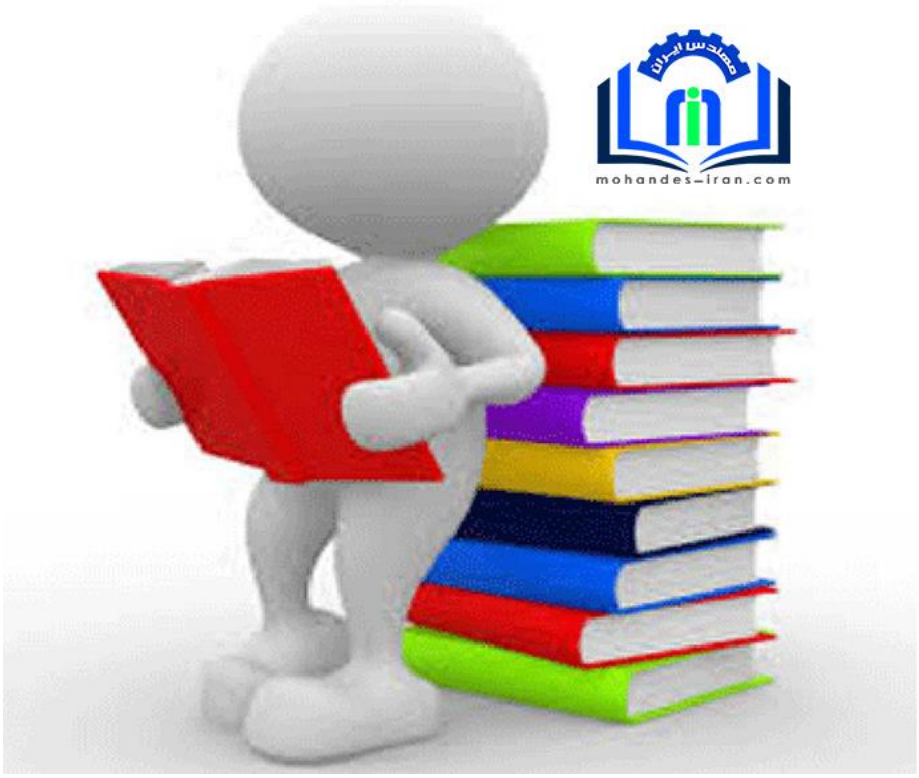
سایت مهندس ایران ارائه دهنده

کتب، جزوات، مقالات و...رشته های

مختلف مهندسی

به سایت ما سر بزنید

www,mohandes-iran.com



A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

طراحی قطر لوله ها

www.mohandes-iran.com

شبکه توزیع باید دارای :

- آب کافی
- فشار کافی در تمام مدت دوره طرح
- حداقل هزینه

تعاریف :

لوله : بخشی از شبکه با دبی و قطر ثابت

گره : نقطه برخورد چند لوله و نقطه شروع و انتهای هر لوله

گره چشمه : جریان خارجی را دریافت و آنرا بین لوله ها توزیع می کند.

گره مصرف یا توزیع : جریان را از یک یا چند لوله دریافت و آن را به خارج از شبکه و یا بین لوله های توزیع تقسیم می کند.

گره چاه : گره مصرفی که ، تمام جریان ورودی را به خارج از شبکه منتقل می کند.

☐ **حلقه** : مسیر بسته ای که آب از گره ها و لوله های آن یکبار عبور کرده و مجدداً به نقطه شروع باز می گردد.

☐ **حلقه مستقل** : حلقه ای که هیچ حلقه دیگری را شامل نشود.

☐ **حلقه غیر مستقل (فراگیر)** : حلقه ای که دو یا چند حلقه مستقل را در بر گیرد.

www.mohandes-iran.com

☐ **حلقه مجازی** : حلقه ای که یکی از لوله هایش مجازی است.

☐ **شبکه** : از گره ها، لوله ها و حلقه ها تشکیل شده است.

