شرکت مهندسی و عمران آلتین یول تبریز

طراحی و مدلسازی مهاربندهای کمانش تاب

در نرم افزار ETABS 2015

Buckling Restrained Brace (BRB)

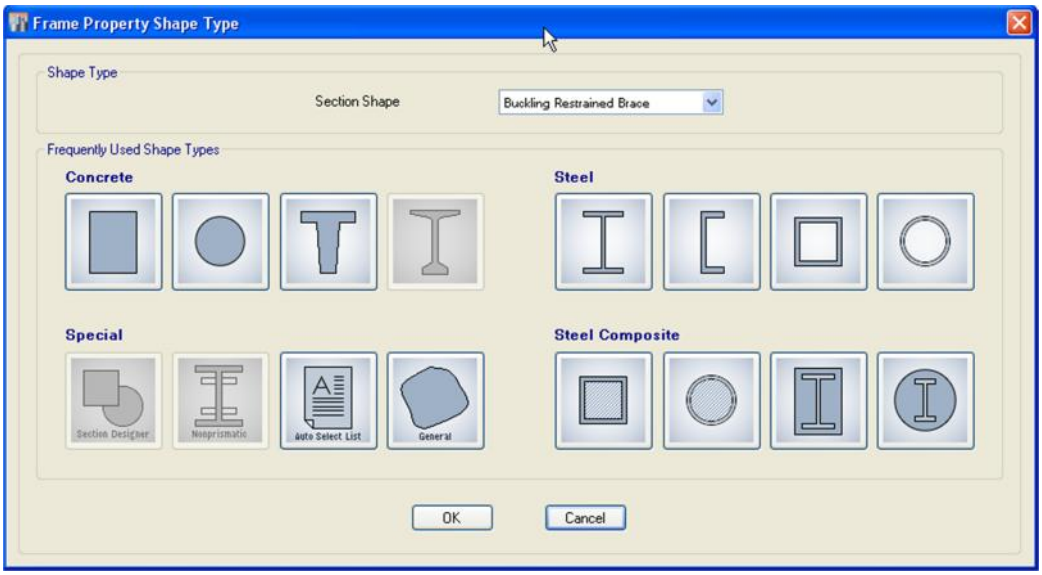
مهندسی ، طراحی و ساخت مهاربند کمانش تاب (BRB)

www.altinyoletabriz.ir

مقاطع مهاربند کمانش تاب (BRB) در نرم افزار ETABS 2015 هم اکنون در دسترس می باشد. این ویژگی به مهندس اجازه می دهد تا به راحتی مقاطع BRB را برای مهاربندها در یک مدل ETABS اختصاص دهد. برای مدل کردن ، آنالیز و طراحی مهاربند کمانش تاب در ETABS با استفاده از مقاطع BRB ، مراحل زیر را دنبال می نمائیم :

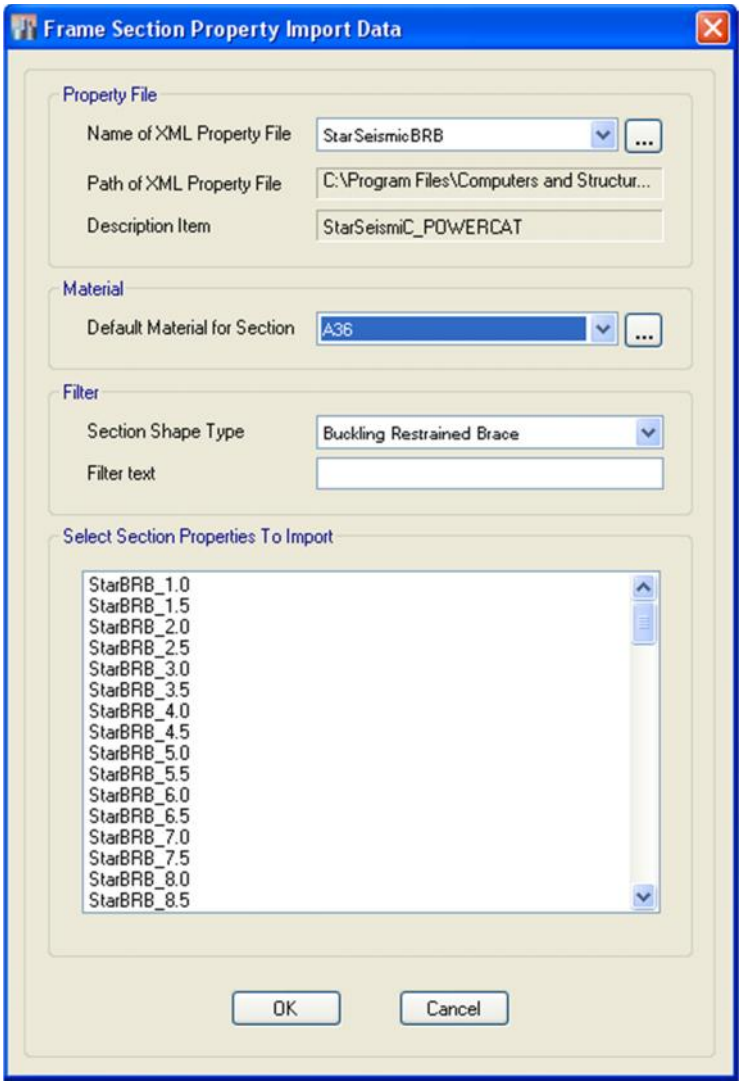
Import و تعریف مشخصات مصالح مقاطع BRB:

برای Import مقاطع BRB ، در منوی 'Define' و زیرمنوی 'Section Properties' روی گزینه 'Frame Sections ' کلیک می کنیم. حالا در قسمت بالا روی گزینه ' Import New Properties' کلیک می نمائیم تا کادر(شکل ۱) نمایان شود.



