

زندگی صحنه‌یکتای، نرمندی ماست

هر کسی نغمه خود خواند و از صحنه رود

صحنه پیوسته به جاست

خزم آن نغمه که مردم بسیار ندیده‌اند

پیشگفتار

در سالیان اخیر پیشرفت های قابل توجه در روش های عددی از یک سو و در دسترس بودن رایانه های قدرتمند از سوی دیگر موجب شده ، استفاده از نرم افزار هایی که بر پایه روش های عددی مختلف امکان مدل سازی و تحلیل مسائل مهندسی را فراهم می نمایند به طور چشمگیری افزایش یابد . شکی نیست که تسلط بر چنین نرم افزار هایی توانایی مهندسين را برای انجام تحلیل های پیچیده به طور قابل ملاحظه ای افزایش می دهد . به کمک نتایج حاصل از تحلیل های انجام شده توسط این نرم افزار ها حوزه هایی از طراحی های نوین برای مهندسين هموار شده که بدون استفاده از این نرم افزار ها دخل و تصرف در این حوزه ها امکان پذیر نمی شد .

ولیکن استفاده از نرم افزار های قدرتمند عددی نیز به مانند سایر دستاورد های بشری خالی از آفت و اشتباه نیست . صرف نظر از برخی کمبود ها و کاستی هایی که در این نرم افزار ها وجود دارد ، بزرگترین آفتی که یک مهندس را در استفاده از این نرم افزار ها تهدید می کند عدم تسلط بر تئوری و الگوریتم انجام تحلیل ها در چنین نرم افزار هایی می باشد . بالاخص زمانی که کاربر تجربه کمتری در تحلیل و طراحی مسائل دارد ، این نکته می تواند موجب بروز خطاهای بسیار فاحشی شود . با توجه به این مهم ذکر این نکته ضروری به نظر می رسد که قبل از استفاده از هر یک از این نرم افزار ها یادگیری اصول پایه حاکم بر ساختار روش های عددی لازم و ضروری است . علاوه بر این همواره می بایست نتایج حاصل از چنین نرم افزار هایی را با نتایج آزمایشگاهی مقایسه نموده تا خطای نتایج حاصله از حد مطلوب مهندسی فراتر نرود و در صورت عدم وجود چنین نتایج آزمایشگاهی لازم است با استفاده از تجربیات مهندسی و روابط ساده تئوری تا حد امکان درستی آنها را صحت سنجی نمود .

نرم افزار ABAQUS یکی از معروفترین و پر کاربردترین نرم افزار های تجاری حال حاضر می باشد . نویسندگان سعی کرده اند تا بر پایه تجربیات حاصل از چندین سال تدریس و استفاده حرفه ای از این نرم افزار ، کتابی تهیه نمایند که مسائل پیچیده موجود در حوزه های مختلف عمرانی را گام به گام و به صورت شفاف توضیح دهد . فصول ارائه شده به نحوی طرح شده اند که کلیه موارد مهم مورد بحث و توجه مهندسين عمران را پوشش دهند . همچنین از اکثر قابلیت های نرم افزار نیز در فصول مختلف استفاده شده است . هر یک از فصول ارائه شده در این کتاب کاملا مستقل از فصول دیگر می باشد . علت این مساله آن است که هر خواننده ای بنا بر نیاز خود صرفا فصل مربوطه را مطالعه نماید و نیازمند مطالعه و یادگیری کلیه فصول نباشد . نکته مهمی که در این کتاب رعایت شده است ، بحث صحت سنجی مسائل ارائه شده در فصول مختلف می باشد . بدان معنا که جز در فصولی که آزمایش تجربی در آن زمینه وجود نداشته (مانند فصل پنجم بررسی خرابی پیش رونده) در سایر فصول یک آزمایش تجربی دقیقا مدل سازی و تحلیل شده و در انتها نیز صحت نتایج حاصل از نرم افزار در مقایسه با نتایج آزمایشگاهی مورد تایید قرار گرفته است . لازم به ذکر است اگرچه ماهیت مسائل ارائه شده در این کتاب عمرانی می باشند ولیکن از انجائیکه سعی شده قابلیت های مختلف نرم افزار در حوزه مصالح (فولاد ، بتن ، کامپوزیت ...) ، مدل های رفتاری مختلف (الاستیک، الاستوپلاستیک، ترک اندود، خرابی پلاستیک، مواد ترد ...)، تحلیل های مختلف (استاتیکی، دینامیکی، کوپله ...) و ... مورد بررسی و استفاده قرار گیرند، لذا برای مهندسين سایر رشته ها و علاقه مندان نیز می تواند مفید فایده واقع شود.

امیر ساعدی داریان – مرداد 1390

Amir_saedi_d@yahoo.com

فهرست مطالب

2	قاب فولادی با اتصالات پیچی تحت تاثیر آتش سوزی
119	پانل برشی فولادی تحت بارگذاری مونوتونیک و چرخه‌ای
183	بررسی اثر آتش سوزی بر اتصالات نبشی جوشی
269	اثر انفجار بر قاب بتنی مسلح تقویت شده با الیاف FRP
391	بررسی خرابی پیش رونده در ساختمان سه طبقه بتن مسلح
463	مقاوم سازی دال بتن مسلح با استفاده از الیاف FRP
571	بررسی رفتار لرزه‌ای دیوار مصالح بنایی
647	محاسبه ظرفیت باربری پی‌های سطحی
715	تحلیل دینامیکی اثر ضربه جانبی بر روی عضو لوله ای دارای فشار داخلی و واقع بر بستر خاکی

قاب فولادی با اتصالات پیچی تحت تاثیر آتش سوزی

1- معرفی

یکی از مسائلی که سازه‌هایی چون ساختمان‌های مسکونی، کارخانه‌ها و مجتمع‌های اداری و صنعتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، آتش‌سوزی است. این امر در مورد سازه‌های فولادی از اهمیت و حساسیت بیشتری برخوردار است، چراکه در اعضای فولادی به علت قابلیت هدایت گرمایی بالا و ضخامت کم، آتش‌سوزی باعث کاهش مقاومت و سختی می‌شود. آزمایشات مختلف نشان می‌دهد که اتصالات به دلیل توانایی در توزیع نیروها تاثیر قابل توجهی روی دمای انهدام اعضای سازه‌ای در دماهای بالا دارند.

