به نام خدا

کنترل تیر ضعیف–ستون قوی

ارائه دهنده

مهندس محمد عقیقی خامنه

(دانشجوی دکترای سازه)

مهندس پرینوس ودادی

(کارشناس ارشد عمران)

fppt.com

ضرورت استفاده از قاب خمشی ویژه و دلایل عدم استفاده از آن

دلایل عدم استفاده از قاب خمشی ویژه

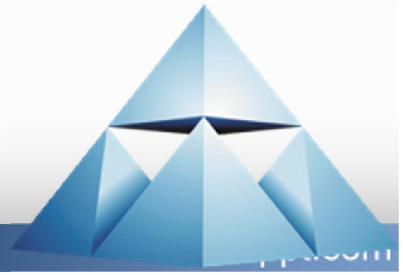
استفاده از قاب خمشی ویژه ⟵ عدم کاهش فولاد مصرفی در سازه

اسکلت سازه با قاب خمشی ویژه با نقشه ارائه شده با قاب خمشی متوسط از منظر جزییات اجرایی تفاوت چندانی ندارد.

ضرورت استفاده از قاب خمشی ویژه

کاهش نیروی برشی زلزله در قاب خمشی ویژه ⟵ کاهش میلگردهای داخل فونداسیون

شکل پذیری بیشتر و قابلیت استهلاک بیشتر انرژی (طاقت) بیشتر قاب خمشی ویژه



کنترل تیر ضعیف ستون قوی

کنترل تیر ضعیف ستون قوی فقط در مورد قاب های خمشی مطرح است.

این کنترل برای قاب خمشی ویژه الزامی و برای قاب خمشی متوسط توصیه می شود اما در مورد قاب خمشی معمولی نیازی به کنترل ندارد.

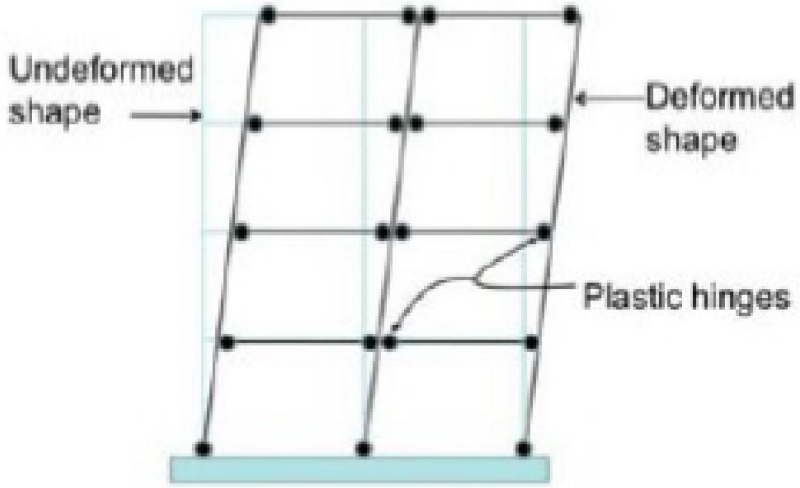
تیر ضعیف ستون قوی در قاب مهاربندی با توجه به ممان پذیر نبودن تیر اصولاً مطرح نیست

- ابعاد بزرگتر ستون ها
- کاهش نیروی برشی زلزله در قاب خمشی ویژه در مقایسه با قاب خمشی متوسط← تیرهای ضعیف تر

✖نرم افزار طراحی $ETABS$ کنترل چشمه اتصال و ستون قوی تیر ضعیف را با توجه به آیین نامه های جدید انجام نمی دهد. ✖

ضابطه ستون قوی تیر ضعیف

تشکیل مفصل پلاستیک ابتدا در تیرها ← تغییر شکل بیشتر سازه بدون کاهش مقاومت (شکل پذیری)



روند تشکیل مفصل پلاستیک پس از کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف

ضوابط آیین نامه ای مربوط به کنترل ستون قوی تیر ضعیف

مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

۱۰-۳-۹-۲ نسبت لنگر خمشی ستون به لنگر خمشی تیر

در کلیهٔ گره‌های اتصالات خمشی تیر به ستون باید به طور مجزا در امتداد هریک از محورهای اصلی مقطع ستون رابطهٔ زیر برآورده گردد.

$$\frac{\sum M^{*}_{pc}}{\sum M^{*}_{pb}} > ۱/۰ \qquad (۱۰-۳-۹-۱)$$

که در آن:

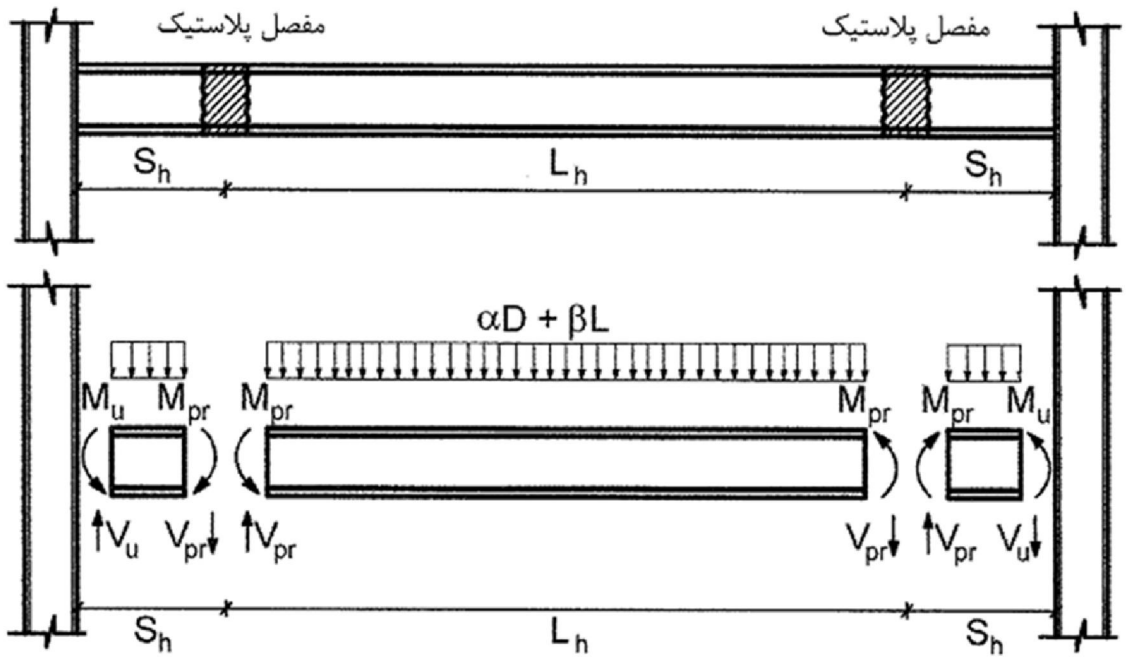
$\sum M^{*}_{pc}$= مجموع لنگرهای خمشی ستون‌های بالا و پایین گره اتصال در امتداد مورد نظر مطابق با رابطهٔ زیر:

$$\sum M^{*}_{pc} = \sum Z_c(F_{yc} - P_{uc}/A_g) \qquad (۱۰-۳-۹-۲)$$

$\sum M^{*}_{pb}$= مجموع تصاویر لنگرهای خمشی تیرها در گره اتصال نسبت به راستای مورد نظر. این لنگرهای خمشی باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr}=C_{pr}R_{yb}M_{pb}$ در محل تشکیل مفصل پلاستیک نسبت به محور ستون تعیین شوند (شکل ۱۰-۳-۸-۱).

ضوابط آیین نامه ای مربوط به کنترل ستون قوی تیر ضعیف

مبحث دهم مقررات ملی ساختمان



شکل ۱۰-۳-۸-۱ نمودار پیکرهٔ آزاد تیرهای باربر جانبی

ضوابط آیین نامه ای مربوط به کنترل ستون قوی تیر ضعیف

AISC 341-2010

The following relationship shall be satisfied at beam-to-column connections:

$$\frac{\Sigma M^*_{pc}}{\Sigma M^*_{pb}} > 1.0$$

where

ΣM^*_{pc} = the sum of the projections of the nominal flexural strengths of the columns (including haunches where used) above and below the joint to the beam centerline with a reduction for the axial force in the column. It is permitted to determine ΣM^*_{pc} as follows:

$$\Sigma M^*_{pc} = \Sigma Z_c (F_{yc} - P_{uc}/A_g) \text{ (LRFD)}$$

or

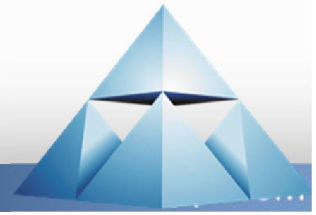
$$\Sigma M^*_{pc} = \Sigma Z_c (F_{yc} - 1.5P_{ac}/A_g) \text{ (ASD)},$$

ΣM^*_{pb} = the sum of the projections of the expected flexural strengths of the beams at the *plastic hinge* locations to the column centerline. It is permitted to determine ΣM^*_{pb} as follows:

$$\Sigma M^*_{pb} = \Sigma (1.1R_y F_{yb} Z_b + M_{uv}) \text{ (LRFD)} \quad \text{(E3-3a)}$$

or

$$\Sigma M^*_{pb} = \Sigma (1.1R_y F_{yb} Z_b + 1.5M_{av}) \text{ (ASD)}, \quad \text{(E3-3b)}$$



نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار ETABS

نرم افزار ETABS کنترل ستون قوی تیر ضعیف را با یک عدد که باید از یک کوچکتر باشد نشان می دهد که این عدد نسبت لنگر تیر به ستون می باشد.

انجام کنترل این ضابطه در نرم افزار ETABS با فرضیاتی همراه است که به منظور کنترل صحیح، با ترفندها و اصلاحاتی می بایست این فرضیات را اصلاح نمود.

$$\frac{\sum M_{Pc}^{\cdot}}{\sum M_{Pb}^{\cdot}} > ۱/۰ \rightarrow \frac{\sum M_{Pb}^{\cdot}}{\sum M_{Pc}^{\cdot}} < ۱/۰$$

ETABS 9.7.4-AISC 2005

آیین نامه– ارائه الزامات برای قاب خمشی ویژه و برای سازه با طبقه بندی لرزه ای از A تا F

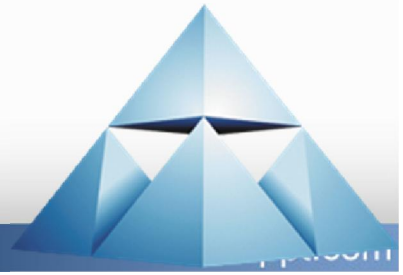
مقاومت خمشی ستون : وجود نیروی محوری در ستون

مقاومت خمشی تیر : توجه به افزایش ناشی از سخت شدگی کرنشی

روند انجام کنترل در نرم افزار ETABS

روش اول

- **آیین نامه طراحی بایستی AISC 360-2005 یا AISC 360-2010 باشد.**
- **کنترل نرم افزار فقط بر روی ستون های H شکل**
- **تمام مقاطع به مقطع H تبدیل گردند (بدون ایجاد تغییر در آنالیز سازه)**
  - دقت در تعریف ارتفاع ستون با مقطع جدید تعریف شده
  - ستون قوطی- تعریف مقطع H در هر دو راستای X و Y جداگانه
  - ضخامت جان مقطع معادل برابر با ضخامت جان مقطع اصلی (بدلیل کنترل چشمه اتصال توسط نرم افزار)



روش اول

انجام کنترل در نرم افزار ETABS

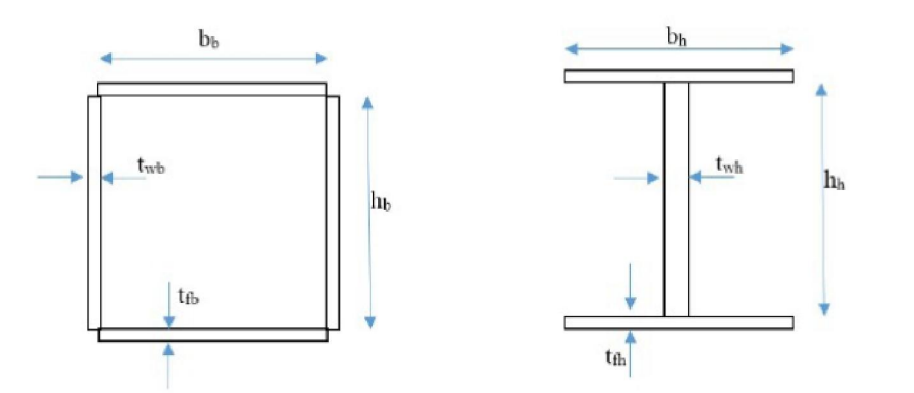
نکات حائز اهمیت

اصلاح مقادیر سختی و مشخصات هندسی فقط در تحلیل به کار می رود، نه در طراحی

محاسبات دقیق چشمه اتصال: مقاومت برشی یکسان مقطع معادل H شکل ← ضخامت جان یکسان ←

محاسبه دست بالا مقاومت برشی ← تصحیح امکان پذیر نیست.

اصلاح مشخصات هندسی طراحی ← ساخت مقطع معادل قوطی و انجام محاسبات در دو جهت X و Yجداگانه← تعریف مقطع> اختصاص مقطع> انجام کنترل> انتخاب ستون و چرخاندن ۹۰ درجه ای ستون و انجام مراحل ذکر شده در جهت دوم



شکل ۱۰-تبدیل ستون قوطی به ستون H

برای ستون H شکل معادل قوطی بهتر است:

$$h_h = h_b$$

$$t_{wh} = ۲ \times t_{wb}$$

$$t_{fh} = t_{fb}$$

$$b_h = b_b + ۲t_{wb}$$

روش اول

انجام کنترل در نرم افزار ETABS

◄ ستون های صلیبی نیز باید به مقطع H شکل تبدیل شوند.

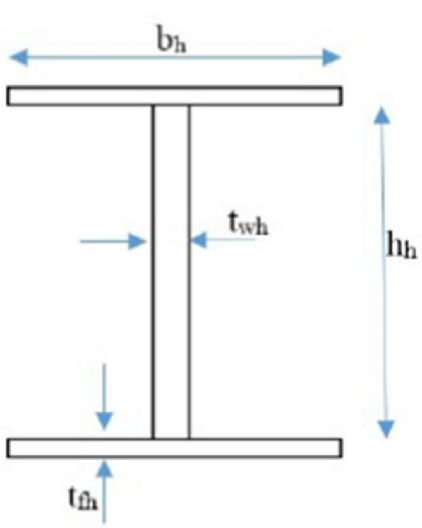
برای ستون H شکل معادل صلیبی باید:

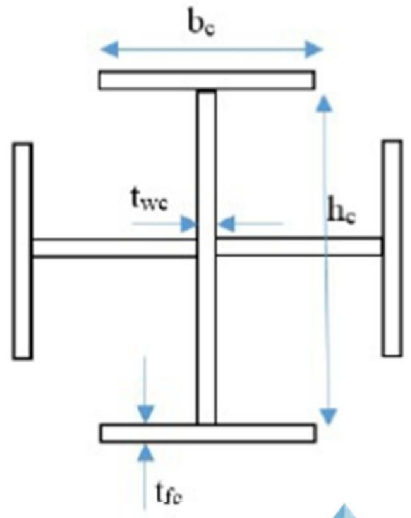
$$h_h = h_c$$

$$t_{wh} = [(1 + \frac{2b_c}{h_c}) \times t_{wc}]$$

$$t_{fh} = t_{fc}$$

$$b_h = h_c + 2t_{fc}$$





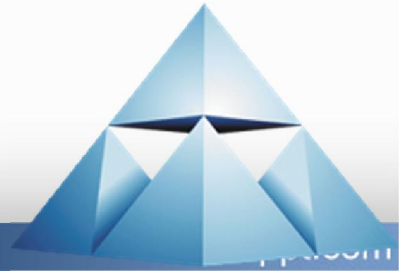
شکل ۱۴-تبدیل ستون صلیبی به ستون H

انجام کنترل در نرم افزار ETABS

روش اول

◄ ستون های صلیبی نیز باید به مقطع H شکل تبدیل شوند.

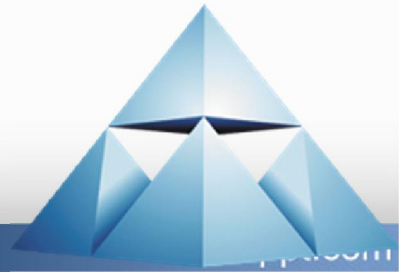
نمی توان ستون H شکلی ساخت که اساس مقطع پلاستیک و سطح مقطع آن همزمان برابر مخصات ستون صلیبی باشد← ساخت مقطع معادل صلیبی با اساس مقطع پلاستیک و سطح مقطع یکسان در این روش امکان پذیر نیست ←استفاده از روش دوم پیشنهاد می شود.



انجام کنترل در نرم افزار ETABS

روش دوم

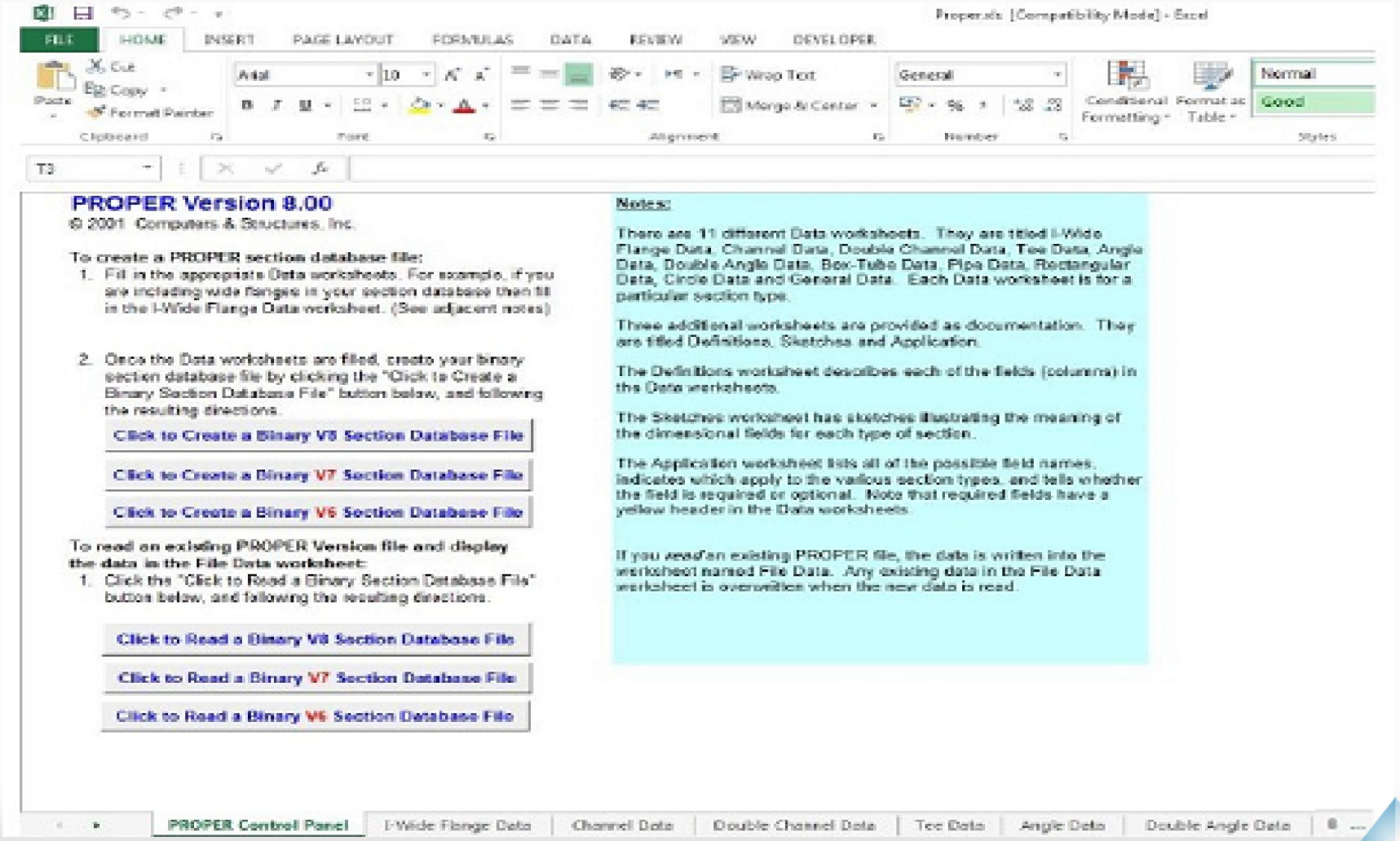
- ساخت مقاطع H شکل با مشخصات مور نظر در ETABS 9.7.4 با استفاده از برنامه های کمکی
- کاربر خود مقطع و مشخصات آن را در نرم افزار وارد کرده و نرم افزار تنها از آن ها استفاده کرده و به ناسازگاری مشخصات با شکل مقطع کاری ندارد.
- نرم افزار ETABS 9 مقاطع را از فایلی با پسوند pro بازخوانی می کند. این فایل به راحتی قابل ویرایش نمی باشد. ←استفاده از نرم افزار کمکی proper
- امکان ساخت مقاطع I شکل، ناودانی تک و دوبل، نبشی تک و دوبل، قوطی، لوله، مستطیلی و دایره ای
- مشخصات مقطع دلخواه در زبانه مربوطه وارد شده و فایلی با پسوند pro برای ETABS ایجاد می گردد.