شکل ۱

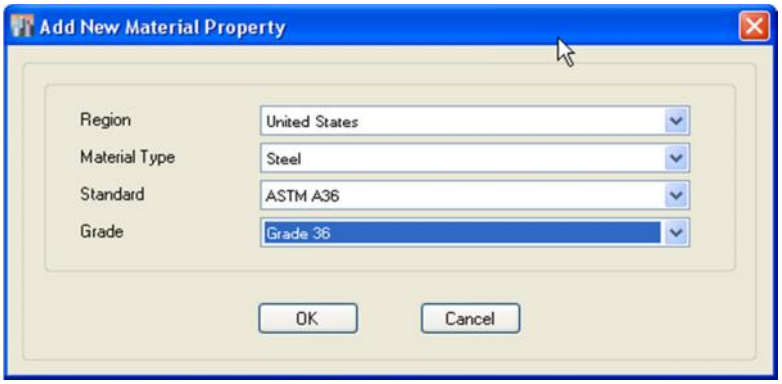
حال در قسمت 'Section Shape' گزینه 'Buckling Restrained Brace' را انتخاب و روی 'OK' کلیک می کنیم تا (شکل ۲) نمایان شود.



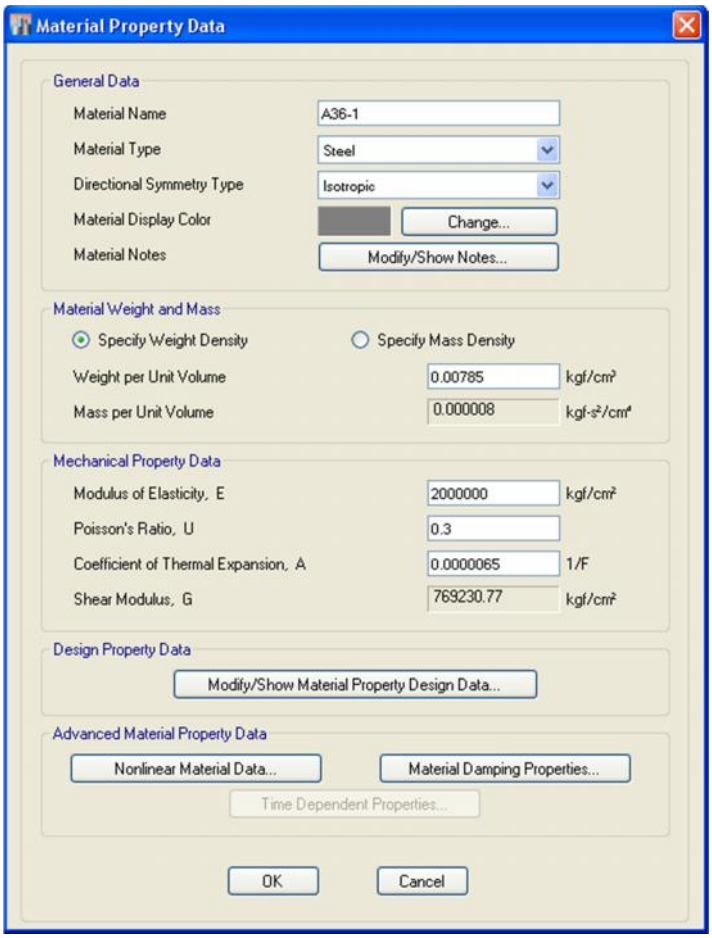
شکل ۲

در صفحه ظاهر شده با عنوان 'Frame Section Property Import Data' در قسمت 'Property File' روی کرکره 'Name of XML Property File' کلیک کرده و گزینه 'Star Seismic BRB' را انتخاب می کنیم.

در گزینه 'Material' برای تعریف کردن خصوصیات مصالح فولاد A36 روی 'Add Material' کلیک نموده سپس 'Add New Material' را انتخاب می نمائیم تا کادر زیر ظاهر شود . مصالح را مطابق (شکل ۳) انتخاب و مطابق (شکل ۴) بصورت پیش فرض تائید می کنیم.



