

به نام خدا



پروژه درس تهویه مطبوع

* عنوان پروژه

طراحی سیستم گرمایش برای یک ساختمان مسکونی

دی ماه ۱۳۹۷

فهرست مطالب

فصل اول: موضوع پروژه

- ۱-۱ موضوع پروژه ۲
- ۲-۱ مشخصات ساختمان ۲

فصل دوم: مناسبه بار مرارتی

- ۱-۲ پارامترهای مقدماتی ۴
- ۲-۲ تلفات حرارتی جداره‌ها و کف ۱۱
- ۳-۲ تلفات حرارتی ناشی از نفوذ هوا ۱۱
- ۴-۲ بار حرارتی آب گرم مصرفی ۱۳
- ۵-۲ تلفات حرارتی کل ساختمان ۱۴

فصل سوم: رادیاتورها

- ۱-۳ انتخاب رادیاتور ۱۵
- ۲-۳ تعداد پره‌های لازم برای رادیاتورها ۱۵

فصل چهارم: تجهیزات موتورخانه

- ۱-۴ انتخاب دیگ ۱۷
- ۲-۴ انتخاب مشعل ۱۸
- ۳-۴ حجم منبع انبساط ۱۸
- ۴-۴ تعیین قطر لوله‌ها و کلکتور ۱۸
- ۵-۴ انتخاب پمپ سیرکولاتور ۲۰

فصل پنجم: لوله‌کشی‌ها

- ۱-۵ نقشه‌ی لوله‌کشی طبقه همکف ۲۱
- ۲-۵ نقشه‌ی لوله‌کشی طبقه اول ۲۲
- ۳-۵ نقشه‌ی لوله‌کشی طبقه دوم ۲۲

فصل اول:

موضوع پروژه

۱-۱ موضوع پروژه

برای یک ساختمان مسکونی سه طبقه واقع در شهر کرمان مطلوب است:

- ۱- محاسبه بار حرارتی هر کدام از اتاق‌ها و کل ساختمان
- ۲- تعیین لوله‌کشی شوفاژ، مکان شوفاژها و تعداد پره‌های هر شوفاژ
- ۳- محاسبه و انتخاب کامل کلیه تجهیزات مورد نیاز موتورخانه

۲-۱ مشخصات ساختمان

دیوارهای داخلی

✓ ۱۰ cm آجر معمولی (از هر طرف به ارتفاع ۱ متر سرامیک و بقیه گچ به ضخامت ۶ mm)

دیوارهای خارجی

- ✓ دو ردیف آجر معمولی (هر کدام به ضخامت ۱۰ cm)
- ✓ یک ردیف آجر سفال به ضخامت ۱۰ cm (نمای خارجی)
- ✓ قسمت داخلی گچ‌کاری شده است (۶ mm)

سقف

- ✓ بلوک بتنی به ضخامت ۲۰ cm
- ✓ ایزوگام به ضخامت ۶ mm
- ✓ گچ‌کاری داخلی به ضخامت ۶ mm

پنجره‌ها

- ✓ ارتفاع ۱ m
- ✓ ارتفاع از سطح زمین ۱٫۵ m
- ✓ دو جداره، قاب چوبی

درها

- ✓ ارتفاع ۲٫۵ m
- ✓ عرض ۱ m
- ✓ چوبی معمولی

کف

- ✓ بتنی

فصل دوم:

محاسبه بار حرارتی

۱-۲ پارامترهای مقدماتی

* به طوری که در نقشه مشاهده می‌شود، این ساختمان دارای سه طبقه است که هر طبقه شامل دو اتاق خواب، آشپزخانه و پذیرایی، دستشویی و حمام است. البته به استثنای طبقه همکف که فقط یک اتاق خواب دارد. این ساختمان فاقد زیرزمین بوده و کف آن روی سطح زمین قرار دارد. اتاق موتورخانه در خارج ساختمان و در حیاط، در نظر گرفته شده است. ابعاد ساختمان، روی نقشه مشخص شده‌اند؛ به منظور هماهنگی ابعاد ساختمان با مقادیر موجود در کاتالوگ‌ها، ابعاد از واحد «متر» به واحد «فوت» تبدیل شده‌اند.

* با استفاده از جداول (۱۹-۱) و (۲۲-۱) دمای طرح زمستانی داخل و خارج ساختمان، مشخص شده است.

15 F	دمای طرح خارج برای شهر کرمان	
75 F	آشپزخانه و پذیرایی	دمای طرح داخل
75 F	اتاق خواب	
66 F	راهرو	
75 F	حمام	
70 F	دستشویی	

* تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت با استفاده از جدول (۸-۲) به دست می‌آید. چون تمام اتاق‌ها و آشپزخانه و پذیرایی، از یک دیوار پنجره‌ی رو به خارج دارند،

تعداد دفعات تعویض هوا برای همه‌ی بخش‌ها، یکبار در ساعت در نظر گرفته می‌شود. ($n = 1$)

* مساحت درها

ابعاد درها به صورت $2.5m \times 1m$ است که برای محاسبه مساحت، واحد ابعاد به فوت تبدیل شده است و مساحت‌ها به صورت زیر به دست آمده‌اند:

$$A_{\text{درها}} = 3.28 \text{ ft} \times 8.2 \text{ ft} = 26.89 \text{ ft}^2$$

البته برای در ورودی پذیرایی، عرض در کمی بزرگتر از ۱m است که با استفاده از ابعاد روی نقشه، به صورت $1.45 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ به دست می‌آید و با تبدیل به فوت می‌توان مساحت را محاسبه نمود:

$$A_{\text{در ورودی پذیرایی}} = 4.76 \text{ ft} \times 8.2 \text{ ft} = 39 \text{ ft}^2$$

* مساحت پنجره‌ها

با توجه به ابعاد مشخص شده در نقشه، در طبقات این ساختمان، سه نوع پنجره با سه عرض متفاوت به کار رفته است که البته ارتفاع هر سه نوع پنجره یکسان و برابر با ۱m (معادل 3.28 ft) بوده و همچنین ارتفاع پنجره‌ها از کف، برابر با 1.5m (معادل 4.92 ft) است. مساحت پنجره‌ها به صورت زیر محاسبه شده است:

✓ پنجره‌های بزرگ پذیرایی طبقه اول و دوم (ضلع شرقی):

$$A = 13.12 \text{ ft} \times 3.28 \text{ ft} = 41.98 \text{ ft}^2$$

✓ پنجره‌های آشپزخانه طبقه اول و دوم (ضلع شرقی):

$$A = 4.92 \text{ ft} \times 3.28 \text{ ft} = 16.14 \text{ ft}^2$$

✓ سایر پنجره‌ها:

$$A = 5.74 \text{ ft} \times 3.28 \text{ ft} = 18.83 \text{ ft}^2$$

* ارتفاع طبقات

با توجه به ابعاد مشخص شده در نقشه، ارتفاع هر طبقه به صورت زیر است: (واحدها به فوت تبدیل شده است)

✓ ارتفاع طبقه‌ی همکف:

$$h = 3.3 \text{ m} = 10.83 \text{ ft}$$

✓ ارتفاع طبقه‌ی اول:

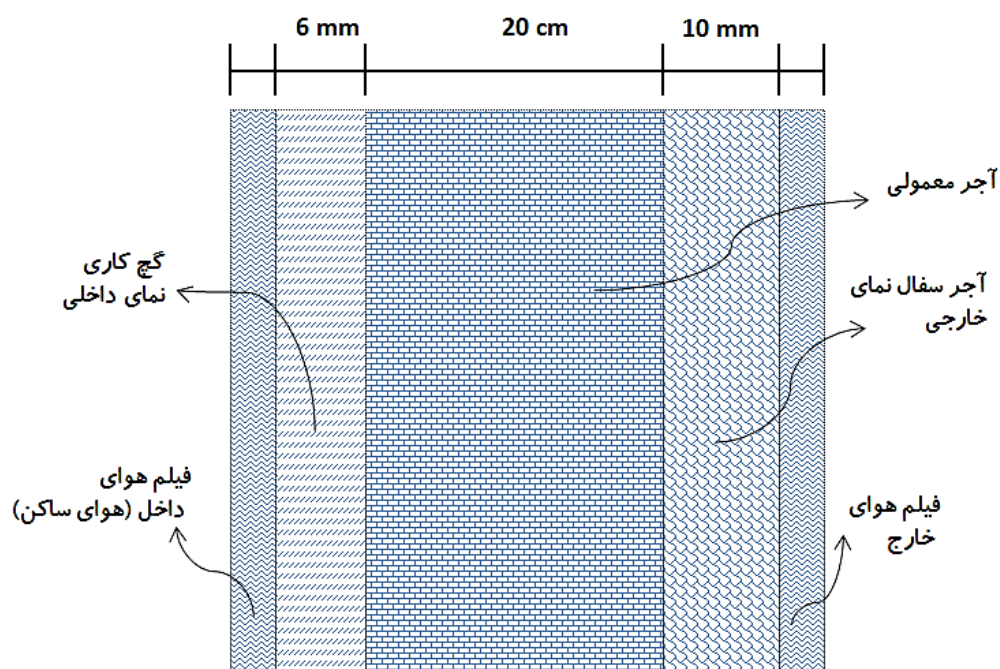
$$h = 2.95 \text{ m} = 9.68 \text{ ft}$$

✓ ارتفاع طبقه‌ی دوم:

$$h = 2.85 \text{ m} = 9.35 \text{ ft}$$

* ضریب کلی هدایت حرارتی دیوارهای خارجی

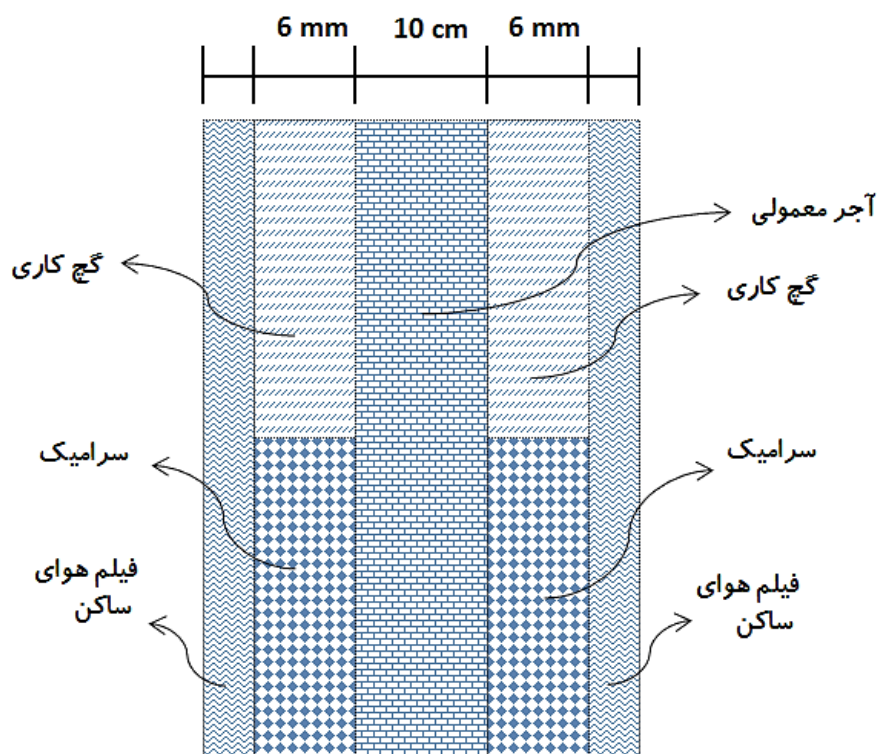
با مراجعه به جداول (۵-۱) و (۱۸-۱) می‌توان مقاومت هر لایه و در نتیجه، ضریب کلی انتقال حرارت دیوارهای خارجی را محاسبه نمود.



$$U = \frac{1}{0.17 + 0.41 + 0.36 + 0.32 + 0.68} = 0.52 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

* ضریب کلی هدایت حرارتی دیوارهای داخلی

با مراجعه به جداول (۱-۵) و (۱-۱۸) می توان مقاومت هر لایه و در نتیجه، ضریب کلی انتقال حرارت دیوارهای داخلی را محاسبه نمود.



$$U = \frac{1}{0.68 + 0.064 + 0.8 + 0.064 + 0.68} = 0.44 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

* ضریب هدایت حرارتی درها

برای در چوبی معمولی: $U = 0.7$

* ضریب هدایت حرارتی پنجره ها

برای پنجره دوجداره: $U = 0.65$

* ضریب هدایت حرارتی سقف

برای سقف طبقه دوم (با ایزوگام): $U = 0.30 \times 1.1 = 0.33$

* ضریب هدایت حرارتی سقف

برای سقف طبقه همکف و طبقه اول: $U = 0.51 \times 1.1 = 0.56$

* ضریب جهت

برای دیوارهای شمالی و شرقی 1.1 و برای دیوارهای غربی 1.05 است.

