود.

طراحی یک سیستم بر اساس حداکثر دمای مجاز کار (دمای کار طراحی) و حداکثر فشار کار مجاز یک دستگاه یا سیستم (فشار کار طراحی) انجام می‌گیرد.

## ۲-۱-۲-۸ آزمایش فشار سیستم، پیش از نصب

فشار آزمایش پیش از نصب فشاری است که در کارخانه ساخته شده، به منظور آزمایش هر یک از اجزای لوله‌کشی، شامل لوله، فیتینگ، فلنج، شیر و غیره، طبق ضوابط استاندارد مربوطه به آن انجام می‌گیرد. آزمایش اجزای لوله‌کشی فلزی در کارخانه با آب (hydrostatic test) صورت می‌گیرد.

در استانداردهای اروپایی آزمایش فشار با آب در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) صورت می‌گیرد. در استانداردهای آمریکایی آزمایش فشار با آب در دمای اتاق (۱۰۰ درجه فارنهایت = ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد) صورت می‌گیرد.

## ۲-۱-۲-۹ آزمایش فشار سیستم، پس از نصب

آزمایش فشار پس از نصب در کارگاه، با آب و در دمای اتاق انجام می‌گیرد و فشار آن فشاری است که در کارگاه، پس از نصب، به یک سیستم لوله‌کشی اعمال می‌شود.

در استانداردهای اروپایی و آمریکایی فشار آزمایش پس از نصب یک سیستم لوله‌کشی باید دست‌کم ۱/۵ برابر حداکثر فشار طراحی سیستم باشد.

## ۲-۱-۲-۴ انتخاب مصالح

۲-۱-۲-۴ در استانداردهای اروپایی مانند BS و DIN و EN و غیره طبقه‌بندی اجزای لوله‌کشی (مانند لوله، فیتینگ، فلنج، شیر، لوازم ویژه و غیره) بر اساس فشار نامی (PN) صورت می‌گیرد.

حداکثر فشار کار مجاز هر یک از اجزای لوله‌کشی فلزی، وقتی در سیستمی قرار می‌گیرند که دمای بالاتری دارد، به نسبتی کاهش می‌یابد، حداکثر فشار کار مجاز هر یک از اجزای لوله‌کشی در دماهای بالاتر در هر یک از استانداردهای اروپایی مشخص شده است.

۲-۱-۲-۴ در استاندارد آمریکایی مانند ANSI طبقه‌بندی اجزای لوله‌کشی بر اساس کلاس فشار (pressure class) صورت می‌گیرد. طبقه‌بندی کلاس فشار از نظر جنس به ترتیب زیر است:

جدول طبقه‌بندی کلاس فشار از نظر جنس

۸۰۰-۲۵۰-۱۲۵-۲۵	مصالح چدنی
۲۵۰۰-۱۵۰۰-۹۰۰-۶۰۰-۴۰۰-۳۰۰-۱۵۰	مصالح فولادی
۳۰۰-۱۵۰	چدنی چکش‌خوار (malleable iron)
۲۰۰-۱۲۵	برنز ریختگی

الف) کلاس فشار در استانداردهای آمریکایی همه جا به معنی فشار بخار اشباع نیست، هر چند در جزوه‌های استاندارد ANSI برای برخی مصالح کلاس فشار دقیقاً با فشار بخار اشباع مطابقت دارد. در بیشتر موارد در جدول‌ها حداکثر فشار کار مجاز مصالح از کلاس فشار داده شده بیشتر است. واحد فشار در این استاندارد پوند بر اینچ مربع (PSI) است.

ب) در استانداردهای آمریکایی حداکثر فشار کار مجاز هر یک از اجزای لوله‌کشی فلزی در دماهای متفاوت داده شده است، با افزایش دما فشار کار مجاز کاهش می‌یابد. فشار کار مجاز، علاوه بر دما، تابع جنس، مشخصات، روش‌های ساخت و آزمایش نیز می‌باشد و برای هر یک از اجزای لوله‌کشی در جزوه‌های استاندارد مربوط جدول شده است. این جدول بنام (Pressure-temperature Rating) نامیده می‌شود.

## ۲-۱-۲-۵ طبقه‌بندی سیستم‌ها

### ۲-۱-۲-۵-۱ طبقه‌بندی سیستم‌ها

طبقه‌بندی سیستم‌های تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، که در داخل و یا در محوطه یک یا چند ساختمان طرح و نصب می‌شوند، بصورت زیر می‌باشد:

❖ تاسیسات گرمایی، آب گرم‌کننده

❖ تاسیسات گرمایی، با بخار (اشباع)

❖ تاسیسات سرمایی، با آب سردکننده

❖ تاسیسات مشترک برای آب گرم‌کننده و آب سردکننده

منظور از این طبقه‌بندی بطور عمده انتخاب مصالح برای هر طرح مشخص با توجه به نوع سیستم و شرایط کار آن (فشار کار و دمای کار) می‌باشد. جدول زیر طبقه‌بندی سیستم‌ها از کتاب "ASHRAE" جلد "system and equipment" آورده شده است.

