

IDEA StatiCa



دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

یوسف حسین زاده- عضو هیئت علمی دانشکده عمران

فهرست مطالب

پیشگفتار	1
----------------	---

فصل اول

محیط نرم افزار و تنظیمات نمایش سه بعدی در پنجره اصلی	2
--	---

فصل دوم

کار با مدول پروژه Project	5
1-2 شروع پروژه جدید	5
2-2 تنظیم واحد و دقت کمیت های اصلی و خروجی و معرفی مشخصات مصالح	7

فصل سوم

ساخت اتصال با تعریف هندسه و مشخصات مصالح در مدول طراحی اتصال Design	9
1-3 معرفی اعضاء و هندسه اتصال	11
2-3 بارگذاری	15
3-3 طراحی اتصال و عملیات ساخت	16
1-3-3 برش Cut	17
2-3-3 سخت کننده Stiffener	20
3-3-3 پهنا دادن Widener	22
4-3-3 سخت کننده عمود بر بال و جان در انتهای یک عضو Rib	24
5-3-3 ایجاد بازشو در مقطع Opening	26
6-3-3 ورق انتهایی End plate	28

30.....	7-3-3	Shifted end plate	ورق انتهایی انتقال یافته
31.....	8-3-3	Stub	ورق انتهایی با پایه
33.....	9-3-3	Plate to plate	اتصال ورق به ورق
34.....	10-3-3	Splice	وصله
35.....	11-3-3	Gusset plate	ورق مهاربند
37.....	12-3-3	beam to beam or column - Connecting plate	اتصال با ورق
39.....	13-3-3	Fin plate	اتصال با ورق برشگیر
40.....	14-3-3	Cleat	نیشی جان
41.....	15-3-3	Base plate	صفحه پای ستون
42.....	16-3-3	Stiffening member	عضو سخت کننده
45.....	17-3-3	Stiffening plate	ورق سخت کننده
47.....	18-3-3	Plate cut	برش ورق
47.....	19-3-3	Fastener grid	شبکه وسایل اتصال پیچی
48.....	20-3-3	Weld	جوش
49.....	21-3-3	Working plane	صفحه کار
50.....	22-3-3		مشخصات جوش
51.....	23-3-3		تعیین آرایش پیچ با استفاده از لایه ها
53.....	24-3-3	Templates of manufacturing operations	الگوهای تعریف شده کاربر برای عملیات ساخت
54.....	25-3-3		گروه تنظیمات آئین نامه، تحلیل و کنترل کلی
56.....	4-3	Plate editor	ویرایشگر ورق

58 مدول کنترل Check، گزارش Report و مصالح Materials

58 1-4 مدول کنترل Check

60 2-4 مدول گزارش Report

60 3-4 مدول مصالح Materials

61 کاربرد نرم افزار آیدیا / استاتیکا در طراحی اتصالات سازه های فولادی

61 1-5 طرح اتصال گیردار RBS با اعمال ضوابط لرزه ای و بر مبنای ظرفیت

69 2-5 طرح اتصال گیردار فلنجی End Plate بر مبنای ظرفیت و اعمال ضوابط لرزه ای

74 3-5 اتصال تیر به ستون مفصلی پیچی

75 4-5 طرح اتصال تیر به ستون مفصلی جوشی

در این جزوه، بخش **طراحی اتصالات** نرم افزار **آیدیا استاتیکا** توضیح داده خواهد شد. انواع اتصالات مفصلی و گیردار تیر به ستون، اتصالات تیر به تیر، اتصالات مهاربندها، وصله ستون و اتصالات ستون به کف ستون، قابل تحلیل و طراحی با این نرم افزار می باشند. نرم افزار از پنج مدول اصلی تشکیل شده است. در مدول پروژه (Project) تنظیمات اولیه پروژه و مدیریت مدل های اتصالات موجود در آن انجام می شود. مدول طرح (Design) برای ساخت مدل، تعریف هندسه، برقراری ارتباط بین اجزا، بارگذاری و تحلیل اتصال مورد استفاده قرار می گیرد. در مدول های کنترل (Check) و گزارش (Report)، تفسیر نتایج و تهیه گزارش از مشخصات هندسی و مکانیکی اتصال و نتایج تحلیل تنش و طراحی انجام می گیرد. مدول مصالح (Materials) برای تعریف مشخصات مصالح فلزی، بتنی، پیچ و مقاطع عرضی اعضاء اختصاص یافته است.

جزوه حاضر در پنج فصل تنظیم شده است. در فصل اول محیط گرافیکی نرم افزار و اجزای آن معرفی شده است. در فصل دوم تنظیمات مورد نیاز مدول پروژه بیان شده است. فصل سوم به بخش اصلی نرم افزار یعنی ساخت مدل اتصال، بارگذاری و تحلیل اختصاص یافته است. در فصل چهارم، مدول های کنترل نتایج تحلیل، گزارش گیری و مصالح توضیح داده شده است. مثال های طرح اتصالات در فصل پنجم آورده شده است. لازم به ذکر است که نرم افزار قابلیت اعمال ضوابط طرح لرزه ای و فلسفه طراحی بر مبنای ظرفیت را دارا می باشد و در مثال نخست فصل پنجم، طرح لرزه ای یک اتصال گیردار برای برش و لنگر مورد انتظار انجام شده است.

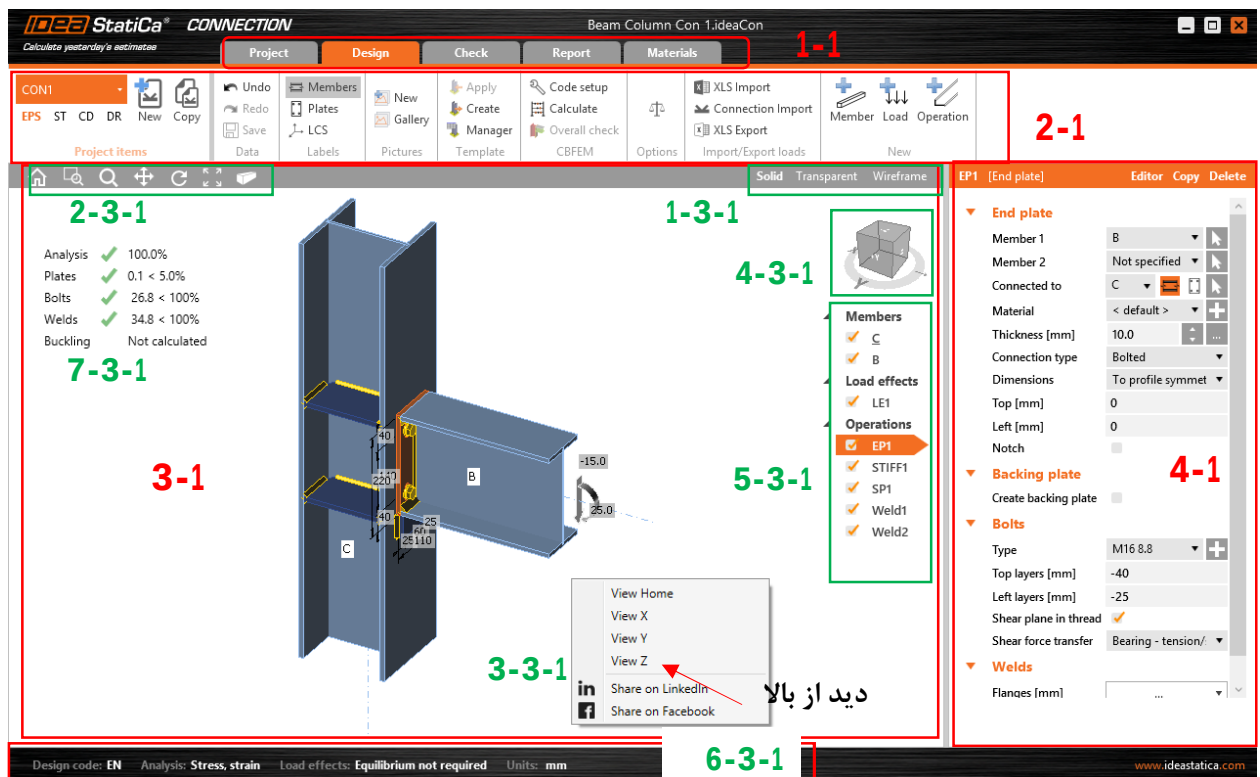
محیط نرم افزار و تنظیمات نمایش سه بعدی در پنجره اصلی

محیط کاربری نرم افزار مطابق شکل 1 از بخش های پنجره گرافیکی، پنجره ورودی داده و اطلاعات، منوی اصلی تشکیل شده از مدول های عملیات و ابزار عمومی مدول ها تشکیل شده است. در شکل 2 این اجزا به تفکیک نشان داده شده اند.



شکل 1. اجزای محیط نرم افزار

- 1-1. منوی اصلی شامل مدول های عملیات: این مدول ها مجموعه دستورات مربوط به مدیریت مدل، ساخت مدل، کنترل طراحی، تهیه گزارش و بانک اطلاعاتی مقاطع و مصالح را شامل می شود. پنج مدول نرم افزار در شکل 2 نشان داده شده است.
- 2-1 ابزار عمومی و نوار دستورات: مجموعه ای از دستورات و کنترل ها مطابق شکل 2، در داخل این نوارها قرار داده شده است. با انتخاب و تغییر در مدول، نوار دستورات آن مدول ظاهر می شود.
- 3-1 پنجره گرافیکی اصلی: این پنجره برای نشان دادن شکل، مشخصات هندسی و مصالح مدل مورد استفاده قرار می گیرد. این پنجره از هفت قسمت تشکیل شده است.



شکل 2 اجزای محیط کاربری نرم افزار

1-3-1: ابزار نمایش مدل: مدل به صورت جسم توپر (Solid)، شفاف یا ترانسپارانت جهت دیدن تمام خطوط دید و ندید و مدل تحلیلی (Wireframe) نشان داده می شود.

نمایش توپر Solids: در این نوع نمایش، تمام اجزای اتصال به شکل توپر و خطوط لبه ای قابل رویت نشان داده می شود.
نمایش شفاف Transparent: تمام اجزا را به صورت سه بعدی توپر شفاف نشان می دهد.

نمایش خطی Wireframe: مدل تحلیلی اتصال که در آن اجزای اتصال به صورت خطوطی در محور عضو نشان داده می شود.

2-3-1: ابزار نمایش و بزرگنمایی: وضعیت پیش فرض، زوم و تمرکز به یک ناحیه خاص، بزرگنمایی و کوچک نمایی کلی، جابجا شدن در پنجره (Pan)، دوران مدل، تنظیم پنجره نمایش جهت در برگرفتن کل مدل و نمای پرسپکتیو از مدل.

بازگشت به نمایش پیش فرض سه بعدی و بزرگنمایی اتصال جهت نمایش کامل آن در صفحه نمایش.

مود نمایش پرسپکتیو.

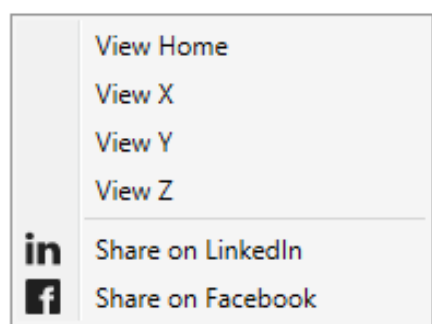
زوم و تمرکز در ناحیه ای دلخواه از مدل و تنظیم پنجره نمایش با انتخاب توسط ماوس.

 با فشار دادن دگمه چپ ماوس و حرکت دادن ماوس به سمت بالا و پایین بزرگنمایی یا کوچک نمایی در مدل اتفاق می‌افتد. این کار با گرفتن دگمه وسط به همراه دگمه Shift و حرکت دادن ماوس نیز قابل انجام است.

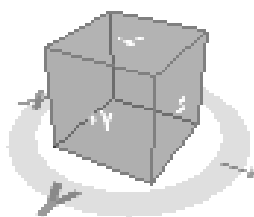
 با انتخاب این ابزار و نگه داشتن دگمه سمت چپ ماوس، پنجره نمایش حرکت داده می‌شود (Pan). این کار با گرفتن دگمه وسط و حرکت دادن ماوس نیز قابل انجام است.

 با انتخاب این ابزار و نگه داشتن دگمه سمت چپ ماوس، با تغییر نقطه دید، مدل دوران داده می‌شود. این کار با گرفتن دگمه وسط به همراه دگمه Ctrl و حرکت دادن ماوس نیز قابل انجام است.

 با انتخاب این ابزار، پنجره نمایش تغییر پیدا نموده و مدل به صورت کامل داخل آن قرار می‌گیرد. (Zoom all)



1-3-3: تنظیم سریع صفحه نمایش: با کلیک راست در صفحه نمایش اصلی، می‌توان وضعیت پیش فرض یا دید در امتداد محورها را نمایش داد. با کلیک راست در صفحه نمایش اصلی، پنجره مقابل نمایش داده می‌شود. در این صورت می‌توان به وضعیت پیش فرض نمایش سه بعدی، نمایش در جهت X، Y و Z رسید.



1-3-4: انتخاب سریع صفحه نمایش مدل: با انتخاب صفحات روی مکعب یا دوران

دادن مکعب، نقطه دید مدل تنظیم می‌شود. View-Z دید از بالا می‌باشد (برخلاف جهت محور Z دستگاه مختصات سراسری). در صورت استفاده از مکعب +Z و -Z روی مکعب وجود دارد که به ترتیب ناظر به سمت +Z یا -Z نگاه می‌کند. این گزینه در مورد محورهای X و Y هم وجود دارد.

1-3-5: نمودار درختی مدل: اجزای مدل شامل، قطعات، بارهای اعمالی و جزئیات عملیات ساخت مدل، در این درخت آورده شده است. این ابزار عملیات ساخت مدل را تسهیل نموده و به آن سرعت می‌دهد. تمام اطلاعات مدل در این درخت قابل ایجاد، نمایش و تغییر می‌باشد.

1-3-6: نوار وضعیت: این نوار، آیین‌نامه انتخابی، وضعیت تحلیل و طراحی و واحدهای انتخابی را نشان می‌دهد.

1-3-7: نتایج تحلیل تنش در پیچ، جوش، اجزا و وضعیت کمانش

1-4: پنجره داده: در این پنجره مشخصات اجزا و نتایج تحلیل، بر اساس دستورات در حال اجرای مدول نشان داده می‌شود. همچنین داده‌های ورودی از طریق این پنجره تعریف می‌شود.

کار با مدول پروژه Project

	با اجرای نرم افزار مدول پروژه فعال می شود. این مدول مطابق شکل 3 از اجزای زیر تشکیل شده است.
New	ایجاد مدل جدید
Open	
Save	
Save as	
Information	اطلاعات کلی پروژه شامل آئین نامه، روش تحلیل و تاریخ ایجاد
About	اطلاعات نرم افزار
Units	تنظیم واحدهای مورد استفاده
Preferences	تغییر زبان نرم افزار، لوگو، رنگ های اختصاص یافته برای رسم اجزای مختلف و نمایش سه بعدی
Licences	
Close	
Exit	

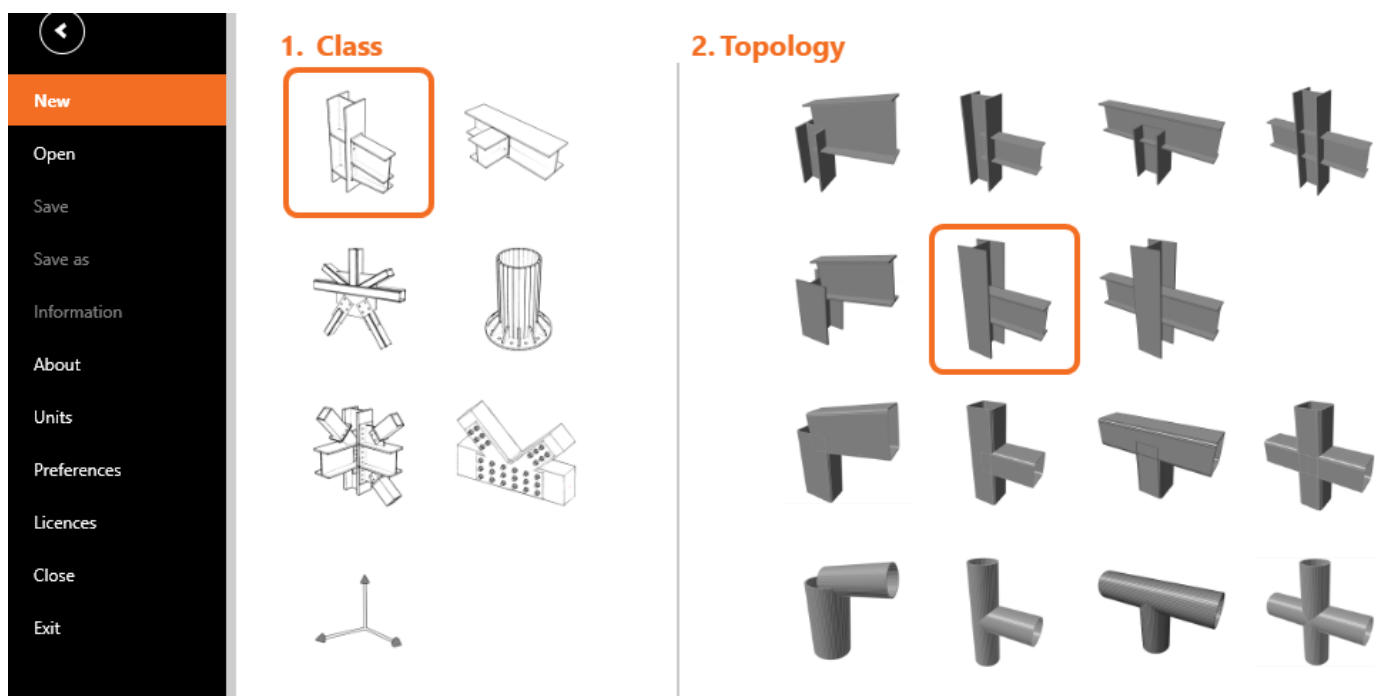
شکل 3. اجزای مدول پروژه

1-2 شروع پروژه جدید

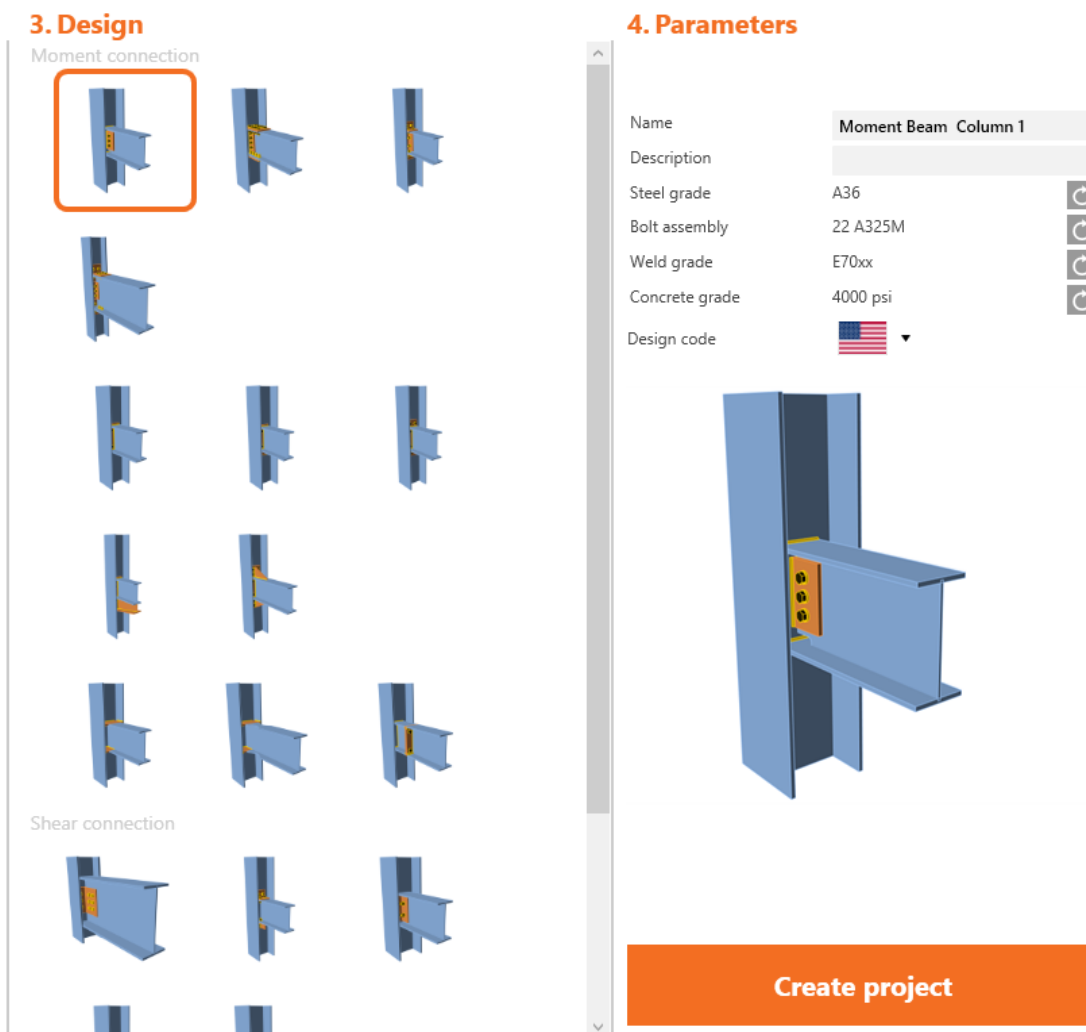
Project>New

هندسره اولیه اتصال در این قسمت ایجاد می شود. **کلاس** اتصال مطابق شکل 4، از میان یکی از انواع تیر به ستون، تیر به تیر، صفحات اتصال مهاربند، اتصالات پای ستون و اتصالات سه بعدی تیر به ستون انتخاب می شود. در این مرحله می توان با انتخاب نماد دستگاه

مختصات، ایجاد مدل را به طور کامل در مدول طراحی Design انجام داد. در گام دوم **توپولوژی** اتصال انتخابی مرحله اول، به صورت موقعیت و شکل قرارگیری اعضا نسبت به هم تعیین می‌شود. در گام سوم، **طرح** و شکل اتصال، شامل اجزاء و وسایل اتصال (پیچ یا جوش) انتخاب می‌شود. در گام چهارم، **پارامترها** شامل نام، توصیف مدل، مصالح مصرفی برای اعضا، نوع پیچ، الکتروود مصرفی، نوع مصالح بتن و آئین‌نامه مورد استفاده تعیین می‌شود. در هر مورد با انتخاب  می‌توان گزینه‌های دیگری از بانک مصالح نرم‌افزار انتخاب نمود. بعد از تکمیل چهار گام گفته شده، مدل ایجاد می‌شود. در مراحل بعد و در مدول طرح، با اعمال تغییرات لازم، مدل اولیه به شکل مدل مورد نظر طراح، تغییر می‌یابد. در مثال شکل 4 اتصال تیر به ستون از بخش طبقه (Class)، انتخاب شده است. در قسمت هندسه (Topology)، اتصال گیردار با ورق برشی جان با اتصال پیچی و بال جوش شده انتخاب شده است.



شکل 4. ایجاد پروژه جدید



ادامه شکل 4. ایجاد پروژه جدید

2-2 تنظیم واحد و دقت کمیت‌های اصلی و خروجی و معرفی مشخصات مصالح

واحد، فرمت و دقت کمیت‌های مدل، با اجرای دستور زیر و نمایش صفحه واحدها مطابق شکل 5، تنظیم می‌شود.

Project>Units

با انتخاب متریک می‌توان واحدهای نشان داده شده در جدول شکل 5 را مورد استفاده قرار داد. در مورد هر مولفه نیز می‌توان در مورد واحد آن مولفه، تغییرات مورد نیاز را اعمال نمود. نحوه نمایش اعداد و دقت اعداد از این پنجره قابل تنظیم است. مجموعه واحدها از یک فایل دیگر قابل فراخوانی (Import) یا به یک فایل دیگر قابل ارسال (Export) می‌باشد.

Unit type	Unit	Precision	Format
▲ Main			
Length - Structure	m	2	Decimal
Length - Cross-section	mm	0	Decimal
Plate or weld thickness, bolt hole diameter	mm	1	Decimal
Angle	°	1	Decimal
Force	kN	1	Decimal
Moment	kNm	1	Decimal
Stress	MPa	1	Decimal
Coefficient	No sym...	2	Decimal
▲ Material			
Mass	kg	0	Decimal
Unit Weight	kg/m3	0	Decimal
Coefficient of Thermal Expansion	1e-6/K	0	Decimal
▲ Results			
Rotation	mrad	1	Decimal
Axial Stiffness	MN	0	Decimal
Utilization	%	1	Decimal
Rotational Stiffness	MNm/rad	1	Decimal
Strain - steel	%	1	Decimal

Metric Imperial Import Export
 Apply

شکل 5. تنظیم واحدها

یک پروژه می‌تواند شامل چند اتصال باشد. با انتخاب Project در منوی اصلی، لیست اتصالات موجود در آن نشان داده می‌شود.

←

New

Open

Save

Save as

Information

About

Units

Preferences

Licences

Close

Exit

Information

UNTITLED

▼ **Project parameters**

Code AISC/ACI

▼ **Identification**

Name

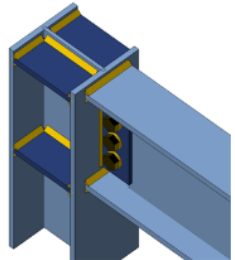
Number

Author

Description

Date 9/13/2021

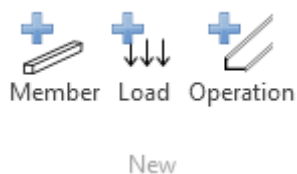
Report You can add text and pictures +



Project items			New	Copy	Delete	Calculate All
Name	Description	Analysis type	Design subcode	Report		
CON1		EPS ST CD DR Stress,strain	LRFD ASD			+
> CON2		EPS ST CD DR Stress,strain	LRFD ASD			+

در این پنجره می‌توان یک اتصال ایجاد، یا از اتصال موجود کپی و یا آن را حذف نمود. نوع آنالیز انتخاب شده برای یک اتصال هم نشان داده می‌شود.

ساخت اتصال با تعریف هندسه و مشخصات مصالح در مدول طراحی اتصال Design



برای طراحی یک اتصال در سه گام، **هندسه** (اعضای تشکیل دهنده مانند تیر و ستون)، **اثرات بار** (نیروهای داخلی در انتهای اعضا) و **عملیات ساخت** (نظیر برش عضو، افزودن سخت کننده، ورق انتهایی و پیچ) تعریف می‌شود. عملیات انجام گرفته در این سه گام، در گوشه سمت راست صفحه

گرافیکی ذیل سه عنوان Members، Load Effects و Operations ذخیره شده و قابل نمایش یا تغییر می‌باشد (بخش 1-3-5 در شکل 2). با انتخاب مدول طراحی، نوار دستورات شامل هشت قسمت ظاهر می‌شود. در این بخش عملکرد اجزای نوار دستورات طراحی، توضیح داده می‌شود.



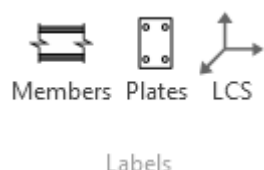
هر پروژه شامل یک یا چند مدل اتصال است. بعد از ایجاد یک پروژه، مدلی به نام CON1 داخل پروژه ایجاد می‌شود. تحت عنوان New یا Copy می‌توان اتصال جدید ایجاد یا با تهیه

کپی از اتصال موجود در پروژه، تغییراتی در آن ایجاد و تحلیل نمود. با داشتن چند مدل در یک پروژه، امکان مقایسه نتایج تحلیل بین مدل‌های مختلف با هم فراهم می‌شود. در ابزار موجود با انتخاب علامت مثلث، می‌توان مدل‌های موجود در پروژه را فراخوانی نمود. نوع تحلیل در این قسمت از جعبه ابزار Project items قابل تعیین است.

تحلیل غیرخطی اتصال برای تعیین تنش و کرنش در اجزای آن برای تمام بارهای تعریف شده.	Stress/Strain (EPS)
تحلیل سختی برای عضوی از اتصال.	Stiffness (ST)
تحلیل تنش و کرنش اتصال برای بار طرح به مقدار مقاومت عضوی تعیین شده در اتصال.	Member capacity design (CD)
تعیین نسبت بار طراحی موجود اتصال به حداکثر بار قابل اعمال به آن.	Joint design resistance (DR)

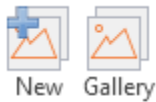


در جعبه ابزار داده Data، امکان Undo یا Redo نمودن و ذخیره تغییرات مدل فراهم می‌شود.



در مدول طرح Design، ابزار نام‌گذاری Labels هم وجود دارد. با استفاده از این ابزار برچسب یا نام اعضای تشکیل دهنده اتصال (Member)، ورق‌ها (Plates) و محورهای محلی اعضا نشان داده می‌شود.

