## * مبحث ۱۶ *

- آبرسانی
- سیستم آرایش آب رسانی
  - آب شهری
  - پمپ ← دور ثابت / دور متغیر
  - ثقلی
  - مخازن تحت فشار
- مخازن ذخیره ← مخازن ثقلی / منبع هوایی
- لوله کشی
- منطقه بندی

* نکته: در ساختمان‌های بیشتر از ۴ طبقه یا بیش از ۱۵ واحد مسکونی باید مخزن ذخیره آب در نظر گرفته و آب شهری را مستقیماً به داخل ساختمان هدایت نکنیم.

نکته: نصب مستقیم پمپ روی لوله ورودی آب شهر مجاز نیست.

نکته: ماکزیمم فشار در پشت لوازم بهداشتی 4 bar یا 60 psi است.

نکته: حداقل فشار تحمل مصالح انتخابی باید $PN = 10\ bar$ در دمای 60°C باشد.

## * لوله کشی *

جنس لوله‌ها

- فلزی
  - گالوانیزه
  - مسی
- پلیمری
  - PEX
  - PEX-RT
  - PP
    - PP-R c80
    - PP-B80
    - PP-H100
  - ترکیبی

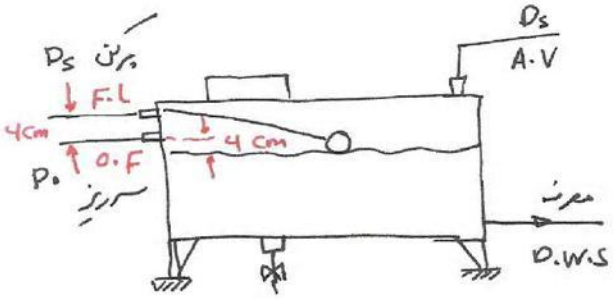
نکته: اتصال لوله‌های گالوانیزه تا 2" باید رزوه‌ای باشد و $2\frac{1}{2}$" – 4" می‌تواند رزوه‌ای یا فلنجی و 6" به بالا باید فلنجی باشد.

## * مخزن ذخیره آب:

$$\text{حجم مخزن ذخیره آب (lit)} = \frac{\text{تعداد نفرات} \times 150}{2\ (\text{نصف روز})} = \text{تعداد نفرات} \times 75$$

مثال: در یک ساختمان مسکونی ۱۵ طبقه، ۴۰ واحدی، حجم مخزن ذخیره آب چقدر باید باشد؟

$$V = 4\ \text{نفر} \times 90\ \text{واحد} \times 75 = 12{,}000\ lit$$




$P_o = 2\,D_S$

فاصله سطح زیرلوله برکن و سطح سرریز $\geq 40$ mm

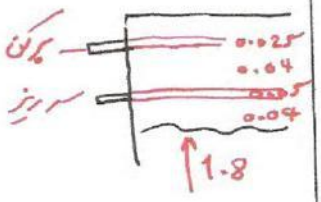
فاصله سطح آب ماکزیمم مخزن و سطح سرریز $\geq 40$ mm

مثال: یک ساختمان ۱۲ واحدی، اگر متوسط لوله آب مصرفی برای آن "۱ باشد، حداقل حجم مخزن و متوسط لوله هوا کش، سرریز و تخلیه آن را برحسب آورید؟ حجم واقعی مخزن را برحسب آورید اگر مساحت کف مخزن $2m^2$ باشد؟

$$V = 12 \times 4 \times 75 = 3600 \text{ lit} = 3.6\ m^3$$

قطر لوله تخلیه از جدول صرفی $D = 1\ \frac{1}{2}''$

قطر لوله هوا کش برکن $D_s = \frac{D \text{ تخلیه}}{2}$ یک "۱




ارتفاع مخزن $H = \frac{V \text{ حجم}}{A \text{ سطح}} = \frac{3.6\ m^3}{2\ m^2} = 1.8$ m

حجم واقعی مخزن $V = (1.8 + 0.155) \times 2$

نکته: مخزن ذخیره باید Manhole داشته باشد و در سطح شیر برکن و سرریز باشد که به راحتی بتواند تعمیر شود.

لوله کشی آب آشامیدنی

* منطقه بندی ( Zone بندی )

در حالت شیرها بسته $H_{in} - H_{st_1} \leq 40\ m_{H_2O}$

در حالت شیرها باز $H_{in} - \{H_{st_2} + H_L + H_v + H_c\} \geq 0$

($H_{st_2}$: افت کنتور، $H_L$: افت لوله، $H_v$: افت شیر)

مثال: اگر فشار آب ورودی (آب شهری) در مرز ورود به ساختمان $50\ m_{H_2O}$ باشد و افت کنتور در حالت تمام باز $10\ m_{H_2O}$، افت لوله کشی $5\ m_{H_2O}$ و در ساختمان از وسایل بهداشتی معمولی (پیشوار و توالت فرنگی ندارد) و سیستم تأمین آب متشکل از نوع فلاشی والو باشد، حداکثر ارتفاع لوازم بهداشتی را بدست آورید؟ ارتفاع کف تا کف طبقات = 3m و از هیچ وسیله تنظیم فشار در استفاده نمی‌شود.

