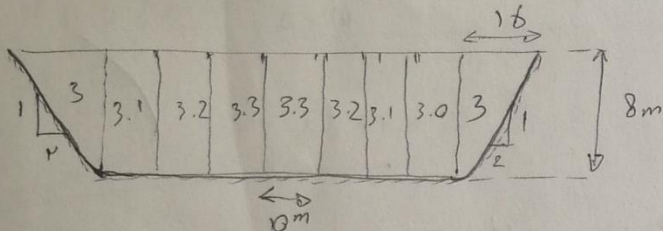


(۱) مقادیر α و β بدلیل درد ستون نبودن رابطه ای کلی برای سرعت در کانال ها مقادیر تقریبی در قی نزدیکند اما همواره $\alpha > \beta > 1$ و $\alpha_{\text{مستقیم}} > \alpha_{\text{منحرف}}$ و هر دو از یک بزرگترند. همچنین در این آزمون α مقدار α بیشتر است. برای مقاطع مدکلی بصورت کلی داریم:

$$\alpha = \frac{\sum V_i^3 A_i (\sum A_i)^2}{\sum (V_i A_i)^3} \quad , \quad \beta = \frac{\sum V_i^2 A_i (\sum A_i)}{(\sum V_i A_i)^2}$$



$$\text{مساحت مستطین} = 8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$$

$$\text{مساحت مثلث} = \frac{8 \times 16}{2} = 64 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \frac{[3^3 \times 64 + 3.1^3 \times 80 + \dots][64 + 80 + \dots]^2}{[3 \times 64 + 3.1 \times 80 + \dots]^3} = 1.004$$

که با تئوری محاسبه یو سیست

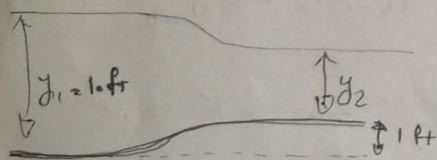
$$\beta = \frac{[3^2 \times 64 + 3.1^2 \times 80 + \dots][64 + 80 + \dots]}{[3 \times 64 + 3.1 \times 80 + \dots]^2} = 1.001$$

که با تئوری محاسبه یو سیست

(۲) ابتدا نفع جریان سیال را برآوردن را بررسی میکنیم.

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{100^2}{32.2}} = 6.772 \text{ ft}$$

$$E_{\text{min}} = \frac{3}{2} y_c = 10.2 \text{ ft}$$



$$y_c = 6.772 \text{ ft} < y_1 = 10 \text{ ft}$$

با توجه به اینکه $y_1 > y_c$ بودن عمق جریان از جریان زیر بحرانی "زیر بحرانی" است.

با توجه به برآوردن و زیر بحرانی بودن جریان داریم:

همچنین از آنجا که خصوصاً به اندازه ΔZ کاهش میابد.

$$E_2 = E_1 + \Delta Z$$

$$E_1 = 10 + \frac{(10 \times 10)^2}{2 \times 32.2 \times 10} = 25.528 \text{ ft}$$

$$E_2 = 24.528 \text{ ft}$$

$$y_2 + \frac{q^2}{18 y_2^3} = y_1 + \frac{q^2}{18 y_1^3} - 1 \quad \text{I} \rightarrow E_c = 24.528 \text{ ft}$$

همچنین طبق رابطه یو سیست که کانال داریم:

$$q_1 = q_2 \rightarrow y_1 v_1 = y_2 v_2 \quad \text{II}$$

یعنی از مدل دو رابطه مقادیر عمق y_2 و تغییرات انرژی بدست می آید.

$$y_2 v_2 = 100 \text{ ft}^2/\text{s}$$

$$y_2 + \frac{(v_2 y_2)^2}{2g y_2^3} = y_2 + \frac{v_2^2}{18 y_2} = 24.528$$

$$v_2 y_2 = 100$$

$$10.55 = y_2 + \frac{10^4}{2g y_2^3} \rightarrow 10.55 \times 2g y_2^3 = 10^4 y_2 + 10^4$$

$$y_2^3 - 10.55 y_2^2 + 155.28 = 0 \quad \Delta y > \Delta Z \quad \checkmark$$

$$y_2 = 8.29 \text{ ft} \rightarrow v_2 = 12.06 \text{ ft/s} \rightarrow \Delta y = 1.71$$

برای محاسبه بیشینه برآمدگی برای جلوگیری از انهداد: $\Delta Z_{cr} = E_1 - E_{min} = 11.55 - 10.2 = 1.35 \text{ ft}$

همانطور که متوجه می‌شوید بیشینه ارتفاع مجاز برای مدتی که منتهی به انهداد شود 1.35 ft می‌باشد.

