فصل

10

گـــاز رسانی

Gas systems

10-1- تعاریف
10-2- شبکه لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری
10-3- روش محاسبه قطر لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری
10-4- جزئیات لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری
10-5- شبکه لوله‌کشی گاز صنعتی
10-6- روش محاسبه لوله‌کشی گاز صنعتی
10-7- جزئیات لوله‌کشی گاز صنعتی
10-8- جداول گوناگون

10-1- تعاریف

1- ارزش حرارتی یک مترمکعب گاز طبیعی در شرایط متعادل بطور متوسط 8000^{kcal} میباشد. ولی ارزش حرارتی گاز در هر نقطه از جهان و حتی در یک کشور متفاوت می‌باشد که شرکت گاز هر کشور مقادیر آنرا مشخص مینماید.

2-انواع گاز برای سوخت

- گاز طبیعی یا (Natural Gas) که از چاه گاز بدست می‌آید و مخلوطی است از گازهای هیدورکربن و غیرهیدروکربن که بطور طبیعی بوجود آمده است. در این گاز حدود 87 درصد متان و 10 درصد اتان می‌باشد و از هوا سبک‌تر است.

- گاز طبیعی مایع یا LNG (Liquified Natural Gas) که همان گاز طبیعی میباشد که تحت فشار بصورت مایع در می‌آید.

- گاز مایع از پالایش نفت یا LPG (Liquified Petrolium Gas) که در مراحل تصفیه نفت خام ایجاد می‌شود و بصورت مایع در می‌آورند.

10-2- شبکه لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری

محاسبه قطر لوله‌های گاز خانگی و تجاری براساس موارد زیر انجام می‌گیرد.

1- افت فشار مجاز بین کنتور و هر مصرف کننده

2- حداکثر مقدار مصرف گاز هر مصرف کننده

3- طول کل لوله در طولانی‌ترین مسیر از محل کنتور (طول لوله + طول معادل اتصالات)

4- وزن مخصوص گاز

5- فشار گاز

1- افت فشار مجاز

مقدار افت فشار مجاز معمولاً توسط شرکت گاز مشخص می‌گردد، که در بالای جداول محاسبه قطر لوله مقادیر آن ذکر شده است.

2- سرعت گاز در لوله‌ها

سرعت گاز هرگز نباید بیش از 20 متر در ثانیه باشد.

3- حداکثر مقدار مصرف هر مصرف‌کننده

مقدار مصرف هر مصرف کننده در کاتالوگ سازنده مشخص می‌باشد و گاه ممکنست بجای مقدار مصرف گاز مقدار انرژی حرارتی مورد نیاز مصرف کننده داده شود که برای تبدیل آن به مقدار مصرف از رابطه زیر باید استفاده نمود.

$$V = \frac{Q}{C}$$

که در آن :

V = حجم گاز برحسب $(m^3/h$ یا $ft^3/h)$

Q = مقدار انرژی حرارتی مورد نیاز (Kal/h یا Btuh)

مصرف کننده

C = ارزش حرارتی گاز مصرفی $(Kcal/m^3$ یا $Btu/ft^3)$

در جدول (1) مقدار انرژی حرارتی و چگالی گـازهای مـناطق مختلف در ایران نشان داده شده است.

منطقه	$Kcal/m^3$	kgr/m^3
خط لوله تهران اصفهان – شیراز	9407	0.66
خراسان	8117	0.562
اهواز	9410	0.665

جدول (1)

در جدول (2) مقدار متوسط انرژی حرارتی مصرفی تعدادی از وسائل گازسوز خانگی و تجاری برای گاز با فشـار $0.017kg/Cm^2$ (0.25^{psi} و یا 178 میلیمتر آب) نشان داده شده است.

وسیله گازسوز	مقدار مصرف m^3/h
اجاق گاز خانگی یک شعله	0.3
اجاق گاز خانگی 3 شعله	0.7
اجاق گاز خانگی 5 شعله بدون فر	1
اجاق گاز فردار	2.4
اجاق گاز تجاری چند شعله	1.3
پلوپز	0.4
پلوپز بزرگ تجاری	2.5
فر	0.3
کباب پز	0.3
مشعل تنور	5
آبگرمکن مخزن‌دار بظرفیت 75 لیتر	0.5
آبگرمکن مخزن‌دار بظرفیت 115 لیتر	0.8
آبگرمکن مخزن‌دار بظرفیت 190 لیتر	1.4
آبگرمکن فوری بظرفیت 4 لیتر در دقیقه	1.7
آبگرمکن فوری بظرفیت 8 لیتر در دقیقه	3.5
بخاری گازی	0.8
چراغ گازی	0.1

جدول (2)

مصرف گاز مشعل‌های گازی را باید از کاتالوگ سازند بدست آورد

4- طول کل لوله در طولانی‌ترین مسیر

فاصله دورترین مصرف کننده تا محل کنتور طولانی‌ترین مسیر می‌باشد و برای محاسبه طول آن باید علاوه بر طول خطی مسیر طول معادل اتصالات و شیرآلات موجود در این مسیر را محاسبه نموده و به آن اضافه نموده لذا:

طول خطی مسیر = طول مسیر

طول معادل اتصالات و شیرآلات +

طبق استاندارد شرکت گاز طـول مـعادل اتـصالات و شـیرآلات در جداول این بخش در نظر گرفته شده است و لذا اندازه‌گیری طـول مسیر به تنهائی کافی می‌باشد.

5- وزن مخصوص گاز

وزن مخصوص گاز طـبیعی در هـر مـنطقه از جـهان مـتفاوت می‌باشد که توسط شرکت گاز محل مقدار آن تعیین می‌گردد، مقادیر مـصرف مـندرج در جـداول (مـحاسبه قـطر لوله) بـراسـاس وزن مخصوص گاز برابر 0.65 کیلومتر بر متر مکعب داده شـده است و برای سایر مقادیر وزن مخصوص، باید مقادیر مصرف در جـداول مزبور را در ضریبی که از جدول (3) بدست می‌آید ضرب نمود.

چگالی	ضریب	چگالی	ضریب
0.5	1.15	0.75	0.93
0.55	1.08	0.80	0.90
0.6	1.04	0.85	0.87
0.65	1	0.90	0.85
0.7	0.96	1	0.80

جدول (3)

5- فشار گاز

شرکت گاز ایران فشار گاز خانگی را برای دو فشار $0.017^{kg/cm2}$ (178 میلیمتر آب و یا 0.25^{psi}) و 0.14 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (2^{psi}) در نظر گرفته است.

3-10- روش محاسبه قطر لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری

ابتدا باید در نقشه پلان (Plan) ساختمان موارد زیر را انجام داد:

1- محل کلیه مصرف کننده‌ها نظیر تجهیزات آشپزخانه که گاز مصرف می‌کنند، روشنائی، گرمایش و غیره مشخص گردد.

2- مقدار مصرف هر مصرف کننده به کمک جدول (1) و یا از کاتالوگ سازنده، روی آن در نقشه نوشته شود.

3- مسیر لوله‌کشی با توجه به محل کنتور و محل دیوارها و موانع و رعایت مسائل ایمنی تعیین گردیده و ترسیم شود.

4- محل شیرآلات در نقشه و روی مسیر لوله‌کشی مشخص گردد.

5- با توجه به نقشه پلان و تغییر مسیرهای افقی و قائم مسیر لوله‌ها، یک کروکی ایزومتریک (Isometric) از مسیر لوله‌کشی در گوشه‌ای از نقشه پلان ترسیم گردد و اندازه طولی لوله در هر قسمت از مسیر روی آن درج گردد.

6- طول کل طولانی‌ترین مسیر باید محاسبه گردد، این طول در جداول محاسبه قطر لوله گاز مبنای محاسبه شبکه خواهد بود، باید توجه نمود که طول طولانی‌ترین مسیر از محل کنتور تا دورترین مصرف کننده می‌باشد.