- **انواع شبکه های توزیع**
  - شبکه سریال
  - شبکه شاخه ای
  - شبکه حلقوی
  - شبکه مرکب

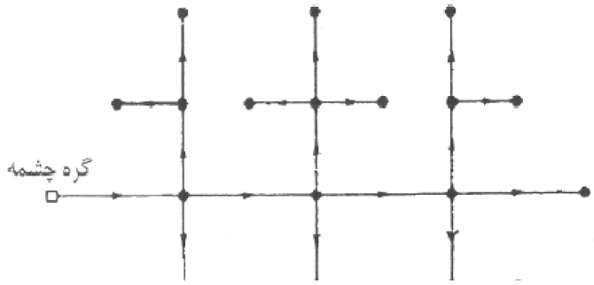
- **شبکه سریال**
  - شبکه سریال : شبکه ای که حلقه و شاخه ندارد.
  - دارای یک گره چشمه، یک گره چاه و چند گره مصرف

شکل ۹-۱ – شبکه سریال

www.mohandes-iran.com

شبکه شاخه ای

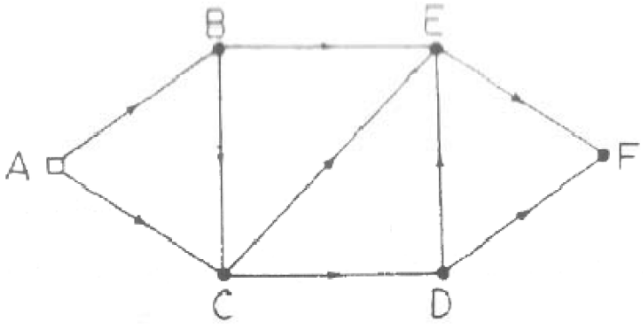
- شبکه ای است بدون حلقه
- از چند شبکه سریال تشکیل شده است.



شکل ۹-۲- شبکه شاخه ای

شبکه حلقوی

- شبکه حلقوی از حلقه ها تشکیل شده است.
- شبکه حلقوی حداقل دارای یک گره چاه است.
- شبکه حلقوی ، دارای یک و یا چند چشمه هستند.



www.mohandes-iran.com

شبکه مرکب

- شبکه های تشکیل شده از حلقه ها، شاخه ها و سریالها

مقایسه انواع شبکه ها

- قابلیت شبکه های سریالی و شاخه ای نسبت به حلقوی کمتر
- شبکه های حلقوی گرانتر و طرح آنها مشکلتر

ضوابط طراحی شبکه های توزیع

- سرعت آب
- سرعت زیاد آب باعث افزایش افت فشار و کاهش آن افزایش رسوب گذاری
- حداکثر سرعت مجاز آب در شبکه ۲ متر در ثانیه و در مواقع آتش نشانی ۲/۵ متر در ثانیه
- بطور تجربی سرعت بهینه برای لوله های تا قطر ۵۰۰ میلیمتر ۰/۸ تا ۱ متر در ثانیه
- برای لوله های با قطر بزرگتر در حدود ۱/۲ متر بر ثانیه

www.mohandes-iran.com

فشار آب

- در مواقع حداکثر مصرف که افت فشار حداکثر است، به اندازه حداقل مجاز باشد.
- در مواقع حداقل مصرف که افت فشار حداقل است، باعث عدم ترکیدگی شود.
- لذا برای صرفه جوئی و کنترل تلفات آب
- فشار باید در کمتری حد مقرر باشد.
- حداکثر فشار مجاز در شبکه آب ۵ اتمسفر
- حداقل فشار برای ساختمان یک طبقه ۱/٤ اتمسفر و برای هر طبقه اضافی ۰/٤ اتمسفر اضافه تر توصیه می شود.
- در مواقع حداکثر و حداقل مصرف، اختلاف ارتفاع بالاترین سطح آب و پائین ترین نقطه شبکه نباید از مقدار حداکثر مجاز فشار در شبکه تجاوز کند.
- در شبکه هائی که دارای شیر آتش نشانی هستند، فشار در موقع برداشت آب آتش نشانی در شبکه باید در حدی باشد که امکان برداشت آب مصرفی وجود داشته باشد.

