فصل سیزدهم
در یک نگاه

- گاز رسانی
  - پالایش گاز
    - شیرین کردن
    - نم زدایی
  - انتقال گاز
  - انشعاب گاز
    - رگولاتور گاز
    - عمل‌کردن رگولاتور گاز
  - کنتور گاز
    - نصب کنتور
  - محاسبه لوله‌کشی گاز
    - برآورد مصرف گاز
    - طول دورترین مسیر
    - تعیین قطر لوله‌ی گاز
  - مواد و مصالح مصرفی
    - لوله‌های فولادی
    - لوله‌های مسی
    - ظرفیت حرارتی
    - لوله‌های قابل انعطاف
    - فیتینگ‌های فولادی
    - مواد آب‌بندی
    - مواد عایق‌کاری
    - شیرها
    - نقاط مصرف(سرهای انتهایی)

گـازرسـانی

گاز شهری را گاز طبیعی (N.G) نیز می‌نامند.
درصد عمده‌ی این گاز از متان (CH_4) تشکیل شده است.
درصد کمی اتان (C_2H_6) و پروپان (C_3H_8) نیز همراه گاز طبیعی وجود دارد.

گاز از دو نوع چاه استخراج می‌شود

۱- چاه‌های نفت

۲- چاه‌های گاز

در هنگام استخراج گاز طبیعی از هر دو نوع چاه مقدار ناخالصی همراه گاز می‌باشد که در پالایشگاه گاز طبیعی این مواد را از گاز طبیعی جدا می‌کنند.

هدف اصلی از پالایش گاز طبیعی جذب و جدا کردن هیدروژن سولفوره (H_2S) و بخار آب (H_2O) همراه گاز می‌باشد.

هیدروژن سولفوره همراه گاز خاصیت اسیدی به گاز طبیعی داده و باعث ایجاد خوردگی در لوله‌ها و سایر تجهیزات گازرسانی می شود.

گاز طبیعی دارای هیدروژن سولفوره را گاز ترش می‌نامند.

جذب هیدروژن سولفوره از گاز طبیعی توسط ماده‌ی آمین انجام می‌شود. این کار در واحد شیرین‌سازی گاز و در برج‌های جذب کننده انجام می‌شود.

گاز بدون هیدروژن سولفوره (H_2S) را گاز شیرین می‌نامند.

بخار آب (H_2O) همراه آب علاوه بر ایجاد خوردگی باعث قطع موقت جریان گاز به علت یخ زدن آب در داخل رگولاتور گاز می‌شود.

بخار آب همراه با گاز طبیعی دبی حجمی گاز را کم می‌کند و چون بخار آب سوختنی نیست در نتیجه ارزش گرمایی گاز کاهش می‌یابد.

یادآوری: مقدار گرمایی که در اثر سوختن و احتراق یک متر مکعب تولید می‌شود را ارزش گرمایی گاز می‌نامند.

بخار آب همراه با گاز طبیعی در پالایشگاه گاز و در داخل برج‌های دارای نمک جاذب رطوبت از گاز جدا می‌شود. یک نوع از نمک‌های جاذب رطوبت (رطوبت‌گیر) سیلی کاجل (سیلی کاژل) می‌باشد.

روش دیگر جذب بخار آب همراه گاز توسط اتیلن گلیکول در واحدهای نم‌زدایی پالایشگاه است.

گاز طبیعی شیرین و خشک خروجی از پالایشگاه توسط خط لوله فشار قوی به طرف شهرهای مصرف کننده گاز انتقال می‌یابد.

فشار گاز در این خط لوله در حدود ۷۰ بار (۱۰۰۰psi) است.

هر بار (bar) در حدود ۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع (psi) می‌باشد.

با توجه به طول زیاد خطوط انتقال گاز فشار قوی و در اثر افت فشار مسیر، فشار کاهش می‌یابد که برای جبران افت فشار و تأمین فشار مورد نیاز در مسیر خط لوله ایستگاه‌های ازدیاد فشار ایجاد می‌کنند.

در ایستگاه‌های (تلمبه خانه) ازدیاد فشار چند کمپرسور وظیفه‌ی تأمین فشار را انجام می‌دهند.

به منظور قطع جریان گاز در مواقع اضطراری در فاصله‌های ۲۰ کیلومتری خط انتقال گاز شیرهای قطع کننده نصب می‌شوند.

برای کنترل، آزمایش و نظافت درون خط لوله انتقال گاز از وسیله‌ای به نام توپی (pik) استفاده می‌شود. در طول مسیر خط لوله‌ی انتقال گاز ایستگاه‌های ارسال و دریافت توپی وجود دارد. حرکت توپی در داخل لوله توسط فشار گازِ پشت توپی صورت می‌گیرد. با حرکت توپی نظافت کننده جرم‌های موجود در جلوی توپی جمع‌آوری و در ایستگاه دریافت توپی می‌توان آن‌ها را تخلیه نمود.

انشعاب لوله‌ی گاز هر شهر که از خط لوله‌ی اصلی

گاز گرفته می‌شود باید وارد ایستگاه تقلیل فشار دروازه‌ی شهر (C.G.S) شود.

در ایستگاه‌های تقلیل فشار دروازه‌ی شهر فشار ۷۰ بار (۱۰۰۰psi) ورودی به ۱۷ بار (۲۵۰psi) کاهش می‌یابد. گاز خروجی از این ایستگاه به وسیله‌ی خطوط فشار متوسط به طرف شبکه‌ی لوله‌کشی شهر جریان می‌یابد و به ایستگاه‌های تقلیل فشار مرز شهر می‌رسد.

در ایستگاه تقلیل فشار مرز شهر (T.B.S) فشار از ۱۷ بار (۲۵۰psi) به ۴ بار (۶۰psi) کاهش می‌یابد.

گاز خروجی (T.B.S) وارد خطوط لوله‌ی گاز در خیابان‌ها و کوچه‌های شهر می‌شود.

فشار گاز درون لوله‌ی انشعاب (علمک) ساختمان‌ها ۴ بار یا ۶۰ psi می‌باشد.

علمک گاز که بر روی دیوار هر ساختمان در داخل کوچه یا خیابان نصب می‌شود، لوله‌ی انشعاب گاز آن ساختمان می‌باشد که در ادامه‌ی لوله‌ی انشعاب توکار (دفنی) گاز قرار گرفته است.

ابتدای لوله‌ی انشعاب گاز هر ساختمان به وسیله‌ی سه‌راهه مولر یا تی‌سرویس به لوله‌ی گاز زیرزمین در کوچه یا خیابان متصل می‌شود و گاز با عبور از این لوله وارد علمک می‌شود.

سه‌راهه مولر یا تی سرویس این امکان را مهیا می‌کند تا از لوله‌ی داخل کوچه یا خیابان که دارای گاز است یک انشعاب گرفته شود. فشار گاز در این لوله ۴bar (۶۰psi) می‌باشد.

بر روی علمک گاز یک شیر سماوری نصب می‌شود. این شیر ضامن‌دار (قفلی) در ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متری از کف قرار می‌گیرد.

این شیر همانند علمک توسط شرکت ملی‌گاز نصب شده و باز و بسته کردن آن باید توسط تکنسین‌های شرکت گاز انجام شود و ساکنین ساختمان و تعمیرکاران و پیمانکاران مجاز به استفاده از شیر نمی‌باشند.