در نتیجه با انجام موارد بالا یک نقشه مقدماتی در اختیار داریم که برای محاسبه قطر لوله‌ها از جداول (5,4) ردیف مربوط به طولانی‌ترین مسیر بدست آمده (که برابر، یا بیش از اندازه ما را نشان می‌دهد) را پیدا نموده و قطر لوله‌ها را با توجه به مقادیر مصرف هر بخش لوله از همین ردیف محاسبه مینائیم.

(با افت فشار معین شده از طرف شرکت گاز که در بالای جدول تهیه شده است)

سایزگذاری انشعابات را از انشعاباتی که در دورترین نقطه قرار گرفته شروع می‌کنیم و اگر عدد مصرف در ستون ردیف مربوطه نبود ستون بعدی را که بیشتر است در نظر می‌گیریم و قطر لوله را بدست می‌آوریم. سپس برای محاسبه لوله‌های اصلی مجموع مصرف مربوطه به مصرف کننده‌هائی که این لوله تغذیه می‌کند مبنای محاسبه قطر آن قرار داده و به همین ترتیب تا محل کنتور ادامه می‌دهیم.

برای استفاده از جداول قطر لوله‌ها باید ابتدا یکی از فشارهای مورد نظر را برحسب استانداردهای شرکت گاز درنظر گرفت، برای ساختمانهایی که طول لوله زیاد می‌باشد و یا مصرف زیاد دارند از جدول (5) باید استفاده نمود.

بعداز تهیه نقشه مقدماتی می‌توان نقشه اصلی را ترسیم نمود، در این نقشه باید پلان لوله‌کشی و نقشه ایزومتریک لوله‌کشی ونیز جدول مشخصات که در آن نام مصرف کننده‌ها ومقدار مصرف آنها و نهایتاً مجموع مصرف (مصرف کل) و نیز اندازه طولانی‌ترین مسیر و تعداد و قطر اتصالات و شیرآلات قید گردد.

مثال:

با توجه به شکل‌های (1 و 2) قطر لوله‌ها را محاسبه کنید.

حل:

طول طولانی‌ترین مسیر برابر است با 24 متر، از جدول (4) از ردیف مربوط به طول 24 متر برای محاسبه قطر کلیه لوله‌ها استفاده می‌کنیم.