$H_{in} - H_{st_1} \leq 40 \Rightarrow 50 - H_{st_1} \leq 40 \Rightarrow H_{st_1} \geq 10$

$H_{in} - \{H_{st_2} + H_L + H_v + H_c\} \geq 0 \Rightarrow 50 - \{H_{st_2} + 5 + 10.5 + 10\} \geq 0$

$\Rightarrow H_{st_2} \leq 24.5$

یعنی تا ارتفاع ۱۰ متر نمی‌توانیم سیستم را بکار ببریم چون فشار پشت دستگاه‌ها بیشتر از ۴ بار است، از ۱۰ متر تا 24.5 متر می‌توانیم و بیشتر از 24.5 را هم نمی‌توانیم استفاده کنیم و باید از پمپ یا وسایل دیگر استفاده شود.

مثال: اگر در یک ساختمان مسکونی که از لوازم بهداشتی معمولی با فلاش تانک استفاده شود، و طولانی‌ترین مسیر لوله کشی 40m و ارتفاع کف بالاترین طبقه تا کنتور 15m باشد، افت فشار کنتور در حالت تمام باز 10m و فشار در ورودی 40m باشد، نرخ افت فشار در سیستم را بدست آورید؟

* $H_{in} - \{H_{st_2} + H_L + H_v + H_c\} \geq 0 \Rightarrow 40 - \{16.8 + H_L + 5.5 + 10\} \geq 0$

$\Rightarrow H_L \leq 7.7$

* $H_{st_2} = 15 + 1.8 = 16.8\ m$ (ارتفاع ورودی + ارتفاع max)

نرخ افت فشار $R = \frac{H_L}{L} = \frac{7.7}{40} = 0.192\ m/m_{H_2O}$ (طول لوله)

$10.33\ m_{H_2O}$ — $10132.5$

$0.192$ — $x = 1883.2\ Pa$

ارتفاع ساختمان مسکونی 30 طبقه که ارتفاع کف تا کف طبقات = 340 cm ،
از سیستم بهداشتی معمولی با فلاش والو استفاده شده ، آب مصرفی تمامی طبقات از مخزن
تغذیه با بوستر پمپ تأمین می‌شود ، اگر از شیر تنظیم فشار استفاده نشود ،
برای تأمین فشار مناسب (از 40 بیشتر و از 50 کمتر) در تمام طبقات ، ساختمان
باید به چند منطقه تقسیم شود ، تغییرات فشار ناشی از کارکرد پمپ P.S حدود 10 m

$$H_{in} - H_{st1} \leq 40 \Rightarrow H_{p1} = 40$$

از تلفات لوله‌کشی و کنتور صرفنظر کنیم ،

فشار طراحی $= 40 - 10 = 30$ m

تغییرات فشار

$$H_{in} - \{H_{st2} + H_v\} \geq 0 \Rightarrow 30 - \{H_{st2} + 10.5\} > 0$$

$$\Rightarrow \boxed{H_{st2} < 19.5 \text{ m}}$$

$30 \times 3.4 / 19.5 =$ $\quad 19.5 / 3.4 = 5.7 \rightarrow 5$ پمپ یک تا 5 طبقه جواب می‌دهد

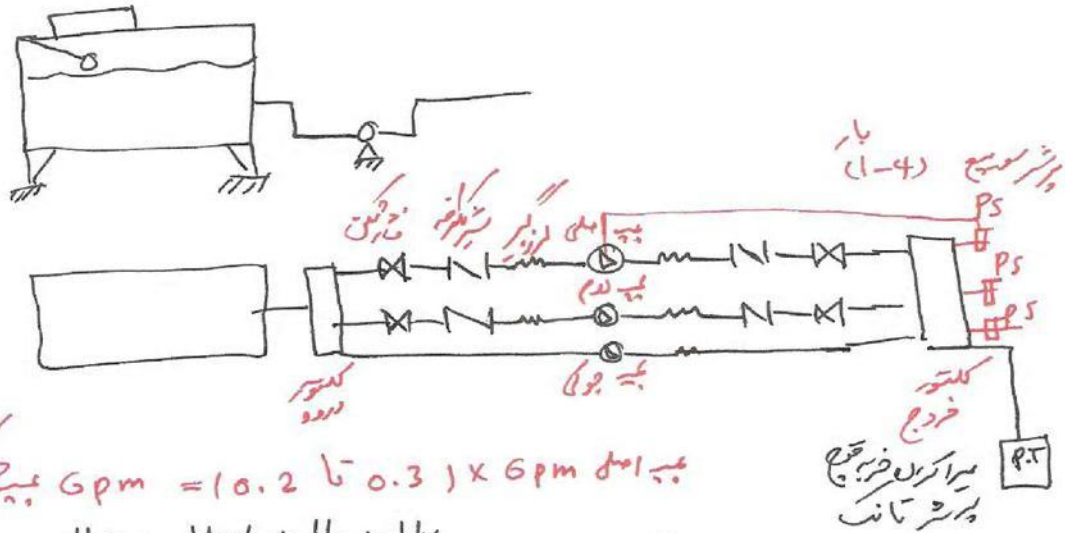
$H_{p2} = 40 + 19.5 = 40 + 19.5$

$H_{p3} = 40 + 19.5 + 40$

---

بوستر پمپ و جوکی پمپ :