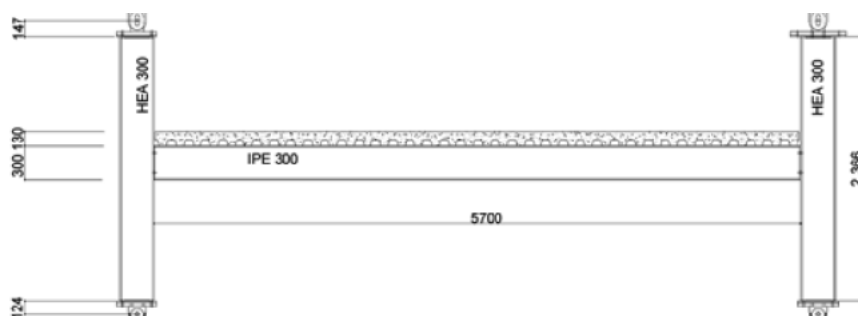
مدل انتخاب شده در این فصل بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی قاب فولادی با اتصالات پیچی در دماهای مختلف جهت بررسی تاثیر پارامترهای مختلفی از قبیل جنس پیچ¹ و ضخامت ورق اتصال انتخاب گردیده است. بدین منظور ابتدا نمودارهای تنش-کرنش فولاد که از نتایج آزمایشگاهی بدست آمده‌اند در نرم افزار تعریف شده، سپس سازه اصلی مدلسازی شده و مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

2- مشخصات مدل

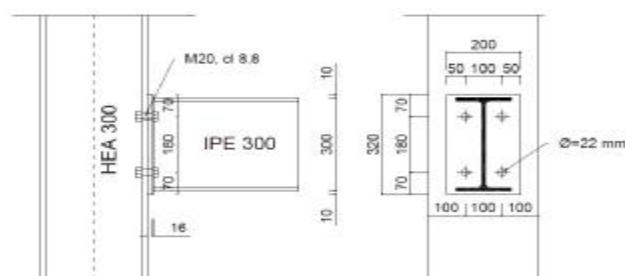
قاب شبیه سازی شده شامل دو ستون به مقطع HEA300 است و یک تیر با مقطع IPE300 با دهانه آزاد 5,7 متر به این ستون ها با اتصال نیمه صلب Flush end-plate وصل

¹ Bolt

شده است. آزمایشات بر روی این قاب در بخش عمران دانشگاه کویمبرای² پرتغال توسط سانتیاگو³ و همکارانش انجام شده است.



(الف)



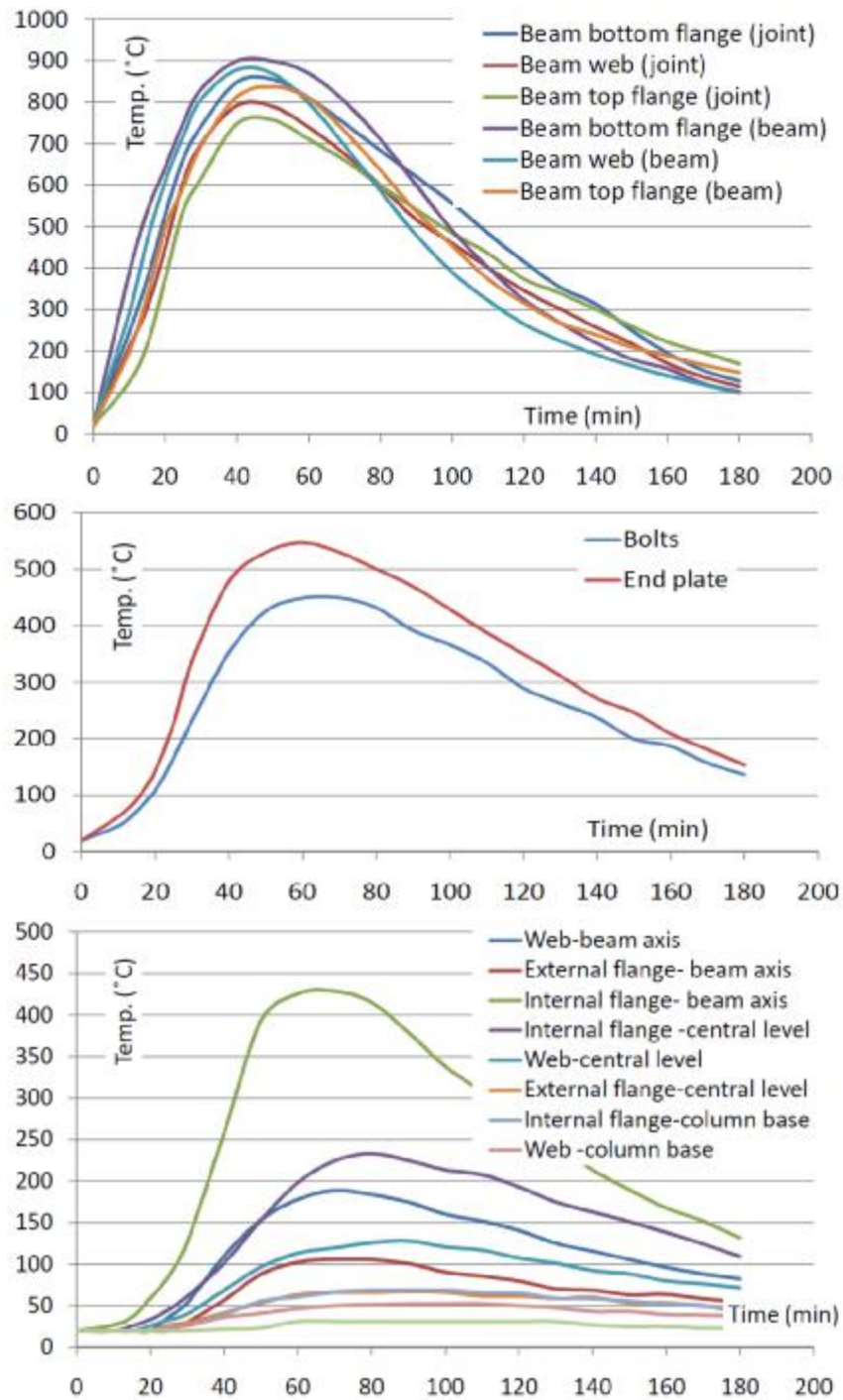
(ب)