روش دوم

انجام کنترل در نرم افزار ETABS

نمایی از نرم افزار proper

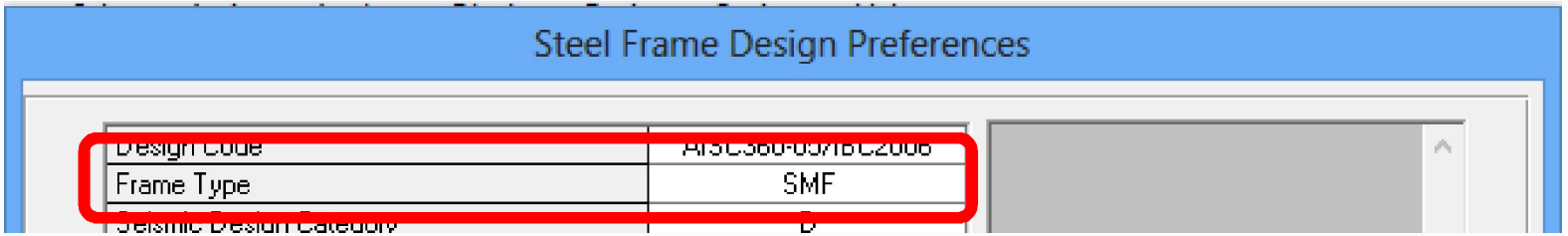


نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار ETABS

نرم افزار محل تشکیل مفصل پلاستیک را بر ستون در نظر می گیرد (Sh=0)

این کنترل فقط در قاب خمشی ویژه انجام می گیرد. ←تنظیم مربوط به نوع قاب در نرم افزار

Preferences>Steel Frame Design Preferences>Frame Type: SMF



نرم افزار برخلاف آنچه در مبحث ۱۰ آمده بار ثقلی را اصلا در نظر نمی گیرد.

نرم افزار ضریب Cpr را به طور پیش فرض برابر ۱,۱ در نظر می گیرد. لکن طبق مبحث دهم ضابطه مربوط به ضریب Cpr بعنوان ضریب در بر گیرنده آثار سخت شدگی و قیدهای موضعی و ملحقات اتصال تیر به ستون:

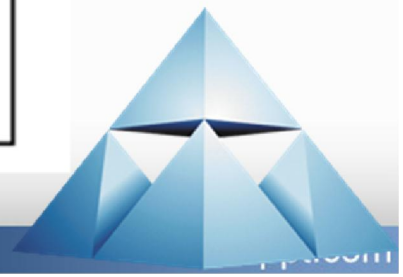
$$۱/۱ \le C_{pr} = \frac{(F_Y + F_U)}{۲F_Y} \le ۱/۲ \qquad (۱-۸-۳-۱۰)$$

ضریب Cpr برای اتصالات برابر ۱,۲و فقط برای اتصال تقویت نشده جوشی (WUF-W) برابر ۱,۴ است.

نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار ETABS

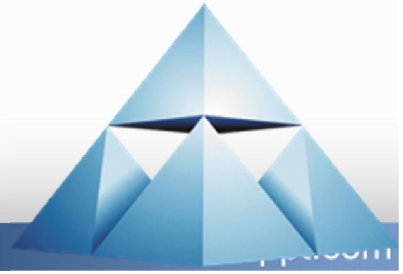
جدول ۸-فاصله مفصل پلاستیک از بر ستون انواع اتصال

نوع اتصال		Sh
اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته	REDUCED BEAM SECTION (RBS)	$a+\frac{b}{۲}$
اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی	BOLTED UNSTIFFENED EXTENDED END-PLATE (BUEEP)	$\min\left(\frac{d}{۲}, ۳b_{bf}\right)$
اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی	BOLTED STIFFENED EXTENDED END-PLATE (BSEEP)	$L_{st}+t_p$
اتصال پیچی به کمک ورق روسری و زیرسری	BOLTED FLANGE PLATE (BFP)	آخرین ردیف پیچ از بر ستون
اتصال مستقیم تقویت نشده جوشی	WELDED UNREINFORCED FLANGE-WELDED WEB (WUF-W)	بر ستون
اتصال جوشی به کمک ورق های روسری و زیرسری	WELDED FLANGE PLATE (WFP)	انتهای ورق گیرداری

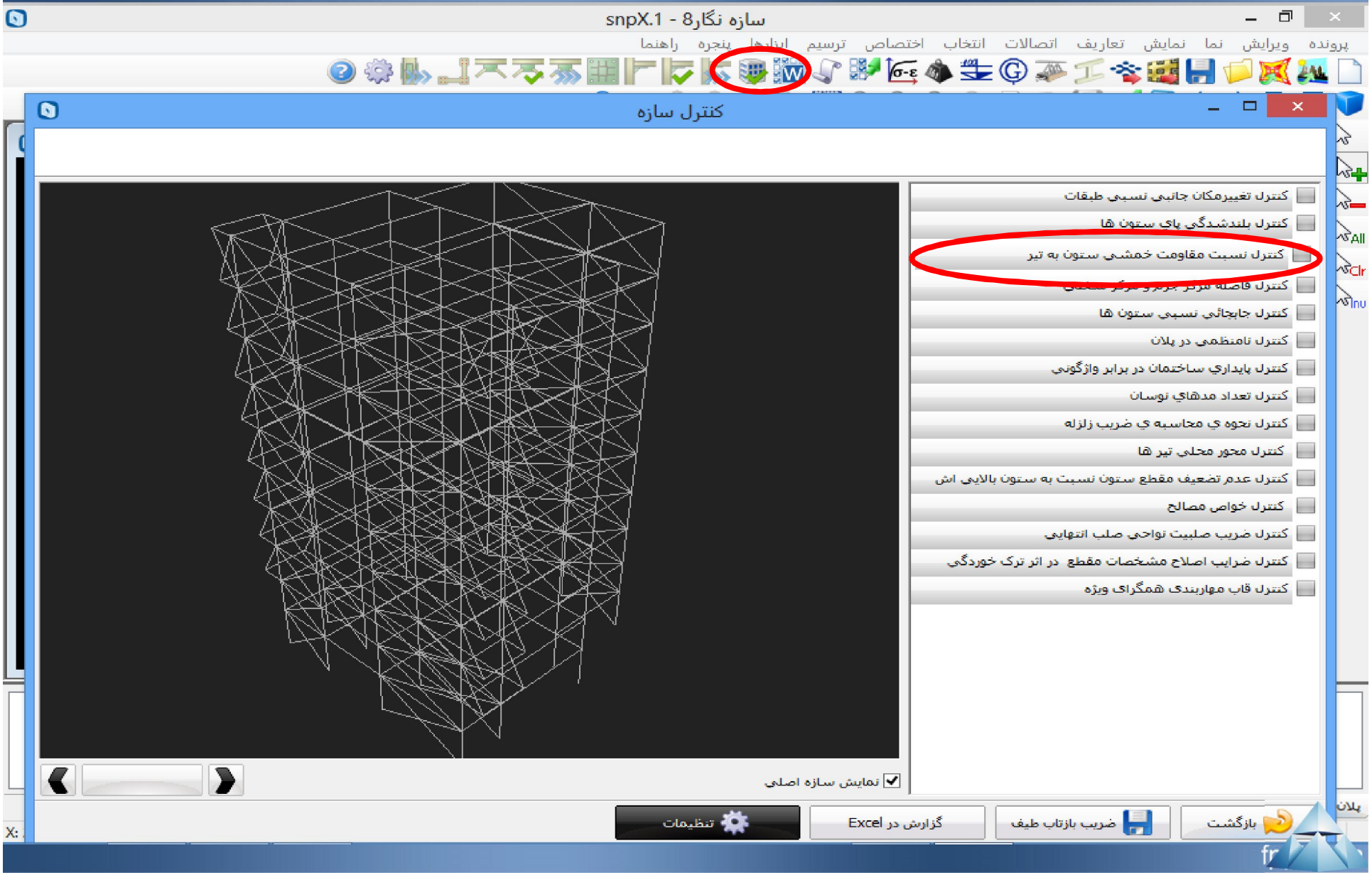


نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار ETABS

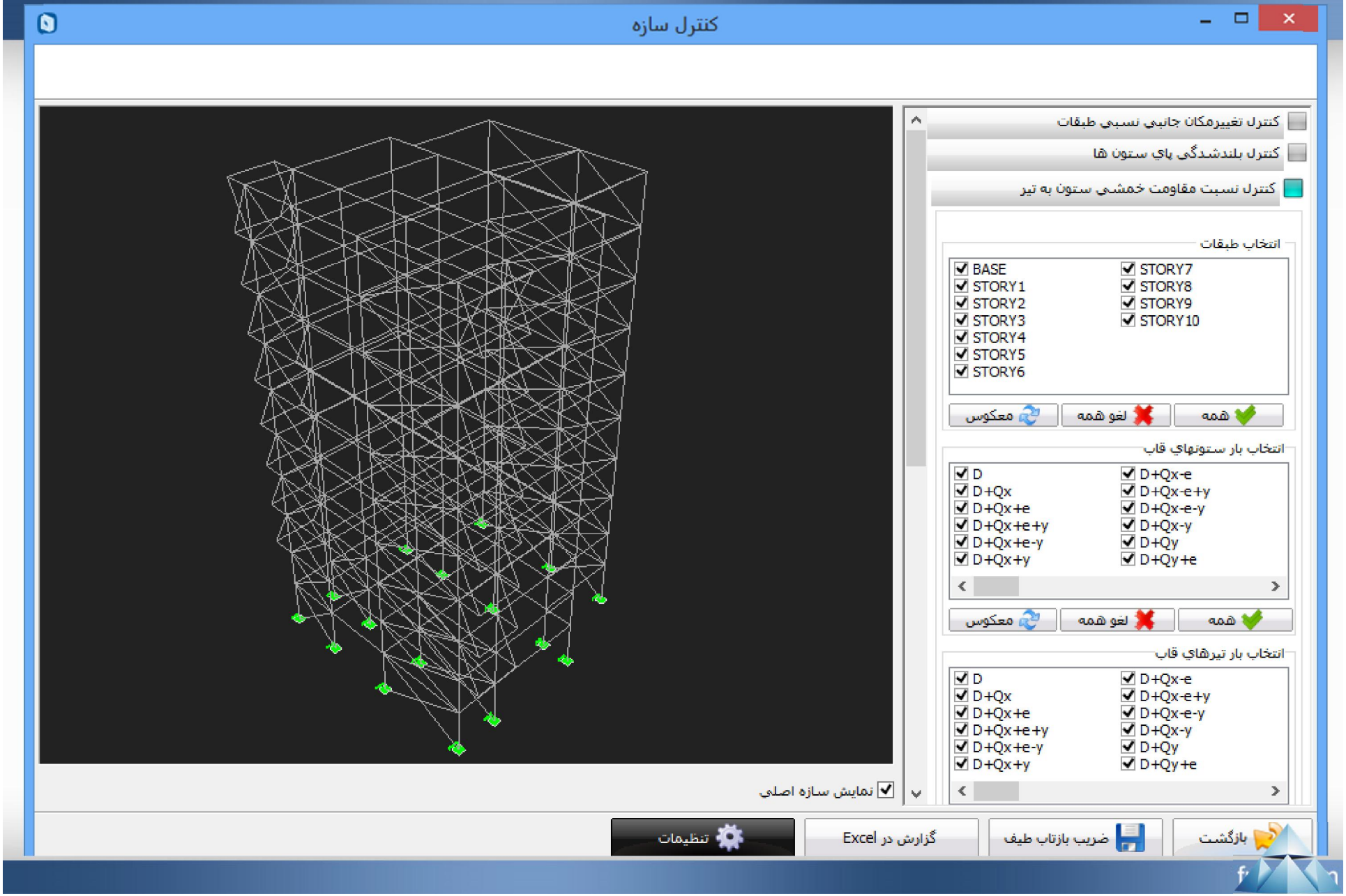
- طبق مبحث دهم باید نیروی محوری موجود در ستون ناشی از زلزله تشدید یافته باشد که نرم افزار این را در نظر نمی گیرد.
- نرم افزار برای کنترل ستون قوی تیر ضعیف بزرگترین نیروی محوری فشاری را از ترکیبات بار حاوی نیروی زلزله (نه ترکیب بار ثقلی) بدست می آورد.
- گاهاً نرم افزار برای کنترل جهت X از ترکیب بار جهت Y استفاده می کند ← برای کنترل هر جهت باید از ترکیب بار همان جهت استفاده شود.



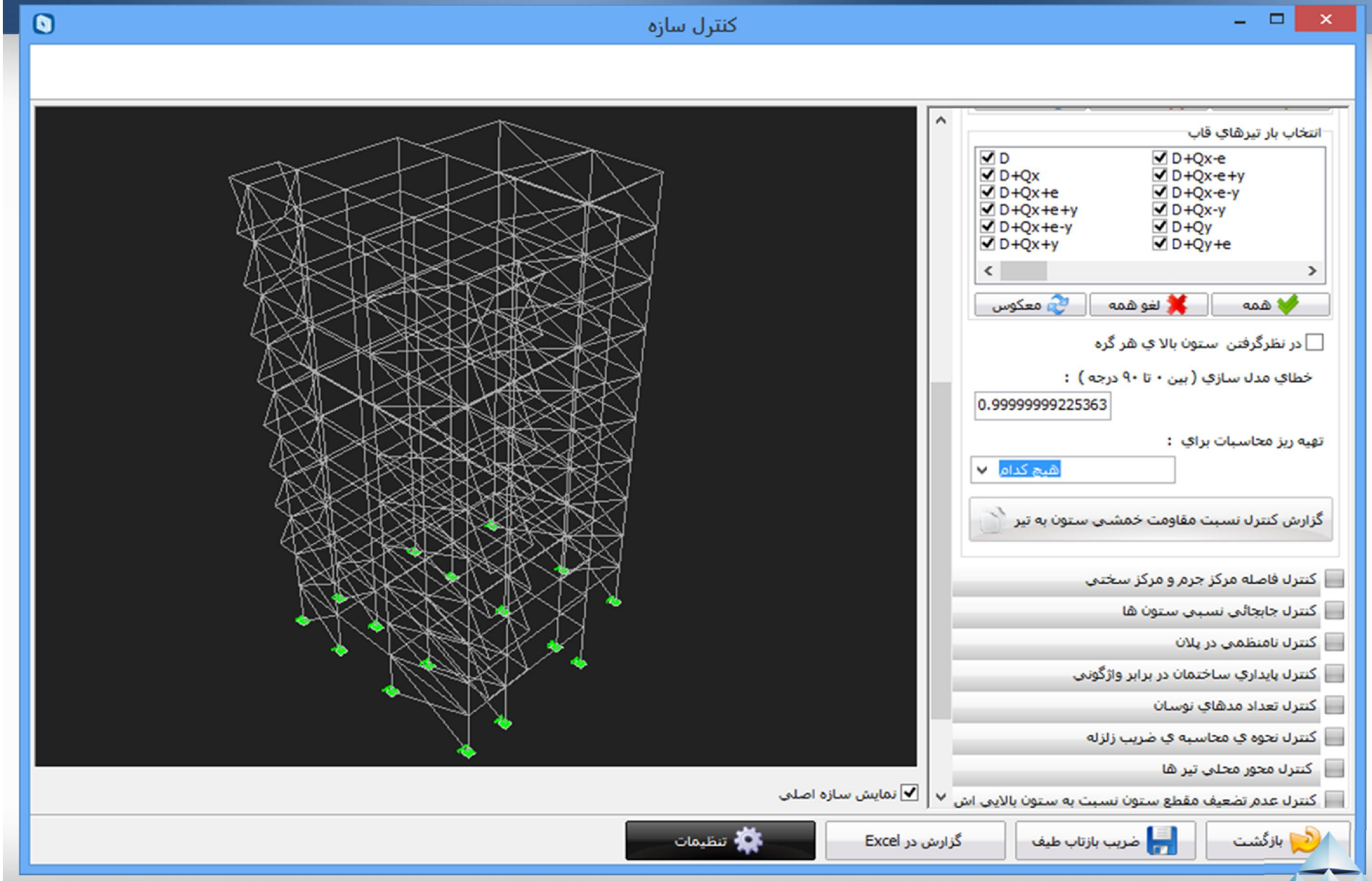
نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار سازه نگار



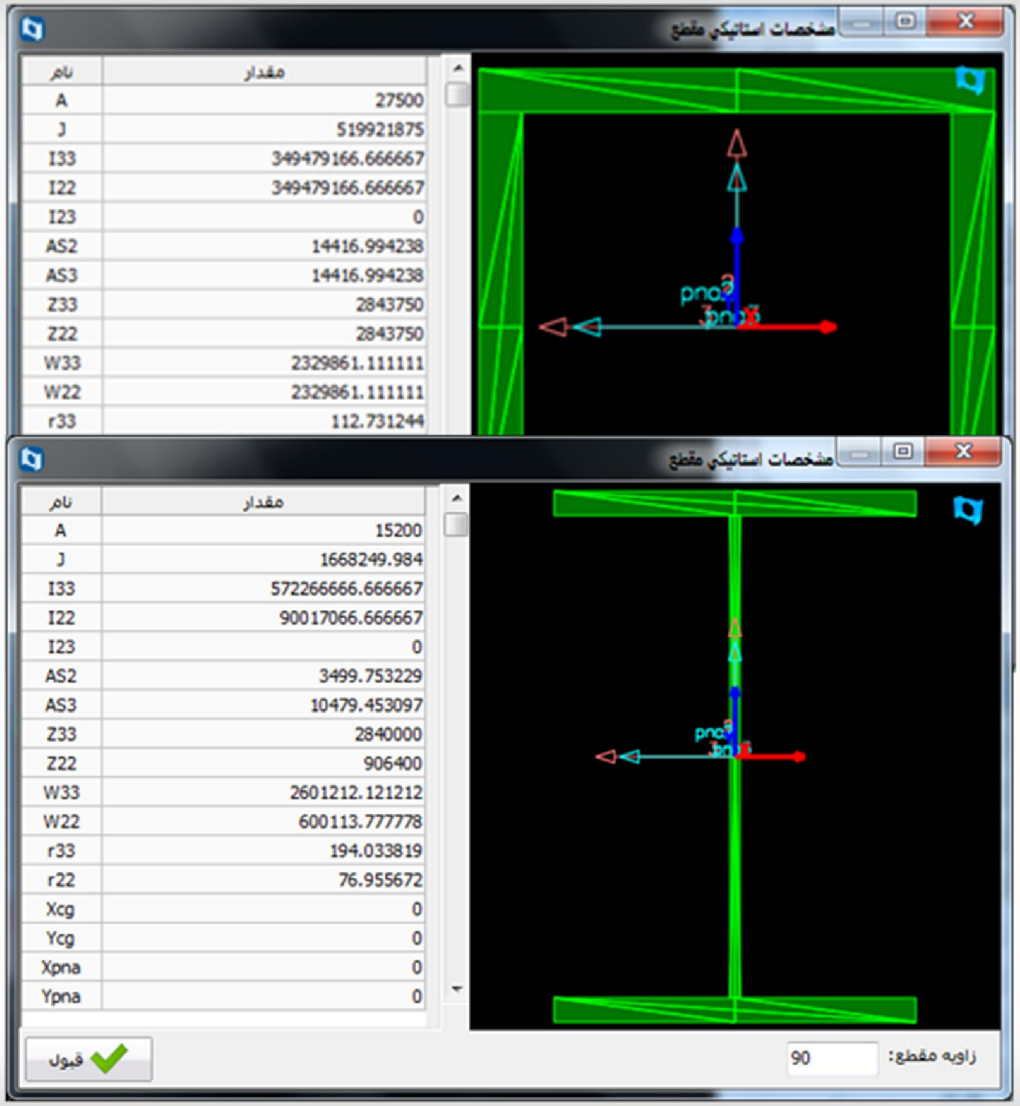
نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار سازه نگار



نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار سازه نگار



نحوه کنترل ضابطه ستون قوی–تیر ضعیف توسط نرم افزار سازه نگار



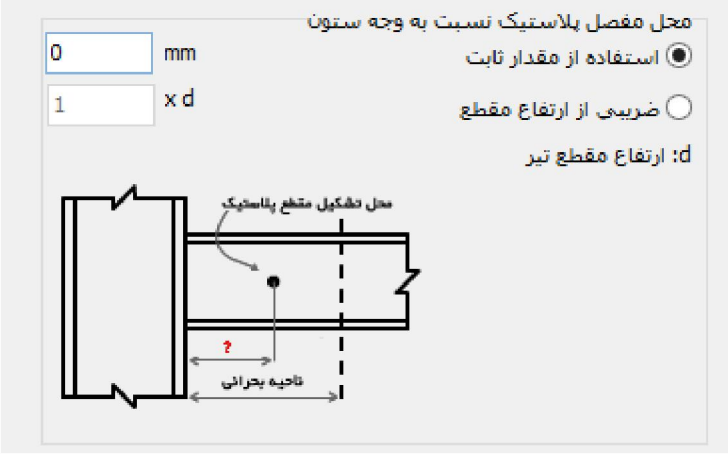
ستون پایین و بالای گره BOX 300X25

تیر متصل به گره: PG-4 Beam 146

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار

فولاد ST-37 Fu=3700 و Fy=2400

فاصله تشکیل مفصل پلاستیک بر ستون قرار داده شد. (S_h)



