

گزارشکار انتقال و توزیع آب

دکتر عسگری

گروه کاظمی و زهرا صفری

ترم ۶ بهداشت محیط

(شهرک قدس قم)

(محاسبات)

لوپ بندی:

طبق لوپ بندی انجام شده تعداد لوپ های منطقه ۲ میباشد

تعداد تعداد لوله ها و گره ها:

تعداد لوله ها ۸ تا و تعداد لوپ ها ۲ تا و که میتوان از طریق فرمول زیر تعداد لوله ها را به دست آورد

$$N=L+J-1$$

$$8=2+7-1$$

N: تعداد لوله

J: تعداد گره

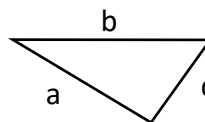
L: تعداد لوپ

محاسبه ی مساحت:

چون لوپ ها دارای شکا هندسی منظمی نیستند برای پیدا کردن مساحت آنها باید آنها را مثلث بندی کرد

$$P = \frac{a + b + c}{2}$$

$$S = \sqrt{P(P - a)(P - b)(P - c)}$$



مساحت تک تک لوپ ها رو اندازه میگیریم:

مساحت لوپ اول:

$$P = \frac{560 + 374 + 706}{2} = 820$$

$$S_1 = \sqrt{(820)(820 - 560)(820 - 706)(820 - 374)} = 104115.03 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{430 + 706 + 688}{2} = 912$$

$$S_2 = \sqrt{(912)(912 - 430)(912 - 706)(912 - 688)} = 142422.48 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{688 + 596 + 1056}{2} = 1170$$

$$S_3 = \sqrt{(1170)(1170 - 688)(1170 - 596)(1170 - 1056)} = 192098.875 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{570 + 596 + 350}{2} = 758$$

$$S_4 = \sqrt{(758)(758 - 570)(758 - 596)(758 - 350)} = 97051.246 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{570 + 374 + 838}{2} = 891$$

$$S_5 = \sqrt{(891)(891 - 570)(891 - 374)(891 - 838)} = 88526.76 \text{ m}^2$$

مساحت لوپ دوم:

$$p = \frac{1284 + 836 + 600}{2} = 1360$$

$$S_1 = \sqrt{(1360)(1360 - 1284)(1360 - 836)(1360 - 600)} = 202884.41 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{836 + 384 + 838}{2} = 1029$$

$$S_2 = \sqrt{(1029)(1029 - 836)(1029 - 384)(1029 - 838)} = 1564.61 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{524 + 384 + 588}{2} = 748$$

$$S_3 = \sqrt{(748)(748 - 524)(748 - 384)(748 - 588)} = 98783.74 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{600 + 524 + 742}{2} = 933$$

$$S_4 = \sqrt{(933)(933 - 600)(933 - 524)(933 - 742)} = 155790.609 \text{ m}^2$$

محاسبه ی جمعیت منطقه ی مورد نظر:

با استفاده از متوسط تراکمی که به واسطه ی روش های جمع اوری اماری، سرشماوری و غیره به دست آمده است، میتوان میزان جمعیت منطقه مورد نظر را به واسطه ی محاسبه ی مساحت تحت پوشش به دست آورد

تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	نوع منطقه
۱۲ تا ۷۵	مسکونی - واحدهای تک خانوار
۷۵ تا ۲۵۰	مسکونی - واحدهای چند خانوار
۲۵۰ تا ۲۵۰۰	مسکونی - آپارتمانی
۴۰ تا ۷۵	تجاری
۱۲ تا ۴۰	صنعتی

با توجه به اینکه منطقه مورد نظر ما مسکونی ، آپارتمانی ، کم تراکم و تک واحده است، تراکم مناسب این منطقه ۲۵۰ میباشد.