الف) نمای طولی قاب، ب) جزئیات اتصال

تیرها و ستون‌ها از فولاد ST355، ورق اتصال از فولاد ST275 و پیچ‌ها از نوع 8,8 می‌باشند. از ضرایب کاهش ارائه شده توسط EN 1993-1-2 برای کاهش خصوصیات فولاد و پیچ در دمای بالا استفاده شده است. بار مکانیکی به صورت بار متمرکز به مقدار 20 کیلو نیوتن در فاصله 70 سانتی متری از وسط دهانه در هر طرف و بار دال به مقدار 20 کیلو نیوتن بر متر مربع به صورت گسترده روی بال بالایی تیر اعمال شده است. دال بتنی مدلسازی نشده است، زیرا که اندرکنش کامپوزیت بین تیر و دال وجود ندارد و دال فقط شرایط مرزی برای بارگذاری حرارتی را بوجود می‌آورد. این بارگذاری در دمای اتاق اعمال شده است و در طول آنالیز ثابت باقی می‌ماند. بارگذاری حرارتی اعمال شده به اجزای قاب، در شکل زیر نشان داده شده است.

² Coimbra

³ Aldina Santiago



منحنی‌های دمایی اعمال شده به قسمت‌های مختلف قاب

3- مدل سازی نمونه

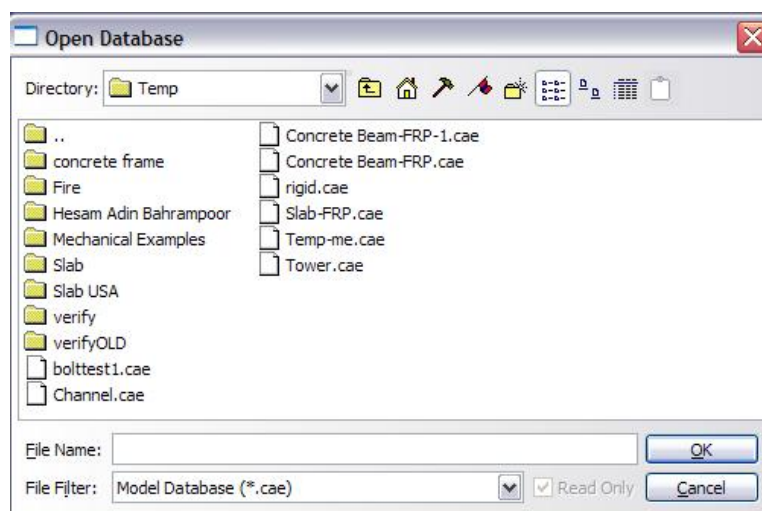
برای وارد شدن به محیط نرم افزار از منوی Start بر روی All Programs کلیک کرده، Abaqus CAE -> Abaqus 6.10-1 را انتخاب کنید. بدین ترتیب وارد محیط گرافیکی نرم افزار می شوید.



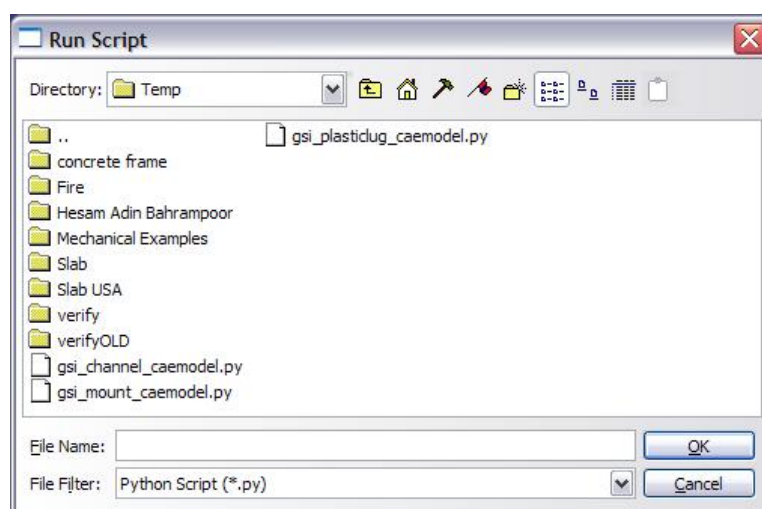
همچنین می توانید با کلیک بر روی گزینه Abaqus Command -> Abaqus 6-10-1 و نوشتن Abaqus CAE و زدن کلید Enter نیز وارد محیط گرافیکی نرم افزار شوید.