$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} > 1.0$$

$$\sum M^*_{pc} = \sum Z_c\left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g}\right)$$

$$\sum M^*_{pb} = \sum \left(C_{pr} R_{yb} M_{pb} + M_{uv}\right)$$

$$1.1 \leq C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2\,F_y} \leq 1.2$$

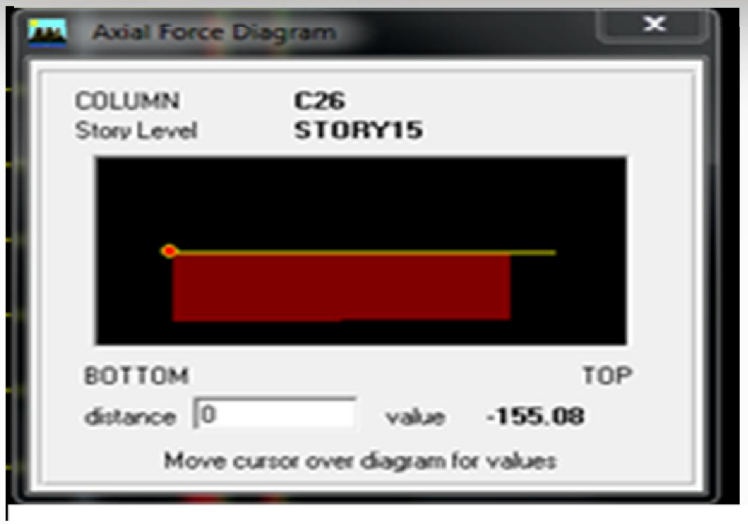
$$M_p = Z_b F_y$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p$$

لنگر موجود در محل مفصل پلاستیک

M_{uv} لنگر اضافی ناشی از نیروی برشی موجود در مفصل پلاستیک نسبت به محور ستون در شرایط حالات حدی

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار



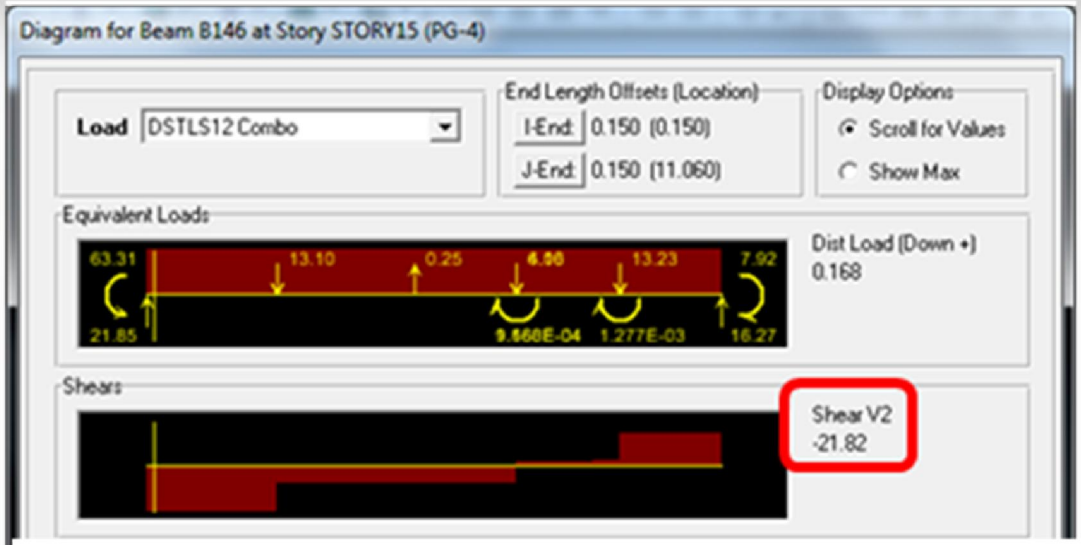
مشاهده بار محوری ستون در محل گره

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۵	ستون: C۲۶	راستای محلی ستون : ۳۳

ترکیب بار بحرانی	ستون بالایی گره				ستون پایین گره			
	M_{pc}^{*} (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^{*} (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)
DSTLS۱۲	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰

$$M_{pc}^{*} = 2843(cm^3) \times (2.4\left(\frac{ton}{cm^2}\right) - \frac{155.08(ton)}{275\ (cm^2)} = 52.21(ton.m)$$

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار



$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 94.06}{10.91} = 17.24\ (ton)$$

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۰	ستون: C۲۶	راستای محلی ستون : ۲۲

ترکیب بار بحرانی	ستون پایین گره				ستون بالایی گره			
	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)
DSTLS۱۲	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p (ton.m)	M_{pb}^* (ton.m)
B۱۴۶	۲۸۴۰.۰۰	۱۱۲۱.۰	۱۰۹۱.۰	DSTLS۱۲	-۲۱.۸۲	۱۷.۲۴	۹۴.۰۶	۹۹.۹۱
B۱۵۵	۲۱۰۰.۰۰	۶۴۴.۰	۶۱۴.۰	DSTLS۱۲	-۵.۴۴	۲۲.۶۹	۶۹.۵۵	۰.۰۰

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار

محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون $S_h = 0\ cm$

← فاصله مفصل پلاستیک از آکس ستون : نصف عمق ستون

$L_h = 1091\ cm$

$Z_{33} = 2840\ cm^3$

$A = 15200\ mm^2$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400+3700}{2\times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2\times 94.06}{10.91} = 17.24\ (ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr}R_yZF_y + M_{uv}$$
$$= 1.2 \times 1.15 \times 2840(cm^3) \times 2400(kg/cm^2) + M_{uv}$$
$$= 9406080(kg.cm) + M_{uv} = 94.0608(ton.m) + M_{uv}$$

$$M_{uv} = (V + V_p) \times (S_h + d_c) = (21.82 + 17.24)(ton) \times (.+0.15)(m) = 5.859(ton.m)$$

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۵	ستون: C۲۶	راستای محلی ستون : ۲۲

ترکیب بار بحرانی	ستون پایین گره				ستون بالایی گره			
	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)
DSTLS۱۲	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰	۵۲.۲۱	۱۵۵.۰۸	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B۱۳۹	۱۳۱۴.۰۰	۳۶۷.۰	۳۳۷.۰	DSTLS۱۲	۱.۱۶	۲۵.۸۳	[illegible]	[illegible]
B۱۴۶	۲۸۴۰.۰۰	۱۱۲۱.۰	۱۰۹۱.۰	DSTLS۱۲	-۲۱.۸۲	۱۷.۲۱	۹۴.۰۶	-۹۹.۹۱
B۱۵۵	۲۱۰۰.۰۰	۶۴۳.۰	۶۱۳.۰	DSTLS۱۲	-۵.۴۴	۲۲.۶۹	[illegible]	[illegible]

$$M_{pb}^* = M_{pr} + M_{uv} = 94.06 + 5.859 = 99.91\ (ton.m)$$

نمونه کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار

نام طبقه:	STORY۱۵						تراز طبقه:	۳۲.۰٤ m					
	کنترل محاسبات در راستای ۳۳						کنترل محاسبات در راستای ۲۲						
ستون	ترکیب بار بحرانی		$\sum M^*_{pc}$ (ton.m)	$\sum M^*_{pb}$ (ton.m)	نسبت مقاومت خمشی	کنترل	ترکیب بار بحرانی		$\sum M^*_{pc}$ (ton.m)	$\sum M^*_{pb}$ (ton.m)	نسبت مقاومت خمشی	کنترل
	فشاری	برشی					فشاری	برشی				
C۶	DSTLS۱۴	DSTLS۲۰	۷۸.۰۸	۷۵.۰۵	۱.۰۴۰	✓	DSTLS۱۴	DSTLS۱۴	۷۸.۰۸	۱۰۳.۰۸	۰.۷۵۷	✗
C۷	DSTLS۸	-	۱۳۰.۹۸	۰.۰۰	۰.۰۰۰	✓	DSTLS۸	DSTLS۴۶_Neg	۱۳۰.۹۸	۷.۶۷	۱۷.۰۷۱	✓
			۹۵.۴۶	۳۳.۴۰	۲.۸۵۸	✓						
			۱۳۳.۷۹	۵.۰۷	۲۶.۳۸۶	✓						
			۱۳۳.۸۵	۴۸.۵۸	۲.۷۵۵	✓						
			۸۰.۳۱	۹.۲۸	۸.۶۵۳	✓						
			۱۵۸.۲۹	۷۷.۹۳	۲.۰۳۱	✓						
			۹۷.۳۴	۵۱.۵۷	۱.۸۸۷	✓						
			۸۳.۲۵	۷.۳۱	۱۱.۴۰۸	✓						
			۱۵۶.۴۹	۱۰.۱۰	۱۵.۴۸۷	✓						
C۲۱	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۴۸_Neg	۱۰۵.۷۱	۲۳.۵۵	۴.۴۸۹	✓	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۴۶_Neg	۱۰۵.۷۱	۲۴.۱۸	۴.۳۷۱	✓
C۲۲	DSTLS۱۱	DSTLS۴۸_Neg	۱۵۸.۶۲	۹.۹۳	۱۵.۹۹۴	✓	DSTLS۱۱	DSTLS۱۱	۱۵۸.۶۲	۵۴.۹۱	۲.۸۸۹	✓
C۲۳	DSTLS۲۰	DSTLS۲۰	۸۶.۱۳	۴۹.۸۹	۱.۷۲۶	✓	DSTLS۲۰	DSTLS۱۲	۸۶.۱۳	۱۰۳.۵۲	۰.۸۳۲	✗
C۲۴	DSTLS۲۰	DSTLS۱۷	۹۳.۶۷	۲۸.۲۳	۳.۳۱۸	✓	DSTLS۲۰	DSTLS۴۶_Neg	۹۳.۶۷	۳۳.۹۷	۲.۸۶۱	✓
C۲۵	DSTLS۱۲	DSTLS۴۸_Neg	۱۰۴.۴۳	۲۸.۲۳	۳.۶۹۹	✓	DSTLS۱۲	DSTLS۱۲	۱۰۴.۴۳	۹۹.۹۱	۱.۰۴۵	✓
C۲۶	DSTLS۱۷	DSTLS۱۷	۹۳.۹۱	۴۷.۶۶	۱.۹۷۰	✓	DSTLS۱۷	DSTLS۱۶_Neg	۹۳.۹۱	۵۰.۸۱	۱.۸۴۵	✓

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} = \frac{2\times 52.21}{99.91} = \frac{104.42}{99.91} = 1.045 > 1 \checkmark$$

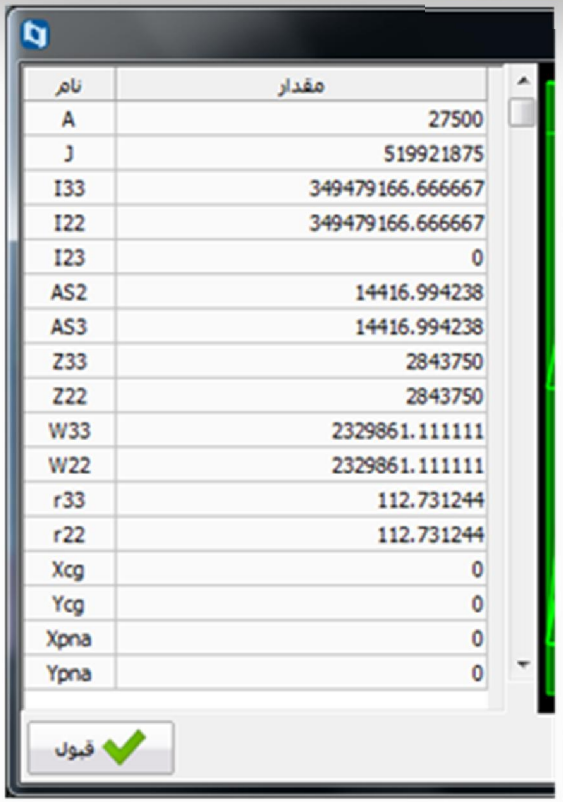
Or

$$\frac{\sum M^*_{pb}}{\sum M^*_{pc}} = \frac{99.91}{2\times 52.21} = 0.9569 < 1 \checkmark$$

کنترل یک گره معیوب

نام طبقه : STORY۱۱						تراز طبقه : ۱۶.۳۲ m					
کنترل محاسبات در راستای ۳۳						کنترل محاسبات در راستای ۲۲					
کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^{*}$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی		کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^{*}$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی		ستون
				برشی	فشاری					برشی	فشاری	
✓	۱.۲۵۶	۸۹.۳۶	۱۱۲.۲۲	DSTLS۲۰	DSTLS۱۴	✗	۰.۵۹۲	۱۸۸.۸۲	۱۱۲.۲۲	DSTLS۱۴	DSTLS۱۴	C۶
✓	۰.۰۰۰	۰.۰۰	۱۳۶.۸۵	-	DSTLS۱۳	✓	۳.۱۱۰	۴۳.۹۹	۱۳۶.۸۵	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۳	C۷
✓	۱.۱۹۴	۸۸.۷۲	۱۰۵.۹۶	DSTLS۱۸	DSTLS۱۳	✗	۰.۶۳۴	۱۶۷.۱۲	۱۰۵.۹۶	DSTLS۱۳	DSTLS۱۳	C۸
✓	۲.۳۵۲	۵۹.۸۵	۱۴۰.۸۰	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۴	✗	۰.۵۷۲	۲۴۵.۹۸	۱۴۰.۸۰	DSTLS۱۴	DSTLS۱۴	C۹
✓	۱.۰۶۴	۱۳۶.۱۹	۱۴۴.۹۵	DSTLS۱۸	DSTLS۱۸	✓	۱.۰۱۶	۱۴۲.۷۱	۱۴۴.۹۵	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۸	C۱۱
✓	۲.۲۱۰	۵۲.۶۲	۱۱۶.۳۰	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۳	✗	۰.۹۸۳	۱۱۸.۳۱	۱۱۶.۳۰	DSTLS۱۳	DSTLS۱۳	C۱۲
✓	۱.۰۹۴	۱۴۱.۳۷	۱۵۴.۶۱	DSTLS۱۹	DSTLS۱۴	✓	۱.۰۹۸	۱۴۰.۸۳	۱۵۴.۶۱	DSTLS۱۴	DSTLS۱۴	C۱۶
✗	۰.۸۲۴	۱۳۳.۲۵	۱۰۹.۸۵	DSTLS۲۰	DSTLS۲۰	✓	۴.۴۱۶	۲۴.۸۷	۱۰۹.۸۵	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۲۰	C۱۷
✓	۱.۸۶۵	۵۸.۹۴	۱۰۹.۹۵	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۴	✓	۱.۸۱۰	۶۰.۷۲	۱۰۹.۹۵	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۴	C۱۹
✓	۱۵.۵۱۴	۸.۱۲	۱۲۵.۹۹	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۳	✓	۱.۴۳۸	۸۷.۵۵	۱۲۵.۹۹	DSTLS۱۳	DSTLS۱۳	C۲۰
✓	۵.۷۲۵	۲۲.۶۲	۱۲۹.۴۸	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۲	✓	۲.۲۸۰	۵۶.۷۸	۱۲۹.۴۸	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۲	C۲۱
✓	۱۶.۸۶۲	۷.۶۷	۱۲۹.۲۸	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۱	✓	۱.۴۸۲	۸۷.۲۰	۱۲۹.۲۸	DSTLS۱۱	DSTLS۱۱	C۲۲
✗	۰.۶۶۶	۱۵۹.۶۲	۱۰۶.۳۷	DSTLS۲۰	DSTLS۱۲	✗	۰.۷۶۲	۱۳۹.۳۴	۱۰۶.۳۷	DSTLS۱۲	DSTLS۱۲	C۲۳
✓	۱.۱۴۴	۹۵.۸۲	۱۰۹.۵۹	DSTLS۱۹	DSTLS۱۱	✓	۳.۸۷۹	۲۸.۲۵	۱۰۹.۵۹	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۱	C۲۴
✓	۴.۳۲۷	۲۸.۸۶	۱۲۴.۸۷	DSTLS۱۹	DSTLS۱۲	✓	۱.۴۰۲	۸۸.۹۸	۱۲۴.۸۷	DSTLS۲۰	DSTLS۱۲	C۲۶
✗	۰.۳۵۸	۲۹۱.۴۷	۱۰۴.۶۹	DSTLS۱۹	DSTLS۱۷	✓	۱.۲۵۷	۸۳.۱۵	۱۰۴.۶۹	DSTLS۱۱	DSTLS۱۷	C۲۷
✓	۱۰.۸۰۱	۷.۳۴	۷۹.۲۵	DSTLS۴۸_Neg	DSTLS۱۱	✗	۰.۹۲۵	۸۵.۶۸	۷۹.۲۵	DSTLS۱۱	DSTLS۱۱	C۲۸
✓	۰.۰۰۰	۰.۰۰	۱۴۵.۷۰	-	DSTLS۱۲	✓	۹.۹۲۷	۱۴.۶۸	۱۴۵.۷۰	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۲	C۳۱
✓	۰.۰۰۰	۰.۰۰	۱۱۶.۹۸	-	DSTLS۱۹	✓	۳.۵۹۳	۴۵.۱۱	۱۱۶.۹۸	DSTLS۴۶_Neg	DSTLS۱۹	C۳۲
✓	۱.۹۱۸	۳۹.۳۹	۷۵.۵۹	DSTLS۱۷	DSTLS۱۱	✗	۰.۶۲۳	۱۲۱.۱۶	۷۵.۵۹	DSTLS۱۱	DSTLS۱۱	C۳۳

کنترل یک گره معیوب



نام	مقدار
A	27500
J	519921875
I33	349479166.666667
I22	349479166.666667
I23	0
AS2	14416.994238
AS3	14416.994238
Z33	2843750
Z22	2843750
W33	2329861.111111
W22	2329861.111111
r33	112.731244
r22	112.731244
Xcg	0
Ycg	0
Xpna	0
Ypna	0

قبول

ویژگی های المان ها

مشخصات

نوع المان: ستون : ID 1005

انتخاب Load

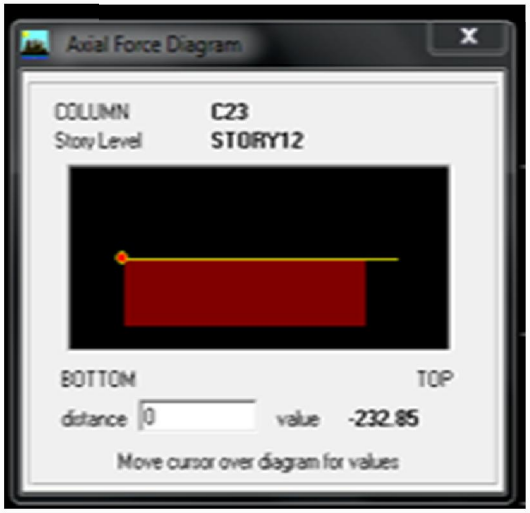
DL

ویژگی ها

شناسه المان	1005
نام	C23
مقطع	BOX300X25
زاویه	0
نقطه انتهایی	مرکز جرم
طول - مدل	3930
طول- اجرا	3930
نقطه شروع	120
X	120.00
Y	24390.00
Z	16320.00
F1	42381.91-
F2	1523.12-
F3	480.88-
M1	15514.04
M2	1030904.75-
M3	2741366.25-

قبول

ستون بالایی گره

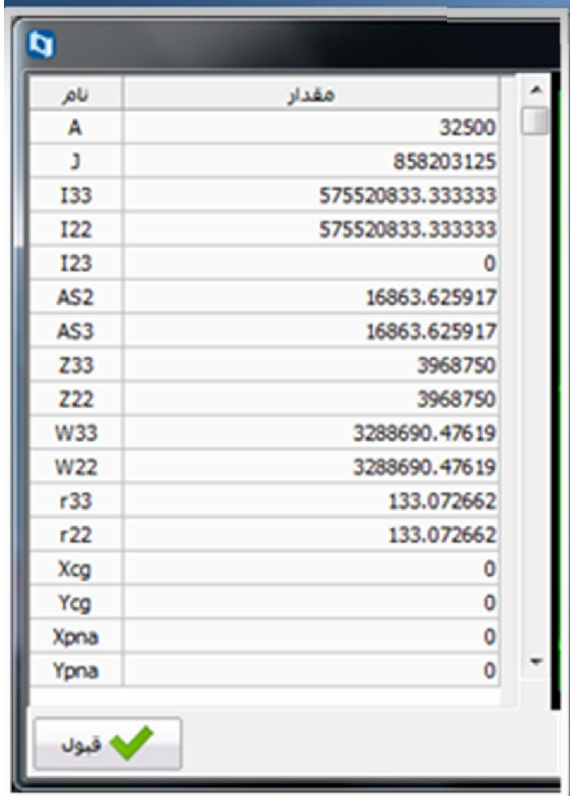


$$\sum M_{pc}^{*} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right)$$

$$M_{pc}^{*} = 2843.75(cm^3) \times \left[2.4 \left(\frac{ton}{cm^2} \right) - \frac{232.85(ton)}{275\ (cm^2)} \right] = 44.17(ton.m)$$

کنترل یک گره معیوب

ستون پایینی گره



نام	مقدار
A	32500
J	858203125
I33	575520833.333333
I22	575520833.333333
I23	0
AS2	16863.625917
AS3	16863.625917
Z33	3968750
Z22	3968750
W33	3288690.47619
W22	3288690.47619
r33	133.072662
r22	133.072662
Xcg	0
Ycg	0
Xpna	0
Ypna	0