لوله‌ی عمودی روکار انشعاب (علمک) گاز برای حفاظت در برابر صدمه‌های فیزیکی در داخل غلافی قرار می‌گیرد.

این غلاف یک لوله‌ی فولادی گالوانیزه است که ۲۵-۲۰ سانتی‌متر آن به صورت عمودی در زیرزمین و در حدود ۱۴۰سانتی‌متر آن روکار است. این غلاف توسط بست به دیوار محکم می‌شود.

پس از لوله‌کشی گاز ساختمان، شرکت ملی گاز یک رگولاتور بین شیر قفلی علمک و ابتدای لوله‌کشی ساختمان نصب می‌کند.

ارتفاع رگولاتور از کف در حدود ۱۷۰ سانتی‌متر است.

رگولاتور فشار گاز ورودی را کاهش می‌دهد و فشار گاز خروجی را به میزان تنظیم شده ثابت نگه می‌دارد.

فشار گاز ورودی به رگولاتور ۴bar است که با عبور از شیر محدود کننده داخل رگولاتور فشار گاز به ۱۷/۸ میلی‌بار تقلیل می‌یابد ۱۷/۸ میلی‌بار در حدود $\frac{۱}{۴}$ psi می‌باشد، یعنی رگولاتور مربوط به انشعاب خانگی و یا تجاری فشار را از ۶۰ psi به $\frac{۱}{۴}$ psi کاهش می‌دهد.

قسمت‌های اصلی رگولاتور گاز

۱- دیافراگم برای اندازه‌گیری فشار

۲- شیر برای محدود کردن جریان

۳- فنر برای بارگذاری

گاز خروجی از رگولاتور وارد لوله‌ی گاز ساختمان می‌شود و برای اندازه‌گیری گاز مصرف شده باید گاز از کنتور گاز عبور کند.

کنتور گاز ساختمان‌های مسکونی معمولاً از نوع دیافراگمی می‌باشد که یک کنتور حجمی است.

ظرفیت کنتورهای گاز ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۵، ۴۰، ۶۵ و ۱۰۰ متر مکعبی است.

کنتور گاز باید در داخل محدوده‌ی مِلک مشترک و نزدیکترین نقطه به در ورودی ساختمان یا واحد مسکونی قرار گیرد.

ارتفاع کنتور از کف در حدود ۱۵۰ سانتی‌متر است. در این ارتفاع قرائت کنتور و دسترسی به کنتور برای تعمیرات به راحتی امکان‌پذیر است.

کنتور گاز در محلی باید نصب شود که هوا در آن‌جا جریان داشته باشد.

نصب کنتور در محل‌های بدون هواکش مانند داخل قفسه‌ها، توالت، حمام و اتاق خواب مجاز نیست.

فاصله‌ی کنتور از منابع تولید اشتعال مانند آب‌گرم‌کن حداقل یک متر است.

حداقل فاصله‌ی کنتور از سیم‌های برق روکار ۱۰ سانتی‌متر است.

حداقل فاصله‌ی کنتور گاز از کنتور برق ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد.

در زمان لوله‌کشی گاز در محلی که قرار است کنتور نصب شود باید لوله‌ای همراه با مهره ماسوره به عنوان لوله جانشین کنتور نصب شود.

پس از اتمام لوله‌کشی و تأیید شبکه لوله‌کشی گاز توسط شرکت ملی گاز رگولاتور گاز و کنتور گاز را نصب می‌کنند.

برای نصب کنتور لوله‌ی جانشین کنتور باز شده و لوله‌های ورودی و خروجی به کنتور متصل می شود.

تذکر: لوله‌ی گاز ورودی به کنتور از سمت چپ به کنتور متصل می‌شود و به اتصال سمت راست کنتور لوله‌ی خروجی گاز به طرف ساختمان متصل می‌گردد.

ارتفاع لوله جانشین کنتور تا کف باید ۱۸۰cm باشد و در صورت عدم امکان، افزایش ارتفاع تا ۲۲۰ سانتی متر بلا مانع است.

کنتور گاز هر ساختمان با توجه به میزان کل گاز مصرفی انتخاب می‌شود.

مقررات مربوط به لوله‌کشی گاز در مبحث هفدهم مقررات ملی ساختمان ارائه شده است.

هر دستگاه گازسوز استاندارد دارای مشخصات فنی می‌باشد که بر روی پلاک نصب شده بر روی دستگاه نوشته شده است.

ظرفیت گرمایی دستگاه گاز سوز و میزان مصرف گاز از جمله مشخصات فنی دستگاه است.

یادآوری: برای محاسبه میزان مصرف گاز هر دستگاه از رابطه‌ی مقابل استفاده می‌کنیم.

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

یعنی اگر ظرفیت حرارتی (H) دستگاه را بر ارزش حرارتی گاز (A) تقسیم کنیم میزان مصرف گاز (G) به دست می‌آید.

در صورتی که دستگاه گازسوز فاقد مشخصات فنی باشد برای تعیین میزان مصرف گاز از جدول ۱-۱۳ کتاب اصلی استفاده می‌کنیم که مقدار تقریبی مصرف گاز هر وسیله را برحسب متر مکعب در ساعت نشان می‌دهد.

یکی از دلایل استفاده از این جدول در ساختمان‌های در حال ساخت و لوله‌کشی می‌باشد که دستگاه‌های گازسوز موجود نمی‌باشند که مشخصات فنی آن‌ها قابل برداشت باشد.

تذکر: برای محاسبه‌ی قطر لوله‌های گاز مقدار مصرف گاز دستگاه‌های گازسوز را از جدول ۱-۱۳ کتاب اصلی برداشت می‌کنیم.

تمرین: مقدار مصرف گاز بخاری گازسوز خانگی چند مترمکعب بر ساعت است؟

راه حل:

با مراجعه به جدول ۱-۱۳ در ردیف هشتم بخاری گازی خانگی وجود دارد که مقدار مصرف آن $۰/۶\frac{m^۳}{hr}$است. این عدد مقدار مصرف تقریبی بخاری‌های گازسوز می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید بخاری‌های گازی با ظرفیت‌های گرمایی مختلف در بازار وجود دارد که مصرف گاز آن‌ها نیز با هم متفاوت است.

تمرین: ظرفیت گرمایی بخاری گازی تمرین قبل را برحسب $\frac{Kcal}{hr}$ محاسبه کنید. (ارزش حرارتی گاز طبیعی را $۹۰۰۰\frac{Kcal}{m^۳}$ در نظر بگیرید).

راه حل:

$$G=\frac{H}{A} \qquad A=۹۰۰۰\frac{Kcal}{m} \qquad G=۰/۶\frac{m}{hr}$$

$$۰/۶\frac{m^۳}{hr}=\frac{H}{۹۰۰۰\frac{Kcal}{m^۳}} \qquad H=۰/۶\frac{\cancel{m^۳}}{hr}\times ۹۰۰۰\frac{Kcal}{\cancel{m^۳}}$$

$$H=۵۴۰۰\frac{Kcal}{hr}$$

پس بخاری گازی با مصرف $۰/۶\frac{m^۳}{hr}$دارای قدرت گرمایی $۵۴۰۰\frac{Kcal}{hr}$می‌باشد.