با انتخاب دکمه Create Model Database می توانید یک مدل جدید ایجاد نمایید. مدلسازی می تواند بر اساس نوع شبیه سازی با مدل استاندارد/صریح (With Standard/Explicit Model) و یا به صورت محاسبه دینامیکی سیال (With CFD Model) باشد؛ اگر بخواهید مدلی که از قبل ساخته شده است را باز نمایید، گزینه Open Database را کلیک کنید، این فایل ها با پسوند *.cae هستند.



اگر کاربر بخواهد فایل‌هایی را که بر اساس زبان Abaqus نوشته شده‌اند باز کند، می‌بایست گزینه Run Script را انتخاب کند، این فایل‌ها با پسوند *.py هستند.




چنانچه برای اولین بار از نرم افزار استفاده می‌کنید می‌توانید با انتخاب Start Tutorial راهنمای نرم افزار شوید و اطلاعاتی کلی درباره نرم افزار و نحوه استفاده از آن را به همراه لینک دسترسی برای شروع کار با نرم افزار دریافت کنید.

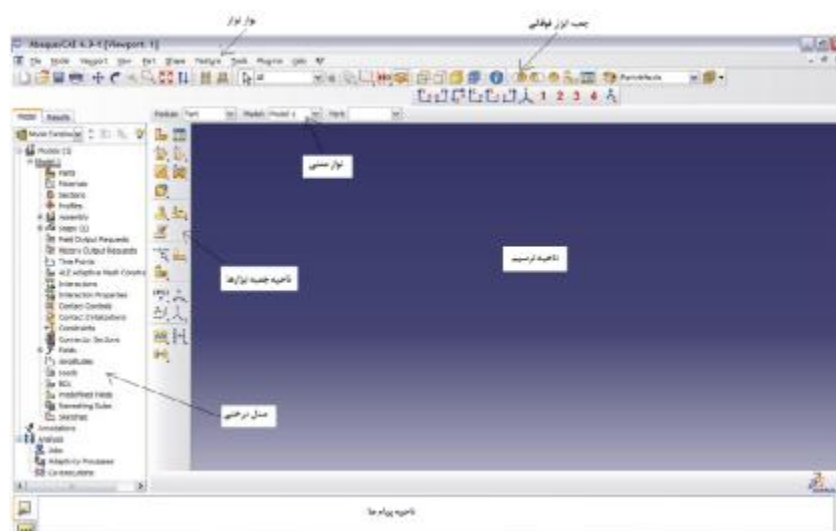
شبیه‌سازی مدل‌ها در نرم افزار طی دو مرحله انجام می‌گردد:

1- مدسازی نمونه (Pre-Processing)

2- پردازش نتایج (Post-processing)

پس از ایجاد نمونه می‌توان با کلیک کردن بر روی File -> Save یا دکمه  در جعبه ابزار فوقانی، فایل را در قسمت دلخواه ذخیره کرد. پیش‌فرض نرم افزار برای ذخیره پوشه‌ها

محلی است که نرم افزار در آن نصب گردیده است که معمولاً در درایو ویندوز می باشد. در مدل های بزرگ توصیه می شود که ذخیره پوشه ها در محلی غیر از درایو ویندوز انجام شود. جهت درک بهتر روند مدلسازی در مرحله مدلسازی از ماژول هایی (Module) در نوار متنی نرم افزار استفاده می گردد. در شکل زیر قسمت های مختلف صفحه اصلی نرم افزار نشان داده شده است.



3-1-1- Part


برای نشان دادن نماهای مختلف مدل می توان جعبه ابزار آن را برای دسترسی بهتر در کنار نوار ابزارهای دیگر قرار داد، بدین منظور به صورت زیر عمل کنید:

View -> Toolbars -> Views

نوار ابزار ظاهر شده را می توان با نگهداشتن کلیک ماوس جابجا کرد و در محل مورد نظر قرار داد.

3-1-1-1- ساختن مدل تیر

از نوار ابزار فوقانی Part را انتخاب کرده و بر روی گزینه ی Create و یا از جعبه ابزار بر روی

علامت  کلیک کنید.

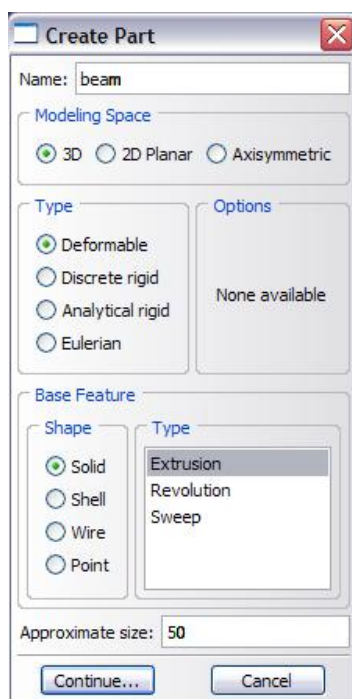
پنجره ظاهر شده دارای چندین قسمت می باشد:

در قسمت Name نام قطعه مورد نظر را وارد کنید.

قسمت Modeling Space به ترتیب سه بعدی، دو بعدی و یا متقارن بودن قطعه را مشخص می‌کند. از آنجا که در این مسئله قابی که شامل تیر، ستون و پیچ‌ها است به صورت سه بعدی مدل می‌شود، 3D را انتخاب کنید.

در قسمت Type شکل‌پذیر بودن، صلب بودن و یا رفتار اولری قطعه انتخاب می‌گردد. به دلیل اینکه همه قطعات قابلیت تغییرشکل را دارند، گزینه‌ی Deformable انتخاب می‌گردد.

در قسمت Base Feature می‌توان به ترتیب توپر بودن، غشایی بودن، سیمی و یا نقطه‌ای بودن قطعه را انتخاب کرد. همه اعضاء این قاب از نوع Solid هستند.