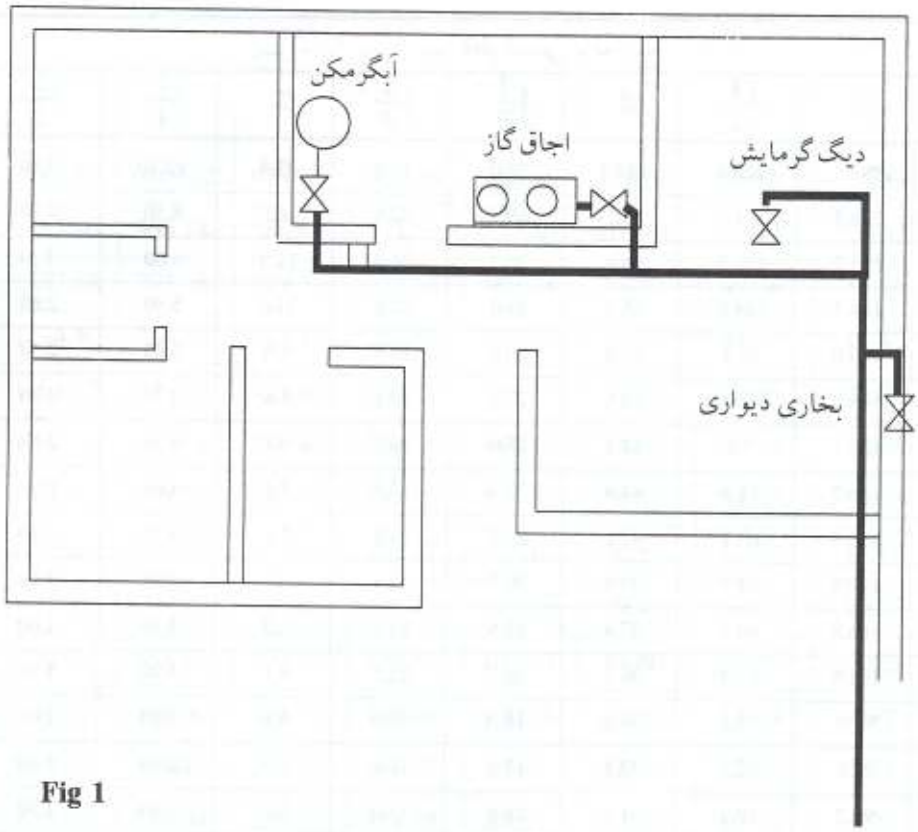


Fig 1

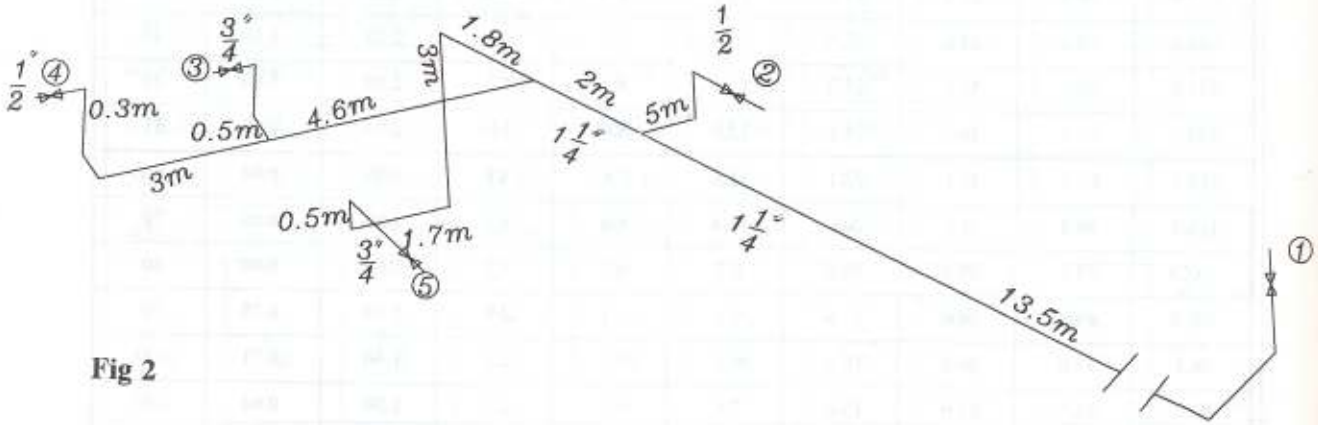


Fig 2

1 ـ شیر اصلی

2 ـ بخاری دیواری مصرف 1.6 متر مکعب در ساعت

3 ـ اجاق گاز فردار مصرف 2.4 متر مکعب در ساعت

4 ـ آبگرمکن فوری مصرف 1.2 متر مکعب در ساعت

5 ـ دیگ گرمایش مصرف 2.25 متر مکعب در ساعت

طولانی‌ترین خط 24.2 متر

حداکثر مصرف 7.45 متر مکعب در ساعت

طول لوله به متر	قطر اسمی لوله اینچ								
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
2	5.90	12.30	23.3	47.9	72.0	138.3	220.0	390.7	801.9
4	4.00	8.50	16.0	32.9	49.4	95.1	151.2	268.5	551.1
6	3.20	6.80	12.9	26.4	39.7	76.4	121.5	215.7	442.8
8	2.80	5.80	11.0	22.6	34.0	65.4	104.0	184.7	379.1
10	2.40	5.00	9.6	19.7	29.6	56.9	90.4	160.6	329.7
12	2.20	4.70	8.8	18.1	27.3	52.5	83.4	148.2	304.3
14	2.00	4.30	8.1	16.7	25.0	48.2	7.6	136.1	279.4
16	1.90	4.00	7.5	15.5	23.3	44.8	71.3	126.7	260.0
18	1.80	3.70	7.1	14.6	21.9	42.2	67.1	119.3	244.8
20	1.70	3.50	6.7	13.8	20.7	39.8	63.3	112.5	231.0
22	1.60	3.30	6.3	13.1	19.6	37.8	60.1	106.8	219.2
24	1.50	3.20	6.1	12.5	18.7	36.1	57.4	101.9	209.2
26	1.40	3.10	5.8	12.0	18.0	34.6	55.1	97.9	200.9
28	1.40	2.90	5.5	11.4	17.2	33.1	52.6	93.6	192.0
30	1.30	2.80	5.3	11.0	16.6	31.9	50.8	90.2	185.1
35	1.20	2.60	4.9	10.2	15.3	29.4	46.8	83.1	170.6
40	1.10	2.4	4.6	9.4	14.1	27.1	43.3	76.9	157.9
45	1.10	2.20	4.3	8.8	13.3	25.5	40.6	72.2	148.1
50	1.00	2.10	4.1	8.4	12.6	24.3	38.6	68.7	141.0
55	0.99	2.00	3.9	8.0	12.0	23.1	36.7	65.2	133.9
60	0.94	1.90	3.7	7.6	11.5	22.1	35.1	62.4	128.1
70	0.85	1.80	3.3	6.9	10.4	20.0	31.8	56.5	116.1
80	0.80	1.60	3.1	6.5	9.7	18.8	29.8	53.1	108.9
90	0.75	1.50	2.9	6.1	9.1	17.6	28.0	49.7	102.0
100	0.71	1.40	2.8	5.7	8.6	16.6	26.4	47.0	96.5
120	0.64	1.30	2.5	5.2	7.8	15.0	23.9	42.5	87.3
150	0.57	1.20	2.2	4.6	6.9	13.3	21.2	37.7	77.5
200	0.49	1.00	1.9	3.9	5.9	11.4	18.1	32.2	66.2
250	0.43	0.91	1.7	3.5	5.2	10.1	16.1	28.6	58.8
300	0.39	0.82	1.5	3.1	4.7	9.2	14.6	25.9	53.2

ارقام جدول فوق برای گاز با چگالی 0.65 می‌باشد برای سایر چگالی‌ها باید این ارقام را در ضرایبی که در جدول 1-4 داده شده است ضرب کرد.

جدول (4) حداکثر ظرفیت لوله‌های سخت به متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار $0.017kg/cm^2$ (178 میلیمتر آب و یا 0.25psi) و افت فشار 12.7 میلیمتر ستون آب و چگالی 0.65

طول لوله به متر	قطر اسمی لوله اینچ								
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
9	24.35	65.14	124.60	243.55	368.16	679.68	1019.52	1784.16	3540.00
12	20.67	56.64	107.61	212.40	311.52	566.64	906.24	1557.60	3115.20
15	18.26	49.56	94.87	189.74	277.54	509.76	792.96	1387.68	2747.00
18	16.42	44.17	86.37	172.75	254.88	481.44	736.32	1274.40	2548.80
21	15.01	40.49	79.29	158.59	232.22	424.80	679.68	1161.12	2322.24
24	13.88	37.66	75.05	147.26	218.06	396.48	623.04	1076.16	2180.64
27	13.03	34.83	70.80	138.76	203.90	382.32	594.72	1019.52	2039.04
30	12.18	32.85	66.55	133.10	192.57	354.00	566.40	977.04	1982.40
38	10.76	29.03	59.47	117.52	172.75	320.00	509.76	877.92	1755.84
45	9.62	26.05	53.80	107.62	158.59	294.52	453.12	792.96	1585.92
53	8.92	23.93	50.98	100.54	147.26	274.70	438.96	736.32	1500.96
60	8.21	22.10	48.14	93.46	138.77	244.88	396.40	679.68	1397.68
76	8.22	19.54	42.48	83.54	121.78	229.39	354.00	623.04	1246.08
91	6.51	17.56	38.23	76.46	113.28	209.56	325.60	538.08	1132.80
122	-	-	33.35	66.20	97.50	18097	281.13	486.85	978.80
152	-	-	29.84	59.50	86.94	160.95	250.72	434.35	873.17
305	-	-	21.06	41.90	61.75	113.97	177.28	307.79	618.59
457	-	-	16.67	34.36	50.138	93.18	145.39	251.70	507.25
610	-	-	14.92	29.33	43.06	80.09	125.46	217.18	436.74
قطرخارجی لوله نیمه سخت اینچ	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{8}$

جدول (5) مقدار مصرف گاز طبیعی برحسب متر مکعب در ساعت برای فشار 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (2^{psi}) و افت فشار 105.5^{Cm} آب (1.5^{psi}) و چگالی 0.65 برای لوله سخت یا نیمه سخت

۸-۱۵- جزئیات لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری

1- جنس لوله

لوله گاز باید از جنس فولاد (Steel) یا آهن تفته (Wrought - Iron) باشد (ASTM - B280) و یا (SA B 36 - 10 - 1959) این لوله‌ها باید بدون درز (Seamless) باشند. لوله مسی (ASTM B89 - 1962) نیز برای لوله‌کشی گاز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اتصال لوله‌های فولادی روکار می‌تواند تا قطر "2 دنده‌ای یا جوشی باشد ولی لوله‌های بیش از "2 و یا لوله‌های زیرکار باید حتماً جوشی باشند. دراستاندارد شرکت گاز استفاده از لوله مسی برای اتصال به مصرف کننده‌ها و حداکثر تا طول 5 متر مجاز است.

2- اتصالات

اتصالات نیز از جنس فولاد یا آهن تفته و مس باید باشد که می‌تواند بصورت دنده‌ای، فلانجی و یا جوشی باشند، برای جوشکاری لوله‌های مسی بصورت لحیم (Soldered) یا (Brazed) که نقطه ذوب آنها بیش از 1000^{oF} می‌باشد باید استفاده گردد.

اگر در نقطه‌ای لازم شد که از فلانج استفاده شود باید طبق استاندارد ANSI - B16.53 بوده و دارای گردن مخصوص جوشکاری لب به لب یا لبه برآمده آجدار باشد، و واشر مورد استفاده برای فلانج باید در مقابل خورندگی گاز طبیعی مقاوم بوده و نیز بتواند درجه حرارت تا 538^{oC} را تحمل کند.

3- روش جوشکاری لوله‌های فولادی

برای جوشکاری لوله‌ها باید ابتدا لبه آنها و اتصالات با زاویه 30° پخ زده شود و سپس محل جوشکاری از زنگ پاک گردد. به شکل‌های (3) و (4) و (5) توجه نمائید.

4- موارد کلی

- حداقل قطر هر انشعاب باید "1/2 باشد
- عبور لوله از دیوارها باید از درون غلاف باشد (یک لوله بقطر بیشتر)
- لوله‌کشی در کف باید در داخل کانال باشد و یا اگر در داخل زمین قرار می‌گیرد باید قبلاً با نوار پرایمر نوار پیچی و عایق رطوبتی گردد.

5- ساپورت لوله‌ها

برای اتصال لوله‌ها به محل نصب می‌توان از بست‌های مخصوص فلزی استفاده کرد بستن و جوش دادن دو مسیر لوله به یکدیگر و یا به اسکلت فلزی ساختمان مجاز نمی‌باشد، جدول (6) فواصل مناسب بین نقاط اتکاء را نشان میدهد.

قطر لوله به اینچ	$\frac{1}{2}''$	$3\frac{1}{4}''$ - $1''$	$1\frac{1''}{4}$-$3''$	$4''$	$6''$
فواصل اتکاء به متر	2	2.5	3	5	5

جدول (6)

6- آزمایش لوله‌ها

لوله‌ها را پس از اجراء و قبل از بهره‌برداری می‌بایست توسط هوای فشرده با فشار یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (15^{psi}) و بمدت 24 ساعت تحت آزمایش قرار داد. پس از پایان مدت نباید هیچگونه افتی در فشار ایجاد شده باشد.