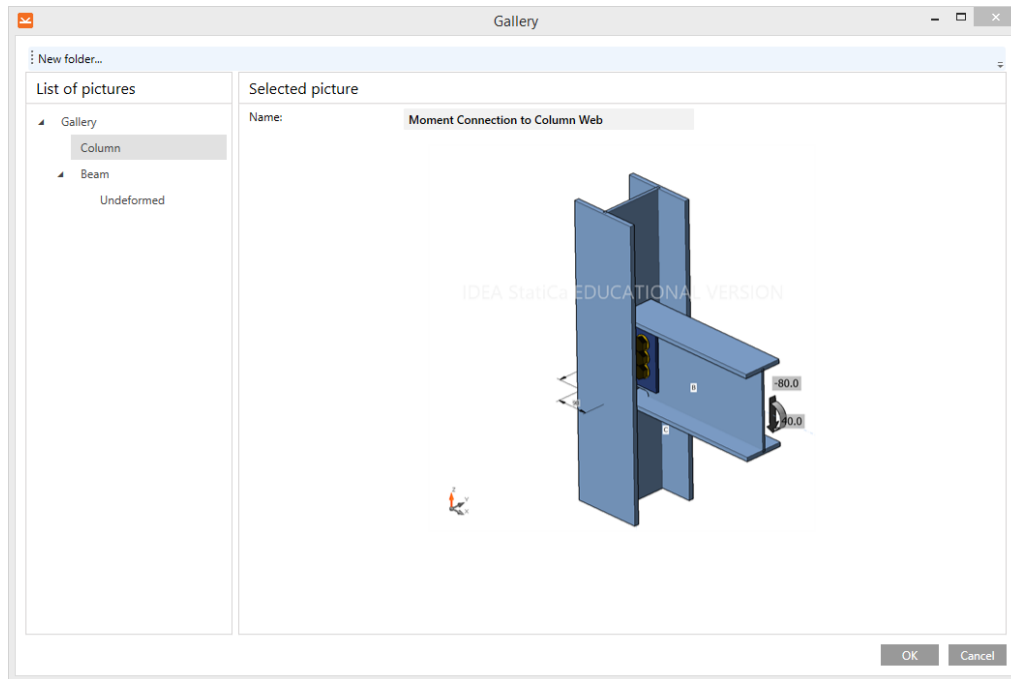
این گزینه برای شناسایی نام و برجسب اعضا در مراحل ساخت مدل و اجرای دستورات مفید و ضروری است.



وضعیت نشان داده شده مدل در پنجره نمایش می‌تواند در گالری عکس به منظور تهیه گزارش (شکل 5) ذخیره شود. با انتخاب New عکس مدل تهیه و پنجره گالری جهت مدیریت گالری‌ها باز می‌شود. با انتخاب Gallery

Pictures

امکان مدیریت عکسهای گالری فراهم می‌شود.



شکل 5. ذخیره عکس در گالری



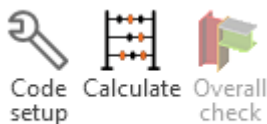
Template

با ایجاد Template می‌توان با ذخیره مجموعه‌ای از دستورات، از این دستورات در ساخت مدل استفاده نمود. الگوها برای ساخت اتصالات مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این ابزار، الگوهای آماده پرکاربردی هم به صورت از پیش تعریف شده در نرم‌افزار موجود است.



Options

جعبه ابزار Options برای تعیین روش طراحی به صورت مقاومت مجاز یا حالات حدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای کنترل تعادل در صورتی که بار به تمام اعضا اعمال شود و از تکیه گاه استفاده نشود، دگمه  انتخاب می‌شود.

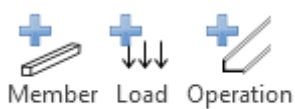


CBFEM

ابزار مدل اجزای محدود بر اساس روش مولفه CBFEM (Component based finite element model) جهت تنظیم آئین‌نامه طرح، انجام تحلیل و کنترل کلی نتایج تحلیل مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد.



Import/Export loads



New

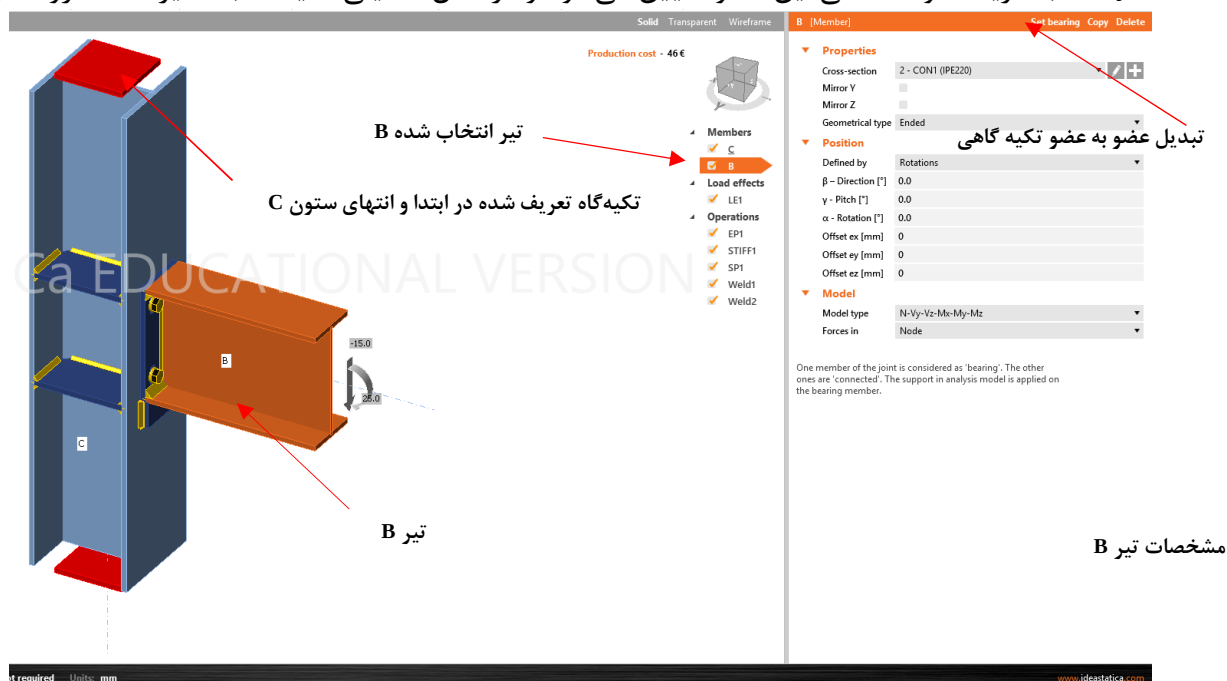


ابزار انتقال مقادیر بار از یا به برنامه در قالب فایل اکسل نیز به منظور تسهیل مراحل ساخت مدل در جعبه ابزار طرح نرم‌افزار قرار داده شده است.

جعبه ابزار New برای معرفی اعضای جدید، اعمال بارگذاری به اعضا و عملیات برقراری اتصالات در قالب سه دگمه Members، Load Effects و Operations استفاده می‌شود. اطلاعات حاصل از این سه عملیات، ذخیره شده و قابل نمایش یا تغییر می‌باشد (بخش 1-3-5 در شکل 2).

1-3 معرفی اعضاء و هندسه اتصال

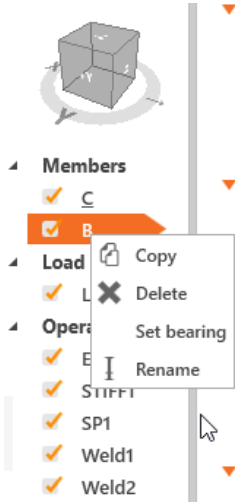
این ابزار در تعریف هندسه اتصال، مقطع و موقعیت اعضاء مورد استفاده قرار می‌گیرد. با تعریف هر عضو، عضو تعریف شده به مدل اتصال اضافه شده و در پنجره گرافیکی نشان داده می‌شود. همچنین با انتخاب هر عضو، اطلاعات مربوط به آن، در پنجره داده سمت راست محیط نرم‌افزار دیده می‌شود. این داده‌ها قابل اصلاح می‌باشند. در یک گره، چند عضو اصلی حضور دارند. شکل 6 نمونه‌ای از یک اتصال تعریف شده با دو عضو B و C و داده‌های آن را نشان می‌دهد. برای تحلیل تنش، کرنش و کمانش، یکی از اعضا باید به عنوان عضو باربر Bearing Member تعریف شود به این عضو در مدل تحلیلی، تکیه‌گاه اضافه می‌شود. برای انجام تحلیل سختی (Stiffness Analysis) یکی از اعضا باید به عنوان عضو تحلیل شده (Analysed Member) تعریف شود. سختی این عضو تعیین می‌شود و در مدل تحلیلی تکیه‌گاه به سایر اعضا افزوده می‌شود.



شکل 6. معرفی اعضای اصلی شکل دهنده اتصال

دستورات موجود در جدول داده:

عضو جدیدی را با مقطع عرضی نشان داده شده به گره اضافه می‌کند. ابزار  مقطع عرض عوض جاری را تغییر می‌دهد.



اعضای تشکیل دهنده گره، در جدول سمت راست پنجره گرافیکی نشان داده می‌شود. با کلیک راست روی نام یک عضو مطابق شکل مقابل، عضوی از گره حذف یا با نامی دیگر کپی می‌شود تا بتوان با تغییر موقعیت آن، در اتصال مورد استفاده قرار داد. با انتخاب گزینه Set bearing، عضو جاری به عنوان عضو باربر دارای تکیه‌گاه در تحلیل تنش و کرنش یا عضو تحلیل شونده در تحلیل سختی تبدیل می‌شود. با معرفی عضو جاری به عنوان عضو تحمل کننده بار، تکیه‌گاه به انتهای عضو اضافه می‌شود. زیر نام عضو باربر تکیه‌گاهی خط وجود دارد. تنها عضو غیرتکیه‌گاهی می‌تواند دارای بار در انتهای خود می‌باشد.

در تحلیل تنش، مشخصات عضو مطابق شکل 7 می‌باشد.

B [Member] Set bearing Copy Delete

▼ Properties

Cross-section 2 - CON1 (IPE220)  
 Mirror Y ☐
 Mirror Z ☐
 Geometrical type Ended ▼

مقطع عرضی عضو (شماره نیمرخ)

استفاده از تقارن حول Y و Z

عضو در گره خاتمه یافته یا از آن عبور می‌کند

▼ Position

Defined by Rotations ▼
 β - Direction [°] 0.0
 γ - Pitch [°] 0.0
 α - Rotation [°] 0.0
 Offset ex [mm] 0
 Offset ey [mm] 0
 Offset ez [mm] 0

موقعیت هندسی عضو

▼ Model

Model type N-Vy-Vz-Mx-My-Mz
 Forces in Node

نیروهای داخلی موجود در عضو و محل اعمال آنها

One member of the joint is considered as 'bearing'. The other ones are 'connected'. The support in analysis model is applied on the bearing member.

شکل 7. مشخصات عضو در تحلیل تنش (گروه Property)

نکته: با کلیک راست روی یک عضو یا بار یا عملیات در بخش درختی، می‌توان آن آیتم را حذف یا کپی نمود. با کپی کردن، می‌توان از آیتم کپی شد برای تولید عضو، بار یا عملیات جدید استفاده نمود. با برداشتن علامت تیک داخل مربع آیتم، آن آیتم در مدل بی‌اثر می‌شود.

مشخصات عضو در تحلیل سختی در شکل 8 نشان داده شده است.

C [Member]		Set analysed	Copy	Delete
▼ Properties انتخاب عضو برای تعیین سختی				
Cross-section	A200) ▼  			
Mirror Y	آن در تحلیل سختی			
Mirror Z	☐			
Geometrical type	Continuous ▼			
▼ Position				
Defined by	Rotations ▼			
β - Direction [°]	0.0			
γ - Pitch [°]	90.0			
α - Rotation [°]	0.0			
Offset ex [mm]	0			
Offset ey [mm]	0			
Offset ez [mm]	0			
▼ Model				
Model type	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz ▼			
Forces in	Node ▼			
▼ Stiffness analysis				
Theoretical length for My [m]	6.00			
Theoretical length for Mz [m]	6.00			

One member of the joint is considered as 'analysed'. The other ones are 'supported'. Continuous member should not be set as "analysed"

شکل 8. مشخصات عضو در تحلیل سختی (گروه Stiffness Analysis)

داده‌های این جداول در ادامه تعریف شده‌اند:

گروه داده Properties	
مقطع عرضی نشان داده شده را به عضو نسبت می‌دهد. مقطع عرضی می‌تواند از لیست مقاطع	
مقطع عرضی موجود انتخاب شود، با انتخاب  پارامترهای مقطع عرضی تغییر داده می‌شود و برای اضافه کردن	Cross-section
یک مقطع جدید و نسبت دادن آن به عضو از  استفاده می‌شود.	

Mirror Y	تقارن حول Y	قرینه مقطع عرضی عضو نسبت به صفحه XY سیستم مختصات محلی آن ایجاد می‌شود.
Mirror Z	تقارن حول Z	قرینه مقطع عرضی عضو نسبت به صفحه XZ سیستم مختصات محلی آن ایجاد می‌شود.
Geometrical Type	مدل هندسی عضو	در صورت انتخاب عضو پیوسته Continuous وسط عضو در مرکز تئوریک اتصال قرار می‌گیرد. در صورت انتخاب عضو قطع شده Ended انتهای عضو در مرکز تئوریک اتصال قرار می‌گیرد.

گروه داده (تعریف موقعیت عضو نسبت به گره) Position

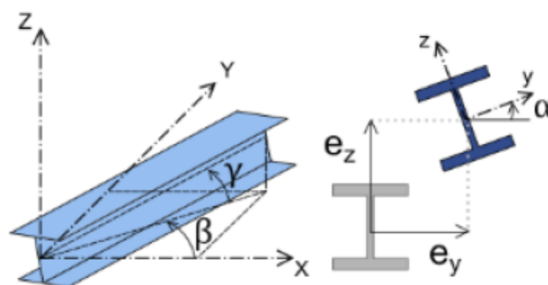
تعریف موقعیت با دوران Rotation و برداری	
دوران عضو حول محور z دستگاه مختصات محلی (دوران عضو در صفحه XY)	β – direction
دوران عضو بین محور x عضو و صفحه XY دستگاه مختصات محلی	γ – pitch
دوران عضو حول محور x عضو	α – rotation
خروج از مرکزیت عضو در امتداد محور x دستگاه مختصات محلی عضو	Offset ex
خروج از مرکزیت عضو در امتداد محور y دستگاه مختصات محلی عضو	Offset ey
خروج از مرکزیت عضو در امتداد محور z دستگاه مختصات محلی عضو	Offset ez

گروه داده (نوع نیروهای داخلی ایجاد شده در عضو) Model

N	عضو تنها در امتداد محور x نیرو تحمل می‌کند.
N-Vz-My	عضو قادر به تحمل نیروی محوری و برش Vz و لنگر خمشی My است.
N-Vy-Mz	عضو قادر به تحمل نیروی محوری و برش Vy و لنگر خمشی Mz است.
N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	عضو قادر به انتقال تمام نیروهای داخلی است.
Force in	محل اعمال بار
Node	در محل گره ابتدای عضو.
Bolt	در محل پیچ اتصال.
Position	در موقعیتی مشخص شده از گره ابتدای عضو.

در تحلیل سختی

Theoretical length My	مشخص نمودن طول برای تحلیل سختی در مقابل لنگر My
Theoretical length Mz	مشخص نمودن طول برای تحلیل سختی در مقابل لنگر Mz



تعریف موقعیت عضو

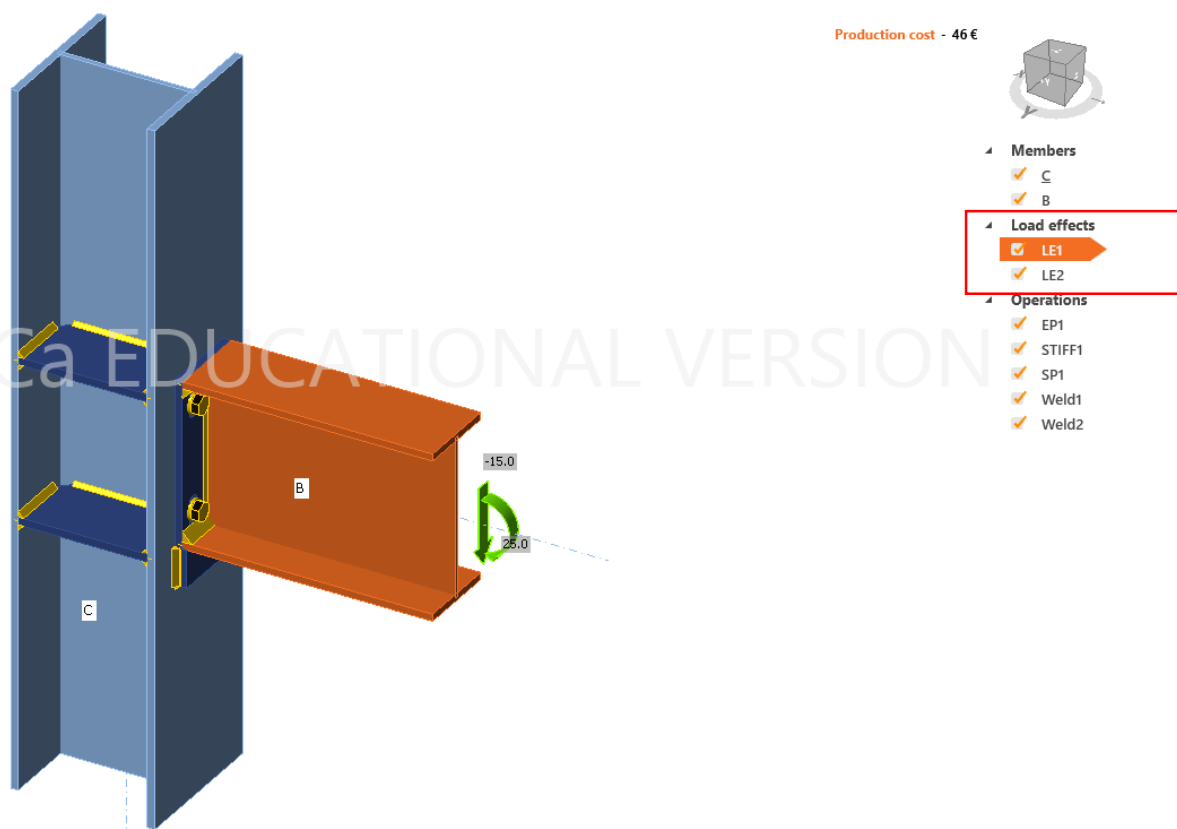
2-3 بارگذاری



در طرح اتصال نیروهای داخلی به اعضای وارد شونده به اتصال، اعمال می‌شود. برای یک اتصال چند مجموعه Load

case قابل تعریف است. کنترل برای تمام حالت‌های بار انجام می‌شود. اثرات بار به یکی از دو شکل زیر قابل اعمال است.

- معرفی کامل تمام نیروها به تمام اعضا. در این حالت تعادل نیروها کنترل می‌شود.
- به برخی اعضا به غیر از عضو تکیه‌گاهی بار اعمال می‌شود. در این حالت عضو باربر تکیه‌گاهی به شکل کامل نگهداری شده است. اگر عضو تکیه‌گاهی پیوسته (Continuous) باشد، در دو سر خود دارای تکیه‌گاه است و در غیر اینصورت یعنی در یک طرف گره (Ended)، دارای یک تکیه‌گاه است.



LE1 [Load]		Copy Delete					
	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
>	B / End	0.0	0.0	-15.0	0.0	25.0	0.0

Values in disabled cells are not taken into account in CBFEM analysis. Members can be loaded only by that components of internal forces which are defined in member "Model type".

شکل 9. اعمال بار به اتصال در جدول داده



نیروهای داخلی نشان داده شده در جدول شکل 9 به ترتیب از چپ به راست نیروی محوری، برش در امتداد محور y و z محوره‌های محلی عضو، لنگر خمشی حول محوره‌های x ، y و z عضو می‌باشند. با کلیک راست ماوس روی Load Effect نمودار درختی، امکان افزودن بار یا حذف آن فراهم می‌شود. سه دگمه ابزار مقابل برای انتقال بار از نرم‌افزار اکسل یا به نرم‌افزار اکسل و انتقال از یک

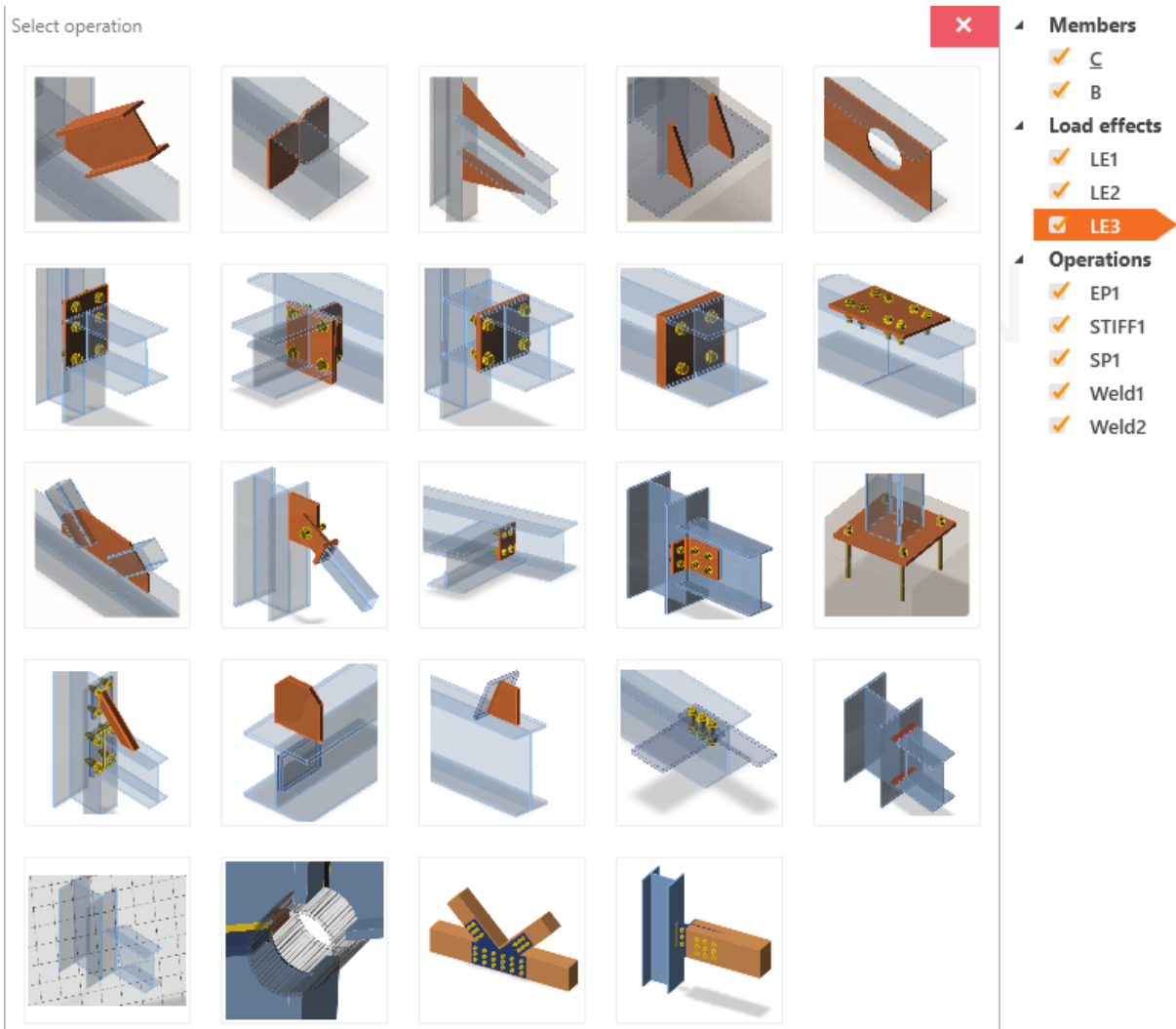
فایل دیگر IdeaStatica به کار می‌رود. گزینه XLS Import جدولی را نشان می‌دهد که داده‌ها را از اکسل به آن و سپس به مدل اضافه می‌کنند و XLS Export داده‌های بارگذاری را به فایل با پسوند CSV قابل ویرایش با اکسل انتقال می‌دهد.



3-3 طراحی اتصال و عملیات ساخت

طرح هندسه اتصال شامل مجموعه‌ای از عملیات ساخت می‌باشد که در این عملیات شکل اعضا تغییر یافته و اجزای اتصال نظیر ورق انتهایی، پیچ و انکر بولت به مدل اضافه می‌شود. در منوی Design، دگمه  مجموعه عملیات ساخت را شامل می‌شود. مجموعه عملیات ساخت مطابق پنجره شکل 10 نشان داده می‌شود و هر عملیات ساخت تعریف شده در مدل در نمودار درختی و در گوشه سمت راست پنجره گرافیکی نشان داده می‌شود که می‌توان عملیات نظیر را حذف، غیرفعال یا برای اعمال آن به اجزای دیگر، عملیات را کپی و اصلاح نمود. انواع عملیات قابل انجام عبارتند از:

Stiffening plate	Plate to plate	Cut
Plate cut	Splice	Stiffener
Fastener grid	Gusset plate	Widener
Weld	Connecting plate (hollow sections)	Rib
Work plane	Fin plate	Opening
	Cleat	End plate
	Base plate	Shifted end plate
	Stiffening member	Stub



شکل 10. مجموعه عملیات ساخت

1-3-3 Cut برش

این دستور برای تغییرات انتهای یک عضو در محل رسیدن به عضو یا ورقی دیگر به کار می‌رود.

CUT1 [Cut of member] Pre-design Copy Delete

▼ Cut of member

Member	B	
Cut by	C	
Cutting method	Bounding box	
Cutting plane	Closer	
Direction	Parallel	
Offset [mm]	0	

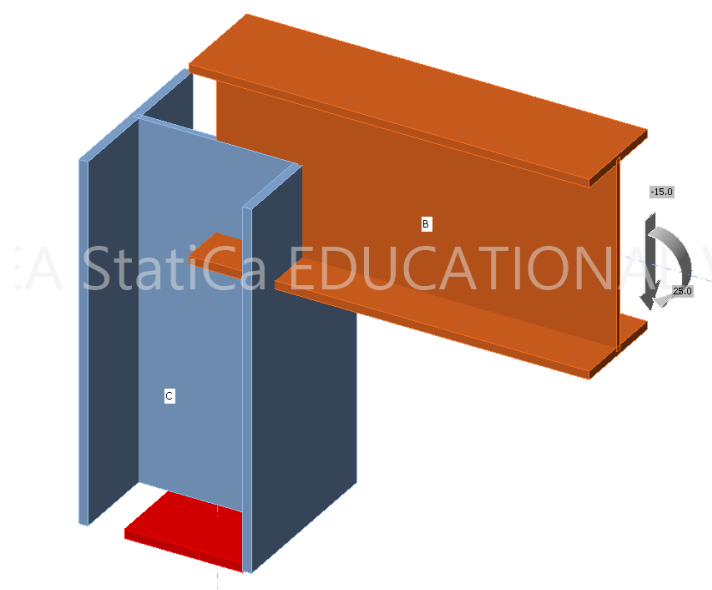
▼ Welds

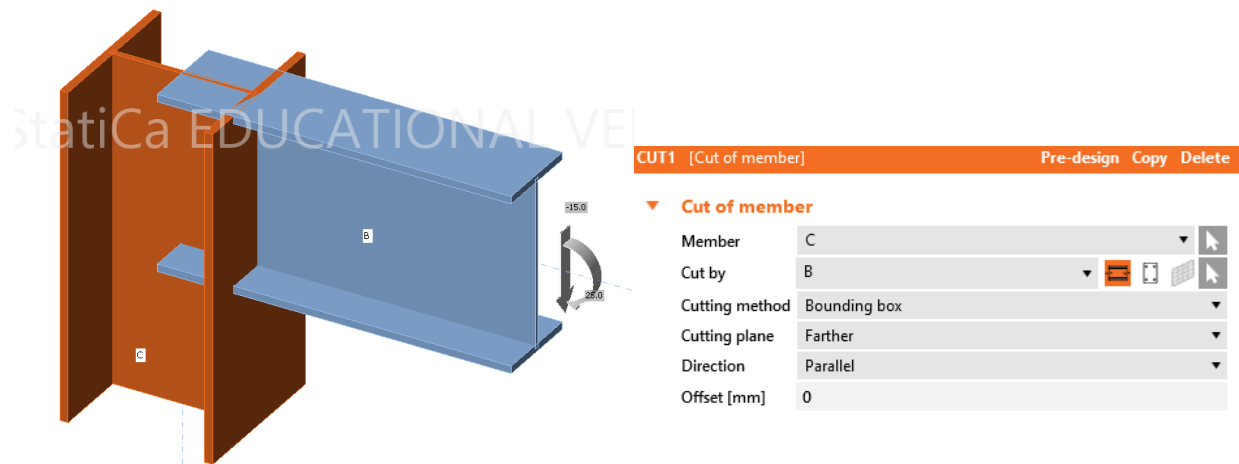
Flanges [mm]	3.0	S 235				
Webs [mm]	3.0	S 235				

شکل 11. مجموعه داده‌های عملیات برش

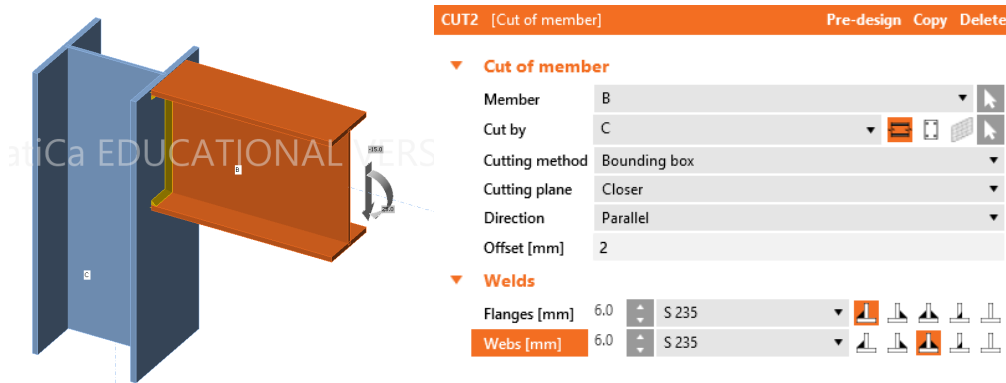
Member	عضو برش یابنده	با زدن دگمه 	عضو برش یابنده انتخاب می شود.
Cut by	مرز برش	مرز برش می تواند یک عضو، ورق یا صفحه کار باشد که با انتخاب بین سه گزینه تعیین می شود. با زدن  عضو مشخص کننده مرز برش تعیین می شود.	
Cutting Method	روش برش		
	Bounding Box	برش عضو در سطح قوطی محیط بر عضو تعیین شده به عنوان مرز برش، انجام می شود.	
	Surface	عضو برش شونده به شکلی برش می خورد که عضو مرزی برشی را به صورت کامل در بر گیرد.	
	Mitre Cut	برش فارسی بر مایل	
Cutting plane	صفحه برش	موقعیت صفحه برش مبنای شروع عضو برش خورده را تعیین می کند. Closer: برش در نزدیکترین سطح عضو مرزی برش ایجاد می شود. Farther: برش در دورترین سطح عضو مرزی برش ایجاد می شود.	
Direction		جهت برش را مشخص می کند. موازی: Parallel: برش موازی لبه عضو مرزی است. عمود: Perpendicular: برش موازی محور عضو مرزی است.	
Offset	بادخور یا شکاف	فاصله بین عضو برش خورده و عضو مرزی برش	
گروه داده Welds			
Welds	جوش های نفوذی یا شیارى جان و بال عضو برش خورده به شکل شیارى، یا گوشه یک و دو طرفه یا بدون اتصال.		