اگر تأمین آب از مخزن زمینی انجام شود ، از یک سری پمپها استفاده می‌شود ،
در سیستم بوستر پمپ ، معمولاً انتخاب می‌کنیم تا در پایین‌ترین طبقه فشار بیشتر از 4 بار
نشود و در جوکی پمپ در ساختمان‌های بزرگ و در صورت استفاده کم به مدار وارد
می‌شود و اگر جواب نداد پمپهای اصلی به مدار وارد می‌شوند




پمپ جوکی Gpm = (0.2 تا 0.3) × Gpm پمپ اصلی

$$H_p = H_{st} + H_L + H_v$$

$$Gpm\ (m^3/h) = \frac{V\ (m^3)}{3}$$ حجم آب در 24 ساعت

مثال: در یک ساختمان مسکونی ۸۰ واحدی با لوازم بهداشتی معمولی، سیستم شستشوی توالتها فلاش والو در تهران اگر نرخ افت فشار $3i$ باشد، قطر لوله اصلی آب رسانی را بدست آورید؟

$S.F.U = 80 \times 13 = 1040 \longrightarrow$ نمودار ۱ صفحه ۱۳۵ $GPM = 220$

S.F.U ساختمان برای سیستم فلاشر والو

$$\xrightarrow{\text{IVF صفحه}} \begin{cases} GPM = 220 \\ 3i = \frac{3ft}{100ft} = \frac{1.3\ psi}{100\ ft} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D = 4'' - 5'' \rightarrow 5'' \\ V = 4\ ft/s \end{cases}$$

| | |
|---|---|
| 10.33 m | 14.7 psi |
| $\frac{3\ ft}{3.28}$ | $x = 1.3\ psi$ |

نکته: اگر سیستم فلاشر والو باشد $S.F.U = 1040 \rightarrow GPM = 220$

نکته: " " تانک " $S.F.U = 736 \rightarrow GPM = 180$

نکته: در انتخاب سایز لوله‌ها از روش SFU استفاده می‌کنیم.

نکته: در انتخاب حجم مخزن ذخیره از روش فرمول استفاده می‌کنیم.

× اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی توزیع آب مصرفی ∝

نکته: از صفحه ۷۰ تا ۷۵ خیلی مهم است، چند سؤال امتحانی دارد.

| شیر مخلوط توالت | ماشین لباسشویی | ماشین ظرفشویی | توالت با فلاشر والو | سینک آبخرفه‌ای | دستشویی | دوش | لوازم بهداشتی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.7 | 1.4 | 1.4 | 6 | 1.4 | 0.7 | 1.4 | S.F.U |

مجموع S.F.U برای سیستم با فلاشر والو = 13

" " " " " تانک = 9.2

## * بوستر پمپ های دور متغیر

با تغییر دور فن، بالا می رود و افت فشار را جبران می کند

$$\frac{Hp_2}{Hp_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$$

* مهمترین مزیت آن فشار ثابت در خروجی است. ۰.۱ ± بار
* باعث کاهش مصرف انرژی می شود.
* چون روشن و خاموش نمی شود، ضربه قوچ نداریم و پرشر تانک نداریم و عمر لوله کشی زیاد می شود
* کاهش زمان نصب

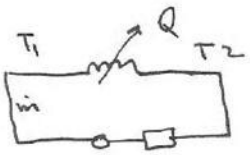
$$N = \frac{\text{فرکانس} \times 120}{\text{تعداد قطب ها}}$$

مثال قبل را در حالتی که سیستم افزایش فشار آب باشد، ثابت باشد را حل کنید؟

$H_{in} = 40 \Rightarrow H_{st2} = 29.5$

۱۵ طبقه

## سئوال ۲۸ سال ۸۳




$$Q = \dot{m} c_p \Delta T = \rho \dot{V} c_p$$

$$60 \times 30 = 1000 \times \dot{V} \times 4180 \times 5$$

$$\dot{V} = 52 \text{ lit/min} = 0.86 \text{ m}^3/\text{s}$$

فرض براینکه لوله رفت تلفات ندارد، چون سریع برگرد، افت دما ندارد.