پس از اتصال گاز به شبکه لوله‌کشی برای نشت‌یابی احتمالی باید یک فشارسنج که حداکثر تا 2.5 میلیمتر آب مدرج شده است به یکی از نقاط مصرف وصل نموده، اگر پس از 3 دقیقه افتی در فشار حاصل نشد نشتی وجود ندارد، هرگز نباید از اکسیژن برای تست لوله‌ها استفاده کرد.

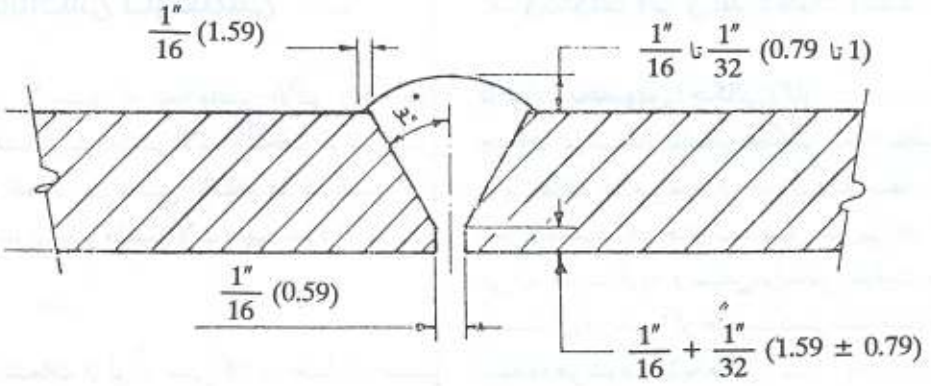


Fig 3 جوش لب به لب V (ضخامت جداره‌ها برابر)

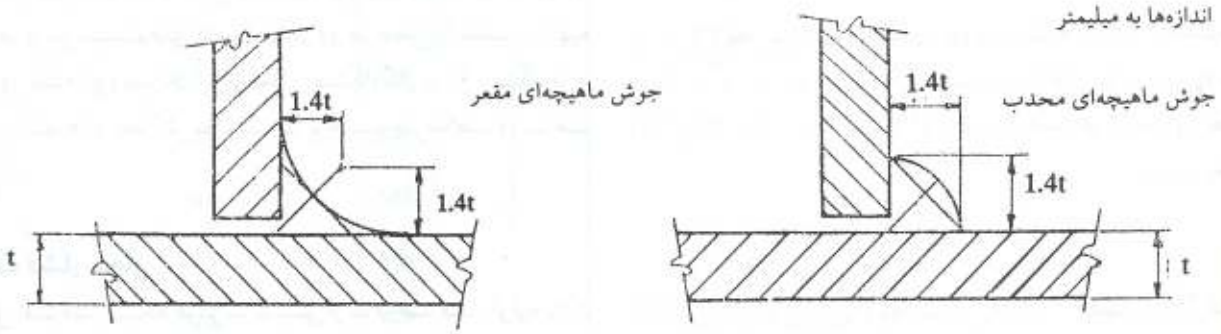
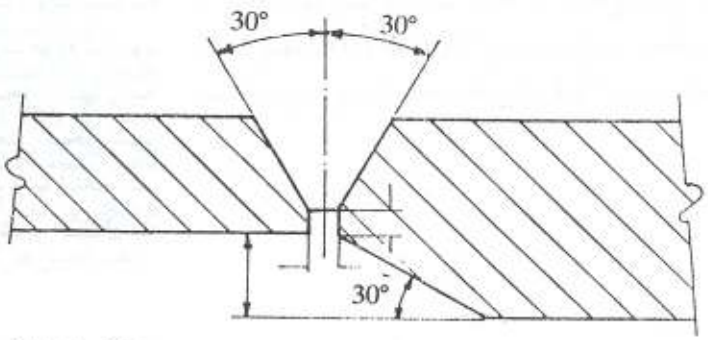


Fig 4 جوشهای ماهیچه‌ای



در صورتی که بیشتر از ۳ میلیمتر باشد باید طرف ضخیمتر پخ زده شود

Fig 5 ضخامت لوله‌ها نابرابر

5-10- شبکه لوله‌کشی گاز صنعتی

در مصارف صنعتی لازمست که ابتدا ماشین آلاتی را که گاز مصرف مینمایند در نقشه آرایش ماشین‌آلات مشخص کرد و سپس یک نقشه جداگانه که فقط در آن ماشین آلات مصرف کننده گاز مشخص شده است (بدون سایر ماشین‌آلات) تهیه نمود.

1- نقشه

با توجه به محل انشعاب از لوله اصلی گاز در خیابان، مسیر مناسب لوله‌کشی را از محل کنتور تا کلیه ماشین‌آلات مصرف کننده گاز را تعیین نموده و موانع و مواردی راکه در سر راه لوله‌ها قرار دارد مورد بررسی قرار داده و با تغییر جزئی مسیر لوله و یا پیش‌بینی‌های لازم آنرا اصلاح کرده و نقشه نهائی را تهیه نمود. در اینجا نیز باید یک نقشه پلان و یک نقشه ایزومتریک تهیه کرد، همچنین باید نقشه‌های جزئیات ساختمانی کانال‌ها، حوضچه‌ها، تکیه‌گاه‌ها و غلاف‌ها و نیز سیستم‌های کاهش فشار در هر محل یا ماشین را تهیه نمود. در نقشه ایزومتریک باید محل ایستگاه گاز و نام دستگاه‌ها و مصرف کننده‌ها و حداکثر مصرف آنها برحسب مترمکعب در ساعت قید گردد.

2- افت فشار مجاز

کل افت فشار شبکه هرگز نباید بیش از ده درصد فشار اولیه باشد (فشار ورودی شبکه)

3- سرعت

سرعت گاز در شبکه هرگز نباید بیش از 20 متر در ثانیه باشد.

4- حداکثر مقدار مصرف هر مصرف‌کننده

میزان مصرف هر ماشین و مصرف کننده از کاتالوگ سازنده بدست می‌آید. اگر این ظرفیت برحسب مقدار حرارت مورد نیاز بود باید با توجه به ارزش حرارتی گاز طبیعی در محل، آنها را به مترمکعب در ساعت تبدیل کرد، نقطه مصرف یعنی محل شیر فشارشکن مربوط به هر مصرف کننده و یا قسمت و یا اینکه اگر فشارشکن در آن مصرف کننده لازم نباشد محل شیر اتصال به ماشین می‌باشد.

4- طول طولانی‌ترین مسیر

فاصله دورترین مصرف کننده تا محل کنتور طولانی‌ترین مسیر می‌باشد که طول معادل اتصالات و شیرآلات نیز باید به آن اضافه شود، در جداول محاسبه قطر لوله شرکت گاز بنوعی طول معادل اتصالات و شیرآلات در نظر گرفته شده است.

5- وزن مخصوص (چگالی) گاز

جداول شرکت گاز براساس چگالی 0.65 تنظیم شده است و برای سایر چگالی‌ها می‌توان از جدول (3) استفاده نمود بدین شکل که مقادیر مصرف در جداول باید در ضریبی که از جدول (3) بدست می‌آید ضرب گردد و سپس براساس ظرفیت جدید، قطر لوله‌ها را بدست آورد. یعنی اگر ظرفیت کمتر شد احتمالاً از لوله به قطر کمتر استفاده می‌شود و یا بالعکس.

6-10- روش محاسبه لوله‌کشی گاز صنعتی

1- در نقشه آرایش ماشین‌آلات، آن دسته از ماشین‌آلاتی که گاز مصرف مینمایند مشخص نموده و محل انشعاب آن‌را نیز علامت میزنیم و سپس مقدار مصرف مربوط به هر یک را که از کاتالوگ سازنده بدست آمده روی آن می‌نویسیم همچنین فشار لازم برای هر ماشین را نیز در زیر مقدار مصرف قید می‌کنیم.