چون تراکم ها بر اساس نفر در هکتار بیان شده، مساحت ها را برحسب هکتار مینویسیم و جمعیت رو بر حسب نفر بدست می اوریم

محاسبه ی جمعیت هر مساحت:

۱- لوپ اول:

$$S_1 = 104115.03 / 10000 \times 250 = 2602 \text{ جمعیت}$$

$$S_2 = 142422.48 / 10000 \times 250 = 3560 \text{ جمعیت}$$

$$S_3 = 192098.875 / 10000 \times 250 = 4802 \text{ جمعیت}$$

$$S_4 = 97051.246 / 10000 \times 250 = 2426 \text{ جمعیت}$$

$$S_5 = 88526.76 / 10000 \times 250 = 2213 \text{ جمعیت}$$

۲- لوپ دوم:

$$S_5 = 202884.41 / 10000 \times 250 = 5072 \text{ جمعیت}$$

$$S_6 = 156416.61 / 10000 \times 250 = 3910 \text{ جمعیت}$$

$$S_7 = 98783.74 / 10000 \times 250 = 2469 \text{ جمعیت}$$

$$S_8 = 155790.609 / 10000 \times 250 = 3894 \text{ جمعیت}$$

محاسبه ی سرانه:

سرانه یعنی میزان آب مصرفی یک فرد در روز ب ازای یک سال.

سرانه انواع مختلف داره، خانگی، عمومی، صنعتی و تجاری و فضای سبز.

در ایران متوسط سرانه ی خانگی بین 75 تا 150 لیتر بر روز است. سرانه ی عمومی نیز 10 تا 20 لیتر بر روز و سرانه ی تجاری و صنعتی حدود 10 تا 45 لیتر بر روز درنظر گرفته میشود.

ما در این پروژه سرانه ی خانگی را 150 و عمومی را 20 و تجاری و صنعتی را 15 درنظر گرفتیم.

برای تعیین سرانه ی فضای سبز از میزان استاندارد فضای سبز موجود برای هر فرد استفاده کردیم. به طور معمول حداقل میزان فضای سبز مورد نیاز یک انسان $5m^2$ هست.

پس میتوان برای جمعیت موجود فضای سبز استاندارد درنظر گرفت.

ما حدودا این میزان را $10m^2$ درنظر گرفتیم.

سپس باید به جدول میزان آبیاری فضای سبز بر اساس منطقه ی موجود توجه کرد تا دبی موردنیاز را بدست آوریم. (این جدول بر اساس هر یک متر مربع طراحی شده)

در ادامه باید دانست که این سرانه های موجود که برای تعیین میزان آب مصرفی مردم تعیین میشود برای اکنون است و پروژه هایی مثل انتقال ت.زیر آب همواره برای دوره ی طرح های طولانی مثل ۲۰ تا ۳۰ سال طراحی میشود.

پس لازم است که جمعیت در طول و انتهای بهره برداری هم لحاظ شود.

برای این کار باید سرانه های مصرف را برای سال های آینده بنویسیم و در جمعیت مصرفی ضرب کنیم.

برای محاسبه ی سرانه ی فضای سبز کل جمعیت رو در سرانه ی در نظر گرفته شده برای آن ضرب میکنیم

$$28452 \times 10m^2 = 284520 m^2$$

میزان دبی مورد نیاز بر اساس جدول:

$$284520m^2 \times 8 \frac{L}{m^2d} = 2276160 L$$

سرانه ی فضای سبز (به ازای هر نفر):

$$\frac{2276160 L}{28452 \times 210} = 0.3809$$

سرانه ی کل:

$$(150 + 20 + 0.3809 + 15) + \frac{20}{100} 185.38 = 22.376$$

(۲۰ درصد کل سرانه ها رو تلفات آب در نظر میگیریم)

سرانه ی آینده:

نرخ رشد جمعیت رو طی 30 سال معمولا 1 تا 5 درصد در نظر میگیرن. ده سال اول هم معمولا بیشترین رشد رو داره و دو تا دهه ی دیگ نرخ رشد کمتر میشه.