* ضریب ارتفاع

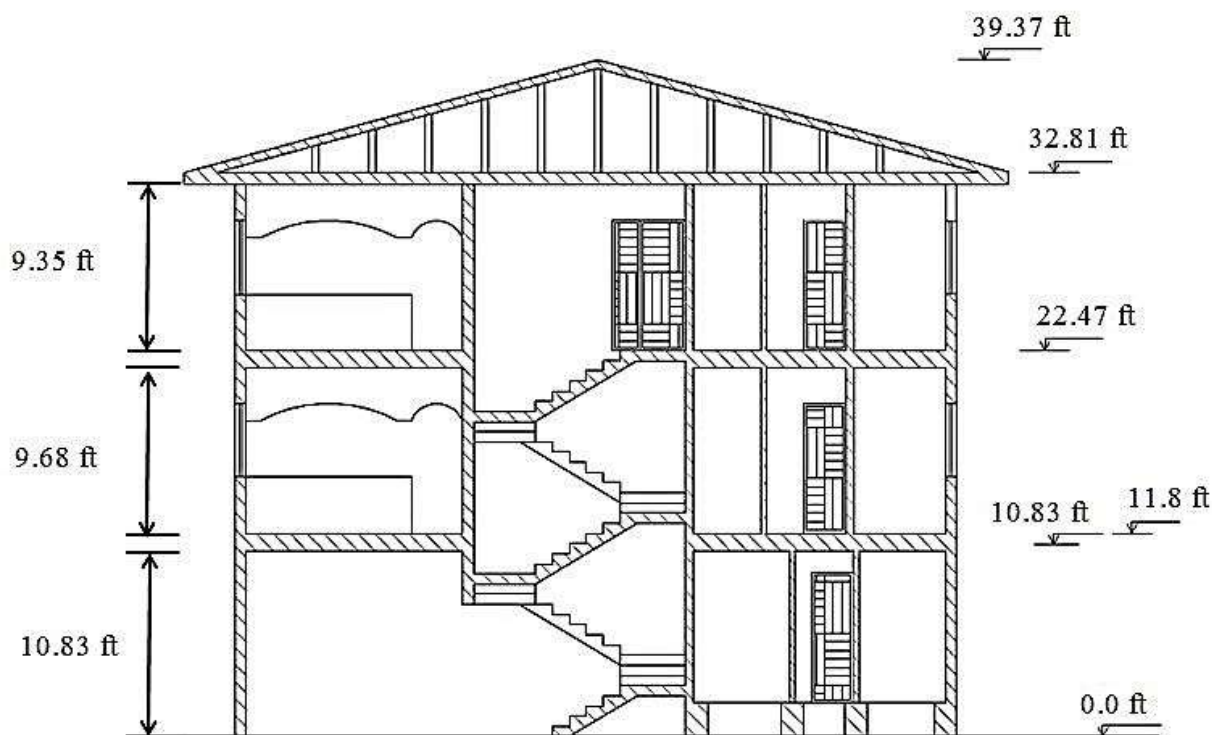
برای طبقه اول ضریب 1.025 و برای طبقه دوم ضریب 1.075 است.

* ضریب اطمینان برای اشتباهات محاسباتی

این ضریب برابر 1.1 در نظر گرفته می شود و در بار حرارتی هر اتاق ضرب می شود.

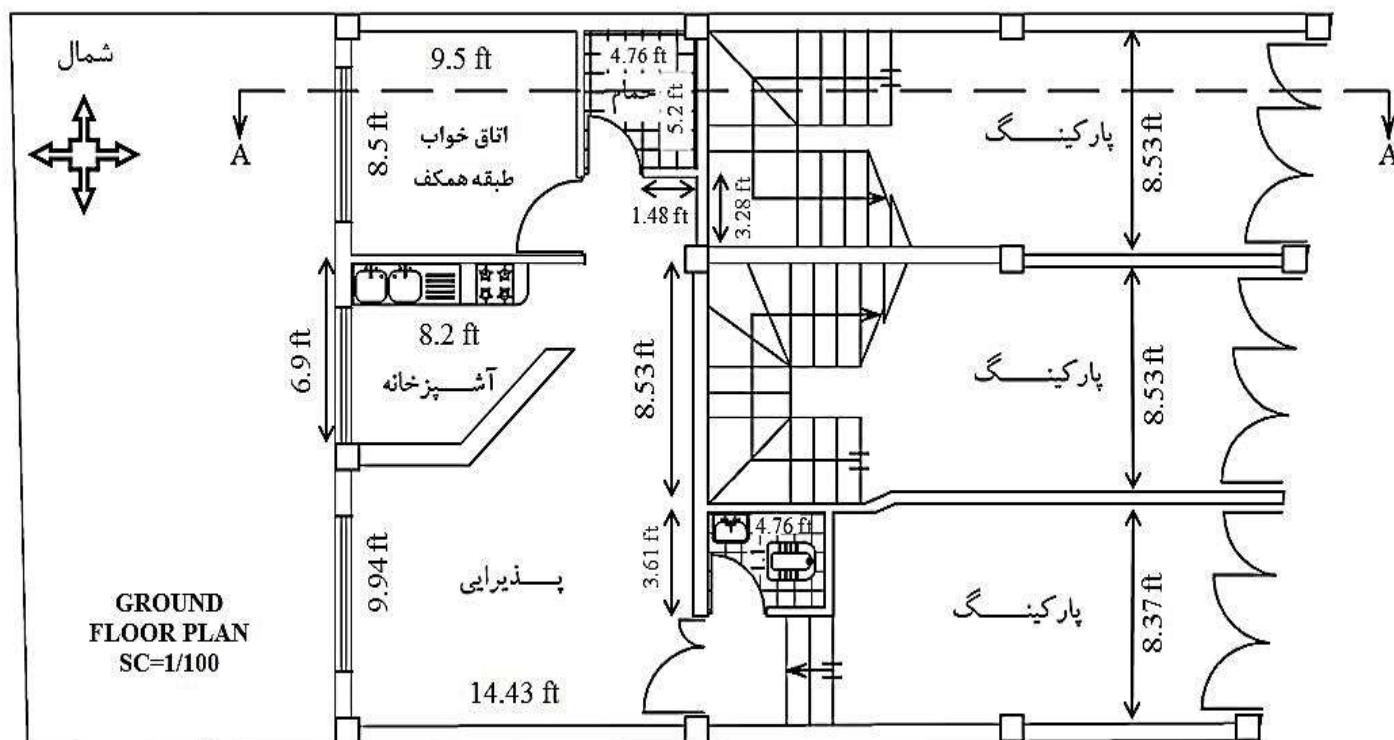
در ادامه، نقشه‌ی طبقات ساختمان قابل مشاهده است.