شکل ۳

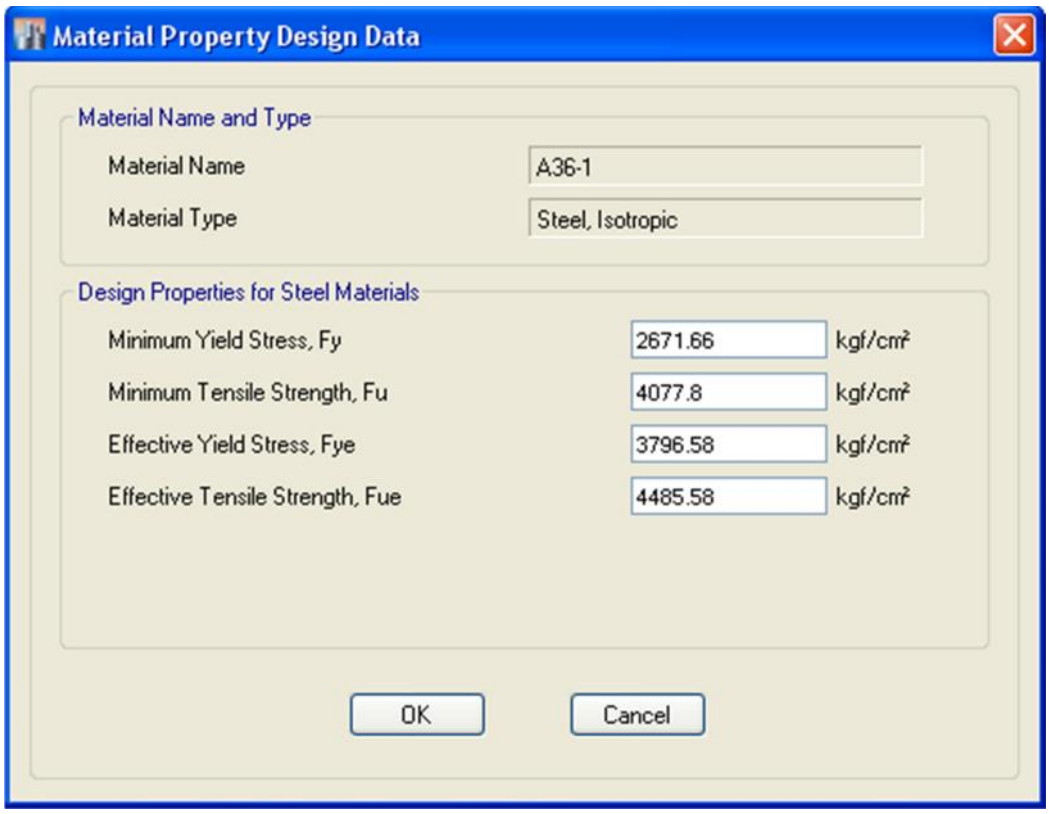


شکل ٤

نیاز است مقاطع BRB بصورت مصالح فولادی با تنش تسلیمی مساوی با کمترین تنش تسلیم مصالح هسته فولادی BRB ، $F_{ysc\text{-}min}$ ، در نظر گرفته شوند. (بعنوان مثال حدود ۲۶۰۰ تا ۲۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع).

برای اینکه بدانید چه مقدار تنش تسلیم برای پروژه شما مناسب است با آلتین یول تبریز در تماس باشید.

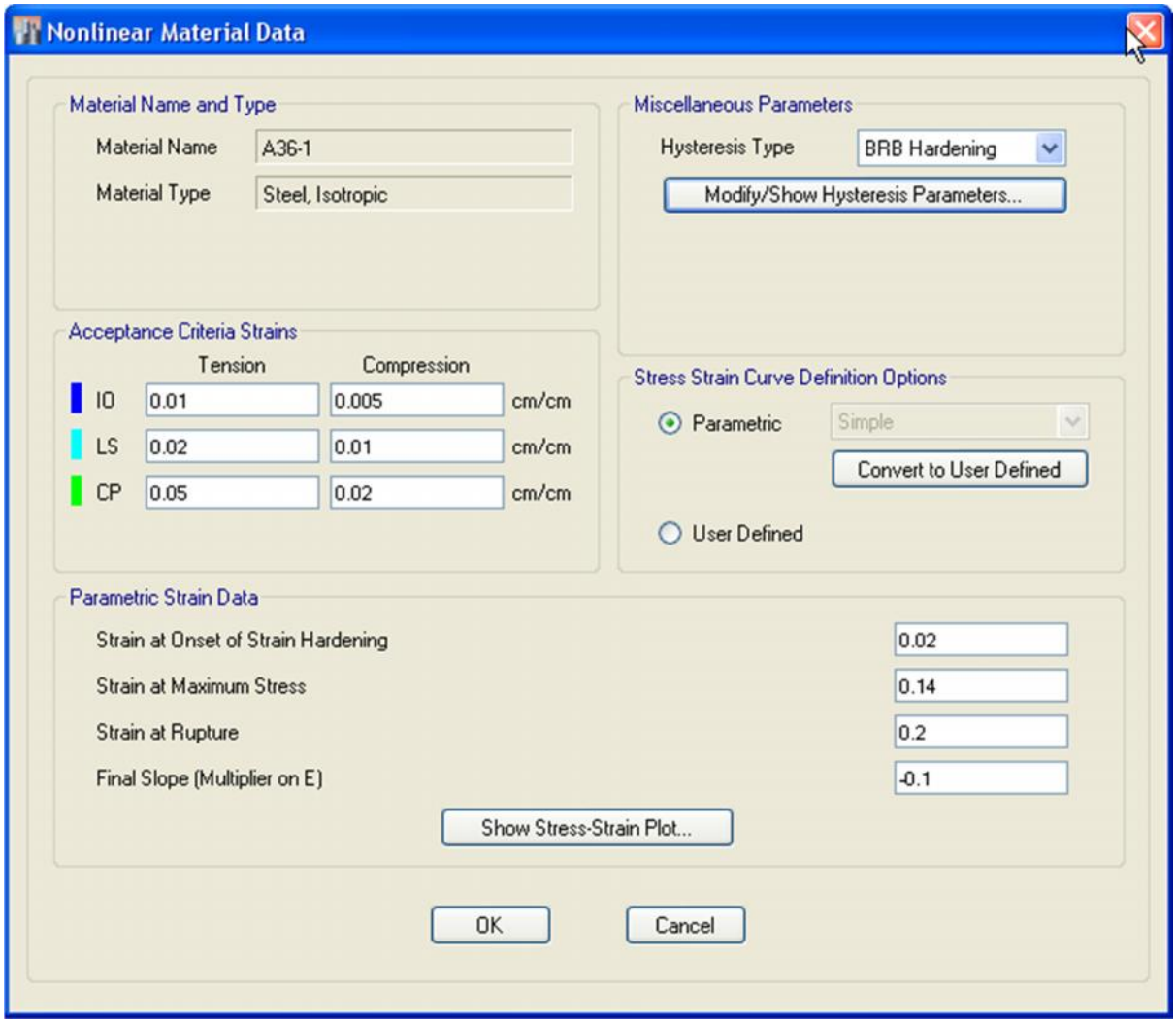
برای تعریف مصالح فولادی جدید از قسمت 'Design Property Data' مطابق (شکل ۵) مشخصات را تکمیل می کنیم که بصورت پیش فرض هم در برنامه همین مقادیر است.