تمرین: در ساختمان مسکونی دو دستگاه بخاری گازسوز یک دستگاه آب گرم‌کن مخزن‌دار، یک دستگاه اجاق گاز خانگی بدون فِر، یک دستگاه چراغ روشنایی نصب شده است. مقدار کل مصرف این ساختمان را محاسبه کنید.

راه حل:

مقدار مصرف گاز هر وسیله گازسوز را از جدول ۱-۱۳ کتاب اصلی به دست می‌آوریم و مقدار مصرف تمامی دستگاه‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

مقدار مصرف آب‌گرم‌کن مخزن‌دار ۰/۸ تا ۱/۱۴ مترمکعب بر ساعت است که در این تمرین مقدار آن را $۱\frac{m^۳}{hr}$ در نظر می‌گیریم.

تذکر: علت این‌که مصرف دارای یک دامنه می‌باشد تفاوت در حجم آب داخل مخزن آب‌گرم‌کن‌ها است. گنجایش مخزن این آب‌گرم‌کن‌ها معمولاً ۳۰، ۴۰، ۵۰ و یا ۶۰ گالن می‌باشد. در نتیجه آب‌گرم‌کن با گنجایش بیشتر نیاز به گرمای بیشتر برای گرم کردن آب دارد و گرمای بیشتر معادل مصرف گاز بیشتر است.

بخاری $G=۰/۶\frac{m^۳}{hr}$

آب‌گرم‌کن، مخزن‌دار $G=۱\frac{m^۳}{hr}$

اجاق گاز خانگی بدون فِر $G=۰/۵\frac{m^۳}{hr}$

چراغ روشنایی $G=۰/۱\frac{m^۳}{hr}$

کل مصرف گاز $G_t=۰/۶+۱+۰/۵+۰/۱=۲/۲\frac{m^۳}{hr}$

تمرین: دستگاه‌های گازسوز نصب شده در هر واحد یک ساختمان مسکونی ۴ واحدی عبارت است از:

۱- اجاق گاز خانگی فِردار بزرگ یک دستگاه

۲- پکیج گازی یک دستگاه

۳- چراغ روشنایی یک دستگاه

مطلوب است کل مصرف گاز این ساختمان برحسب $\frac{m^3}{hr}$ (زیربنای هر واحد ۱۲۰ مترمربع است).

مقدار مصرف اجاق گاز فِردار بزرگ $۱/۵\frac{m^3}{hr}$ و چراغ روشنایی $۰/۱\frac{m^3}{hr}$ می‌باشد مصرف گاز پکیج از ۲/۵ تا ۵ متر مکعب در ساعت می‌باشد که در زیرنویس جدول مصرف گاز پکیج‌ها بر اساس زیربنای ساختمان نوشته شده است. زیربنای این ساختمان ۱۲۰ متر مربع است پس میزان تقریبی مصرف گاز آن $۳/۵\frac{m^3}{hr}$ است.

ردیف	نوع دستگاه گازسوز	تعداد	مصرف هر وسیله $\frac{m^3}{hr}$	مصرف کل $\frac{m^3}{hr}$
۱	اجاق گاز خانگی با فر بزرگ	۴	۱/۵	۶
۲	پکیج گازی	۴	۳/۵	۱۴
۳	چراغ روشنایی	۴	۰/۱	۰/۴
جمع کل مصرف گاز ساختمان برحسب $\frac{m^3}{hr}$				۲۰/۴

مقدار مصرف گاز برای گرم کردن آب استخرها را به ازای هر مترمکعب آب یک متر مکعب در ساعت در نظر می‌گیرند.

یادآوری: همان‌طور که می‌دانید برای گرم کردن آب استخرها از مبدل گرمایی استفاده می‌شود. در مبدل گرمایی آب گرم سیستم گرمایش در جریان است و باعث می‌شود آب استخر که درون کویل مبدل جریان دارد، گرم شود. آب گرم سیستم گرمایش در دیگ گرم می‌شود و گرمای حاصل از احتراق گاز در اتاقک احتراق دیگ باعث گرم شدن آب می‌گردد.

پس مقدار گاز مورد نیاز برای گرم شدن آب استخرها همان مصرف گاز مشعل دیگی است که آب گرم مبدل گرمایی را تأمین می‌کند.

تمرین: میزان گاز مصرفی برای گرم کردن آب استخری به طول ۱۲m و عرض ۵m و ارتفاع متوسط ۲m را محاسبه کنید.

راه حل:

برای محاسبه مقدار مصرف گاز نیاز به حجم آب استخر داریم.

$V = l \times b \times h \qquad l = ۱۲m$

$= ۵m \qquad h = ۲m$

$V = ۱۲ \times ۵ \times ۲ = ۱۲۰ m^۳$

به ازای هر متر مکعب آب استخر ۱ متر مکعب در ساعت گاز نیاز است پس برای گرم کردن آب این استخر به ۱۲۰ متر مکعب گاز در هر ساعت نیاز می‌باشد.

نکته: همان‌طور که در زیرنویس جدول ۱-۱۳ مشاهده کردید مصرف گاز پکیج‌های گرمایی گازسوز بر اساس زیربنای ساختمان محاسبه می‌شود. برای محاسبه مصرف گاز مشعل سیستم حرارت مرکزی به ازای هر ۱۰۰ متر مربع زیربنای ساختمان که باید گرم شود، ۱/۵ متر مکعب در ساعت گاز در نظر می‌گیریم. البته اگر مشعل انتخاب شده باشد میزان مصرف آن بر روی پلاک مشخصات فنی مشعل نوشته شده است.

تمرین: در ساختمان مسکونی با زیربنای مفید ۴۰۰ متر مربع وسایل گازسوز زیر نصب شده است. کل مصرف گاز این ساختمان را محاسبه کنید.

۱- اجاق گاز خانگی با فِر کوچک یک دستگاه

۲- اجاق گاز خانگی بدون فِر یک دستگاه

۳- بخاری گازی خانگی یک دستگاه

۴- چراغ روشنایی دو دستگاه

۵- پُلوپز خانگی یک دستگاه

۶- مشعل گازی

راه حل:

مقدار مصرف گاز مشعل بر اساس زیربنای مفید ساختمان قابل محاسبه است.

$۱۰۰ \rightarrow G = ۱/۵ \frac{m^۳}{hr}$ متر مربع زیربنا

$G = \frac{۴۰۰}{۱۰۰} \times ۱/۵ = ۴ \times ۱/۵ = ۶ \frac{m^۳}{hr}$ مشعل

ردیف	نوع دستگاه گازسوز	تعداد	مصرف هر وسیله $\frac{m^۳}{hr}$	مصرف کل $\frac{m^۳}{hr}$
۱	اجاق گاز خانگی فردار کوچک	۱	۱/۰۳	۱/۰۳
۲	اجاق گاز خانگی بدون‌فر	۱	۰/۵	۰/۵
۳	بخاری گازی خانگی	۱	۰/۶	۰/۶
۴	چراغ روشنایی	۲	۰/۱	۰/۲
۵	پلوپز خانگی	۱	۱	۱
۶	مشعل گازی	۱	۶	۶
	جمع کل مصرف گاز ساختمان برحسب $\frac{m^۳}{hr}$			۹/۳۳

تمرین: مصرف کل گاز ساختمانی با زیربنای مفید ۳۸۰ متر مربع و مشخصات زیر را محاسبه کنید.