2- مسیر لوله‌کشی را از محل کنتور تا مصرف کننده‌ها تعیین می‌نمائیم و اگر قسمتی از محل مثل امور اداری از گاز استفاده می‌نماید از نقطه ورودی به امور اداری مانند گاز خانگی عمل می‌کنیم. بدین شکل که با نصب فشارشکن، شبکه خانگی را از صنعتی مجزا می‌نمائیم. سپس نقشه پلان و ایزومتریک شبکه را ترسیم می‌کنیم.

3- با مشخص نمودن فشار ورودی به شبکه و تعیین طولانی‌ترین مسیر، همانند روشی که در قسمت مسکونی و تجاری به آن اشاره شد، قطر لوله‌ها را به کمک جداول (7 و 8 و 9 و 10 و 11 و 12) معین می‌نمائیم.

مثال:

فشار گاز در شبکه 15^{psi} می‌باشد، طولانی‌ترین مسیر برابر 232 متر است (از محل کنتور تا نقطه مصرف Q) (شکل 6 و 7).

در جدول (9) نزدیکترین طول به عدد فوق برابر 250 متر است لذا قطر کلیه لوله‌ها در فشار 15^{psi} باید از همین ردیف تعیین گردند. برای قطرگذاری لوله‌ها از نقطه Q شروع می‌کنیم، مصرف گاز در این نقطه برابر 35 مترمکعب در ساعت است. از جدول (9) در ردیف 250 متر نزدیکترین حجم به عدد 35 برابر است با 54که قطر لوله در این ستون برابر $1\frac{1}{4}$" می‌شود. به همین ترتیب قطر لوله HR با مصرف 21 مترمکعب در ساعت برابر 1" و قطعه GH با مصرف 56 مترمکعب در ساعت برابر $1\frac{1}{2}$" و الی آخر، جدول زیر نتایج محاسبه را نشان می‌دهد.

قطعات لوله‌کشی		حجم گاز متر مکعب استاندارد در ساعت	اندازه قطر لوله (اینچ)
خطوط اصلی	AB	508	4
	BC	473	3
	CD	428	3
	DE	386	3
	EF	86	2
	FG	71	$1\frac{1}{2}$
انشعابات اصلی	GH	56	$1\frac{1}{2}$
	BS	15+20=35	$1\frac{1}{4}$
انشعابات مصرف	CK	45	$1\frac{1}{4}$
	DL	42	$1\frac{1}{4}$
	ME	300	3
	FN	15	1
	GP	15	1
	HR	21	1
	HQ	35	$1\frac{1}{4}$
	SI	15	1
	SJ	20	1

برای تعیین قطر لوله‌های مربوط به قسمت با فشار $\frac{1}{4}$" باید از جدول (8) استفاده نمود در اینجا فاصله دورترین نقطه مصرف، از محل رگولاتور ثانویه تا دورترین مصرف کننده می‌باشد، مثلاً فاصله نقطه R تا رگولاتر R_3 برابر 54 متر است که در جدول نزدیکترین عدد 55 می‌باشد و لذا قطر لوله‌های این قسمت در همین ردیف تعیین می‌گردد. جدول زیر نتیجه محاسبات را نشان میدهد.

قطعات لوله کشی	حجم گاز متر مکب استاندارد در ساعت	اندازه قطر لوله اینچ
RT	21	2
TU	14	2
TX	7	$1\frac{1}{4}$
UW	7	$1\frac{1}{4}$
UV	7	$1\frac{1}{4}$

سایر قسمت‌ها که از رگولاتور R_2 و R_4 تغذیه می‌شوند به همین ترتیب قطرگذاری می‌گردند. قسمتی که از رگولاتور R_1 تغذیه می‌شود که شامل مصرف خانگی (آشپزخاه وغیره) می‌باشد، باید در نقشه جداگانه‌ای نشان داده شده و تعیین قطر گردد.

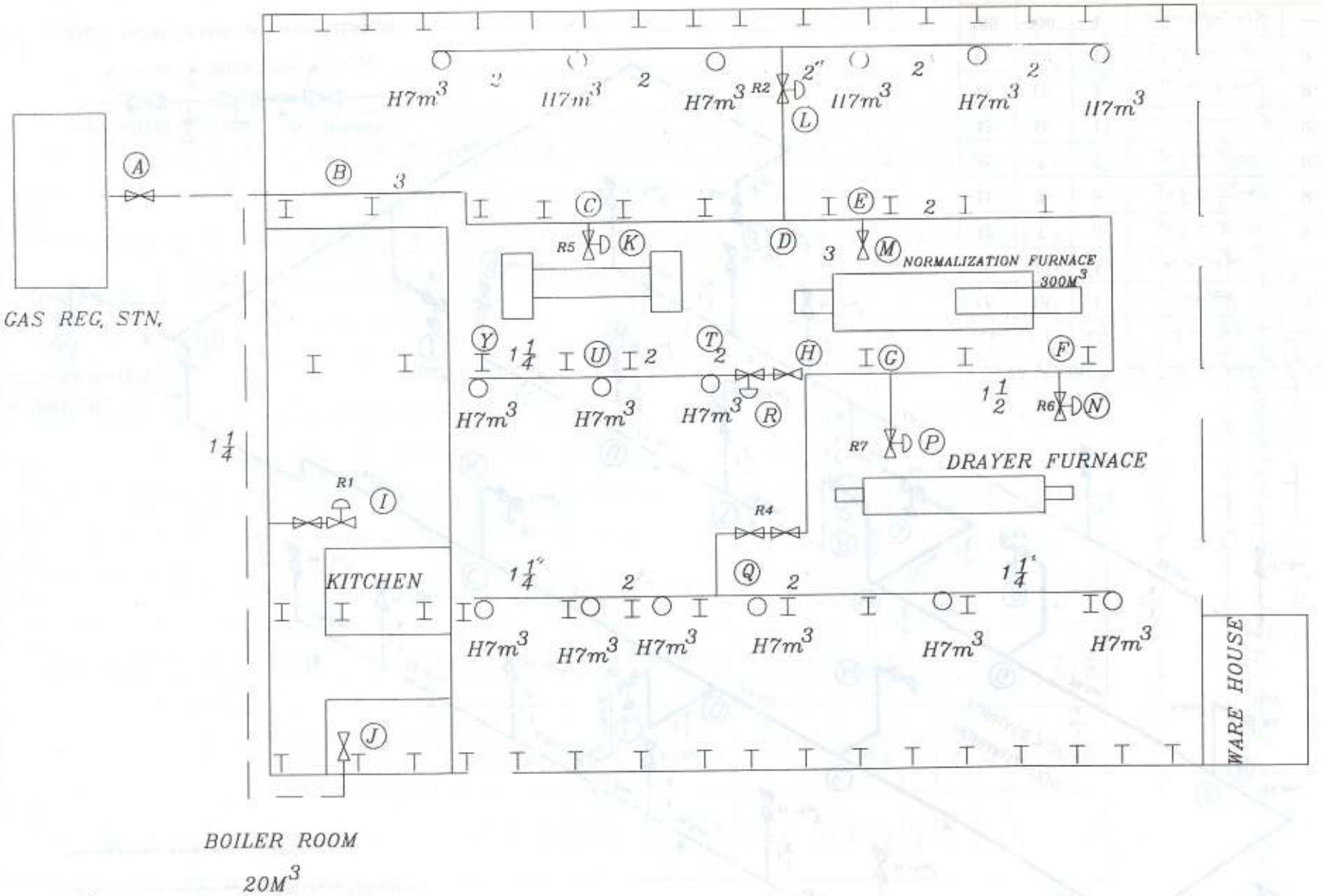

GAS REG. STN.
BOILER ROOM
20M3
KITCHEN
NORMALIZATION FURNACE
300M3
DRAYER FURNACE
WARE HOUSE
H7m3
117m3
R1
R2
R4
R5
R6
R7