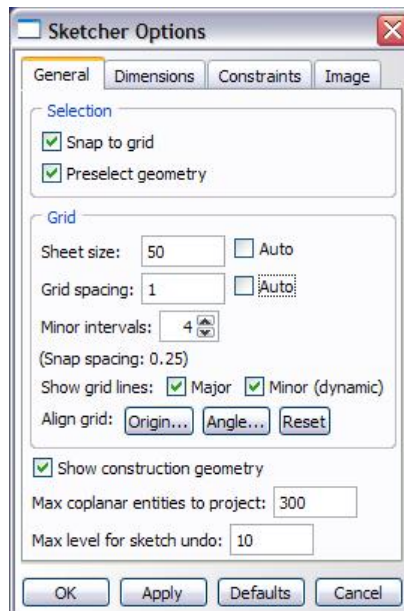




با توجه به اینکه می‌خواهیم مقطع تیر به صورت مستقیم و به طول 269,5 ادامه یابد، در قسمت Type گزینه‌ی Extrude را انتخاب کنید.

در قسمت Approximate Size می‌توان محدوده در نظر گرفته شده برای ترسیم قطعه مورد نظر را بر اساس واحد انتخابی تعریف کرد. با انتخاب عدد 50 نرم افزار صفحه‌ای با ابعاد 50×50 ترسیم می‌کند که این صفحه به صورت چهار ربع به طول و عرض 25 که با خط چین‌هایی از یکدیگر جدا می‌شوند برای کاربر نمایش داده می‌شود.

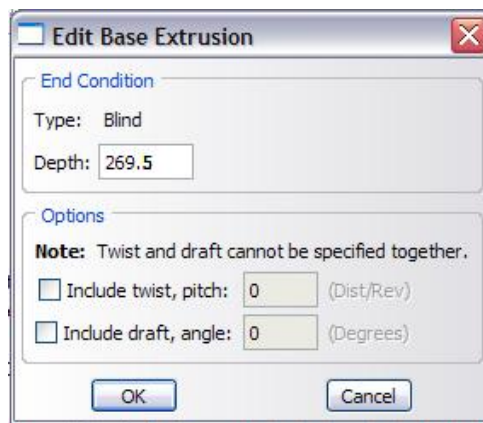
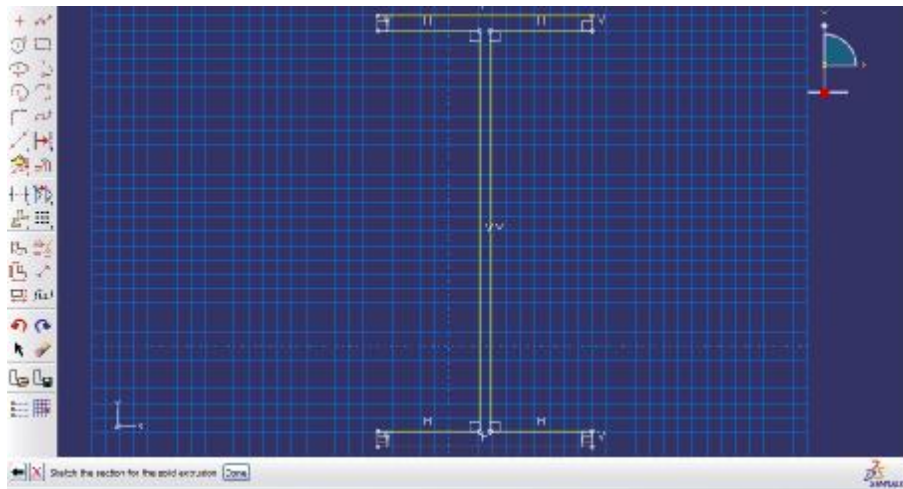
باید یک واحد را به عنوان واحد مبنا انتخاب کرد زیرا اجزاء محدود واحد ندارد. تمام پارامترها، ابعاد، مشخصات ماده بارگذاری و هر آنچه در نرم افزار تعریف می‌شود باید با یکدیگر مطابقت و همخوانی داشته باشند.

برای تغییر دادن ابعاد صفحه ترسیمی، در نوار ابزار فوقانی بر روی Edit کلیک کرده و Sketcher Options را انتخاب نمایید. با برداشتن تیک Auto در قسمت Grid می‌توان اندازه صفحه و فاصله بین خطوط شبکه را تغییر داد.




برای ترسیم مقطع تیر از نوار ابزار فوقانی در محیط ترسیم سطح مقطع، گزینه Add را انتخاب کرده و بر روی Connected Lines -> Line کلیک کنید و یا از جعبه ابزار علامت  را انتخاب نمایید. سپس مختصات x و y نقاط سطح مقطع را به صورت زیر وارد کنید. پس از وارد کردن هر یک از مختصات کلید Enter را بزنید. برای خارج شدن از دستور ترسیم خط دکمه Esc را بزنید و یا بر روی علامت  کلیک کنید.

x	y
10	23
-5	23
-5	21.93
2.145	21.93
2.145	-5.93
-5	-5.93
-5	-7
10	-7
10	-5.93
2.855	-5.93
2.855	21.93
10	21.93

