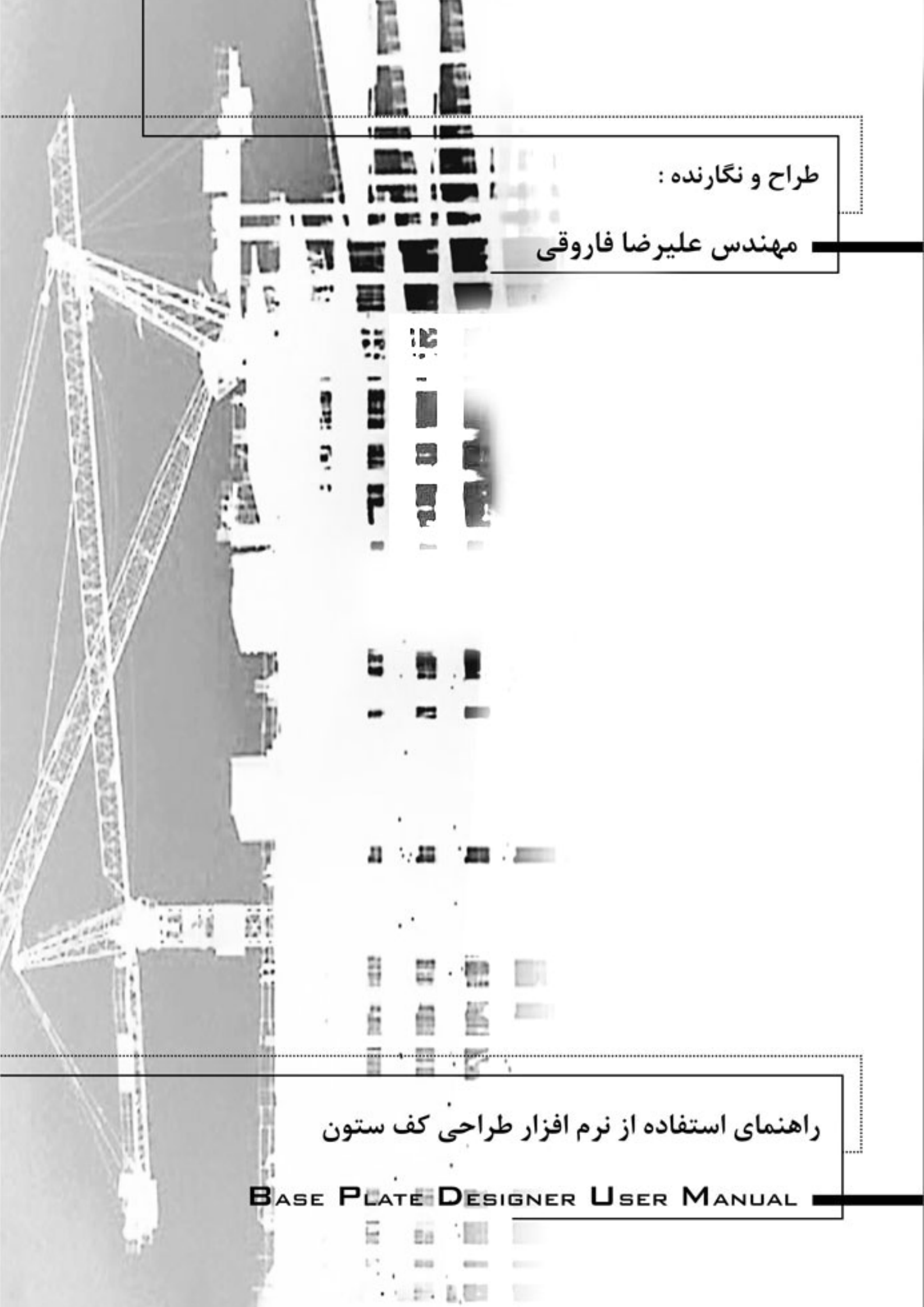




طراح و نگارنده :

مهندس علیرضا فاروقی

راهنمای استفاده از نرم افزار طراحی کف ستون

BASE PLATE DESIGNER USER MANUAL



I.S.T.A

Iranian Structural and Technical Association

ایستا

انجمن سازه ای و تکنیکی (فنی) ایران

به نام خدا

سخن اول ...