Fig 6

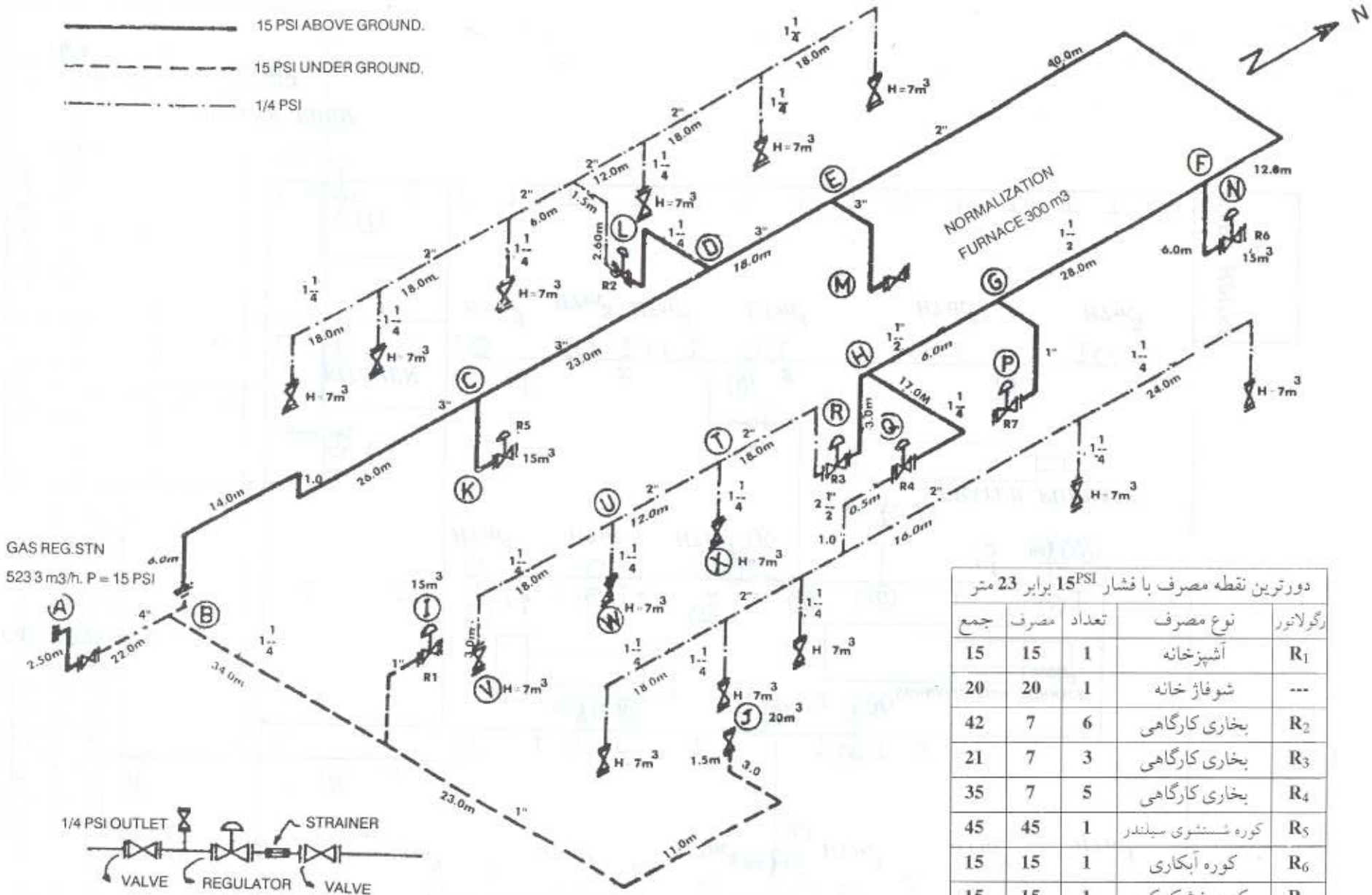


Fig 7 DETAI' OF REGULATOR INSTALLATION

دورترین نقطه مصرف با فشار 15PSI برابر 23 متر				
رگولاتور	نوع مصرف	تعداد	مصرف	جمع
R_1	آشپزخانه	1	15	15
---	شوفاژ خانه	1	20	20
R_2	بخاری کارگاهی	6	7	42
R_3	بخاری کارگاهی	3	7	21
R_4	بخاری کارگاهی	5	7	35
R_5	کوره شستشوی سیلندر	1	45	45
R_6	کوره آبکاری	1	15	15
R_7	کوره خشک کن	1	15	15
---	کوره نرمالیزه سیلندر	1	300	300
جمع کل مصرف به متر مکعب				508

طول لوله به متر	قطر اسمی لوله اینچ								
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
2	5.90	12.30	23.3	47.9	72.0	138.3	220.0	390.7	801.9
4	4.00	8.50	16.0	32.9	49.4	95.1	151.2	268.5	551.1
6	3.20	6.80	12.9	26.4	39.7	76.4	121.5	215.7	442.8
8	2.80	5.80	11.0	22.6	34.0	65.4	104.0	184.7	379.1
10	2.40	5.00	9.6	19.7	29.6	56.9	90.4	160.6	329.7
12	2.20	4.70	8.8	18.1	27.3	52.5	83.4	148.2	304.3
14	2.00	4.30	8.1	16.7	25.0	48.2	76.6	136.1	279.4
16	1.90	4.00	7.0	15.5	23.3	44.8	71.3	126.7	260.0
18	1.80	3.70	7.1	14.6	21.9	42.2	67.1	119.3	244.8
20	1.70	3.50	6.7	13.8	20.7	39.8	63.3	112.5	231.0
22	1.60	3.30	6.3	13.1	19.6	37.8	60.1	106.8	219.2
24	1.50	3.20	6.1	12.5	18.7	36.1	57.4	101.9	209.2
26	1.40	3.10	5.8	12.0	18.0	34.6	55.1	97.9	200.9
28	1.40	2.90	5.5	11.4	17.2	33.1	52.6	93.6	192.0
30	1.30	2.80	5.3	11.0	16.6	31.9	50.8	90.2	185.1
35	1.20	2.60	4.9	10.2	15.3	29.4	46.8	83.1	170.6
40	1.10	2.4	4.6	9.4	14.1	27.1	43.3	76.9	157.9
45	1.10	2.20	4.3	8.8	13.3	25.5	40.6	72.2	148.1
50	1.00	2.10	4.1	8.4	12.6	24.3	38.6	68.7	141.0
55	0.99	2.00	3.9	8.0	12.0	23.1	36.7	65.2	133.9
60	0.94	1.90	3.7	7.6	11.5	22.1	35.1	62.4	128.1
70	0.85	1.80	3.3	6.9	10.4	20.0	31.8	56.5	116.1
80	0.80	1.60	3.1	6.5	9.7	18.8	29.8	53.1	108.9
90	0.75	1.50	2.9	6.1	9.1	17.6	28.0	49.7	102.0
100	0.71	1.40	2.8	5.7	8.6	16.6	26.4	47.0	96.5
120	0.64	1.30	2.5	5.2	7.8	15.0	23.9	42.5	87.3
150	0.57	1.20	2.2	4.6	6.9	13.3	21.2	37.7	77.5
200	0.49	1.00	1.9	3.9	5.9	11.4	18.1	32.2	66.2
250	0.43	0.91	1.7	3.5	5.2	10.1	16.1	28.6	58.8
300	0.39	0.82	1.5	3.1	4.7	9.2	14.6	25.9	53.2

توضیح ۱ - برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (7) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 0.617 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (178 میلیمتر آب و یا 0.25psi) و حداکثر افت فشار 12.5 میلیمتر (0.5 اینچ) آب

6	4	3	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	قطراسمی اینچ / طول متر
1400	630	350	240.5	153.9	86.6	58.7	29.4	15
1400	630	350	206.5	108.8	65.6	43.3	21.5	30
1400	630	301.1	160.6	100.8	52.9	34.6	16.9	45
1400	534.9	259.9	145.5	90.1	46.2	30.5	14.7	60
1305.4	436.7	212.2	118.8	73.6	37.9	24.8	12	90
1135.2	380	184.7	103.2	64.1	32.7	21.5	10.4	120
1012	338.6	164.5	92.1	56.2	29.1	19.3	9.2	150
716.7	240.5	116.6	65.1	40.3	20.7	13.7	6.5	300
586.2	196.4	95.3	53.4	33	16.8	11.2	5.2	450
506	169.3	82.3	46.1	28.3	14.4	9.5	4.6	600

توضیح : 1- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز 20 متر در ثانیه محاسبه شده است.

2- برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (8) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 0.14 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (2PSI) و حداکثر افت فشار 10%

طول متر / قطر اسمی اینچ	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4	6
15	50	81	140	191	315	483	733	1272	2906
30	40	76	140	191	315	483	733	1272	2906
45	33	62	130	191	315	483	733	1272	2906
60	28	54	112	170	315	483	733	1272	2906
75	25	48	100	152	296	483	733	1272	2906
90	23	44	92	139	270	478	733	1272	2906
120	20	38	79	120	234	414	723	1272	2906
150	18	34	71	107	210	370	647	1272	2906
200	16	30	61	93	181	321	560	1167	2906
250	14	26	55	83	162	287	501	1044	2906
300	13	24	50	76	148	262	457	953	2870
350	12	22	46	70	137	242	423	882	2657
400	11	21	43	66	128	227	396	825	2485
450	10	10	41	62	121	214	373	778	2343
500	10	19	39	59	115	203	354	738	2223
550	9	18	37	56	109	193	338	704	2120
600	9	17	35	54	105	185	323	674	2029
800	8	15	31	47	91	160	280	584	1757
1000	7	13	27	42	81	143	250	522	1572

توضیح: 1- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز 20 متر در ثانیه محاسبه شده است.

2- برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (9) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 1.055 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (15PSI) و حداکثر افت فشار 10%

طول متر / قطر اسمی اینچ	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4	6
15	75	122	211	288	474	727	1104	1915	4276
30	69	122	211	288	474	727	1104	1915	4376
45	57	108	211	288	474	727	1104	1915	4376
60	49	93	194	288	474	727	1104	1915	4376
75	44	83	174	263	474	727	1104	1915	4376
90	40	76	158	240	474	727	1104	1915	4376
120	35	66	137	208	405	716	1104	1915	4376
150	31	59	123	186	362	640	1104	1915	4376
200	27	51	106	161	314	554	968	1915	4376
250	24	46	95	144	280	496	865	1804	4376
300	22	42	87	131	256	453	790	1647	4376
350	20	39	80	122	237	419	731	1525	4376
400	19	36	75	114	222	392	684	1426	4294
450	18	34	71	107	209	369	645	1345	4048
500	17	32	67	102	198	350	612	1276	3841
550	16	31	64	97	189	334	583	1216	3662
600	15	29	61	93	181	320	559	1164	3506
800	13	25	53	80	157	277	484	1008	3036
1000	12	23	47	72	140	248	433	902	2716

توضیح : 1- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز 20 متر در ثانیه محاسبه شده است.

2- برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (10) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 2.11 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (30PSI) و حداکثر افت فشار 10%

طول متر / قطر اسمی اینچ	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4	6
15	109	176	305	416	686	1051	1596	2769	6328
30	107	176	305	416	686	1051	1596	2769	6328
45	88	167	305	416	686	1051	1596	2769	6328
60	76	145	301	416	686	1051	1596	2769	6328
75	68	129	269	408	686	1051	1596	2769	6328
90	62	118	246	372	686	1051	1596	2769	6328
120	54	102	213	322	627	1051	1596	2769	6328
150	48	91	190	288	561	992	1596	2769	6328
200	42	79	165	250	486	859	1499	2769	6328
250	37	71	147	223	434	768	1340	2769	6328
300	34	65	134	204	397	701	1224	2551	6328
350	31	60	124	189	367	649	1133	2362	6328
400	29	56	116	176	343	607	1060	2209	6328
450	28	53	110	166	324	572	999	2083	6271
500	26	50	104	158	307	543	948	1976	5950
550	25	48	99	150	293	518	904	1884	5673
600	24	46	95	144	280	496	865	1804	5431
800	21	40	82	125	243	429	749	1562	4704
1000	19	35	74	112	217	384	670	1397	4207

توضیح : 1- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز 20 متر در ثانیه محاسبه شده است.

2- برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (11) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 3.5 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (50PSI) و حداکثر افت فشار 10%

6	4	3	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	قطراسمی اینچ / طول متر
7350	3200	1844	1215	792	481	352	203	125	15
7350	3200	1844	1215	792	481	352	203	125	30
7350	3200	1844	1215	792	481	352	196	103	45
7350	3200	1844	1215	792	481	352	170	89	60
7350	3200	1844	1215	792	479	316	152	80	75
7350	3200	1844	1215	792	438	289	139	73	90
7320	3200	1844	1215	738	379	250	120	63	120
7350	3200	1844	1166	660	339	224	107	56	150
7350	3200	1763	1010	571	294	194	93	49	200
7350	3200	1577	903	511	263	173	83	44	250
7350	3000	1439	825	466	240	158	76	40	300
7350	2778	1333	763	432	222	146	70	37	350
7350	2598	1247	714	404	208	137	66	35	400
7350	2450	1175	673	380	196	129	62	33	450
6998	2324	1115	639	361	186	122	59	31	500
6672	2216	1063	609	345	177	117	56	29	550
6388	2122	1018	583	330	169	112	54	28	600
5532	1837	881	505	286	147	97	47	24	800
4948	1643	788	452	255	131	87	42	22	1000

توضیح : 1- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز 20 متر در ثانیه محاسبه شده است.

2- برای سایر چگالی‌ها باید ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره 3 داده شده است ضرب گردد.

جدول (12) ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف برحسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی 0.65 و فشار اولیه 4.218 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (60PSI) و حداکثر افت فشار 10%

7-10- جزئیات لوله‌کشی گاز صنعتی

1- جنس لوله‌ها و اتصالات

در این قسمت نیز همانند قسمت مسکونی وتجاری می‌باشد، همچنین جوشکاری آنها به همان روش‌هائی کـه اشـاره شـدانـجام می‌گیرد.

2- تکیه‌گاه

فاصله تکیه‌گاه لوله‌ها نیز مطابق جدول (6) انجام می‌شود.

3- لوله‌هائی که در خاک دفن می‌شوند (لوله‌هائی که در محیط خارج از ساختمان قرار دارند) باید کاملاً در مـقابل خـورندگی مـحافظت گردند که برای این منظور می‌بایست بصورت زیر عایقکاری شوند.

روش عایق سرد

در این روش ابتدا باید سطح لوله‌ها را کاملاً از زنگ‌زدگی تمیز کـــرد (روش شـــن‌زنی Sand Blast و یـــا ســـاچمه‌زنی Shot - Gritblasting) ، چربی را بوسیله حلالهائی مانند زایلین یا تولوئن و نظایر آن می‌توان پاک نمود. سپس لوله را رنگ آسـتری (Primer) زده و پس از خشک شدن رنگ، لوله را با نوار پلی‌اتیلن روکش نمود بطوریکه همواره بیش 55 درصد عرض نوارهـا روی یکدیگر قرار گیرند، در محل‌هائی مثل عبور از زیر کانال آب و غیره لازم است که لوله را دو لایه نوار پیچی نمود. جدول (13) مـقدار مصرف نوار و رنگ را در لوله‌های بقطر مختلف نشان می‌دهد.