## سئوال ۴۲ سال ۸۷

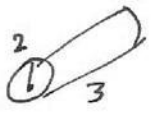
$H_{st} = 10$ m
افت فشار = 100 kpa
دبی = 100 lit/s
راندمان = 50 %
توان پمپ = ?

$$\text{Top (W)} = \frac{\rho g h \times \dot{V}}{\eta}$$

چون سیستم بسته است، ارتفاع st را کاظم می کنیم

$$\text{Top (W)} = \frac{100000 \times \frac{100}{1000}}{0.5}$$

## سئوال ۹ سال ۸۷



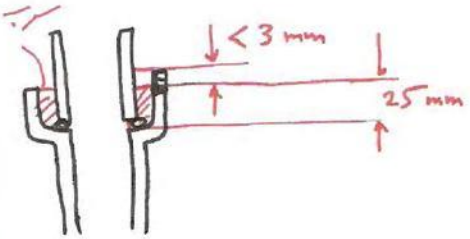

$$V = \pi/4 \, d^2 \times L = \pi/4 \, (4) \times 3 = 10 \text{ m}^3$$

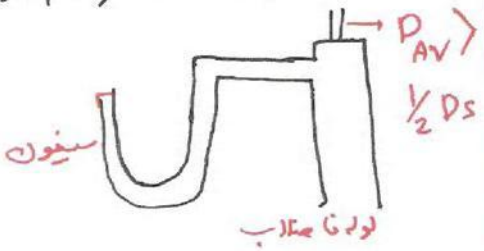
## لوله کشی فاضلاب

۱- لوله های فلزی ← چدن ← سرکاسه دار / بدون سرکاسه
گالوانیزه فقط برای هواکش

۲- لوله های پلیمری ← پلی اتیلن PE / PVC

فلزی ← چدن ← سرکاسه دار :



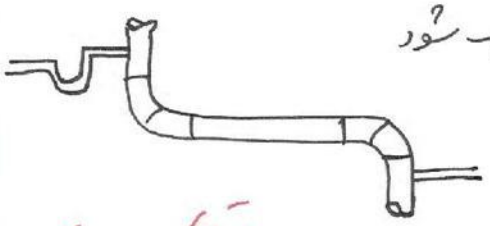




**شیب لوله ها :** شیب باید بگونه ای تعیین و تعلق باشد .

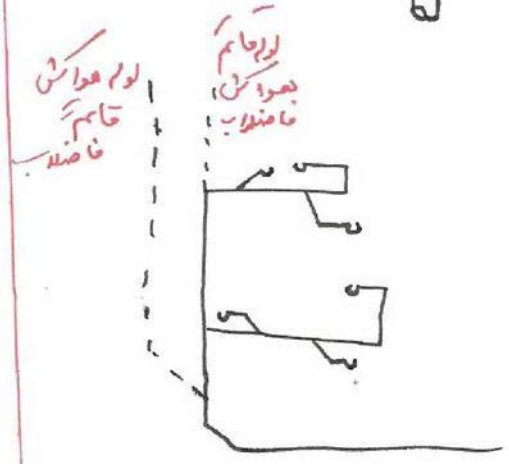
| قطر لوله افقی فاضلاب | حداکثر | حداقل |
|---|---|---|
| $D \leq 2\frac{1}{2}''$ | ۴ ٪ | ۲ ٪ |
| $3'' < D \leq 6''$ | ۴ ٪ | ۱ ٪ |
| $D \geq 8''$ | ۴ ٪ | ۰.۵ ٪ |

## * خانه ها و فهم ها :

نکته : قبل و بعد از لوله فهم لوله هواکش نصب شود



ص ۱۹۰ لوله قائم کش فاضلاب
ص ۱۹۱ لوله افقی اصلی
ص ۱۹۸ لوله اصلی قائم هواکش

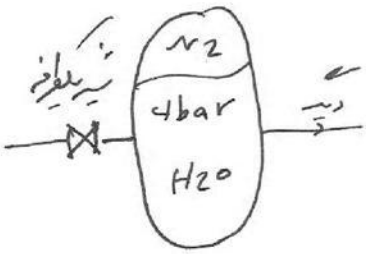


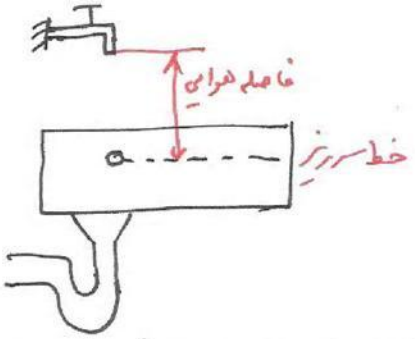
## اتصال سیستم لوله‌ها ← ص۱۴

موانع برگشت جریان : عوامل بازدارنده برگشت آب سیستم به آب شهری وقتی که فشار آب شهری کم یا قطع شود :

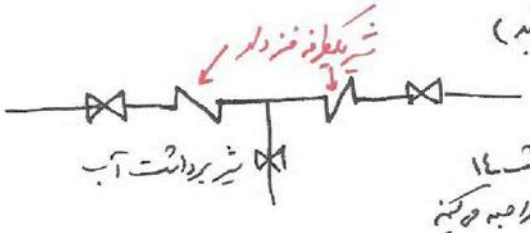
۱- فاصله هوایی ص۱۴ ۲- شیر یکطرفه

نکته : یکی از مزایای منبع انبساط باز، مانع برگشت آب به آب شهر است.