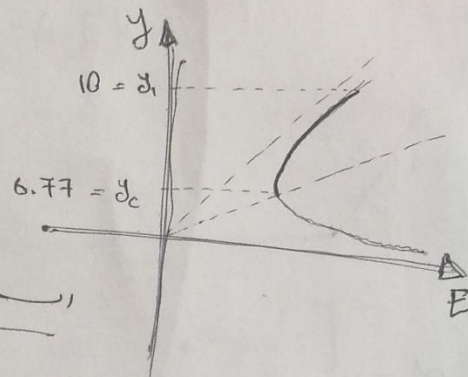
سودار $\Delta Z - \Delta y$ را رسم می‌کنیم. به عبارتی یکبار تغییرات Δy نسبت به تغییرات ارتفاع برای مدتی و دفعه دیگر تغییرات Δy و برای مدتی محاسبه می‌شود. ارتفاع آب بالا دست تا زمانی که $\Delta Z < \Delta Z_{cr}$ است تغییر نعلینه و برای ارتفاع روی برای مدتی داریم:

$$\Delta E = \Delta Z \rightarrow E_1 - E_2 = \Delta Z$$

$$11.55 - \Delta Z = y_2 + \frac{1}{2g y_2^3} = \frac{y_2^3 + 1}{2g y_2^2}$$

$$2g y_2^3 - 2g(11.55 - \Delta Z) y_2^2 + 1 = 0$$

$$y_2^3 - (11.55 - \Delta Z) y_2^2 + 155.28 = 0 \rightarrow \text{رسم دستی یقین}$$



۳) نوع جریان زیر بحرانی می‌باشد در نتیجه تندشدگی و عمق جریان کاهش یافته و تراز سطح آب پایین می‌آید.

ابتدا بیشینه تندشدگی مجاز جهت عدم ایجاد انهداد بررسی می‌کنیم:

$$b_{cr} = \frac{q_1 b_1}{q_2}$$

$$E_1 = E_{cr} + \Delta H \xrightarrow[\Delta H_{20}]{\text{افزایش مدتی داریم}} E_{cr} = 11.55 \rightarrow \boxed{y_{cr2} = 7.7}$$

$$y_{cr} = \sqrt[3]{\frac{q_2^2}{g}} \rightarrow 7.7 = \sqrt[3]{\frac{q_2^2}{32.2}} \rightarrow q_2 = 121.24 \text{ ft}^3/\text{s} \rightarrow \text{افزایش دی}$$

$$\rightarrow b_{cr} = \frac{100 \times 10}{121.24} = 8.25 \text{ ft} \rightarrow \text{کف عرض کانال برای عدم انهداد}$$

$$\Delta b_{max} = 1.75 \text{ ft}$$

حال میزان عمق جریان روی تندشدگی را بررسی می‌کنیم: $Q_1 = Q_2$ می‌دانیم و داریم:

$$Q = q_1 b_1 = 100 \times 10 = 1000 \rightarrow Q = q_2 b_2 \rightarrow 1000 = q_2 \times 8.25 \rightarrow q_2 = 111.11$$

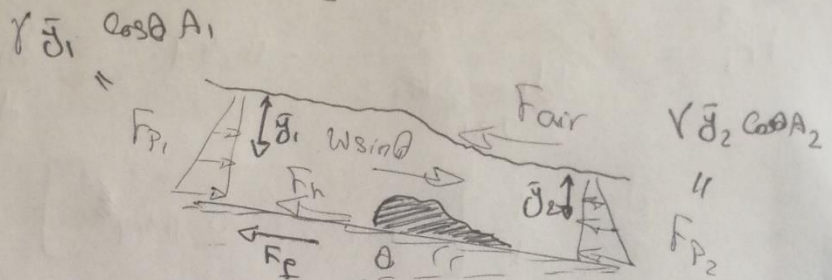
$$E_2 = E_1 \rightarrow 10.55 = y_2 + \frac{(111.11)^2}{2g y_2^3} \rightarrow y_2 =$$