۱- دستگاه‌های گازسوز عبارتند از: اجاق گاز خانگی فِردار بزرگ یک دستگاه، شومینه گازی یک دستگاه، کباب‌پَز و پُلوپز خانگی یک دستگاه، چراغ روشنایی یک دستگاه، مشعل گازی موتورخانه یک دستگاه

۲- ساختمان دارای استخر با حجم آبگیری $۴۰\ m^۳$ و جَکوزی و سونای خشک می‌باشد.

۳- مقدار مصرف دستگاه‌های گازسوز را مقدار حداکثر در نظر بگیرید.(جواب: $۵۴/۳\ \frac{m^۳}{hr}$)

محل انجام محاسبات:

ردیف	نوع دستگاه گازسوز	تعداد	مصرف هر وسیله $\frac{m^۳}{hr}$	مصرف کل $\frac{m^۳}{hr}$
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
			جمع کل مصرف گاز ساختمان برحسب $\frac{m^۳}{hr}$	

تمرین: برای ساختمانی که تاکنون محاسبات گرمایی آن پیشتر انجام داده‌اید میزان مصرف گاز را محاسبه کنید.

تحقیق: مقدار کل مصرف گاز برای ساختمان محل سکونت خود را به دو روش مقابل محاسبه و نتیجه را با هم مقایسه کنید.

۱- مصرف گاز هر وسیله گازسوز را از روی پلاک مشخصات آن یا با استفاده از کاتالوگ یا دفترچه‌ی راهنمای دستگاه به دست آورید.

۲- مصرف گاز هر وسیله گازسوز را از جدول ۱-۱۳کتاب اصلی استخراج نمایید.

همان طور که می‌دانید فشارگاز طبیعی در شبکه خانگی ۱۷/۸ میلی‌بار است، برای تبدیل آن به میلی‌متر ستون آب بدین صورت عمل می‌کنیم:

$۱bar = ۱۰۰۰mbar$ $\quad ۱۷/۸mbar = ?mm.H_۲O$

$۱bar = ۱۰m.H_۲O$ $\quad ۱۷/۸ \div ۱۰۰۰ = ۰/۰۱۷۸bar$

$۰/۰۱۷۸ \times ۱۰ = ۰/۱۷۸m.H_۲O$

$۱m.H_۲O = ۱۰۰۰mm.H_۲O$

$۰/۱۷۸ \times ۱۰۰۰ = ۱۷۸mm.H_۲O$

پس فشار گاز در شبکه‌ی خانگی ۱۷۸ میلی‌متر ستون آب است.

حداکثر افت فشار بین کنتور و وسایل گازسوز در شبکه گازرسانی خانگی ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب است یعنی فشار گاز ۱۷۸ میلی‌متر ستون آب[۱] در کنتور زمانی که به هر وسیله گازسوز می‌رسد حداکثر می‌توان ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب کمتر شود. این کم شدن فشار در اثر اصطکاک بین گاز و جدار لوله‌ها، فیتینگ‌ها و شیرها می‌باشد.

بیشترین افت فشار در شبکه لوله‌کشی گاز یک ساختمان در طول لوله‌کشی دورترین وسیله‌ی گازسوز ایجاد می‌شود.

قطر لوله‌ی گاز با میزان افت فشار رابطه‌ی معکوس دارد یعنی قطر هر قدر بیشتر شود افت فشار کمتر می شود.

حداکثر قطر لوله‌های گاز در شبکه ی خانگی با فشار ۱۷/۸ میلی‌بار ($۱۷۸mm.H_۲O$) برابر ۴ اینچ می‌باشد.

عوامل مؤثر در تعیین قطر لوله‌ی گاز

۱- حداکثر مقدار گاز مصرفی

۲- طول لوله‌کشی در دورترین مسیر از رگولاتور

۳- حداکثر افت فشار مجاز بین کنتور و وسیله‌های گازسوز ساختمان

۴- چگالی گاز

۵- فشار گاز ورودی به شبکه لوله‌کشی

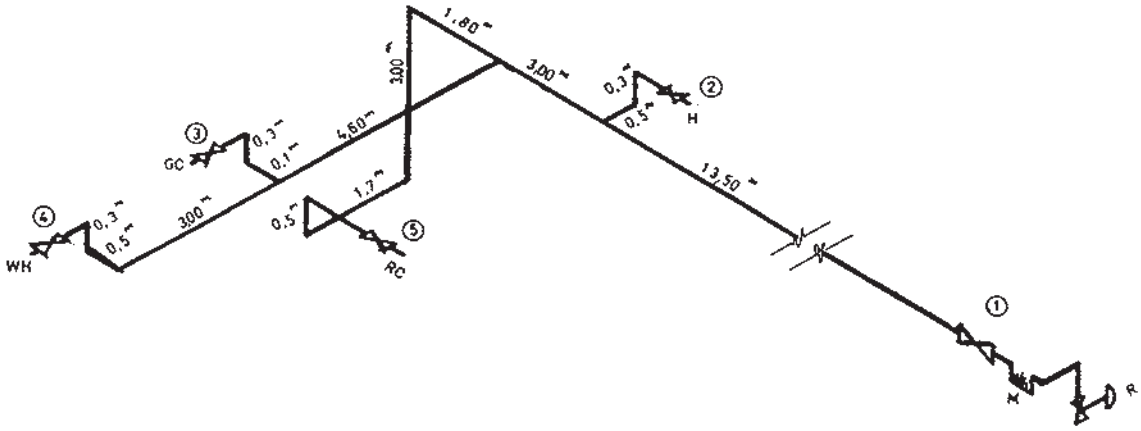
برای تعیین قطر لوله‌ی گاز از جدول ۲-۱۳کتاب اصلی استفاده می‌کنیم. این جدول برای تعیین قطر لوله گاز در شبکه‌ی لوله‌کشی با فشار ۱۷/۸ میلی‌بار ($\frac{۱}{۴}psi$) که گاز دارای چگالی ۰/۶۵ باشد، قابل استفاده می‌باشد، البته حداکثر افت فشار در دورترین مسیر باید ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب باشد.

با توجه به عوامل مؤثر در محاسبه قطر لوله‌ی گاز سه عامل مذکور به عنوان پیش فرض‌های جدول لحاظ شده است و دو عامل مقدار مصرف گاز و طول دورترین مسیر از رگولاتور باقی می‌ماند. با داشتن این دو عامل می‌توانیم از جدول ۲-۱۳کتاب اصلی قطر لوله را بدست آوریم.

(۱) در مبحث هفدهم چاپ جدید فشار گاز طبیعی ۱۷۶ میلی‌متر ستون آب می‌باشد.

تمرین: نقشه لوله‌کشی گاز ساختمانی به روش ایزومتریک در شکل ۱-۱۳ رسم شده است. مطلوب است:

۱- نام‌گذاری دستگاه‌های گازسوز و سایر تجهیزات بر روی نقشه ۲- تعیین طولانی‌ترین مسیر لوله‌کشی از رگولاتور



شکل ۱-۱۳- نقشه ایزومتریک لوله‌کشی گاز ساختمان

راه حل:

شروع لوله‌کشی از جنوبی‌ترین نقطه می‌باشد که در آن قطعه‌ی R نصب شده است. R رگولاتور گاز می‌باشد و بر روی علمک گاز ساختمان نصب می‌شود و ابتدای لوله‌کشی گاز از بالای رگولاتور است.