شیر یکطرفه (نوع فنردار یا شیشه‌ای آب‌بند)
ص۱۳




نکته : اگر در سؤال به تعداد خواب اشاره شده به صفحه ۱۴ و اگر واحد مسکونی ذکر شود به صفحه ۱۲ مراجعه می‌کنیم

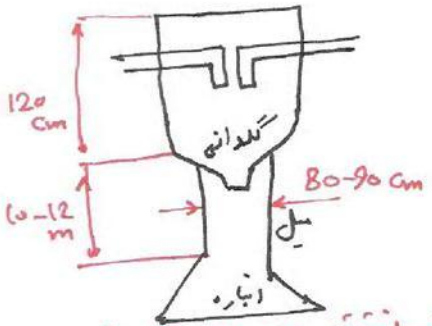
---

## لوله‌کشی فاضلاب و آبهای باران

۱- روشهای جمع‌آوری فاضلاب { ۱- شبکه شهری (اگر) ۲- چاههای جذبی ← آبهای زیرزمینی را آلوده می‌کند ۳- سپتیک تانک

۲ - لوله‌کشی فاضلاب

۳ - لوله‌کشی آب باران

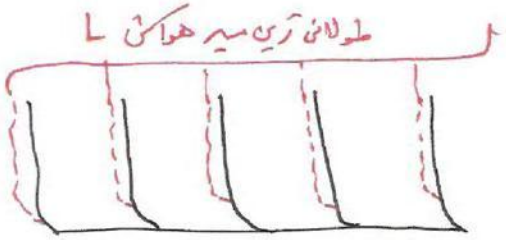



معیارهای مجاز پس‌آب به محیط زیست {
B.O.D < 40 ppm
C.O.D ≤ 50-60 ppm
T.S.S ≤ 60 ppm

نحوه صحیح دفع فاضلاب : ابتدا فاضلاب را به سپتیک تانک انتقال داده و پس از گذشت زمان کافی، B.O.D کاهش یافته و سپس به چاه جذبی انتقال می‌دهیم.

نکته : در جاهایی که آب‌های زیرزمینی در سطح هستند از چاه‌های جذبی استفاده می‌شود.

نکته : در جاهایی که سنگلاخی است از سپتیک تانک و سپس چاه جذبی استفاده می‌شود.



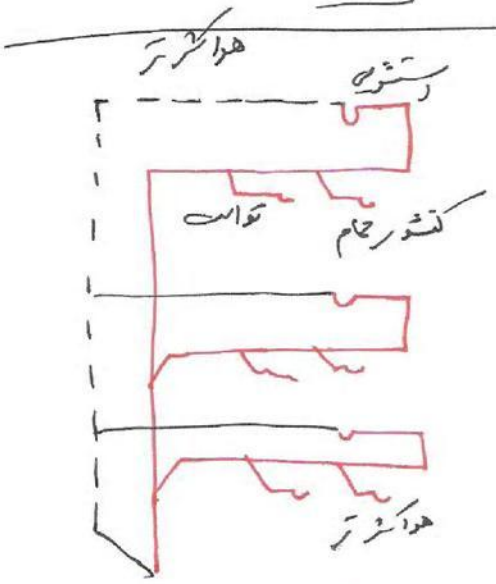

ص ۱۹۸ + ص ۱۸۸

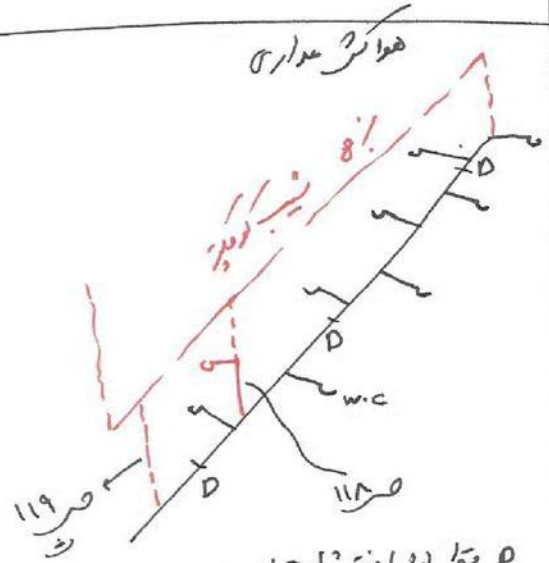
مثال: اگر در یک فنان سکونی ۱۰۰ واحدی از دو پل بهداشتی معمولی استفاده شده باشد (سینک آشپزخانه - لوستر - دستشویی - ماشین ظرفشویی - ماشین لباسشویی - توالت) و طولانی ترین مسیر لوله قائم هواکش 190 ft باشد، قطر لوله هواکش را بدست آورید؟