همچنین برای رسم تغییرات عمق بر حسب انرژی هم می‌توانیم داشته باشیم:

$$F = \frac{Q^2}{8A} + \bar{y}A$$

(ف) دمايعة زير ابيات ميكنيم

$$y_c/y_1 = \frac{1}{2} (1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2})$$



$$F_{p1} - F_{p2} - \underbrace{F_f + F_h + F_{air}}_{F_{ext}} + W \sin \theta = \rho Q (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1)$$

$$\hookrightarrow F_{p1} - F_{p2} - F_{ext} = \rho Q (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1)$$

$$F_{ext} = \rho Q (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) - F_{p1} + F_{p2} = \rho Q (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) - \gamma \bar{y}_1 \cos \theta A_1 - \gamma \bar{y}_2 \cos \theta A_2$$

$$F_{ext} = (\rho Q \beta_2 V_2 + \gamma \bar{y}_2 \cos \theta A_2) - (\rho Q \beta_1 V_1 + \gamma \bar{y}_1 \cos \theta A_1)$$

$$F_{ext}/\gamma = \left[\frac{\beta_2 Q^2}{8A_2} + \bar{y}_2 \cos \theta A_2 \right] - \left[\frac{\beta_1 Q^2}{8A_1} + \bar{y}_1 \cos \theta A_1 \right]$$

فرض $\theta \leq 6^\circ$: $\cos \theta \approx 1$ و $\beta_1 \approx \beta_2 \approx 1$ قس

$$\frac{F_{ext}}{\gamma} = \left[\frac{Q^2}{8A_2} + \bar{y}_2 A_2 \right] - \left[\frac{Q^2}{8A_1} + \bar{y}_1 A_1 \right] \rightarrow F = \frac{Q^2}{8A} + \bar{y}A$$

$$\frac{q^2}{8y_1} + \frac{y_1^2}{2} = \frac{q^2}{8y_2} + \frac{y_2^2}{2}$$

$$\hookrightarrow \frac{y_c - y_1}{y_1 y_c}$$

بافرض $F_1 = F_2$: $q = V_1 y_1 = V_2 y_2$

$$\hookrightarrow \frac{q^2}{g} \left(\frac{1}{y_1} - \frac{1}{y_c} \right) = \frac{1}{2} (y_2^2 - y_1^2) \xrightarrow{\text{مربع}} \frac{1}{2} (y_2 - y_1)(y_2 + y_1)$$

$$\rightarrow \frac{q^2}{g y_1 y_c} = \frac{1}{2} (y_1 + y_2) , q = Vy$$

$$\rightarrow \frac{V_1^2}{g} = \frac{1}{2} \left(\frac{y_c}{y_1} \right) (y_c + y_1) = Fr_1^2$$

$$\rightarrow y_2/y_1 = \frac{2V_1^2}{g} \frac{y_1^2}{y_2 + y_1} \xrightarrow{\text{مربع}} y_2/y_1 = \frac{1}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2} \right)$$

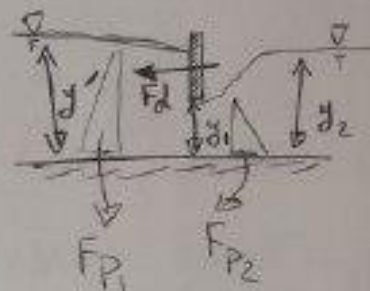
$$b = 5 \text{ m}, y_1 = 2 \text{ m}, Q = 150 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow q = \frac{Q}{b} = \frac{150}{5} = 30 \text{ m}^2/\text{s} \rightarrow v = 15 \text{ m/s} \quad (3)$$

$$Fr_1^2 = \frac{v_1^2}{g y_1} = \frac{15^2}{9.81 \times 2} = 11.47 \rightarrow \frac{y_r}{y_1} = \frac{1}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 8 Fr_1^2} \right)$$

$$\rightarrow \frac{y_r}{y_1} = \frac{1}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + 8 \times 11.47} \right] \rightarrow y_r = 8.63 \text{ m}$$

برای سراسری میانه افت:

~~$$\Delta E_f = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_1 y_2} = \frac{(8.63 - 2)^3}{4 \times 2 \times 8.63} = 0.84 \text{ m}$$~~