M کنتور گاز است. طول لوله‌کشی دورترین مسیر را از رگولاتور محاسبه می‌کنیم.

شیر شماره‌ی۱ شیر اصلی گاز ساختمان است که جریان گاز ساختمان توسط آن قطع و وصل می‌شود و در اختیار ساکنین ساختمان می‌باشد.

شیر شماره‌ی۲ مربوط به وسیله گاز H می‌باشد که بخاری گاز است.

شیر مصرف شماره‌ی۳ مربوط به وسیله گازسوز G.C است که اجاق گاز خانگی می‌باشد.

شیر۴ مربوط به WH(آب‌گرم‌کن) است.

شیر مصرف شماره‌ی ۵ مربوط به وسیله‌ی گازسوز RC می‌باشد که پُلوپز خانگی است.

با دقت کردن بر روی نقشه و با توجه به طول لوله‌ها متوجه می‌شویم که دورترین مسیر لوله‌کشی از رگولاتور گاز مربوط به WH (آب‌گرم‌کن) است.

تمرین: طول دورترین مسیر لوله‌کشی شکل ۱-۱۳ را محاسبه کنید.

راه حل:

برای محاسبه طول دورترین مسیر لوله‌کشی که در این ساختمان از رگولاتور تا شیر مصرف آب‌گرم‌کن می‌باشد باید طول تک‌تک لوله‌ها از رگولاتور تا آب‌گرم‌کن را از روی نقشه‌ی ایزومتریک برداشت کرده و با هم جمع می‌کنیم.

طول دورترین مسیر از رگولاتور تا آب‌گرم‌کن =

$+۱۳/۵+۳+۴/۵۰+۳+۰/۵+۰/۳$

$L = ۲۴/۸m$

تمرین: میزان مصرف گاز هر یک از وسیله‌های گازسوز در لوله‌کشی شکل ۱-۱۳ را به دست آورده و مصرف کل گاز این ساختمان را محاسبه کنید. (اجاق گاز خانگی بدون فِر و آب‌گرم‌کن مخزن‌دار بزرگ است)

راه حل:

ردیف	نوع دستگاه گازسوز	تعداد	مصرف هر وسیله $\frac{m^3}{hr}$	مصرف کل $\frac{m^3}{hr}$
۱	بخاری	۱	۰/۶	۰/۶
۲	اجاق گاز خانگی بدون‌فر	۱	۰/۵	۰/۵
۳	آب‌گرم‌کن مخزن‌دار	۱	۱/۱۴	۱/۱۴
۴	پلوپز خانگی	۱	۱	۱
	جمع کل مصرف گاز ساختمان برحسب $\frac{m^3}{hr}$			۳/۲۴

تمرین: قطر لوله‌ی اصلی (از کنتور تا اولین انشعاب) گاز لوله‌کشی شکل ۱-۱۳ را تعیین کنید.

راه حل:

برای تعیین قطر لوله‌ی گاز باید میزان گازی را که از این لوله عبور می‌کند و طول دورترین مسیر لوله‌کشی را داشته باشیم.

در این ساختمان میزان گاز عبوری از لوله اصلی برابر کل گاز مصرفی ساختمان و برابر $۳/۲۴ \frac{m^3}{hr}$ است. طول دورترین مسیر را نیز در تمرین قبل محاسبه کردیم که برابر ۲۴/۸m می‌باشد.

با مراجعه به جدول ۲-۱۳کتاب اصلی در ستون اول (طول لوله بر حسب متر) عدد ۲۴/۸m را باید پیدا کنیم. چون این عدد در جدول وجود ندارد، عدد بزرگ‌تر را در نظر می‌گیریم که ۲۶m می‌باشد.

در ردیفی که عدد ۲۶m قرار گرفته است حداکثر دبی حجمی مربوط به قطرهای مختلف لوله آمده است. یعنی اگر طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۲۶m باشد از لوله‌ی $\frac{۱}{۲}''$ میزان $۱/۴ \frac{m^3}{hr}$ گاز می‌تواند عبور کند و این میزان برای لوله‌ی $\frac{۳}{۴}''$ برابر $۳/۱ \frac{m^3}{hr}$ و برای لوله‌ی "۱ برابر $۵/۸ \frac{m^3}{hr}$ است.

در این ساختمان باید از لوله‌ی اصلی $۳/۲۴ \frac{m^3}{hr}$ گاز عبور کند که این مقدار با انتخاب لوله‌ی "۱ حاصل می‌شود. لوله‌ی $\frac{۳}{۴}''$ قادر به عبور $۳/۱ \frac{m^3}{hr}$ گاز می‌باشد که جوابگوی دبی گاز $۳/۲۴ \frac{m^3}{hr}$ این ساختمان نیست. پس قطر لوله‌ی اصلی این ساختمان "۱ (۲۵mm) است.

تمرین: در تمرین قبل اگر طول دورترین مسیر ۲۲m بود قطر لوله‌ی اصلی گاز چند اینچ می شود؟

راه حل:

در جدول ۲-۱۳ در ستون اول عدد ۲۲m را پیدا می‌کنیم. در ردیف مقابل ۲۲m، می‌بایستی دبی گاز ساختمان که $۳/۲۴\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد را پیدا کنیم. در جدول عدد $۳/۳\frac{m^۳}{hr}$ در مقابل طول ۲۲m و در زیر قطر $\frac{۳}{۴}''$ قرار دارد، یعنی لوله‌ی $\frac{۳}{۴}''$ قادر به عبور $۳/۳\frac{m^۳}{hr}$ گاز از خود می‌باشد. پس دبی $۳/۲۴\frac{m^۳}{hr}$ را نیز می‌تواند از خود عبور دهد. لوله اصلی گاز با دبی $۳/۲۴\frac{m^۳}{hr}$ و طول دورترین مسیر ۲۲m برابر $\frac{۳}{۴}''$ است. یعنی با کم شدن طول مسیر دورترین وسیله از ۲۴/۸m به ۲۲m قطر لوله‌ی اصلی یک سایز کمتر شود.

$$d=\frac{۳}{۴}''=۲۰mm$$

تمرین: در نقشه‌ی شکل ۱-۱۳ اگر طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۸۰ متر باشد قطر لوله اصلی گاز این ساختمان را تعیین کنید.

راه حل:

در ستون اول جدول ۲-۱۳ طول دورترین مسیر یعنی ۸۰ متر را باید پیدا کنید و سپس در ردیف مقابل آن ببینیم کدام لوله می‌تواند دارای دبی $۳/۲۴\frac{m^۳}{hr}$ باشد؟ دبی گاز عبوری از لوله "۱ برابر $۳/۱\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد که جوابگوی مصرف گاز این ساختمان نیست. لوله‌ی با قطر $۱\frac{۱}{۴}''$ می‌تواند تا $۶/۵\frac{m^۳}{hr}$ گاز از خود عبور دهد البته در صورتی که طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۸۰ متر باشد و سایر شرایط مندرج در بالای جدول مهیا باشد.

$$d=۱\frac{۱}{۴}''=۳۲mm$$

تمرین: مصرف کل گاز ساختمانی $۱۴/۵\frac{m^۳}{hr}$ و طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۳۴ متر می‌باشد. قطر لوله‌ی اصلی گاز این ساختمان را محاسبه کنید.