شکل 5

در پائین (شکل ۴) قسمت 'Advanced Material Property Data' گزینه 'Nonlinear Material Data' را انتخاب می کنیم (شکل ۶). در قسمت 'Hystersis Type' گزینه 'BRB Hardening' را انتخاب و در صورت نیاز مشخصات را اصلاح می کنیم. سایر گزینه ها را هم چک کرده در صورت نیاز اصلاح می نمائیم. (اصلاحات با توجه به مشخصات مصالح مورد استفاده برای ساخت BRB که از آزمایش بدست می آیند ممکن است تغییر کنند).

حال مطابق (شکل ۲) در قسمت 'Filter' با انتخاب ' Buckling Restrained Brace ' لیستی از مهاربندهای کمانش تاب ظاهر می شود که با انتخاب آنها مرحله 'Import' و تعریف مشخصات مصالح به پایان می رسد.



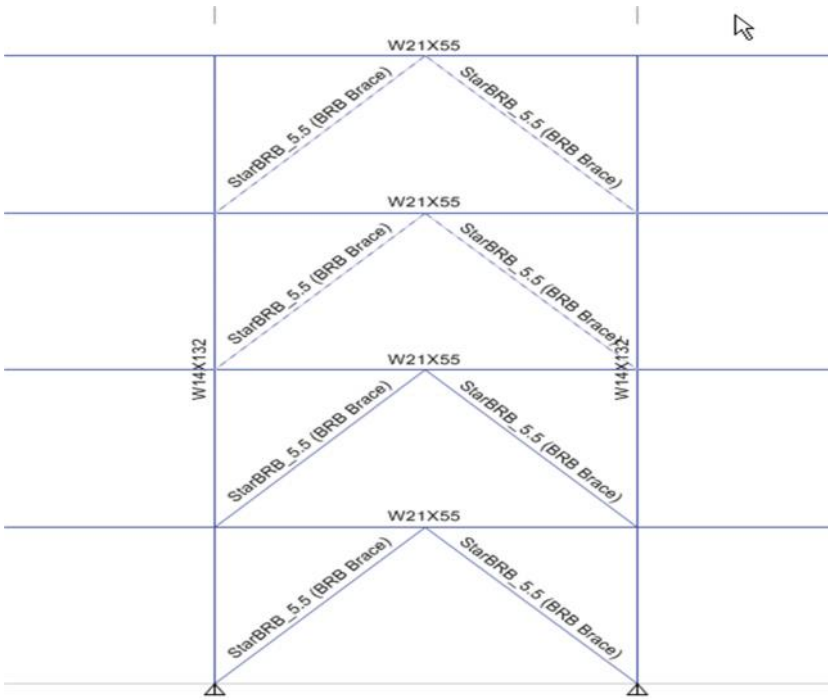
شکل ٦

اختصاص مقاطع BRB به مهاربندها در مدل ETABS :

مقاطع BRB براساس مساحت هسته فولادی آنها نام گذاری شده اند، A_{sc}. برای مثال ، مقطع 'StarBRB_1.0' یک هسته فولادی به مساحت $1.0\ in^2$ دارد. سایزهای BRB را بصورت تقریبی مساوی مقاومت محوری لازم ،P_u، تقسیم بر $0.9xF_{ysc-min}$ اختصاص می دهیم. سایزها می تواند به سادگی درصورت لزوم برای رسیدن به الزامات مقاومت و Drift ویرایش گردند.

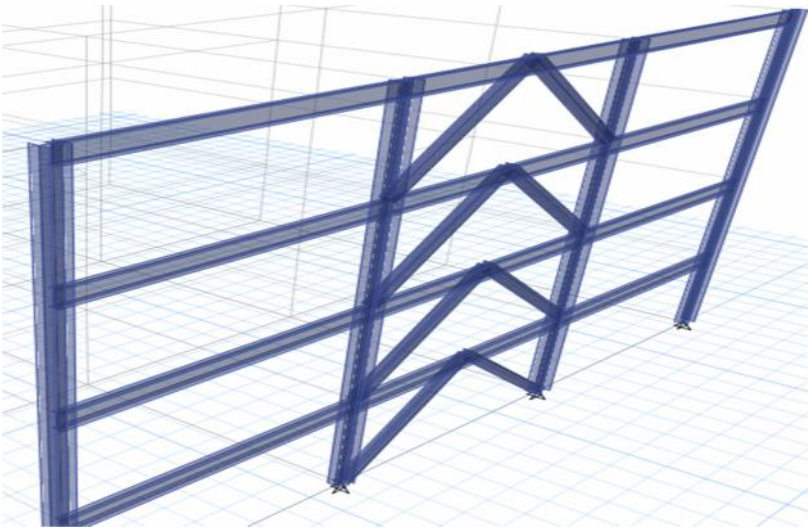
قبل از رسم مهاربندها می توان از 'Auto Select' هم برای درست کردن لیستی از مهاربندهای مورد نیاز تهیه کرد و موقع رسم مهاربند ها این لیست را بعنوان مهاربند درنظر گرفت و به نرم افزار اجازه داد تا بصورت خودکار سایز BRB لازم را انتخاب کند. (شکل ٧).

موقع رسم حتماً مهاربند را از نوع مفصلی در نظر می گیریم.