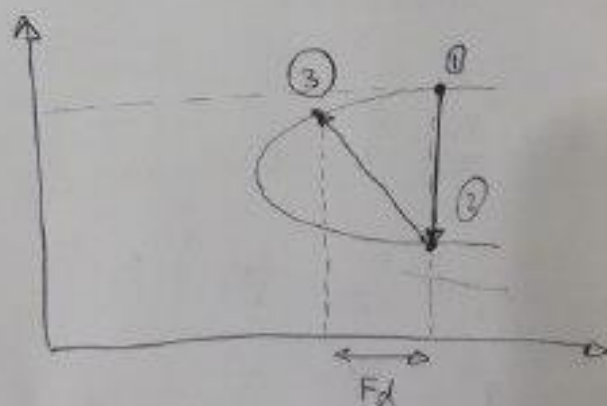
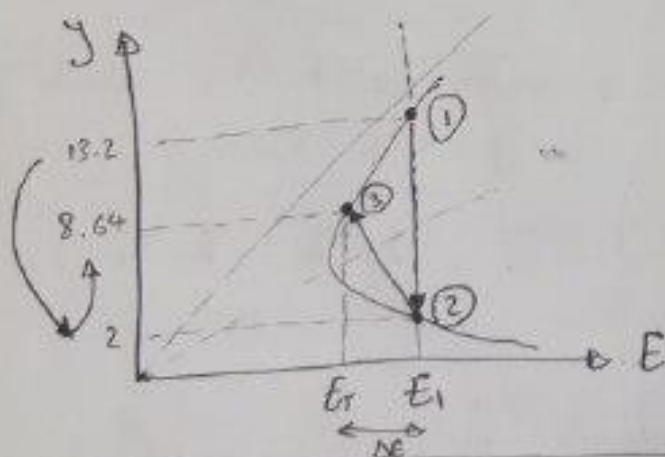


$$\frac{y' \times 2^2}{y' + 2} = \frac{900}{2 \times 9.81} \rightarrow y' = 13.2 \text{ m}$$

$$\Delta E_f = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_1 y_2} = \frac{(8.63 - 2)^3}{4 \times 2 \times 8.63} = 0.63 \text{ m}$$

$$F_d = \gamma (F_2 - F_1) = 9.8 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (94.07 - 8.95) \times 5$$

$$\rightarrow F_d = 4170880 \text{ N} \approx 4170 \text{ kN}$$

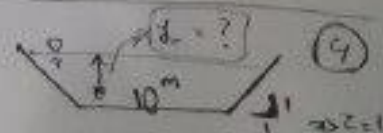


$$b = 10 \text{ m}, S_b = 0.0005, n = 0.013, Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + z y_0) y_0}{b + \sqrt{1 + z^2} y_0} = \frac{(10 + y_0) y_0}{10 + \sqrt{2} y_0}$$

$$Q = \frac{1}{n} S_b^{1/2} R^{2/3} A \rightarrow 60 = \frac{1}{0.013} \times 0.0005^{1/2} \left[\frac{y_0 (10 + y_0)}{10 + \sqrt{2} y_0} \right]^{2/3} (10 + y_0) y_0$$

$$\rightarrow 34.88 = \left(\frac{y_0 (10 + y_0)}{10 + \sqrt{2} y_0} \right)^{2/3} (10 + y_0) y_0 \xrightarrow{\text{دو طرفه توان 3/2}} y_0 \approx 2.11$$



~~ضریب سطح دایره ای
 سرعت $V_{(4)} = \frac{C_g}{P_g} \times C_{eff}$
 به سطح سطح دایره ای
 ضریب سطح دایره ای
 ضریب سطح دایره ای
 ضریب سطح دایره ای
 ضریب سطح دایره ای~~

$$n_e = \frac{(\sum n_i^2 P_i)^{1/2}}{P^{1/2}}$$

ضریب زبر معادل از رابطه روبه دست می آید :

$$P = P_1 + \dots + P_4 = y + b + \sqrt{B^2 + G^2} + y - G = \overbrace{4.5}^{P_1} + \overbrace{5}^{P_2} + \underbrace{\sqrt{3^2 + 2^2}}_{P_3} + \overbrace{4.5}^{P_4} - 2 = 12 + \sqrt{13}$$

$$n_e = \left[\frac{0.016^2 \times 4.5 + \dots}{15.6} \right]^{1/2} = 4.78 \times 10^{-3} = 0.00478$$

