اضافه شدن فشار در شبکه
- خطر شکستگی لوله ها
- خطر نشست و افت آب
- افزایش قطر لوله ها

حداقل فشار لازم برای ساختمانهای یک طبقه 24 متر و برای هر طبقه اضافی 4 متر اضافه می شود.

محدودیت قطر

چون در هنگام برداشت آب برای آتش نشانی تغییرات دبی زیاد است و ممکن است باعث ایجاد مکش در لوله های کوچک و فرعی شود، قطر لوله ها نباید از 100 mm کمتر باشد. استثنائا در کوچه های فرعی میتوان 80mm را هم انتخاب کرد.

محاسبه شبکه شاخه ای

برای تعیین قطر اقتصادی لوله پس از محاسبه جمعیت نهایی طرح و محاسبه دبی میانگین روزانه میتوان دبی ماکزیمم ساعتی را که برابر 0.1 تا 0.2 دبی متوسط روزانه است بدست آورد.

ازروی نقشه های جامع شهر ($\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{2500}$) محدوده آبدهی خطوط لوله را تعیین کرده سپس مصرف تمام شهر را به مساحت تحت پوشش مقدار آب لازم برای واحد سطح شهر را بر حسب لیتر در ثانیه بدست می آوریم.

سطح آبدهی هر لوله را در q_a ضرب می کنیم و دبی لوله را بدست می آوریم.

میتوان از روی نقشه ها بجای سطح آبدهی ، طول لوله را بدست آورد و مصرف تمام شهر را به کل طول لوله ها تقسیم نمود و دبی مصرفی واحد طول لوله را حساب کرد.

سپس طول هر لوله را در عددمربوطه ضرب کرده و دبی آنرا بدست می آوریم.

پس از تعیین دبی میتوان قطر اقتصادی ، فشار ، افت و غیره را بدست آورد.

اثر تراکم جمعیت

چون تراکم یکسان نیست و براساس آن مصرف هم متفاوت می باشد، شهر را به ناحیه های متفاوت تقسیم بندی کرده و با توجه به آمار جمعیت ضرایب تراکمی متفاوت برای آن معین می کنند. قسمت کم جمعیت را ضریب 1 و بقیه را بزرگتر از 1 میدهند.

مقدار محاسبه شده مربوط به قسمت های کم تراکم است که برای قسمتهای متراکم باید در ضرایب نامبرده ضرب شود.

1 -مشخص کردن خطوط شبکه (شاخه ها)

2 -محاسبه $\frac{\text{مصرف شهر}}{\text{مساحت تحت پوشش}} = \text{مصرف سطح واحد}$

3 -محاسبه سطح آبدهی هر لوله از روی نقشه و اعمال ضرایب تراکم

4 -محاسبه دبی لوله از ضرب مساحت تحت پوشش در مصرف سطح واحد با احتساب تراکم

5 -کنترل سرعتهای حداکثر و حداقل با توجه به جمعیت ابتدا و انتهای بهره برداری و نوسانات مصرف

قطر لوله معادل یا طول معادل برای لوله های موازی و سری

دارسی : $n = 1.85$ یا 2

هیزن ویلیام : $m = 4.85$ یا 5

سری : $H_L = \sum h_L = \sum \left[K.L_i \frac{Q^n}{D_i^m} \right]$

موازی : $\mathrm{H_L = h_{Li}} \quad \rightarrow \quad \mathrm{K.L_e \frac{Q^n}{D_e^m} = K.L_i \frac{Q_i^n}{D_i^m}}$

$$Q = \sum \mathrm{Q_i} \quad \rightarrow \quad \boxed{\mathrm{Q_i = \left(\frac{L_e}{L_i}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{D_i}{D_e}\right)^{\frac{m}{n}} Q}}$$

$$\left(\frac{\mathrm{L_e}}{\mathrm{L_i}}\right)^{\frac{1}{\mathrm{n}}} = \left(\frac{\mathrm{D_i^m}}{\mathrm{D_e}}\right)^{\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{n}}} \qquad \left(\frac{\mathrm{D_e^m}}{\mathrm{L_e}}\right)^{\frac{1}{\mathrm{n}}} = \sum \left(\frac{\mathrm{D_i^m}}{\mathrm{L_i}}\right)^{\frac{1}{\mathrm{n}}}$$