شکل ۷

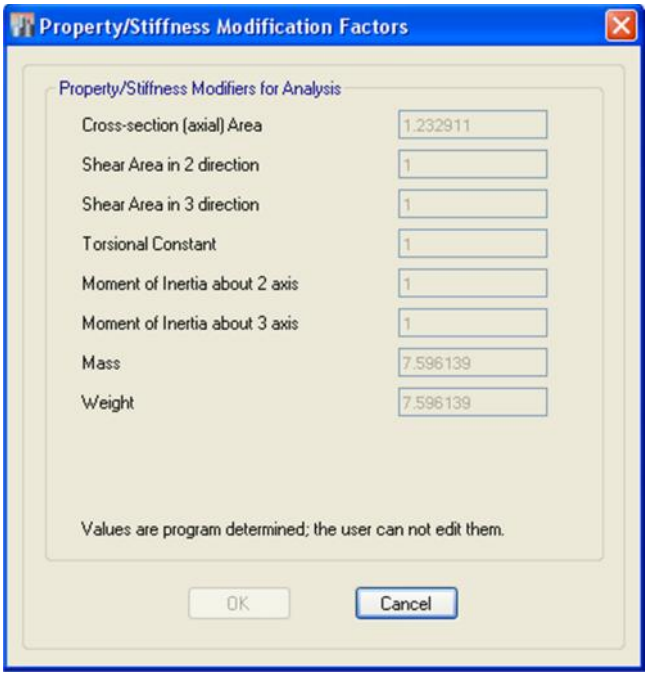
در extrusion view مقاطع BRB بصورت مربعی یا مستطیلی ، براساس نوع سایز غلاف برای هر سایز BRB قابل مشاهده می باشد (شکل ۸). درصورت لزوم ، برای سایز دقیق غلاف که طبق ویژگیهای سایز مهاربند و بر اساس شکل قاب واقعی استفاده خواهد شد با آلتین یول تبریز در تماس باشید. توجه داشته باشید که این اطلاعات برای انجام آنالیز در ETABS مورد نیاز نیست.



شکل ۸

فاکتورهای اصلاح سختی محوری موثر BRB :

مقاطع BRB بصورت مقاطع منشوری مدل شده اند ، با یک سطح مقطع مساوی با مساحت هسته فولادی ، A_{sc}. لازم است سختی محوری موثر BRB ، با سختی نسبی ناحیه انتقال ورق هسته فولادی ، اتصالات انتهای مهاربند و اتصالات ورق اتصال در نظر گرفته شود. در طراحی ، برای هر مقطع فاکتور اصلاحی سختی، در مقاطع موجود در ETABS در نظر گرفته شده است. بعنوان مثال در (شکل۹) مشخصات اصلاحی لازم برای مقطع StarBRB_3.5 را می توانید ببینید.



شکل ۹

آنالیز مدل :

این مختصر نوشته فقط آنالیز الاستیک را در نظر می گیرد. آنالیزهای غیرخطی فراتر از هدف این شرح می باشد.

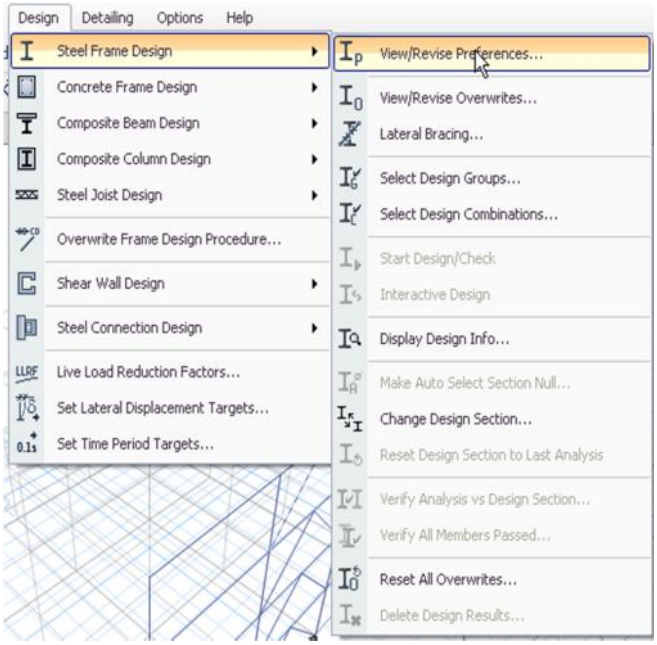
به منظور انجام طراحی براساس آئین نامه ابتدا باید یک آنالیز در نرم افزار Etabs انجام شود. مطمئن باشید وزن خود مهاربندها بعنوان 'DEAD' static load case در نظر گرفته نشده باشد. این بستگی به صلاحدید مهندس سازه دارد که کدام روش آنالیز توزیع بار جانبی مناسبتر است. روند طراحی پیش رو می تواند برای هر دو آنالیز طیف پاسخ دینامیکی یا استاتیکی استفاده شود.

انجام بررسی مقاومت آئین نامه ای روی مقاطع BRB:

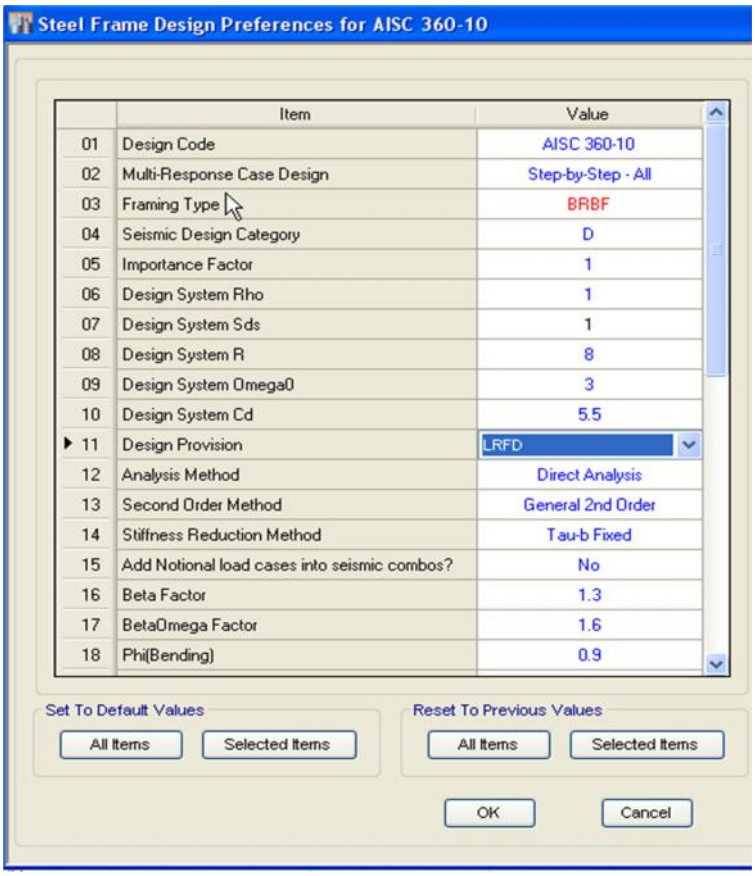
در کل ، این جزو مسئولیتهای مهندس سازه است که تبعیت مناسبی از آئین نامه های ساختمانی معتبر از جمله مقررات لرزه ای AISC 341 ، در طراحی BRB ها وسیستمهای BRBF داشته باشد. برای مثال ، این جزو مسئولیتهای مهندس سازه است که مسائلی مانند بارهای ثقلی در طراحی ترکیبات بار روی BRB ها را ضروروی یا مطلوب در نظر بگیرد یا نگیرد.

در زیر راهنمائی لازم برای یک بررسی طراحی مقاومت مقاطع BRB آلتین یول تبریز بر اساس ترکیبات بار طراحی پیش فرض ETABS برای آئین نامه ساختمانی انتخاب شده توسط مهندس سازه انجام شده است.

ابتدا، آئین نامه طراحی فولاد حاکم را از گزینه 'Design' را مطابق (شکل ۱۰) و (شکل۱۱) انتخاب می کنیم.



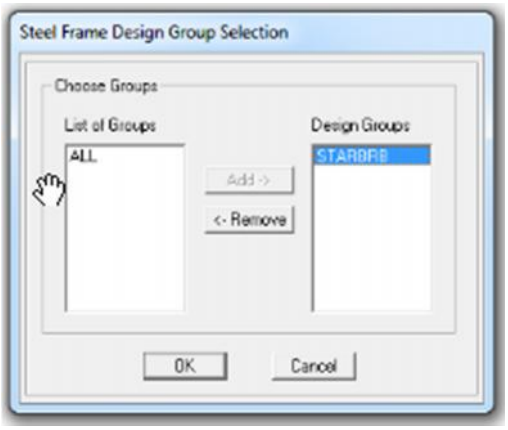
شکل 10



شکل 11

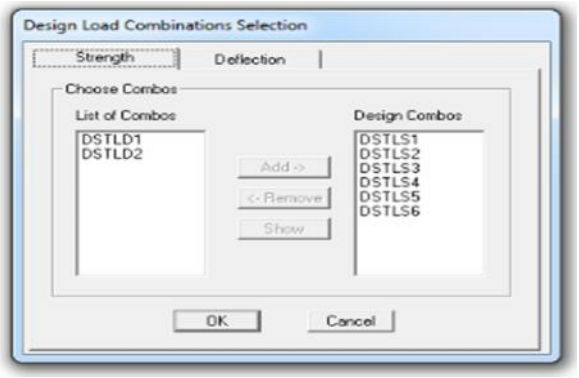
توضیح اینکه 'Framing Type ' نوع BRBF در نسخه های پیشین ETABS وجود ندارد و از نسخه 2015 اضافه شده است. اعداد Beta Factor و Beta Omega Factor بصورت پیش فرض برای BRB بوده و لازم است برای اعداد دقیق طراحی با آلتین یول تبریز تماس گرفته شود.

یک 'Group' با نام 'STARBRB' که شامل تمام مقاطع BRB می باشد تعریف می کنیم. با رفتن به منوی 'Design' این Group را برای طراحی انتخاب می نمائیم ، سپس در زیر منوی 'Steel Frame Design' و با کلیک بر روی 'Select Design Group' از لیست ، 'STARBRB' را انتخاب و کلیک می کنیم (شکل ۱۲).