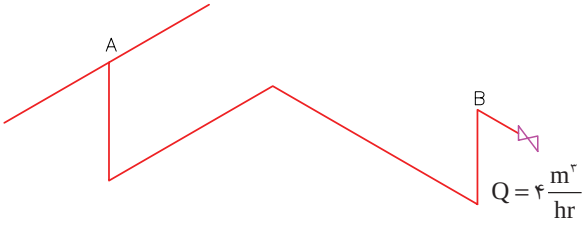
راه حل:

در جدول ۲-۱۳ و در ستون اول طول لوله عدد ۳۴ متر را باید پیدا کنیم چون ۳۴ متر وجود ندارد طول بزرگتر یعنی ۳۵ متر را در نظر می‌گیریم. در ردیف مقابل ۳۵ متر باید ببینیم کدام لوله دارای دبی $۱۴/۵\frac{m^۳}{hr}$ است؟

لوله‌ی $۱\frac{۱}{۲}''$ دارای دبی به میزان حداکثر $۱۵/۳\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد پس برای دبی $۱۴/۵\frac{m^۳}{hr}$ مناسب است.

$$d=۱\frac{۱}{۲}''=۴۰mm$$

تمرین: قطر لوله‌ی AB در شکل زیر را محاسبه کنید، در صورتی که این لوله مربوط به لوله‌کشی ساختمانی باشد که طول دورترین مسیر آن ۵۵m باشد.



راه حل:

در جدول ۱۳/۲ در ستون اول طول لوله ۵۵m را پیدا کرده و ردیف مقابل آن مشاهده می‌کنیم لوله "۱ دارای حداکثر دبی $۳/۹\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد که از دبی لوله‌ی AB که $۴\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد کمتر است پس لوله‌ی بزرگتر یعنی $۱\frac{۱}{۴}''$ با دبی $۸\frac{m^۳}{hr}$ مناسب می‌باشد.

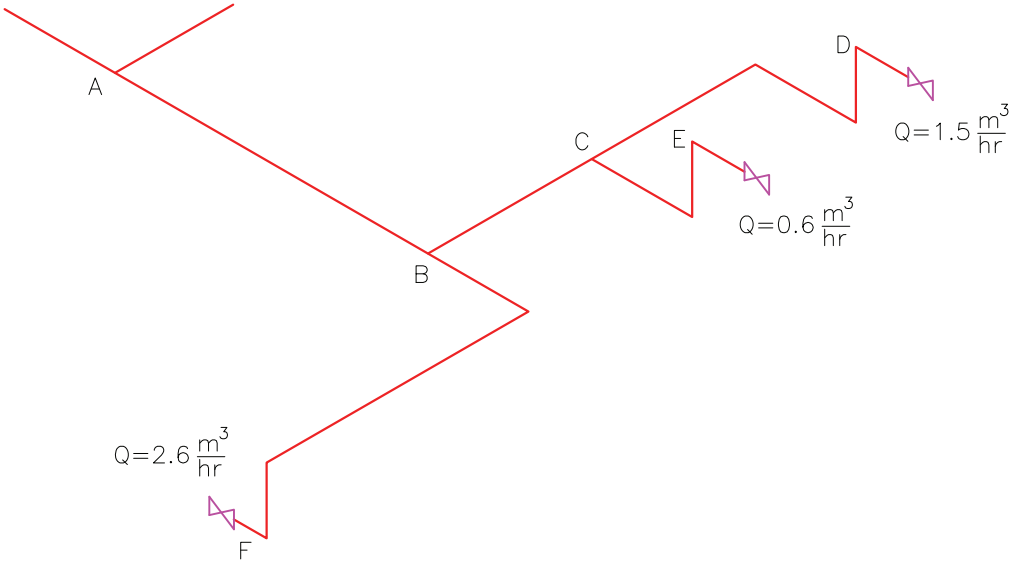
$$d=۱\frac{۱}{۴}''=۳۲mm$$

تمرین: در تمرین قبل اگر طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۲۰۰ متر باشد، قطر لوله‌ی AB را محاسبه کنید.

راه حل:

درستون طول لوله عدد ۲۰۰m را پیدا می‌کنیم و در ردیف مقابل آن مشاهده می‌کنیم که قطر $۱\frac{۱}{۴}''$ که در تمرین قبل بدست آوردیم دارای حداکثر دبی $۳/۹\frac{m^۳}{hr}$ است پس این لوله برای دبی $۴\frac{m^۳}{hr}$ لوله‌ی AB مناسب نیست. لوله‌ی بزرگتر یعنی لوله‌ی $۱\frac{۱}{۲}''$ دارای حداکثر دبی $۵/۹\frac{m^۳}{hr}$ است که برای دبی $۴\frac{m^۳}{hr}$ لوله‌ی AB مناسب است.

$$d = ۱\frac{۱}{۲}'' = ۴۰mm$$



تمرین: طول لوله‌های AB، CD و BC در شکل زیر را محاسبه کنید. طول دورترین مسیر لوله‌کشی ۴۷ متر است.

راه حل:

در جدول ۲-۱۳ در ستون اول عدد ۴۷ متر وجود ندارد، عدد بزرگتر یعنی ۵۰ متر را در نظر می‌گیریم.

از لوله‌ی AB گاز مربوط به سه وسیله‌ی گازسوز عبور می‌کند پس دبی گاز عبوری از این لوله برابر است با مجموع گازمصرفی سه وسیله گازسوز

$$Q_{AB} = ۱/۵ + ۰/۶ + ۲/۶ = ۴/۷\frac{m^۳}{hr}$$ دبی لوله‌ی AB

در ردیف ۵۰ متر لوله‌ی $۱\frac{۱}{۴}''$ دارای حداکثر دبی $۸/۴\frac{m^۳}{hr}$ است که می‌تواند دبی $۴/۷\frac{m^۳}{hr}$ لوله‌ی AB را از خود عبوردهد.

دبی عبوری از لوله‌ی CD برابر $۱/۵\frac{m^۳}{hr}$ است که در ردیف ۵۰ متر قطر مناسب آن $\frac{۳}{۴}''$ می‌باشد.

دبی عبوری از لوله BC مجموع گاز مصرفی دو وسیله گازسوز است.

$$Q_{BC} = ۱/۵ + ۰/۶ = ۲/۱\frac{m^۳}{hr}$$

در ردیف ۵۰m جدول لوله‌ی مناسب برای دبی $۲/۱\frac{m^۳}{hr}$ معادل $\frac{۳}{۴}''$ است.

$$d_{AB}=۱\frac{۱}{۴}''=۳۲mm \qquad d_{CD}=\frac{۳}{۴}''=۲۰mm$$

$$d_{BC}=\frac{۳}{۴}''=۲۰mm$$

تمرین: قطر لوله‌ی گاز مشعلی نصب شده در یک ساختمان مسکونی با زیربنای مفید $۱۸۰m^۲$ نصب شده است را محاسبه کنید. طول دورترین مسیر لوله‌کشی این ساختمان ۲۲/۵m است.