دبی طراحی لوله ها

- ظرفیت شبکه توزیع
- حداکثر مصرف لحظه ای (ساعتی) در سال

www.mohandes-iran.com

- تلفات
- حداکثر مصرف آتش نشانی
- حداکثر مصرف نهائی ، مجموع حداکثر مصرف لحظه ای بعلاوه مصرف آتش نشانی

شبکه ها معمولاً براساس حداکثر مصرف طراحی نمی شوند زیرا :

- کم بودن احتمال برداشت همزمان حداکثر مصرف لحظه ای و مصرف آتش نشانی
- وجود ظرفیت اضافی
- موقتی بودن کمبود فشار
- ظرفیت بر مبنای تامین حداقل فشار مقرر در شرایط برداشت حداکثر مصرف لحظه ای
- براساس دبی حداکثر مصرف روزانه به اضافه حداکثر مصرف آتش نشانی، فشار مجاز شبکه برای آتش نشانی کنترل می شود.
- مصرف آتش نشانی از هر شیر بین ۱۰ تا ۲۰ لیتر در ثانیه

حداقل قطر لوله ها

- جایگزینی لوله های با قطر کمتر نباید موجب کاهش فشار مجاز شود.
- حداقل قطر توسط کارفرما باید مشخص شود.

www.mohandes-iran.com

- در ایران حداقل ٦٠ میلیمتر (لوله های فاقد شیر آتش نشانی) و ١٠٠ میلیمتر (لوله های دارای شیر آتش نشانی)

جدول ٩-١- محدودیتهای قطر در شبکه های توزیع آب شهری

موقعیت لوله	قطر، میلیمتر
حداقل قطر لوله در سیستم حلقوی	١٥٠
حداقل قطر لوله در سیستم شاخه ای	٢٠
حداقل قطر لوله در مناطق توسعه یافته	٢٠٠
حداقل قطر لوله در خیابانهای اصلی مناطق مرکزی	٣٠٠

طراحی و تحلیل یک لوله

- سه نوع مساله در مورد یک خط لوله :

١- تعیین افت هد لوله

٢- تعیین دبی لوله

٣- تعیین قطر لوله

* معادله هیزن – ویلیامز (٢ -٣٠)

$$h_f = \frac{10.68LQ^{1.852}}{C_{HW}^{1.852}D^{4.87}}$$

Q دبی برحسب متر مکعب در ثانیه

www.mohandes-iran.com

L طول لوله برحسب متر

D قطر لوله بر حسب متر

❊ معادله منینگ (۲-۳۷)

$$h_f = \frac{10.29 n^2 L Q^2}{D^{\frac{16}{3}}}$$

n از جدول (۲-۵)

- رابطه هیزن – ویلیامز و منینگ راه حل مستقیم
- رابطه دارسی – ویسباخ بدلیل وابستگی به ضریب اصطکاکf به دبی و قطر پیچیده است.
- در رابطه دارسی – ویسباخ اگر دبی و قطر معلوم باشند، ضریب اصطکاک تعیین و سپس افت فشار محاسبه می شود.
- اگر دبی و قطر مجهول باشند، مقدار ضریب اصطکاک با سعی و خطا محاسبه می شود.

مدلهای بهینه سازی

در سیستم توزیع آب باید :

- آب به مقدار کافی و فشار مناسب به مصرف کنندگان برسد.
- در طراحی بهینه، قطر لوله ها باید با صرف هزینه حداقل، کمترین فشار در همه نقاط شبکه را تامین نماید.

www.mohandes-iran.com

- نرم افزارهای شبیه ساز معمولاً مشخصات هیدرولیکی شبکه توزیع نظیر فشار در گره ها، دبی آب در لوله ها و قطر لوله ها را بهینه می کنند.

مدلهای بهینه سازی متعددی گزارش شده است.

جدول ۹-۲- مراجع و خلاصه مشخصات تعدادی از مدل های طراحی (بهینه سازی) سیستم های توزیع آب .