$$\text{سرانه ی آینده برای ده سال اول} = 223(1 + \%2)^{10} = 271.835 \frac{L}{d}$$

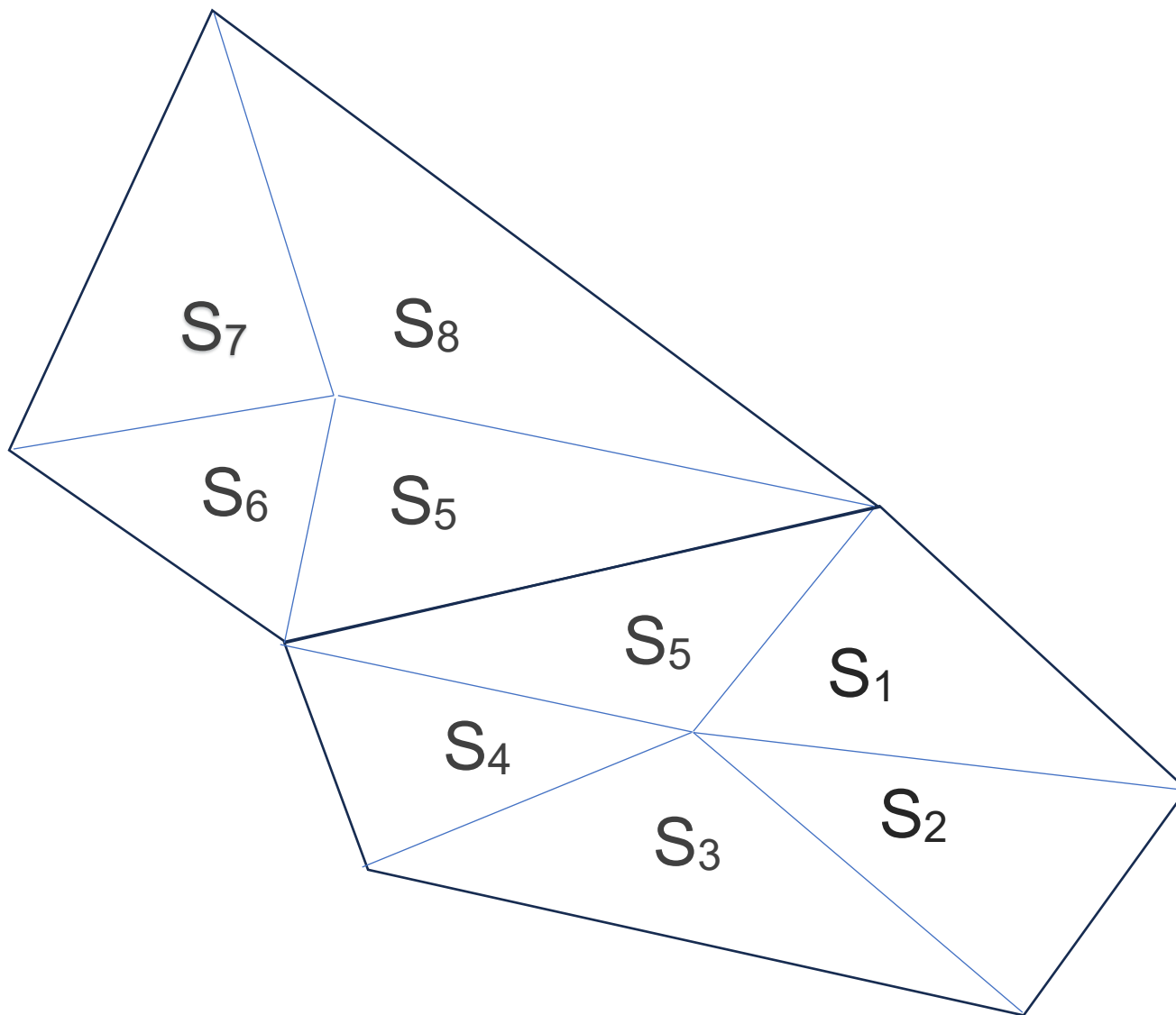
$$\text{سرانه ی آینده برای ده سال دوم} = 271.835(1 + \%1)^{10} = 300.2749 \frac{L}{d}$$

