

## مدلسازی و آنالیز زیرسازه آبرو یک دهانه سه متری راه (با ۲ متر خاکریز)

5

### داده های ورودی :

|                   |      |                     |                                      |
|-------------------|------|---------------------|--------------------------------------|
| Hs                | 2    | m                   | ارتفاع خاکریز روی دال                |
| N                 | 1    |                     | تعداد دهانه                          |
| L <sub>net</sub>  | 3    | m                   | طول دهانه مفید                       |
| L <sub>1</sub>    | 0.3  | m                   | طول نشیمنگاه                         |
| L <sub>cal</sub>  | 3.3  | m                   | طول دهانه محاسباتی                   |
| b <sub>dck</sub>  | 9    | m                   | عرض کل پل                            |
| ts                | 0.3  | m                   | ضخامت دال                            |
| f <sub>y</sub>    | 4000 | kg /cm <sup>2</sup> | مقاومت مشخصه فولاد                   |
| f <sub>c</sub>    | 160  | kg /cm <sup>2</sup> | مقاومت مشخصه استوانه ای بتن غیر مسلح |
| γ <sub>conc</sub> | 2.4  | ton /m <sup>3</sup> | وزن مخصوص بتن غیر مسلح               |

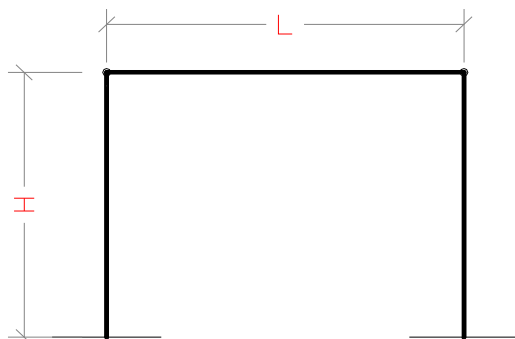
### شرح مدل کامپیوتری :

1 5

شکل مدل کامپیوتری برای تحلیل زیرسازه در زیر آورده شده است.

برای تحلیل کامپیوتری، سازه پل با استفاده از نرم افزار *SAP2000* مدل می شود. در این مدل از المان های frame برای اعضاء استفاده شده است.  
فرضیات مدل:

- با توجه به عدم اتصال گیردار دیوار روی پی، ابعاد پی در کنترل پایداری لحاظ نشده است. و ارتفاع پایه ها از روی پی منظور شده است.



$$L = 3.6 \quad m$$

$$H = 2.2 \quad m$$

2 5

#### محاسبه فشار جانبی خاک پشت کوله :

برای محاسبه فشار جانبی خاک در پشت کوله از تئوری فشار رانکین استفاده می شود.  
برای سازه های زیرخاکی فشار جانبی حالت سکون خاک در نظر گرفته می شود.

$$\begin{aligned} H &= 2.2 & \text{m} \\ H_s &= 2 & \text{m} \\ C &= 0 \\ \phi &= 30 & \text{deg.} \\ \gamma &= 2 & \text{t/m}^3 \\ K_o &= 1 - \sin 30 = 0.5 \\ K_a &= (1 - \sin 30) / (1 + \sin 30) = 0.33 \\ P_0 &= \gamma \times H_1 \times K_o = 2.0 & \text{t/m}^2 & \text{در تراز بالای کوله} \\ P_0 &= \gamma \times H_2 \times K_o = 4.2 & \text{t/m}^2 & \text{در تراز قاعده کوله} \\ P_{sur} &= 1 & \text{t/m}^2 & \text{فشار سربار زنده پشت کوله مطابق نشریه ۱۳۹} \\ P_{sur} \times K_o &= 0.5 & \text{t/m}^2 \end{aligned}$$

3 5

#### وزن مرده خاکریز روی دال :

$$W_s = \gamma \times H_s = 4 \quad \text{t/m}^2$$

وزن ستون خاک روی دال در نظر گرفته می شود:

4 5

#### بار زنده اعمالی به دال :

بار زنده اعمالی به دال شامل بار گسترده توزیع شده روی دال می باشد. که مقدار حداکثر آن مطابق فایل محاسبات دال زیر خاکی به شرح زیر می باشد:

$$LL = 1.41 \quad \text{t/m}^2$$

بار تانک ۷۰ تن

5 5

#### بارگذاری زلزله:

مطابق بند (۱-۲-۲) نشریه ۴۶۳، در طرح پلهای آبرو زیرخاکی نیروی زلزله لحاظ نمی شود.

6 5

#### ترکیب بارهای طراحی زیرسازه:

مطابق جدول ترکیبات بارگذاری آشتو:

| درصد افزایش تنش مجاز | شرح ترکیب بار | نامگذاری ترکیب بار |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 100                  | DL+E0+LL+Psur | C10 گروه ده        |

|                |      |                          |
|----------------|------|--------------------------|
| DEAD LOAD      | DL   | بار مرده                 |
| LIVE LOAD      | LL   | بار زنده                 |
| Surcharge      | Psur | فشار سربار زنده پشت کوله |
| Earth Pressure | E0   | فشار خاک در حالت سکون    |

7 5

#### کنترل تنش در مقاطع کوله و پایه:

بعد از تحلیل مدل در نرم افزار SAP2000 مقادیر حداکثر نیروهای داخلی در جدول زیر خلاصه شده است (تن - متر)