به عنوان مثال در اتصال زیر دو برش تعریف می شود. در برش 1، ستون C برش داده می شود. صفحه برش دورترین Farther و روش برش Bounding Box. در این حالت فرض کنید تیر داخل جعبه ای قرار گرفته، دورترین مرز این جعبه، مرز برش عضو C را مشخص می کند.

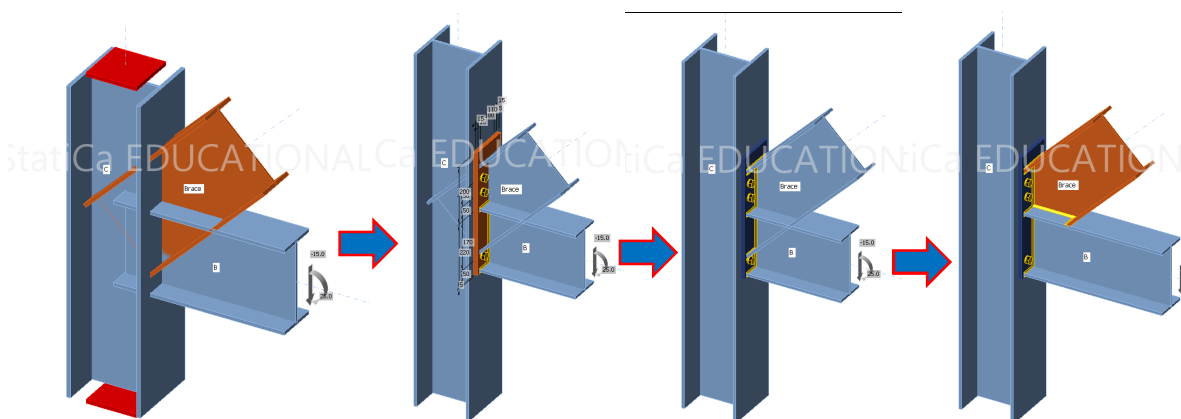




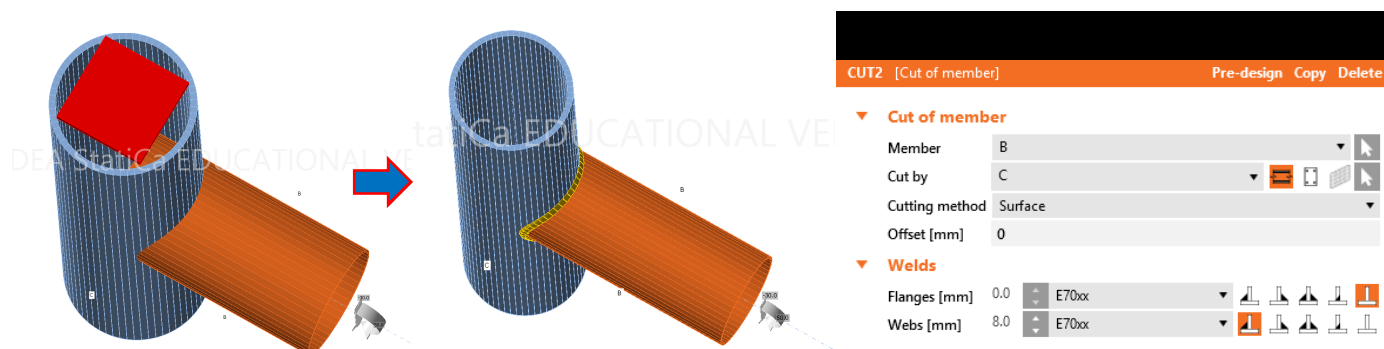
در برش دوم، جعبه برش دور ستون را گرفته و در نزدیکترین سطح این جعبه به تیر، تیر برش می خورد. در محل اتصال، جان و بال تیر با جوش گوشه به بال ستون جوش می شود. 2 میلیمتر فاصله بین تیر و ستون به عنوان باد خور می باشد.



در مثال زیر، نخست با عملیات ورق انتهایی End Plate تیر به ستون با اتصال پیچی متصل می شود. در برش دوم مهاربند با ورق انتهایی و در برش سوم مهاربند با تیر، برش خورده و با جوش گوشه متصل می شود.

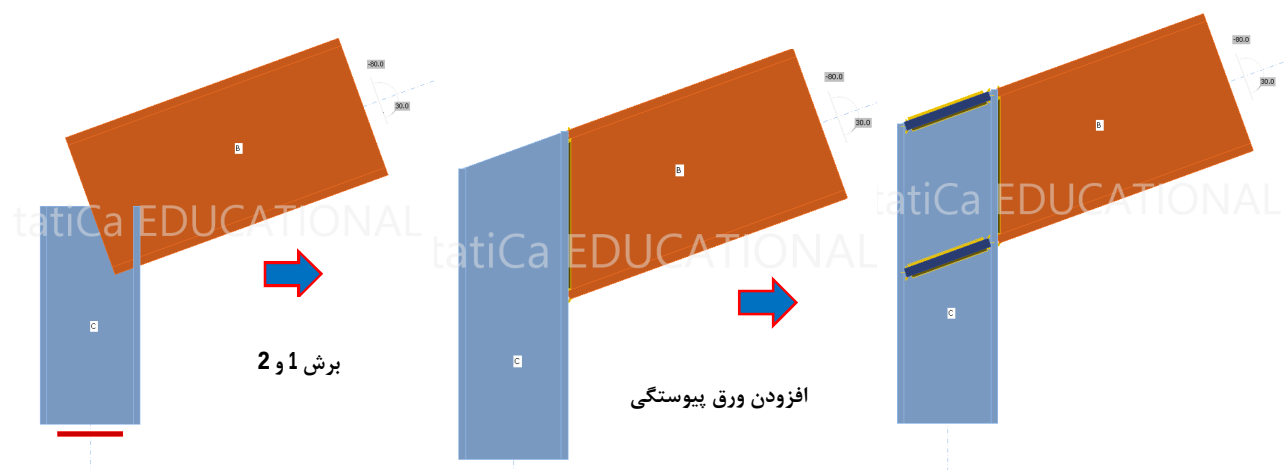
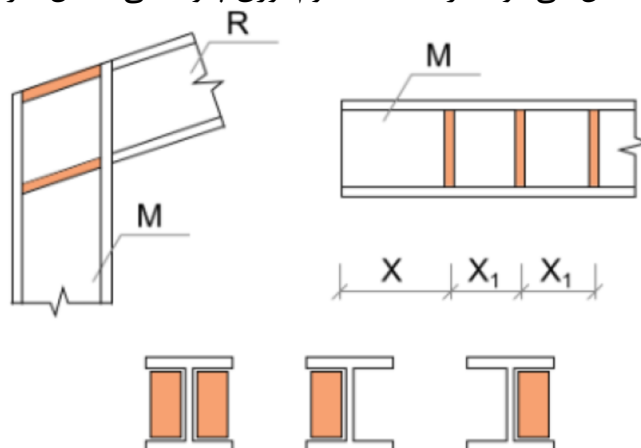


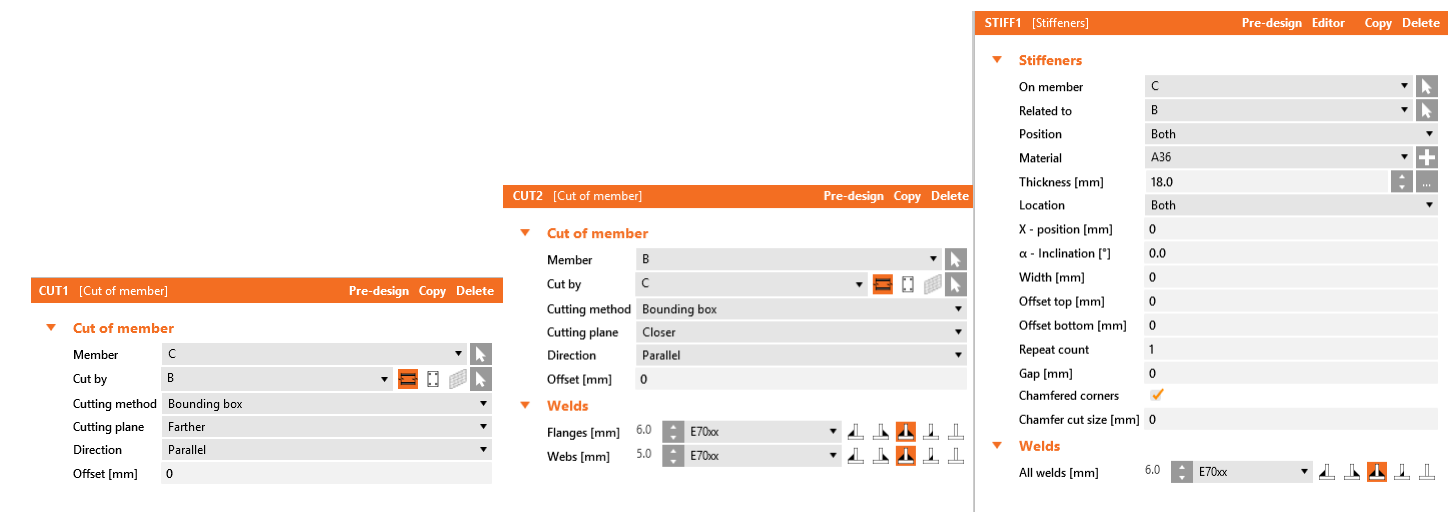
در نمونه زیر، تیر به عنوان عضو برش شونده، در مرز ستون لوله، برش داده شده است.



2-3-3 سخت کننده Stiffener

سخت کننده به صورت قائم بر صفحه جان، عمود بر محور یا با زاویه از محور تیر اضافه می کند. تعریف متغیرها در شکل زیر آمده است. در نمونه شکل زیر، با استفاده از برش 1، ستون تا تراز بال بالایی تیر شیبدار امتداد داده می شود و با استفاده از برش 2، تیر در سطح ستون، برش خورده و به آن متصل می شود. در عملیات سوم، ورق پیوستگی اتصال تیر به ستون به مدل افزوده می شود.

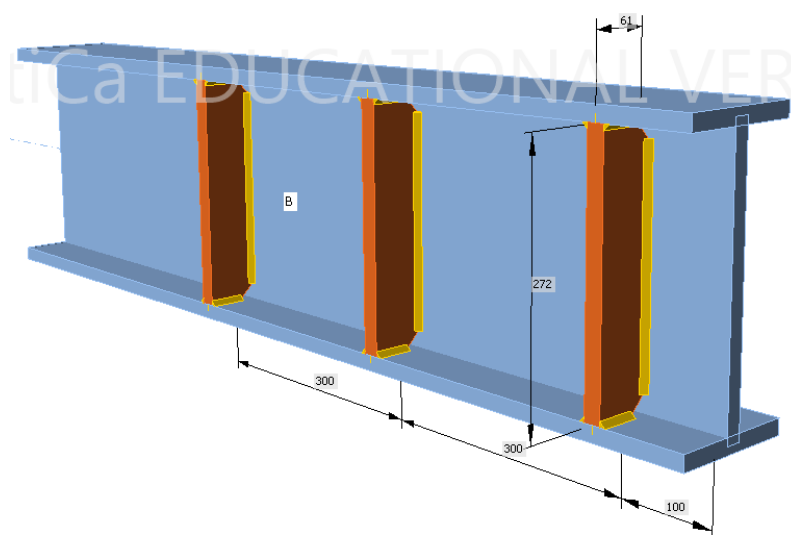




در پنجره داده‌های ورودی سخت کننده:

گروه داده Stiffeners	
انتخاب عضو جهت افزودن سخت کننده به آن.	On member
انتخاب عضوی که سخت کننده در امتداد آن افزوده می‌شود.	Related to
موقعیت سخت کننده فقط در بال بالا Upper، بال پایین Lower یا هر دو Both یا وسط دو بال Centre.	Position
نوع مصالح سخت کننده	Material
ضخامت ورق	Thickness
سمت قرارگیری سخت کننده، در چپ و راست جان Both، در سمت ناظر Front یا در پشت جان Rear.	Location
موقعیت سخت کننده نسبت به عضو Related to	X – position
تغییر زاویه سخت کننده نسبت به محور عضو	α – inclination
عرض سخت کننده، مقدار 0 یعنی محاسبه عرض حداکثر ممکن توسط نرم‌افزار	B – width
شکاف بین بال بالا و لبه بالائی سخت کننده.	Offset top
شکاف بین بال پایین و لبه پایینی سخت کننده.	Offset bottom
تعداد سخت کننده‌های تکرار شونده	Repeat Count
فاصله بین سخت کننده‌ها و مقطع عرضی. سخت کننده در این فاصله جوش می‌شود.	Gap
برش گوشه سخت کننده	Chamfered corners
مقداردهی طول برش در امتداد سخت کننده از کنج. در مقاطع نورد شده، مقدار صفر به معنی محاسبه شعاع ماهیچه و اعمال برش اتوماتیک	Chamfer cut size
گروه داده Welds	
جوش سخت کننده به مقطع	Welds

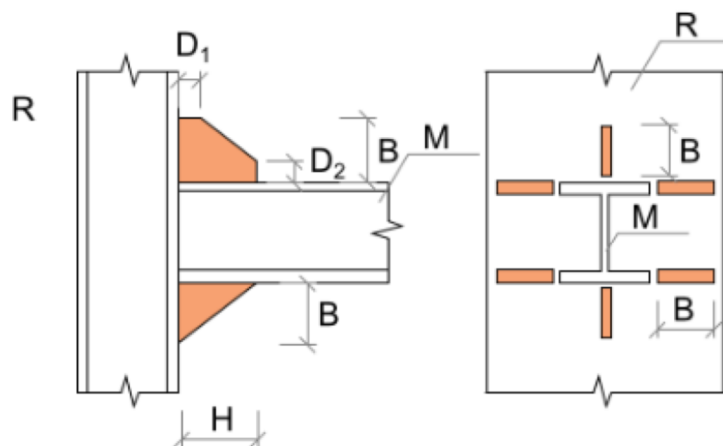
به عنوان مثال در شکل زیر، سخت کننده‌ها به جان یک تیر تعریف شده است.



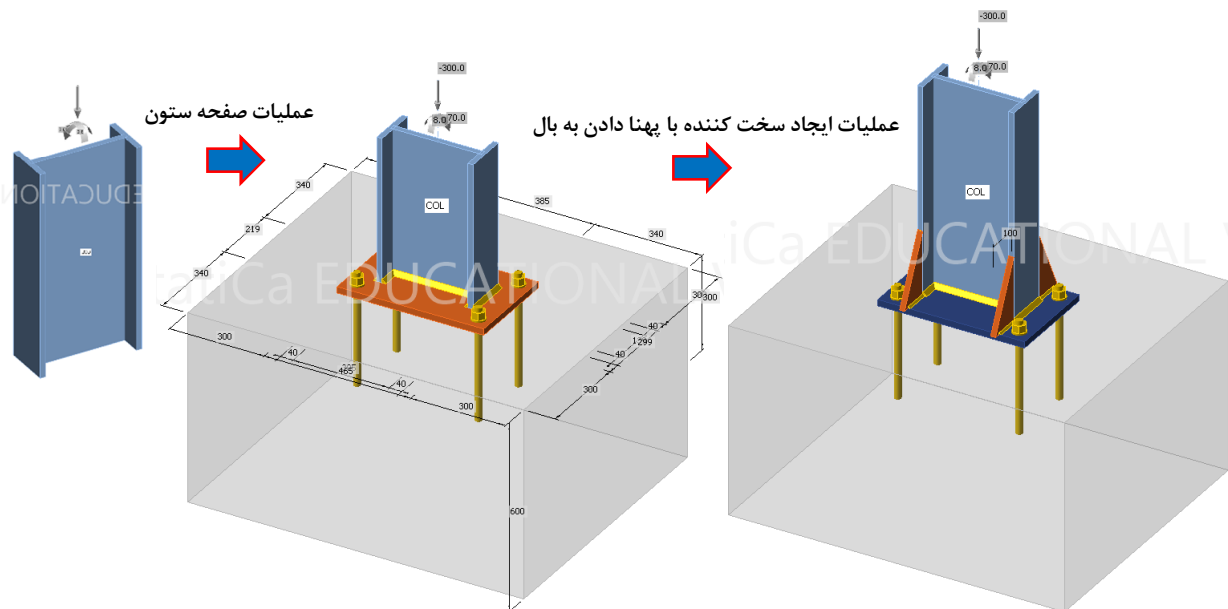
STIFF1 [Stiffeners]		Pre-design	Editor	Copy	Delete
▼ Stiffeners					
On member	B				
Related to	Not specified				
Material	A36				
Thickness [mm]	18.0				
Location	Both				
X - position [mm]	100				
α - Inclination [°]	0.0				
Width [mm]	0				
Offset top [mm]	0				
Offset bottom [mm]	0				
Repeat count	3				
Delta x [mm]	300				
Gap [mm]	0				
Chamfered corners	☒				
Chamfer cut size [mm]	0				
▼ Welds					
All welds [mm]	6.0	E70xx			

3-3-5 پهنای دادن Widener

سخت کننده در امتداد ورق بال یا جان، به نیمرخ اضافه می شود. تعریف متغیرها در شکل زیر آمده است.



به عنوان مثال برای ستون نشان داده شده، نخست با تعریف عملیات صفحه پای ستون، ستون به صفحه ستون اتصال یافته است و سپس با تعریف سخت کننده، سخت کننده در امتداد بال های ستون نسبت به صفحه پای ستون تعریف شده است.



BP1 [Base plate]	Editor	Copy	Delete	WID1 [Wideners]	Pre-design	Editor	Copy	Delete
Base plate Member: COL Material: A36 Thickness [mm]: 20.0 Dimensions: To profile symmetrical				Wideners On member: COL Related to: BP1 Material: A36 Thickness [mm]: 16.0 Cross-section parts: Flanges Location: Both Width [mm]: 100 Depth [mm]: 205 Shape: Triangular				
Offsets Top [mm]: 80 Left [mm]: 80 Coordinate system: From member Orientation: Perpendicular Rotation [°]: 0.0				Welds All welds [mm]: 6.0 E70xx				
Anchors Type: 22 A325M Anchoring length [mm]: 300 Anchor type: Straight Top layers [mm]: 40 Left layers [mm]: 40 Shear plane in thread: ☒								
Welds Flanges [mm]: 12.0 E70xx Webs [mm]: 13.0 E70xx								
Foundation block Concrete grade: 4000 psi Offset [mm]: 300 Depth [mm]: 600 Shear force transfer: Friction Stand-off: Direct								

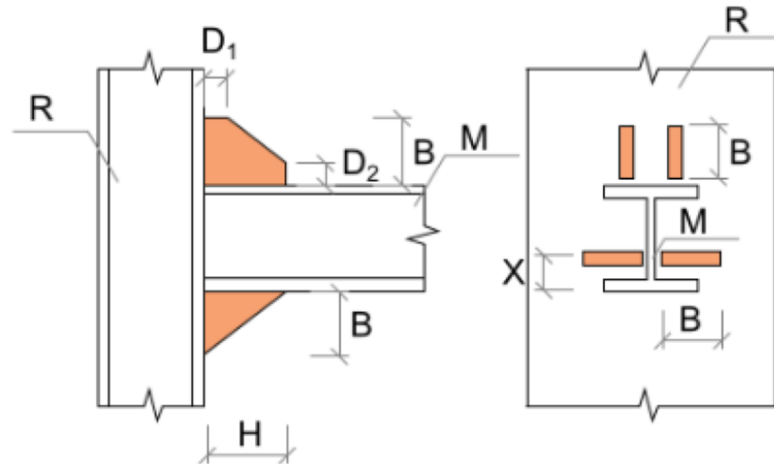
مشخصات جدول داده عملیات Widener:

انتخاب عضو جهت افزودن سخت کننده.	On member
انتخاب عضو یا ورقی که سخت کننده در امتداد (هم صفحه با آن) افزوده می شود.	Related to
نوع مصالح سخت کننده	Material
ضخامت ورق	Thickness
محل اضافه کردن سخت کننده	Cross-Section parts
در صفحه تمام بال ها اضافه می شود.	Flanges
در صفحه بال پایین اضافه می شود.	Bottom flange
در صفحه بال بالا اضافه می شود.	Top flange
در صفحه جان اضافه می شود.	Webs
در صفحه تمام بال ها و جان اضافه می شود.	All parts

Location	سمت افزودن سخت کننده در چپ و راست جان Both، سمت ناظر Front، پشت جان Rear.
width	طول سخت کننده در امتداد عضو Related to
Depth	طول سخت کننده در امتداد عضوی که سخت کننده به آن اضافه می شود.
Shape	شکل سخت کننده به صورت مستطیل، مثلث، مثلث با گوشه برش خورده و مثلث با ورق بال.

4-3-3 سخت کننده عمود بر بال و جان در انتهای یک عضو Rib

در انتهای عضو سخت کننده عمود بر جان یا بال اضافه می کند. پارامترهای عملیات در شکل زیر مشخص شده است.



در مثال زیر با انجام عملیات برش بدون اتصال جوشی و با فاصله 10 میلیمتر، نخست تیر در محل اتصال به ستون قطع شده است. سپس با تعریف دو عملیات سخت کننده در جان و بال با فاصله 40 میلیمتر از مرکز جان و 50 میلیمتر از مرکز بال، سخت کننده ها به جان و بال تیر و بال ستون جوش شده است. گوشه های سخت کننده برش خورده است.

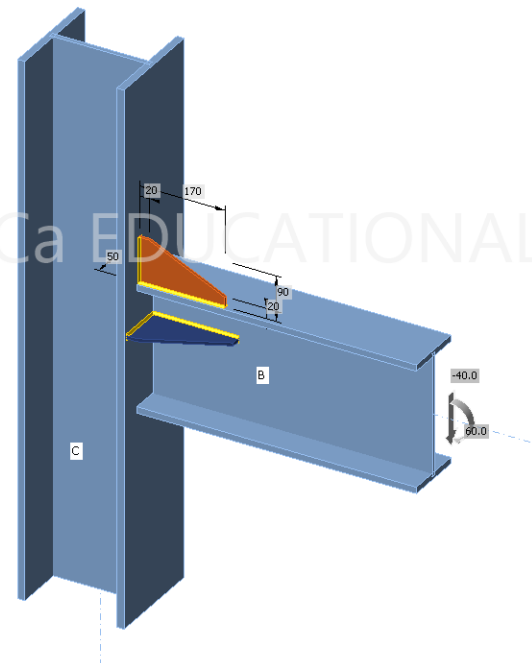
CUT1 [Cut of member]
Pre-design Copy Delete

▼ **Cut of member**

Member	B
Cut by	C
Cutting method	Bounding box
Cutting plane	Closer
Direction	Parallel
Offset [mm]	10

▼ **Welds**

Flanges [mm]	5.0	E70xx				
Webs [mm]	4.0	E70xx				

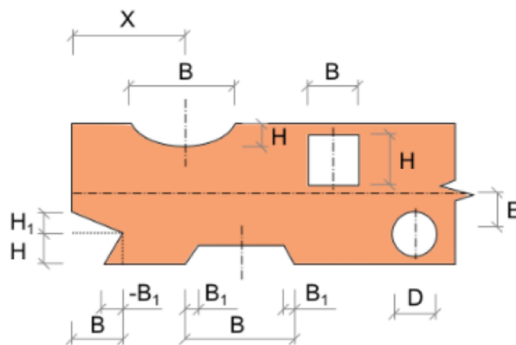


RIB1 [Ribs]	Pre-design	Editor	Copy	Delete	RIB2 [Ribs]	Pre-design	Editor	Copy	Delete
▼ Ribs									
On member	B				On member	B			
Related to	C				Related to	C			
Material	A36				Material	A36			
Thickness [mm]	6.0				Thickness [mm]	6.0			
Width [mm]	90				Width [mm]	90			
Depth [mm]	170				Depth [mm]	170			
Shape	Chamfered				Shape	Chamfered			
Dimension D1 [mm]	20				Dimension D1 [mm]	20			
Dimension D2 [mm]	20				Dimension D2 [mm]	20			
Cross-section parts	Web 1				Cross-section parts	Top flange 1			
Surface	Both				Surface	Upper			
Location	Center				Location	Center			
X - position [mm]	40				X - position [mm]	50			
Repeat count	1				Repeat count	1			
▼ Welds									
All welds [mm]	4.0	E70xx			All welds [mm]	4.0	E70xx		

انتخاب عضو جهت افزودن سخت کننده.	On member
انتخاب عضو یا ورقی که سخت کننده در امتداد (هم صفحه با آن) افزوده می شود.	Related to
نوع مصالح سخت کننده	Material
ضخامت ورق	Thickness
طول سخت کننده در امتداد عضو Related to	width
طول سخت کننده در امتداد عضوی که سخت کننده به آن اضافه می شود.	Depth
شکل سخت کننده به صورت مستطیل، مثلث، مثلث با گوشه برش خورده و مثلث با ورق بال. در صورت انتخاب گوشه برش خورده، طول برش با D1 و D2 مشخص می شود.	Shape
بخشی از مقطع عرضی که محل اضافه کردن سخت کننده می باشد.	Cross-Section parts
بال پایین	Bottom flange
بال بالا	Top flange
جان	Webs
سطحی از قطعه که سخت کننده اضافه می شود.	Surface
سخت کننده به بالای سطح اضافه می شود.	Upper
سخت کننده به پایین سطح اضافه می شود.	Lower
	Location
سخت کننده در سمت رو به ناظر مقطع اضافه می شود.	Front
سخت کننده در سمت دیگر مقطع اضافه می شود.	Rear
سخت کننده در مرکز قطعه اضافه می شود.	Centre
سخت کننده در دو سمت قطعه اضافه می شود.	Both
موقعیت سخت کننده نسبت به سمت انتخاب شده در بالا	X – position
تکرار سخت کننده	Repeat count

The image displays a 3D model and a cross-section of a composite structure. The 3D model on the left shows a cylindrical component labeled 'M1' with a diameter of 50.0 and a height of 65.0, mounted on a base with a diameter of 200 and a height of 600. The base is divided into four quadrants, each with a width of 200. The cross-section on the right shows a vertical wall labeled 'C' and a horizontal component labeled 'B'. The wall 'C' has a thickness of 20. The component 'B' has a height of 40.0 and a width of 170. The cross-section also shows a vertical dimension of 90 and a horizontal dimension of 20.

برای ایجاد بازشو، شکاف یا RBS در یک نیمرخ مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال تیرهای RBS با این ابزار ایجاد می‌شوند. پارامترهای دستور، در شکل زیر مشخص شده است.



26

مقطع کاهش یافته در بال بالا و پایین تیر

سوراخ دسترسی برای اجرای جوش بال تیر به ستون

OPN2 [Opening, notch]	Pre-design Copy Delete	OPN3 [Opening, notch]	Pre-design Copy Delete
▼ Opening, notch Cross-section part: B Web 1 Shape: Notch Location: Both B, B1 - width [mm]: 80 H, H1 - depth [mm]: 20 Rounding radius [mm]: 10		▼ Opening, notch Cross-section part: B Bottom flange 1 Shape: Dog bone arc Location: Both B, B1 - width [mm]: 140 30 Depth [mm]: 30 X - position [mm]: 200	

در مثال شکل زیر بازشوی دایره‌ای در جان تیر به همراه سخت کننده لبه‌ای ایجاد شده است.