راه حل:

ابتدا مقدار مصرف گاز این مشعل را باید محاسبه کنیم. می‌دانیم که به ازای هر ۱۰۰ متر مربع زیربنای مفید مصرف گاز مشعل را ۱/۵ متر مکعب در ساعت در نظر می‌گیریم پس خواهیم داشت:

$$۱۰۰m^۲ \rightarrow G=۱/۵$$

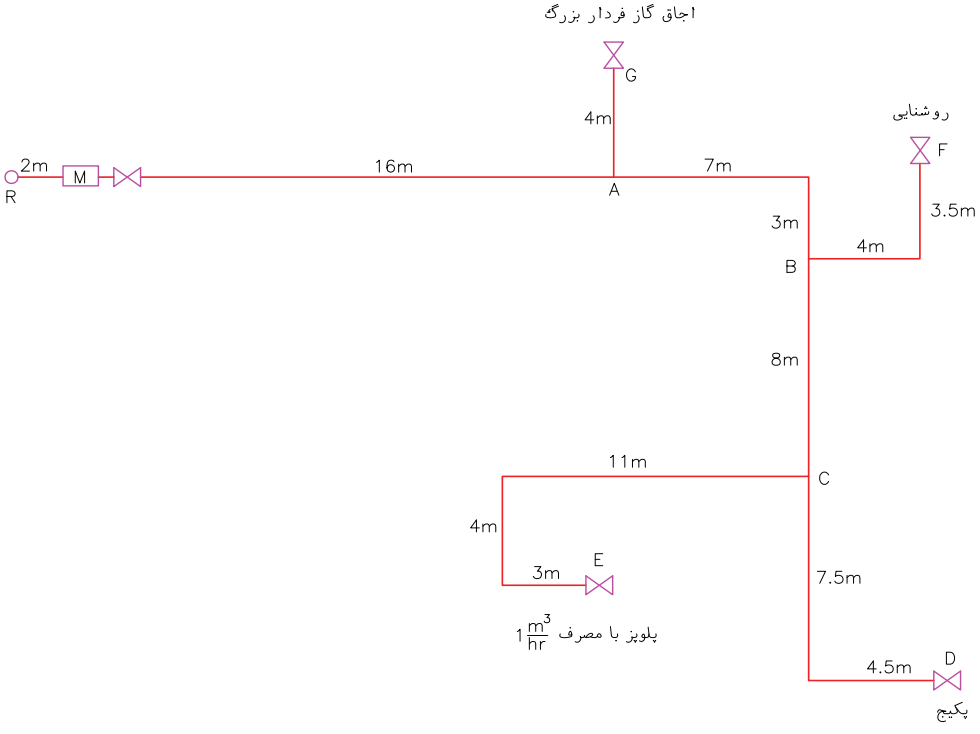
$$۱۸۰m^۲ \qquad x$$

$$\frac{۱۸۰}{۱۰۰}\times ۱/۵=۲/۷\frac{m^۳}{hr}$$

در جدول ۲-۱۳ طول دورترین مسیر یعنی ۲۲/۵ متر را در ستون اول باید پیدا کنیم و چون عدد ۲۲/۵m وجود ندارد، عدد بزرگتر یعنی ۲۴m را در نظر می‌گیریم و در ردیف جلوی آن مشاهده می‌کنیم که برای دبی $۲/۷\frac{m^۳}{hr}$ لوله با قطر نامی $\frac{۳}{۴}''$ مناسب است زیرا حداکثر دبی عبوری از این لوله $۳/۲\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد.

$$d_B=\frac{۳}{۴}''=۲۰mm$$

تمرین: قطر لوله‌های شبکه لوله‌کشی گاز مطابق نقشه‌ی گسترده زیر را بدست آورید. زیربنای مفید ساختمان ۱۱۰ مترمربع است.



راه حل:

با دقت بر روی نقشه متوجه می‌شویم دورترین مسیر می‌تواند مربوط به پکیج یا پُلوپز باشد که با دقت بیشتر و جمع کردن لوله‌های مسیر CD و CE متوجه می‌شویم دورترین مسیر لوله‌کشی مربوط به پُلوپز است و مقدار آن عبارت است از:

$L = ۲+۱۶+۷+۳+۸+۱۱+۴+۳ = ۵۴m$

نکته: برای سهولت در محاسبات از جدول زیر کمک می‌گیریم.

از لوله‌ی CD گاز پکیج عبور می‌کند چون زیربنای ساختمان که توسط این پکیج گرم می‌شود $۱۱۰m^۲$ است، مصرف گاز آن ۳/۵ متر مکعب در ساعت می‌باشد. پس $۳/۵\frac{m^۳}{hr}$ را در جدول به عنوان دبی لوله‌ی CD وارد می‌کنیم.

یادآوری: مصرف گاز پکیج‌ها بر اساس زیربنای مفید در زیرنویس جدول ۱-۱۳ ارائه شده است.

دبی سایر مسیرها را نیز از جدول ۱-۱۳ استخراج می‌کنیم و در جدول وارد می‌کنیم.

در جدول ۲-۱۳ طول ۵۴m وجود ندارد پس طول بیشتر یعنی ۵۵m را در نظر می‌گیریم و در ردیف جلوی آن دبی هر مسیر لوله را پیدا کرده و در نتیجه قطر آن لوله تعیین می‌شود.

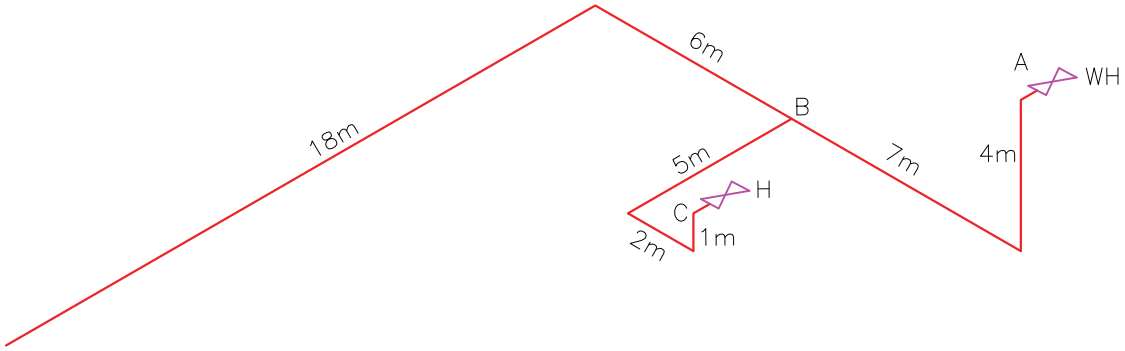
به طور مثال از لوله‌ی AB گاز سه وسیله‌ی روشنایی، پُلوپز و پکیج عبور می‌کند که دبی لوله‌ی AB برابر $۴/۶\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد و در ردیف جلوی طول ۵۵m می‌بایستی عدد $۴/۶\frac{m^۳}{hr}$ را پیدا کنیم چون این عدد وجود ندارد، عدد بزرگتر یعنی $۸\frac{m^۳}{hr}$ را در نظر می‌گیریم که قطر آن معادل $۱\frac{۱}{۴}''$ می‌باشد. قطر کوچک‌تر یعنی ۱" می‌تواند حداکثر $۳/۹\frac{m^۳}{hr}$ گاز را از خود عبور دهد که جوابگوی دبی لوله‌ی AB نمی‌باشد.