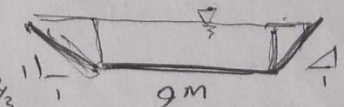
$$Q = \frac{1.49}{4.78 \times 10^{-3}} \times [33] \times [0.0004]^{1/2} \times \left[\frac{33}{15.6} \right]^{2/3} = 339.02 \frac{ft^3}{s}$$

$$b = 9m, Q = 35.4 \frac{m^3}{s}, V_{max} = 1.5 \frac{m}{s}, d_{50} \sim 40mm \approx 4 \times 10^{-3}m$$

$$n = \frac{d_{50}^{1.6}}{21.1} = \frac{(4 \times 10^{-3})^{1.6}}{21.1} \approx 6.9 \times 10^{-6}$$

$$V = \frac{1}{n} S^{1/2} R^{2/3} \rightarrow 1.5 = \frac{1}{6.9 \times 10^{-6}} \times S^{1/2} \times \left[\frac{y^2 + 9y}{2\sqrt{y} + 9} \right]^{2/3}$$

$Q = VA \rightarrow 35.4 = 1.5 \times [y^2 + 9y] \rightarrow y^2 + 9y - 23.6 = 0$



$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ A &= (9 \times y) + 2 \times \frac{y^2}{2} \\ &= 9y + y^2 \\ P &= 9 + 2 \times \sqrt{2}y \end{aligned}$$

$$y = 2.12m$$

$$1.5 = \frac{1}{6.9 \times 10^{-6}} S^{1/2} \times 1.57 \rightarrow \sqrt{S} = 7.6 \times 10^{-6}$$

$$\rightarrow S = 5.8 \times 10^{-11}$$

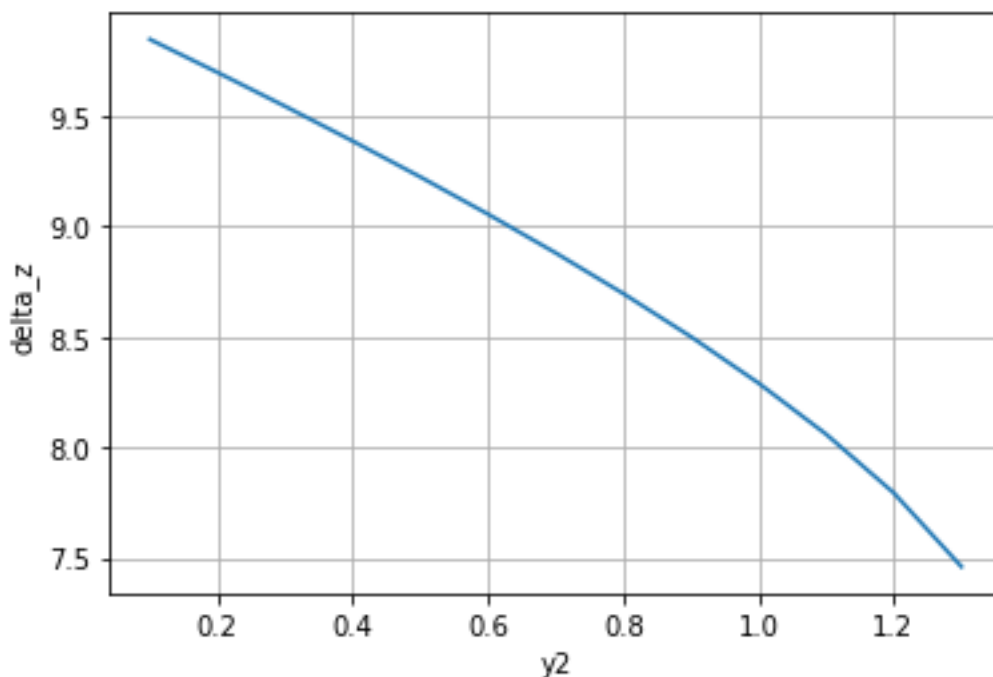
کد مربوط به مسئله اول جهت محاسبه آلفا و بتا

```
1 s_mostatil = 80 #m^2
2 s_mosalas = 64 #m^2
3 masahat = [80 for i in range(7)]
4 masahat.append(64)
5 masahat.append(64)
6
7 v_mosalas = 3 #m/s
8 v_mostatil1 = 3.1
9 v_mostatil2 = 3.2
10 v_mostatil3 = 3.3
11 v_mostatil4 = 3.3
12 v_mostatil5 = 3.2
13 v_mostatil6 = 3.1
14 v_mostatil7 = 3.0
15
16 sorat = [3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 3.0]
17 #-----
18 #mohasebe alpha:
19 VA = 0
20 for i in range(len(sorat)):
21     a = sorat[i] * masahat[i]
22     VA += a
23 A_total = sum(masahat)
24 V3A = 0
25 for i in range(len(sorat)):
26     a = (sorat[i]**3)* masahat[i]
27     V3A += a
28 alpha = (V3A * (A_total**2)) / ((VA)**3)
29 #-----
30 #mohasebe beta:
31 V2A = 0
32 for i in range(len(sorat)):
33     a = (sorat[i]**2)* masahat[i]
34     V2A += a
35 beta = (V2A * A_total) / (VA**2)
36
37 print("alpha = %f and beta = %f"%(alpha, beta))
38 input()
```