قبول

ویژگی های المان ها

مشخصات

نوع المان: ستون ID: 1002

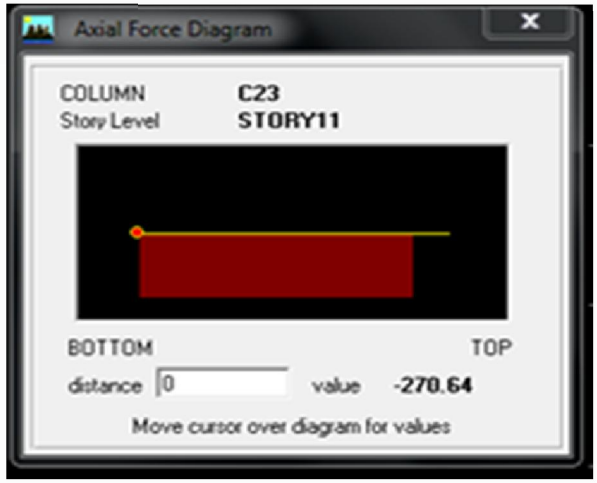
انتخاب Load

DL

ویژگی ها

1002	شناسه المان
C23	نام
BOX350X25	مقطع
0	زاویه
مرکز جرم	نقطه انتهایی
3930	طول - مدل
3930	طول- اجرا
120	نقطه شروع
120.00	X
24390.00	Y
12390.00	Z
48929.61-	F1
1837.75-	F2
759.00-	F3
20471.35	M1
1330783.13-	M2
3265042.25-	M3

قبول



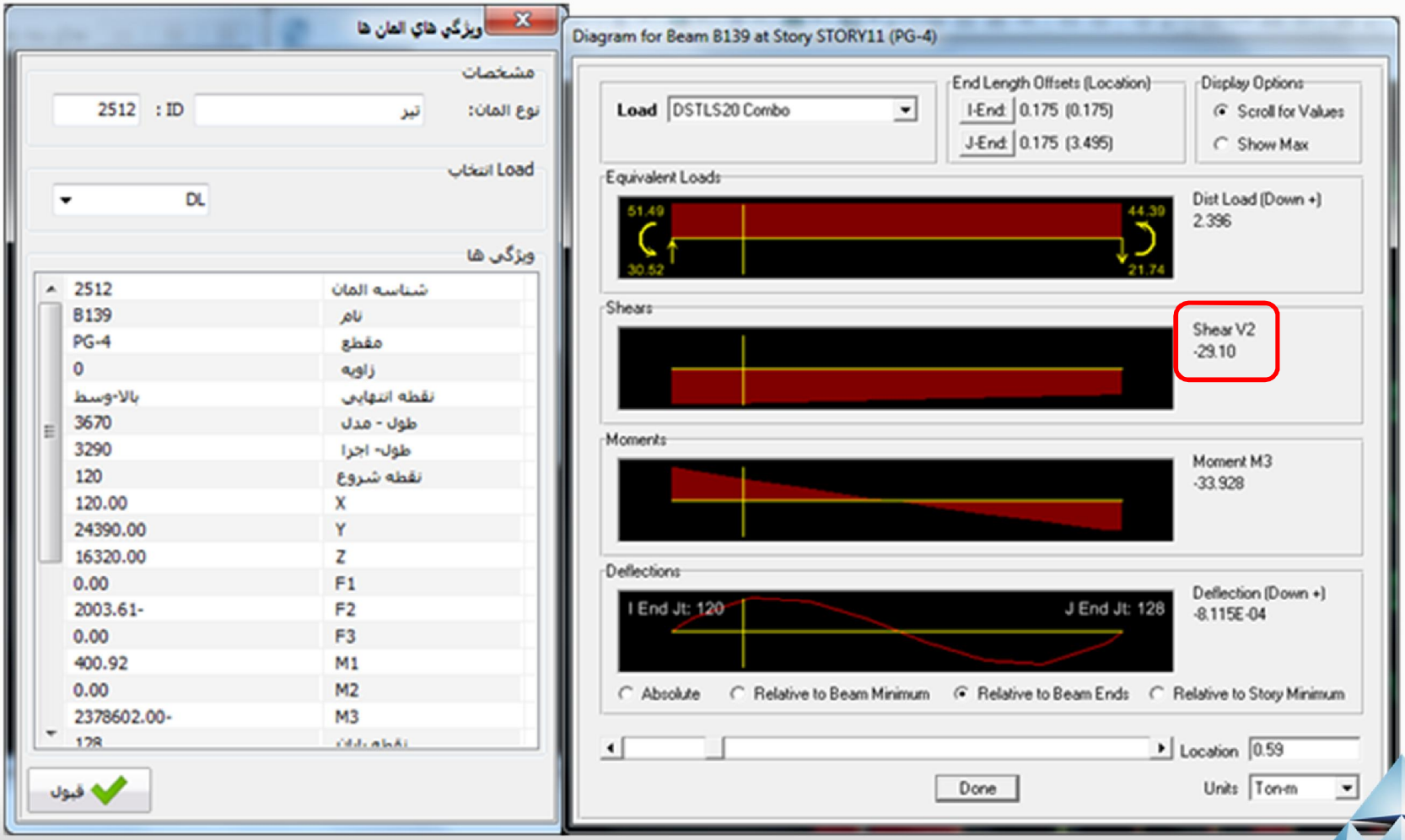
$$\sum M_{pc}^{*} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right)$$

$$M_{pc}^{*} = 3968.75(cm^3) \times \left[2.4 \left(\frac{ton}{cm^2} \right) - \frac{270.64(ton)}{325\ (cm^2)} \right] = 62.2(ton.m)$$

$$\sum M_{pc}^{*} = 44.17 + 62.2 = 106.37\ (\text{ton.m})$$

کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۳–۳: B139



کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۳–۳: B139

S_h =44.0 cm

L_h =244 cm

$Z_b = 2840.00cm^3$

$M_p = Z_b F_y = 2840 \times 2400 = 68.16(ton.m)$

R_y =1.15

$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} = \frac{2400+3700}{2\times2400} \leq 1.2 \rightarrow C_{pr} = 1.2$

$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.15 \times 1.2 \times 68.16 = 94.06\ (ton.m)$

$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 94.06}{2.44} = 77.098 \cong 77.1\ (ton)$

$M_{uv} = (V + V_{pr}) \times (S_h + d_c) = (29.1 + 77.1) \times (0.44 + 0.15)$
$= 62.658\ (ton.m)$

نام	مقدار
A	15200
J	1668249.984
I33	572266666.666667
I22	90017066.666667
I23	0
AS2	3499.753229
AS3	10479.453097
Z33	2840000
Z22	906400
W33	2601212.121212
W22	600113.777778
r33	194.033819
r22	76.955672
Xcg	0
Ycg	0
Xpna	0
Ypna	0

قبول

کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۳-۳: B139

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۱	ستون: C۲۳	راستای محلی ستون : ۳۳

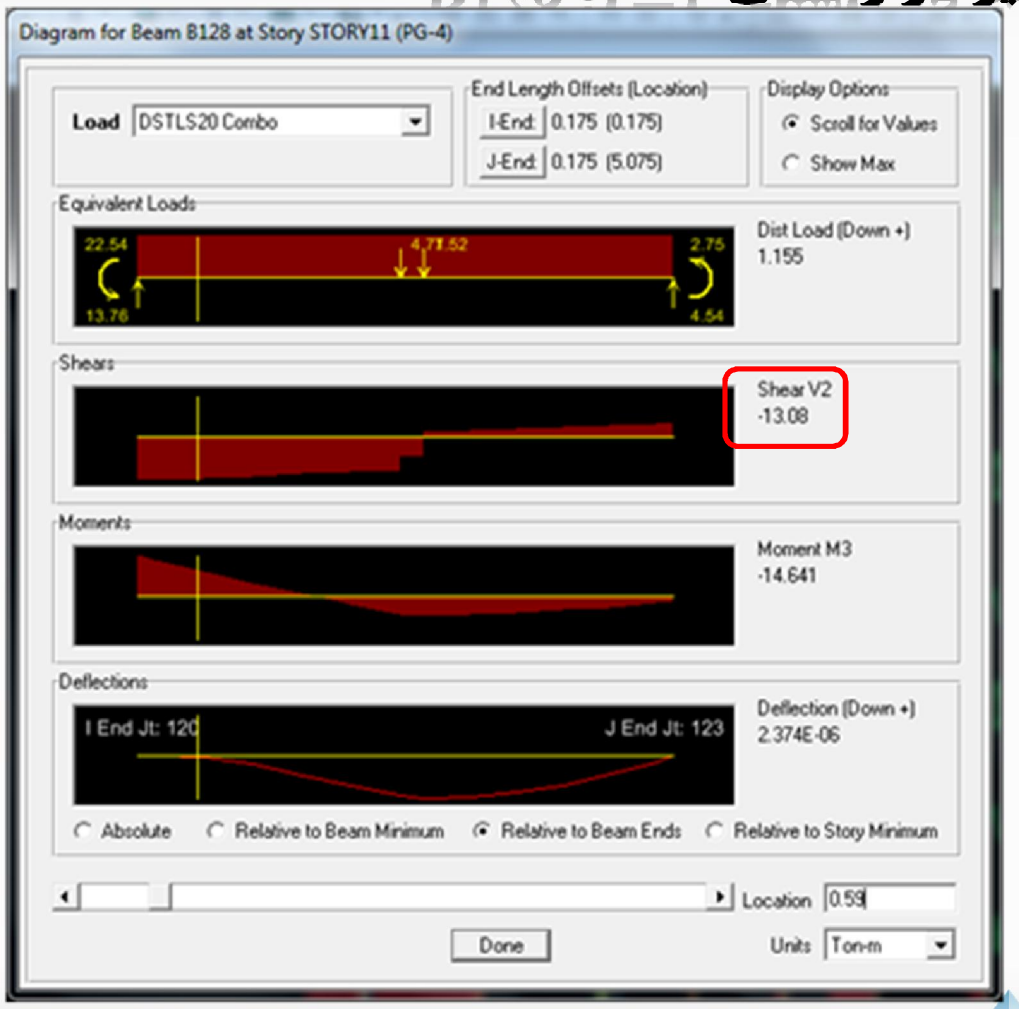
ستون بالایی گره				ستون پایین گره				ترکیب بار بحرانی
M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	
۴۴.۱۷	۲۳۲.۸۵	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰	۶۲.۲۰	۲۷۰۶۴	۳۹۶۸.۷۵	۳۲۵.۰۰	DSTLS۱۲

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B۱۲۸	۲۸۴۰.۰۰	۵۲۵.۰	۴۰۲.۰	DSTLS۲۰	-۱۳.۰۵	۴۶.۸۰	۹۴.۰۶	۰.۰۰
B۱۳۹	۲۸۴۰.۰۰	۳۶۷.۰	۲۴۴.۰	DSTLS۲۰	-۲۹.۰۴	۷۷.۱۰	۹۴.۰۶	-۱۵۹.۶۳

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} = \frac{106.37}{94.06+62.658} = 0.678 < 1 \quad \times \textit{Fail}$$

کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۲–۲: B128



کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۲–۲: B128

نام	مقدار
A	15200
J	1668249.984
I33	572266666.666667
I22	90017066.666667
I23	0
AS2	3499.753229
AS3	10479.453097
Z33	2840000
Z22	906400
W33	2601212.121212
W22	600113.777778
r33	194.033819
r22	76.955672
Xcg	0
Ycg	0
Xpna	0
Ypna	0

قبول

$S_h = 44.0\,cm$

$L_h = 402.0\,cm$

$Z_b = 2840.00 cm^3$

$M_p = Z_b F_y = 2840 \times 2400 = 68.16(ton.m)$

$R_y = 1.15$

$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} = \frac{2400+3700}{2\times2400} \leq 1.2 \rightarrow C_{pr} = 1.2$

$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.15 \times 1.2 \times 68.16 = 94.06\ (ton.m)$

$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2\times94.06}{4.02} = 46.796 \cong 46.8\ (ton)$

$M_{uv} = (V \pm V_{pr}) \times [\pm(S_h + d_c)] = (13.08 + 46.8) \times (0.44 + 0.15) = 35.33\ (ton.m)$

کنترل یک گره معیوب

تیر در راستای ۲–۲: B128

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۱	ستون: C۲۳	راستای محلی ستون : ۲۲

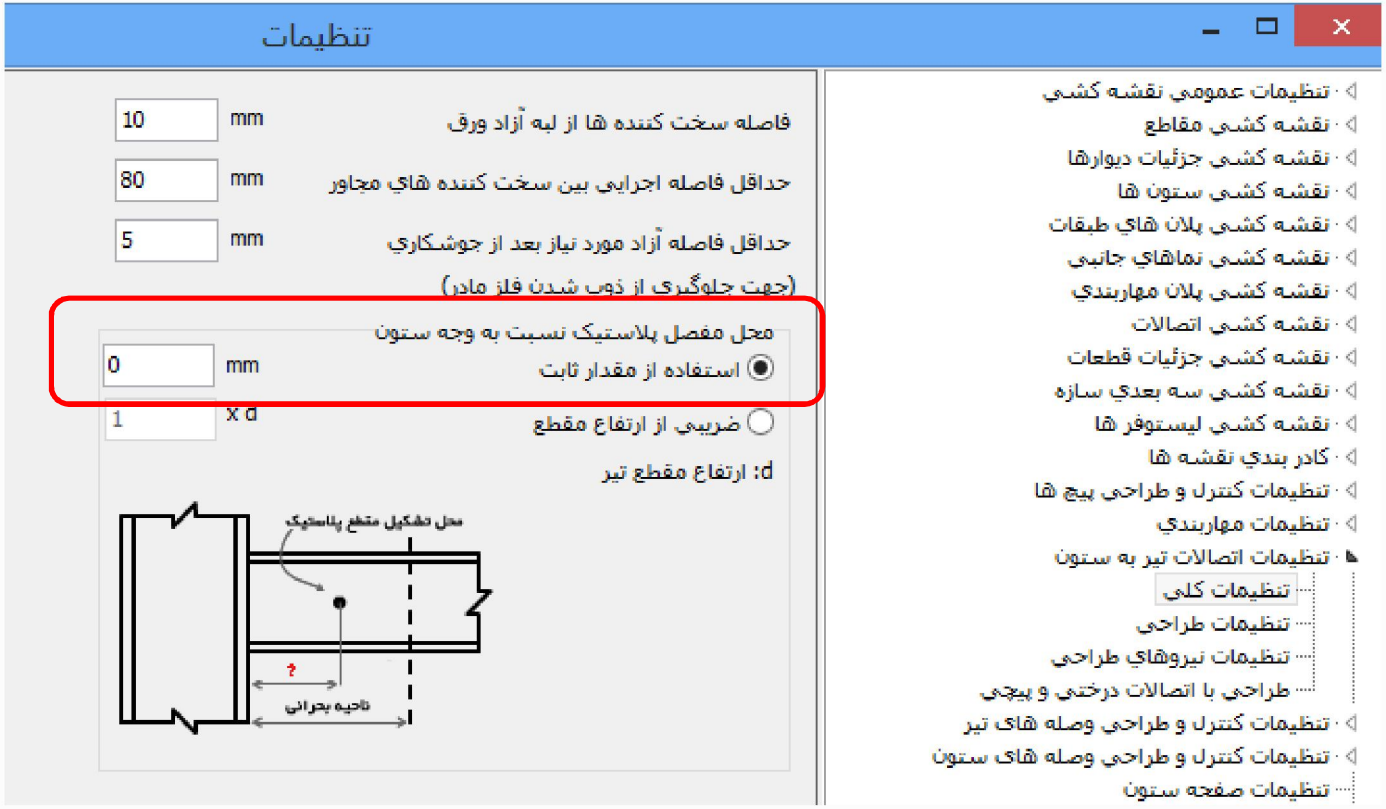
ستون بالایی گره				ستون پایین گره				ترکیب بار بحرانی
M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	
۴۴.۱۷	۲۲۲.۸۵	۲۸۴۳.۷۵	۲۷۵.۰۰	۶۲.۲۰	۲۷۰.۶۴	۳۹۶۸.۷۵	۳۲۵.۰۰	DSTLS۱۲

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B۱۲۸	۲۸۴۰.۰۰	۵۲۵.۰	۴۰۲.۰	DSTLS۱۲	-۲۶.۶۰	۴۶.۸۰	۹۴.۰۶	-۱۳۹.۳۴
B۱۲۹	۲۸۴۰.۰۰	۳۶۷.۰	۲۴۴.۰	DSTLS۱۲	-۷.۶۰	۷۷.۱۰	۹۴.۰۶	۰.۰۰

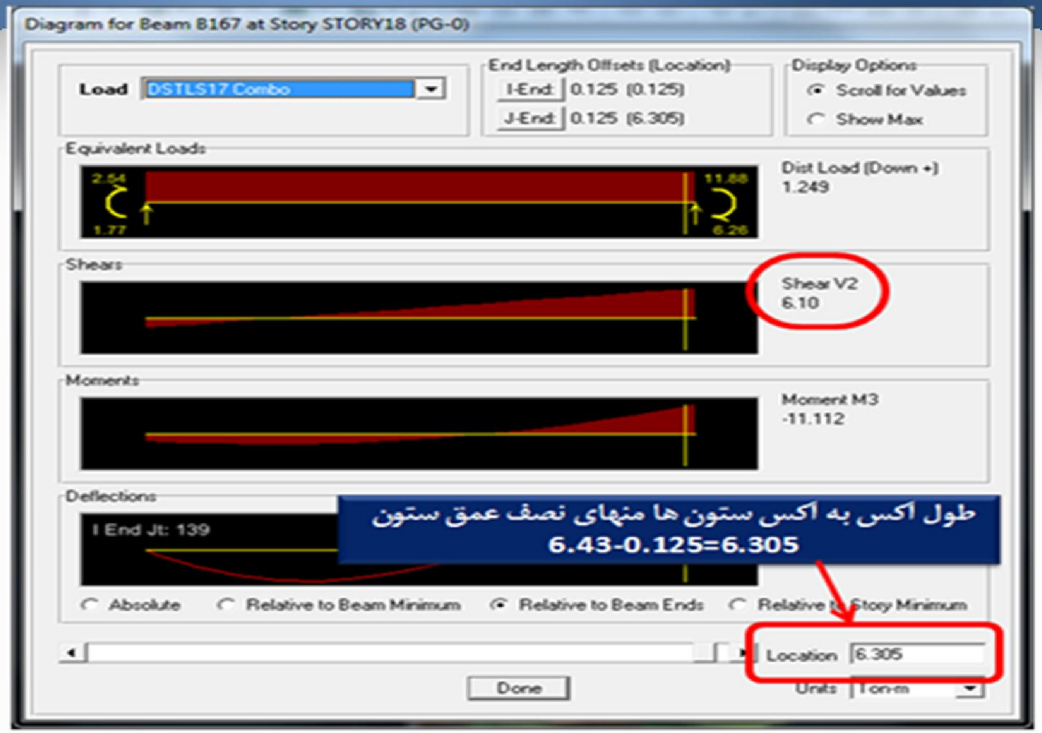
$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} = \frac{106.37}{94.06+35.33} = 0.822 < 1 \quad \times \textit{Fail}$$

کنترل یک گره معیوب

در صورتی که در تنظیمات محل تشکیل مفصل پلاستیک در محل بر ستون قرار داده شود



کنترل یک گره معیوب



دفترچه محاسبات سازه نگار

فاصله مفصل پلاستیک تا بر ستون	$S_h = ۰.۰\ cm$	
فاصله وصله تیر تا بر ستون	$S_s = ۱۲۰.۵\ cm$	
فاصله بین مفاصل پلاستیک تیر	$L_h = ۶۱۸.۰\ cm$	
اساس مقطع پلاستیک تیر	$Z_b = ۹۰۳.۷۵ cm^۳$	
لنگر پلاستیک تیر	$M_p = Z_b F_y$	$M_p = ۲۱.۶۹\ ton.m$

کنترل یک گره معیوب

$$Z_b = 903.75\ (cm^3), L_h = 618$$

$$M_p = Z_b \times F_y = 903.75(cm^3) \times 2400\,(kg/cm^2) = 21.69\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr}.R_y.M_p = 1.15 \times 1.2 \times 21.69 = 29.93\ (ton.m)$$

$$V_{pr} = \frac{2 \times M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 29.93}{6.18} = 9.69$$