*** نقشه‌ی ارتفاع طبقات ساختمان (ابعاد بر حسب فوت)**



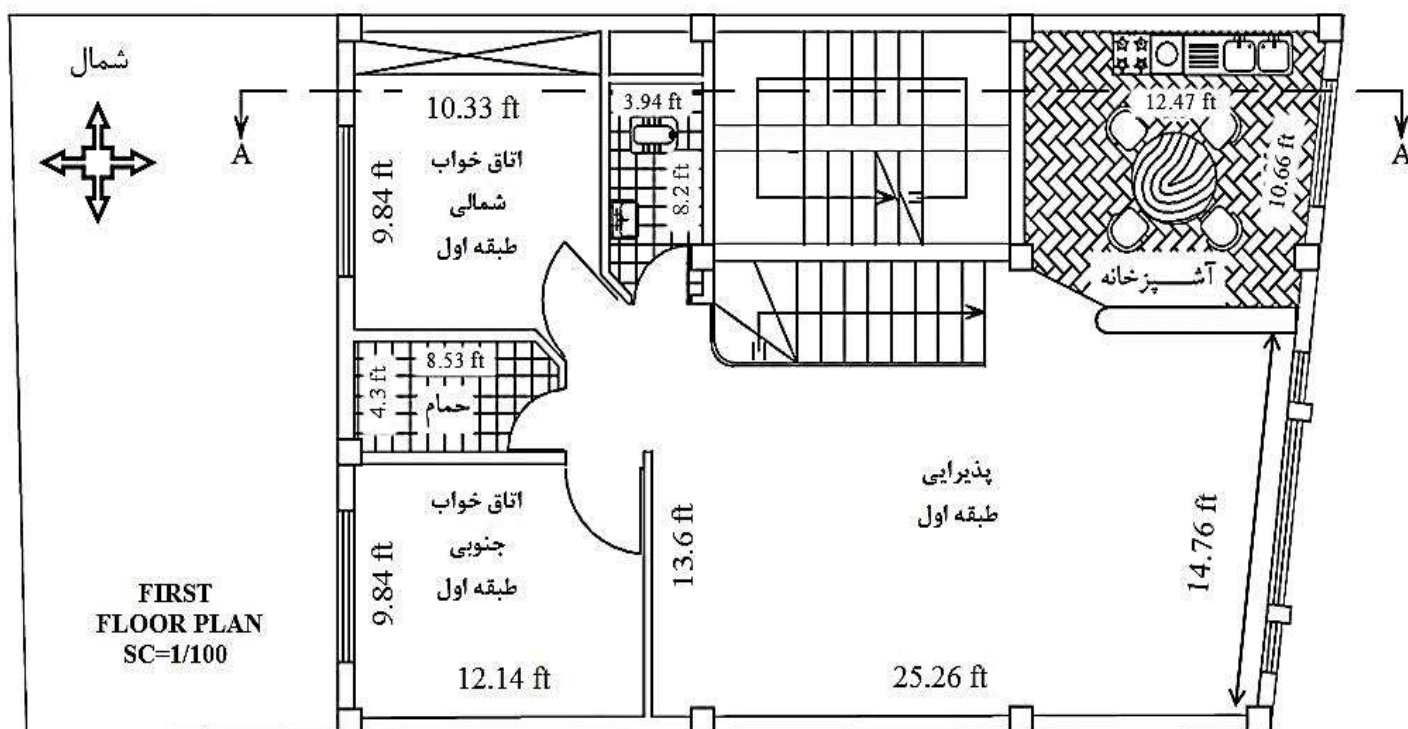
SECTION A-A , SC=1/100

*** نقشه‌ی طبقه همکف (ابعاد بر حسب فوت)**

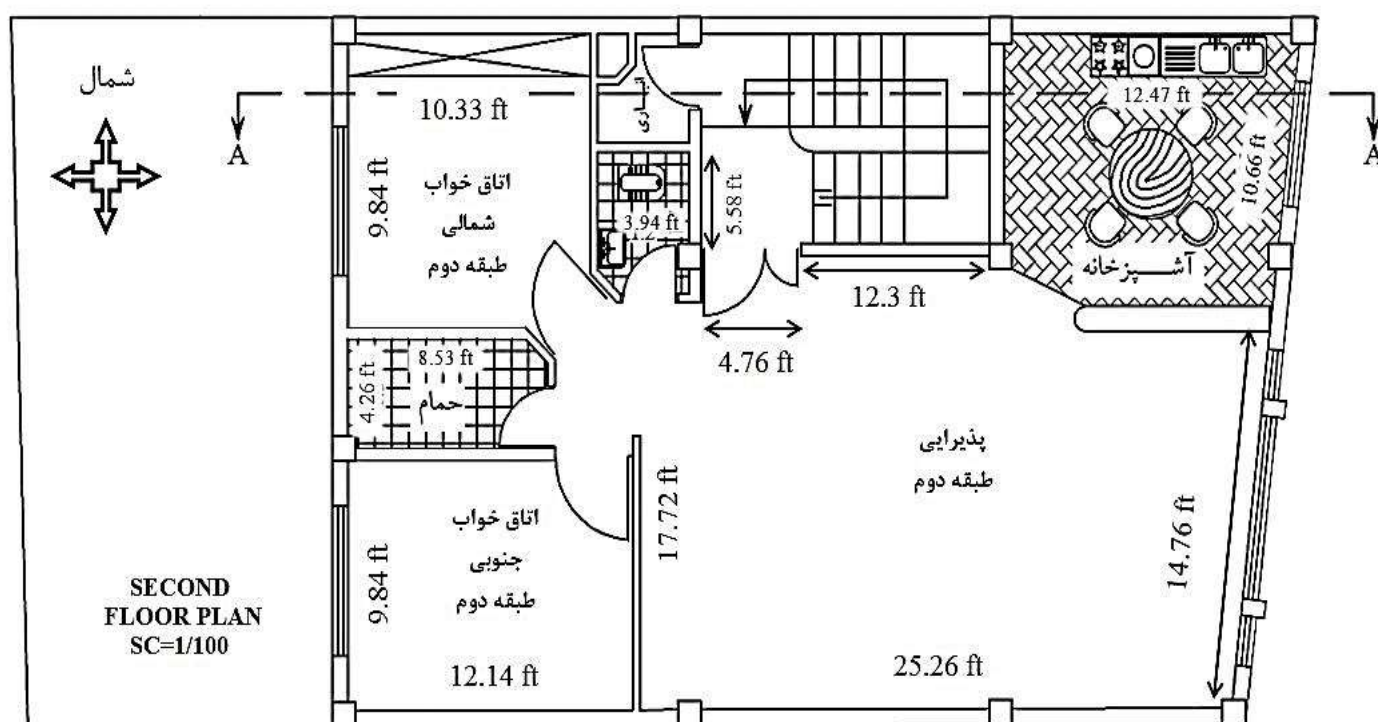


GROUND FLOOR PLAN
SC=1/100

*** نقشه‌ی طبقه اول (ابعاد بر حسب فوت)**



*** نقشه‌ی طبقه دوم (ابعاد بر حسب فوت)**



۲-۲ تلفات حرارتی جداره‌ها و کف

تلفات حرارتی جداره‌ها از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_1 = AU(t_i - t_o)$$