ص ۱۸۸ ← D.F.U (کل) = (۲+۲+۱+۴+۲+۲) ×۱۰۰

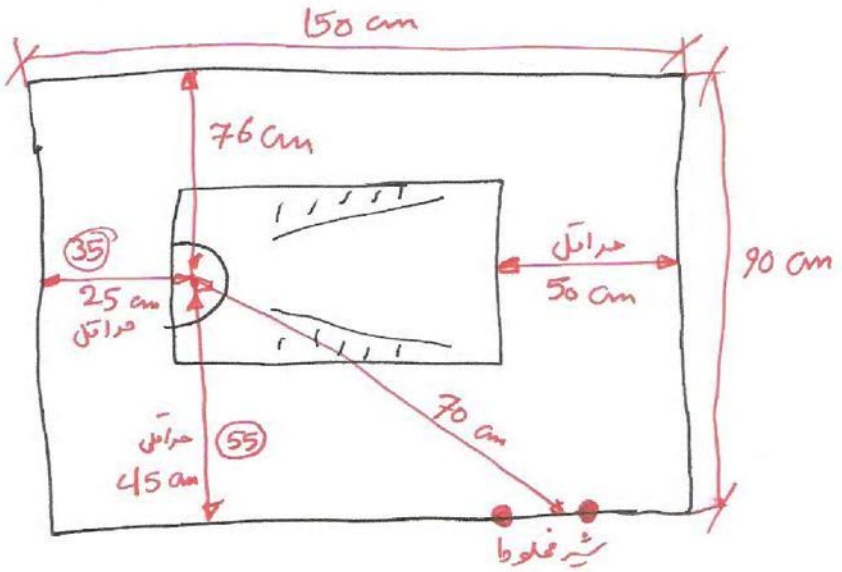
= ۱۳۰۰

ص ۱۹۸ ← 4"




D قطر لوله افقی ثابت است



نکته: به ازای هر واحد $4\,m^3$ انبار، چاه در نظر گیریم.

نکته: معمولاً یک چاه فاضلاب سبک و آبهای و یکی دیگر برای فاضلاب سنگین در نظر گیریم.

مثال: اگر قطر لوله آب باران "4 باشد، سطوح شیب صافی آن چند $cm^2$ است؟

$$\left.\begin{matrix} D = 4'' \\ S = \pi d^2/4 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 1.5 \times \frac{\pi}{4}(2.54 \times 4)^2 = 122\ cm^2$$

مثال: اگر سطح بام یک ساختمان $500\ m^2$ باشد و حداکثر بارندگی در یک ساعت $2\ in_{H_2O}$ باشد، قطر لوله‌های قائم و افقی آب باران را با حداقل شیب مقدار آن چقدر است؟

حداقل شیب ۱٪

حداکثر شیب ۴٪

از صفحه ۲۰۴ ← 4"

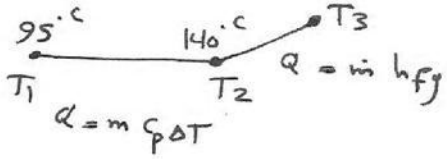
از صفحه ۲۰۵ ← 5"

$A = 10765\ ft^2$

---

## * سیستم بخار *

۱- محاسبه دبی بخار
۲- فلوریا گرام بخار
۳- رگلاتور بخار
۴- دی اریتور
۵- پمپ تغذیه بویلر
۶- فرزان کندانسور
۷- پمپ کندانسور
۸- تله بخار




$$q_B = m c_p \Delta T + \dot{m} h_{fg}$$ ($q_B$ ساختمان)

مثال: در یک ساختمان ۱۲۰ واحدی مسکونی، قرارات توسط بخار گرمایش تأمین می‌شود، اگر راه آب دیگ بخار $95^\circ C$ و فشار دیگ $5\ bar$ فرض باشد، دبی دیگ بخار و ظرفیت حرارتی مشعل دیگ را بدست آورید؟

$P = 5\ bar \longrightarrow h_{fg} = 658\ kcal/kg$

$Q = 120 \times 100\ m^2 \times 500\ BTU/h\,m^2 = 6,000,000 = 1,500,000\ kCal/h$

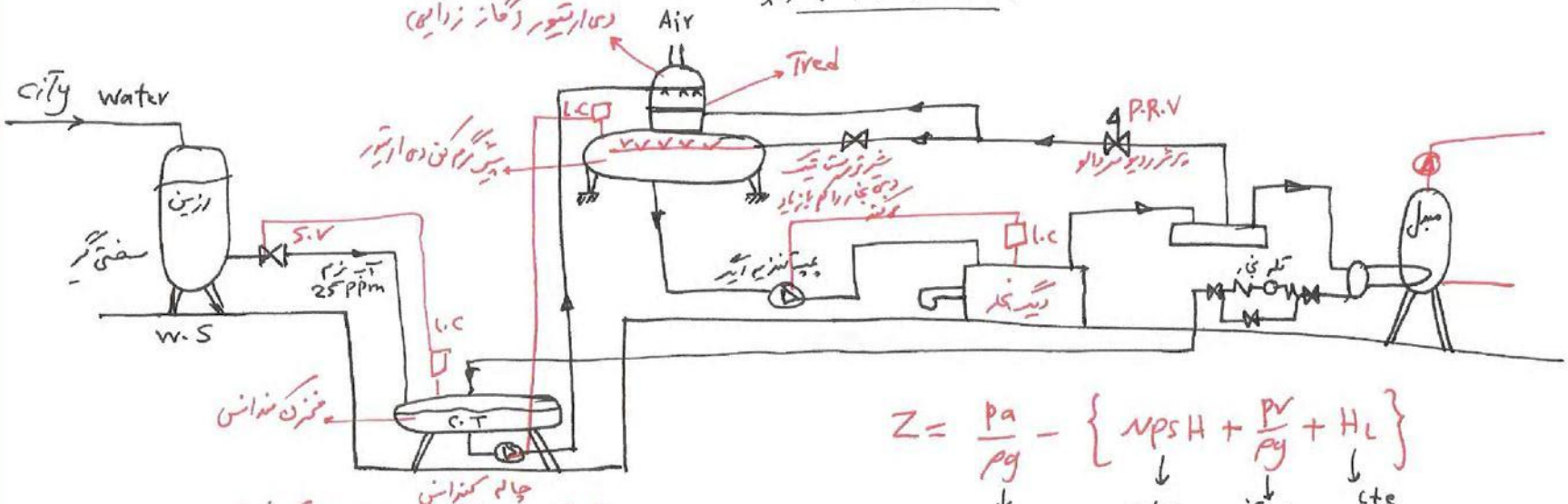
$\dot{m} = Q/h_{fg} \Rightarrow \dot{m} = \frac{1,500,000}{658} = 2280\ kg/h$