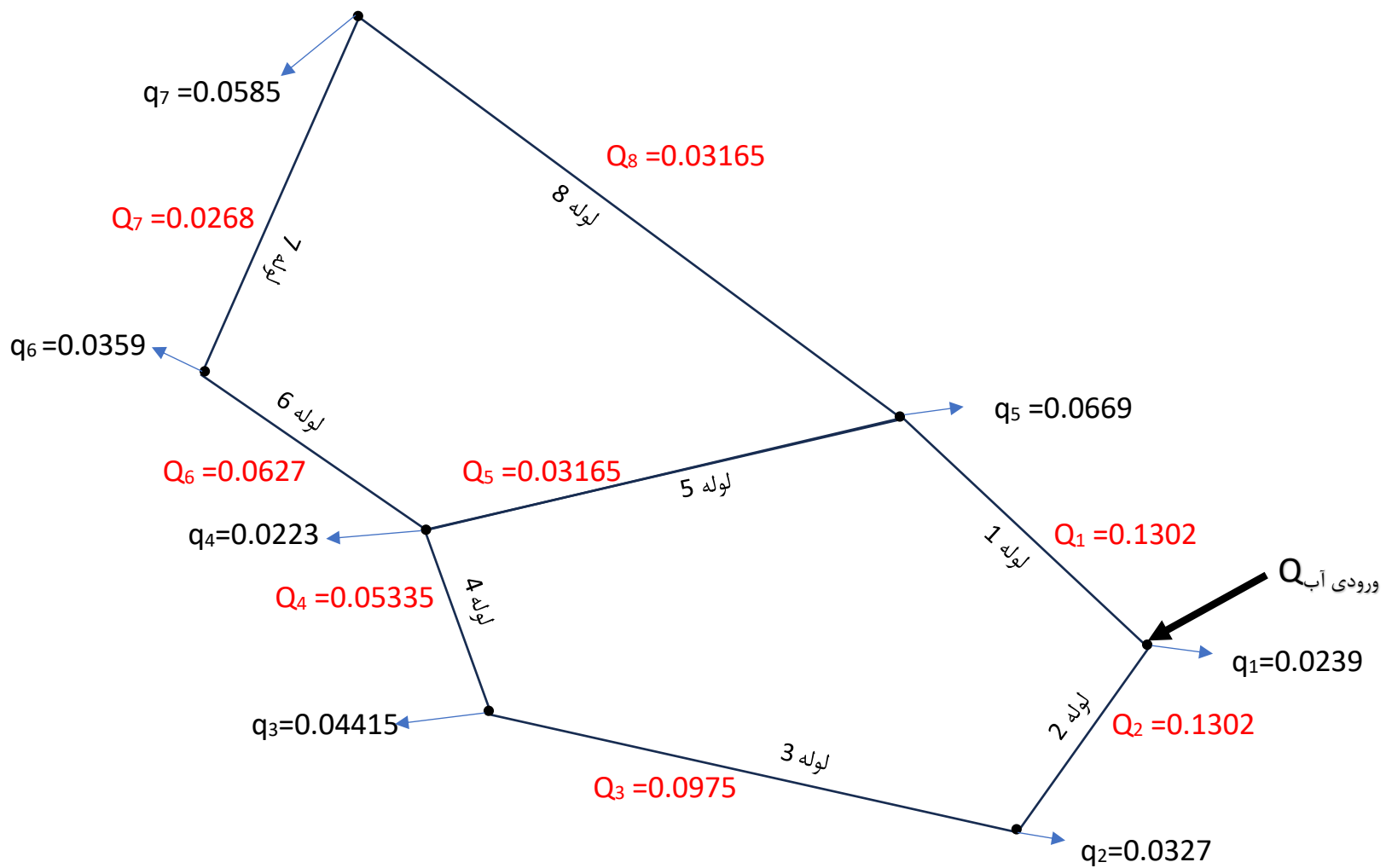
$$\text{سرانه ی آینده برای ده سال سوم} = 300.2749(1 + \%1)^{10} = 331.6902 \frac{L}{d}$$

محاسبه دبی دریافتی از هر لوله (دبی سرگرمی ها):

شماره ی لوله	مساحت تحت پوشش m^2	ضریب max ساعتی	سرانه lit/d	جمعیت نفر	دبی دریافتی از لوله m^3/s
1	104115.03m ² (S1)	1.5	331	2602	$0.0239m^3/s$
2	142422.48m ² (S2)	1.5	331	3560	$0.0327m^3/s$
3	192098.875m ² (S3)	1.5	331	4802	$0.04415m^3/s$
4	97051.246m ² (S4)	1.5	331	2426	$0.0223m^3/s$
5	88526.76m ² (S5) و 202884.41m ² (S5)	1.5	331	2213 و 5072	$0.0669m^3/s$
6	156416.61m ² (S6)	1.5	331	3910	$0.0359m^3/s$
7	98783.74m ² (S7)	1.5	331	2469	$0.0227m^3/s$
8	155790.609m ² (S8)	1.5	331	3894	$0.035m^3/s$

به عنوان مثال : $Q_1 = 2602 \times 331 \times 1.5 \times 1.6 = 2067028.8 \frac{Lit}{d} \rightarrow 0.0239 \frac{m^3}{s}$





محاسبه ی دبی لوله ها (دبی فرضی) :

۱- لوپ اول:

$$Q_{\text{ورودی}} - q_1 = 0.2604 \div 2 = 0.1302 \frac{m^3}{s} = Q_1 \text{ و } Q_2$$

$$Q_3 = Q_2 - q_2 = 0.1302 - 0.0327 = 0.0975 \frac{m^3}{s} = Q_3$$

$$Q_4 = Q_3 - q_3 = 0.0975 - 0.04415 = 0.05335 \frac{m^3}{s} = Q_4$$

$$Q_1 - q_5 = 0.0633 \div 2 = 0.03165 \frac{m^3}{s} = Q_5 \text{ و } Q_8$$

۲- لوپ دوم:

$$Q_6 = Q_4 + Q_5 - q_4 = 0.05335 + 0.031656 - 0.0223 = 0.0627 \frac{m^3}{s} = Q_6$$

$$Q_7 = Q_6 - q_6 = 0.0627 - 0.0359 = 0.0268 \frac{m^3}{s} = Q_7$$

$$Q_8 = Q_1 - q_5 - Q_5 = 0.03165 \frac{m^3}{s} = Q_8$$

مجموع دبی خروجی از گره ها برابر 0.2843 و برابر دبی ورودی به گره شماره ی ۱ میباشد.

ارتفاع هر گره به متر	لوله هایی که به گره موردنظر اب میدهند	دبی خروجی از هر گره $\frac{m^3}{s}$	شماره ی گره
1027	–	0.2604	1
1006.344	لوله ی 2	0.0975	2
990.548	لوله ی 3	0.05335	3
988.720	لوله ی 5 , 4	0.0627	4
1025.94	لوله ی 1	0.0669	5
974.20625	لوله ی 6	0.0268	6
970.627	لوله ی 7 , 8	–	7

محاسبه ی قطر لوله ها:

برای محاسبه ی قطر لوله های موردنیاز میتونیم از یکی از چهار فرمول $0.95\sqrt{Q}$ و $1.22\sqrt{Q}$ و $1.27\sqrt{Q}$ و $1.6\sqrt{Q}$ استفاده کنیم.

دبی داخل فرمول دبی فرضی تعمیم داده شده به لوله ها است (دبی خروجی از سرگروه ها) و بر حسب $\frac{m^3}{s}$ است که به ما قطر را بر حسب متر میدهد.