روش عایقکاری گرم

در این روش نیز ابتدا باید لوله‌ها را از زنگ‌زدگی و چربی پاک نموده و سپس آنرا با رنگ‌آستری رنگ آمیزی نمود و پس از خشک شدن آن، لوله را با قطران ذغال سنگ (Coal Tar) یـا قـیر ذغـال سنگی همزمان نوارپیچی نمود، قیر باید در درجه حرارت بین 205 تا 250 درجه سانتی‌گراد ذوب گردد، عایقکاری گرم توسط، ماشین مخصوص انجام می‌گیرد.

4- آزمایش لوله‌ها

شبکه لوله‌کشی صنعتی را می‌توان توسط هوای فشـرده و یـا گازهای بی‌اثر مانند ازت و گاز کربنیک با فشار 1.5 برابر حداکثر فشار شبکه بمدت 24 زیر فشار قرار داد، ابتدا باید شیر انشعاب ماشین‌ها و یا دستگاه‌ها را کاملاً بست. فشـار آزمـایش نـباید کـمتر از 0.21 کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع (3^{psi}) و یا بیش از 7کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (100^{psi}) باشد. فشارسنج نباید بعد از 24 سـاعت کـاهشی را نشان دهد و در صورت نشتی باید محل نشت را پیدا نمود، تعمیر نموده، پس از آزمایش باید کلیه هوای تزریق شده در لوله‌ها را تخلیه نمود (به کمک گاز کربنیک یاگاز سوخت و یا ازت).

5- تغذیه گاز به لوله

قبل از ورود گاز به لوله باید کلیه شیرهای مصرف کننده‌ها کاملاً بسته باشد.

6- اتصال دستگاه گازسوز به شبکه

ماشین‌های مصرف کننده گاز را باید تـوسط لوله‌هـای سـخت (مسی یا فولادی) به لوله انشعابی وصل نـمود ولی اگـر قسـمت مصرف کننده گاز در ماشین متحرک باشد و یا لرزش داشته بـاشد می‌توان از شلنگ‌های فشارقوی استفاده نمود که حتی‌الامکان باید کوتاه باشند.

7- هوای لازم برای احتراق

برای سوختن هر مترمکعب گاز طبیعی کـه ارزش حـرارتـی آن 10.000 کیلوکالری است حدقال 11.2 مترمکعب هوا لازمست، لذا در اطراف مصرف کننده بایدهوای تازه کافی وجود داشته باشد که برای این منظور باید پیش‌بینی‌های لازم در محل نصب انجام گیرد.

قطراسمی لوله اینچ	قطر خارجی اینچ	قطر خارجی میلیمتر	پهنای نوار ماشینی (اینچ)	متر طول نوار ماشینی برای هر متر طول لوله‌بالبه 55%	پهنای نوار دستی	مقدار طول نوار دستی برای هر متر طول لوله با لبه 55%	لیتر پرایمر برای هر متر طول لوله با برس
$\frac{1}{2}$	0.840	21.336	2	2.93	2	2.93	0.009
$\frac{3}{4}$	1.050	26.670	2	3.7	2	3.7	0.011
1	1.315	33.401	2	4.6	2	4.6	0.014
$1\frac{1}{4}$	1.660	42.164	2	5.8	2	5.8	0.017
$1\frac{1}{4}$	1.900	48.260	2	6.64	3	4.42	0.020
2	2.375	60.325	4	4.15	4	4.15	0.032
$1\frac{1}{2}$	2.875	73.025	4	5.02	4	5.02	0.038
3	3.500	88.900	4	6.12	4	6.12	0.047
4	4.500	14.300	6	5.24	6	5.24	0.060
6	6.625	168.675	6	7.72	6	7.72	0.088
8	8.625	219.075	9	6.70	6	10.40	0.115
10	10.750	273.050	9	8.35	6	12.51	0.143
12	12.750	323.850	9	9.90	6	14.84	0.170

توجه:

با توجه به امکانات ضایعات برای نوار 10% و برای پرایمر 15% بیش از میزان مشخص شده در جدول فوق نوار و پرایمر منظور شود.

جدول (13) مقدار پرایمر و نوار برای لوله‌های مختلف

8-10- جداول گوناگون

جدول (14) مشخصات گاز طبیعی را در نقاط مختلف ایران نشان میدهد.

جدول (15) ارزش حرارتی سوخت‌های مـختلف نـفتی و بـرق را نشان میدهد.

جدول (16) حدود اشتعال و درجه احتراق بعضی از گازها را نشان میدهد.

اجزاء متشکله	خط لوله اول	اهواز	سرخس
متان	84.11	84.06	98.57
اتان	10.19	9.87	0.63
پروپان	3.84	3.91	0.10
ایزوبوتان	0.39	0.40	0.02
نرمال بوتان	0.70	0.77	0.03
ایزوپنتان	0.11	0.11	0.02
نرمال پنتان	0.11	0.10	0.02
هگزان و مواد سنگینتر	ناچیز	ناچیز	0.01
انیدرید کربنیک	0.42	0.24	0.01
ازت	0.13	0.54	0.59
هیدروژن سولفوره	ناچیز	ناچیز	–
جمع کل	100	100	100
ارزش حرارتی ویژه			
بی تی یو در فوت مکعب	1068	1057	912
کیلوکالری در متر مکعب	9504	9410	8117
ارزش حرارتی ناویژه			
بی تو یو در فوت مکعب	1165	1169	1013
کیلوکالری در متر مکعب	10370	10400	9016
وزن مولکولی	19.26	19.22	16.28
وزن مخصوص نسبت به هوا	0.665	0.6649	0.562

جدول (14) مشخصات گاز طبیعی - درصد ملکولی

سوخت	ارزش حرارتی ویژه		مقدار معادل با یک متر مکعب گاز طبیعی
گاز طبیعی لوله سراسری و اهواز	1060 بی‌تی‌یو در فوت مکعب	9434 کیلوکالری درمتر مکعب	1 متر مکعب
گاز طبیعی سرخس	912 بی‌تی‌یو در فوت مکعب	8117 کیلوکالری درمتر مکعب	0.860 متر مکعب
گاز مایع	43431 بی‌تی‌یو در کیلوگرم	10945 کیلوکالری کیلوگرم	0.862 کیلوگرم
نفت سفید	32320 بی‌تی‌یو در لیتر	8148 کیلوکالری لیتر	1.158 لیتر
نفت گاز	33577 بی‌تی‌یو در لیتر	8462 کیلوکالری لیتر	1.115 لیتر
نفت کوره	34444 بی‌تی‌یو در لیتر	8680 کیلوکالری لیتر	1.087 لیتر
برق	3413 بی‌تی‌یو در کیلووات ساعت	860 کیلوکالری کیلووات ساعت	10.97 کیلووات ساعت

یادآوری :

در مقادیر معادل در جدول فوق بازدهی سوختها در دستگاههای مختلف در نظر گرفته نشده است و لذا برای تبدیل هر دستگاه از سوختی به سوخت دیگر باید بازدهی آن دستگاه با سوختهای مربوطه در نظر گرفته شود.

جدول (15) ارزش حرارتی برق و سوختهای نفتی و برابری آنها

نام گاز یا بخار	حد پایین قابلیت اشتعال	حد بالای قابلیت اشتعال	درجه خود احتراقی (سانتیگراد)
متان	5	15	540
اتان	3	12.4	515
پروپان	2.1	9.5	450
بوتان (نرمال)	1.8	8.4	405
بوتان (ایزو)	1.8	8.4	460
بنزین	1.3	7.1	440
سوخت جت	1.3	8	240
نفت سفید	-	-	210
هیدروژن سولفوره	4	44	-
اکسیدکربن	12.5	74	-
گوگرد	2	-	-
هیدروژن	4	75	400
آمونیاک	15	28	-
بنزین	1.3	7.9	560
الکل متیلیک	6.7	36	385
الکل اتیلیک	3.3	19	365

جدول (16) حدود اشتعال و درجه احتراقی برخی از گازها