مقادیر t_o و t_i ، A ، U برای هر یک از اتاق‌ها و بخش‌های دیگر ساختمان محاسبه و در «برگه‌ی محاسباتی» وارد شده‌اند. با قرار دادن این مقادیر در فرمول مذکور و اعمال ضرایب جهت، ارتفاع و اطمینان، می‌توان تلفات حرارتی جداره‌ها (Q_1) را محاسبه نمود.

برای طبقه همکف که کف آن متصل به زمین است، تلفات حرارتی از کف به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{تلفات از کف} = 0.6P(t_i - t_o) + 0.05A(t_i - t_g)$$

دمای زمین (t_g) برای شهر کرمان با دمای طرح خارج 15°F از جدول (1-A) برابر با $t_g = 62.5^\circ\text{F}$ به دست می‌آید؛ بنابراین:
برای اتاق خواب طبقه همکف:

$$\text{تلفات از کف} = (0.6)(18)(60) + (0.05)(80.75)(12.5) = 698.47$$

برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه همکف:

$$\text{تلفات از کف} = (0.6)(31.27)(60) + (0.05)(243.87)(12.5) = 1278.14$$

۲-۳ تلفات حرارتی ناشی از نفوذ هوا

بار حرارتی ناشی از هوای نفوذی از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$Q_2 = V \times 0.0749 \times 0.241 \times (t_i - t_o)$$

برای شهر کرمان با ارتفاع 5800 فوت از سطح دریا و دمای طرح خارج 15°F ، ضریب تصحیح چگالی هوا از نمودار (۲-۱) برابر با 0.91 به دست می‌آید که بایستی در ضریب 0.0749 ضرب شود؛ بنابراین رابطه‌ی Q_2 به صورت زیر خواهد شد:

$$Q_2 = V \times 0.016 \times (t_i - t_o)$$

برای محاسبه‌ی حجم هوای نفوذی، از روش حجمی استفاده شده است:

$$V = v \times n$$

v : حجم اتاق بر حسب فوت مکعب

n : تعداد دفعات تعویض حجم هوای اتاق در ساعت

بنابراین، مقادیر اتلاف حرارت ناشی از نفوذ هوا، محاسبه و در «برگه‌ی محاسباتی» وارد می‌شود:

برای اتاق خواب طبقه همکف:

$$Q_2 = (874.52)(0.016)(60) = 839.54 \text{ Btu/hr}$$

برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه همکف:

$$Q_2 = (2641.11)(0.016)(60) = 2535.46 \text{ Btu/hr}$$

برای اتاق خواب شمالی طبقه اول:

$$Q_2 = (983.97)(0.016)(60) = 944.61 \text{ Btu/hr}$$

برای اتاق خواب جنوبی طبقه اول:

$$Q_2 = (1156.37)(0.016)(60) = 1110.11 \text{ Btu/hr}$$

برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه اول:

$$Q_2 = (5054.02)(0.016)(60) = 4851.86 \text{ Btu/hr}$$

برای اتاق خواب شمالی طبقه دوم:

$$Q_2 = (950.43)(0.016)(60) = 912.41 \text{ Btu/hr}$$

برای اتاق خواب جنوبی طبقه دوم:

$$Q_2 = (1116.95)(0.016)(60) = 1072.27 \text{ Btu/hr}$$

برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه دوم:

$$Q_2 = (4853.68)(0.016)(60) = 4659.53 \text{ Btu/hr}$$

۲-۴ بار حرارتی آب گرم مصرفی

در این ساختمان تعداد ۳ دستشویی و توالت خصوصی، ۳ سینک ظرفشویی و ۳ دوش حمام وجود دارد که می‌توان با استفاده از جدول (۵-۲) مصرف آب گرم آن‌ها را تعیین نمود:

$$3 \times 3 = 9 \text{ GPH} = \text{حداکثر آبگرم مصرفی دستشویی و توالت خصوصی}$$

$$3 \times 15 = 45 \text{ GPH} = \text{حداکثر آبگرم مصرفی سینک ظرفشویی}$$

$$3 \times 100 = 300 \text{ GPH} = \text{حداکثر آبگرم مصرفی دوش حمام}$$

$$9 + 45 + 100 = 354 \text{ GPH} = \text{جمع کل حداکثر آبگرم مصرفی}$$

مقدار واقعی آب گرم مصرفی از ضرب «حداکثر آب گرم مصرفی» در «ضریب تقاضا» به دست می‌آید:

$$354 \times 0.35 = 123.9 \text{ GPH} = \text{مقدار واقعی آبگرم مصرفی}$$

حجم منبع آبگرم نیز از ضرب «ضریب ذخیره منبع» در مقدار فوق حاصل می‌شود:

$$123.9 \times 1.25 = 154.87 \text{ gal} = \text{حجم منبع آبگرم مصرفی}$$

اکنون می‌توان بار حرارتی آبگرم مصرفی را با استفاده از فرمول زیر محاسبه نمود:

$$Q_3 = V \times 8.33 \times (t_2 - t_1)$$

برای استفاده از این فرمول، دمای آب ورودی به منبع (آب شهر) را برابر 60 F و دمای آب گرم خروجی از منبع را 140 F در نظر گرفته و با احتساب 10% ضریب اطمینان برای اشتباهات محاسباتی، خواهیم داشت:

$$Q_3 = (154.87)(8.33)(140 - 60)(1.1) = 113526 \text{ Btu/hr}$$

۲-۵ بار حرارتی کل ساختمان

بار حرارتی کل ساختمان Q_t برابر با مجموع تلفات حرارتی اتاق‌ها $\sum Q_R$ و بار حرارتی آبگرم مصرفی Q_3 است؛ طبق محاسبات موجود در «برگه‌ی محاسباتی»، مجموع تلفات حرارتی اتاق‌ها به صورت زیر است:

$$\sum Q_R = 138148 \text{ Btu/hr}$$

بار حرارتی آبگرم مصرفی نیز، از بخش قبل به دست آمد:

$$Q_3 = 113526 \text{ Btu/hr}$$

بنابراین، بار حرارتی کل ساختمان برابر خواهد بود با:

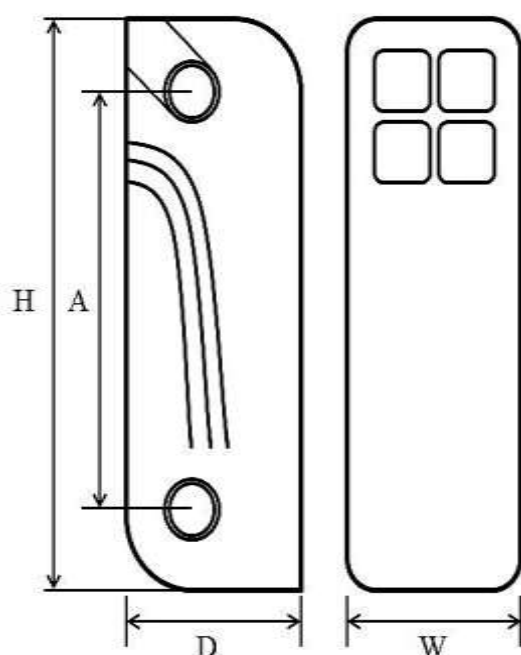
$$Q_t = 138148 + 113526 = 251674 \text{ Btu/hr}$$

فصل سوم:

رادیاتورها

۳-۱ انتخاب رادیاتور

برای این ساختمان از رادیاتور آلومینیومی «ویتوریا» (Vittoria) مدل H600 ساخت شرکت صنعتی «بوتان» استفاده می‌شود. ابعاد این رادیاتور (ارتفاع آکس × عمق) برابر با $600\text{mm} \times 95\text{mm}$ بوده و عرض هر پرهی آن نیز 80mm است. مشخصات فنی پرهی این رادیاتور در زیر قابل مشاهده است.



Vittoria H600	نوع و مدل رادیاتور
600 mm	ارتفاع آکس (A)
677 mm	ارتفاع کل (H)
80 mm	عرض (W)
95 mm	عمق (D)
1 inch	قطر لوله‌ی ورودی
1.6 kg	وزن تقریبی
0.54 lit	حجم آب
173 kcal/hr	توان حرارتی

۳-۲ تعداد پره‌های لازم برای رادیاتورها

حرارت منتقله از یک پرهی رادیاتور، طبق کاتالوگ، برابر است با:

$$173 \text{ kcal} = 687 \text{ Btu/hr}$$

با معلوم بودن بار حرارتی هر اتاق (Q_R) می‌توان تعداد پره‌های لازم رادیاتور را محاسبه نمود:

* تعداد پره‌های لازم برای اتاق طبقه همکف:

$$n = \frac{9022}{687} = 13$$

* تعداد پره‌های لازم برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه همکف:

$$n = \frac{15372}{687} = 22$$

* تعداد پره‌های لازم برای اتاق شمالی طبقه اول:

$$n = \frac{9477}{687} = 14$$

* تعداد پره‌های لازم برای اتاق جنوبی طبقه اول:

$$n = \frac{9036}{687} = 13$$

* تعداد پره‌های لازم برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه اول:

$$n = \frac{29848}{687} = 44$$

* تعداد پره‌های لازم برای اتاق شمالی طبقه دوم:

$$n = \frac{11190}{687} = 16$$

* تعداد پره‌های لازم برای اتاق جنوبی طبقه دوم:

$$n = \frac{11956}{687} = 17$$

* تعداد پره‌های لازم برای آشپزخانه و پذیرایی طبقه دوم:

$$n = \frac{42247}{687} = 62$$

فصل چهارم:

تجهیزات موتورخانه

۱-۴ انتخاب دیگ

برای محاسبه قدرت حرارتی دیگ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Q_B = Q_t(1 + A)$$

که با در نظر گرفتن ۲۰٪ ضریب اضافی بابت پیش‌راه‌اندازی سیستم و ۱۵٪ ضریب اضافی بابت تلفات حرارتی از دیگ‌ها و لوله‌ها (جمعاً ۳۵٪) پارامتر A برابر با ۰/۳۵ خواهد بود؛ بنابراین:

$$Q_B = (251674)(1 + 0.35) = 339759.9 \text{ Btu/hr}$$

با مراجعه به کاتالوگ دیگ چدنی شرکت «لوله و ماشین‌سازی ایران» یک دیگ چدنی مدل S.10 با ظرفیت حرارتی خروجی 90000 kcal/hr معادل با 357147 Btu/hr انتخاب می‌کنیم. سایر مشخصات دیگ در جدول زیر قابل مشاهده است.

S.10	نوع و مدل دیگ
90000 kcal/hr	ظرفیت حرارت خروجی
105000 kcal/hr	ظرفیت حرارت ورودی
12.4 mbar	اُفت فشار آب
0.132 mbar	اُفت فشار دود
44 Lit	حجم دیگ
475 kg	جرم دیگ

۴-۲ انتخاب مشعل

برای انتخاب مشعل به کاتالوگ مشعل گازسوز شرکت «ایران رادیاتور» مراجعه کرده و با توجه به ظرفیت حرارتی دیگ که 90000 kcal/hr است، یک مشعل مدل JGN 80/0 با ظرفیت حرارتی 42000 – 155000 و با مصرف سوخت 4.9 – 18.2 کیلوگرم بر ساعت انتخاب می‌کنیم.

۴-۳ حجم منبع انبساط

برای این ساختمان، یک منبع انبساط بسته در نظر گرفته و حجم آن را از جدول (۲-D) کتاب، بر اساس قدرت دیگ که 357147 Btu/hr است، به دست می‌آوریم:

$$\text{حجم منبع انبساط} = 60 \text{ gal}$$

۴-۴ تعیین قطر لوله‌ها و کلکتور

برای این ساختمان، سیستم لوله‌کشی با برگشت مستقیم در نظر گرفته‌ایم. افت فشار را 300 میلی اینچ آب بر فوت لوله و محدوده سرعت حرکت آب در لوله‌ها را بین 2 تا 4 فوت بر ثانیه در نظر می‌گیریم. برای تعیین قطر لوله‌ها، با معلوم بودن مقدار حرارتی که توسط آب در لوله‌ی مورد نظر حمل می‌شود، به نمودار ۲-۳ برای لوله‌ی آهنی مراجعه نموده و از تقاطع خطوط بار حرارتی و افت فشار، قطر لوله را به دست آورده‌ایم که در جدول صفحه بعد قابل مشاهده است. البته بایستی در نظر داشت که برای لوله‌های آهنی، به کار بردن قطر کوچکتر از $\frac{1}{2}$ اینچ جایز نیست. قطر لوله‌های موتورخانه نیز به همین شکل تعیین و در جدول زیر آمده است.

قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لوله‌ی مورد نظر
2	251674	لوله رفت از دیگ به کلکتور
$1\frac{1}{4}$	113526	لوله رفت از کلکتور به منبع آبگرمکن

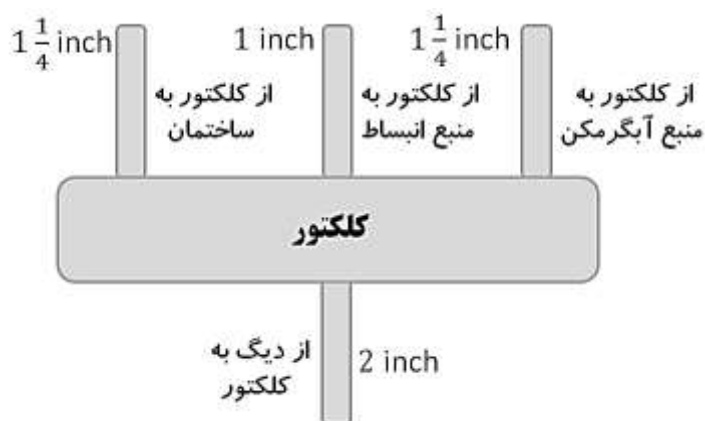
* جدول قطر لوله‌های ساختمان

قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لوله مورد نظر	قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لوله مورد نظر
$\frac{1}{2}$	9238	از G تا H	$1\frac{1}{4}$	138148	از دیگ تا A
1	65393	از D تا I	$\frac{1}{2}$	9022	از A تا B
$\frac{1}{2}$	11190	از I تا J	$\frac{3}{4}$	15372	از A تا C
1	54203	از I تا K	$1\frac{1}{4}$	113754	از A تا D
1	42247	از K تا L	$\frac{1}{2}$	9477	از D تا E
$\frac{3}{4}$	14767	از L تا M	1	38884	از D تا F
			1	29848	از F تا G

برای تعیین قطر کلکتور نیز با توجه به قطر لوله‌های ورودی به کلکتور و خروجی از آن، طبق فرمول تجربی زیر قطر کلکتور را محاسبه می‌کنیم:

$$D = (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + d_4^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left((2)^2 + \left(1\frac{1}{4}\right)^2 + (1)^2 + \left(1\frac{1}{4}\right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 2.85 \text{ inch}$$



۴-۵ انتخاب پمپ سیرکولاتور

دبی پمپ از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\text{دبی پمپ} = \frac{Q_t}{10000} = \frac{251674}{10000} = 25.17 \text{ GPM} = 6.86 \text{ m}^3/\text{hr}$$

رادیاتور واقع در آشپزخانه طبقه دوم، از تمام رادیاتورها نسبت به دیگ دورتر است. طول لوله، از دیگ تا آشپزخانه طبقه دوم برابر با $L=92 \text{ ft}$ است؛ طبق فرمول زیر می‌توان هد پمپ را به دست آورد:

$$\text{هد پمپ} = 0.075L = (0.075)(92) = 6.9 \text{ ft} \simeq 2 \text{ m}$$

بنابراین، با مراجعه به کاتالوگ پمپ‌های «شرکت صنایع الکتروپمپ رایان» و «شرکت CALPEDA ایتالیا»، بر اساس دبی و هد به دست آمده، از روی نمودارهای مشخصه پمپ‌ها، یک پمپ NC4 40-40 را برای این ساختمان انتخاب می‌کنیم.

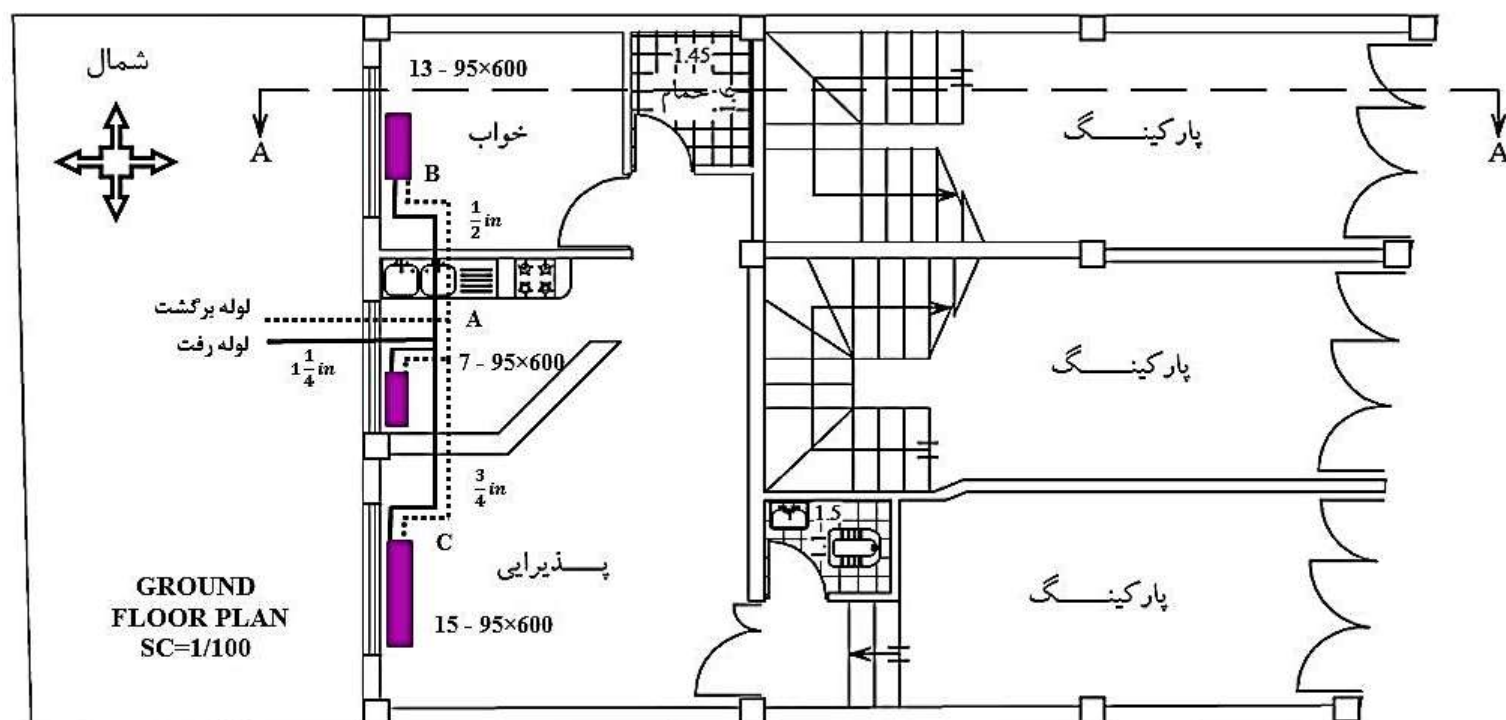
فصل پنجم:

لوله کشی ها

۵-۱ نقشه‌ی لوله کشی طبقه همکف

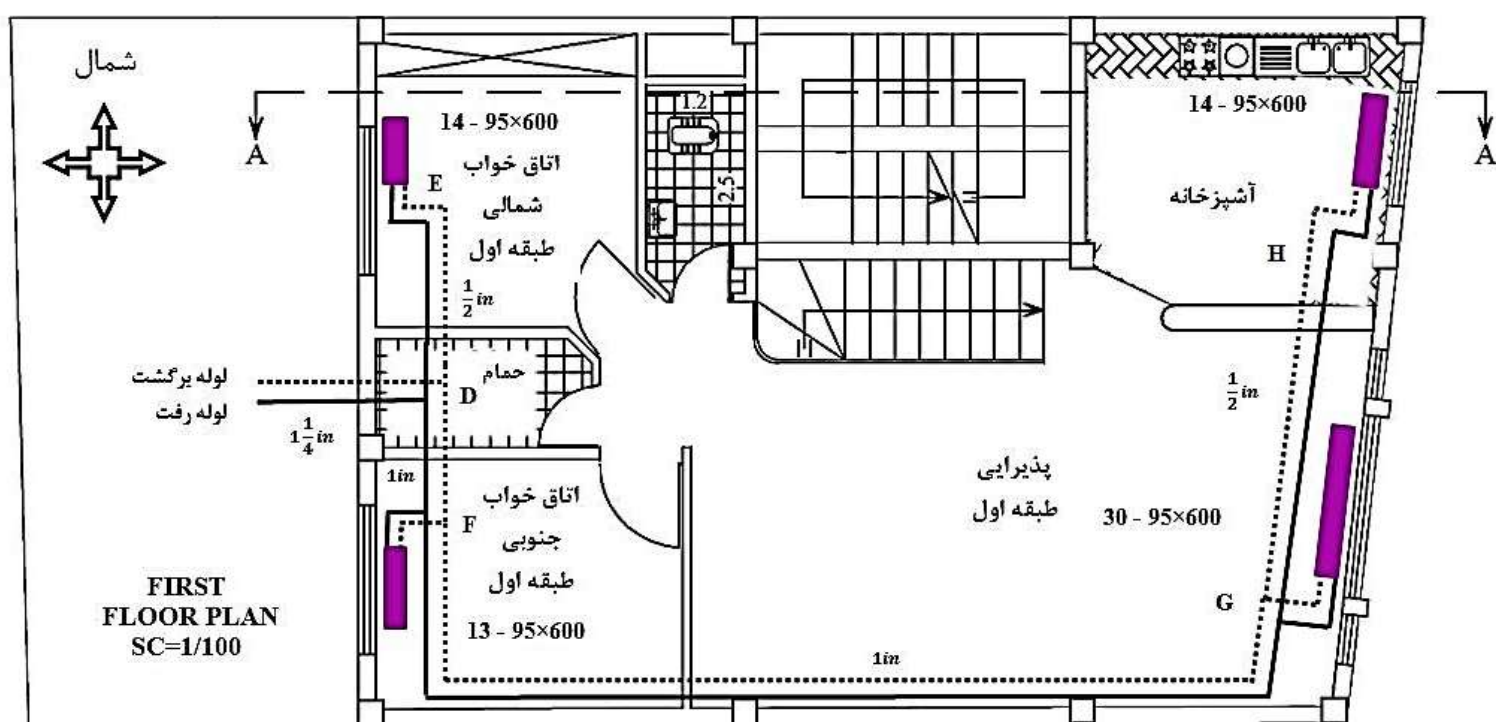
در شکل زیر، نقشه‌ی لوله کشی رادیاتورها برای طبقه‌ی همکف مشاهده می‌شود؛ سیستم لوله کشی از نوع برگشت مستقیم بوده و چنان که در شکل مشخص است، ابعاد همه‌ی رادیاتورها برابر 95×600 میلیمتر بوده و از نوع رادیاتور «Vittoria H600» ساخت شرکت بوتان هستند.

رادیاتور اتاق خواب دارای ۱۳ پره، رادیاتور آشپزخانه دارای ۷ پره و رادیاتور پذیرایی دارای ۱۵ پره است.



در شکل زیر، نقشه‌ی لوله‌کشی رادیاتورها برای طبقه‌ی اول مشاهده می‌شود؛ سیستم لوله‌کشی از نوع برگشت مستقیم بوده و چنان که در شکل مشخص است، ابعاد همه رادیاتورها برابر 600×95 میلیمتر بوده و از نوع رادیاتور «Vittoria H600» ساخت شرکت بوتان هستند.

رادیاتور اتاق خواب شمالی دارای ۱۴ پره، رادیاتور اتاق خواب جنوبی دارای ۱۳ پره، رادیاتور آشپزخانه دارای ۱۴ پره و رادیاتور پذیرایی دارای ۳۰ پره است.



در شکل زیر، نقشه‌ی لوله‌کشی رادیاتورها برای طبقه‌ی دوم مشاهده می‌شود؛ سیستم لوله‌کشی از نوع برگشت مستقیم بوده و چنان که در شکل مشخص است، ابعاد رادیاتورها برابر 600×95 میلیمتر و از نوع رادیاتور «Vittoria H600» ساخت شرکت بوتان هستند.

رادیاتور اتاق خواب شمالی دارای ۱۶ پره، رادیاتور اتاق خواب جنوبی دارای ۱۷ پره، رادیاتور آشپزخانه دارای ۲۲ پره و رادیاتور پذیرایی دارای ۴۰ پره است.