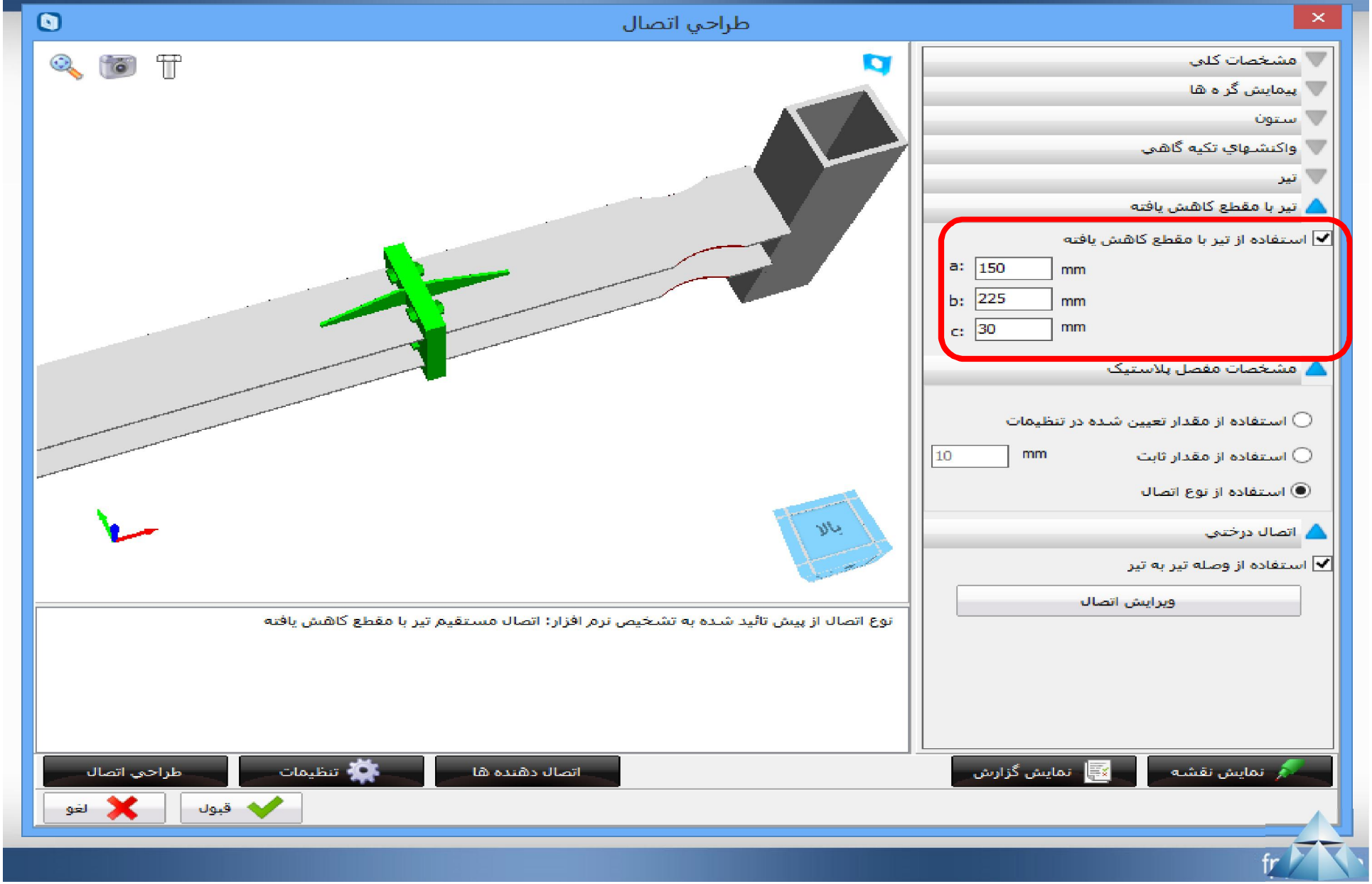
$$M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = M_{pr} \pm (V_p \pm V) \times {}^{d_c}/_{2} = 29.93 + (9.69 + 6.1) \times 0.125 = 31.9\ (ton.m)$$

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY۱۸	ستون: C۲۲	راستای محلی ستون : ۲۲

ترکیب بار بحرانی	ستون بالایی گره				ستون پایین گره			
	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c ($cm^۳$)	A_g ($cm^۲$)	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c ($cm^۳$)	A_g ($cm^۲$)
DSTLS۱۹	۳۴.۶۵	۴۰.۹۱	۱۵۹۱.۰۰	۱۸۴.۰۰	۳۴.۶۵	۴۰.۹۱	۱۵۹۱.۰۰	۱۸۴.۰۰

تیر	Z ($cm^۳$)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p (ton.m)	M_{pb}^* (ton.m)
B۱۶۷	۹۰۳.۷۵	۶۴۳.۰	۶۱۸.۰	DSTLS۱۷	۶.۱۰	۹.۶۹	۲۹.۹۳	۳۱.۸۷
B۱۷۱	۱۱۰۰.۰۰	۸۱۱.۰	۷۸۵.۵	DSTLS۱۷	۱۱.۰۷	۱۷.۷۱	۶۹.۵۵	۰.۰۰

امکان محاسبه محل دقیق تشکیل مفصل پلاستیک در اتصالات از پیش تایید شده



امکان محاسبه محل دقیق تشکیل مفصل پلاستیک در اتصالات از پیش تایید شده

جدول ۸-فاصله مفصل پلاستیک از بر ستون انواع اتصال

نوع اتصال		Sh
اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته	REDUCED BEAM SECTION (RBS)	$a+\frac{b}{۲}$

$$a+\frac{b}{2}=150\,(\mathrm{mm})+\frac{225(mm)}{2}=262.5\ (\mathrm{mm})$$

دفترچه محاسبات سازه نگار

روند محاسبه نیروهای اتصال وصله تیر

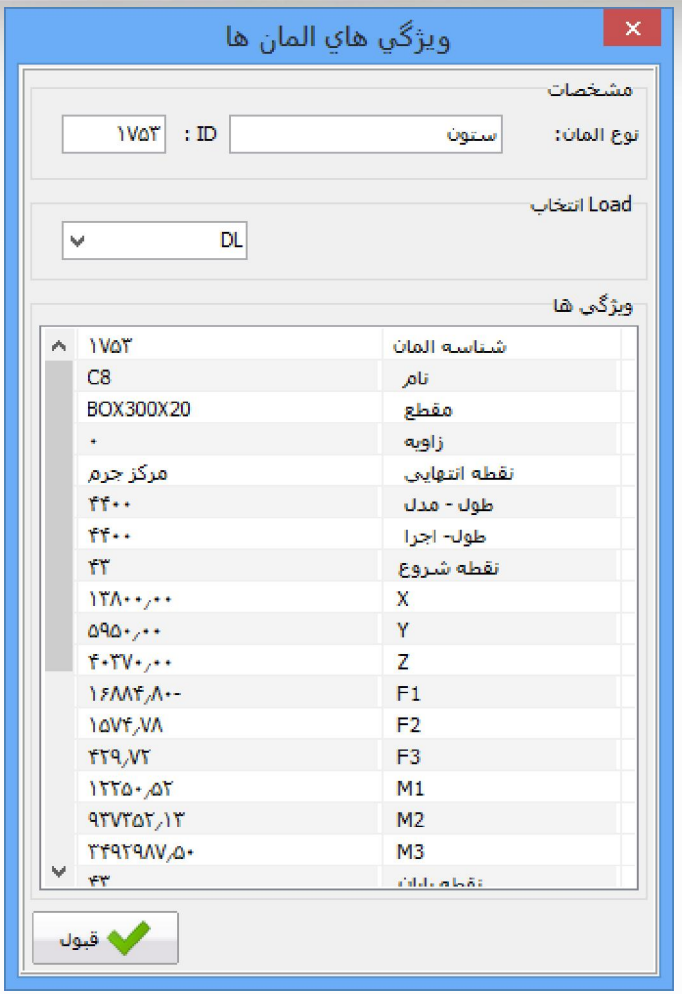
اطلاعات اولیه

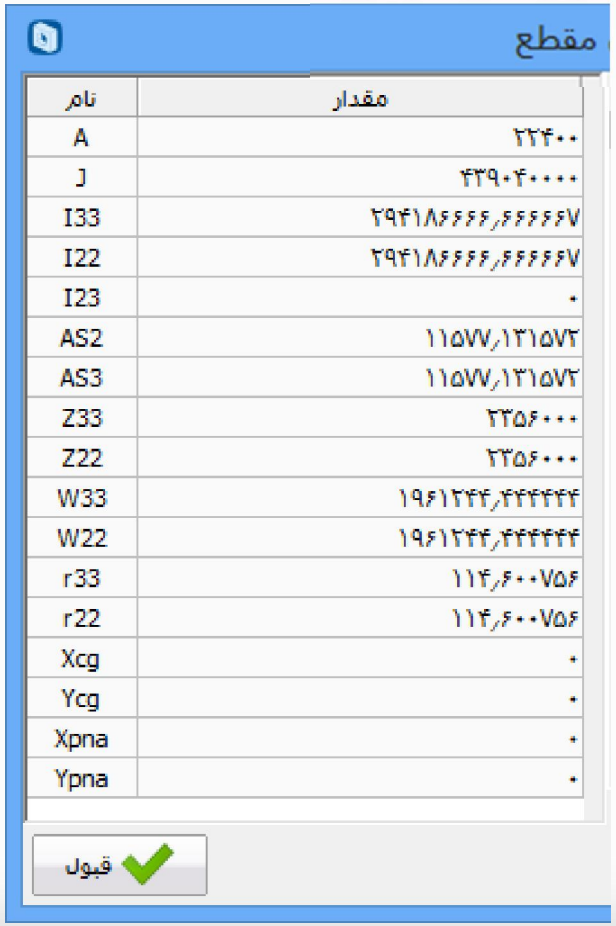
فاصله مفصل پلاستیک تا بر ستون

$S_h = 26.3\ cm$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

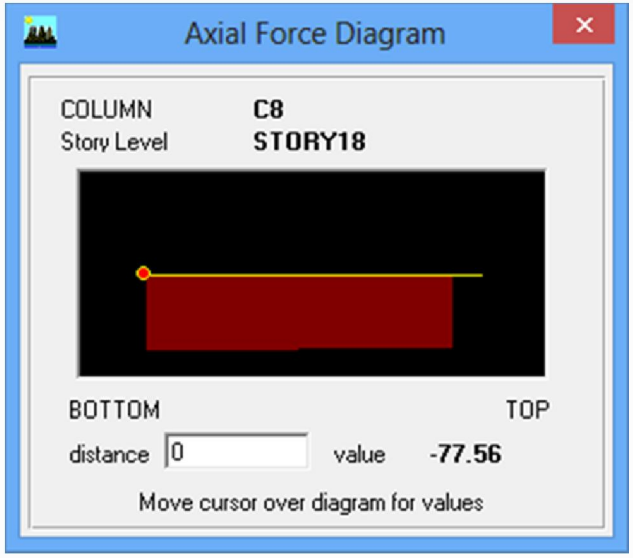
ستون های متصل به گره





کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

ستون های متصل به گره



$$\sum M_{pc}^{*} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right)$$

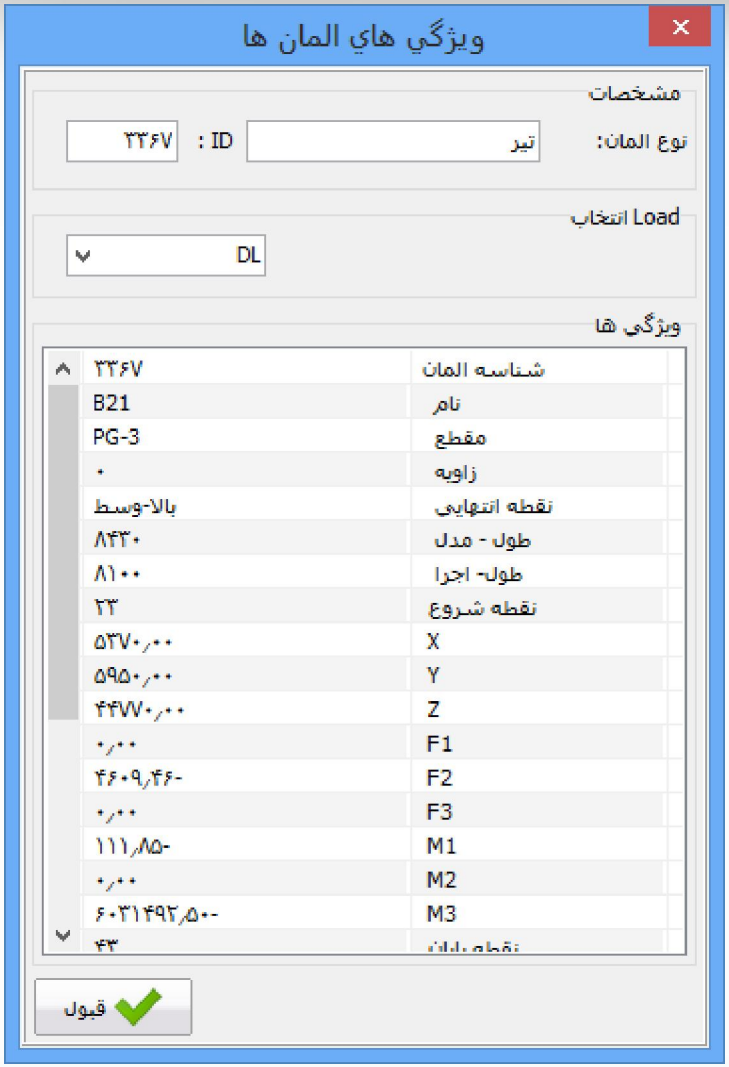
$$M_{pc}^{*} = 2356(cm^3) \times \left(2.4 \left(\frac{ton}{cm^2}\right) - \frac{77.56(ton)}{224\ (cm^2)} = 48.386(ton.m)\right.$$

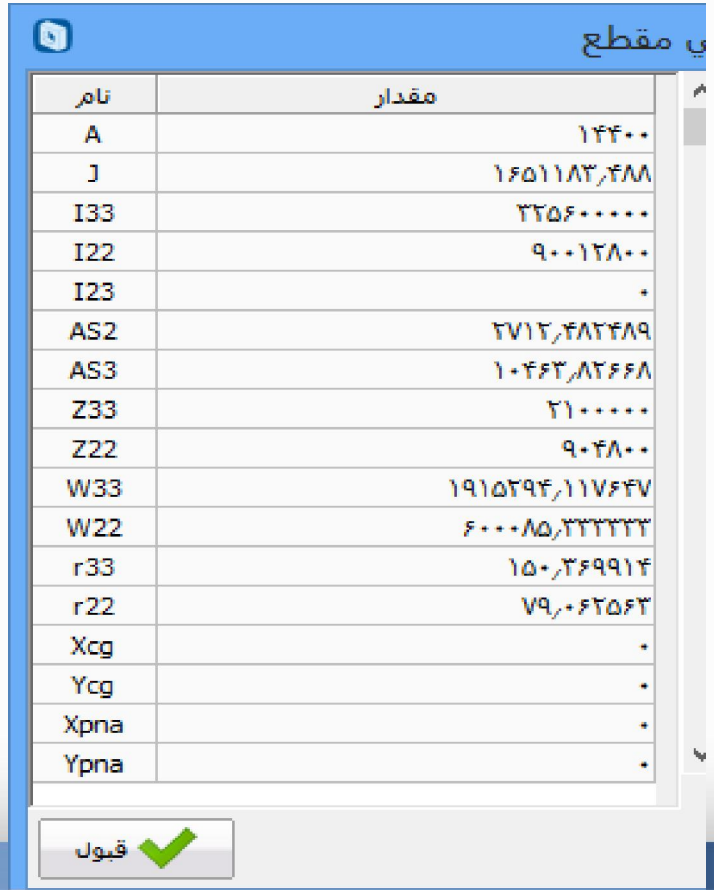
$$\sum M_{pc}^{*} = 48.386 + 48.386 = 96.772\ (ton.m)$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

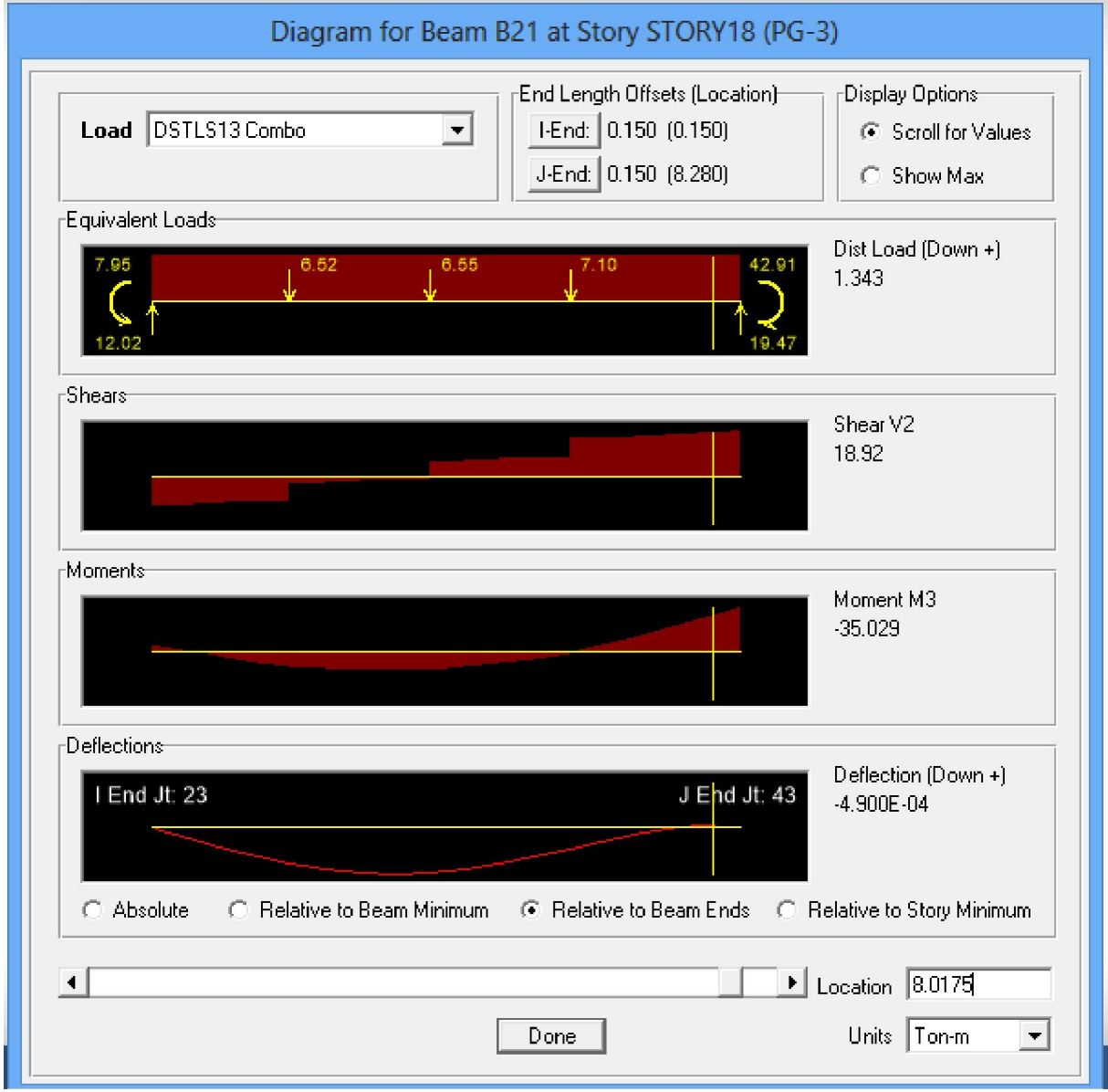
تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۲-۲: B21





کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال



تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۲–۲: B21

8.43-0.15-0.2625=8.0175 m

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

$$S_h = 26.25\,cm,\ L_h = 760.5\,cm\ ,\ Z_{33} = 2100\,cm^3,\ A = 152\,cm^2$$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400 + 3700}{2 \times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$M_p = Z_b F_y = 2100 \times 2400 = 50.40\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 50.40 = 69.552 (\text{ton.m})$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 69.552}{7.605} = 18.29(ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr} R_y Z F_y + M_{uv} = 69.552 + M_{uv}$$

$$M_{uv} = \left(V + V_p\right) \times (S_h + d_c) = (18.92 + 18.29) \times (0.2625 + 0.15) = 15.35$$

$$\rightarrow M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = 69.552 + 15.35 = 84.902\ (ton.m)$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۲-۲: B21

$$\frac{\sum M_{pc}^{*}}{\sum M_{pb}^{*}} = \frac{96.772}{84.902} = 1.14 > 1 \quad \checkmark$$

نام طبقه : STORY18							تراز طبقه : 44.77 m						
کنترل محاسبات در راستای ۳۳							کنترل محاسبات در راستای ۲۲						
کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^{*}$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی		ستون	کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^{*}$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی		ستون
				برشی	فشاری						برشی	فشاری	
✓	2.659	36.39	96.77	DSTLS18	DSTLS13		✓	1.140	84.92	96.77	DSTLS13	DSTLS13	C8

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY18	ستون: C8	راستای محلی ستون : 22