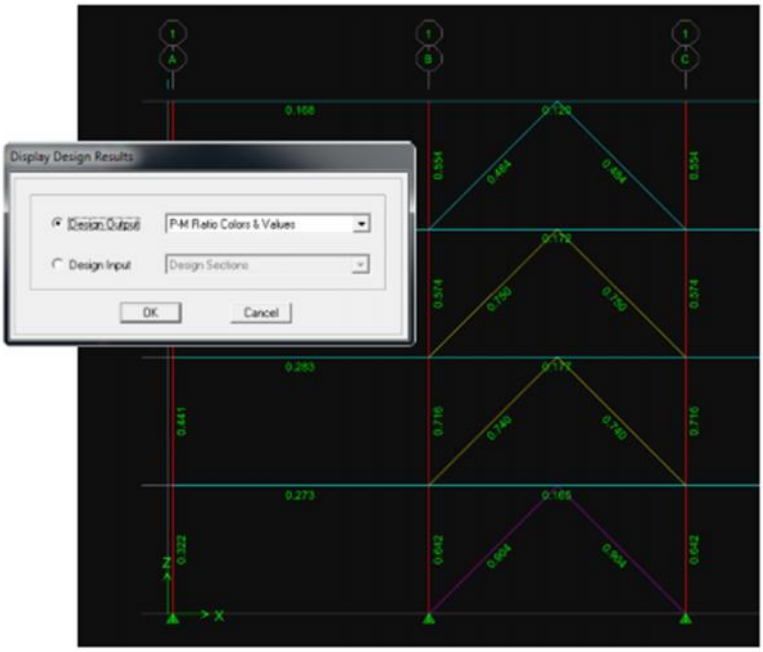
شکل ۱۲

برای تعریف ترکیبات بارگذاری طراحی پیش فرض ، در منوی 'Define' و زیر منوی 'Load Combinations...' آیتم 'Add Default Design Combos...' کلیک کرده و 'Steel Frame Design' را تیک می زنیم و روی 'OK' کلیک می کنیم. برای انتخاب این ترکیبات بار به منوی 'Design' رفته در زیرمنوی 'Steel Frame Design' روی 'Select Design Combinations...' کلیک می کنیم. تمام ترکیبات بار مقاومت آئین نامه ای پیش فرض را که انتهای آنها به 'S' ختم میشود مانند 'DStlS1' یا 'DStlS6' به لیست 'Design Combinations' اضافه کرده و روی 'OK' کلیک می نمائیم (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

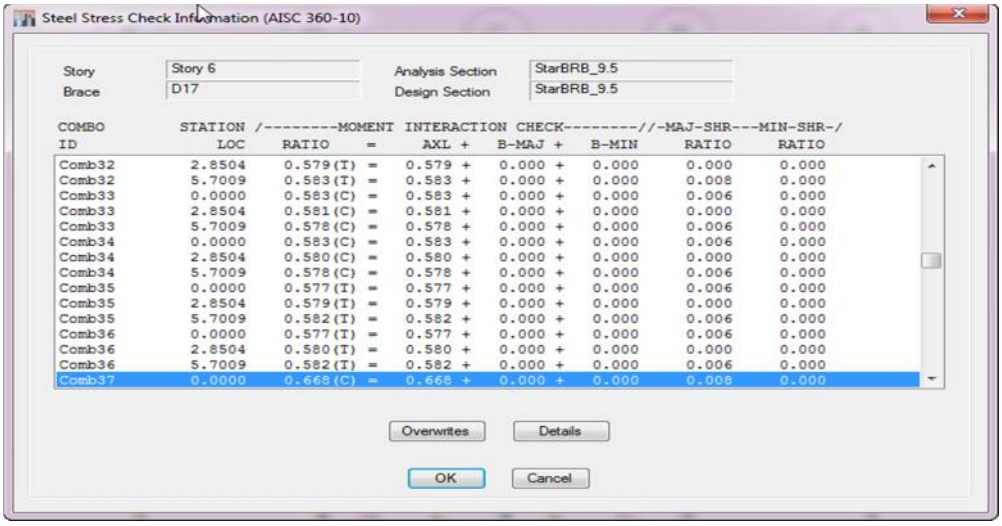
اکنون در منوی 'Design' و زیرمنوی 'Steel Frame Design' با کلیک روی 'Steel Design /Check' عملیات طراحی را انجام می دهیم. پس از اتمام طراحی ، برای مشاهده نسبتهای اندرکنش مقاومت مقاطع BRB ، در منوی 'Design' به زیرمنوی 'Steel Frame Design' رفته و روی 'Display Design info…' کلیک می کنیم. در قسمت 'Design Output' گزینه 'P-M Ratio Colors & Values' را انتخاب می کنیم. اگر مایل به تغییر سایز BRB یک مهاربند بودید ، می توانید نسبت به جستجو و انتخاب سایزهای مقاطع BRB اقدام نمائید (شکل ۱۴)



شکل 14

برای مشاهده خلاصه نتایج محاسبات یک BRB خاص ، به سادگی و با راست کلیک روی مهاربند مورد نظر می توانید این کار را انجام دهید (شکل ۱۵).

برای محاسبات دقیقتر ، با کلیک روی دکمه 'Details' پنجره مورد نظر باز می شود. (شکل ۱۶).