با عرض سلام و با تشکر از انتخاب دقیق شما و با آرزوی ارتباط همیشگی و استفاده از نظرات شما در مورد برنامه در ابتدای نکاتی را جهت آگاهی از نحوه ادامه همکاری ما با شما و نیز چگونگی پشتیبانی از محصول ارائه شده اشاره می دارد:

۱- نحوه آگاهی از فعالیتهای ما

برای اطلاع از آخرین وضعیت گروه ایستا اعم از آخرین محصولات، آخرین نسخ برنامه ها، مطالب علمی و تکمیلی، نمایندگی های فروش و ... می توانید به آدرس اینترنتی ایستا، www.ISTAins.com مراجعه نموده از آخرین اطلاعات و آگهی های ما مطلع شوید.

۲- نحوه ارتباط با ما

ارتباط ما با شما در تمامی اوقات شبانه روز و از طریق پست اینترنتی info@ISTAins.com برقرار خواهد بود. همچنین در صورت مشکل با هریک از نمایندگی ها و یا محصولات جهت ارتباط مستقیم با مدیریت می توانید با پست اینترنتی Management@ISTAins.com با مدیر ایستا تماس داشته باشید.

همچنین دفتر مرکزی مدیریت و پشتیبانی در روزهای شنبه تا پنجشنبه در ساعات اداری جوابگوی شما خواهد بود.

۳- نحوه پشتیبانی

تمامی عملیتهای فروش نرم افزار موظف به ارائه کلیه مطالبات شما در قالب نرم افزار می باشند لذا با مراجعه به یکی از نمایندگی های مجاز ایستا در سراسر کشور و یا در صورت لزوم تماس مستقیم با مدیریت می توانید از خدمات پشتیبانی ایستا بهرمنند شوید.



سخن دوم . . .

۱- تذکر اول . . !

نرم افزاری که شما تهیه کرده اید حاصل سالها کار تجربه و ممارست نگارنده از سال ۸۰ تا کنون و برگزاری ده ها جلسه پرسش و پاسخ از کاربران برنامه و همچنین اساتید و مهندسان مجرب محاسب بوده است . لذا سعی شده تا با بهره مندی از بهترین تجارب و نظرات ، مجموعه ای کامل و کم نقص ارائه گردد که امید است با استفاده از نظرات شما اندک نقوص احتمالی باقیمانده نیز برطرف گردد.

با توجه به مطالب عنوان شده این برنامه هرچند کم نقص است ولی بدون عیب نیست لذا در ابتدا از شما درخواست می گردد چنانچه هرگونه مشکل ، ایراد محاسباتی و یا خلل در برنامه مشاهده می کنید سریعاً به دفتر مرکزی و یا مدیریت ایستا اطلاع داده و ما را در هرچه بهتر نمودن برنامه یاری نمایید.

دوم، محاسبات موجود در نرم افزار وحی منزل نیست . . هیچ آیین نامه ای هم در دنیا برای محاسبات پیچیده اتصال کف ستون روش دقیق و بی عیبی را ارائه نمی کند بلکه این محققین و مهندسیین محاسب و دانشمند هستند که در همه زمینه های مشابه با تحقیق و بررسی روشهای کاربردی و نزدیک به واقعیت را ارائه داده و هر روز آن را دقیق تر می کنند که در مورد این اتصال هم به این گونه است بنابراین از آنجا که کلیه محاسبات برنامه از مراجع موجود در علم مهندسی عمران و نیز تحقیقات گسترده نگارنده برنامه حاصل شده و ممکن است دچار اشکال باشد لذا مهندس محاسب مختار است چنانچه با ادله علمی و تفصیلی خلاف نتایج این برنامه و یا محاسبات آن را صحیح می داند با قضاوت خود از علم خود استفاده کند و این گروه مسئولیتی در مورد نتایج محاسباتی برنامه نخواهد داشت ، هرچند که تجربه سالها ثابت کرده است که این مجموعه کامل ترین و بهترین مسیر برای رسیدن به نتایج واقعی است.

۲- تذکر دوم . . !!