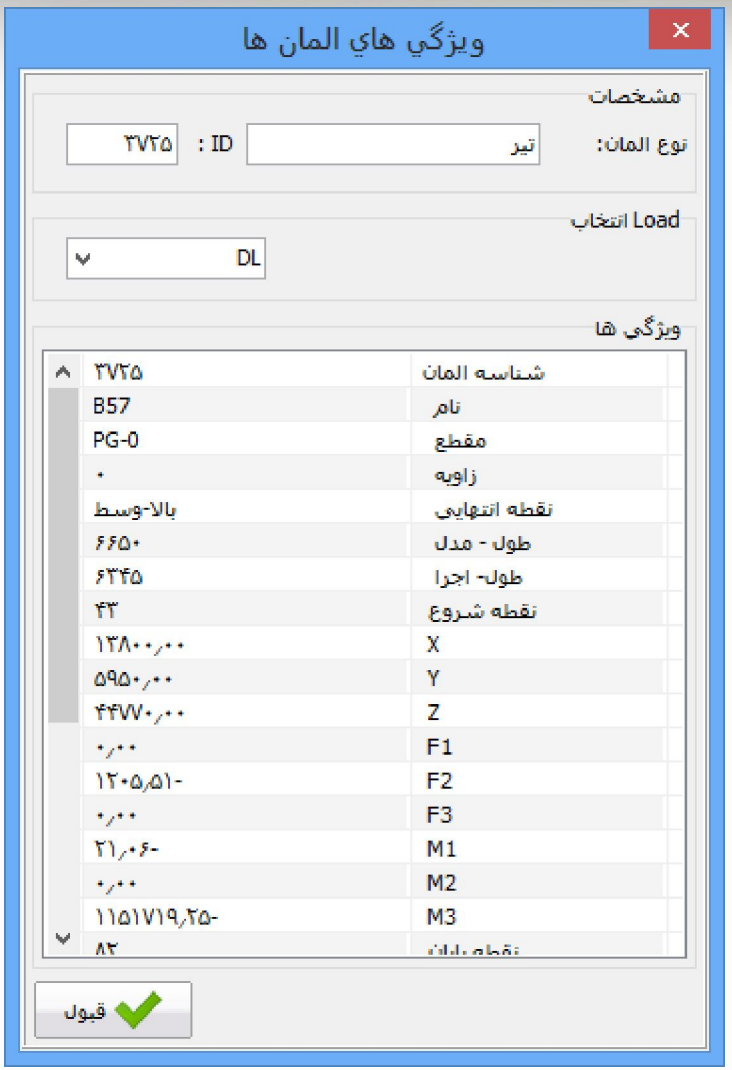
ستون بالایی گره				ستون پایین گره				ترکیب بار بحرانی
M_{pc}^{*} (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^{*} (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	
48.39	77.56	2356.00	224.00	48.39	77.56	2356.00	224.00	DSTLS13

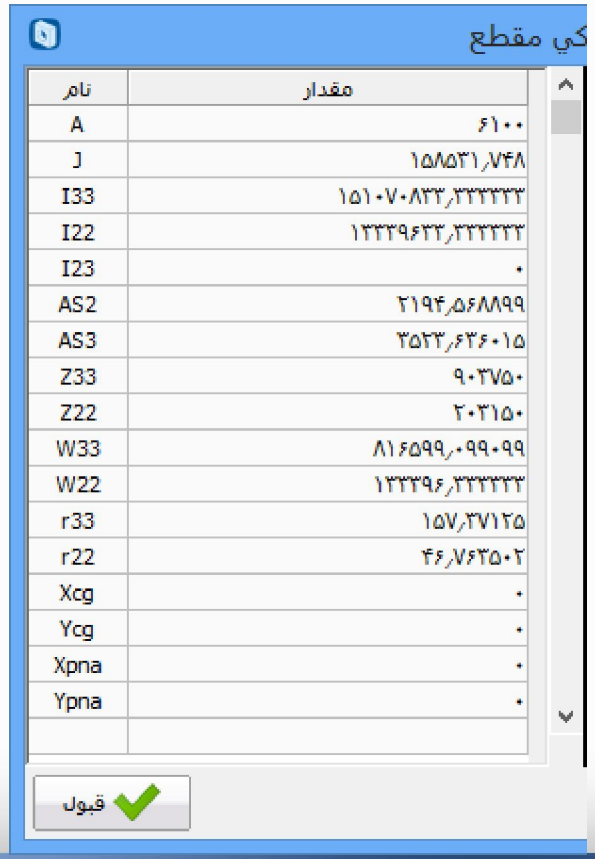
تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p ($ton.m$)	M_{pb}^{*} ($ton.m$)
B21	2100.00	843.0	760.5	DSTLS13	18.92	18.29	69.55	-84.92
B57	903.75	665.0	577.8	DSTLS13	-4.07	10.36	29.93	0.00

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۳-۳: B 57

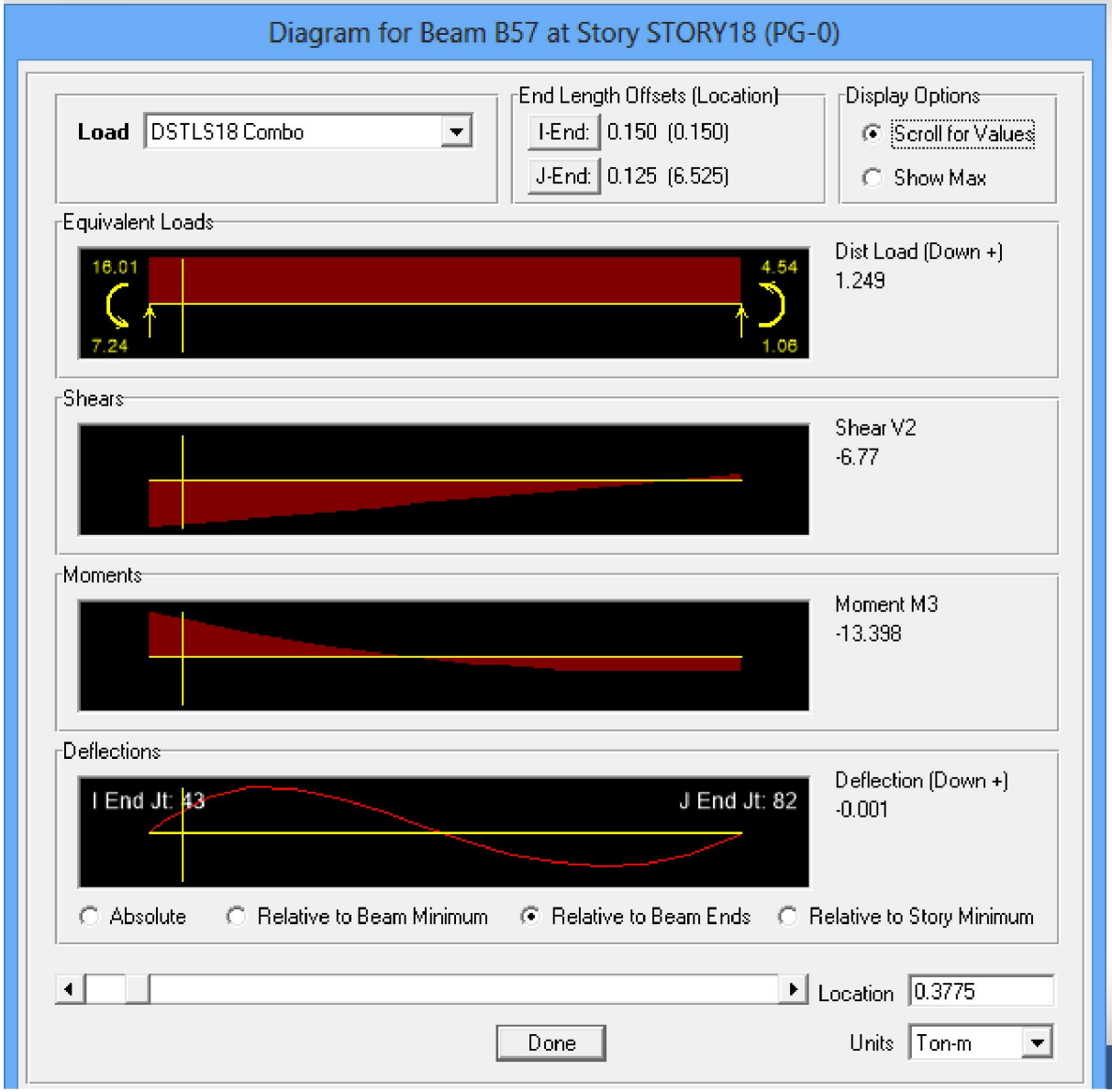




کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۳-۳: B 57



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

تیر در راستای ۳-۳: B 57

$$S_h = 22.75\,cm,\ L_h = 577.8\,cm\ ,\ Z_{33} = 903.75\,cm^3,\ A = 61\,cm^2$$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400 + 3700}{2 \times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$M_p = Z_b F_y = 903.75 \times 2400 = 21.69\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 21.69 = 29.9322(\text{ton.m})$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 29.9322}{577.8} = 10.36(ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr} R_y Z F_y + M_{uv} = 29.9322 + M_{uv}$$

$$M_{uv} = \left(V + V_p\right) \times (S_h + d_c) = (6.77 + 10.36) \times (0.2275 + 0.15) = 6.44$$

$$\rightarrow M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = 29.9322 + 6.44 = 36.37\ (ton.m)$$

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} = \frac{96.772}{36.37} = 2.66 > 1 \quad \checkmark$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار با تغییر پیش فرض محل تشکیل مفصل پلاستیک بر اساس نوع اتصال

تیرهای متصل به گره

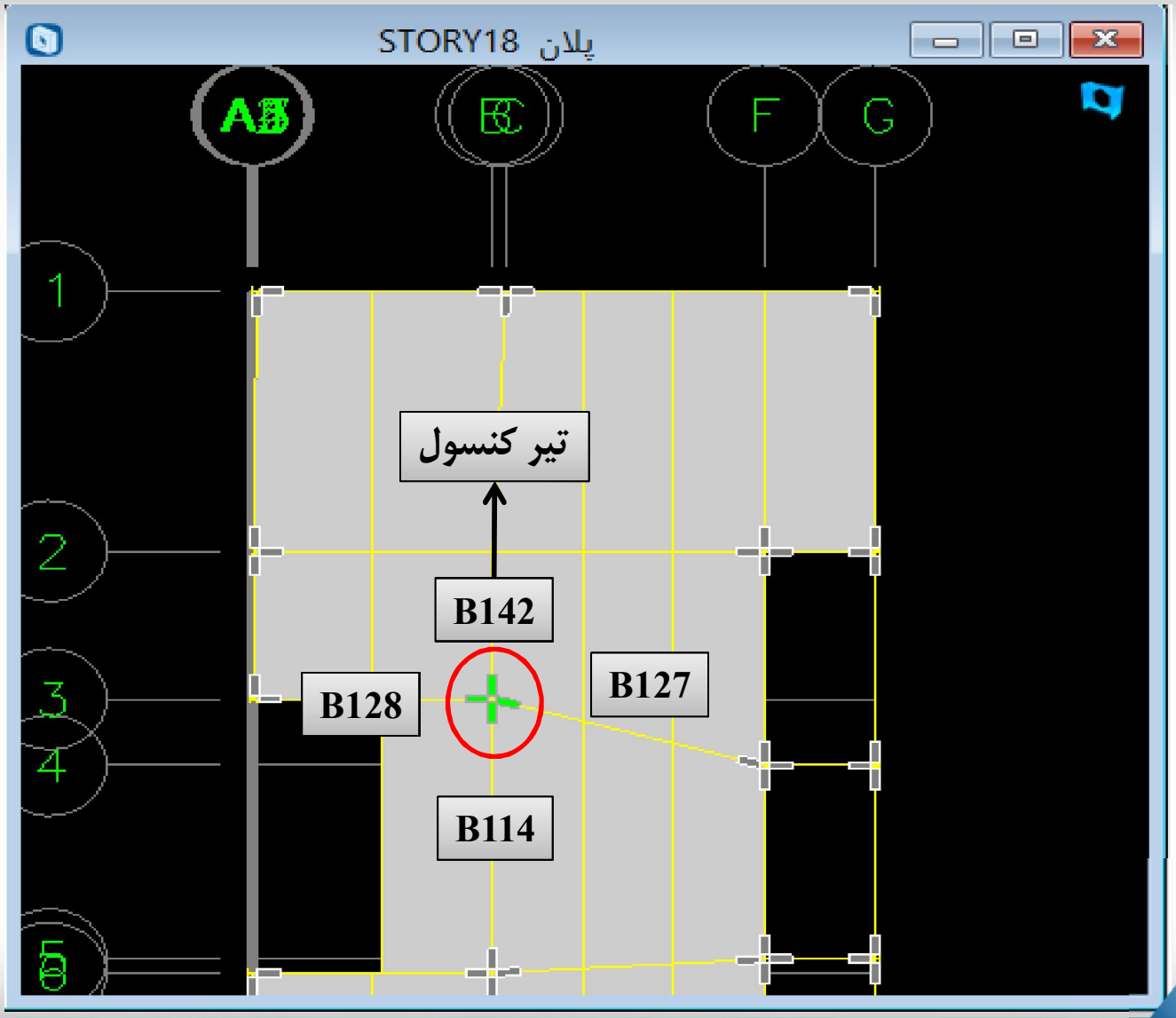
تیر در راستای ۳-۳: B 57

نام طبقه : STORY18							تراز طبقه : 44.77 m						
کنترل محاسبات در راستای ۳۳							کنترل محاسبات در راستای ۲۲						
کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^*$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^*$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی			کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^*$ (ton.m)	$\sum M_{pc}^*$ (ton.m)	ترکیب بار بحرانی		ستون
				برشی	فشاری						برشی	فشاری	
✔	2.659	36.39	96.77	DSTLS18	DSTLS13		✔	1.140	84.92	96.77	DSTLS13	DSTLS13	C8

مشخصات گره :	نام طبقه : STORY18				ستون: C8				راستای محلی ستون : 33
	ستون بالایی گره				ستون پایین گره				
ترکیب بار بحرانی	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* (ton.m)	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	
DSTLS13	48.39	77.56	2356.00	224.00	48.39	77.56	2356.00	224.00	

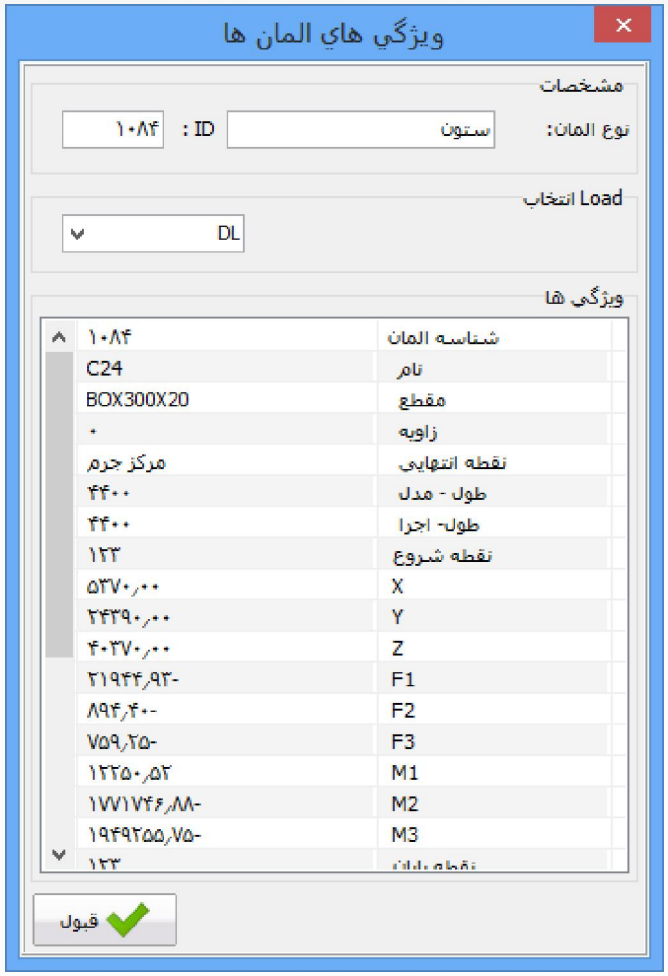
تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p ($ton.m$)	M_{pb}^* ($ton.m$)
B21	2100.00	843.0	760.5	DSTLS18	15.30	18.29	69.55	0.00
B57	903.75	665.0	577.8	DSTLS18	-6.77	10.36	29.93	-36.39

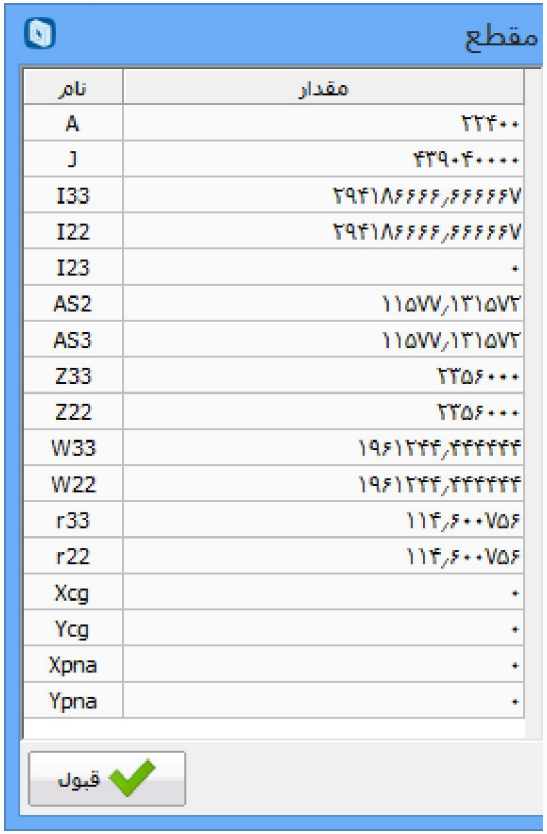
کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

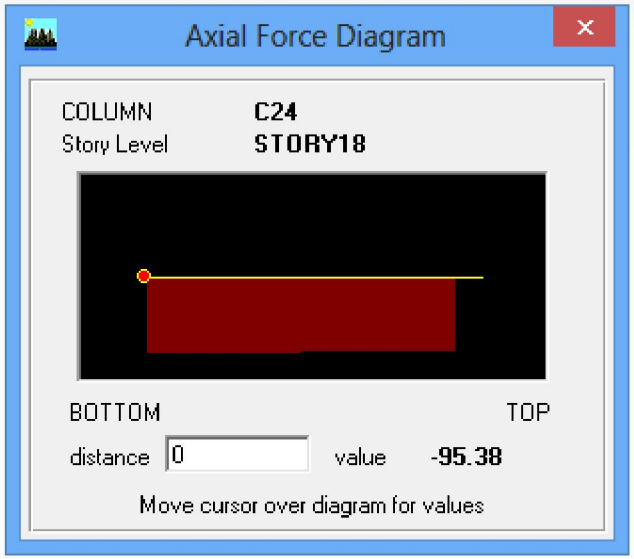
ستون های متصل به گره





کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

ستون های متصل به گره



$$\sum M_{pc}^{*} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right)$$

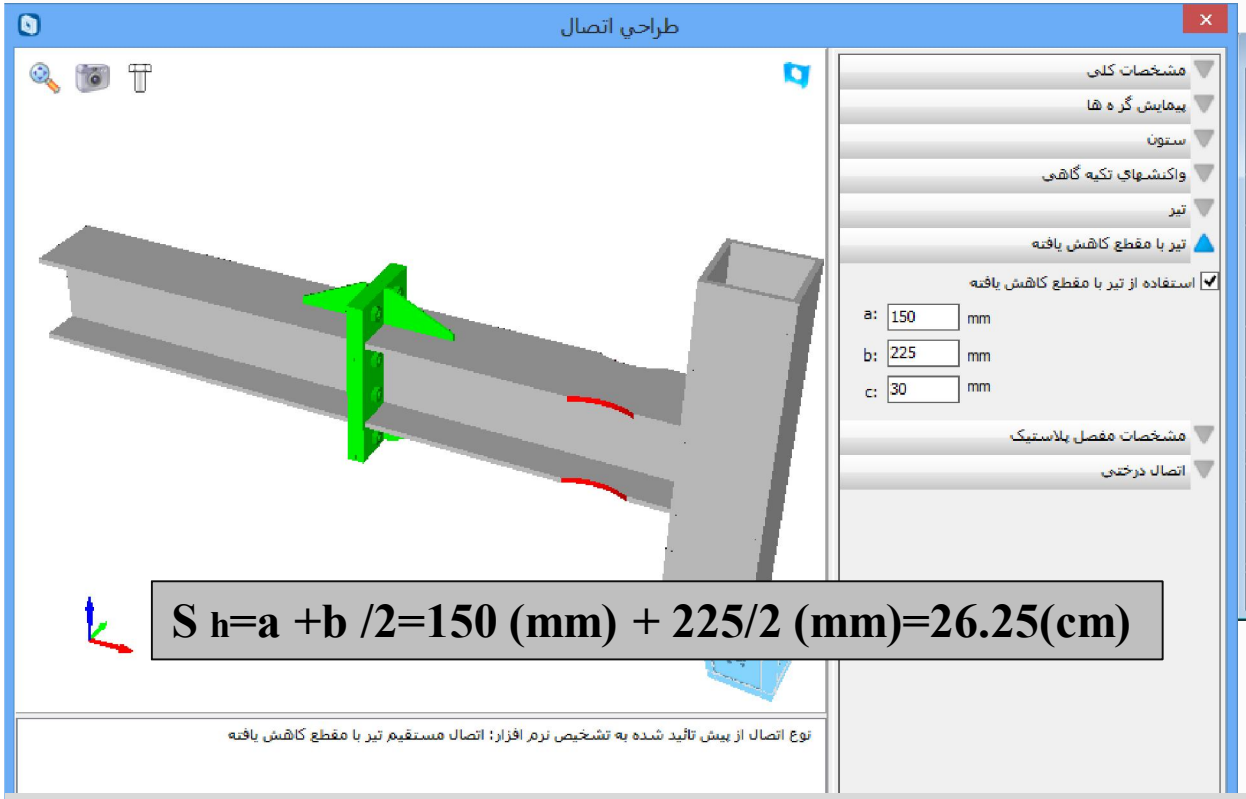
$$M_{pc}^{*} = 2356(cm^3) \times \left[2.4 \left(\frac{ton}{cm^2} \right) - \frac{95.38(ton)}{224\ (cm^2)} \right] = 46.512\ (ton.m)$$

$$\sum M_{pc}^{*} = 46.512(ton.m) + 46.512(ton.m) = 93.024\ (ton.m)$$

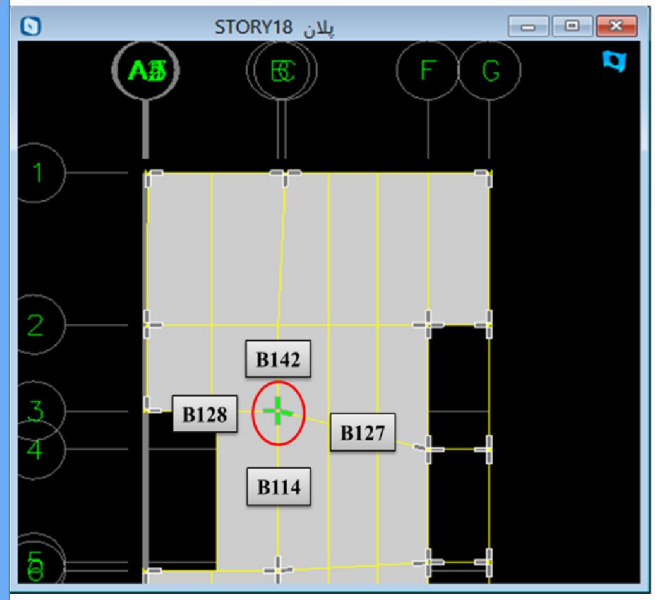
کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B128