برای طول مساوی : $D_e = \left[\sum D_i^{\frac{m}{n}} \right]^{\frac{n}{m}} = \left(\sum d_i^{\frac{5}{2}} \right)^{\frac{2}{5}}$

محاسبه شبکه های حلقوی

جهت و مقدار جریان در لوله ها مشخص نبوده و تغییر میکند.

(n) **شعبه** : pipe یا Branch : قطعه ای از لوله است که در طول آن دبی ثابت فرض میشود.

(K) **گره** : *Node* یا *junction* : محل برخورد دو شعبه یا بیشتر با دبی متغیر یا مشخصات هندسی متفاوت.

(m) **حلقه** : *Loop* یا *circuit* : مجموع دو شعبه یا بیشتر.

$$\boxed{\mathrm{n = K + m - 1}}$$

قوانین شبکه حلقوی

در کل شبکه : $Q_{in} = Q_{out}$

اول : مجموع دبی آبهای وارده به یک گره با مجموع دبی آبهای خروجی آن گره برابر است.

در هر گره : $\sum_{i=1}^{m} Q_i = 0$

دوم : در هر حلقه مجموع جبری افت فشارهای پدید آمده برابر صفر است.

در هر حلقه : $\sum_{j=1}^{N} h_j = 0$

$$h = f\frac{L}{d}\frac{V^2}{2g} = f\frac{L}{d}.\frac{\frac{Q^2}{A^2}}{2g} = f\frac{L}{d}.\frac{\frac{16Q^2}{\pi^2 d^2}}{2g} = \frac{8.f.L}{g\pi^2 d^5}Q^2 = aQ^2$$

پس $\sum_{1}^{N} a_j Q_j^2 = 0$

با استفاده از قوانین تعداد $(k-1)$ معادله درجه اول نسبت به Q بدست می آید. (قانون اول)

با استفاده از قانون دوم $\sum h_i = 0$ تعداد m معادله درجه دوم و لگاریتمی نسبت به Q بدست می آید.

حل معادلات به روش تکرار (گام به گام) امکان پذیر است.

روش اول : حلقه شبکه تک تک و بطور مجزا حل شوند و بعد پیوند داده شوند.

روش دوم : حلقه شبکه یکجا و با هم حل شوند.

معروفترین روش **هاردی کراس** است.

راه حل اول : متعادل کردن فشارها :

دبی های اولیه را با توجه به سرعتهای اقتصادی حدس می زنند . اگر اختلاف مقادیر حدسی با حقیقی باشد ΔQ داریم:

راه حل دوم : تعادل دادن دبی ها

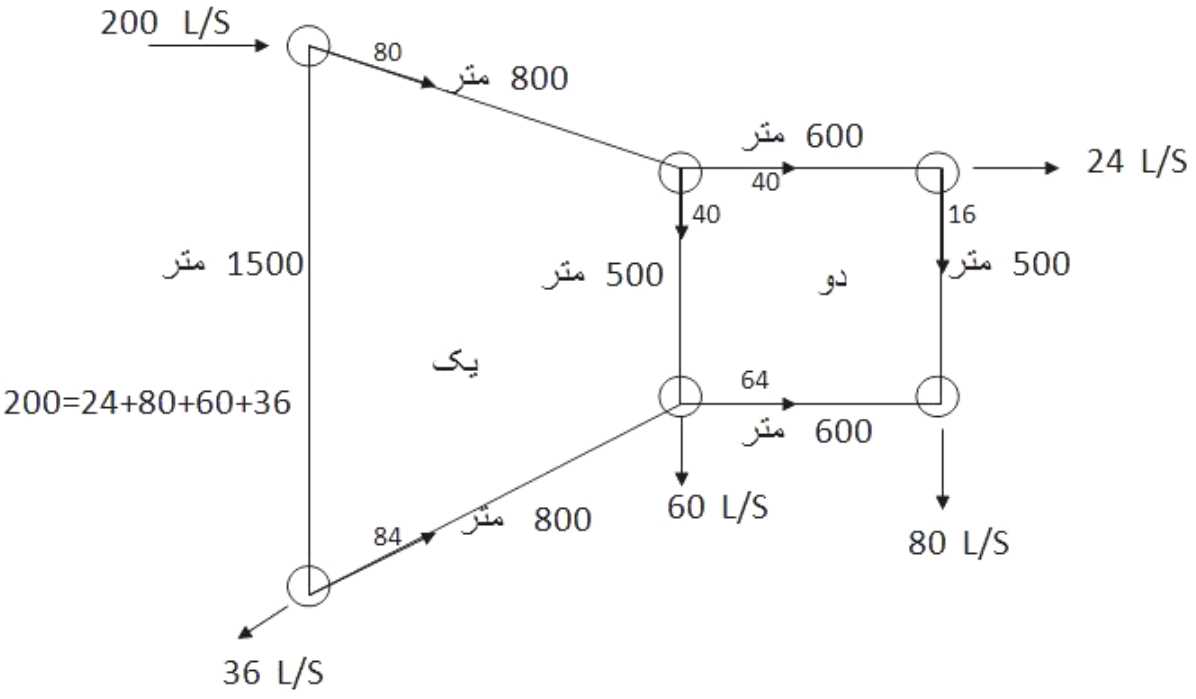
$$\Delta h = \frac{-2\sum_1^N Q_i}{\sum_1^N \frac{Q_i}{h_i}}$$

$$\Delta h = aQ^2$$

$$\Delta h' = 2aQ$$

$$\Delta Q = -\frac{\sum h}{\sum h'} = -\frac{\sum h}{2\sum aQ}$$

مثال: اگر شبکه ای مطابق شکل زیر داده شده باشد دبی های واقعی را بر اساس ضریب زبری K=0.1mm بدست آورید.



(دبی جدید) $Q+\Delta Q$	$1/2\ h'$ aQ دبی/افت کلی	افت کلی افت واحد*طول لوله	افت واحد طول جداول صفحه 230 تا 223	دبی فرضی با توجه به شاخه ها و طول آنها	قطر فرضی با سرعت 1.2 تا 1.5 و $\frac{m}{s}$ روند شده	شماره گره	شماره حلقه

1 -نامگذاری گره ها (اختیاری)

2 -جهت گذاری حلقه ها (عقربه ساعت +)

3 -تخمین دبی هر شاخه با توجه به مصرف شاخه

4 -فرض قطرهای شاخه ها بر اساس سرعت اقتصادی 1 تا 1.5 متر بر ثانیه $\frac{Q}{V}=\frac{\pi d^2}{4}$

5 -محاسبه افت فشارواحد از جداول صفحه 223 تا صفحه 230

6 -محاسبه افت فشار کل از حاصلضرب طول لوله ضربدر افت واحد $(\sum h)$

7 -محاسبه ضریب aQ_i برای هر شاخه از تقسیم افت کل به دبی شاخه $aQ_i=\frac{\sum h_i}{Q_i}$

8 -محاسبه $\sum aQ_i$ از جمع aQ_i ها

9 -محاسبه ΔQ: $\Delta Q=-\frac{\sum h}{2\sum aQ}$

10- محاسبه Q جدید : $Q+\Delta Q$ قدیم $=Q$ جدید

11- تکرار از شماره 5 به بعد تا $Q=\varepsilon$ (0.1 تا 0.5 Lit/S) قدیم $-Q$ جدید