این برنامه در دبیرخانه شورای عالی انفورماتیک ایران به نام نگارنده برنامه به ثبت رسیده است لذا هرگونه استفاده غیر مجاز از برنامه و تکثیر آن به نحوی که حق مالکیت نگارنده ذایل شود خلاف قانون بوده و مورد پیگیری قرار خواهد گرفت . همچنین کلیه مسئولیت صحت و سلامت نرم افزار به عهده مالک آن می باشد که با شماره سریال موجود در cd به نام صاحب آن ثبت می گردد.



سخن سوم . . .

در مورد نگارنده برنامه و مدیریت ایستا



مشخصات فردی:

نام و نام خانوادگی : علیرضا فاروقی متولد ۱۳۵۸ تهران

الف : سوابق تحصیلی

- ۱- کارشناسی ارشد مهندسی زلزله با معدل کل ۱۸.۴۹
- ۲- کسب رتبه اول مقطع کارشناسی ارشد در بین ورودی های ۸۳

ب : مدارک رسمی

- ۱- مدرس رسمی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران در دوره آموزش نکات ویژه نرم افزارهای محاسباتی با کد ۰۱۴
- ۲- مربی رسمی وزارت کار و اموراجتماعی در دوره تحلیلگر و طراح سازه های سه بعدی با استفاده از نرم افزار ETABS
- ۳- پروانه اشتغال به کار مهندسی محاسبات پایه ۲
- ۴- گواهی قبولی آزمون استخدام ادواری - گروه فنی و مهندسی - مقطع لیسانس و بالاتر

ج : مقامهای کشوری

کسب رتبه سوم دانشجوی پژوهشگر سال کشور در اولین جشنواره دانشجویان برگزیده سال مهندسی عمران - اردیبهشت ۱۳۸۵

د : سخنرانی در همایش

- ۱- سخنران و نویسنده مقاله منتخب اولین همایش بررسی پیامدها و پیشگیری از زلزله تهران- آبان ۸۴ دانشگاه تهران
- ۲- نویسنده مقاله منتخب بخش پوستر چهارمین همایش فنی و مهندسی باشگاه پژوهشگران جوان - شهریور ۸۴ کاشان

ه : عضویت در انجمنهای جهانی و داخلی

عضو دانشجویی انجمن مهندسين عمران آمریکا ASCE از سال ۲۰۰۵ تاکنون
 عضو باشگاه پژوهشگران جوان
 عضو انجمن مهندسی زلزله ایران
 عضو انجمن مهندسین محاسب ساختمان

و : تولید و ثبت نرم افزارهای تخصصی مهندسی عمران

- ۱- تولید نرم افزار تصحیح رکوردهای زلزله و محاسبه تغییر مکان هدف در تحلیل استاتیکی غیرخطی برای اولین بار در ایران به نام Performance
- ۲- تولید نرم افزار طراحی لرزه ای اتصال پای ستون برای خمش دو محوره برای اولین بار در ایران به نام Base Plate Design (شماره ثبت ۱۰۰۲۵۶)

- ۳- تولید نرم افزار کنترل و محاسبه دو آیین نامه آبا ۷۹ و استاندارد ۲۸۰۰، (شماره ثبت ۱۰۰۳۶۷) به نام CONQUAKE
- ۳- تولید نرم افزار ساخت مقاطع مرکب برای برنامه های SAP2000, ETABS2000 به نام SECTION BUILDER



سخن چهارم ...

معرفی برنامه :

راهنمای نصب:

این برنامه بر روی یک CD و با قابلیت نصب همزمان بر روی ۵ سیستم ارائه شده است . این برنامه همچنین بر روی تمامی نسخ windows اعم از ۹۸، ۲۰۰۰ و xp قابل نصب است ولی پیشنهاد می گردد بر روی xp نصب شود.