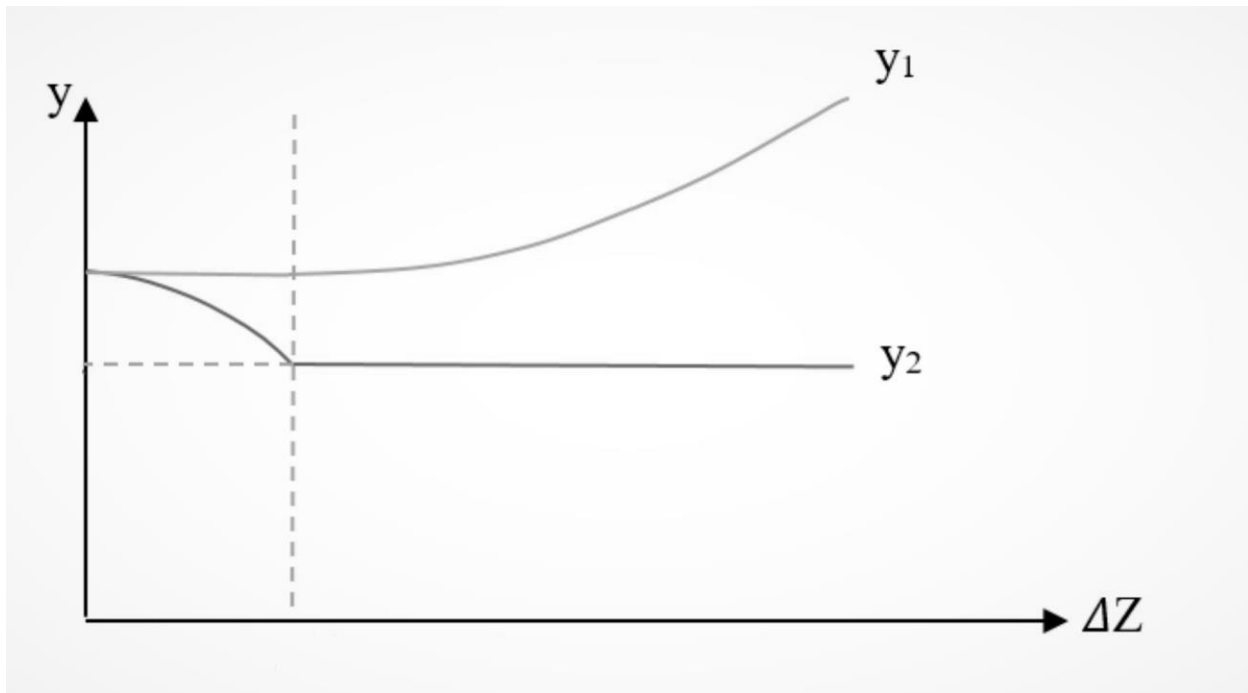
کد مربوط به محاسبه عمق ثانویه برای برآمدگی های مختلف و رسم آن ها:

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 z = []
4 moadelat = [[] for i in range(13)]
5 for i in range(len(moadelat)):
6     delta_z = 0.1 + (0.1 * i)
7     z.append(delta_z)
8     moadelat[i] = [1, -(11.55 - delta_z), 0, 155.28]
9 javab = []
10 for coef in moadelat:
11     a = np.roots(coef)
12     javab.append(a)
13 accepted = []
14 for each in javab:
15     accepted.append(each[0])
16 plt.plot(z, accepted)
17 plt.ylabel("delta_z")
18 plt.xlabel("y2")
19 plt.grid()
20 plt.show()
```

نمودار مربوطه به تغییرات y_2 تا عمق بحرانی:



تغییرات کلی دو ارتفاع پیش و پس از برآمدگی بیشینه مجاز به منظور عدم باز پس خوردن:



نمودار مربوط به سوال سوم:

