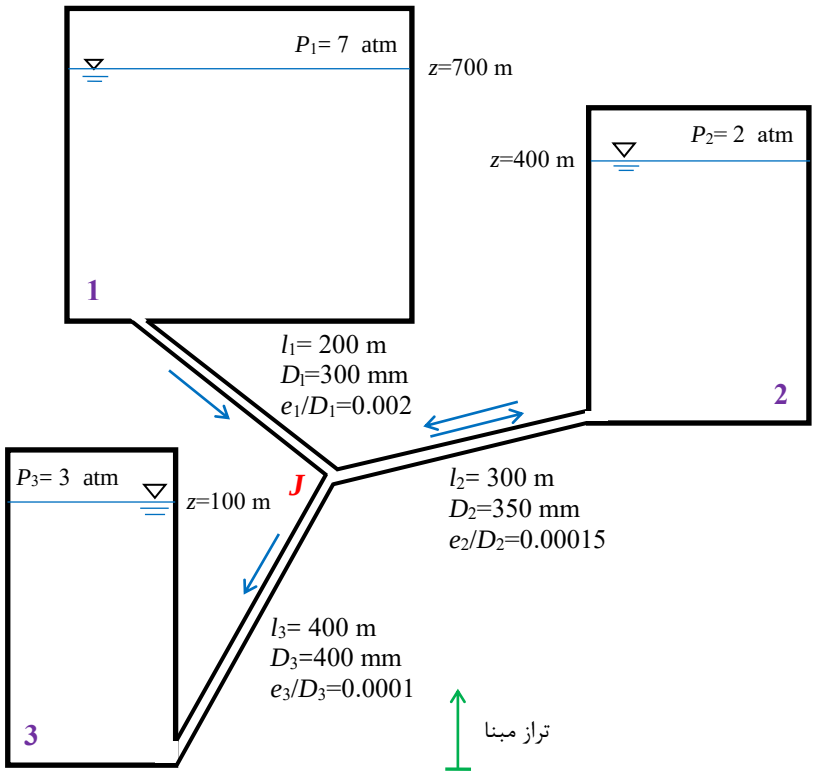
- در لولـــه هـــای انشـــعابی شـکل روبـرو دبـی شـاخه ها را بدست آورید.

$\nu_w = 0.0113\times10^{-4}\ \text{m}^2/\text{s}$

$\gamma_w = 9806\ \text{N/m}^3$



جواب:

سه مخزن با ارتفاع متفاوت توسط لوله های انشعابی در نقطه J (به ارتفاع نامعلوم) به یکدیگر متصل شده اند. برای تعیین جهت جریان درلوله ها ابتدا بار آبی سطح مخازن را بدست می آوریم:

$$h_1 = z_1 + \frac{P_1}{\gamma_w} = 700 + \frac{7\times101325}{9806} = 772.3\ \text{m}$$

$$h_2 = z_2 + \frac{P_2}{\gamma_w} = 400 + \frac{2\times101325}{9806} = 420.7\ \text{m}$$

$$h_3 = z_3 + \frac{P_3}{\gamma_w} = 100 + \frac{3\times101325}{9806} = 140.0\ \text{m}$$

بنابراین جریان از مخزن ۱ (بیشترین بار آبی) خارج و به مخزن ۳ (کمترین بار آبی) وارد می شود اما جهت جریان در لوله ۲ مشخص نیست و بستگی به بار آبی گره J دارد:

$h_1 > h_j > h_2 > h_3$ جهت جریان از گره J به سمت مخزن ۲ است

$h_1 > h_2 > h_j > h_3$ جهت جریان از مخزن ۲ به سمت گره J است

جهت تعیین جهت صحیح جریان در لوله ۲ و مقادیر دبی لوله ها باید بار آبی گره J را فرض کرده و با استفاده از بقای جرم (دبی لوله ها) در اتصال J این فرض را کنترل و در چند مرحله تصحیح کنیم. ضریب اصطکاک f و سرعت جریان در لوله ها همزمان با استفاده از دیاگرام مودی و آزمون و خطا تعیین می شوند.