قطر حاصل با اندازه های معمول بازار متفاوت است. اندازه های رایج از ۱۰۰ میلیمتر شروع میشود و معمولا تا ۵۰۰ میلیمتر ادامه میابد. (قطرهای معمول تا ۵۰۰ میلیمتر است ولی بیشتر از ان هم هست)

شماره ی لوله	دبی فرضی	قطر برحسب میلیمتر از $0.95\sqrt{Q}$	قطر واقعی	جهت جریان در لوله بین دو گره
1	0.1302	342.79	350	1 → 5
2	0.302	342.79	350	1 → 2
3	0.0975	296.63	300	2 → 3
4	0.05335	219.42	200	3 → 4
5	0.03165	169	150	5 → 4
6	0.0627	237.87	250	4 → 6
7	0.0268	155.521	150	6 → 7
8	0.03165	169.009	150	5 → 7

شماره ی لوله	قطر محاسبه شده mm	قطر واقعی mm	دبی جدید $\frac{m^3}{s}$	طول لوله m	شماره گره بالا دست	شماره گره پایین دست	رقوم بالادست	رقوم پایین دست
1	342.79	350	0.107564	560	1	5	1027	1025.94
2	342.79	350	0.107564	430	1	2	1027	1006.344
3	296.63	300	0.07486	1056	2	3	1006.344	990.548
4	219.42	200	0.030714	350	3	4	990.548	988.720
5	169	150	0.008964 و 0.015848	838	5	4	1025.94	988.720
6	237.87	250	0.046948	588	4	6	988.720	974.206
7	155.521	150	0.011048	742	6	7	974.206	970.627
8	169.009	150	0.015848	524	5	7	1025.94	970.627

محاسبات هاردی کراس:

(به دلیل فشار بسیار زیاد در پای ساختمان ها قطر ها را از مقدار های بدست آمده بیشتر در نظر گرفتیم.)

۱- لوپ اول:

شماره ی لوله	قطر	طول	دبی	hf	1/2 h _f	دبی جدید
1	400	560	-0.1302	1.531510864	-11.76275625	-0.109082547
2	400	430	0.1302	1.175981556	9.032116406	0.151317453
3	400	1056	0.0975	1.619508516	16.61034375	0.118617453
4	300	350	0.05335	0.677236975	12.69422634	0.074467453
5	150	838	-0.0316	18.20421397	-576.0827207	-0.010482547

$$\sum_{hf} = +23.20845188$$

$$\sum_{1/2 h_f} = -549.5087904$$

$$\Delta Q = + 0.021117453$$

۱- لوپ اول
تصحیح دوم:

دبی جدید	$1/2hf$	hf	دبی	طول	قطر	شماره ی لوله
-0.108329817	-7.904174688	0.691536243	-0.08749	560	400	1
0.152070183	11.99495582	2.074047811	0.17291	430	400	2
0.119370183	23.88652613	3.349129828	0.14021	1056	400	3
0.075220183	22.85674568	2.19561899	0.09606	350	300	4
-0.009729817	202.5404755	2.250224683	0.01111	838	150	5

$$\sum_{hf} = +10.56055756$$

$$\sum_{1/2hf} = +253.3745285$$

$$\Delta Q = -0.020839817$$

۲- لوپ دوم

تصحیح اول:

دبی جدید	$1/2hf'$	hf	دبی	طول	قطر	شماره ی لوله
0.015480726	-177.3790945	1.725866109	-0.028103342	838	0.15	5
0.073637766	48.17002685	2.332740616	0.048427223	588	0.25	6
0.037737766	47.98646598	0.601137145	0.012527223	742	0.2	7
-0.020662234	-124.0927436	5.692478795	-0.045872777	524	0.2	8

$$\sum_{hf} = +10.35222267$$

$$\sum_{1/2hf'} = -205.3153452$$

$$\Delta Q = +0.025210543$$

محاسبات سرعت های لوله ها :

