

## طراحی دال همسطح دهانه ۹ متری راه آهن یک خطه فرضیات و داده های ورودی:

داده های ورودی:

N	1	تعداد دهانه
$L_{net}$	9 m	طول دهانه مفید
L1	0.7 m	طول نشیمنگاه
$b_{dck}$	5.6 m	عرض کل پل
$t_s$	0.85 m	ضخامت دال
$f_y$	4000 $kg/cm^2$	مقاومت مشخصه فولاد
$f_c$	250 $kg/cm^2$	مقاومت مشخصه بتن در دال
$\gamma_{conc}$	2.5 $ton/m^3$	وزن مخصوص بتن
$\gamma_{blst}$	1.9 $ton/m^3$	وزن مخصوص بالاست
$t_{blst}$	0.35 m	ضخامت بالاست زیر تراورس

## طراحی دال بتن مسلح:

### طول دهانه محاسباتی:

مطابق بند (۱۵-۲-۲) نشریه ۳۸۹، برابر حداقل دو مقدار زیر در نظر گرفته می شود:

$$L_{cal} = 9.85$$

• طول دهانه آزاد+ ضخامت دال :

$$L_{cal} = 9.7$$

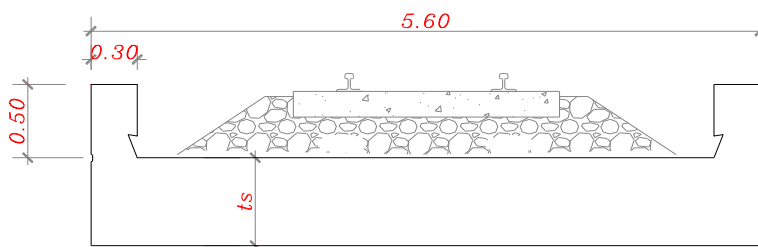
• فاصله محور تا محور تکیه گاه:

$$L_{min} = 9.7 \text{ m}$$

طول دهانه محاسباتی:

## مقطع عرضی پل:

مطابق بند (۱-۳-۱) نشریه ۱۳۹، مقطع عرضی راه آهن یکخطه به شکل زیر در نظر گرفته می شود.



بارگذاری :	۳	۲
بار مرده :	۱	۳

برای بارگذاری مرده دال بتنی از گزینه Selfweight نرم افزار استفاده شده است.

بار مرده بالاست:

با توجه به پر شدن فاصله بین تراورسها با بالاست، فرض می شود که بالاست در مقطع مستطیلی بعرض ۴.۵ متر و ضخامت ۵۵ سانتیمتر خواهد بود.

$$1.9 \text{ ton/m}^3 = \text{وزن مخصوص مصالح بالاست}$$

$$4.7 \text{ ton/m} = \gamma \times 0.55 \times 4.50 = \text{بار مرده بالاست}$$

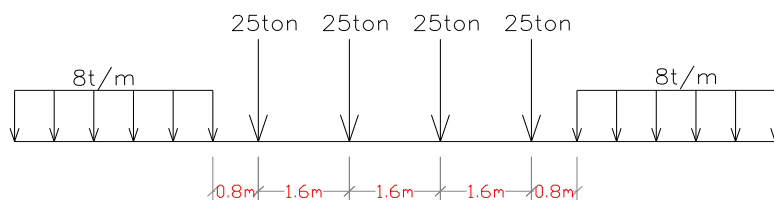
$$0.7 \text{ ton/m} = \text{بار مرده ریل و تراورس}$$

$$0.075 \text{ ton/m} = \text{بار مرده نرده}$$

$$5.475 \text{ ton/m} = \text{جمع بار مرده}$$

بار زنده :	۲	۳
------------	---	---

بارگذاری زنده، شامل یک قطار در عرض پل می باشد که بار آن مطابق شکل زیر می باشد:



در محاسبه دال، بار قطار سنگین در نظر گرفته می شود. لذا بار استاندارد فوق مطابق نشریه ۱۳۹ در ضریب ۱.۲ ضرب میشود.



## ترکیب بارهای طراحی دال بتن مسلح:

۴ ۲

ترکیب بارگذاری بر اساس ترکیبات بارگذاری جدول ۱۰-۵-۳ نشریه ۳۸۹ و ضرایب بار به شرح زیر می باشد :

$$1.25(DL+1.30(LL+I)) \quad (\text{الف})$$

DEAD LOAD	DL	بار مرده
LIVE LOAD	LL	بار زنده

برای محاسبه تلاشهای برشی و خمشی بار زنده در ضرایب ضربه ضرب می شود.