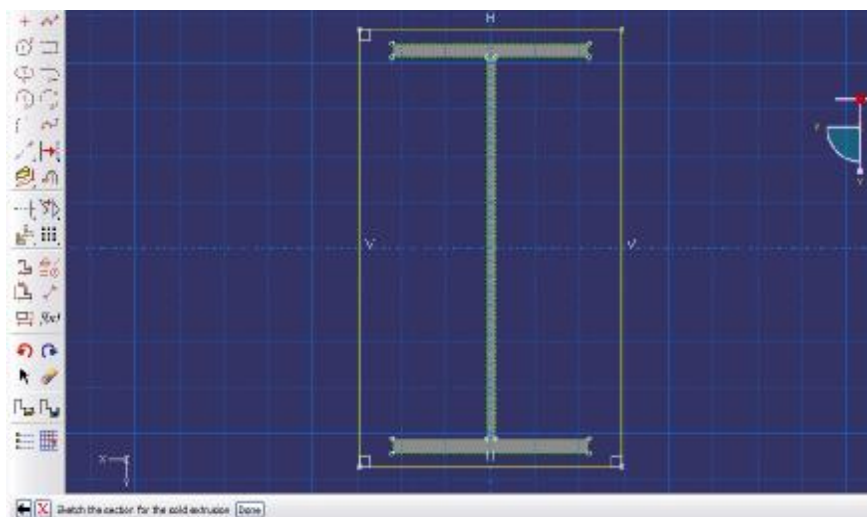


پس از ترسیم بر روی دکمه **Done** کلیک کرده، در قسمت Depth اندازه‌ی عضو را برابر با 269,5 وارد کنید.

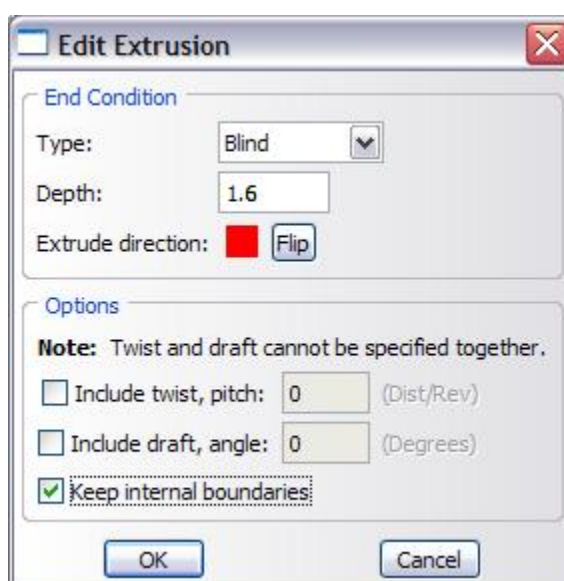
در این مدل برای شبیه‌سازی ورق عمود بر تیر که توسط پیچ به ستون متصل می‌شود، با کلیک بر روی **Shape, Extrude -> Solid** را انتخاب کنید و یا از جعبه ابزار علامت  را انتخاب نمایید. سپس با انتخاب یکی از لبه‌های جان وارد محیط Sketch شده و مختصات زیر را وارد کنید.

x	y
10	16
-10	16
-10	-16

10 -16
10 16



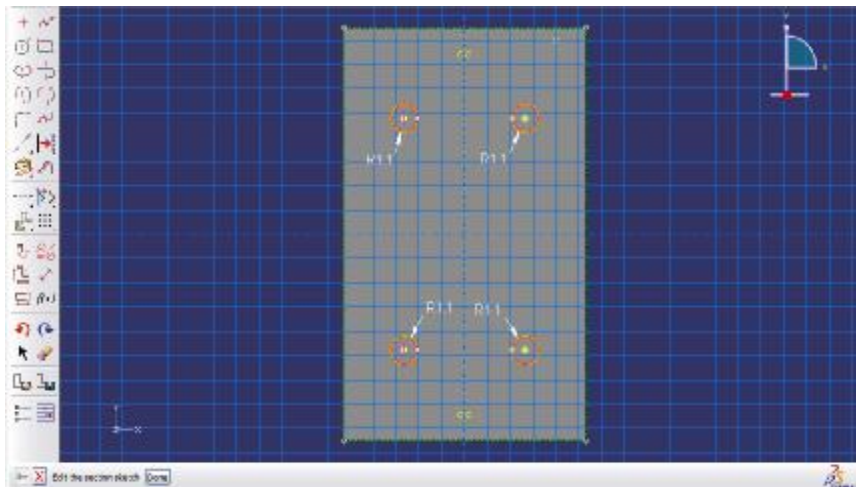
با زدن کلید **Done** ضخامت 1,6 سانتی‌متر را در قسمت Depth وارد کنید. برای اعمال شدن کرانه‌های داخلی داخلی **Keep internal boundaries** را در نظر بگیرید. برای تغییر جهت می‌بایست روی **Flip** کلیک نمایید.




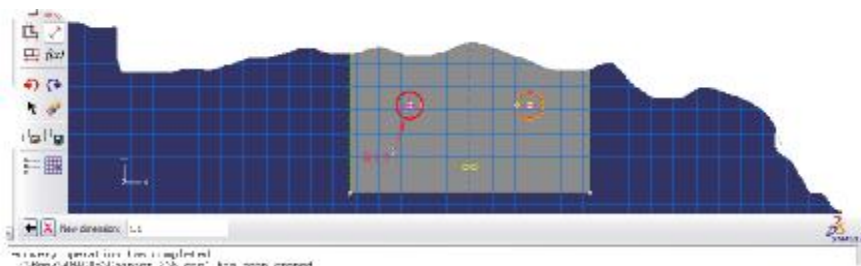
برای ایجاد سوراخ‌هایی که پیچ‌ها از آن‌ها رد می‌شوند با انتخاب Shape از نوار ابزار و کلیک بر روی **Extrude -> Cut** صفحه انتهایی را انتخاب کرده و با کلیک کردن بر روی ضلع قائم مستطیل وارد محیط Sketch شوید.