OPN4 [Opening, notch]	Pre-design Copy Delete
▼ Opening, notch Cross-section part: B Web 1 Shape: Circle Diameter [mm]: 100 X - position [mm]: 200 Eccentricity [mm]: 0 Stiffener: ☒ Thickness [mm]: 5 Width [mm]: 80	
▼ Welds All welds [mm]: 7.1 E70xx	

بال پایین Bottom flange

بال بالا Top flange

جان Web

شکل بازشو Shape

دایره Circle

مربع Rectangle

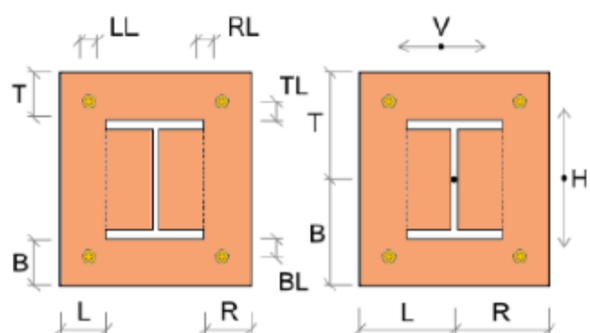
شکاف در نقطه شروع عضو Notch

ایجاد RBS Dog bone

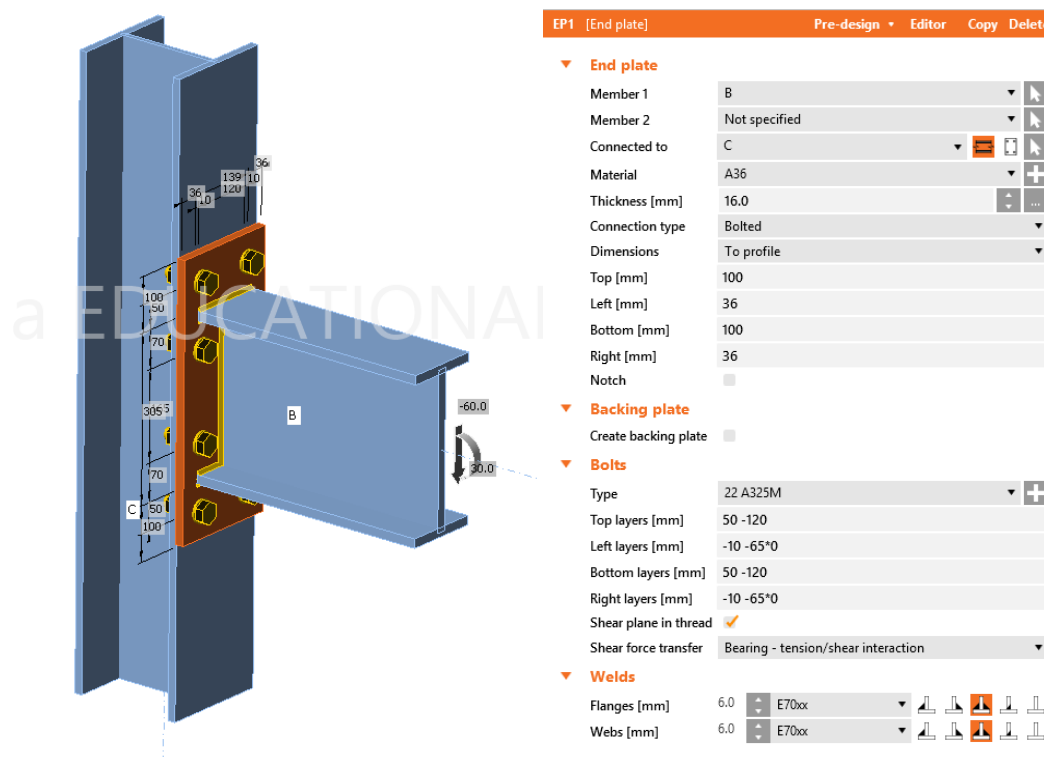
ایجاد RBS قوسی Dog bone arc

6-3-3 ورق انتهایی End plate

اتصال عضو با استفاده از ورق انتهایی به جان یا بال عضو دیگر. پارامترهای عملیات به همراه مثال در شکل نشان داده شده است.



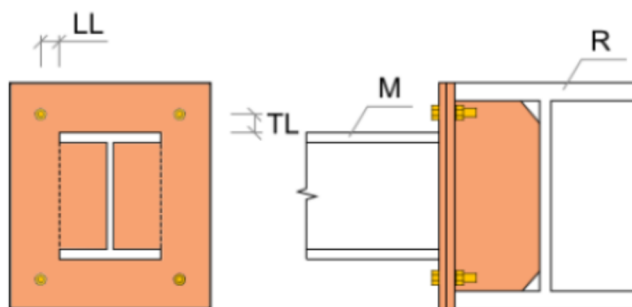
اتصال شکل زیر، اتصال با ورق انتهایی تیر به ستون را نشان می‌دهد.



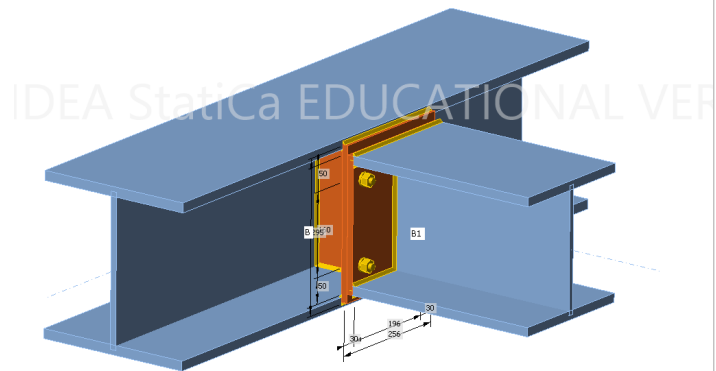
انتخاب عضو نخست که به عضو Connected to اتصال خواهد یافت.		Member 1
انتخاب عضو دوم که به عضو Connected to اتصال خواهد یافت.		Member 2
انتخاب اعضایی که دو عضو یک و دو به آن اتصال خواهند یافت. می تواند ورق یا عضو باشد.		Connected to
نوع مصالح ورق		Material
ضخامت ورق		Thickness
نوع اتصال: پیچی یا جوشی		Connection type
ابعاد ورق اتصال		Dimensions
ابعاد ورق با افست نمودن ابعاد مستطیل احاطه کننده نیمرخ تعیین می شود.		To profile
ابعاد ورق با تعیین افست ضلع بالا و چپ مستطیل احاطه کننده نیمرخ، به شکل متقارن تعیین می شود.		To profile symmetrical
با تعیین فاصله لبه ها از مرکز مقطع، ابعاد ورق تعیین می شود.		Rectangle
ابعاد ورق با تعریف فاصله لبه بالا و چپ ورق از مرکز مقطع و به صورت متقارن تعیین می شود.		Rectangle symmetrical
ابعاد ورق با شعاع خارجی و شعاع بازشو تعریف می شود.		Circle

7-3-3 ورق انتهایی انتقال یافته Shifted end plate

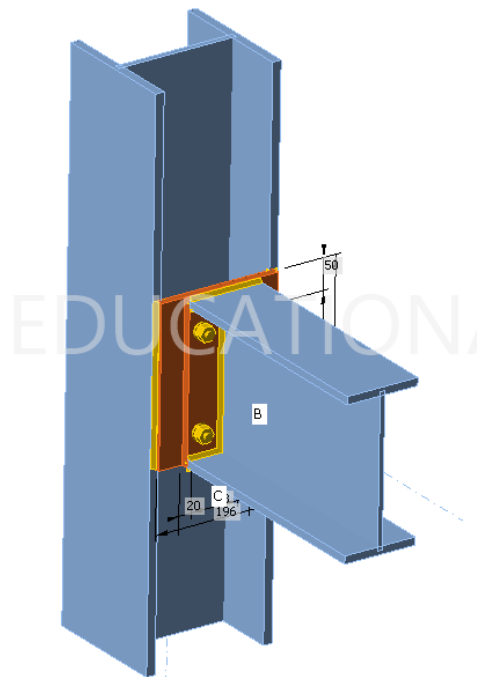
عضوی را با استفاده از ورق انتهایی به بال عضو دیگر متصل می‌کند. ورق انتهایی در این حالت به عضو اصلی با استفاده از یک واسطه و یک ورق دیگر متصل شده است. پارامترهای مورد استفاده در تعریف این نوع اتصال در شکل زیر معرفی شده است.



در شکل زیر نمونه‌هایی از این نوع اتصالات نشان داده شده است.



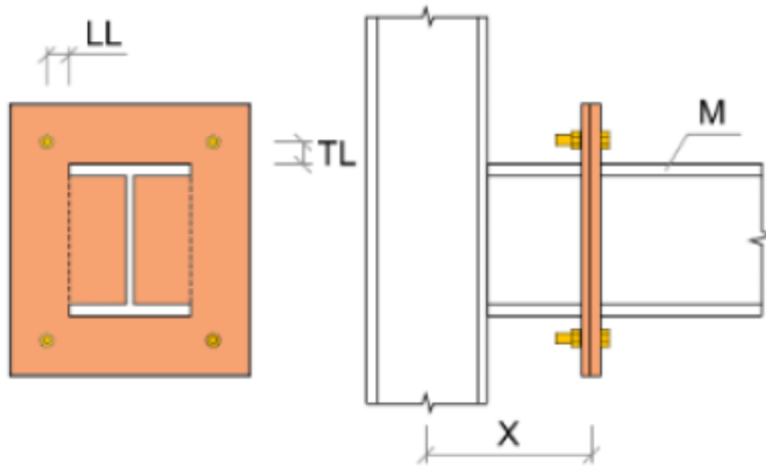
SEP1 [Shifted endplate]		Editor	Copy	Delete
▼ Shifted endplate				
Member	B1	▼	↗	
Connected to	B	▼	↗	
Material	A36	▼	+	
Thickness [mm]	12.0	▲ ▼	...	
Connection type	Bolted	▼		
Dimensions	To profile symmetrical	▼		
Height automatically	☒			
Left [mm]	0			
▼ Beam endplate				
Thickness [mm]	12.0	▲ ▼	...	
Dimensions	To profile symmetrical	▼		
Top [mm]	0			
Left [mm]	0			
▼ Stiffener				
Type	Full	▼		
Material	A36	▼	+	
Thickness [mm]	12.0	▲ ▼	...	
Chamfered corners	☐			
Chamfer cut size [mm]	0			
▼ Bolts				
Type	1/2 A307	▼	+	
Top layers [mm]	-50			
Left layers [mm]	-30			
Shear plane in thread	☒			
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction	▼		
▼ Welds				
Flanges [mm]	5.7	▲ ▼	E70xx	▼
Webs [mm]	5.7	▲ ▼	E70xx	▼
Plate [mm]	5.7	▲ ▼	E70xx	▼
Stiffener [mm]	5.7	▲ ▼	E70xx	▼



انتخاب عضوی که به عضو Connected to اتصال خواهد یافت.	Member
انتخاب عضوی که عضو یک به آن اتصال خواهند یافت.	Connected to
مصلح ورق انتهایی متصل به بال عضو Connected to	Material
ضخامت ورق انتهایی متصل به بال عضو Connected to	Thickness
نوع اتصال	Connection type
پیچی	Bolted
جوشی	Welded
ابعاد ورق (در قسمت End plate مقدار دهی ورق انتهایی بحث شده است)	Dimensions
در صورت انتخاب این گزینه ابعاد ورق انتهایی به صورت اتوماتیک بر اساس عضو Connected to تعیین می شود و تنها عرض ورق را می توان تعریف نمود.	Height automatically
میزان اضافه عرض ورق متصل به بال نسبت به ورق انتهایی از لبه چپ. لبه راست نیز به این اندازه بزرگتر خواهد بود.	Left
مشخصات ورق انتهایی متصل به عضو اتصال یابنده	Beam end plate
سخت کننده بین ورق انتهایی متصل به عضو Connected to و جان این عضو	Stiffener
مشخصات پیچ ها	Bolts
مشخصات جوش ها	Welds

8-3-3 ورق انتهایی با پایه Stub

یک عضو را به عضوی دیگر با یک پایه Stub و دو ورق انتهایی متصل می کند. پارامترهای مورد استفاده در تعریف این نوع اتصال در شکل زیر معرفی شده است.



اتصال مطابق شکل زیر، اتصال با ورق انتهایی و قطعه پایه Stub را نشان می‌دهد.

STUB1 [Plate to plate]		Editor	Copy	Delete
▼ Plate to plate				
Member	B			
X - position [mm]	500			
Material	A36			
Thickness [mm]	10.0			
Connection type	Bolted			
Dimensions	To profile symmetrical			
Top [mm]	100			
Left [mm]	0			
▼ Bolts				
Type	22 A325M			
Top layers [mm]	-60 120			
Left layers [mm]	-30			
Shear plane in thread	☒			
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction			
▼ Welds				
Flanges [mm]	15.0 E70xx			
Webs [mm]	8.0 E70xx			
▼ Stub				
Type	From member			
Explode	☒			
Thickness [mm]	0.0			
Is symmetrical	☐			
Inclination bottom [°]	12.0			
Inclination right [°]	0.0			
Inclination top [°]	0.0			
Inclination left [°]	0.0			

گروه داده Plate to plate

انتخاب عضوی که در نقطه‌ای از طول آن، یک اتصال تیر به تیر با ورق انتهایی ایجاد می‌شود. قطعه Stub می‌تواند از خود این عضو، یا عضوی دیگر با مقطع ثابت یا از خود عضو با مقطع متغیر باشد.

Member

فاصله محل ایجاد اتصال از شروع عضو

X- position

بقیه مشخصات ورق‌های انتهایی این گروه، مشابه داده‌های عملیات توضیح داده شده قبلی وارد می‌شود.

گروه داده Bolts: مشخصات پیچ‌های اتصال

گروه داده Welds: مشخصات جوش‌های اتصال

گروه داده Stub: مشخصات قطعه تیر

Type From member پایه از خود عضو

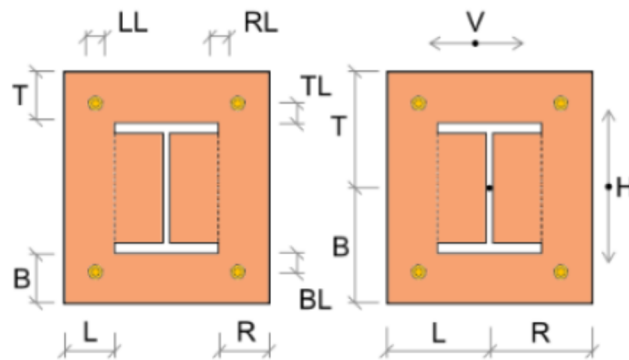
Selected پایه از عضوی دیگر

None بدون پایه

Explode با انتخاب این گزینه، جان و بال پایه از هم تفکیک می‌شوند و می‌توان ضخامت و زاویه جان و بال را تغییر داده و مقطع متغیر ایجاد نمود.

9-3-3 اتصال ورق به ورق Plate to plate

دو عضو را با اتصال ورق به ورق به همدیگر متصل می‌کند. پارامترهای اتصال در شکل زیر نشان داده شده است.



اتصال شکل زیر با استفاده از اتصال ورق به ورق ایجاد شده است.

PP1 [Plate to plate] Pre-design Editor Copy Delete

Plate to plate

Member 1 B

Member 2 M3

X - position [mm] 0

Material A36

Thickness [mm] 16.0

Connection type Bolted

Dimensions To profile

Top [mm] 5

Left [mm] 36

Bottom [mm] 150

Right [mm] 36

Bolts

Type 22 A325M

Top layers [mm] -70 -65°0

Left layers [mm] -10 -65°0

Bottom layers [mm] -70 140

Right layers [mm] -10 -65°0

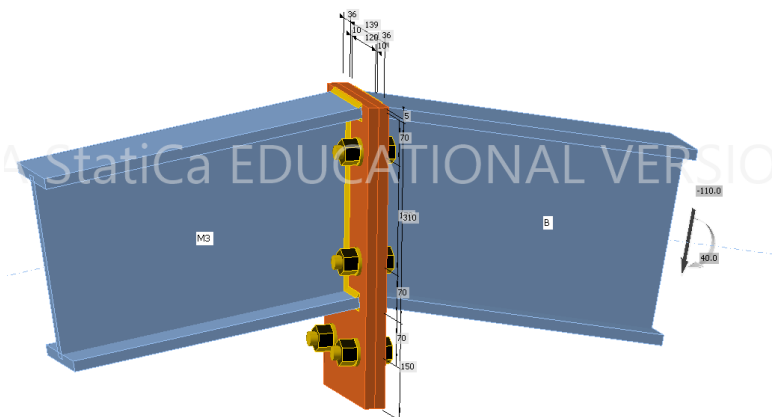
Shear plane in thread ☒

Shear force transfer Bearing - tension/shear interaction

Welds

Flanges [mm] 6.0 E70xx

Webs [mm] 6.0 E70xx



در جدول زیر پارامترهای مورد استفاده در بخش داده‌های این نوع اتصال، معرفی شده است. توضیحات مربوط به گروه داده‌های پیچ و جوش، در اتصالات قبلی معرفی شده‌اند.

گروه داده Plate to plate	
انتخاب عضو 1	Member 1
انتخاب عضو 2	Member 2
تعیین موقعیت اتصال از نقطه شروع عضو اتصال یافته	X- position
بقیه مشخصات ورق‌های انتهایی در این گروه، مشابه داده‌های عملیات توضیح داده شده قبلی وارد می‌شود.	
گروه داده Bolts: مشخصات پیچ‌های اتصال	
گروه داده Welds: مشخصات جوش‌های اتصال	

3-3-10 وصله Splice

ورق وصله‌ای را به یک عضو اضافه می‌کند یا با استفاده از ورق وصله‌ای، یک عضو را به عضوی دیگر متصل می‌کند. با استفاده از ابزار Editor در بالای پنجره داده، می‌توان آرایش سوراخ‌های پیچ را اصلاح نموده یا نوع سوراخ را از استاندارد به لوبیائی تغییر داد. در مثال زیر، بال فوقانی تیر B1 به بال فوقانی تیر B2 وصله شده است.

SPL1 [Splice plate]

Editor Copy Delete

▼ Splice plate

Member

B1 | Top flange 1

Member 2

B2

Connected to

New plate

Positions

+

Material

< default >

Thickness [mm]

10.0

B1 [mm]

200

B2 [mm]

200

Offset 1 [mm]

0

Offset 2 [mm]

0

Connection type

Bolted

Backing plate

▼ Bolts

Type

16 A325M

Reference line

Member x-axis

Rows [mm]

30; -30

Positions [mm]

50 60 60

Grid

Regular

Shear plane in thread

☒

Shear force transfer

Bearing - tension/shear interaction

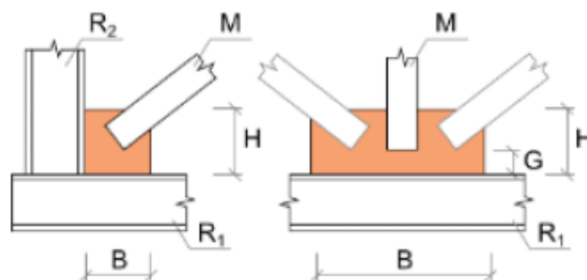
در جدول زیر پارامترهای مورد استفاده در بخش داده‌های این نوع اتصال، معرفی شده است.

گروه داده Splice plate	
انتخاب اجزای بال یا جان عضوی که هدف وصله آن به اجزای سایر اجزا است.	Member

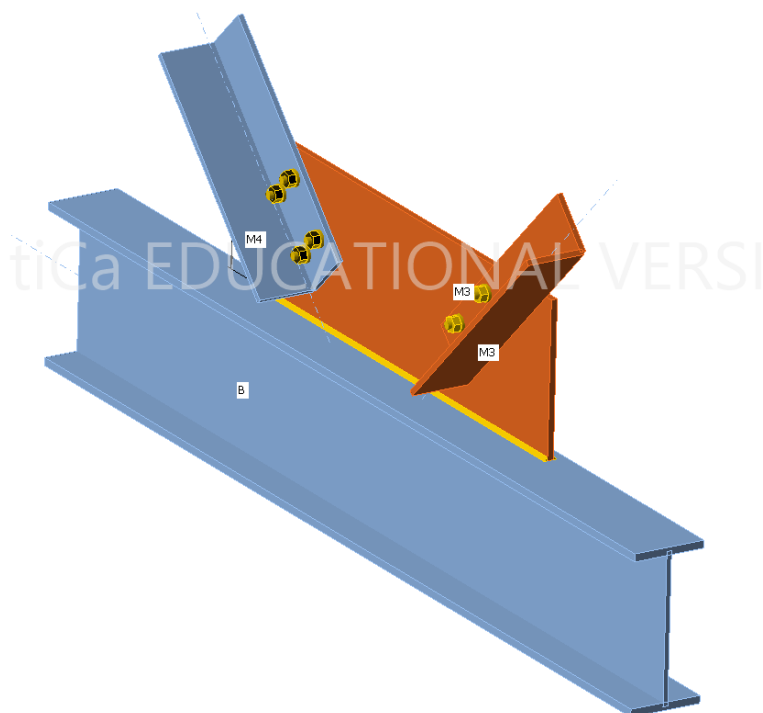
می‌توان عضوی دیگر را انتخاب نمود یا فقط ورق وصله به جزء انتخاب شده در مرحله قبل متصل شود.		Member 2
در صورت عدم وجود ورق در مدل، یک ورق جدید جهت ایجاد وصله تولید می‌شود.		Connected to
ایجاد ورق وصله جدید	New plate	
استفاده از ورق وصله موجود	Existing plate	
انتخاب سطحی که ورق وصله به آن می‌چسبد.		Position
ورق به بالای سطح متصل می‌شود.	+	
ورق به پایین سطح متصل می‌شود.	-	
طول ورق وصله روی عضو اصلی		B1
طول ورق وصله خارج عضو اصلی		B2
اضافه عرض ورق وصله نسبت به عرض قسمت متصل شونده عضو در یک لبه		Offset 1
اضافه عرض ورق وصله نسبت به عرض قسمت متصل شونده عضو در لبه دیگر		Offset 2
اضافه کردن ورق پشت بند در وجه دیگر جزء متصل شونده		Backing Plate
گروه داده Bolts: مشخصات پیچ‌های اتصال		
خط مرجع برای تنظیم فاصله پیچ‌ها		Reference line
فاصله پیچ از محور X عضو	Member x- axis	
فاصله پیچ از لبه مثبت	+ edge	
فاصله پیچ از لبه دیگر	- edge	
آرایش پیچ‌ها به صورت منظم Regular یا زیگزاک Staggered		Grid
سطح برش در محل رزوه پیچ قرار می‌گیرد.		Shear plane in thread
نحوه حمل نیروی برشی		Shear force transfer
اتکائی	Bearing	
اتکائی با اندرکنش برش و کشش	Bearing- tension shear interaction	
اصطکاکی یا کنترل لغزش	Friction	

11-3-3 ورق مهاربند Gusset plate

عضو مهاربند را با استفاده از صفحه اتصال جدید یا صفحه اتصال موجود، به عضوی دیگر یا گوشه دو عضو یا گوشه ستون و صفحه ستون متصل می‌کند. می‌توان عضو مهاربندی را به شکل مستقیم به بال عضو متصل نمود. پارامترهای این اتصال، در شکل زیر نشان داده شده است.



نمونه‌ای از اتصال مهاربند در شکل زیر نشان داده شده است. در اتصال نشان داده شده، دو اتصال صفحه مهاربند تعریف شده است. اتصال اول، عضو M3 را به عضو B متصل می‌کند و اتصال دوم، مهاربند M4 را به ورق اتصال تعریف شده در مرحله قبل، اتصال می‌دهد.



GUSS1 [Gusset plate]		GUSS2 [Gusset plate]	
Editor Copy Delete		Editor Copy Delete	
▼ Gusset plate		▼ Gusset plate	
Member	M3	Member	M4
Connected to	New plate	Connected to	Existing plate
▼ New plate		Plate	GUSS1
Related to	B	Related to	
Related also to		Related also to	
Material	A36	▼ Connection	
Thickness [mm]	10.0	Gap [mm]	50
Width [mm]	800	Alignment	Rear
Depth [mm]	250	Aligned plate	No plate
X - position [mm]	-100	Connection type	Bolted
▼ Connection		▼ Bolts	
Gap [mm]	50	Type	1/2 A307
Alignment	Rear	Reference line	Member x-axis
Connection type	Bolted	Rows [mm]	0 50
▼ Welds		Positions [mm]	50 100
Plate [mm]	5.7 E70xx	Grid	Regular
▼ Bolts		Shear plane in thread	☒
Type	1/2 A307	Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction
Reference line	Member x-axis		
Rows [mm]	0 50		
Positions [mm]	50 100		
Grid	Regular		
Shear plane in thread	☒		
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction		

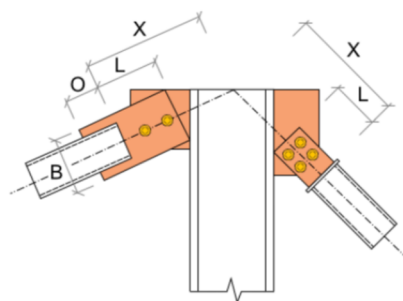
گروه داده Gusset plate	
انتخاب عضو که با ورق مهاربند به عضو دیگر اتصال پیدا می کند.	Member
انتخاب ورق اتصال	Connected to
ایجاد ورق جدید	New plate
استفاده از ورق موجود	Existing plate
گروه داده New plate	
عضوی از اتصال که عضو مشخص شده در مرحله قبل با ورق به آن متصل می شود.	Related to
همانند گزینه بالا- در ادامه مشخصات ورق آورده می شود.	Related also to
گروه داده Connection	
فاصله انتهای مهاربند از انتهای ورق	Gap
وجه اتصال مهاربند به ورق	Alignment
انتخاب بخش متصل شونده عضو به ورق اتصال (جان عضو یا هر کدام از بال ها)	Aligned plate
نوع اتصال (پیچی یا جوشی)	Connection Type
گروه داده Bolts: مشخصات پیچ های اتصال	
خط مرجع برای تنظیم فاصله پیچ ها	Reference line
فاصله پیچ از محور X عضو	Member x- axis
فاصله پیچ از لبه مثبت	+ edge
فاصله پیچ از لبه دیگر	- edge
آرایش پیچ ها به صورت منظم Regular یا زیگزاک Staggered	Grid
سطح برش در محل رزوه پیچ قرار می گیرد.	Shear plane in thread
نحوه حمل نیروی برشی	Shear force transfer
اتکائی	Bearing
اتکائی با اندرکنش برش و کشش	Bearing- tension shear interaction
اصطکاکی یا کنترل لغزش	Friction

12-3-3 اتصال با ورق Connecting plate – beam to beam or column

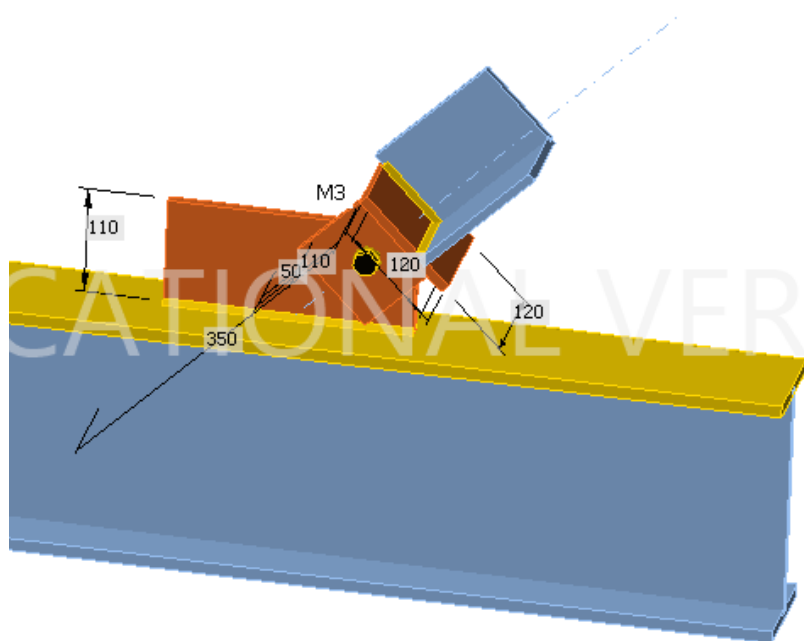
عضوی را به عضوی دیگر یا گوشه دو عضو یا محل اتصال ستون به صفحه ستون، با ایجاد یک صفحه پوشش عمود بر محور عضو متصل می کند. همچنین می تواند اتصال عضو را با استفاده از ورق قرار گرفته در داخل شیار ایجاد شده در آن عضو، انجام دهد. به این منظور در طول عضو، ورقی اضافه شده و این ورق جدید به ورقی موجود یا ورقی جدید متصل می شود.

دو نوع اتصال قابل تعریف با این ابزار در شکل زیر نشان داده شده است. در اتصال سمت چپ، داخل شکاف ایجاد شده در عضو، ورقی جدید قرار داده شده است. به ستون نیز ورقی دیگر اضافه شده است. سپس اتصال دو ورق افزوده شده با پیچ برقرار شده است. در اتصال سمت راست، با افزودن ورق سرپوش عمود بر محور طولی عضو و ورق یا ورق هایی عمود بر ورق سرپوش از یک طرف و

از طرف دیگر با افزودن ورق به ستون، اتصال بین دو عضو برقرار شده است. متغیرهای مورد استفاده در تعریف این نوع اتصال در شکل زیر نشان داده شده است.