لازم به ذکر است این جدول برای تعیین کمینه ضخامت عایق لوله در صفحه ۱۳۲ مبحث ۱۴ ویرایش ۱۳۹۶ آمده است.

جدول طبقه‌بندی جامع سیستم‌ها

نوع سیستم	شرایط سیستم	حداکثر دمای کار		حداکثر فشار کار		
		درجه سانتی‌گراد	درجه فارنهایت	بار	کیلوپاسکال	پوند بر اینچ مربع
تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده	دمای پایین	۱۲۰	۲۵۰	۱۱	۱۱۰۰	۱۶۰
	دمای متوسط	۱۷۵	۳۵۰	۱۰/۳	۱۰۳۰	۱۵۰
	دمای بالا	۲۳۰	۴۵۰	۲۱	۲۱۰۰	۳۰۰
تاسیسات گرمایی با بخار (اشباع)	فشار پایین	تا ۱۲۰	تا ۲۵۰	تا ۱	تا ۱۰۰	تا ۱۵
	فشار بالا	بیش از ۱۲۰	بیش از ۲۵۰	بیش از ۱	بیش از ۱۰۰	بیش از ۱۵
تاسیسات سرمایی با آب سردکننده	۴/۴ تا ۱۲/۸	۴۰ تا ۵۵	۸	۸۰۰	۱۲۰	

### ۲-۱-۵-۲ تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده

تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده شامل دیگ تولیدکننده آب گرم، پمپ‌های گردش آب، لوله‌کشی (لوله، فیتینگ، فلنج، شیر) لوازم ویژه تاسیسات گرمایی، مبدل‌های گرمایی، واحدهای مصرف‌کننده انرژی گرمایی (رادیاتور، کنوکتور، یونیت هیتر، فن‌کوئل، دستگاه هوارسان و مانند این‌ها) و لوازم ویژه ایمنی و کنترل می‌باشد.

جدول شماره (۲-۱-۵-۲) (ب) طبقه‌بندی تاسیسات با آب گرم‌کننده

نوع سیستم	شرایط سیستم	حداکثر دمای کار		حداکثر فشار کار (فشار نسبی)		
		درجه سانتی‌گراد	درجه فارنهایت	بار	کیلوپاسکال	پوند بر اینچ مربع
تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده	دمای پایین	۱۲۰	۲۵۰	۱۱	۱۱۰۰	۱۶۰
	دمای متوسط	۱۷۵	۳۵۰	۱۰/۳	۱۰۳۰	۱۵۰
	دمای بالا	۲۳۰	۴۵۰	۲۱	۲۱۰۰	۳۰۰

در جدول فوق مبنای طبقه‌بندی دمای سیستم است. اگر در سیستم معینی دما پایین (حداکثر ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد)، دما متوسط (بین ۱۲۰ تا ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد) و دما بالا (بالتر از ۱۷۵ و کمتر از ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد) باشد حداکثر فشار کار آن طبق جدول فوق مشخص شده است و همه مصالح آن سیستم باید برای این شرایط انتخاب شود. اگر شرایط کار سیستم پایین‌تر از ارقام جدول باشد مصالح آن باید با توجه به شرایط کار آن سیستم مشخص و از جدول‌های فشار/دمای کار استاندارد مورد نظر انتخاب شود.

### ۲-۱-۵-۳ تاسیسات گرمایی با بخار (اشباع)

تاسیسات گرمایی با بخار شامل دیگ تولیدکننده بخار، لوله‌کشی توزیع بخار، لوله‌کشی برگشت بخار یا بخار تقطیر شده (condensate return)، لوازم ویژه بخار رسانی، سیستم تغذیه دیگ بخار، مبدل گرمایی بخار به آب، واحدهای مصرف‌کننده انرژی گرمایی به صورت بخار و لوازم ویژه ایمنی و کنترل می‌باشد.

جدول شماره (۲-۱-۵-۳) (پ) طبقه‌بندی تاسیسات گرمایی با بخار (اشباع)

نوع سیستم	شرایط سیستم	حداکثر دمای کار		حداکثر فشار کار		
		درجه سانتی‌گراد	درجه فارنهایت	بار	کیلوپاسکال	پوند بر اینچ مربع
تاسیسات گرمایی با بخار (اشباع)	فشار پایین	تا ۱۲۰	تا ۲۵۰	تا ۱	تا ۱۰۰	تا ۱۵
	فشار بالا	بیش از ۱۲۰	بیش از ۲۵۰	بیش از ۱	بیش از ۱۰۰	بیش از ۱۵

**توضیح:** در صفحه ۱۴ کتاب مبحث ۱۴ ویرایش ۱۳۹۶ برای دیگ طبقه‌بندی بیان شده است. در این طبقه‌بندی دیگ‌ها به دو دسته دیگ آب گرم و دیگ بخار تقسیم شده و هر یک دارای گروه کم فشار و پر فشار می‌باشند که اعداد ذکر شده در مبحث ۱۴ ملاک طبقه‌بندی دیگ‌ها قرار می‌گیرد.