مطابق بند (۲-۳)، و با در نظر گرفتن شرایط نگهداری غیر دقیق، مقادیر ضریب ضربه خمشی و برشی برای دهانه

کمتر از ۳.۶ متر به شرح زیر می باشد:

$$\delta_3 = 1.47$$

ضریب ضربه لنگر خمشی:

$$\delta_2 = 1.314$$

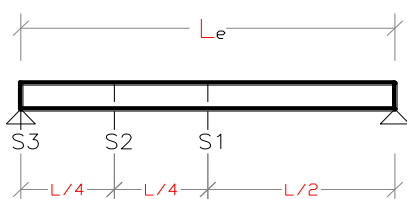
ضریب ضربه برش:

## نتایج تحلیل و طراحی دال

۳

با مدلسازی دال در نرم افزار sap۲۰۰۰ با استفاده از المان Fram و اعمال بارهای مرده و زنده در آن، مقادیر نیروهای داخلی به شرح زیر محاسبه می شود.

Sec.	Moment (t.m/m)		Shear (ton/m)	
	DL	LL+I	DL	LL+I
S1	206.96	310.5	0	40.05
S2	155.22	233.48	42.7	81
S3	0	0	85.4	129.5



## طراحی خمشی دال:

۱

ts=	85	cm	ضخامت دال:
d=	77.5	cm	ارتفاع موثر دال
b=	560	cm	عرض واحد طراحی:
$M_U$ =	763.26	t.m	

۳



$$A_s = \frac{0.85f_{cd}bd}{f_{yd}} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0.85f_{cd}bd^2}} \right]$$

محاسبه آرماتور خمشی اصلی:

$$A_{s(req)} = 321.4 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.14 \left( \frac{h}{d} \right)^2 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

کنترل آرماتور حداقل خمشی :

مطابق بند (۱۱-۵-۲) نشریه ۳۸۹:

$$A_{s(min)} = 91.36 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s(req)}$$

ok.

$$\text{TAKE : } \Phi 32 @ 14 \quad A_s = 321.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

آرماتور افت و حرارت :

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 85 \text{ cm}$$

$$\text{آرماتور افت و حرارت} = 0.0018 \times b \times h =$$

$$15.3 \text{ cm}^2/\text{m} \longrightarrow A_s = 7.65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

نصف مقدار فوق برای سفره بالا در هر دو جهت در نظر گرفته می شود.

$$\text{TAKE : } \Phi 14 @ 20 \quad A_s = 7.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### طراحی برشی دال:

۲ ۳

در فاصله d از بر کوله، معادل ۱۰۲.۵ سانتیمتر از محور تکیه گاه نیروی برشی ضریبدار برابر ۲۵۶ تن می باشد:

$$V_U = 1.25 V_D + 1.625 V_L = 256.0 \text{ ton}$$

$$v_c = 0.2 \times \Phi_c \times \sqrt{f'_c} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$v_c = 5.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_C = v_c \times A_v = 259.4 \text{ ton}$$

$$V_s = V_U - V_C = 0.0 \text{ ton}$$

از آرماتورهای اودکا (خم ۴۵ درجه) آرماتورهای کششی بصورت یک در میان بعنوان آرماتور برشی استفاده می کنیم.

مقدار نیروی برشی میلگردهای مایل مطابق بند (۱۲-۴-۳) آیین نامه آبا از رابطه زیر بدست می آید. که مقدار آن نباید بیشتر از

$$\text{مقدار} \quad 1.50 v_c b_w d \quad \text{در نظر گرفته شود.}$$

$$V_s = \phi_s \cdot A_v \cdot f_y \cdot \sin \theta$$

$$\theta = 45 \text{ deg}$$

$$V_s = 289.8 \text{ ton} > 0 \text{ ton} \quad \text{ok.}$$



کنترل ضوابط بهره برداری :  
کنترل خیز :