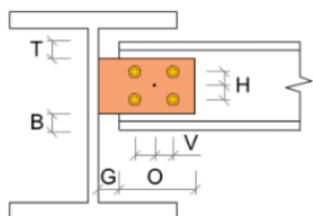
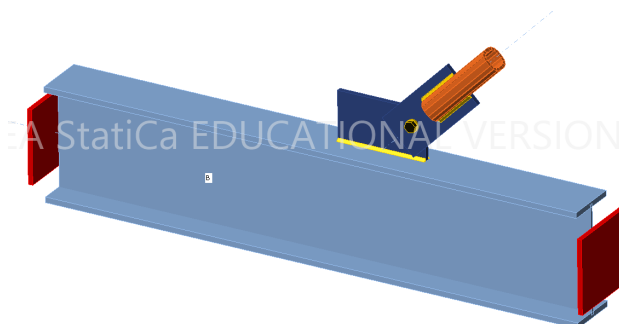
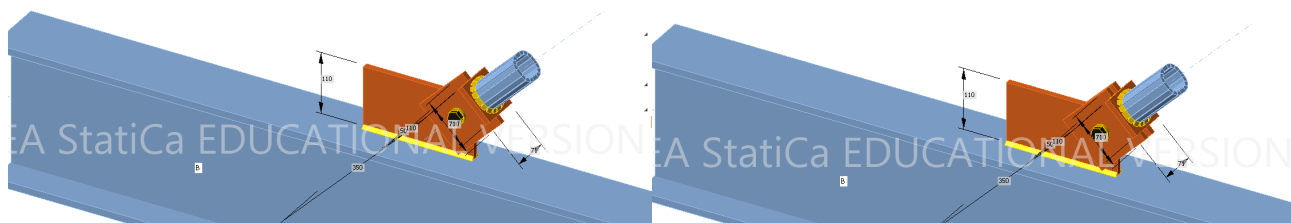


اتصال زیر، با استفاده از افزودن ورق سرپوش به انتهای یک نبشی و ورقی دیگر عمود بر آن از یک طرف و ورق دیگری بر روی بال تیر برقرار شده است.



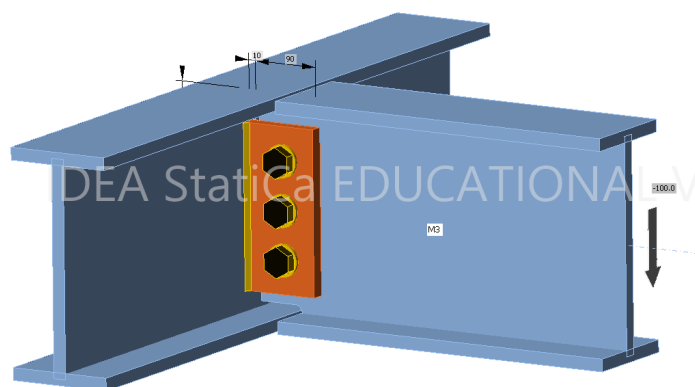
CPL1 [Connecting plate]		Editor	Copy	Delete
Connecting plate				
Member	M3			
Connected to	New plate			
New gusset plate				
Related to	B			
Related also to				
Material	A36			
Thickness [mm]	10.0			
Width [mm]	250			
Depth [mm]	110			
X - position [mm]	0			
Connection				
X - position [mm]	350			
Material	A36			
Thickness [mm]	10.0			
Alignment	Front			
Type	Cap plate			
Plate length [mm]	110			
Plate width [mm]	100			
Plate eccentricity [mm]	0			
Thickness of cap [mm]	10.0			
Cap plate offset (LL RR TT BB) [mm]	10			
Cap plate shape	Rectangle			
Connection type	Bolted			
Welds				
Plate [mm]	5.7	E		
Cap plate [mm]	5.7	E		
Tongue [mm]	5.7	E		
Bolts				
Type	1/2 A307			
Reference line	Member x-axis			

شکل زیر اتصال لوله به تیر IPE با استفاده از ورق سرپوش و یک یا دو ورق عمود بر ورق سرپوش، همچنین یک ورق قرار داده شده در داخل شکاف لوله نشان داده شده است.



13-3-3 اتصال با ورق برشگیر Fin plate

یک عضو را با استفاده از یک ورق برشگیر به جان یا بال عضو دیگر متصل می‌کند. شکل زیر نمونه‌ای از کاربرد این نوع اتصال را در اتصال مفصلی تیر به تیر نشان می‌دهد.



FP1 [Fin plate]		Pre-design	Editor	Copy	Delete
Fin plate					
Member	M3				
Member part	Web 1				
Connected to	B				
Material	A36				
Thickness [mm]	18.0				
Connection type	Bolted				
Gap [mm]	10				
Overlap [mm]	90				
Top [mm]	-43				
Bottom [mm]	-43				
Location	Front				
Notch	☒				
Notch offset [mm]	10				
Bolts					
Type	22 A325M				
Horizontal layers [mm]	0 65				
Vertical layers [mm]	0				
Shear plane in thread	☒				
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction				
Welds					
Plate [mm]	6.0				
	E70xx				

گروه داده Fin plate

انتخاب عضو اتصال

Member

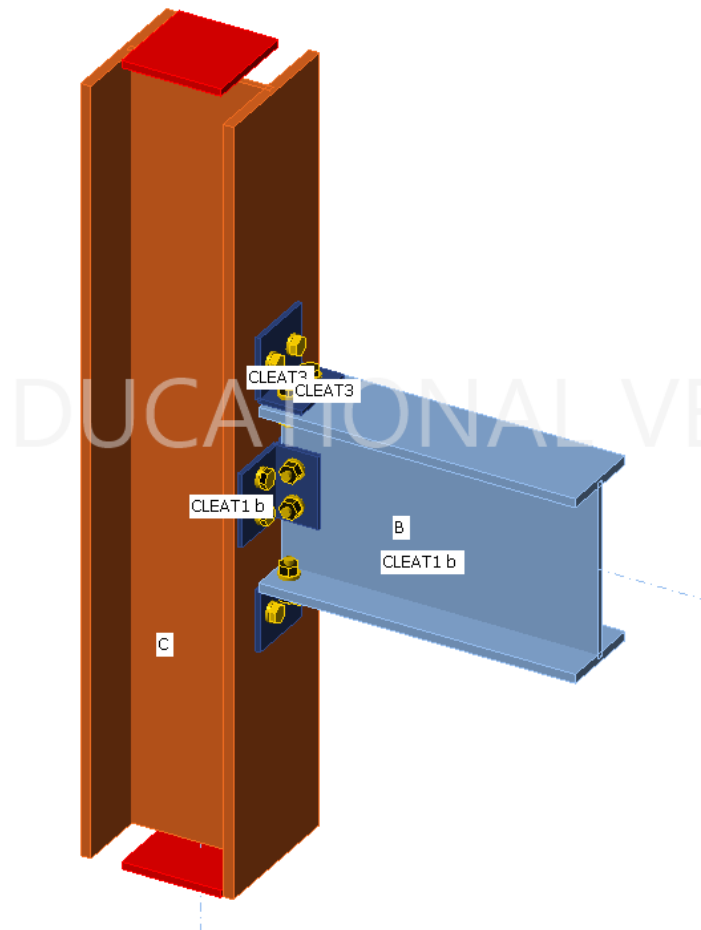
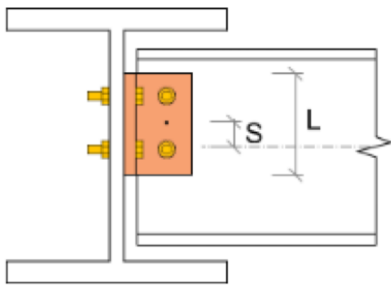
انتخاب قسمت اتصال شونده عضو انتخاب شده در بالا

Member part

انتخاب عضوی که عضو انتخاب شونده در مرحله یک به آن اتصال می‌یابد.	Connected to
بادخور و شکاف بین دو عضو	Gap
مقدار طول در تماس ورق با عضو اتصال یابنده	Overlap
موقعیت ورق (روبروی ناظر یا در پشت آن)	Location
برداشتن بال عضو جهت اتصال	Notch

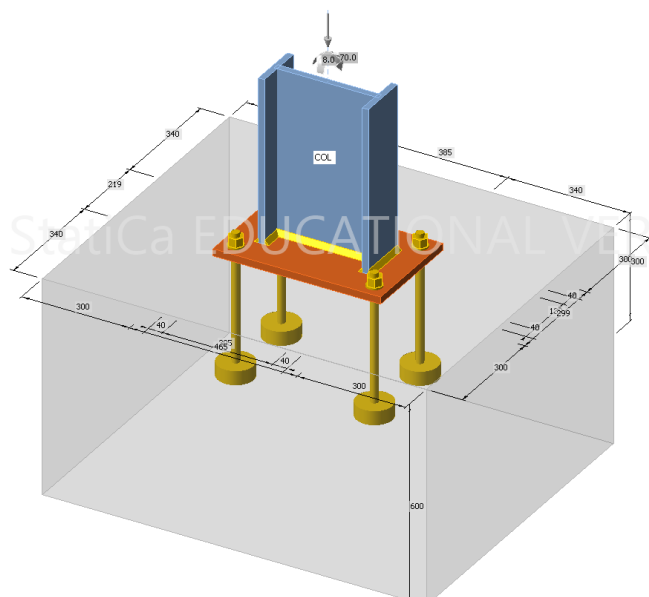
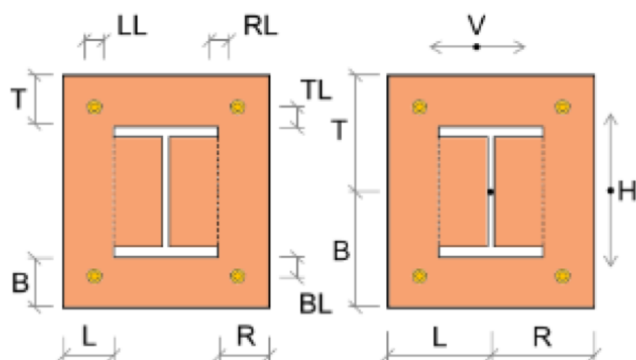
14-3-3 نبشی جان Cleave

جان یا بال یک عضو را با استفاده از پروفیل نبشی و اتصال جوشی یا پیچی به یک عضو دیگر متصل می‌کند. اتصال مفصلی شکل زیر با انجام سه عملیات Cleave در جان و بال‌های تیر ایجاد شده است.



15-3-3 صفحه پای ستون Base plate

برای ایجاد اتصال بین یک نیمرخ فولادی و صفحه پای ستون با بلوک بتنی در ابتدای ستون. پارامترهای اتصال در شکل زیر نشان داده شده است. مثالی از این نوع اتصال نیز در ادامه آمده است.

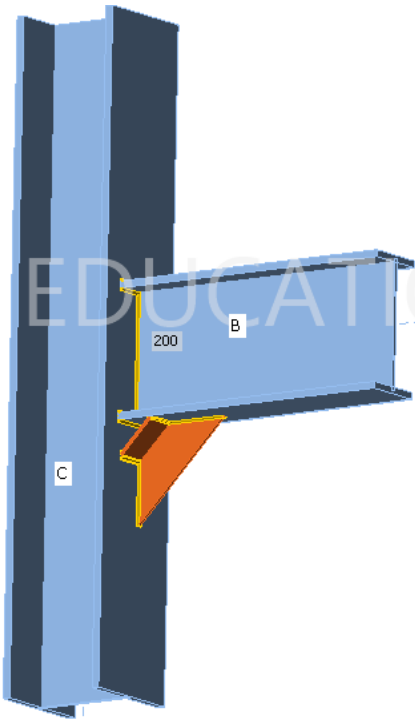


BP1 [Base plate]		Editor	Copy	Delete
▼ Base plate				
Member	COL			
Material	A36			
Thickness [mm]	20.0			
Dimensions	To profile symmetrical			
▼ Offsets				
Top [mm]	80			
Left [mm]	80			
Coordinate system	From member			
Orientation	Perpendicular			
Rotation [°]	0.0			
▼ Anchors				
Type	22 A325M			
Anchoring length [mm]	300			
Anchor type	Washer plate - circular			
Size [mm]	100			
Top layers [mm]	40			
Left layers [mm]	40			
Shear plane in thread	☒			
▼ Welds				
Flanges [mm]	12.0	E70xx	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	
Webs [mm]	13.0	E70xx	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	
▼ Foundation block				
Concrete grade	4000 psi			
Offset [mm]	300			
Depth [mm]	600			
Shear force transfer	Friction			
Stand-off	Direct			

گروه داده Base plate	
انتخاب عضو اتصال یا بنده	Member
مصالح ورق پای ستون	Material
ضخامت	Thickness
ابعاد (روش مشخص نمودن ابعاد)	Dimensions
گروه داده Offset برای مشخص نمودن ابعاد و زاویه استقرار کف ستون	
گروه داده Anchors برای مشخصات میل مهار و مهار انتهایی آن	
گروه داده Welds برای مشخصات جوش	
گروه داده Foundation block برای مشخصات فونداسیون بتنی	

3-3-16 عضو سخت کننده Stiffening member

عضو جدیدی به اتصال اضافه می‌کند که این عضو، تنها به شکل سخت کننده عمل می‌کند و نیروی خارجی یا تکیه‌گاه قابل اعمال به آن نمی‌باشد. همچنین برای این عضو، تحلیل سختی قابل انجام نمی‌باشد. طول، مقطع عرضی و موقعیت عضو سخت کننده باید مشخص شود. موقعیت عضو سخت کننده می‌تواند نسبت به گره یا اعضای مختلف تعیین شود. در مثال زیر، یک نبشی به عنوان سخت کننده به اتصال اضافه شده است و با دو عملیات برش به تیر و ستون متصل شده است.



SM1 [Stiffening member]		Pre-design	Copy	Delete
Stiffening member				
Cross-section	3 - L(AISC)89X64X6.4			
L1 - Length [mm]	200			
L2 - Length [mm]	200			
Mirror Y	☒			
Mirror Z	☒			
Offset ex [mm]	0			
Offset ey [mm]	50			
Offset ez [mm]	50			
Origin				
Origin	Joint			
β - Direction [°]	0.0			
γ - Pitch [°]	45.0			
α - Rotation [°]	0.0			
Insert X [mm]	200			
Insert Y [mm]	-50			
Insert Z [mm]	-200			
Position				
Defined by	Rotations			

Cross-section	انتخاب مقطع عرضی عضو. می توان مقطع را از بین مقاطع موجود بانک داده انتخاب یا تغییر داد. همچنین می توان مقطع جدیدی را تعریف نمود.
L1	فاصله مرکز عضو تا یک انتهای آن (در جهت محور X عضو)
L2	فاصله مرکز عضو تا انتهای دیگر آن (در خلاف جهت محور X عضو)
Mirror Y	قرینه نسبت به صفحه XY محلی عضو
Mirror Z	قرینه نسبت به صفحه XZ محلی عضو
Offset ex	خروج از مرکزیت عضو نسبت به محور X دستگاه مختصات محلی
Offset ey	خروج از مرکزیت عضو نسبت به محور Y دستگاه مختصات محلی
Offset ez	خروج از مرکزیت عضو نسبت به محور Z دستگاه مختصات محلی

گروه داده Origin برای تعریف موقعیت عضو سخت کننده

Joint	تعریف موقعیت سخت کننده نسبت به مرکز تئوریک اتصال
Member	تعریف موقعیت سخت کننده نسبت به مقطع عرضی یک عضو انتخاب شده
Plate	تعریف موقعیت مبدا ورق نسبت به ورق انتخاب شده دیگر

گروه داده Position

Rotation	تعریف موقعیت عضو در بخش Origin را با دوران دادن مشخص می کند.
LCS	تعریف موقعیت عضو در بخش Origin را به صورت برداری مشخص می کند.

Stiffening member Related to joint origin

β – direction	دوران عضو سخت کننده حول محور Z در دستگاه مختصات سراسری
γ – pitch	زاویه بین محور X سخت کننده و صفحه XY دستگاه مختصات سراسری
α – rotation	دوران عضو سخت کننده حول محور X سخت کننده
Insert X	فاصله مرکز عضو سخت کننده در امتداد X سرتاسری.
Insert Y	فاصله مرکز عضو سخت کننده در امتداد Y سرتاسری.
Insert Z	فاصله مرکز عضو سخت کننده در امتداد Z سرتاسری.

Stiffening member Related to member

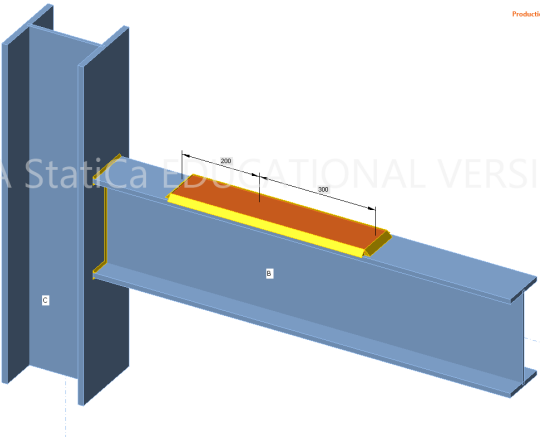
Member	انتخاب عضو برای نسبت دادن ورقی انتخاب شده از عضو سخت کننده
Plate	انتخاب ورق برای نسبت دادن ورقی انتخاب شده از عضو سخت کننده
Type	تعیین نوع ورق انتخاب شده عضو سخت کننده. نوع انتخاب شده موقعیت ورق را نسبت به عضو تعیین می کند.
Rib	صفحه خنثی ورق انتخاب شده عضو سخت کننده، عمود بر صفحه ورق عضو اصلی خواهد شد.
Widener	صفحه خنثی ورق انتخاب شده عضو سخت کننده، منطبق بر صفحه ورق عضو اصلی خواهد شد. مبدا هر دو ورق یکسان خواهد شد.
Doubler	سطح ورق انتخاب شده عضو سخت کننده، منطبق بر سطح ورق عضو اصلی خواهد شد. مبدا هر دو ورق یکسان خواهد شد.
Location	موقعیت وجه ورق عضو سخت کننده

ورق در یکی از وجوه عضو اتصال می‌یابد.	Front
ورق در وجه دیگر عضو اتصال می‌یابد.	Rear
ورق در مرکز عضو اتصال می‌یابد.	Centre
مقدار انتقال ورق انتخاب شده عضو سخت کننده در طول محور X را مشخص می‌کند.	X- position
مقدار انتقال ورق انتخاب شده عضو سخت کننده در طول محور Y را مشخص می‌کند.	Y- position
دوران ورق سخت کننده نسبت به قائم عضو سخت شده.	Rotation
برای سخت کننده نوع Rib زاویه سخت کننده از قائم عضو و برای Widener زاویه از صفحه بخش انتخاب شده عضو.	Pitch

Stiffening member Related to plate

انتخاب ورق برای نسبت دادن ورق انتخاب شده از عضو سخت کننده		Plate
---	---	--------------

در مثال‌های زیر با استفاده از این گزینه، ورق تقویتی به شکل چسبیده به بال یا عمود بر بال تعریف شده است.



EA StatiCa EDUCATIONAL VERSION

SM1 [Stiffening member] Pre-design Copy Delete

▼ **Stiffening member**

Cross-section 4 - Plate 10, 100

Member plate Bottom flange 1

L1 - Length [mm] 200

L2 - Length [mm] 300

Mirror Y ☐

Mirror Z ☐

Offset ey [mm] 0

Offset ez [mm] 0

▼ **Origin**

Origin Member

Member B

Plate Top flange 1

Type Doubler

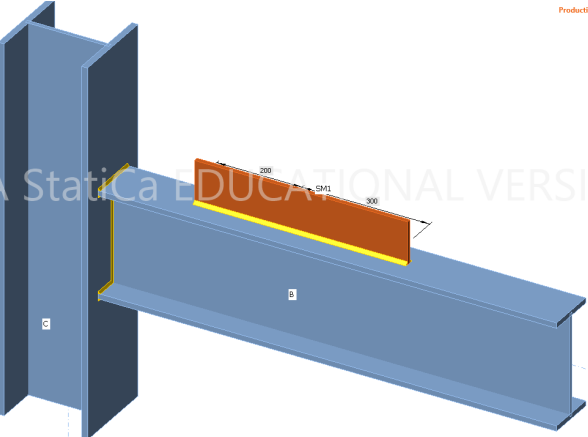
Location Front

X - position [mm] 500

Rotation [°] 0.0

▼ **Welds**

Weld [mm] 0.0 E70xx



A StatiCa EDUCATIONAL VERSION

Weld [mm] 0.0 E70xx

▼ **Welds**

Weld [mm] 0.0

Weld position [mm] 0.0

X - position [mm] 200

Location Rear

Plate Top flange 1

Member B

Origin Member

▼ **Origin**

Offset ey [mm] 0

Offset ez [mm] 0

Mirror X ☐

Mirror Y ☐

L1 - Length [mm] 300

L2 - Length [mm] 500

Member plate Bottom flange 1

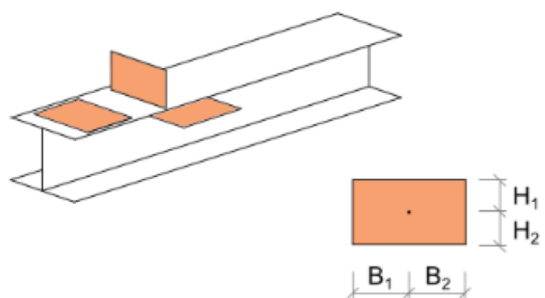
Cross-section 4 - Plate 10, 100

▼ **Stiffening member**

SM1 [Stiffening member] Pre-design Copy Delete

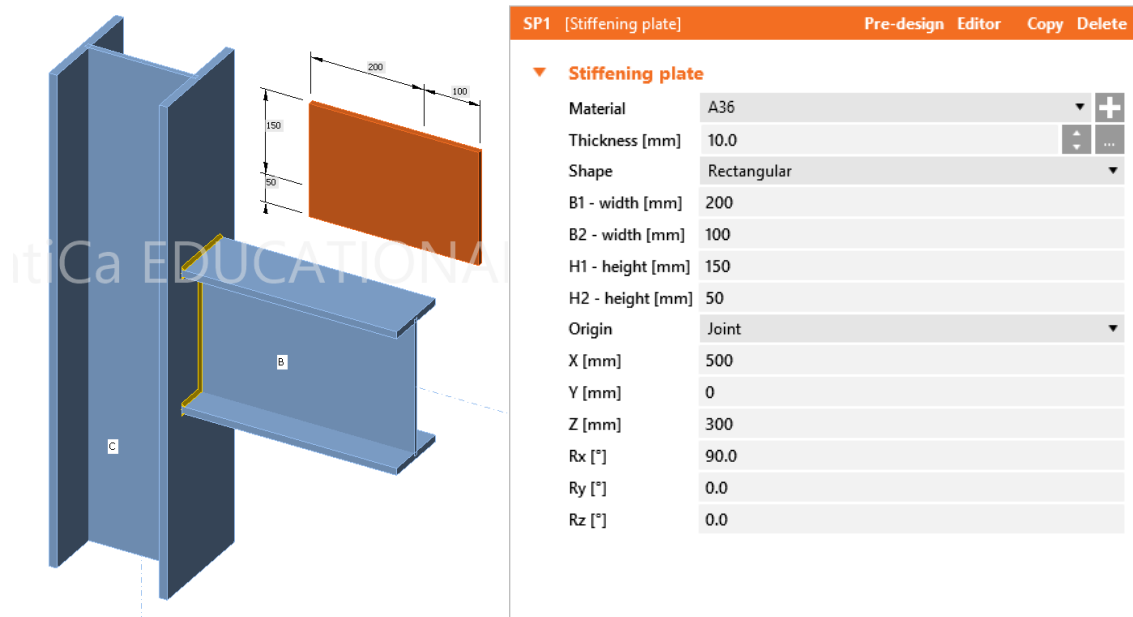
17-3-3 ورق سخت کننده Stiffening plate

ورق سخت کننده جدید به اتصال اضافه می‌کند. موقعیت ورق نسبت به ورق دیگر، مقطع دیگر یا در دستگاه مختصات کلی تعیین می‌شود. شکل مقابل متغیرهای مورد استفاده در تعریف ورق را نشان می‌دهد.



در مثال زیر ورق سخت کننده در اتصال تیر به ستون تعریف شده است. با تغییر

موقعیت ورق، می‌توان از آن در اتصال دادن سایر اعضا به اتصال یا به عنوان ورق سخت کننده استفاده نمود.



گروه داده Stiffening plate

Material	مصالح ورق
Thickness	ضخامت
Shape	انتخاب شکل ورق
Rectangle	مستطیل
B1 – width	بخشی از عرض ورق از مبدا آن در خلاف امتداد محور X محلی ورق
B2 – width	بخشی دیگر از عرض ورق از مبدا آن در امتداد محور X محلی ورق
H1 – height	بخشی از ارتفاع ورق از مبدا آن در امتداد محور Y محلی ورق
H2 – height	بخشی از ارتفاع ورق از مبدا آن در خلاف امتداد محور Y محلی ورق
Circle	دایره
Radius	شعاع دایره
Polygon	ایجاد عضو سخت کننده با شکل‌های مختلف. با فراخوانی هندسه ورق از یک فایل dxf که توضیحات آن در ادامه خواهد آمد.

Origin		انتخاب مبدا برای تعریف موقعیت ورق.
Joint Member Plate		تعیین مبدا ورق نسبت به مبدا تئوریک کل اتصال. این ورق به هیچ قسمتی متصل نخواهد شد و باید با استفاده از عملیاتی مانند برش یا گروه پیچ به اجزای دیگر متصل شود.
		مبدا ورق نسبت به مقطع عرضی عضو انتخاب شده دیگر تعیین می‌شود.
		مبدا ورق نسبت به ورق انتخاب شده دیگر تعیین می‌شود.

Stiffening plate related to joint

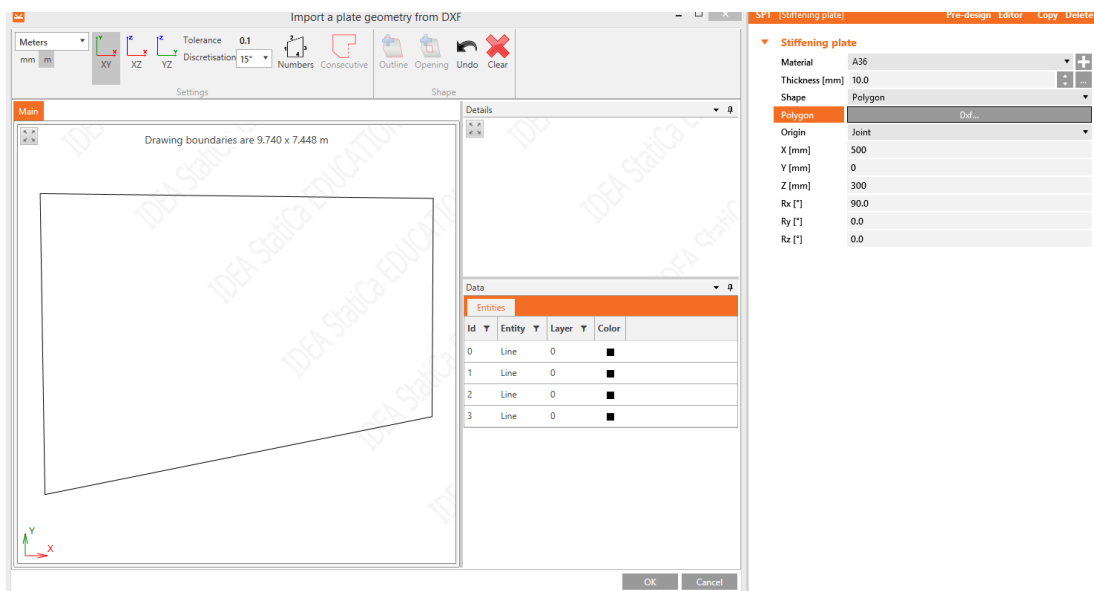
X	فاصله مبدا ورق از مبدا اتصال در جهت X
Y	فاصله مبدا ورق از مبدا اتصال در جهت Y
Z	فاصله مبدا ورق از مبدا اتصال در جهت Z
Rx	دوران حول محوری با مبدا ورق و به موازات محور X
Ry	دوران حول محوری با مبدا ورق و به موازات محور Y
Rz	دوران حول محوری با مبدا ورق و به موازات محور Z

در دو مورد زیر هم امکان تعریف موقعیت ورق وجود دارد.

Stiffening plate related to member

Stiffening plate related to plate

برای انتقال ورق از یک فایل dxf، بعد از انتخاب polygon و انتخاب گزینه dxf، فایل dxf انتخاب می‌شود.