تذکر: همان‌طور که تا کنون متوجه شده‌اید برای تعیین قطر لوله‌های گاز یک ساختمان با استفاده از جدول ۲-۱۳ طول دورترین مسیر لوله‌کشی از رگولاتور مبنای انتخاب قطر لوله‌ها است و طول‌های دیگر لوله‌کشی تأثیری در تعیین قطر لوله‌ها ندارد.

طول دورترین مسیر لوله‌کشی از رگولاتور $L_{ME} = ۵۴m$ طول انتخابی در جدول ۵۵m

نام مسیر	وسیله‌های گازسوز تغذیه شونده از این مسیر	دبی مسیر $\frac{m^۳}{hr}$	قطر لوله	
			in	mm
CD	پکیج	۳/۵	۱	۲۵
CE	پلوپز	۱	$\frac{۳}{۴}$	۲۰
BC	پکیج و پلوپز	۴/۵	$۱\frac{۱}{۴}$	۳۲
BF	روشنایی	۰/۱	$\frac{۱}{۲}$	۱۵
AB	پکیج و پلوپز و روشنایی	۴/۶	$۱\frac{۱}{۴}$	۳۲
AG	اجاق گازفردار	۱/۵	$\frac{۳}{۴}$	۲۰
MA	پکیج و پلوپز و روشنایی و اجاق گازفردار	۶/۱	$۱\frac{۱}{۴}$	۳۲

تمرین: قطر لوله‌های AB و BC در شکل زیر را محاسبه کنید. طول دورترین مسیر لوله‌کشی از رگولاتور ۱۷/۵ متر است. آب‌گرم‌کن مخزن‌دار با مصرف گاز $۱\frac{m^۳}{hr}$ می‌باشد. (جواب: $d_{BC}=۱۵mm, d_{AB}=۱۵mm$)

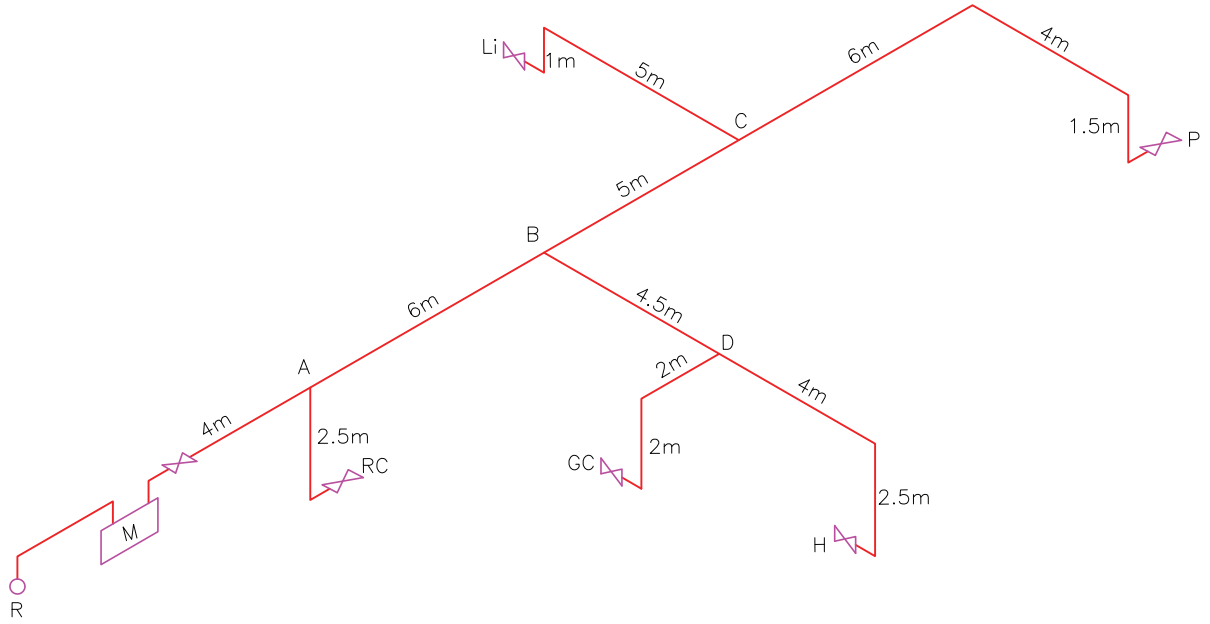


تمرین: مشعل گازسوزی برای گرم کردن آب مبدل گرمایی استخری به حجم $۴۵m^۳$ مورد استفاده قرار گرفته است. اگر طول دورترین مسیر لوله‌کشی شبکه گازرسانی ساختمانی که این استخر در آن قرار دارد ۳۳m باشد. قطر لوله‌ی گاز مشعل را محاسبه کنید. (جواب: $d=۶۵mm$)

تمرین: ظرفیت حرارتی مشعل گازسوز کوره‌ی سونای خشک ساختمانی ۱۰۴/۵kw می‌باشد. اگر طول دورترین مسیر لوله‌کشی این ساختمان از رگولاتور گاز ۴۶m و ارزش گرمایی گاز طبیعی $۹۰۰۰\frac{Kcal}{m^۳}$ باشد، قطر لوله‌ی گاز این مشعل را محاسبه کنید. (جواب: $d=۴۰mm$)

تمرین: در مدار لوله‌کشی زیر قطر لوله‌های AB، BC، BD و CP را محاسبه کنید در صورتی که مصرف گاز وسایل گازی عبارت است از: بخاری $۰/۶\frac{m^۳}{hr}$، اجاق گاز $۱/۲\frac{m^۳}{hr}$، چراغ روشنایی $۰/۱\frac{m^۳}{hr}$ و پُلوپز $۱/۳\frac{m^۳}{hr}$ باشد. زیربنای حرارتی ساختمان $۹۰m^۲$ می‌باشد.

(جواب: $d_{AB}=۱''$,$d_{BC}=\frac{۳}{۴}''$,$d_{BD}=\frac{۳}{۴}''$,$d_{CP}=\frac{۳}{۴}''$)



تمرین: در تمرین قبل اگر زیربنای مفید ساختمان ۲۲۰ متر مربع بود قطر لوله‌ی CP و AB چند اینچ می‌شد؟

(جواب: $d_{CP} = ۱''$ ، $d_{AB} = ۱\frac{۱}{۴}''$)

گاز را در نقشه‌ها با حروف اختصاری نشان می‌دهند که معمولاً حروف اول کلمات انگلیسی آن‌ها می‌باشد مانند بخاری که با H نشان داده می‌شود. و مخفف HEATER است. در جدول زیر این حروف اختصاری ارائه شده است.

یادآوری: وسایل گازسوز و دیگر تجهیزات لوله‌کشی

نام وسیله گازسوز	حروف اختصاری	معادل انگلیسی
بخاری	H	Heater
چراغ روشنایی	Li	Light
اجاق گاز	GC	Gas Cooker
پلوپز	RC	Rice Cooker
آب‌گرم‌کن	WH	Water Heater
دودکش	C	Chimney
پکیج	P	Package
مشعل	B	Burner
کنتور	M	Meter
رگولاتور	R	Regulator
شومینه	FP	Fire Place