(۱) سال ارائه	(۲) مؤلف و مرجع	(۳) قطر لوله	(٤) ثقلی یا پمپاژ شده	(٥) شبیه سازی شبکه	(٦) شرایط بارگذاری	(۷) نوع شبکه
۱۹۳۹	Camp[٦]	C	P	خیر	S	حلقوی
۱۹٦۱	Tong et al[۷]	C	G	خیر	S	حلقوی
۱۹٦٦	Raman& [۸] Raman	D	G	خیر	S	حلقوی
۱۹٦۸	Jacoby[۹]	C	P	خیر	S	حلقوی
۱۹٦۹	Gupta et al [۱۰]	D	G	خیر	S	شاخه ای
۱۹٦۹	lin & schoke[۱۱]	C	P	خیر	M	حلقوی

بهینه سازی توسط به حداقل رساندن فشار

شبکه شاخه ای

- در شبکه شاخه ای مقدار دبی شاخه ها مشخص است.
- مراحل طراحی یک شبکه شاخه ای :

۱- تعیین دبی تجمعی هر لوله

www.mohandes-iran.com

۲- تعیین حداکثر شیب خط انرژی برای مسیر بحرانی

$$S_{\max,OA}\frac{(Z_{LWL}-H_{\min,A})}{L_{OA}} \qquad (۹-۶)$$

که در آن $S_{max,OA}$ حداکثر شیب خط انرژی از مخزن (نقطه O) تا نقطه A به طور L_{OA} و Z_{LWL} ارتفاع پایین ترین سطح آب در مخزن مرتفع و $H_{min,A}$ حداقل هد مجاز در نقطه A است. با توجه به ناچیز بودن هد سرعت در شبکه های آب ، داریم $H_{\min,A}\approx ZA+\frac{P_{\min}}{\gamma}$ که در آن Z_A ارتفاع زمین در نقطه A و P_{min} حداقل فشار در شبکه ، بخش (۹ ۳ ۲) ، است. مسیر بحرانی، مسیری است که از مخزن به دورترین و یا مرتفع ترین نقطه شبکه منتهی شود و حداکثر شیب آن (S_c) از حداکثر شیب تمام مسیرهای دیگر کوچکتر است.

(۳) محاسبه قطرهای بهینه مسیر بحرانی : با توجه به دبی تجمعی (مرحله ۱) و Sc (مرحله ۲) از یک رابطه افت هد در لوله استفاده شده و قطر لوله های مسیر بحرانی محاسبه می شود. (در بخش (۹ – ٤ -۳) طریقه محاسبه قطر نشان داده شده است.)

(٤) محاسبه قطرهای بهینه لوله های انشعابی : پس از طراحی لوله های مسیر بحرانی ، هد گره های واقع در مسیر بحرانی تعیین می گردد. حداکثر شیب هر لوله انشعابی از فرمول (۹-٦) به دست می آید که در آن به جای Z_{LWL} ، هد گره بالادست واقع در روی مسیر بحرانی جایگزین می شود.

مثال ۹-۵- طراحی قطر لوله های شبکه شاخه ای

شبکه شاخه ای شکل (۹-٤) را طراحی کنید. در این شبکه برای تمام لوله ها f = ۰/۰۳ فرض شود و طول لوله ها عبارت اند از : لوله ۱- ٤۰۰ متر، لوله ۲- ٤۰۰ متر، لوله ۳-٦۰۰ متر، لوله ٤-۵۰۰ متر و

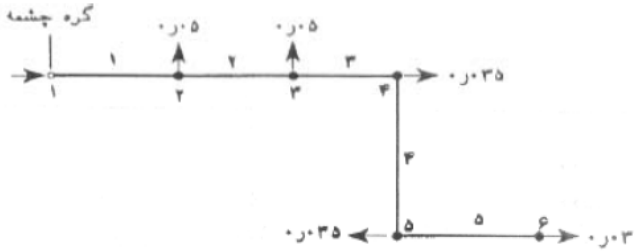
www.mohandes-iran.com

لوله ۵–۴۰۰ متر. میزان برداشت آب از هر گروه در شکل مشخص شده است. منطقه لوله کشی شده تقریباً مسطح می باشد و پایینترین سطح آب در مزخن به اندازه ۲۰ متر از لوله های منطقه توزیع بالاتر است. حداقل هد فشار مجاز در شبکه، ۱۵ متر تعیین شده است.

حل :

۱) **تعیین دبی لوله ها:** دبی تجمعی لوله ها در جدول (۹–۳) نشان داده شده است.