الف: خلاصه نیروهای داخلی واحد: ton-m

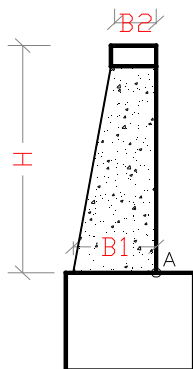
| المان | ترکیب بار | عرض پای دیوار | نتایج از تحلیل مدل |      | وزن و لنگر مقاوم خاک پشت کوله |       | جمع نتایج |      |   | کنترل تنش (پایداری داخلی) |      |   | کنترل پایداری خارجی |      |
|-------|-----------|---------------|--------------------|------|-------------------------------|-------|-----------|------|---|---------------------------|------|---|---------------------|------|
|       |           |               | P                  | M    | P                             | M     | P         | M    | V | f1                        | f2   | v | e                   | B/4  |
| کوله  | C10       | 0.80          | 15.25              | 2.69 | 3.32                          | -1.14 | 18.57     | 1.55 |   | 8.7                       | 37.7 |   | 0.08                | 0.20 |

توضیح: عرض بالای کوله ۰.۵۵ متر در نظر گرفته شده است.

8 5

### کنترل پایداری دیوار کوله برای زمان ساخت:

قبل از اجرای دال و تشکیل قاب، بایستی دیوار کوله به تنهایی در برابر بارهای وارده پایدار باشد. با توجه به اینکه برای دسترسی به دال و انجام بتن ریزی آن، عموماً پشت کوله را خاکریزی می کنند. لذا دیوار کوله بایستی در برابر واژگونی ناشی از فشار خاک پایدار باشد فرض می شود خاکریزی برای دسترسی به دال بدون شیب و در طول معادل ۶۰٪ کل طول کوله صورت گیرد. کنترل واژگونی:



$$\begin{aligned} H &= 2.2 \text{ m} \\ B1 &= 0.8 \text{ m} \\ B2 &= 0.55 \text{ m} \\ B_{av} &= 0.675 \\ K_a &= (1 - \sin 30) / (1 + \sin 30) = 0.33 \\ p &= (g \cdot H \cdot K_a) = 1.5 \end{aligned}$$

محاسبه لنگر واژگونی حول نقطه A:

$$\begin{aligned} P_a &= 0.5 \cdot p \cdot H \cdot 0.60 = 1.0 \\ M_o &= 0.7 \text{ t.m/m} \end{aligned}$$

محاسبه لنگر مقاوم حول نقطه A:

$$\begin{aligned} d_r &= 0.34 \text{ m} \\ M_r &= 1.3 \text{ t.m/m} \\ F.S. &= M_r / M_o = 1.8 > 1.5 \text{ OK.} \end{aligned}$$

فاصله مرکز ثقل دیوار تا نقطه A :

کنترل لغزش دیوار روی پی:

زاویه اصطکاک دیوار بنایی روی پی بتنی برابر ۳۰ درجه فرض می شود.

$$\psi = \tan (30) = 0.600$$

ضریب اصطکاک:

$$W = 3.7 \text{ ton}$$

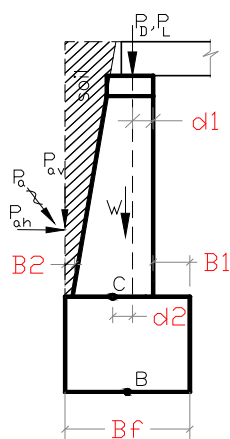
وزن دیوار:

$$W \cdot \psi \cdot A = 2.2 > P_a = 1.0 \text{ O.K}$$

### تعیین عرض پی کوله:

9 5

عرض فونداسیون مطابق بند (۳-۵) فصل سوم گزارش شماره (۲) به شرح زیر محاسبه می شود :



$$\begin{aligned} B1 &= 0.20 \text{ m} \\ Bf &= 1.00 \text{ m} \\ t_f &= 0.80 \text{ m} \end{aligned}$$

کنترل تنش زیر پی:

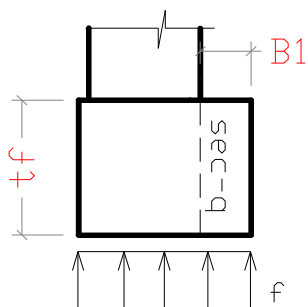
$$\text{بار اعمالی: } P = 18.6 \text{ ton}$$

$$\text{sum} = 18.6 \text{ ton}$$

$$\text{تنش خاک: } f = 18.6 \text{ ton/m}^2 \text{ ok}$$

کنترل ضخامت پی بتنی کوله:

مبنای طراحی ضخامت پی، کنترل تنش کششی و برشی ایجاد شده در کف پنجه پی می باشد.



|                                       |      |                  |                    |
|---------------------------------------|------|------------------|--------------------|
| $t_f = 0.80$                          | m    |                  |                    |
| $M_a = f \cdot B1 \cdot B1 / 2 =$     | 0.37 | t.m              | لنگر در مقطع پنجه: |
| $\delta = M_a \cdot 6 \div (t_f)^2 =$ | 3.48 | t/m <sup>2</sup> | تنش کششی پنجه: ok  |
| $V_a = f \cdot B1 =$                  | 3.71 | ton              | برش در مقطع پنجه:  |
| $\delta = V_a / (1 \cdot t_f) =$      | 4.64 | t/m <sup>2</sup> | تنش برشی پنجه: ok  |