برای ایجاد سوراخ با انتخاب Add بر روی Circle کلیک کرده و مختصات مرکز و پس از آن مختصات یکی از نقاطی که در پیرامون دایره وجود دارد را مشخص کنید. مختصات مرکز پیچها به صورت زیر است:

x	y
5	9
-5	9
-5	-9
-5	9



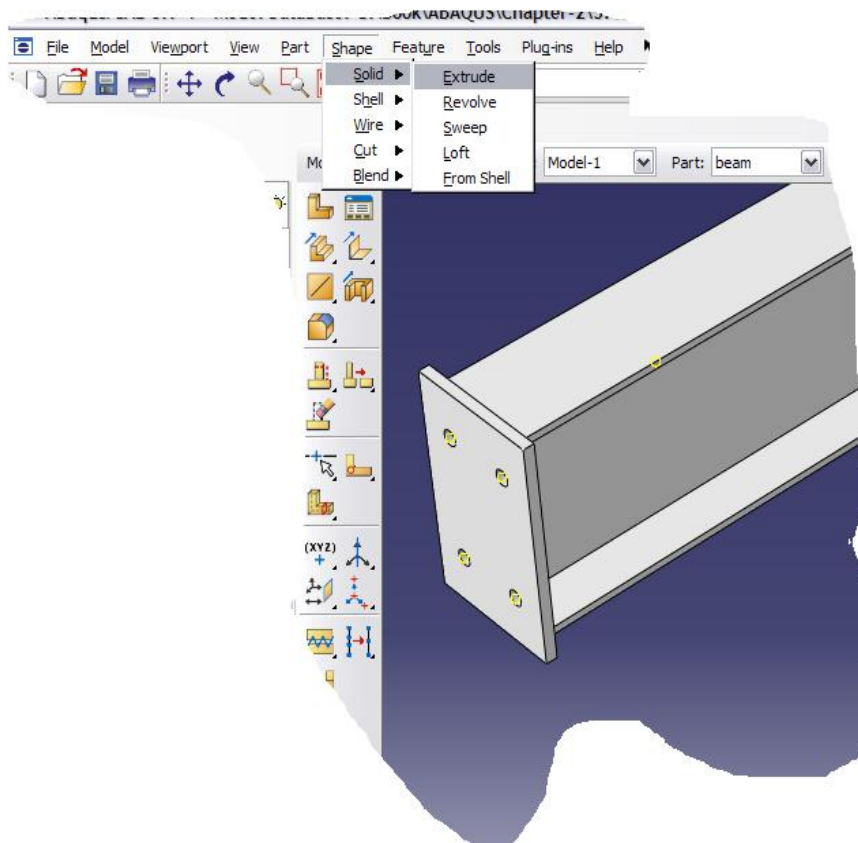
برای تغییر دادن شعاع دایره با انتخاب Add بر روی Dimension کلیک کرده و یا از جعبه ابزار علامت  را انتخاب نمایید. با انتخاب نقطه‌ای بر روی پیرامون دایره و کلیک بر روی نقطه‌ای دیگر در صفحه Sketch، نرم افزار از کاربر ابعاد جدید را می‌پرسد که می‌توان شعاع 1,1 را وارد و آن را اصلاح نمود. پس از تصحیح، با کلیک Enter تغییرات در مدل اعمال می‌گردد.



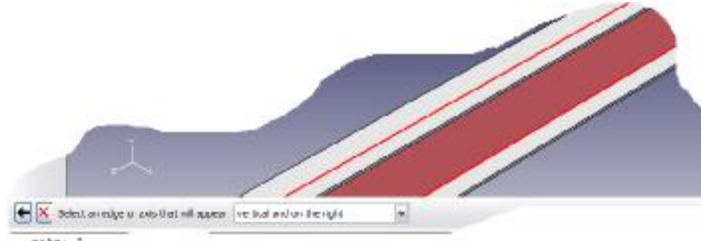
با زدن کلید **Done** پنجره‌ای ظاهر شده و از کاربر پرسیده می‌شود که محل سوراخ تا کجا ادامه پیدا کند. با انتخاب Through All سوراخ تا انتهای صفحه برای عبور پیچها ادامه پیدا می‌کند. برای تغییر جهت دادن در کشیدن طول مورد نظر می‌بایست روی **Flip** کلیک کرد.



در فاصله 70 سانتی متری از انتهای تیر سخت کننده‌هایی به ضخامت یک سانتی متر در دو طرف جان وجود دارد. برای قرار دادن این سخت کننده‌ها با انتخاب Shape بر روی Solid -> Extrude کلیک کنید.

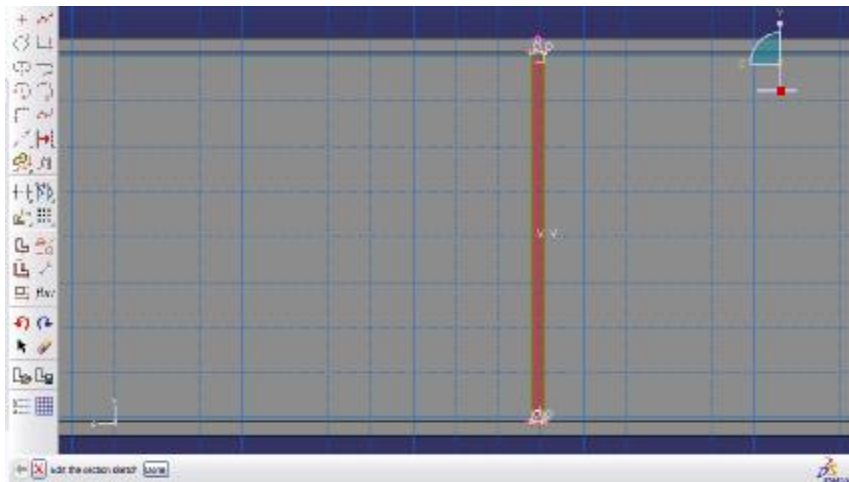


سپس با کلیک بر روی جان تیر از کاربر خواسته می شود لبه ای که می خواهد سخت کننده را قرار دهد، انتخاب کند. با انتخاب لبه عرضی جان تیر وارد ناحیه Sketch شوید.