۴  
۱ ۴

$$E = 5000\sqrt{f_c} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$E_c = 246658 \text{ kg / cm}^2$$

$$E_s = 2000000 \text{ kg / cm}^2$$

$$n = 8.11$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$f_r = 0.6\sqrt{f_c}$$

$$f_r = 30.0 \text{ kg / cm}^2$$

$$\xi = 2.0$$

مقدار خیز بدست آمده از تحلیل کامپیوتری ( با  $I_g$  ) برای بارهای بدون ضریب برابر است با :

$$\Delta_{0D} = 1.94 \text{ mm}$$

$$\Delta_{0L} = 2.90 \text{ mm}$$

مقدار لنگر بدون ضریب در محل خیز حداکثر برابر است با :

$$M_D = 206.96$$

$$M_L = 310.5$$

$$Ma = 517.5$$

آرماتورهای استفاده شده :

$$d = 77.5 \text{ cm}$$

$$A'_s = 0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A''_s = 321.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

آرماتور در وجه بالایی دال

آرماتور در وجه پایینی دال

محاسبه مشخصات مقاطع :

مشخصات مربوط به مقطع دال :

$$(I_g) = 2.87E+07 \text{ cm}^4$$

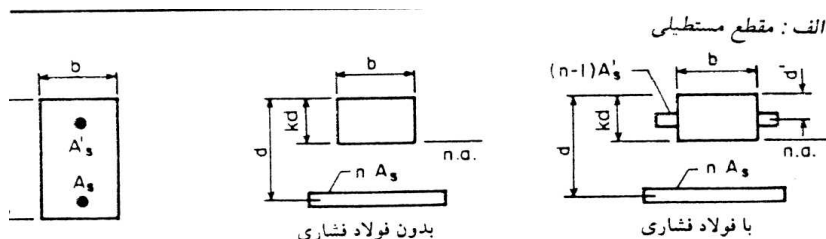
$$(y_t) = 42.5 \text{ cm}$$



$$(M_{cr}) = 202.3 \quad t.m$$

لنگر ترک خوردگی مقطع:

ممان اینرسی مقطع ترک خورده:



$$B = b/(nA_s) \quad r = (n-1)A_s''/(nA_s) \quad I_g = bh^3/12$$

$$kd = (\sqrt{2dB + 1} - 1)/B$$

بدون فولاد فشاری

$$I_{ct} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2$$

$$kd = [\sqrt{2dB(1 + rd'/d) + (1 + r)^2} - (1 + r)]/B$$

با فولاد فشاری

$$I_{ct} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2 + (n-1)A_s'(kd - d')^2$$

$$B = 0.21$$

$$kd = 2.26E+01$$

$$I_{ct} = 1.00E+07 \quad cm^4$$

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \times \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \leq I_g$$

محاسبه ممان اینرسی موثر:

$$(I_e) = 1.11E+07 \quad cm^4$$

مقدار خیز آنی بار مرده بر مبنای ممان موثر به صورت زیر تصحیح می شود:

$$\Delta_D = \Delta_{0D} \times (I_g/I_e) = 5.0 \quad mm$$

خیز دراز مدت ناشی از بار مرده:

مقدار خیز اضافی ایجاد شده در طول زمان را که در اصطلاح اضافه افتادگی دراز مدت نامیده می شود، می توان از حاصلضرب افتادگی آنی ناشی از بار مرده در ضریب  $\lambda$  بدست آورد. مقدار  $\lambda$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$\lambda = \xi / (1 + 50 \times \rho')$$

$$\rho' = A_s' / b \times d = 0.0002$$

$$\lambda = 1.98$$

مقدار  $\lambda$  برای تیر دو سر مفصل در جهت اطمینان ۲ در نظر گرفته شده است.

خیز دراز مدت ناشی از بار مرده:

$$\Delta'D = 2 \times \Delta_D = 10.0 \quad mm$$

خیز آنی ناشی از بار زنده:

$$\Delta_L = \Delta_{0L} \times (I_g/I_e) = 7.5 \quad mm < 1/1000 + 5 = 14.7 \quad mm$$

O.K

خیز منفی با توجه به خیز دراز مدت ناشی از بار مرده انتخاب می شود که نحوه اعمال آن به صورت سهمی خواهد بود:

$$\Delta = 25 \quad mm$$



کنترل عرض ترک :

۲ ۴

فاصله آرماتورها :

$$\begin{aligned}s &= 140 \text{ mm} \\d_c &= 50 \text{ mm} \\A &= 2.s.d_c \\A &= 14000.0 \text{ mm}^2 \\f_s &= 240.0 \text{ N / mm}^2 \\w &= 13 \times 10^{-6} \times f_s \sqrt[3]{d_c A} \\w &= 0.28 \text{ mm} < w_{all} = 0.3\end{aligned}$$