۲) **تعیین حداکثر شیب خط انرژی در مسیر بحرانی**: در این شبکه، مسیر بحرانی، طولانی ترین مسیر از مخزن توزیع است و طول ان ۲۳۰۰ متر است.



شکل ۹–٤ : شکل مثال ۹–۵

۱۰٪ افزایش طول برای جبران افت در متعلقات فرعی، از فرمول (۹–٦) داریم:

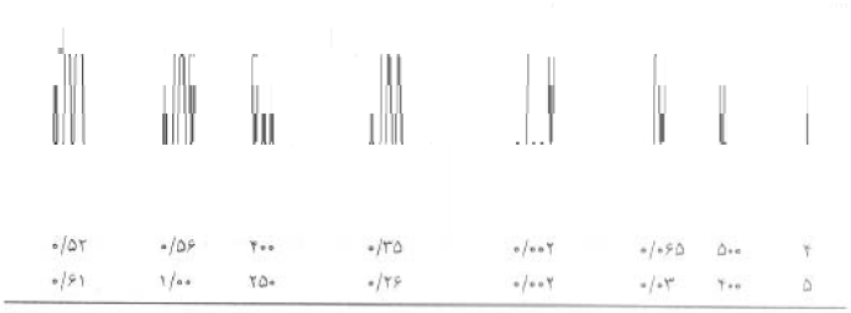
$$S_c = \frac{(Z+۲۰)-(Z+۱۵)}{(۲۳۰۰)(۱/۱)} \approx ۰/۰۰۲m/m$$

$S = ۰/۰۰۲$ و دبی تجمعی مربوطه در فرمول دادرسی – ویسباخ فرمول (۲–۵) به دست می آید.

خلاصه محاسبات در جدول (۹–۳) آمده است.

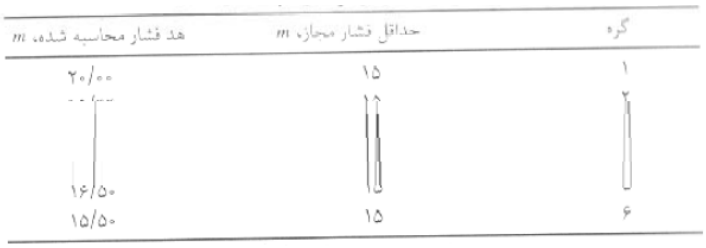
www.mohandes-iran.com

٤) محاسبه افت هد لوله ها: با قطرهای طراحی شده و با در نظر گرفتن ۱۰٪ افزایش طول لوله برای جبران افت هد متعلقات فرعی، ازفرمول دارسی – ویسباخ افت هد لوله ها محاسبه شده اند. خلاصه محاسبات در جدول (۹-۳) آمده است.



۰/۵۲	۰/۵۶	۲۰۰	۰/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۵	۵۰۰	۴
۰/۶۱	۱/۰۰	۲۵۰	۰/۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۲۰۰	۵

جدول ۹-٤ – هد فشار در گره های شبکه مثال ۹-۵



گره	حداقل فشار مجاز، m	هد فشار محاسبه شده، m
۱	۱۵	۲۰/۰۰
۲		
۶	۱۵	۱۵/۵۰

۵) محاشبه هد فشار در گره ها و کنترل حداقل فشار مجاز در شبکه هد فشار در هر گره از فرمول زیر محاسبه شده است:

$$(p/\gamma) = H_{LWL} - \sum h_L$$

خلاصه محاسبات در جدول (۹-٤) آمده است. ملاحظه می شود که در تمام گره ها، هد فشار از حداقل مجاز بیشتر است.

www.mohandes-iran.com

٦) **کنترل سرعت آب در لوله ها:** سرعت آب را می توان از رابطه $V = ۴Q/\pi D^۲$ در هر لوله به دست آورد و مقدار آن را با حداکثر مجاز مقایسه نمود. خلاصه محاسبات در جدول (۹-۳) آمده است.ملاحظه می شود که سرعت در تمام لوله ها کمتر از ۲m/s است.