اگر در تقریب اول $h_j = 450\ \text{m}$ فرض شود:

$$\Delta h_{1\text{-}j} = f_1 \frac{L_1}{D_1}.\frac{v_1^2}{2g} \qquad 772.3 - 450 = f_1 \frac{200}{0.3}\times\frac{v_1^2}{2\times9.81} \qquad f_1 v_1^2 = 9.486$$

$$\Delta h_{2\text{-}j} = f_2 \frac{L_2}{D_2}.\frac{v_2^2}{2g} \qquad 450 - 420.7 = f_2 \frac{300}{0.35}\times\frac{v_2^2}{2\times9.81} \qquad f_2 v_2^2 = 0.671$$

$$\Delta h_{j-3} = f_3 \frac{L_3}{D_3}.\frac{v_3^2}{2g} \qquad 450-140 = f_3 \frac{400}{0.4}\times\frac{v_3^2}{2\times 9.81} \qquad f_3 v_3^2 = 6.082$$

اگر ضریب اصطکاک لوله ها فرض شده و با استفاده از معادلات فوق سرعت در لوله ها تعیین شود، می توان با محاسبه عدد رینولدز و زبری نسبی هر لوله ضریب اصطکاک را تصحیح کرد و مجددا سرعتها را از روابط فوق بدست آورد. این مسیر با چند تکرار همگرا می شود و می توان از سرعتهای نهایی دبی لوله ها را بدست آورده و بقای جرم را کنترل کرد.

hj	450

	h	Δh	L	D	e/D	fv2	f	v	Re	q
1	772.3	322.3	200	0.3	0.0002	9.486	0.01	30.80	8.18E+06	
2	420.7	29.3	300	0.35	0.00015	0.671	0.01	8.19	2.54E+06	
3	140.0	310.0	400	0.4	0.0001	6.082	0.01	24.66	8.73E+06	
							0.014	26.03	6.91E+06	
							0.013	7.19	2.23E+06	
							0.012	22.51	7.97E+06	
							0.014	√		1.84
							0.013	√		0.69
							0.012	√		2.83

با توجه به اینکه بار آبی گره J بیشتر از مخزن ۲ فرض شده بود، جهت جریان در لوله ۲ به سمت مخزن ۲ بوده و شرط بقای جرم به فرم $q_1 = q_2 + q_3$ می باشد. از آنجایی که در جواب بدست آمده $q_1 < q_2 + q_3$ است، جهت افزایش دبی در لوله اول (q_1) و کاهش دبی لوله های دوم و سوم (q_2, q_3) بار آبی کمتری برای گره J فرض می‌کنیم. اگر $h_J = 350$ m فرض شود:

hj	350

	h	Δh	L	D	e/D	fv2	f	v	Re	q
1	772.3	422.3	200	0.3	0.0002	12.429	0.01	35.26	9.36E+06	
2	420.7	70.7	300	0.35	0.00015	1.618	0.01	12.72	3.94E+06	
3	140.0	210.0	400	0.4	0.0001	4.120	0.01	20.30	7.19E+06	
							0.014	29.80	7.91E+06	
							0.013	11.15	3.46E+06	
							0.012	18.53	6.56E+06	
							0.014	29.80	7.91E+06	2.11
							0.0135	10.95	3.39E+06	1.05
							0.012	18.53	6.56E+06	2.33

رابطه بقای جرم در این حالت به شکل $q_3 = q_1 + q_2$ می باشد (بار آبی مخزن ۲ بیشتر از بار آبی گره J فرض شده بود پس جهت جریان در لوله ۲ به سمت گره J است). چون در جواب بدست آمده $q_3 < q_1 + q_2$ است، جهت افزایش

دبی در لوله سوم (q_3) و کاهش دبی لوله های اول و دوم (q_1, q_2) بار آبی بیشتری برای گره J فرض می‌کنیم. اگر در فرض بعدی $h_J = 380$ m فرض شود:

hj	380

	h	Δh	L	D	e/D	fv2	f	v	Re	q
1	772.3	392.3	200	0.3	0.0002	11.546	0.014	28.72	7.62E+06	
2	420.7	40.7	300	0.35	0.00015	0.931	0.013	8.46	2.62E+06	
3	140.0	240.0	400	0.4	0.0001	4.709	0.012	19.81	7.01E+06	
							0.014	28.72	7.62E+06	2.03
							0.0135	8.30	2.57E+06	0.80
							0.012	19.81	7.01E+06	2.49

جهت جریان در لوله ۲ مشابه فرض قبل به سمت گره J بوده و در جواب بدست آمده باز $q_3 < q_1 + q_2$ است. بار آبی فرضی گره را J کمی افزایش می دهیم ($h_J = 397$ m):

hj	397

	h	Δh	L	D	e/D	fv2	f	v	Re	q
1	772.3	375.3	200	0.3	0.0002	11.046	0.014	28.09	7.46E+06	1.98
2	420.7	23.7	300	0.35	0.00015	0.542	0.0135	6.34	1.96E+06	0.61
3	140.0	257.0	400	0.4	0.0001	5.042	0.012	20.50	7.26E+06	2.57

مشاهده می شود که در این حالت قانون بقای جرم برقرار بوده و لذا تکرار بیشتری لازم نیست:

$$q_1 + q_2 = 1.98 + 0.61 = 2.59 \approx (q_3 = 2.57) \quad \surd$$