شماره ی لوله ها	فرمول $Q=AV$	سرعت
1	$-0.108329817 = \left(\frac{0.4}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	-0.862061292
2	$+0.152070183 = \left(\frac{0.4}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	1.210136067
3	$+0.119370183 = \left(\frac{0.4}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	0.949917735
4	$+0.075220183 = \left(\frac{0.3}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	1.064147908
5	$+0.015480726 = \left(\frac{0.15}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	0.876029894
6	$+0.073637766 = \left(\frac{0.25}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	1.500136243
7	$+0.037737766 = \left(\frac{0.2}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	1.201230389
8	$-0.020662234 = \left(\frac{0.2}{2}\right)^2 \pi \cdot V$	-0.657699347

محاسبه ی فشار پای ساختمون و تعیین مخزن:

برای تعیین مخزن باید دورترین فاصله ی منطقه از مخزن لحاظ شود.

تمامی افت های این مسیر حرکت آب را با هم جمع میکنیم تا میزان افت بدست آید و سپس به همون اندازه به مخزن ارتفاع میدیم تا افت این مسیر جبران شود

حداقل فشار پای ساختمون (گره های موجود) 25 متر آب است ، پس ملزم هستیم این حداقل مقدار را برای هر گره قایل شویم.

در این پروژه با توجه به جهت حرکت آب دو مسیر از ورودی تا خروجی داریم:

یکی مسیر (بر اساس گره های عبوری) 2,3,4,5,8 هست و یکی (بر اساس گره های عبوری) 2,3,4,6,7 هست

افت این دو مسیر رو با هم بررسی میکنیم تا ببینیم کدام مسیر افت بیشتری دارد تا آن را بیشترین افت برای تعیین ارتفاع مخزن در نظر بگیریم

مسیر 2,3,4,6,7	
2	2.074047811
3	3.349129828
4	2.19561899
6	2.332740616
7	0.601137145
جمع	10.55267439

مسیر 2,3,4,5,8	
2	2.074047811
3	3.349129828
4	2.19561899
5	1.725866109
8	5.692478795
جمع	15.03714153

پس نهایتاً مسیر 2,3,4,5,8 افت بیشتری بهمون داد و در نتیجه برای تعیین مخزن از این مسیر استفاده میکنیم

حداقل فشار پای ساختمون رو با افت این مسیر جمع میکنیم تا ارتفاع مخزن ب دست بیاد
ارتفاع مخزن 40.03714 متر بدست اومد

گام دیگر بررسی حداکثر فشار پای ساختمون (همون گره ها) هست. حداکثر فشار پای ساختمون از منطقه ای به منطقه ی دیگر با توجه به بافت شهر و تعداد طبقات متفاوت است. (معمولاً حدود 50 می باشد)

در این پروژه با توجه به بافت شهر و منطقه، این ساختمان ها را حدوداً چهار طبقه و حداکثر فشار را 40 متر فرض میکنیم.

برای محاسبه ی فشار پای ساختمون، افت ها را با توجه به جهت حرکت آب ، دونه دونه از ارتفاع مخزن (فشار مخزن) کم میکنیم و فشار حاصل را فشار پای ساختمون اون گره فرض میکنیم اگر از حداقل و حداکثر تجاوز کرد، قطر اون لوله باید تعویض شود

محاسبه ی فشارهای پای ساختمان:

شماره ی گره	ارتفاع مخزن	افت از گره های عبوری	فشار باقی مونده (فشار پای ساختمان)
1	40.03714	گره اول	39.34560529
2	40.03714	گره دوم	37.96309372
3	40.03714	گره های 2,3	34.61396389
4	40.03714	گره های 2,3,4	32.4183449
5	40.03714	گره های 2,3,4,5	30.6924788
8	40.03714	گره های 2,3,4,5,8	25
6	40.03714	گره های 2,3,4,6	30.08560429
7	40.03714	گره های 2,3,4,6,7	29.48446714