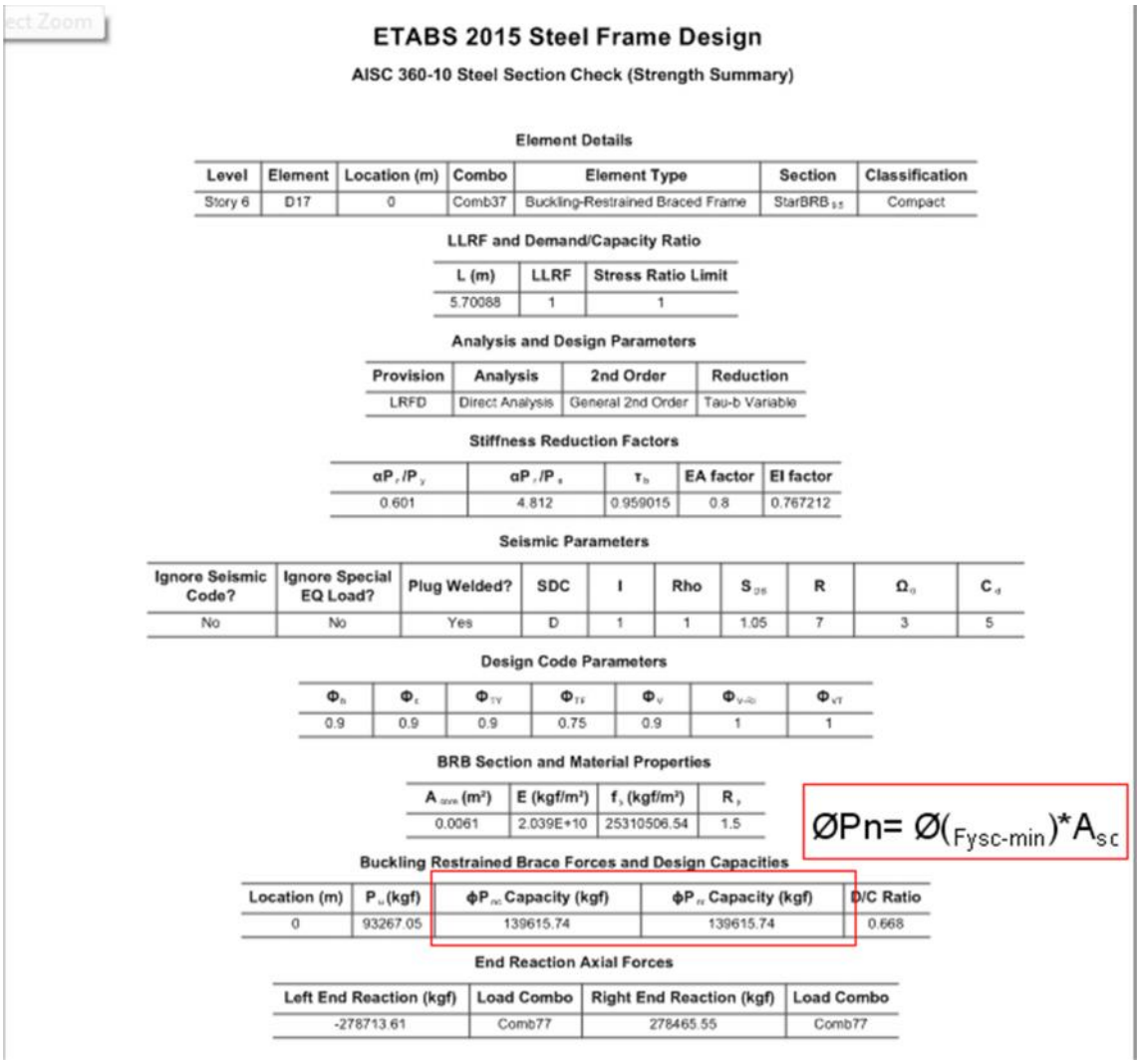
Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story 6 | Analysis Section: StarBRB_9.5
Brace: D17 | Design Section: StarBRB_9.5

COMBO ID	STATION LOC	/--------MOMENT INTERACTION CHECK--------//-MAJ-SHR---MIN-SHR-/ RATIO	=	AXL +	B-MAJ +	B-MIN	RATIO	RATIO
Comb32	2.8504	0.579(T)	=	0.579 +	0.000 +	0.000	0.000	0.000
Comb32	5.7009	0.583(T)	=	0.583 +	0.000 +	0.000	0.008	0.000
Comb33	0.0000	0.583(C)	=	0.583 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb33	2.8504	0.581(C)	=	0.581 +	0.000 +	0.000	0.000	0.000
Comb33	5.7009	0.578(C)	=	0.578 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb34	0.0000	0.583(C)	=	0.583 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb34	2.8504	0.580(C)	=	0.580 +	0.000 +	0.000	0.000	0.000
Comb34	5.7009	0.578(C)	=	0.578 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb35	0.0000	0.577(T)	=	0.577 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb35	2.8504	0.579(T)	=	0.579 +	0.000 +	0.000	0.000	0.000
Comb35	5.7009	0.582(T)	=	0.582 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb36	0.0000	0.577(T)	=	0.577 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb36	2.8504	0.580(T)	=	0.580 +	0.000 +	0.000	0.000	0.000
Comb36	5.7009	0.582(T)	=	0.582 +	0.000 +	0.000	0.006	0.000
Comb37	0.0000	0.668(C)	=	0.668 +	0.000 +	0.000	0.008	0.000

Overwrites | Details | OK | Cancel

شکل 15



ETABS 2015 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story 6	D17	0	Comb37	Buckling-Restrained Braced Frame	StarBRB 9.5	Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
5.70088	1	1

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Variable

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_e$	τ_b	EA factor	EI factor
0.601	4.812	0.959015	0.8	0.767212

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DS}	R	Ω_0	C_d
No	No	Yes	D	1	1	1.05	7	3	5

Design Code Parameters

Φ_B	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-Rb}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

BRB Section and Material Properties

A_{core} (m²)	E (kgf/m²)	f_y (kgf/m²)	R_y
0.0061	2.039E+10	25310506.54	1.5

$$\emptyset Pn = \emptyset(F_{ysc\text{-}min}) * A_{sc}$$

Buckling Restrained Brace Forces and Design Capacities

Location (m)	P_u (kgf)	ϕP_{nc} Capacity (kgf)	ϕP_{nt} Capacity (kgf)	D/C Ratio
0	93267.05	139615.74	139615.74	0.668

End Reaction Axial Forces

Left End Reaction (kgf)	Load Combo	Right End Reaction (kgf)	Load Combo
-278713.61	Comb77	278465.55	Comb77

شکل ١٦

توجه نمائید که ظرفیت محوری بر اساس مقاومت کششی BRB است بدون در نظر گرفتن اینکه آیا مهاربند در کشش یا فشار است ، طبق بخش F4 آئین نامه AISC 341-10.

قابل توجه مهندس محاسب :

توصیه می شود دیگرالزامات طراحی آئین نامه ها که در اینجا در نرم افزار ETABS بررسی نگردید و خارج از هدف این مختصر نوشته است بررسی گردند. مطمئن باشید با رعایت تمام آئین نامه های ساختمانی ، الزامات لرزه ای و آئین نامه های مصالح در طراحی کامل قاب مهاربند کمانش تاب (BRBF) ، BRB های شرکت مهندسی و عمران آلتین یول تبریز انتخاب بی نظیری خواهند بود.