طراحی شبکه شاخه ای را در صورتی که بلندی مخزن پایه دار از سطح زمین مجهول باشد، می توان در طی مراحل زیر انجام داد و علاوه بر تعیین قطرهای بهینه شبکه، بلندی بهینه مخزن را نیز مشخص کرد.

۱) **تعیین دبی تجمعی لوله ها:** دبی هر لوله مساوی حداکثر مثرف آب به اضافه حداکثر مصرف آب لوله های پایین دست آن است.

۲) **مشخص کردن سرعتی به عنوان سرعت اقتصادی** : در سرعت اقتصادی بین هزینه های لوله گذاری و هزینه های تاسیسات تامین فشار شرایط بهینه ایجاد شده و با ملاک قرار دادن به به دست می آید.

$$D = (۴Q/\pi^V)^{۰/۵}$$

۳) **محاسبه افت هد لوله ها:** با توجه به قطرهای طراحی شده در مرحله (۲) افت هد لوله ها محاسبه می شوند. (به بخش ۹-۲-۱- مراجعه شود)

٤) **محاسبه بلندی مخزن:** حداقل بلندی مخزن (فاصله قائم بین زمین تا پایینترین سطح آب در مخزن پایه دار) را می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$h_{\min} = \sum_c h_L + \frac{p_{\min}}{\gamma} - (Z_r - Z_c) \qquad (۹-۷)$$

www.mohandes-iran.com

که در آن $h_{\min}$ حداقل بلندی مخزن از سطح زمین ، $\sum_{c} h_L$ مجموع افت هدها در طول مسیر بحرانی ، $p_{\min}/\gamma$ هد فشار مجاز، بخش (۹-۳-۲) ، Z_r ارتفاع زمین در محل احداث مخزن پایه دار و Z_c ارتفاع زمین در انتهای مسیر بحرانی هستند.

(۵) محاسبه ارتفاع پایین ترین سطح آب در مخزن :

$$Z_{LWL} = h_{\min} + Z_r \qquad (۹-۸)$$

شبکه حلقوی

- نشان داده شده است که طراحی بهینه شبکه حلقوی تحت یک الگوی مصرف خاص همانند طراحی بهینه یک شبکه شاخه ای است.

طراحی شبکه حلقوی طی مراحل زیر:

۱- **تعیین جهت جریان آب در شبکه** : رعایت این اصل که هر نقطه مصرف باید آب را از کوتاهترین و مستقیم ترین مسیر دریافت کند و نیز توجه به توپوگرافی و تراکم جمعیت از جمله مواردی است که طراح را در انتخاب مسیرهای توزیع آب یاری می کنند.

۲- **شاخه ای کردن شبکه** : با توجه به جهت جریان آب تعیین شده در مرحله (۱) ، می توان گره های چاه (گره هایی که در آنها جریان بین لوله ها توزیع نمی شود) را یافت(به طور نمونه، گره F در شکل ۹-۳) . چنین گره هایی را می توان نقاط انتهایی مسیرهای توزیع مختلف تصور کرد و لذا به این وسیله شبکه به شاخه های مجازی تبدیل می شود. به طور مثال شبکه حلقوی شکل (۹-۳) را می توان به دو شبکه شاخه ای مجازی ABEF و ACDF تبدیل کرد.

www.mohandes-iran.com

توجه شود که طراحی مسیرهای شاخه ای باید به گونه ای انجام گیرد که مقدار هد کل در گره هایی که شبکه را شاخه ای نموده اند(گره های چاه) ، از مسیرهای مختلف تقریباً یکسان به دست آیند. به بیان دیگر، اگر در گره ای از دو مسیر مختلف دو هد مختلف به دست آید، آن گاه جهت جریان تعیین شده در مرحله (۱) معتبر نخواهد بود و چنانچه شبکه تحلیل گردد، جهت جریان در بعضی لوله ها تغییر خواهد کرد. به طور مصال در شبکه شکل (۹-۳) دو مسیر ABEF و ACDF باید به گونه ای طراحی شوند که $(\sum h_L)_{ABEF} = (\sum h_L)_{ACDF}$ و در چنین شرایطی است که میزان هد محاسبه شده در نقطه F از دو مسیر، یکسان به دست می آید.

www.mohandes-iran.com