### ۲-۱-۵-۴ تاسیسات سرمایی با آب سردکننده

تاسیسات سرمایی با آب سردکننده شامل دستگاه تولیدکننده آب سرد (chilled water)، برج خنک‌کننده (cooling tower) پمپ‌های گردش آب، لوله‌کشی (لوله، فیتینگ، فلنج، شیر، لوازم ویژه تاسیسات سرمایی واحدهای مصرف‌کننده انرژی سرمایی

(فن کویل، دستگاه‌های هوارسان و مانند این‌ها) و لوازم ایمنی و کنترل می‌باشد.

#### جدول تاسیسات سرمایی با آب سردکننده

نوع سیستم	شرایط سیستم	حداکثر دمای کار		حداکثر فشار کار	
		درجه سانتی‌گراد	درجه فارنهایت	بار	کیلوپاسکال
تاسیسات سرمایی با آب سردکننده		۱۲/۸ تا ۴/۴	۵۵ تا ۴۰	۸	۸۰۰
					پوند بر اینچ مربع ۱۲۰

جدول فوق نشان می‌دهد که مصالح همه سیستم‌های تاسیساتی با آب سردکننده باید دست کم برای حداکثر فشار مجاز ۸ بار انتخاب شوند. در استانداردهای اروپایی حداکثر فشار کار مجاز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (و کمتر از آن) برابر فشار نامی هر یک از مصالح و اجزای سیستم است و طبقه‌بندی فشارهای نامی پس از ۶ بار به ۱۰ بار می‌رسد، بنابراین اجزای تاسیسات سرمایی با آب سردکننده می‌تواند همه جا برای فشار نامی ۱۰ بار انتخاب شود. در صورتی که فشار کار سیستم مشخصی کمتر و یا بیشتر از ۱۰ بار باشد، مصالح آن می‌بایست با استفاده از جدول‌های استاندارد مورد نظر انتخاب شود.

ت) در تاسیسات سرمایی با آب سردکننده در صورتی که کندانسور دستگاه تولیدکننده آب سرد مرکزی از نوع آبی باشد و با استفاده از برج خنک‌کننده خنک شود، سیستم لوله‌کشی آب خنک‌کننده شامل پمپ، لوله‌کشی، کندانسور آبی و مانند این‌ها طرح می‌شود. دمای کار سیستم حداکثر ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۱۰۴ درجه فارنهایت) می‌باشد. اجزاء و مصالح این سیستم می‌تواند مانند سیستم آب گرم‌کننده با دمای پایین طبق جداول مربوطه انتخاب شود.

#### ۲-۱-۵- تاسیسات مشترک برای آب گرم‌کننده و آب سردکننده

در این تاسیسات پمپ‌های گردش آب، لوله‌کشی (لوله فیتینگ، فلنج، شیر و مانند این‌ها)، برخی واحدهای مصرف‌کننده انرژی (فن کویل، دستگاه‌های هوارسان و مانند این‌ها) ممکن است به طور مشترک برای سیستم گرمایی (در فصل سرد) و برای سیستم سرمایی (در فصل گرم) بکار روند.

حدود شرایط کار این سیستم، زمانی که به عنوان تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده کار می‌کند؛ طبق جدول طبقه‌بندی آب گرم‌کننده شرایط آب گرم‌کننده با دمای پایین است و هنگامی که به عنوان تاسیسات سرمایی با آب سردکننده کار می‌کند طبق جدول طبقه‌بندی آب سردکننده می‌باشد.

#### نکته

اجزای مشترک این سیستم‌ها باید برای شرایط تاسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده که دمای کار بالاتری دارد انتخاب شود، فشار کار در هر حال یکی است.

اندازه (size) اجزای مشترک این سیستم باید برای شرایط تاسیسات سرمایی با آب سردکننده که اختلاف دمای کمتری دارد انتخاب شود.

#### ۲-۲-۱ نکات عمومی، انتخاب و کاربرد اجزای لوله‌کشی

#### ۲-۲-۱-۳ تعاریف

تعریف واژه‌ها و عبارتهای فنی رایج، که در سایر کتب فنی وجود دارد، در این قسمت تکرار نمی‌شود.

#### الف) اتصال (joint)

منظور از اتصال (joint) چگونگی متصل کردن اجزای لوله‌کشی (شامل فیتینگ، فلنج، شیر، قطعات انبساط، صافی، لوازم ویژه، شیر و قطعاتی که در معرض فشار داخلی است) به یکدیگر است.

انواع اتصال مورد استفاده در این قسمت، طبق جدول زیر عبارت است از:

#### جدول انواع اتصال در لوله‌کشی فلزی و ترموپلاستیک

اتصال در لوله‌کشی ترموپلاستیک	اتصال در لوله‌کشی فلزی
اتصال جوشی	اتصال جوشی
اتصال چسبی	اتصال دنده‌ای
اتصال مکانیکی (از جمله اتصال دنده‌ای)	اتصال فلنجی
	اتصال نقره (زرد) جوش (braze welding)
	اتصال فیتینگ فشاری (compression fitting)
	اتصال لحیمی نرم (soldering)، یا سخت (brazing)