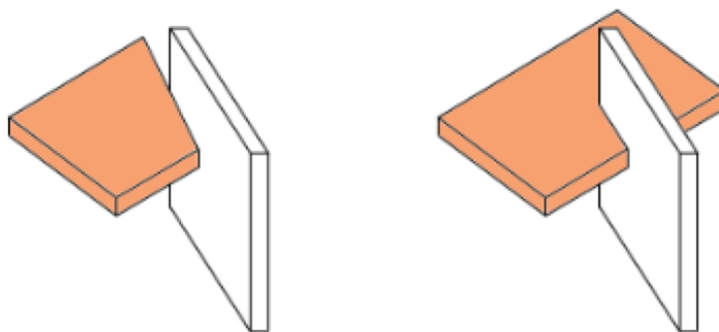


در پنجره ظاهر شده، واحد مناسب تعیین می‌شود. خطوط ایجاد کننده لبه و بازشو ورق در پنجره اصلی انتخاب می‌شود. خطوط انتخاب شده باید پیوسته و بسته باشند. خطوط به صورت تک به تک و با ماوس به همراه کلید Ctrl انتخاب می‌شوند. برای انتخاب خطوطی که با خطوط انتخابی پیوسته است از دگمه Consecutive استفاده می‌شود. گروه انتخاب شده خطوط باید به یکی از اشکال زیر تبدیل شود.

- مرز ورق: با انتخاب Outline
- مرز بازشو: با انتخاب Opening.

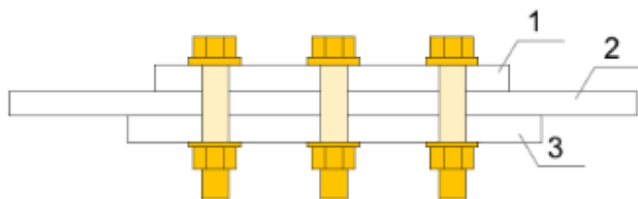
18-3-3 برش ورق Plate cut

ورق را در محل برخورد با عضو یا ورق دیگر مطابق شکل زیر برش می‌دهد.



19-3-3 شبکه وسایل اتصال پیچی Fastener grid

چند ورق را با استفاده از مجموعه پیچ‌ها به هم متصل می‌کند یا بین ورق‌ها المان‌های تماس تعریف می‌کند.



در مثال مطابق شکل زیر با استفاده از این ابزار، اتصال پیچی بین عضو و ورق SP1 از قبل تعریف شده، برقرار شده است.



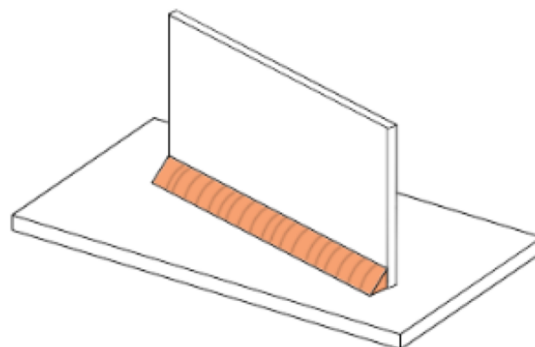
داده‌های این ابزار در جدول زیر معرفی شده‌اند.

گروه داده Bolt/Anchor grid or Contact		
نوع اتصال	Fastener	
اتصال با شبکه‌ای از پیچ‌ها برقرار می‌شود. فشار از طریق تماس بین ورق‌ها و کشش توسط پیچ منتقل می‌شود.	Bolts	
اتصال با تماس ورق‌ها برقرار می‌شود. المان‌های تماس فقط فشار منتقل می‌کنند.	Contact	
تعداد ورق یا اعضای که با پیچ به هم متصل خواهند شد.	Items count	

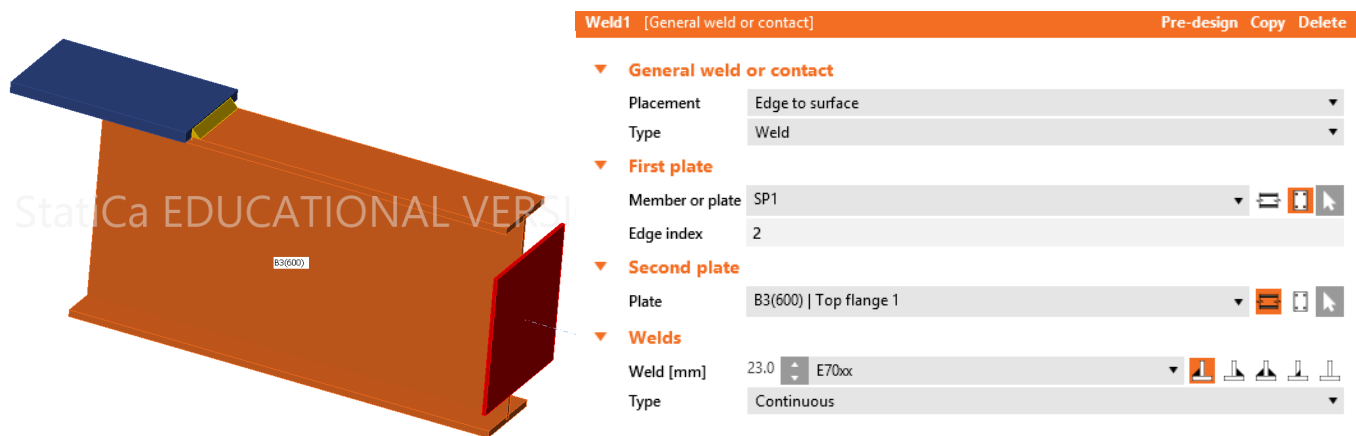
با انتخاب گزینه Editor در بالای صفحه، می‌توان موقعیت، شبکه پیچ‌ها و نوع سوراخ پیچ‌ها را ویرایش نمود.

20-3-3 جوش Weld

این ابزار اتصال جوشی بین یک لبه انتخاب شده از یک ورق یا بخشی از یک مقطع و ورقی دیگر یا بخشی از مقطع دیگر برقرار می‌کند.



در مثال مطابق شکل زیر با استفاده از این ابزار، اتصال جوشی بین عضو و ورق SP1 از قبل تعریف شده، برقرار شده است. در این حالت با انتخاب ورق اول و ورق دوم و نوع جوش، اتصال برقرار می‌شود.



گروه داده General weld or Contact

محل قرارگیری جوش (شماره لبه‌های ورق نشان داده می‌شود تا به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد. در جعبه ابزار Labels با انتخاب ورق و عضو، شماره عضو و نام ورق‌های تشکیل دهنده آن و نام ورق نشان داده می‌شود).

Placement

Edge to surface

Edge to edge

Type

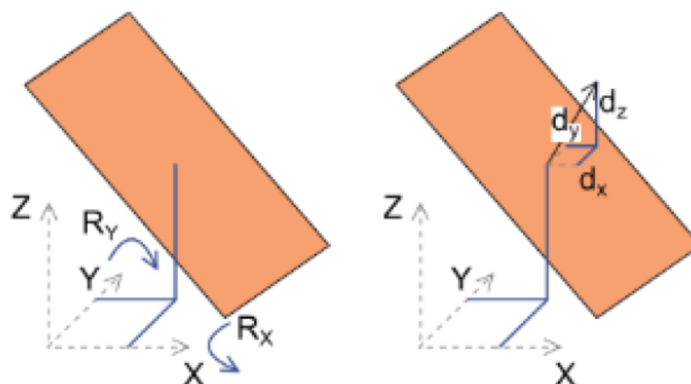
Weld

Contact

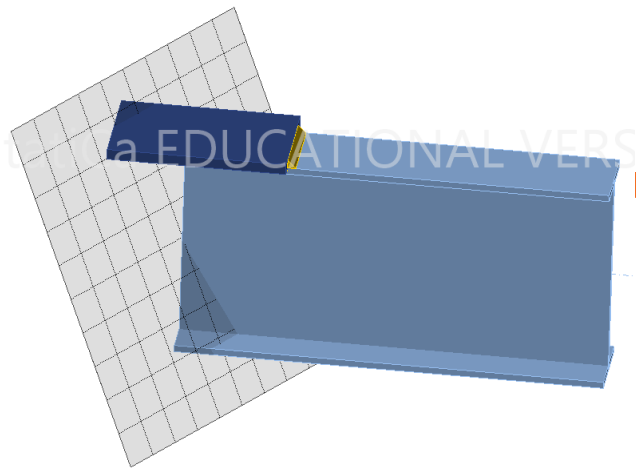
اتصال با جوش برقرار می‌شود.
اتصال با تماس ورق‌ها برقرار می‌شود. المان‌های تماس فقط فشار منتقل می‌کنند.

21-3-3 صفحه کار Working plane

با ایجاد صفحات کمکی، این صفحات در برش اجزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. با دو روش تعیین مبدا و دوران حول محورهای مختصات کلی X و Y یا تعیین عمود بر صفحه با مشخص نمودن تصویر عمود روی محورهای X ، Y و Z ، صفحه تعریف می‌شود.



در شکل زیر صفحه‌ای با مشخص نمودن مبدا و مقدار دوران حول دو محور X و Y تعریف شده است.



WPLN1 [Work plane] Copy Delete

▼ Work plane

Method By angles

▼ Origin

X [mm] 0

Y [mm] 0

Z [mm] 0

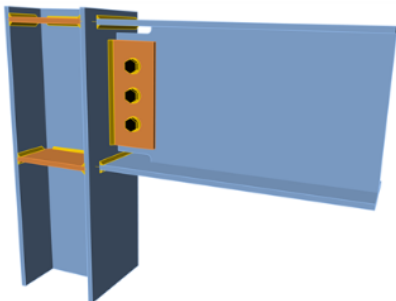
▼ Rotation

Rotation X [°] 45.0

Rotation Y [°] 50.0

4. Parameters

Name	
Description	
Steel grade	A36
Bolt assembly	22 A325M
Weld grade	E70xx
Concrete grade	4000 psi
Design code	▼



Create project

22-3-3 مشخصات جوش

در شروع ساخت پروژه، مشخصات جوش، پیچ و مصالح فولادی مطابق فرم داده روبرو تعیین می‌شود. در این فرم، فولاد A36، پیچ‌ها از نوع A325M به قطر 22 میلیمتر، بتن با مقاومت مشخصه 4000 پوند بر اینچ مربع و آئین‌نامه طراحی آمریکا انتخاب شده است. نوع الکتروود جوش در این مرحله انتخاب می‌شود. امکان انتخاب الکتروود از E60 تا E120 وجود دارد. در تنظیم داده‌های جوش هر اتصال امکان تغییر نوع جوش وجود دارد.

در بیشتر داده‌های عملیات ساخت، جدول داده جوش به شکل زیر نمایش داده می‌شود. در این شکل دو گروه جوش جان و بال تفکیک شده است. هر گروه جوش قابل تغییر در اتصال، با یک سطر در جدول جوش نشان داده می‌شود. نوع جوش به صورت گوشه یک طرفه، دو طرفه، نفوذی کامل و بدون اتصال قابل تعیین است. مشخصات هر سطر جوش قابل اصلاح است. برای جوش گوشه، ضخامت گلوگاه موثر به عنوان ورودی داده می‌شود. مقدار صفر، تعیین گلوگاه موثر بر اساس ضخامت ورق

توسط نرم‌افزار می‌باشد

▼ Welds

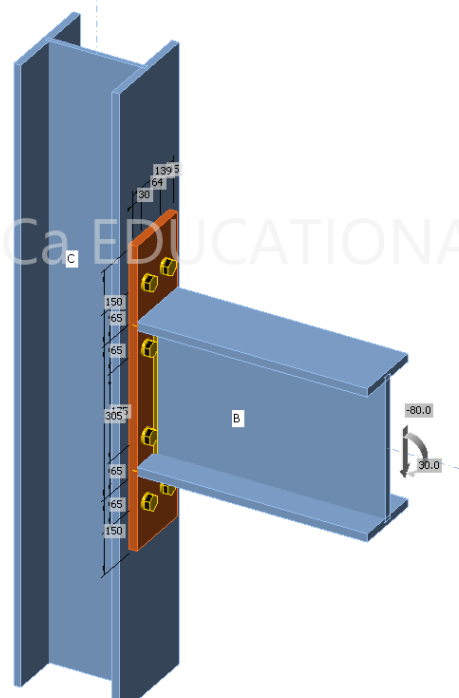
Flanges [mm]	6.0	E70xx	▼					
Webs [mm]	5.0	E70xx	▼					

3-3-23 تعیین آرایش پیچ با استفاده از لایه‌ها

در صورتی که در یک اتصال ابعاد ورق بر اساس ابعاد پروفیل باشد، این ابعاد به عنوان مثال به صورت زیر تعیین می‌شود.

Dimensions	To profile
Top [mm]	150
Left [mm]	0
Bottom [mm]	8
Right [mm]	0
Notch	☐

بعد از تعیین ابعاد ورق اتصال، فرم تعیین آرایش پیچ تنظیم می‌شود. توصیف داده‌های تنظیم آرایش پیچ در جدول زیر داده شده است.



Bolts

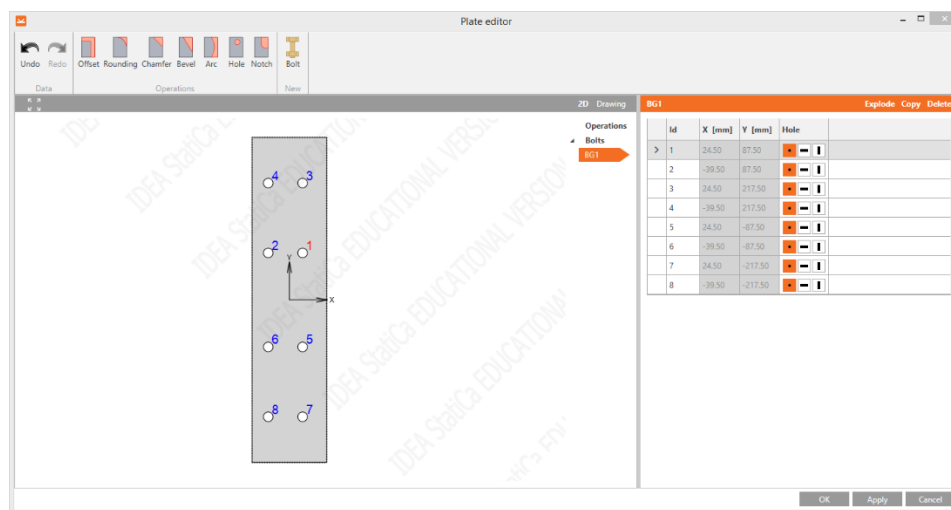
Type	16 A325M
Top layers [mm]	-65 130
Left layers [mm]	-30 -65*0
Bottom layers [mm]	-65 130
Right layers [mm]	-45 -65*0
Shear plane in thread	☒
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction

گروه داده Bolts	
فاصله ردیف‌های پیچ (جدا شده با فاصله) از بالاترین لبه مقطع عرضی عضو	Top layers
فاصله ردیف‌های پیچ (جدا شده با فاصله) از لبه سمت چپ مقطع عرضی عضو	Left layers
فاصله ردیف‌های پیچ (جدا شده با فاصله) از پایین‌ترین لبه مقطع عرضی عضو	Bottom layers
فاصله ردیف‌های پیچ (جدا شده با فاصله) از لبه سمت راست مقطع عرضی عضو	Right layers

آرایش پیچ مستطیلی و دایره‌ای نیز قابل تعریف است. می‌توان گزینه عبور سطح برش از محل رزوه را فعال نمود (محافظه کارانه).

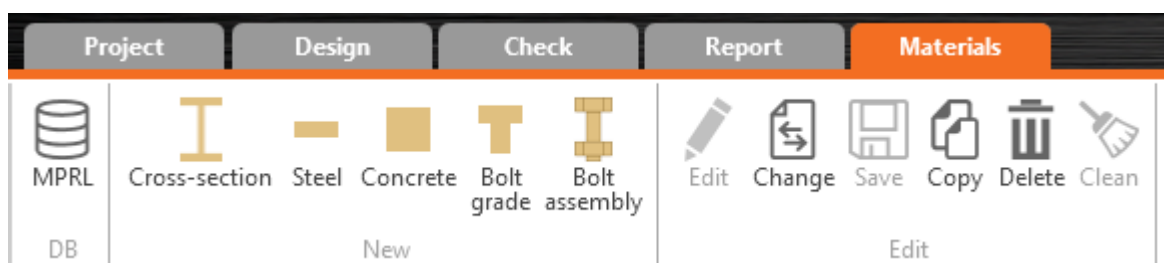
نوع انتقال برش نیز به صورت اتکائی با اندرکنش کشش و برش، اتکائی بدون اندرکنش و کنترل لغزش یا اصطکاکی می‌باشد. با

انتخاب گزینه Editor در بالای جدول داده، پنجره‌ای نمایش داده می‌شود که به وسیله آن می‌توان آرایش پیچ‌ها، نوع سوراخ و شکل صفحه اتصال را ویرایش نمود. به این منظور انتخاب گزینه Explode جهت فراهم نمودن ویرایش ضروری است.



در برخی از دستورات نظیر وصله، خطوط مبنا جهت استقرار ردیف‌های پیچ مانند Reference line به صورت Member x axis، +Edge و -Edge تعریف می‌شود.

از مدول اصلی مصالح Materials می‌توان جهت تنظیم گرید و مشخصات اجزای پیچ Bolt grade و Bolt assembly استفاده نمود. مقاومت پیچ و ابعاد واشر و مهره در این قسمت مشخص می‌شود.



موقعیت مرکز پیچ‌ها در هر دو امتداد طولی و عرضی با استفاده از رشته‌هایی به صورت زیر تعریف می‌شود.

$a_1 \ a_2 * n \dots a_n * n$; $b_1 \ b_2 * m \dots b_3 * m$

علامت ; گروه‌ها را از هم جدا می‌کند. برای هر گروه اولین عدد موقعیت مرکز پیچ را از مبدا تعیین می‌کند. $a_2 * n$ فاصله از ردیف قبلی یعنی a_2 و تعداد تکرار یا n را مشخص می‌کند. برای مثال در رشته زیر:

80 60*3 80; 500 60*3 80*2

دو گروه از ردیف‌های پیچ ایجاد می‌شود. مختصات گروه نخست و گروه دوم به شکل زیر می‌باشند.

80, 140, 200, 260, 340

500; 560; 620; 680; 760; 840

در برخی از جداول داده‌های ورودی ذیل عنوان شبکه Grid گزینه‌های زیر وجود دارد.

گروه داده Grid	
شبکه منظم مستطیلی	Regular
زیگزاک: اولین و سپس هر پیچ با شماره فرد به اندازه نصف فاصله پیچ‌ها انتقال می‌یابد.	1st staggered
زیگزاک: دومین و سپس هر پیچ با شماره زوج به اندازه نصف فاصله پیچ‌ها انتقال می‌یابد.	2nd staggered
زیگزاک: اولین و سپس هر پیچ با شماره فرد به اندازه نصف فاصله پیچ‌ها انتقال می‌یابد. آخرین پیچ حذف می‌شود.	1st staggered short
زیگزاک: دومین و سپس هر پیچ با شماره زوج به اندازه نصف فاصله پیچ‌ها انتقال می‌یابد. آخرین پیچ حذف می‌شود.	2nd staggered short

3-24 الگوهای تعریف شده کاربر برای عملیات ساخت Templates of manufacturing operations

عملیات ساخت اعمال شده به هندسه تیرهای مشخص، می‌تواند در یک بانک اطلاعاتی تحت عنوان الگوی تعریف شده توسط کاربر یا فایلی تنها با یک الگو ذخیره می‌شود. الگوی ذخیره شده قابل استفاده برای طرح اتصالات دیگر با تیرهای دارای همان توپولوژی است. در مدول طرح، جعبه‌ابزار الگوها دارای گزینه‌هایی به شکل زیر می‌باشد.

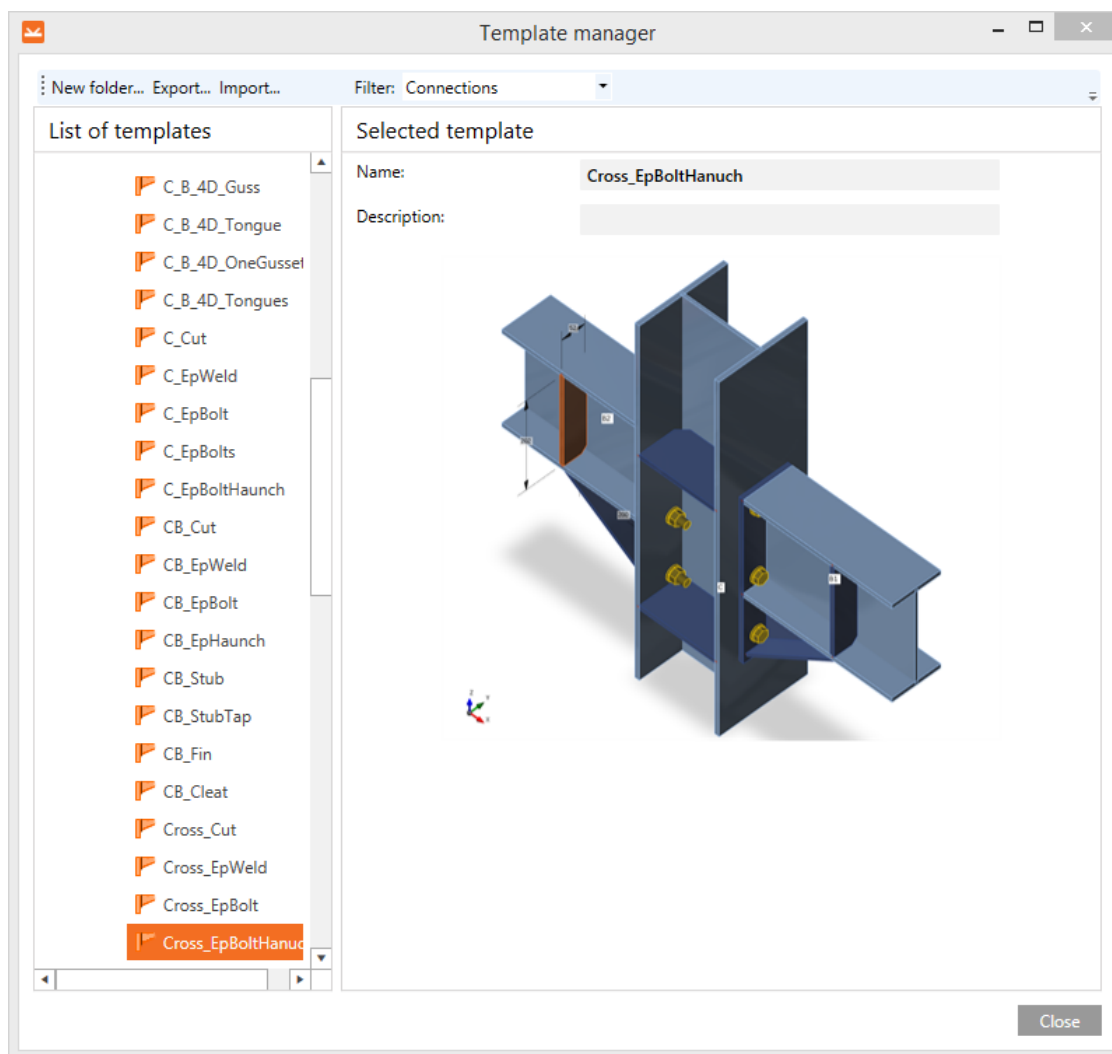


Template

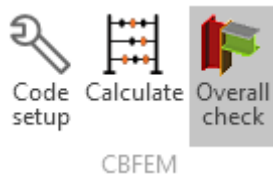
گزینه Apply: شروع ساخت اتصال با اعمال الگوهای تعریف شده، انجام می‌شود. این دستور تنها در صورتی که هیچ عملیات ساختی انجام نگرفته باشد، قابل استفاده است.

گزینه Create: عملیات ساخت بکار رفته در گره را داخل یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌کند. در پنجره نمایش داده شده محل ذخیره الگو مشخص می‌شود.

گزینه Manager: مدیریت الگوها است. در منوی زیر یکی از الگوها نشان داده شده است. با استفاده از این الگو، برای دو عضو متقاطع، تمام عملیات ساخت، افزودن ورق‌های پیوستگی، انتهای و اتصالات پیچی، تنها با اعمال الگو انجام می‌گیرد.



25-3-3 گروه تنظیمات آئین نامه، تحلیل و کنترل کلی

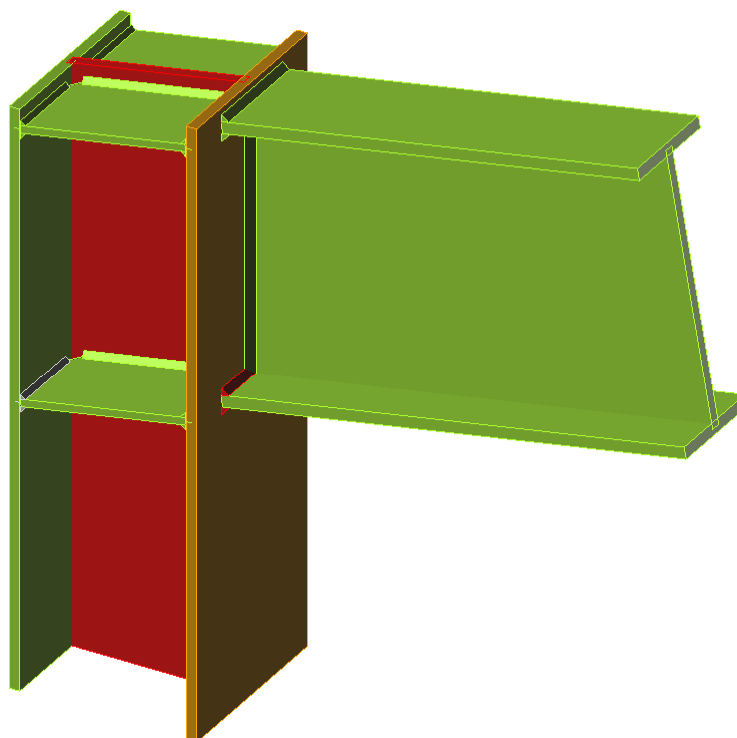


تحلیل اتصال به روش اجزای محدود بر اساس روش مولفه CBFEM (Component based finite element model) انجام می شود. دستورات جعبه ابزار مجموعه برای تنظیم فرضیات آئین نامه، اجرای تحلیل و ارزیابی و کنترل اولیه نتایج تنش و کرنش، مورد استفاده قرار می گیرد.

تنظیمات آئین نامه	Code setup
تحلیل سازه. انواع تحلیل ها عبارتند از	Calculate
کنترل کلی مدل. رنگ قرمز اجزایی را نشان می دهد که از حالت حدی عبور می کنند. رنگ نارنجی، تنش بالاتر از تراز هشدار تعریف شده ولی پایین تر از حالت حدی، قهوه ای، اجزایی که از تراز بهینه تعریف شده بالا ولی در پایین تر از تراز هشدار قرار دارند. رنگ خاکستری اجزایی را نشان می دهد که در تراز بهینه قرار گرفته اند. نتیجه کنترل کلی در گوشه بالا و سمت چپ صفحه گرافیکی نمایش مدل مطابق شکل زیر نشان داده می شود.	Overall check

Analysis	✓	100.0%
Plates	✗	6.7 > 5%
Welds	✗	103.1 > 100%
Buckling		Not calculated

نتایج کنترل کلی



- Members
 - ✓ S
 - ✓ B
- Load effects
 - ✓ LE1
- Operations
 - ✓ CUT1
 - ✓ CUT2
 - ✓ STIFF1

در گروه ابزار CBFEM می‌توان تنظیمات آئین‌نامه و تحلیل Code setup به شرح زیر را انجام داد.

Code and calculation settings

Analysis and checks

- Stop at limit strain ☐
- Geometrical nonlinearity (GMNA) ☒
- Detailing ☐
- Concrete breakout resistance Both ▾
- Local deformation check ☐
- Friction coefficient in slip-resistance [-] 0.30
- Base metal capacity at the fusion face ☐

Concrete block

- Anchor length for stiffness calculation [d] 8
- Friction coefficient - concrete 0.4
- Cracked concrete ☒

LRFD - Resistance factors ϕ

- Tensile and shear strength - bolts 0.75
- Combined tensile and shear strength - bolts 0.75
- Bearing at bolt holes 0.75
- Fillet welds 0.75
- Material resistance factor 0.9
- Slip resistant joint 1
- Strength reduction factor for anchors in tension 0.7
- Strength reduction factor for anchors in shear 0.65

ASD - Safety factors Ω

- Tensile and shear strength - bolts 2
- Combined tensile and shear strength - bolts 2
- Bearing at bolt holes 2
- Fillet welds 2
- Material safety factor 1.67
- Slip resistant joint 1.5

Check settings

- Limit plastic strain [%] 5.0
- Local deformation limit [%] 3.0
- Warning plastic strain [%] 3.0
- Warning check level [%] 95.0
- Optimal check level [%] 60.0
- Distance between bolts [d] 2.66
- Anchor detailing: minimum pitch 4

Model and mesh

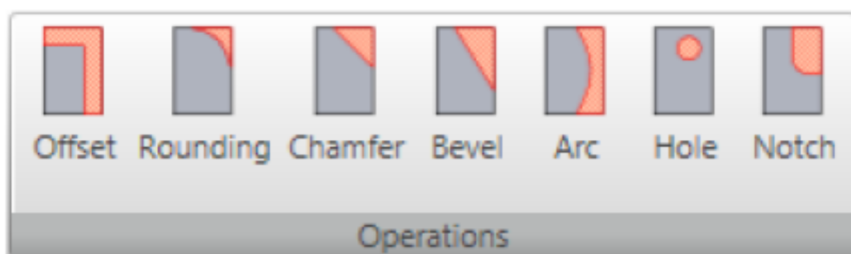
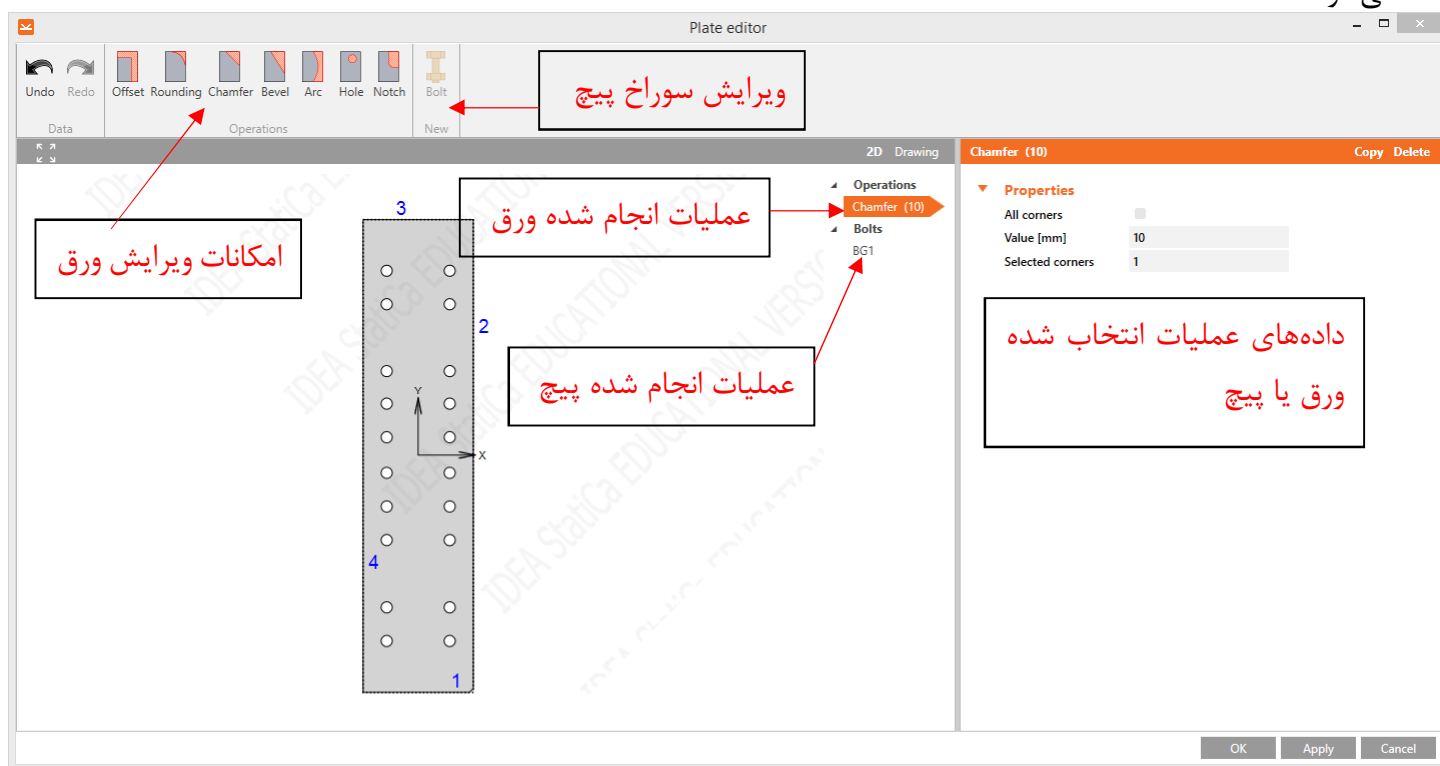
- Default length of standard member [h] 1.5
- Default length of member with hollow section [h] 2
- Division of surface of the biggest circular hollow member 64
- Division of arc of rectangular hollow member 3
- Number of elements on biggest member web or flange 8
- Number of elements on biggest web of RHS member 16
- Number of analysis iterations 25
- Divergent iterations count 3
- Minimal size of element [mm] 10
- Maximal size of element [mm] 50

گروه Analysis and checks	
در لحظه رسیدن به حد کرنش پلاستیک، تحلیل قطع شده و ظرفیت اتصال به صورت درصدی از بار اعمال شده، تعیین می‌شود.	Stop at limit strain
کنترل ملاحظات اجرایی	Detailing
کنترل مقاومت شکست هرمی	Concrete cone breakout resistance
ضریب اصطکاک در اتصالات اصطکاکی	Friction coefficient
گروه Concrete block	
طول فنر مدل کننده میل مهار در تحلیل سختی به صورت ضریبی از قطر مهار.	Anchor length for stiffness calculation
ضریب اصطکاک بین صفحه ستون و بتن	Friction coefficient

4-3 ویرایش گر ورق Plate editor

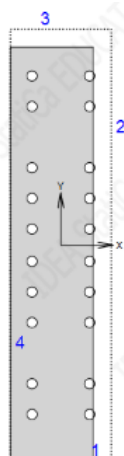
ورق ایجاد شده در عملیات ساخت اتصال با استفاده از ویرایش گر ورق قابل ویرایش است. ورق تغییر یافته در صفحه اصلی نمایش

داده می‌شود.



امکانات ویرایش ورق شامل لیستی از عملیات ساخت اعمال شده به ورق می‌باشد. برای عملیات

ساخت جاری، جدول مشخصات عملیات در سمت راست نشان داده می‌شود. اصلاحات قابل انجام در ورق‌ها عبارتند از:



Offset (50)

Copy Delete

▼ Properties

Whole outline



Value [mm]

50

Selected edge

3 2

افست لبه‌ها از حالت اولیه.

در جدول داده با انتخاب

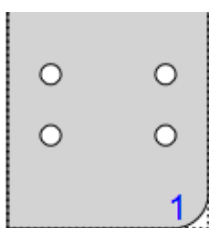
Whole outline تمام لبه-

ها به اندازه یکسان افست

می‌شود. در صورت عدم

انتخاب، مقدار افست و لبه‌های مورد نظر مشخص می‌شود.

Offset



Rounding (50)

Copy Delete

▼ Properties

All corners



Opposite



Value [mm]

50

Selected corners

1

گرد کردن گوشه ورق.

Rounding

برش قائم‌الزاویه متساوی الساقین گوشه ورق.

Chamber

برش قائم‌الزاویه مورب گوشه ورق.

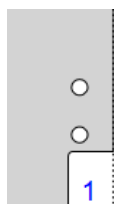
Bevel

تبدیل یکی از لبه‌ها به حالت قوسی.

Arc

ایجاد سوراخ در ورق.

Hole



Notch 1 (80, 100)

Copy Delete

▼ Properties

A [mm]

80

B [mm]

100

r [mm]

8

Selected corners

1

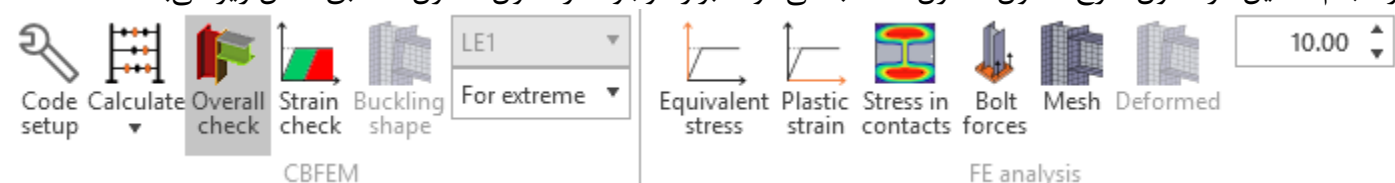
بریدگی در ورق.

Notch

مدول کنترل Check، گزارش Report و مصالح Materials

1-4 مدول کنترل Check

بعد از انجام تحلیل در مدول طرح، مدول کنترل انتخاب می شود. ابزار موجود در مدول کنترل، مطابق شکل زیر می باشد.

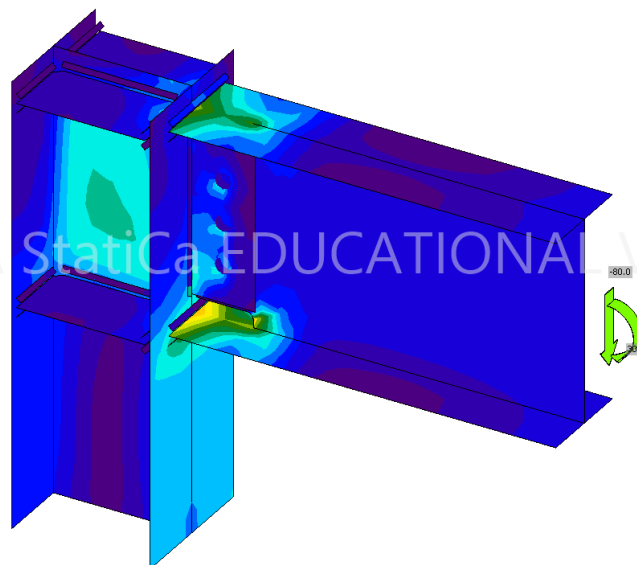


مدول اصلی کنترل Check

کنترل کرنش. کرنش پلاستیک محاسبه شده با کرنش پلاستیک قابل قبول مقایسه می شود.	Strain check
بعد از اتمام تحلیل کمانش، موده های کمانش را نشان می دهد.	Buckling shape
برای انتخاب نحوه ارزیابی نتایج برای حالت بار نشان داده شده	Evaluation mode
کنترل نتایج به صورت جدول و گرافیکی برای حالت بار انتخاب شده انجام می شود.	For current
برای هر جزء اتصال، حالت بار با حداکثر تنش تعیین می شود. برای حالت های بحرانی، نتایج در جداول کنترل نتایج نشان داده می شود.	For extreme

با انجام کنترل کلی اتصال و اجزای مختلف آن، نتیجه کنترل در پنجره اصلی نرم افزار نشان داده می شود. جدول نتایج کلی کنترل اجزاء، در پنجره جزئیات گوشه پنجره گرافیکی نشان داده می شود. در جزئیات نشان داده شده، درصد ظرفیت ورق از لحاظ ظرفیت کرنش پلاستیک، ظرفیت جوش و ظرفیت پیچ از نظر مقاومت نشان داده می شود.

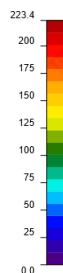
Analysis ✓ 100.0%
Plates ✓ 0.1 < 5.0%
Bolts ✓ 13.1 < 100%
Welds ✓ 39.5 < 100%
Buckling Not calculated



Production cost - 114 US\$



[MPa]



در جدول داده مطابق نمونه نشان داده شده در شکل زیر، وضعیت تنش و کرنش ورق‌ها، پیچ‌ها و جوش‌ها نشان داده می‌شود. دیاگرام تنش هر کدام از ورق‌ها، پیچ‌ها و جوش‌ها هم در زیر جداول نشان داده می‌شود.

Analysis

Plates

Bolts

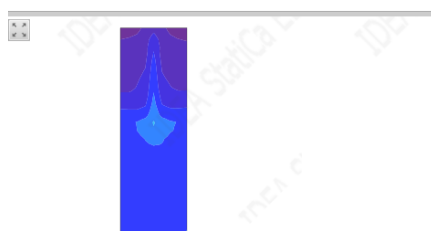
Welds

Check of members and steel plates for extreme load effect

Status	Item	Th [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]
>	✓ C-bfl 1	14.2	LE1	57.8	0.0	0.0
	✓ C-tfl 1	14.2	LE1	108.6	0.0	0.0
	✓ C-w 1	9.1	LE1	79.5	0.0	0.0
	✓ B-bfl 1	16.7	LE1	152.5	0.0	0.0
	✓ B-tfl 1	16.7	LE1	112.7	0.0	0.0
	✓ B-w 1	17.4	LE1	223.5	0.1	2.9
	✓ FP1	10.0	LE1	86.9	0.0	2.9
	✓ STIFF1a	16.0	LE1	72.9	0.0	0.0
	✓ STIFF1b	16.0	LE1	70.9	0.0	0.0
	✓ STIFF1c	16.0	LE1	80.6	0.0	0.0
	✓ STIFF1d	16.0	LE1	77.1	0.0	0.0

Design data

Grade	Fy [MPa]	ϵ_{lim} [%]
> A36	248.2	5.0



در صورتی که نوع آنالیز ST انتخاب شود، در پنجره داده، برای اتصال تحمل کننده لنگر خمشی، سختی دورانی عضو تحلیل شده و برای اتصال تحت اثر نیروی محوری، سختی محوری عضو نشان داده می‌شود. در صورت انجام تحلیل کماتش موضعی، مودهای کماتش و بارهای بحرانی کماتش نشان داده می‌شود. در صورت انتخاب نوع تحلیل DR برای ارزیابی مقاومت طراحی اتصال، تراز بار تعریف شده برای اتصال، در کنار تراز مقاومت تعیین شده توسط نرم‌افزار رسم و نسبت این دو مقاومت نشان داده می‌شود. بعد از انجام تحلیل، نتایج تحلیل اجزای محدود با استفاده از ابزار مطابق شکل زیر قابل نمایش است.



FE analysis

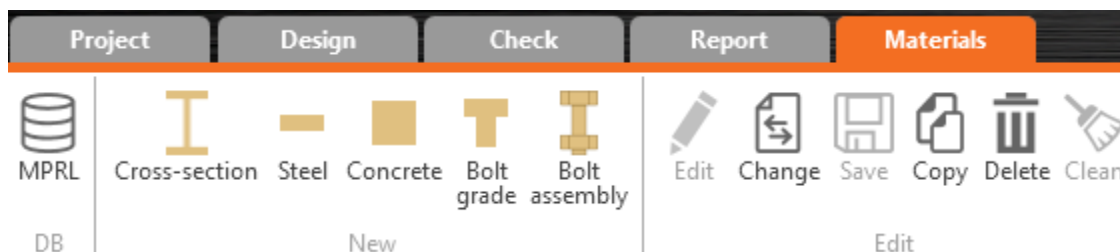
ترسیم تراز تنش معادل	Equivalent stress
ترسیم تراز کرنش پلاستیک	Plastic strain
ترسیم تراز تنش در بتن	Stress in concrete
نمایش نیروی پیچ	Bolt forces
نمایش مش اجزای محدود تولید شده	Mesh
نمایش مش تغییر شکل یافته اجزای محدود	Deformed
تغییر مقیاس شکل	Scale

2-4 مدول گزارش Report

گزارش طراحی به صورت جدول و گرافیکی تهیه می‌شود.

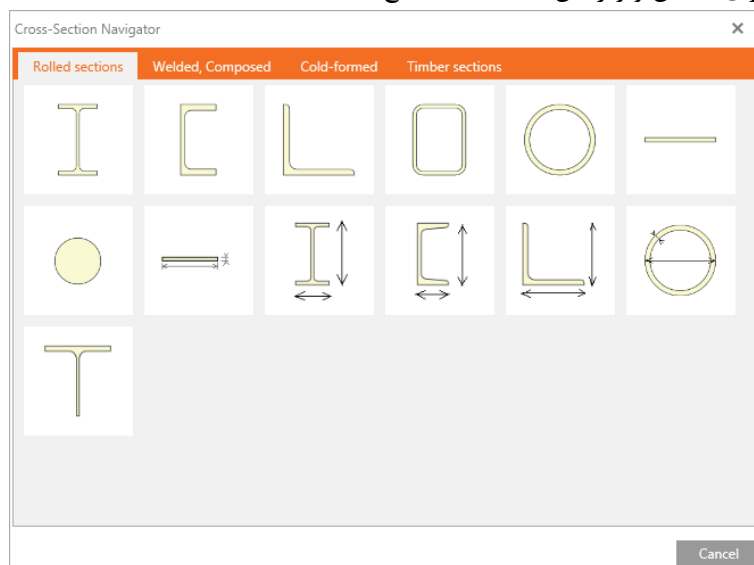
3-4 مدول مصالح Materials

جعبه ابزار مدول شامل سه گروه بانک اطلاعاتی، تعریف مقطع عرضی، نوع فولاد، بتن، گرید پیچ و آرایش پیچ جدید می‌باشد. در مجمع سوم، ابزاری برای تغییرات در مقاطع، نوع مصالح، گرید و آرایش پیچ قرار داده شده است.



جدول زیر، توضیحات مربوط به مدول مصالح را شامل می‌شود.

برای نمایش و ویرایش مشخصات مقاطع.



Cross-sections

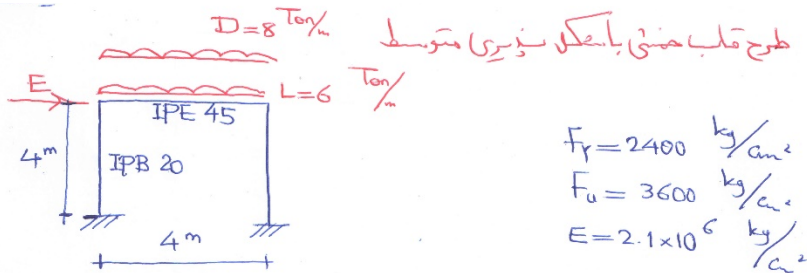
در این قسمت انواع مقاطع نورد شده، ساخته شده با ورق و جوش، سرد نورد شده و مقاطع چوبی قابل تعریف است.

تعریف و ویرایش انواع مصالح فولادی	Steel
تعریف و ویرایش انواع بتن	Concrete
تعریف و ویرایش انواع پیچ	Bolt grade
تعریف ابعاد پیچ مانند مشخصات سرپیچ، واشر و مهره.	Bolt assembly

کاربرد نرم افزار آیدیا/استاتیکا در طراحی اتصالات سازه‌های فولادی

1-5 طرح اتصال گیردار RBS با اعمال ضوابط لرزه‌ای و بر مبنای ظرفیت

ضوابط مربوط به تعیین نیروهای طراحی مورد انتظار اتصالات گیردار از پیش تأیید شده در بخش طرح لرزه‌ای مبحث دهم آمده است. نمونه‌ای از این محاسبات برای اتصال گیردار یک قاب در این قسمت آورده می‌شود. طراحی مقاطع در ETABS انجام شده است. ابعاد مقاطع، هندسه برش تیر، لنگر و برش مورد انتظار M_{EXP} و V_{EXP} ، داده‌های مورد نیاز جهت مدل‌سازی اتصال می‌باشند.



از تیرهای RBS در اتصالات از پیش تأیید شده استفاده می‌شود. طرح اقتصادی و رفتار لرزه‌ای مناسب با انتخاب مقادیر حداقل برای گستره‌های a ، b و حداکثر مقدار

برای C حاصل می‌شود.

$$a = 0.5 b_f = 0.5 \times 19 = 9.5 \text{ cm}$$

انتخاب $a = 10 \text{ cm}$

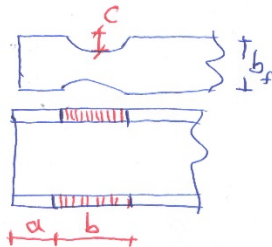
$$b_{\min} = 0.65 d = 0.65 \times 40 = 26 \text{ cm}$$

انتخاب $b = 25 \text{ cm}$

$$b_{\max} = 0.85 d = 34 \text{ cm}$$

$$C_{\max} = 0.25 b_f = 0.25 \times 19 = 4.75 \text{ cm}$$

انتخاب $C = 4.5 \text{ cm}$



مرکز ثقل

$$10 + \frac{25}{2} = 22.5 \text{ cm}$$

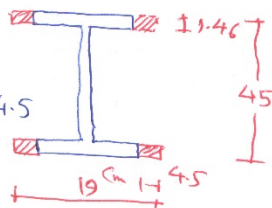
مدول پخش
کامپوزیت

$$Z_{p0} = 1702 \text{ cm}^3$$

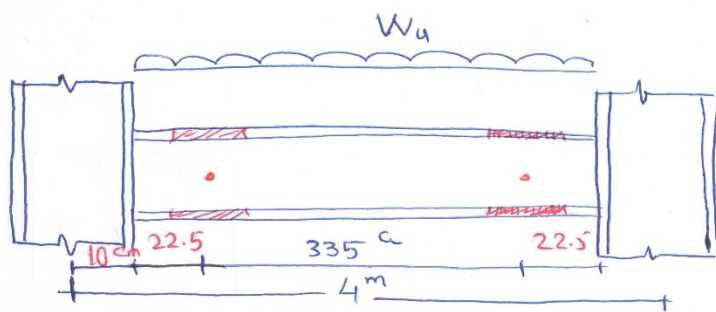
$$Z_{pr} = 1702 - 4 \times 1.46 \times 4.5$$

$$\times \left(\frac{45}{2} - \frac{1.46}{2} \right)$$

$$= 1137.76 \text{ cm}^3$$



د

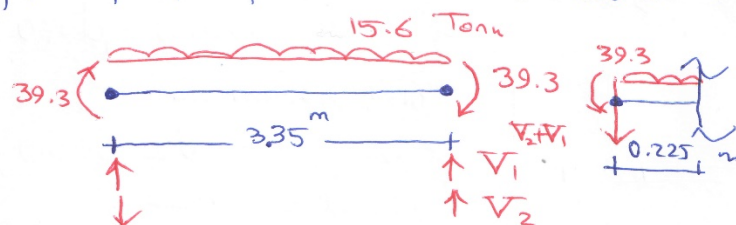


$$W_u = 1.2D + L = 1.2 \times 8 + 6 = 15.6 \text{ Ton/m}$$

$$R_y = 1.2 \quad C_{pr} = \frac{F_r + F_u}{2F_y} = 1.25$$

$$C_{pr} = 1.2$$

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = 1.2 \times 1.2 \times 1138 \times 2400 = 39.3 \text{ Ton}\cdot\text{m}$$



$$V_1 = \frac{15.6 \times 3.35}{2} = 26.13 \text{ Ton}$$

$$V_2 = \frac{2 \times 39.3}{3.35} = 23.5 \text{ Ton}$$

$$V = V_1 + V_2 = 49.63 \text{ Ton}$$

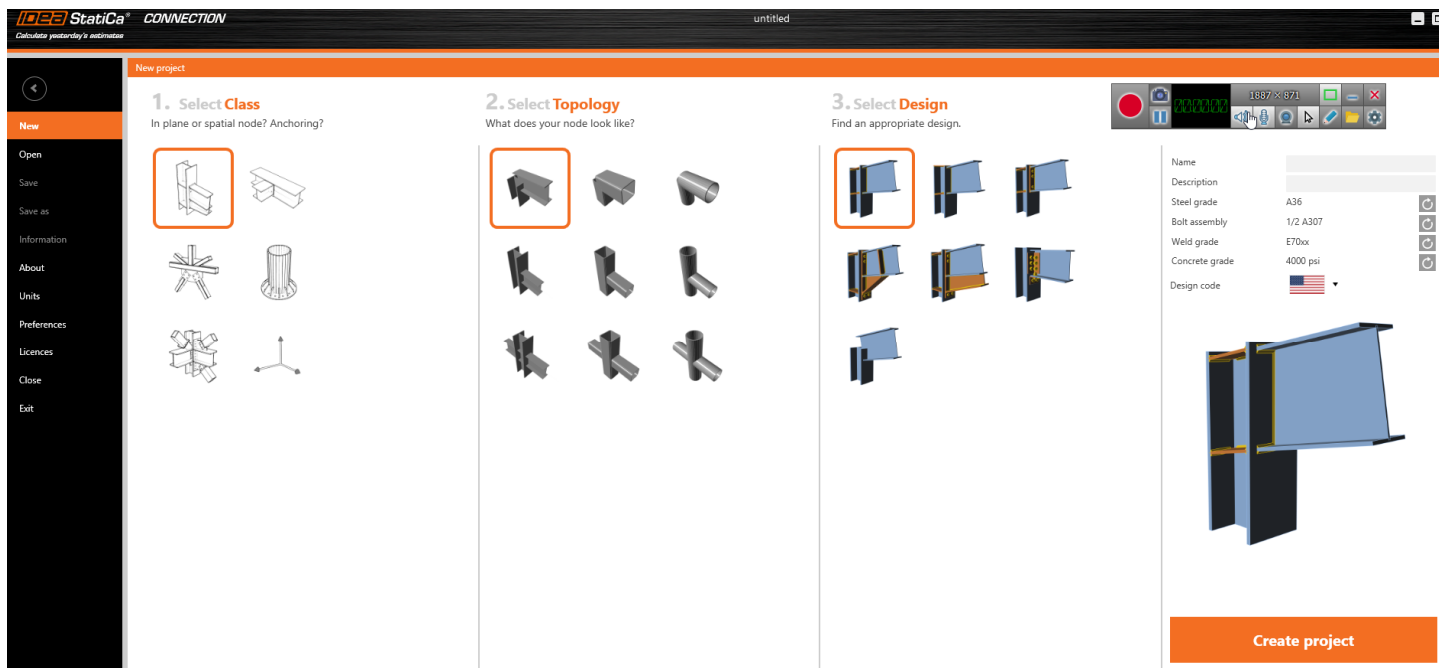
$$V_{EXP} = 49.63 + 15.6 \times 0.225 = 53.14 \text{ Ton}$$

$$M_{EXP} = 39.3 + 53.14 \times 0.225 + \frac{15.6 \times 0.225^2}{2} = 51.65 \text{ Ton}\cdot\text{m}$$

اتصال تیر به ستون به کمک رولر سیرش مورد انتظار منون در بریسون
یعنی در مرحله ۱۰ سازه سیرش از مرکز تحلیل اتصال طراحی می شود.

با استفاده از الگوهای آماده نزدیک ترین هندسه به اتصال RBS را انتخاب می کنیم. نخستین گام طراحی، تنظیم Units به متریک

می باشد...



B [Member] Set bearing Copy Delete

Properties

Cross-section: 3 - IPE450

Mirror Y: ☐

Mirror Z: ☐

Geometrical type: Ended

Position

β - Direction [°]: 0.0

γ - Pitch [°]: 0.0

α - Rotation [°]: 0.0

Offset ex [mm]: 0

Offset ey [mm]: 0

Offset ez [mm]: 0

Model

Model type: N-Vz-My

Forces in: Position

X [mm]: 100

One member of the joint is considered as 'bearing'. The other ones are 'connected'. The support in analysis model is applied on the bearing member.

سپس مشخصات تیر مطابق شکل مقابل تعریف می‌شود. موقعیت نیروها در 100 میلیمتری مرکز گره (در بر ستون) و نوع نیروها، محوری و نیروی برشی در راستای Z و لنگر حول محور Y تعریف می‌شود.

مشخصات ستون مطابق جدول داده زیر تنظیم می‌شود:

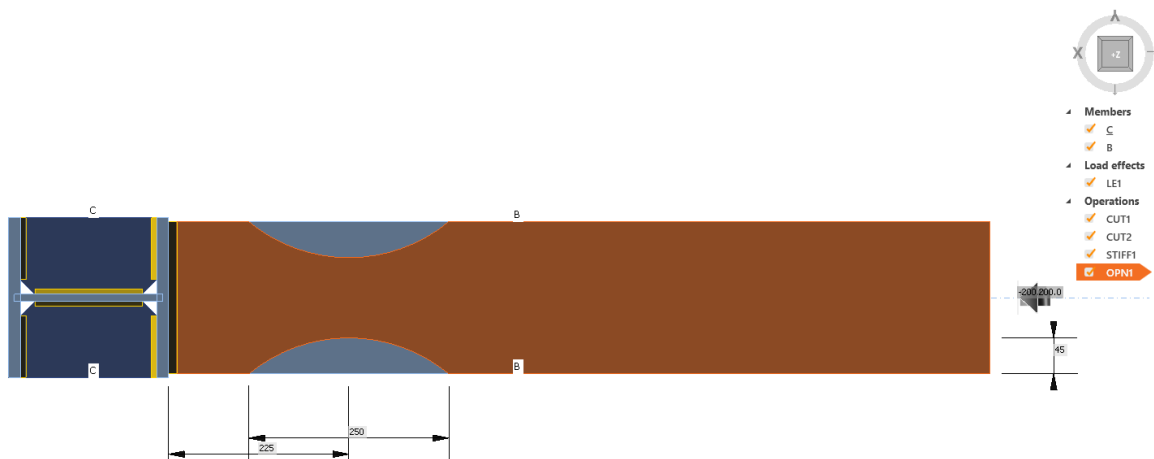
C [Bearing member]		Copy	Delete
▼ Properties			
Cross-section	4 - HEB200		
Mirror Y	☐		
Mirror Z	☐		
Geometrical type	Ended		
▼ Position			
β - Direction [°]	0.0		
γ - Pitch [°]	-90.0		
α - Rotation [°]	0.0		
Offset ex [mm]	0		
Offset ey [mm]	0		
Offset ez [mm]	0		
▼ Model			
Model type	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz		
Forces in	Node		

One member of the joint is considered as 'bearing'. The other ones are 'connected'. The support in analysis model is applied on the bearing member.

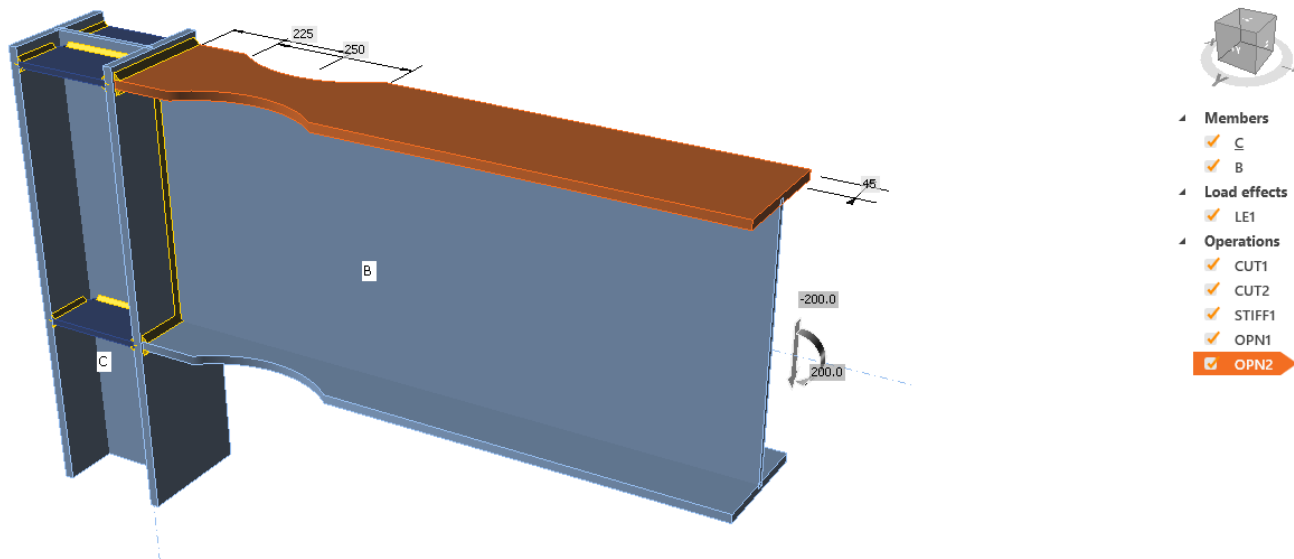
در بال تیر RBS ایجاد می شود. وضعیت تیر بعد از این تغییرات در شکل زیر نشان داده شده است.

Operation>Opening/Notch

OPN1 [Opening, notch]		Copy	Delete
▼ Opening, notch			
Cross-section part	B Bottom flange 1		
Shape	Dog bone arc		
Location	Both		
B, B1 - width [mm]	250		
Depth [mm]	45		
X - position [mm]	225		



با کپی OPN1 و تغییر بال پایین به بال بالا، مقطع RBS تکمیل می‌شود.



در اتصال تیر به ستون، جوش بال تیر به بال ستون نفوذی و اتصال جان تیر به ستون بدون جوش خواهد بود.

CUT2 [Cut of member]
Copy Delete

▼ **Cut of member**

Member	B	
Cut by	C	
Cutting method	Bounding box	
Cutting plane	Closer	
Direction	Parallel	
Offset [mm]	0	

▼ **Welds**

Flanges [mm]	0.0	E70xx	
Webs [mm]	0.0	E70xx	

اتصال جان تیر به بال ستون با استفاده از ورق برشگیر پیچ شده به جان تیر و جوش شده با جوش نفوذی در بال ستون برقرار می‌شود. پیچ از گرید A325M با قطر 22 میلیمتر و رفتار اتصال اصطکاکی انتخاب می‌شود.

Operation>Fin plate

▼ Fin plate

Member	B	▼	🖱
Member part	Web 1	▼	
Connected to	C	▼	🖱
Material	A36	▼	+
Thickness [mm]	10.0	▲▼	...
Connection type	Bolted	▼	
Gap [mm]	10		
Overlap [mm]	90		
Top [mm]	-30		
Bottom [mm]	-40		
Location	Front	▼	
Notch	☐		

▼ Bolts

Type	22 A325M	▼	+
Horizontal layers [mm]	40 80		
Vertical layers [mm]	0		
Shear plane in thread	☒		
Shear force transfer	Friction	▼	

▼ Welds

Plate [mm]	0.0	▲▼	E70xx	▼	🖱	🖱	🖱	🖱	🖱
------------	-----	----	-------	---	---	---	---	---	---

در ادامه جوش ورق پیوستگی از گوشه به نفوذی تغییر یافته است.

▼ Stiffeners

On member	C	▼	🖱
Related to	B	▼	🖱
Position	Both	▼	
Material	< default >	▼	+
Thickness [mm]	10.0	▲▼	...
Location	Both	▼	
X - position [mm]	0		
α - Inclination [°]	0.0		
Width [mm]	0		
Offset top [mm]	0		
Offset bottom [mm]	0		
Repeat count	1		
Gap [mm]	0		
Chamfered corners	☒		
Chamfer cut size [mm]	0		

▼ Welds

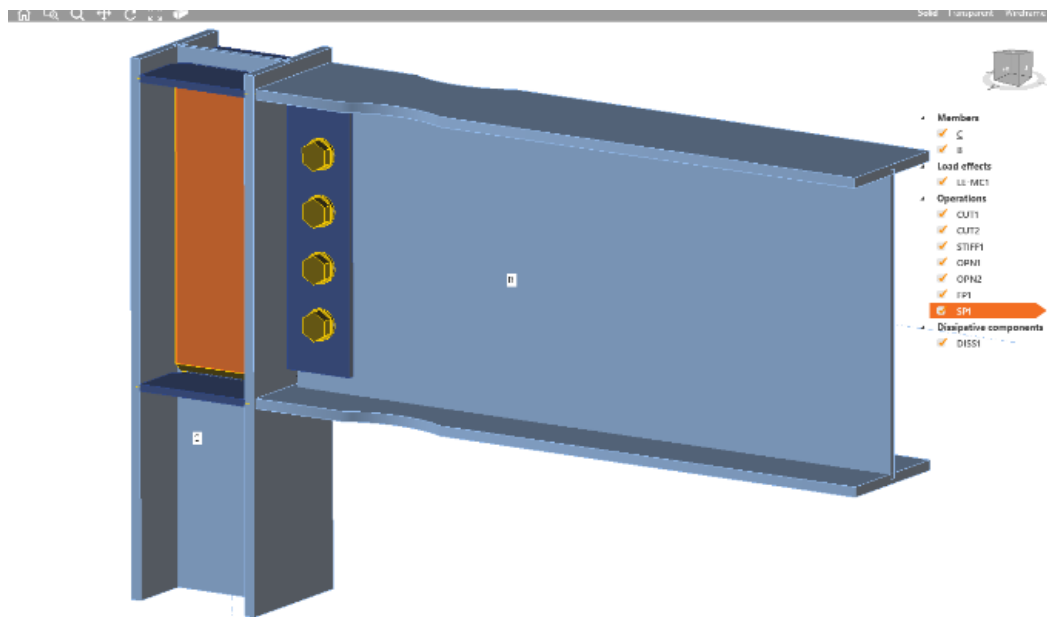
All welds [mm]	0.0	▲▼	E70xx	▼	🖱	🖱	🖱	🖱	🖱
----------------	-----	----	-------	---	---	---	---	---	---



ورق مضاعف جان به اتصال افزوده می شود.

Operation> Stiffening plate

SP1 [Stiffening plate]		Editor	Copy	Delete
▼ Stiffening plate				
Material	A36	▼	+	
Thickness [mm]	10.0	▲ ▼	...	
Shape	Rectangular	▼		
B1 - width [mm]	200			
B2 - width [mm]	200			
H1 - height [mm]	80			
H2 - height [mm]	80			
Origin	Member	▼		
Member	C	▼	🖱️	
Plate	Web 1	▼		
Type	Doubler	▼		
Location	Both	▼		
X - position [mm]	0			
Rotation [°]	0.0			
▼ Welds				
Weld [mm]	0.0	▲ ▼	E70xx	



اعمال بار به صورت لنگر و برش مورد انتظار (رفت و برگشت):

Solid Transparent Wireframe
LE1 [Load] Copy Delete

Members

- ☒ C
- ☒ B

Load effects

- ☒ LE1

	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
>	B / End	0.0	0.0	-500.0	0.0	516.5	0.0

Values in disabled cells are not taken into account in CBFEM analysis. Members can be loaded only by that components of internal forces which are defined in member "Model type".

با کپی LE1 و تغییر جهت نیروها حالت LE2 ایجاد می‌شود.

Solid Transparent Wireframe
LE2 [Load] Copy Delete

Members

- ☒ C
- ☒ B

Load effects

- ☒ LE1
- ☒ LE2

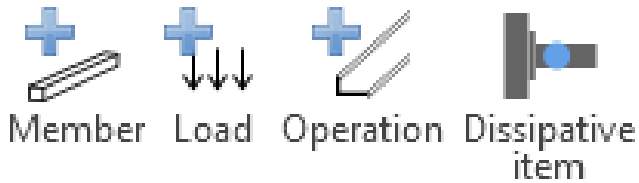
	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
>	B / End	0.0	0.0	500.0	0.0	-516.5	0.0

Values in disabled cells are not taken into account in CBFEM analysis. Members can be loaded only by that components of internal forces which are defined in member "Model type".



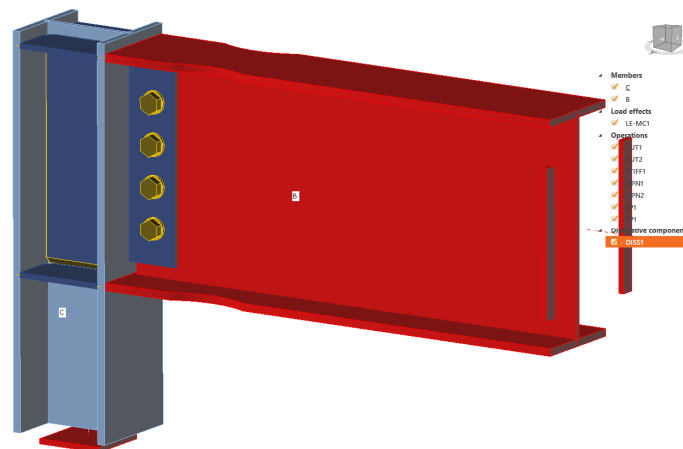
Project items

در این حالت ابزار Dissipative Item به جعبه ابزار افزوده می‌شود.



New

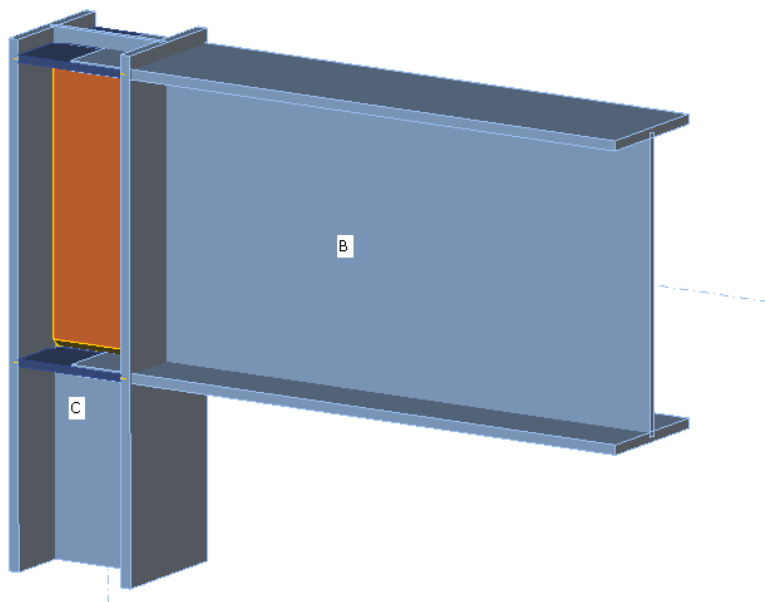
با انتخاب ابزار Dissipative Item، تیر به عنوان عضو شکل پذیر و مستهلک کننده انرژی معرفی می‌شود.



پس از انجام تحلیل، با توجه به نتایج تحلیل، در صورت لزوم، اجزای اتصال تغییر داده می‌شود. توجه شود که در تمام تنظیمات فوق، نوع مصالح به فولاد ساختمانی پروژه تغییر داده می‌شود.

2-5 طرح اتصال گیردار فلنجی End Plate بر مبنای ظرفیت و اعمال ضوابط لرزه‌ای

نوع اتصال بررسی شده در مثال فوق به فلنجی تغییر داده می‌شود. برش Cut2 به همراه RBS بال‌های تیر و ورق برشگیر جان تیر حذف می‌شود.

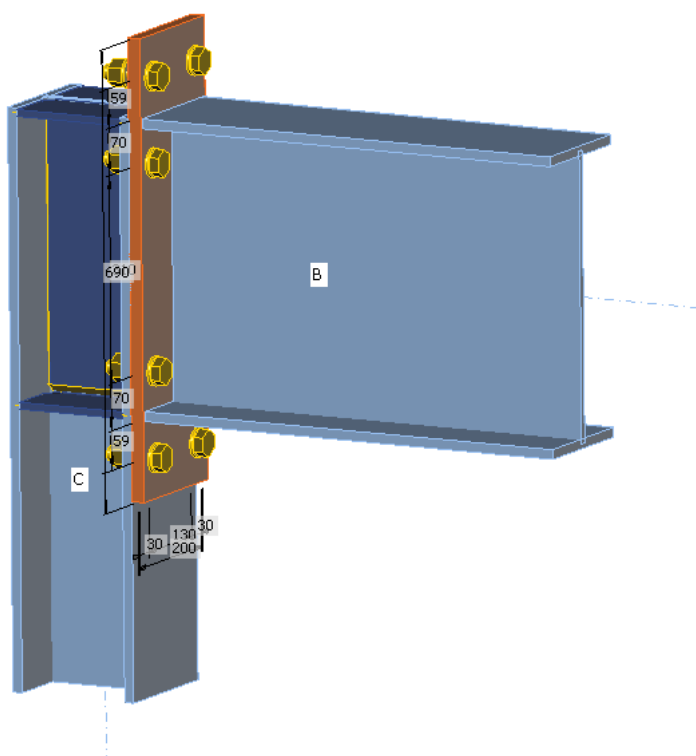


- Members
 - ☒ C
 - ☒ B
- Load effects
 - ☒ LE-MC1
- Operations
 - ☒ CUT1
 - ☒ STIFF1
 - ☒ SP1
- Dissipative components
 - ☒ DISS1

تعریف اتصال با ورق انتهایی:

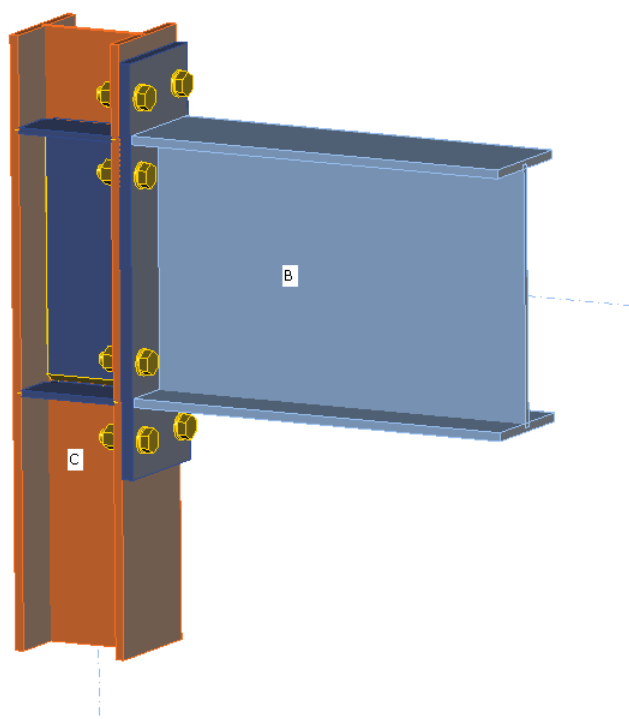
Operation>End plate

EP1 [End plate]		Editor	Copy	Delete
End plate				
Member 1	B			
Member 2	Not specified			
Connected to	C			
Material	A36			
Thickness [mm]	20.0			
Connection type	Bolted			
Dimensions	To profile symmetrical			
Top [mm]	120			
Left [mm]	5			
Notch	☐			
Backing plate				
Create backing plate	☐			
Bolts				
Type	22 A325M			
Top layers [mm]	-70; 59			
Left layers [mm]	-30			
Shear plane in thread	☒			
Shear force transfer	Bearing - tension/shear interaction			
Welds				
Flanges [mm]	0.0	E70xx		
Webs [mm]	0.0	E70xx		



- Members
 - ☒ C
 - ☒ B
- Load effects
 - ☒ LE-MC1
- Operations
 - ☒ CUT1
 - ☒ STIFF1
 - ☒ SP1
 - ☒ EP1
- Dissipative components
 - ☒ DISS1

افزایش طول ستون با برش ستون با تیر:



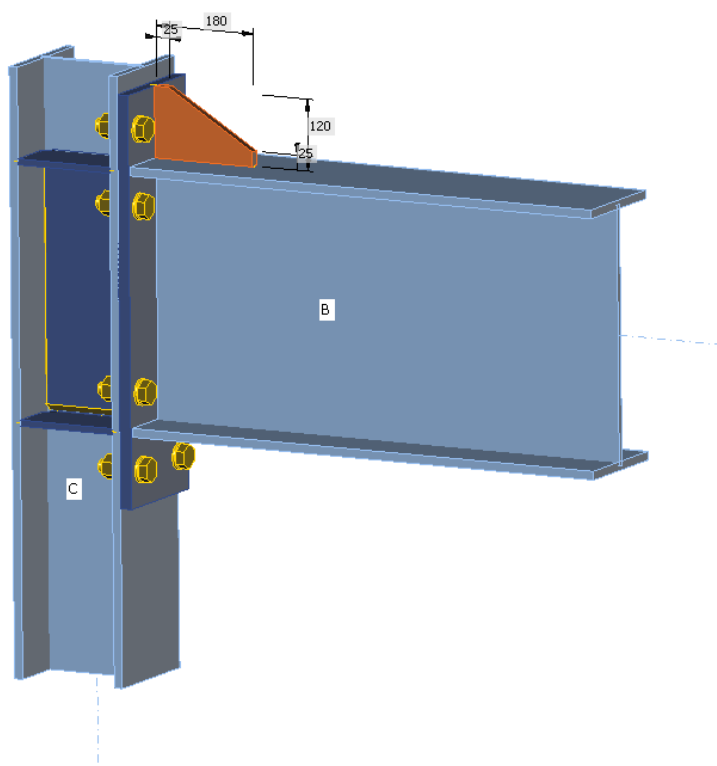
- Members
 - ☒ C
 - ☒ B
- Load effects
 - ☒ LE-MC1
- Operations
 - ☒ CUT1
 - ☒ STIFF1
 - ☒ SP1
 - ☒ EP1
- Dissipative components
 - ☒ DISS1

▼ Cut of member

Member	C		
Cut by	B		
Cutting method	Bounding box		
Cutting plane	Farther		
Direction	Parallel		
Offset [mm]	150		

در صورت پاسخگو نبودن اتصال، سخت کننده و باز در صورت پاسخگو نبودن از گزینه اتصال هشت پیچی استفاده می شود. افزودن سخت کننده بالا:

Operation>Rib



- Members
 - ✓ C
 - ✓ B
- Load effects
 - ✓ LE-MC1
- Operations
 - ✓ CUT1
 - ✓ STIFF1
 - ✓ SP1
 - ✓ EP1
 - ✓ RIB1
- Dissipative components
 - ✓ DISS1

▼ Ribs

On member	B	▼	🖱️
Related to	EP1	▼	🔗 📄 🖱️
Material	< default >	▼	+
Thickness [mm]	0.0	⬆️ ⬆️	⋮
Width [mm]	120		
Depth [mm]	180		
Shape	Chamfered	▼	
Dimension D1 [mm]	25		
Dimension D2 [mm]	25		
Cross-section parts	Top flange 1	▼	
Surface	Upper	▼	
Location	Center	▼	
X - position [mm]	0		
Repeat count	1		

▼ Welds

All welds [mm]	0.0	⬆️ ⬆️	E70xx	▼	🔗 📄 🖱️
----------------	-----	-------	-------	---	--------

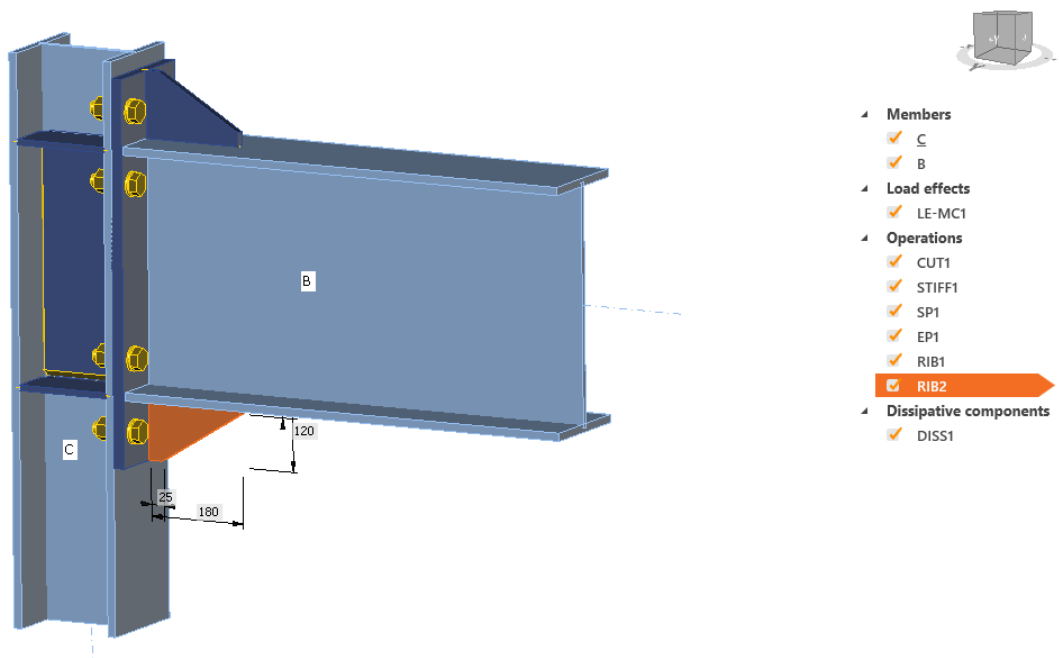
به طور مشابه سخت کننده به بال پایین نیز افزوده می شود.

▼ Ribs

On member	B	▼	🖱️
Related to	EP1	▼	🔗 📄 🖱️
Material	< default >	▼	+
Thickness [mm]	0.0	⬆️ ⬆️	⋮
Width [mm]	120		
Depth [mm]	180		
Shape	Chamfered	▼	
Dimension D1 [mm]	25		
Dimension D2 [mm]	25		
Cross-section parts	Bottom flange 1	▼	
Surface	Lower	▼	
Location	Center	▼	
X - position [mm]	0		
Repeat count	1		

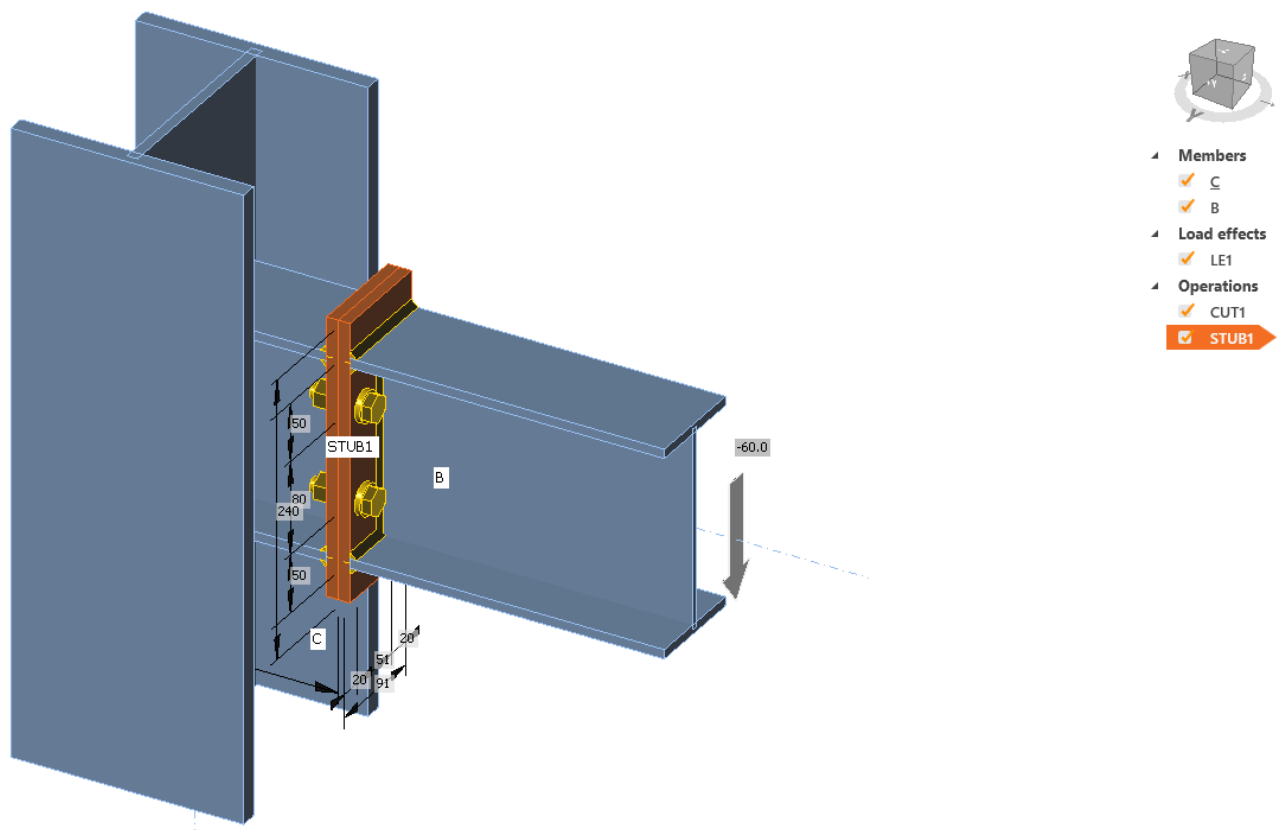
▼ Welds

All welds [mm]	0.0	⬆️ ⬆️	E70xx	▼	🔗 📄 🖱️
----------------	-----	-------	-------	---	--------



3-5 اتصال تیر به ستون مفصلی پیچی

Operation>Stub plate to plate



STUB1

[Plate to plate]

Editor

Copy

Delete

▼ Plate to plate

Member

B

X - position [mm]

150

Material

A36

Thickness [mm]

10.0

Connection type

Bolted

Dimensions

To profile symmetrical

Top [mm]

30

Left [mm]

0

▼ Bolts

Type

12 A325M

Top layers [mm]

-50

Left layers [mm]

-20

Shear plane in thread

☒

Shear force transfer

Bearing - tension/shear interaction

▼ Welds

Flanges [mm]

8.0

E70xx

Webs [mm]

8.0

E70xx

▼ Stub

Type

From member

Explode

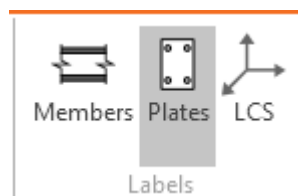
☐

نوع تحلیل به EPS تغییر داده شود.

CON3
EPS ST CD DR New Copy

4-5 طرح اتصال تیر به ستون مفصلی جوشی

اتصال تیر با نبشی بالا و پایین جوشی به جان ستون. از دو نبشی برای اتصال بال پایین و بالای تیر به ستون و چهار خط جوش گوشه برای اتصال لبه نبشی‌ها به تیر و ستون استفاده شده است. استفاده از Label با انتخاب Plates انتخاب لبه‌ها تسهیل می‌شود.



CLEAT1 [Cleft] Editor Copy Delete		CLEAT2 [Cleft] Editor Copy Delete	
▼ Cleft			
Member	B Bottom flange 1	Member	B Top flange 1
Member 2	Not specified	Member 2	Not specified
Connected to	C	Connected to	C
Profile	6 - L3X3X1/4	Profile	7 - L50X5
Profile conversely	☐	Profile conversely	☐
Cleat length [mm]	120	Cleat length [mm]	80
Cleat shift [mm]	0	Cleat shift [mm]	0
Location	Rear	Location	Front
Connection type	Welded	Connection type	Welded
Gap [mm]	20	Gap [mm]	20
Notch	☐	Notch	☐
▼ Welds			
Member [mm]	0.0 E70xx	Member [mm]	0.0 E70xx
Connected to [mm]	0.0 E70xx	Connected to [mm]	0.0 E70xx

Weld1 [General weld or contact] Copy Delete		Weld2 [General weld or contact] Copy Delete	
▼ General weld or contact			
Placement	Edge to surface	Placement	Edge to surface
Type	Weld	Type	Weld
▼ First plate			
Member or plate	CLEAT1 Bottom flange 1	Member or plate	CLEAT1 Bottom flange 1
Edge index	1	Edge index	3
▼ Second plate			
Plate	C Web 1	Plate	C Web 1
▼ Welds			
Weld [mm]	5.0 E70xx	Weld [mm]	5.0 E70xx
Type	Continuous	Type	Continuous

Weld3 [General weld or contact] Copy Delete		Weld4 [General weld or contact] Copy Delete	
▼ General weld or contact			
Placement	Edge to surface	Placement	Edge to surface
Type	Weld	Type	Weld
▼ First plate			
Member or plate	CLEAT2 Bottom flange 1	Member or plate	CLEAT2 Web 1
Edge index	4	Edge index	4
▼ Second plate			
Plate	C Web 1	Plate	B Top flange 1
▼ Welds			
Weld [mm]	5.0 E70xx	Weld [mm]	5.0 E70xx
Type	Continuous	Type	Continuous