$Q_B = m c_p \Delta T + \dot{m} h_{fg} = 2280 \times 1 \times (159-95) + 1,500,000$

$\Rightarrow Q = 1,645,920\ kcal/h$

خواست حرارتی مشعل بویلر

## x فلودیاگرام بخار x




$$Z = \frac{Pa}{\rho g} - \left\{ NPSH + \frac{Pv}{\rho g} + H_L \right\}$$

Pa: cte — NPSH: cte — Pv: بار با تغییر کننده — $H_L$: cte

- ۲ تا ۳ متر پایین‌تر از Level موتورخانه
- به بخار تصفیه شده کندانس حساس نیست
- چون حرفواهیم برگشت بخار ثقلی باشد.
- ارتفاع H را دمای کندانس تعیین میکند.

نکته: سرعت مناسب بخار 6000-12000 FPM یا 30-60 m/s یا 100-200 F.P.S

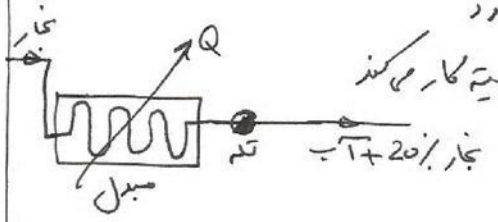
نکته: جنس لوله‌ها از فولاد سیاه درز دار با اتصال فقط جوشی است.

نکته: حداقل تله کلکتور 3" است.

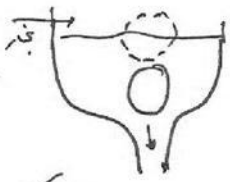
نکته: در انشعاب از کلکتور اگر سایز انشعاب یک سایز کمتر باشد می‌توان از اتصال جوشی مستقیم استفاده کرد و اگر انشعاب از یک سایز بیش کمتر شد اتصال باید سه‌راهی باشد.

## * تله بخار *

- اجازه خروج بخار را نمی دهد و فقط آب خارج می شود
- نوع مکانیکی آن براساس اختلاف دانسیته کار می کند



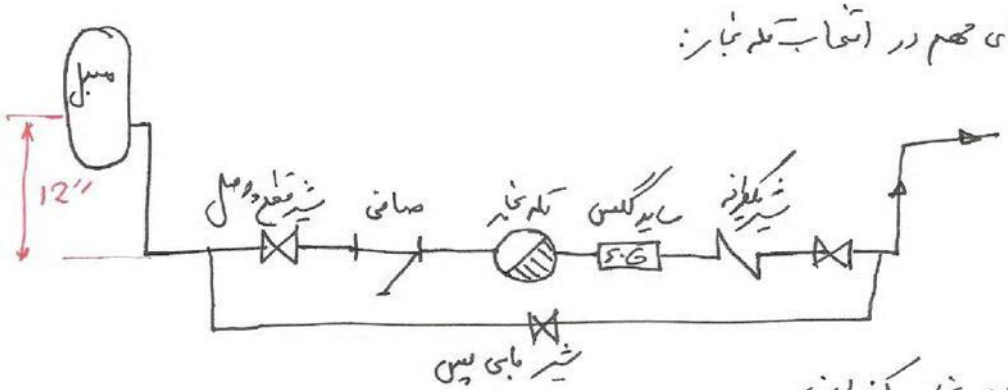

$Q = \dot{m} h_{fg}$




- نوع ترموستاتیکی براساس اختلاف دمای بخار و آب کندانس عمل می کند.
- نوع ترمودینامیکی براساس اختلاف سرعت بخار و آب کار می کند

بخار = 30 – 60 m/s
آب = 1 – 3 m/s

پارامترهای مهم در انتخاب تله بخار:




۱- دبی بخار کندانس
۲- فشار کاری
۳- اختلاف فشار
۴- نوع کاربرد

۵- ضریب اطمینان

نکته: ارتفاع مثبت تله تا مبدل 12" است

---

## * آب و ناخالصیهای آن *

۱- گازها { $O_2$, $CO_2$, $CL$ } ← حذف ← فیزیکی (هوادهی، گرم کردن، ایجاد خلا) / شیمیایی

$N_2H_4 + O_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$

افزودن مواد مانند هیدرازین

۲- املاح T.D.S ← { Na, $SO_4$, Ca / K, Cl, $HCO_3$ / Fe, $NO_3$, $CO_3$ }

T.H به مجموع املاح کلسیم و منیزیم سختی می گویند

$MgCO_3 + CaHCO_3$ ؟ سختی موقت می گویند

۳- سیلیکاتها

۴- ذرات معلق و زوائد

## محاسبه حجم رزین سختی گیر

ظرفیت سختی گیر را با Grain نشان می دهند.

1 Grain = 65 mgr

ظرفیت سختی گیر رزین = 30,000 تا 40,000 Grain/ft³

ظرفیت رزین = 30,000 grain/ft³ × 0.065/1000 = 1.95 kg

1 ft³ رزین ← 1.95 kg نمک تشکیل اصلاح شود

ترتیب عمل سختی گیر

۱- عمل گرفتن املاح ۲- شستشوی معکوس ۳- املاح ۴- شستشو آشتی کردن

مثال: برای یک ساختمان ۸۰ واحدی قرار است از سیستم حرارت مرکزی با آب استفاده کنیم حجم رزین سختی گیر آن را محاسبه کنید؟ سختی آب در تهران 180ppm است.

$$V(ft^3) = \frac{\dot{V}(Gpm) \times T.H(p.p.m) \times min}{17.1 \times \text{ظرفیت رزین } grain/ft^3}$$

دبی تلفات آب — سیکل شستشو

$Q = 80 \times 75\ m^2 \times 500 = 3,000,000$ BTU

$Q$ آب مصرفی $= 80 \times 25000 = 2,000,000$ BTU

$Q$ کل $= 5,000,000$

دبی عبور دیگ $= 500$ Gpm

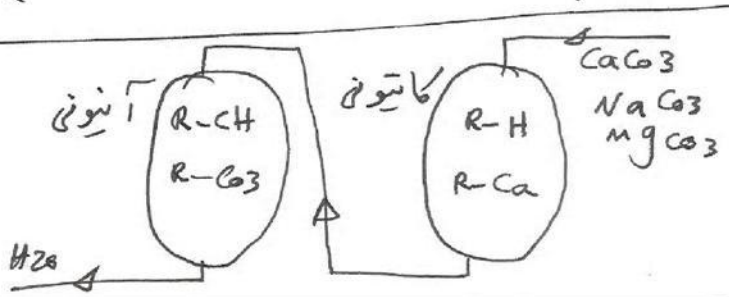
$\dot{V} = 2\% \times 500 = 10$ Gpm

$t = 72\ h \times 60$

$C.R = 35000$ grain/ft³

$$V = \frac{10 \times 180 \times 4320}{17.1 \times 35000} = 13\ ft^3$$

### سختی گیر آنیونی - کاتیونی



## * خواص مناسب آب آشامیدنی *

- دمای مناسب $5-15^{\circ}C$ و بهترین دما $8-12^{\circ}C$
- کلسیم 200 ppm حداکثر و مطلوب 75 ppm
- منیزیم 50 ppm ، سولفات 200 ppm ، کلراید 200 ppm
- نیترات و نیتریت 0 ppm (مجاز نیست)
- B.O.D آب تمیز ۱ و بتهٔ تمیز ۳ است.
- N.T.U آب (کدورت) حداکثر 5
- T.C.U رنگ حداکثر 20
- $7 < PH < 8.5$
- $100 < T.D.S < 500$ و مناسب 300ppm است.

---

## رزین های سختی گیر

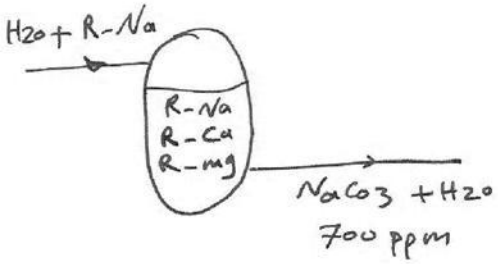
$0.3\,mm < D < 1.2$ ← سطح تبادل = ۱۰۰/۰۰۰

قطر دانه رزین

$$R-Na + CaCo_3 \longrightarrow R-Ca + NaCo_3$$

رزین سدیمی — رسوب می کند — رسوب نمی کند

سختی گیر سختی کل را می گیرد.




$$\begin{matrix} R-Ca \\ R-mg \end{matrix} + NaCl \longrightarrow R-Na + \begin{matrix} CaCl_2 \\ mgCl_2 \end{matrix}$$

$$R-H + CaCo_3 \longrightarrow R-Ca + H_2Co_3$$

نکته: قبل از احیاء، دستورالعمل عکس انجام می دهیم تا رزین ها از خردگی خارج شوند (back wash)