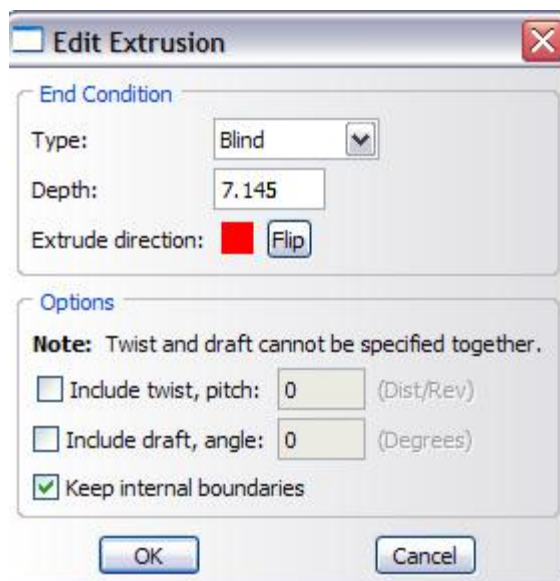



برای ترسیم مقطع سخت کننده با کلیک بر روی Add، Line -> Connected Line را انتخاب کنید. سپس مختصات زیر را یک به یک وارد کنید. پس از وارد کردن هر مختصات کلید Enter را بزنید.


x	y
65.25	13.93
64.25	13.93
64.25	-13.93
65.25	-13.93
65.25	13.93




با زدن **Done** از محیط ترسیم خارج شده و عرض سخت کننده را برابر 7,145 وارد کنید. برای اینکه نرم افزار محدوده لبه ها را حذف نکند، Keep internal boundaries را انتخاب نمایید. برای تغییر جهت روی **Flip** کلیک کنید.




برای اینکه سخت‌کننده دیگر در سمت چپ تیر قرار گیرد با کلیک بر روی View گزینه Rotate را انتخاب کنید و یا بر روی کلید میانبر F3 و یا علامت  در جعبه ابزار فوقانی کلیک نمایید. مراحل ساخت سخت‌کننده سمت چپ مشابه ساخت سخت‌کننده سمت راست تیر می‌باشد.

برای جابجا کردن قطعه، در نوار ابزار فوقانی در قسمت View بر روی گزینه‌ی Pan کلیک کنید و یا علامت  را انتخاب نمایید. از کلید میانبر F2 نیز می‌توان برای جابجا کردن قطعه مورد نظر استفاده کرد.

3-1-2- ساخت قطعات پیچ اتصال:

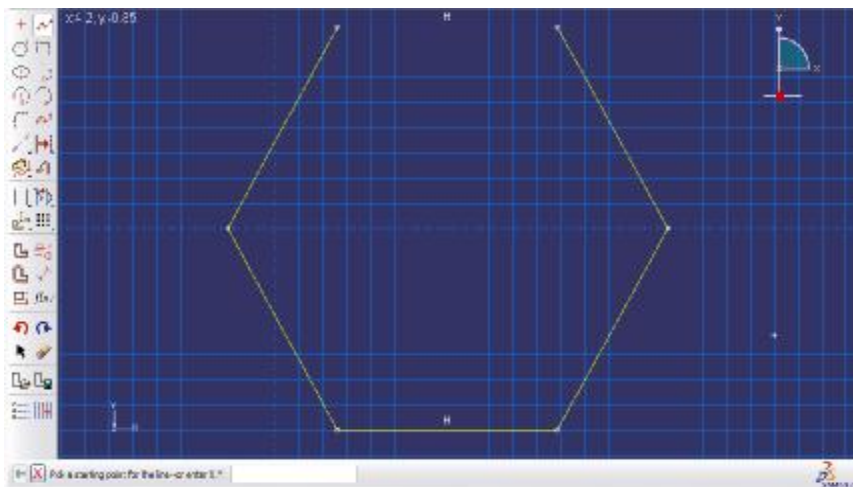
از نوار ابزار فوقانی در قسمت Part بر روی گزینه‌ی Create کلیک کنید و یا از جعبه ابزار علامت  را انتخاب نمایید.

در پنجره ظاهر شده در قسمت Name، نام قطعه را bolt وارد نمایید. فضایی که قطعه در آن وجود دارد را 3D و نوع آن را Deformable انتخاب کنید و مشخصات پایه آن را از نوع Solid و Extension در نظر بگیرید. اندازه صفحه‌ای که مقطع پیچ در آن ترسیم می‌گردد را 10 انتخاب کنید. در این حالت صفحه‌ای که اندازه آن مربعی به طول 10×10 می‌باشد توسط نرم افزار برای ترسیم نشان داده می‌شود.

برای ترسیم مقطع پیچ در نوار ابزار فوقانی بر روی Add کلیک کرده و Line -> Connected Lines را انتخاب کنید و یا بر روی علامت  که در جعبه ابزار وجود

دارد کلیک نمایید. مختصات چند ضلعی مقطع پیچ را وارد کنید. پس از وارد کردن هر نقطه Enter را بزنید. به عنوان مثال 1,6 و 2,37 اولین نقطه شش ضلعی مقطع پیچ است.

x	y
2.37	1.6
0.52	1.6
-0.4	0
0.52	-1.6
2.37	-1.6
3.3	0
2.37	1.6



برای خارج شدن از دستور ترسیم خط بر روی کلیک کنید. برای خارج شدن از محیط Sketch را کلیک نمایید. در پنجره ظاهر شده مقدار 1,3 سانتی متر را به عنوان طول مقطع پیچ در نظر بگیرید.