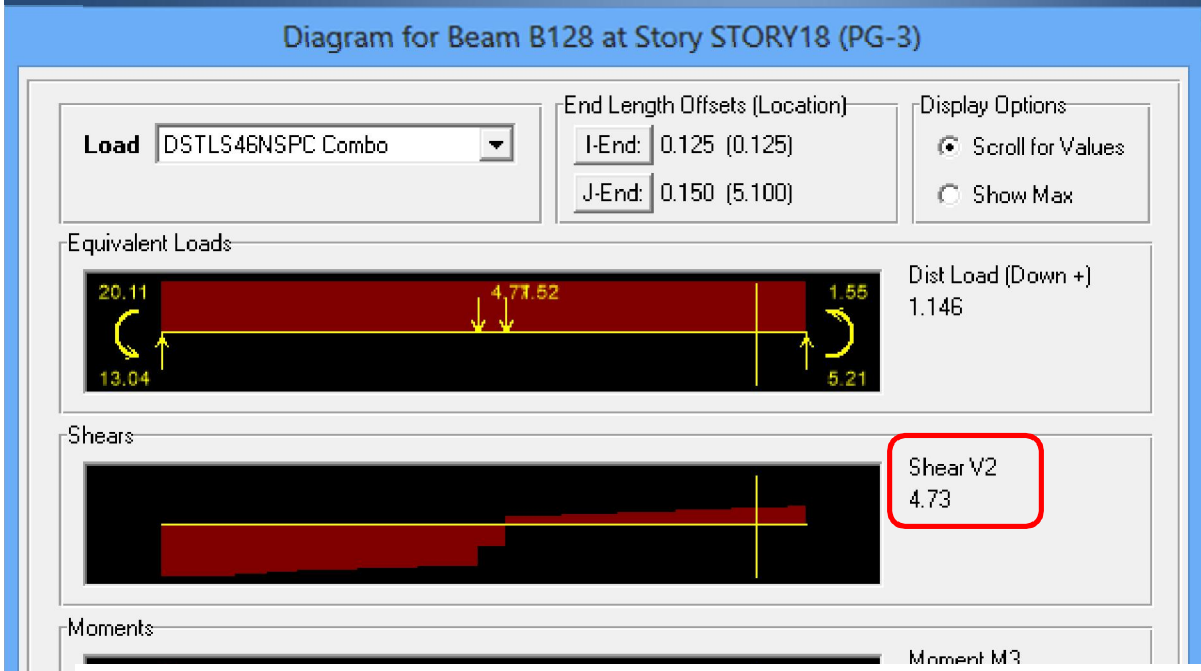


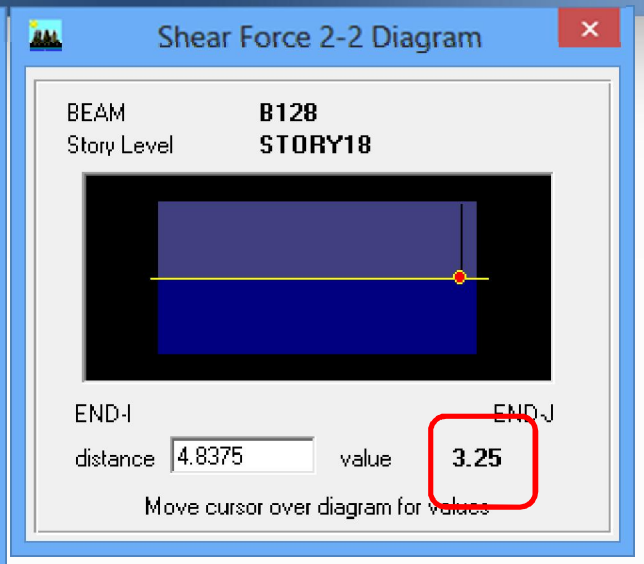
$$S_h = a + b/2 = 150\ (mm) + 225/2\ (mm) = 26.25(cm)$$



ترکیب بار بحرانی این تیر در تشکیل لنگر در محل مفصل پلاستیک ترکیب بار شامل بار طیفی منفی است که ETABS به سادگی قادر به خواندن بار طیفی منفی نیست

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب



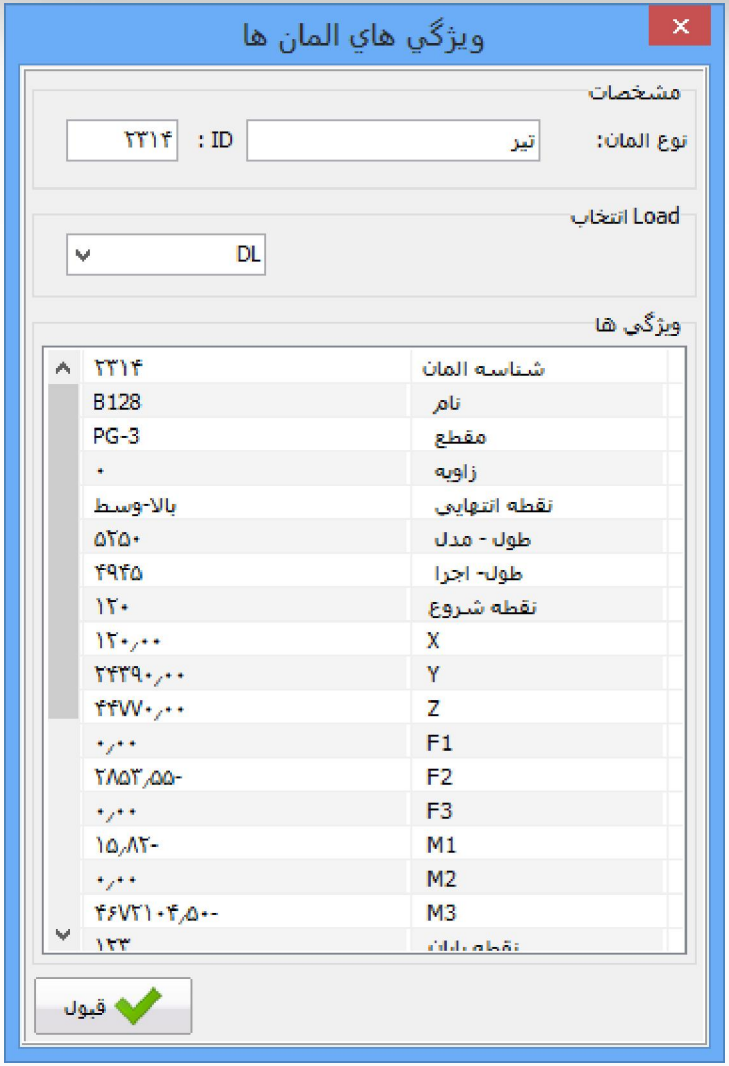


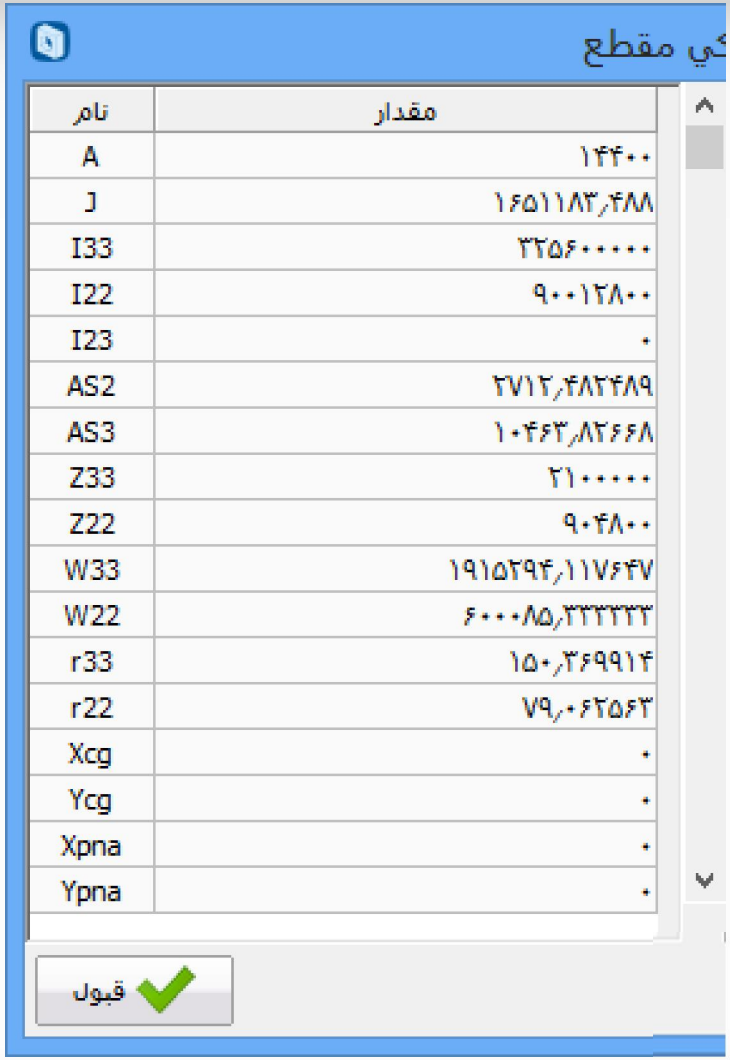
V= 4.73-3.25=1.48 (ton)

مشخصات گره :	نام طبقه: STORY18	ستون: C24	راستای محلی ستون: 22				
	ستون بالایی گره				ستون پایین گره			
ترکیب بار بحرانی	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)
DSTLS12	46.51	95.38	2356.00	224.00	46.51	95.38	2356.00	224.00

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B114	1314.00	679.0	592.8	DSTLS46_Neg	5.64	14.68	43.52	0.00
B127	2100.00	620.3	536.7	DSTLS46_Neg	-15.15	25.92	69.55	71.38
B128	2100.00	525.0	437.3	DSTLS46_Neg	1.49	31.81	69.55	-85.99

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب





کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

$$S_h = 26.25\ cm,\ L_h = 437.3\ cm\ ,\ Z_{33} = 2100\ cm^3,\ A = 144\ cm^2$$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400 + 3700}{2 \times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$M_p = Z_b F_y = 2100 \times 2400 = 50.40\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 50.40 = 69.552(\text{ton.m})$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 69.552}{4.373} = 31.809 \cong 31.81(ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr} R_y Z F_y + M_{uv} = 69.552 + M_{uv}$$

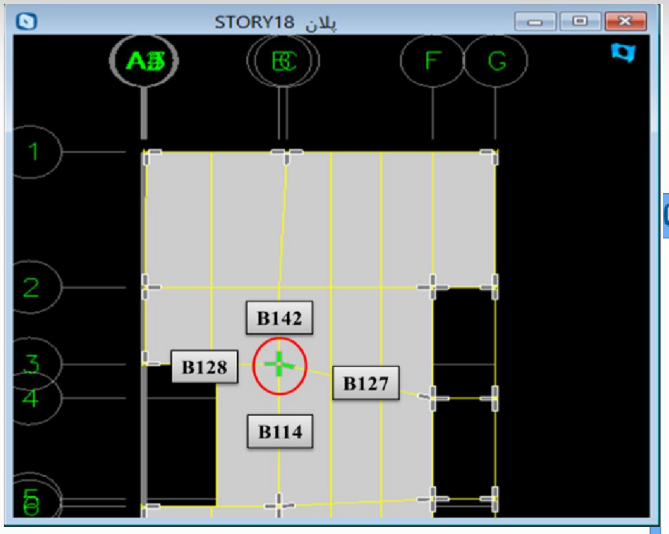
$$M_{uv} = (V + V_p) \times (S_h + d_c) = (1.49 + 31.81) \times (0.2625 + 0.15) = 13.7363\ (ton.m)$$

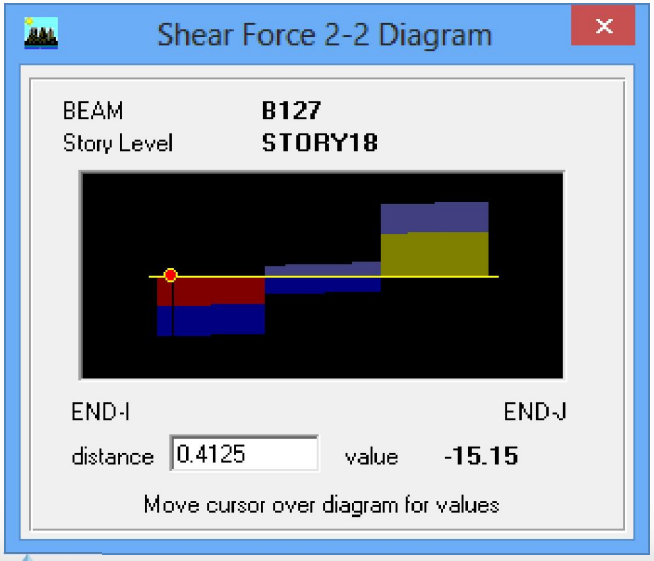
$$\rightarrow M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = 69.552 + 13.7363 = 83.3\ (ton.m)$$

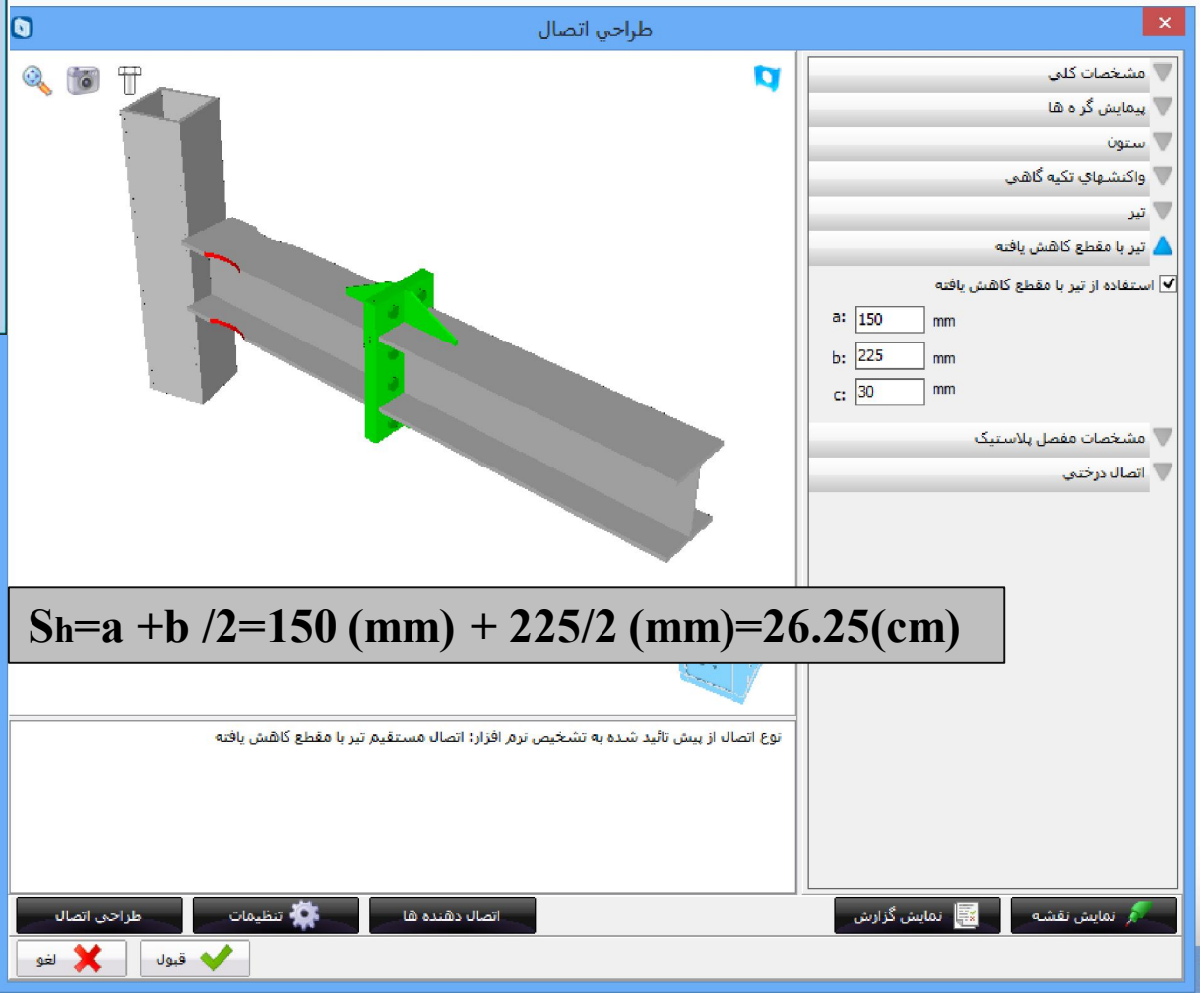
کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B127





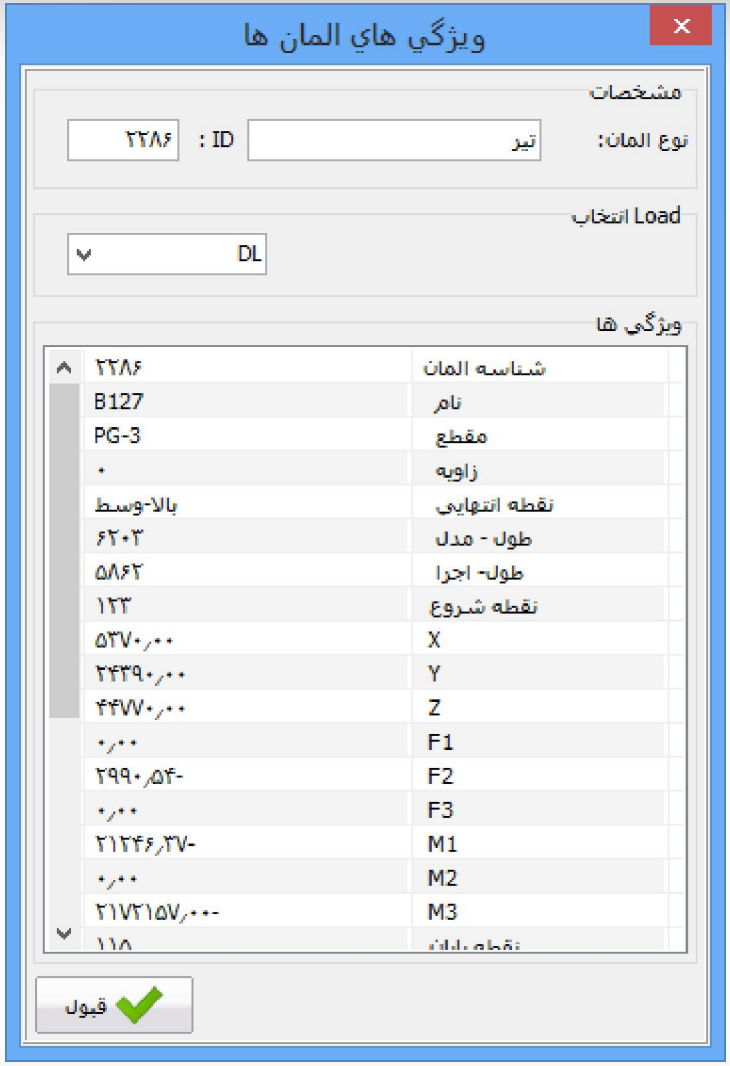


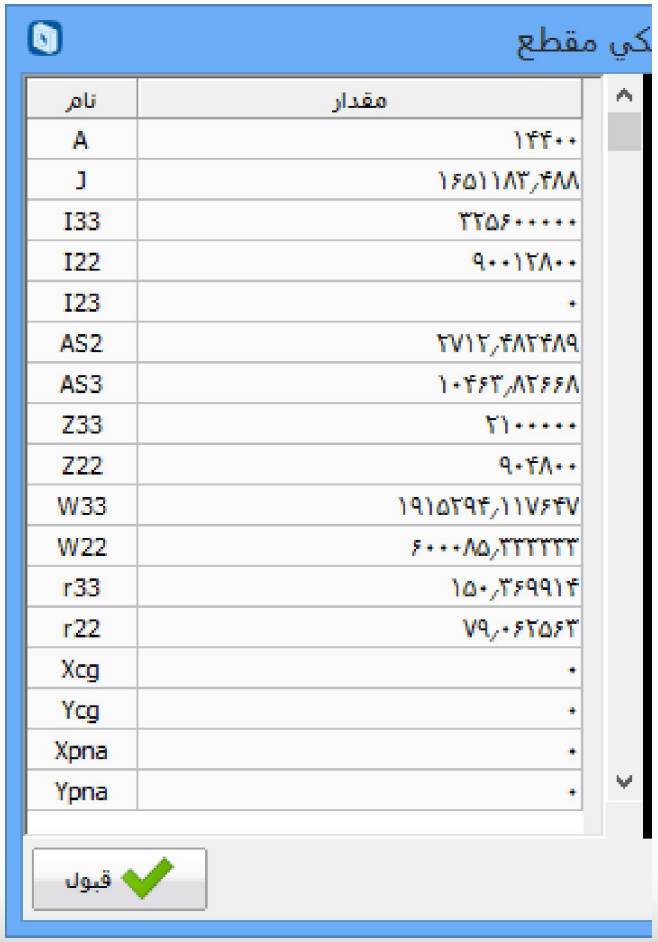
$$Sh=a+b/2=150\ (mm)+225/2\ (mm)=26.25(cm)$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B127





کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B127

$$S_h = 26.25\ cm,\ L_h = 529\ cm\ ,\ Z_{33} = 2100\ cm^3,\ A = 144\ cm^2$$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400 + 3700}{2 \times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$M_p = Z_b F_y = 2100 \times 2400 = 50.40\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 50.40 = 69.552(\text{ton.m})$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 69.552}{5.29} = 26.29(ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr} R_y Z F_y + M_{uv} = 69.552 + M_{uv}$$

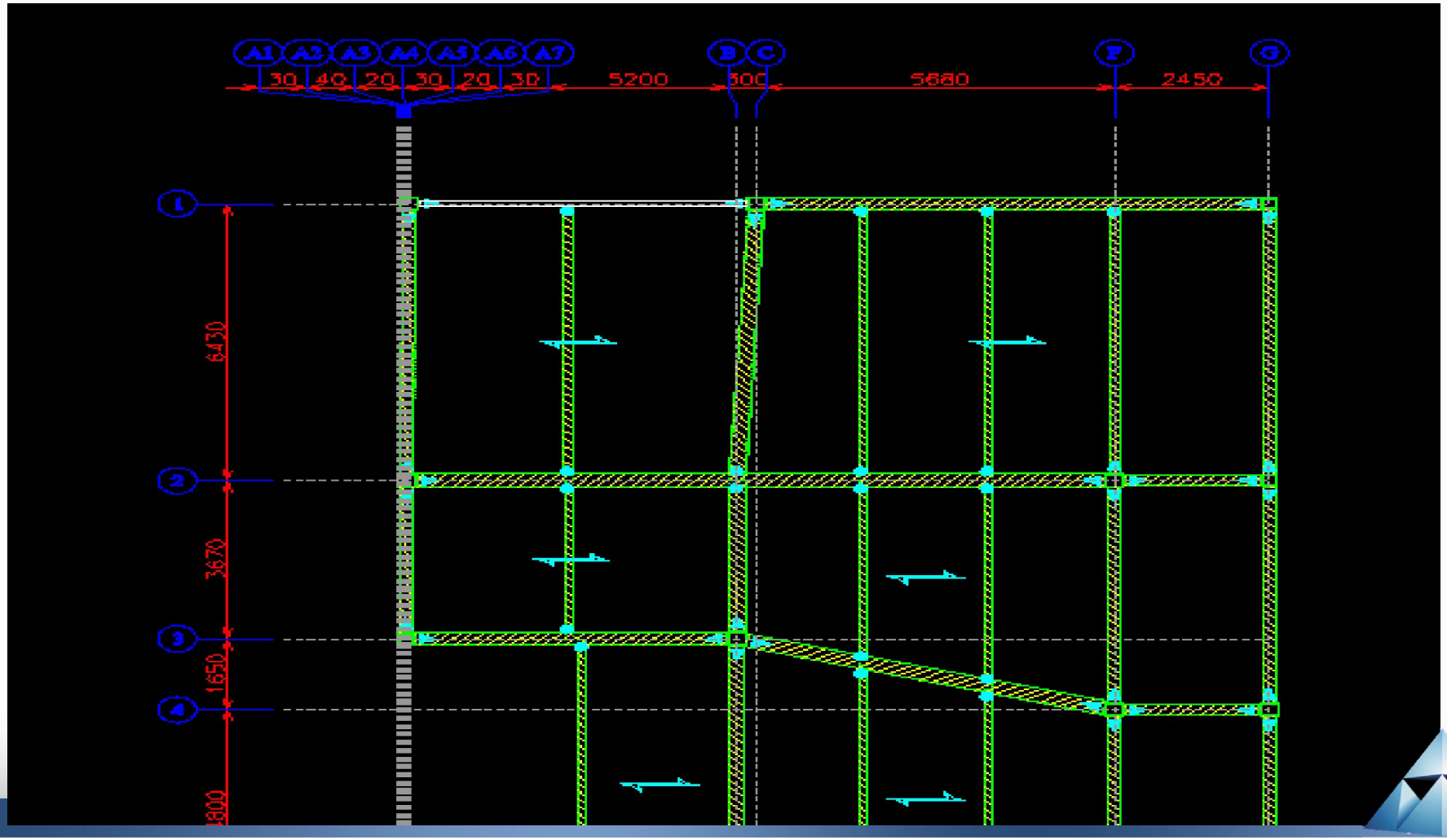
$$M_{uv} = (V + V_p) \times (S_h + d_c) = (-15.15 + 26.29) \times (0.2625 + 0.15) = 4.6$$

$$\rightarrow M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = 69.552 + 4.6 = 74.147\ (ton.m)$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B127



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

B127

زاویه ای که تیر B127 با محور راستای ۲-۲ می سازد

$$\alpha = \tan^{-1}\frac{1650}{5680+300} = 0.2692$$

$$M^*_{pb-in22\,direction} = M^*_{pb} \times \cos\alpha = 74.147 \times \cos(0.2692) = 71.47\ (\text{ton.m})$$

مشخصات گره :	نام طبقه: STORY18	ستون: C24	راستای محلی ستون: 22

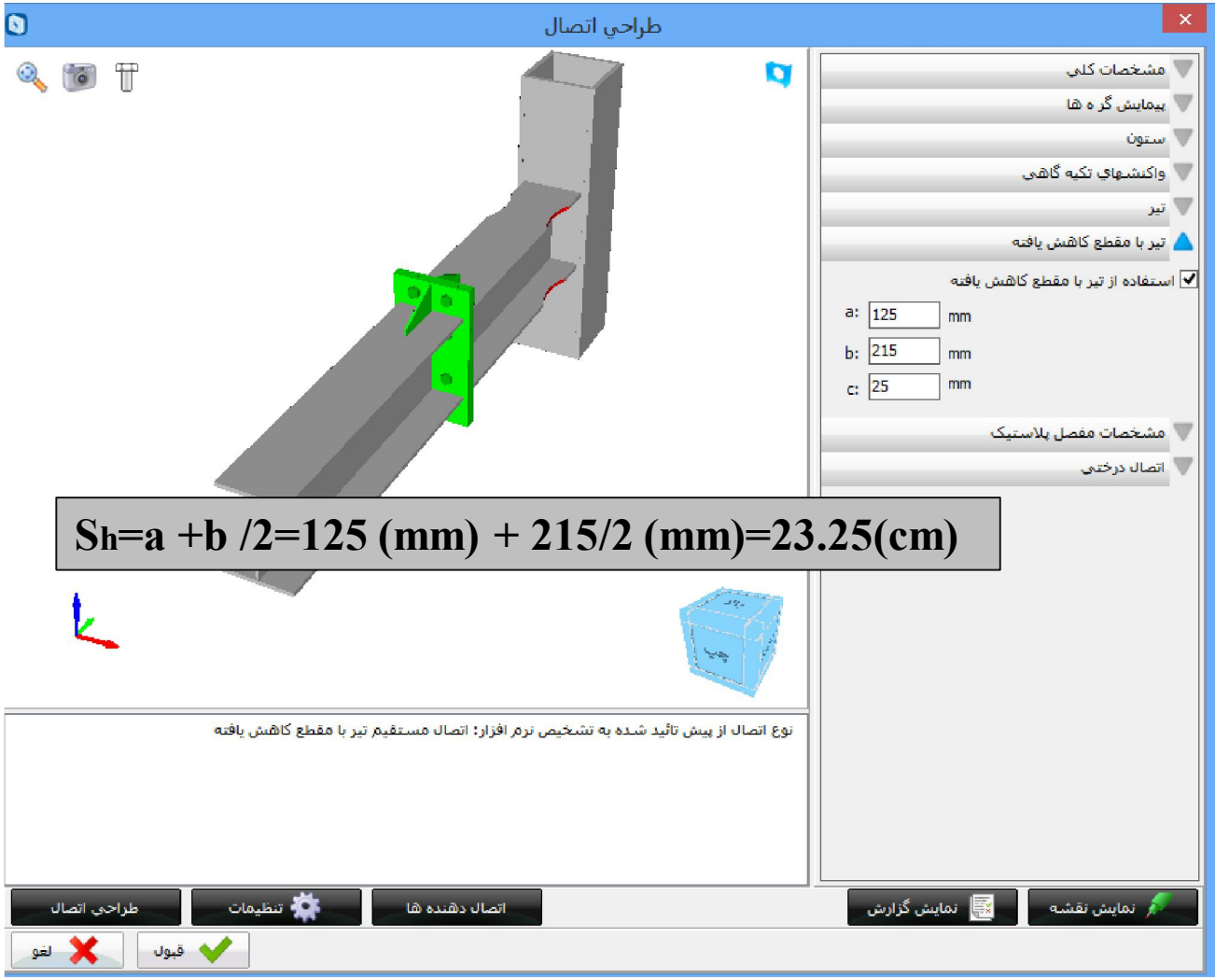
ترکیب بار بحرانی	ستون بالایی گره				ستون پایین گره			
	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)	M_{pc}^* $(ton.m)$	P_{uc} (ton)	Z_c (cm^3)	A_g (cm^2)
DSTLS12	46.51	95.38	2356.00	224.00	46.51	95.38	2356.00	224.00

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B114	1314.00	679.0	592.8	DSTLS46_Neg	5.64	14.68	43.52	0.00
B127	2100.00	620.3	536.7	DSTLS46_Neg	-15.15	25.92	69.55	71.38
B128	2100.00	525.0	437.3	DSTLS46_Neg	1.49	31.81	69.55	-85.99

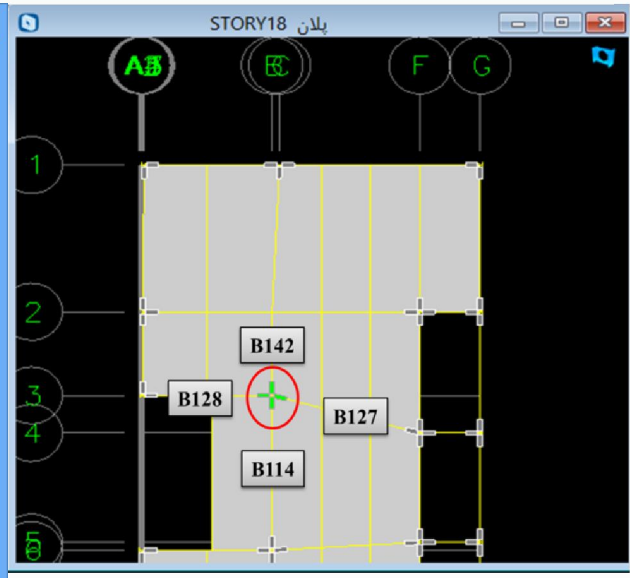
کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

تیر های متصل به گره

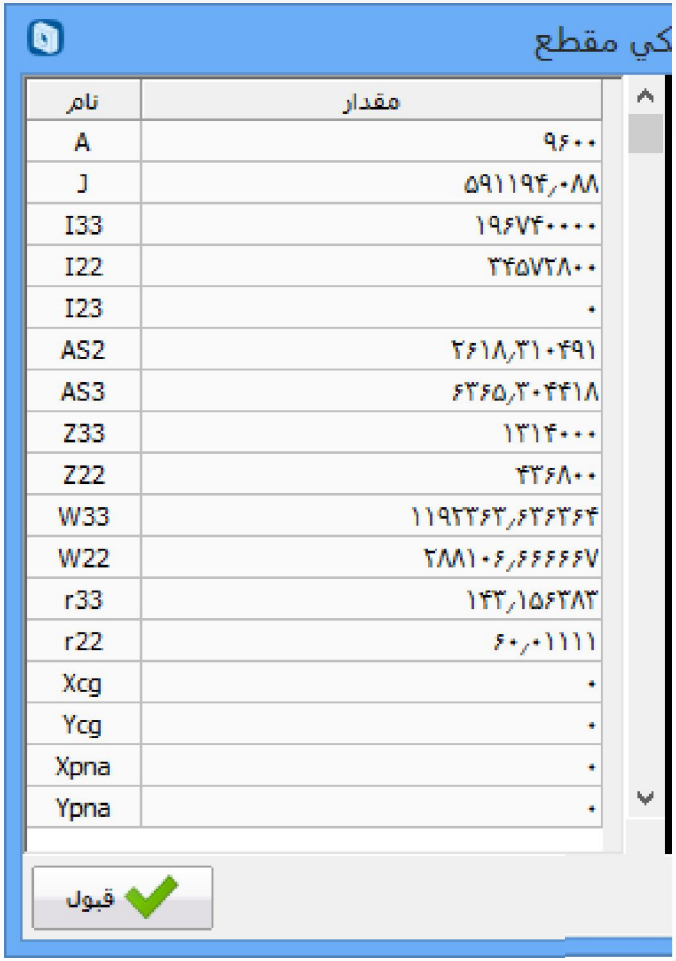
B114



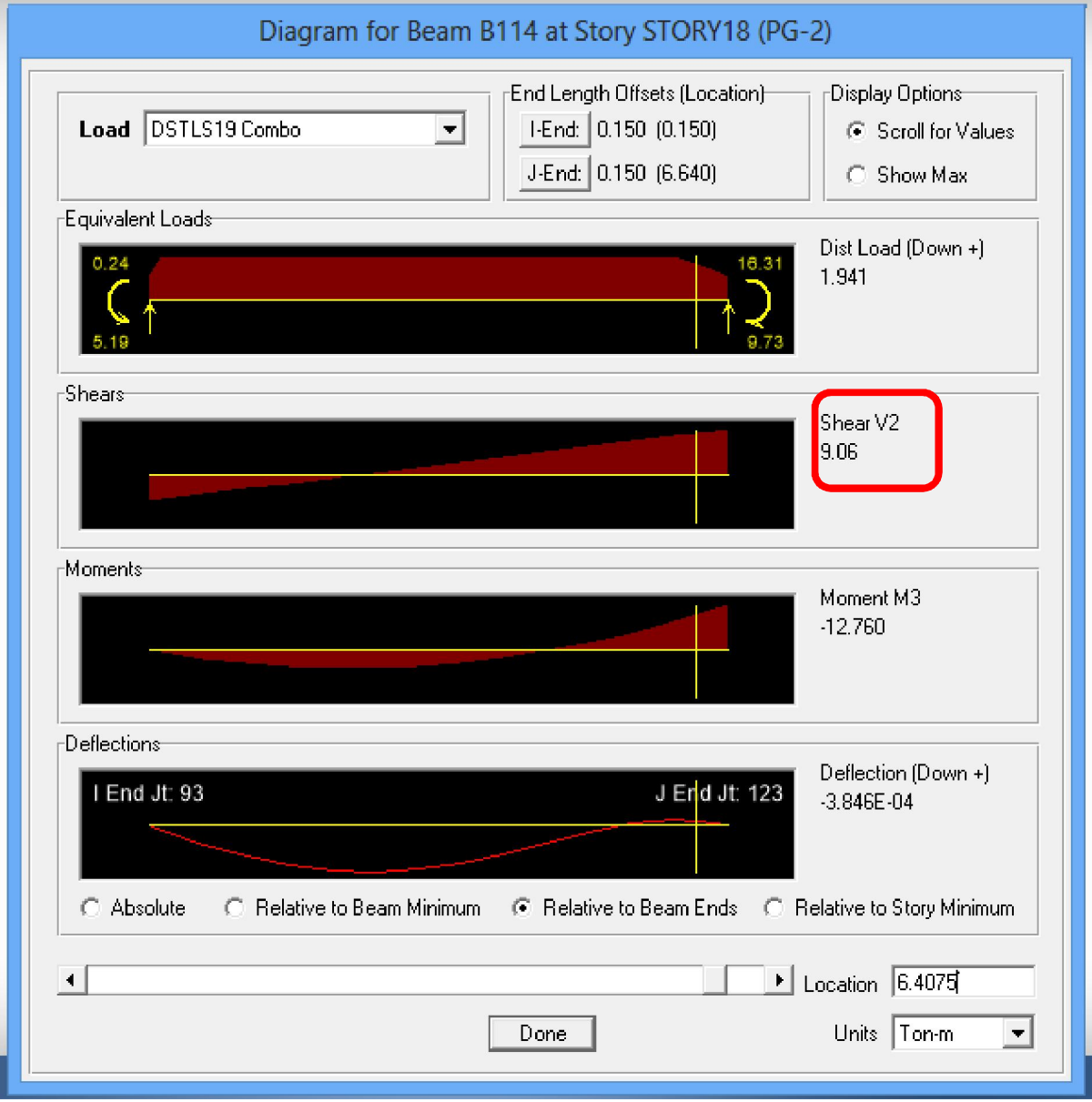
$$Sh=a+b/2=125\ (mm)+215/2\ (mm)=23.25(cm)$$



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب



کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

$$S_h = 23.25\ cm,\ L_h = 592.8\ cm\ ,\ Z_{33} = 1314\ cm^3,\ A = 96\ cm^2$$

$$C_{pr} = \frac{F_u + F_y}{2F_y} = \frac{2400 + 3700}{2 \times 2400} = 1.27 \equiv 1.2$$

$$M_p = Z_b F_y = 1314 \times 2400 = 31.536\ (ton.m)$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.15 \times 31.536 = 43.52(\text{ton.m})$$

$$V_{pr} = \frac{2M_{pr}}{L_h} = \frac{2 \times 43.52}{5.93} = 14.68(ton)$$

$$\sum M^*_{pb} = C_{pr} R_y Z F_y + M_{uv} = 43.52 + M_{uv}$$

$$M_{uv} = \left(V + V_p\right) \times (S_h + d_c) = (9.06 + 14.68) \times (0.2325 + 0.15) = 9.08$$

$$\rightarrow M^*_{pb} = M_{pr} + M_{uv} = 43.52 + 9.08 = 52.6\ (ton.m)$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

مشخصات گره :	نام طبقه: STORY18	ستون: C24	راستای محلی ستون: 33

ترکیب بار بحرانی	ستون پایین گره				ستون بالایی گره			
	A_g (cm^2)	Z_c (cm^3)	P_{uc} (ton)	M_{pc}^* $(ton.m)$	A_g (cm^2)	Z_c (cm^3)	P_{uc} (ton)	M_{pc}^* $(ton.m)$
DSTLS12	224.00	2356.00	95.38	46.51	224.00	2356.00	95.38	46.51

تیر	Z (cm^3)	L (cm)	L_h (cm)	ترکیب بار بحرانی	V (ton)	V_p (ton)	M_p $(ton.m)$	M_{pb}^* $(ton.m)$
B114	1314.00	679.0	592.8	DSTLS19	9.06	14.68	43.52	-52.60
B127	2100.00	620.3	536.7	DSTLS19	-12.00	25.92	69.55	20.05
B128	2100.00	525.0	437.3	DSTLS19	3.57	31.81	69.55	0.00

زاویه ای که تیر B127 با محور راستای ۲-۲ می سازد

$$\tan\alpha = \frac{1650}{5680+300} = 0.2692$$

$$M^*_{pb-in33\,direction} = M^*_{pb} \times sin\alpha = 74.147 \times \sin(0.2692) = 19.72\ (\text{ton.m})$$

کنترل ضابطه ستون قوی تیر ضعیف در سازه نگار – تیر مورب

کنترل ضابطه در راستای ۲–۲

$$\text{In 2-2 Direction: } \frac{\sum M_{pc}^{*}}{\sum M_{pb}^{*}} = \left|\frac{93.024}{71.47-83.3}\right| = 7.86 > 1 \quad \checkmark$$

کنترل ضابطه در راستای ۳–۳

$$\text{In 3-3 Direction: } \frac{\sum M_{pc}^{*}}{\sum M_{pb}^{*}} = \left|\frac{93.024}{-52.6+19.72}\right| = 2.83 > 1 \quad \checkmark$$

نام طبقه : STORY18							تراز طبقه : 44.77 m						
کنترل محاسبات در راستای ۳۳							کنترل محاسبات در راستای ۲۲						ستون
کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ $(ton.m)$	$\sum M_{pc}^{*}$ $(ton.m)$	ترکیب بار بحرانی			کنترل	نسبت مقاومت خمشی	$\sum M_{pb}^{*}$ $(ton.m)$	$\sum M_{pc}^{*}$ $(ton.m)$	ترکیب بار بحرانی		
				برشی	فشاری						برشی	فشاری	
✔	2.857	32.55	93.02	DSTLS19	DSTLS12		✔	6.371	14.60	93.02	DSTLS46_Neg	DSTLS12	C24

با سپاس از توجه شما

fppt.com