پس از نصب برنامه بر روی سیستم ، یک shortcut بر روی Desktop شما بوجود خواهد آمد که با راه اندازی آن برای اولین بار پنجره زیر به نمایش در خواهد آمد :



این فرم دو قسمت دارد : یکی فعال سازی از طریق اینترنت و دیگری از طریق تماس تلفنی :



۱- از طریق اینترنت :

برای استفاده از این حالت ابتدا باید به اینترنت وصل شد و سپس با فشار دادن این دکمه برنامه به طور خودکار با ارسال اطلاعات مربوط به برنامه به بانک اطلاعاتی سایت که تمامی اطلاعات مربوط به نسخ فروش رفته در آن ذخیره گشته است و بدون احتیاج به مراجعه به سایت و یا

۱



۲





۲- از طریق تماس تلفنی :

چنانچه برقراری شما با اینترنت از سیستمی که برنامه در آن نصب است میسر نمی باشد با فشار دادن این دکمه اطلاعات نسخه برنامه شما

نمایش داده می شود:

در پنجره به نمایش در آمده serial نسخه شما که فقط متعلق به شماست نمایش داده می شود و در سطر پایین تر Installation Code که برگرفته شده از اطلاعات سیستم شماست وجود دارد. شما با تماس با دو شماره تلفن ذکر شده در این پنجره و قرائت آنها Code فعال سازی را دریافت می کنید. برای سرعت بیشتر می توانید این اطلاعات را به شماره همراه ذکر شده با ارسال SMS اعلام نموده و ظرف چند دقیقه سریال را دریافت نمایید.

سپس سریال دریافت شده را در جعبه مقابل عبارت Code وارد نموده و دکمه Continue را بزنید. پس از این مرحله برنامه شروع به کار خواهد کرد و دیگر احتیاج به فعال سازی مجدد ندارد.

محل وارد کردن

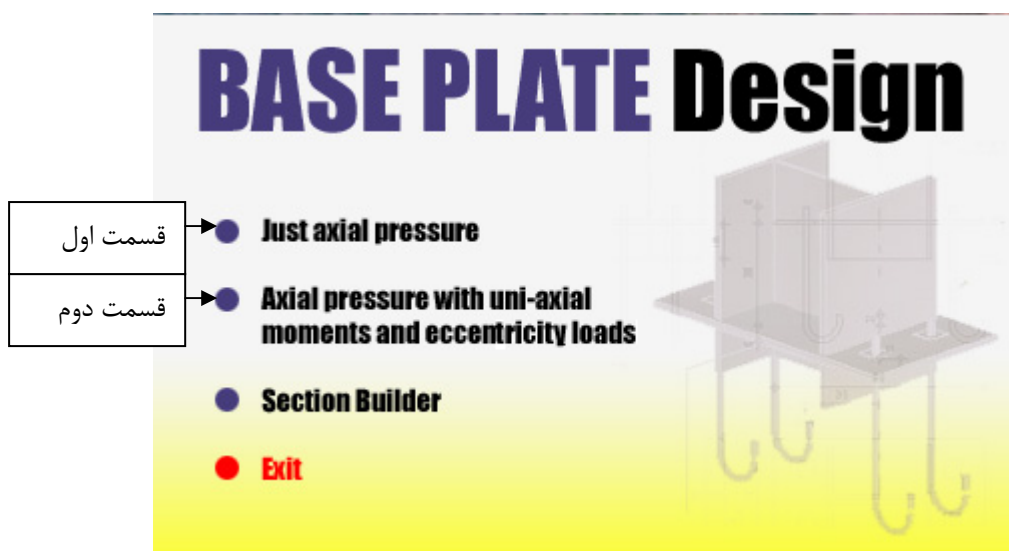
کد فعال سازی



سخن پنجم . . .

استفاده از برنامه :

پس از فعال سازی برنامه پنجره زیر به نمایش در می آید :



قسمت اول مربوط به زمانی می گردد که ستون تنها نیروی محوری را به کف ستون انتقال می دهد (اتصال مفصلی) و همچنین ستون خروج از مرکزیتی نیز نسبت به مرکز صفحه کف ستون ندارد.

قسمت دوم مربوط به تمامی حالات اتصال کف ستونی می گردد اعم از گیردار و مفصلی و نیز همراه با خروج از مرکزیت ستون . در این مرحله ، قسمت دوم به طور گام به گام تشریح خواهد شد ، قسمت اول نیز مشابه همین بخش است. قبل از توضیح مراحل ابتدا منوی اصلی توضیح داده می شود:

برنامه از Tab ۴ به نامهای Base Plate Design و Now With Stiffeners و Stiffeners Design و Bolt Design تشکیل شده است که به ترتیب نامبرده شده فعال می شوند. که اولی برای طراحی ابعاد و ضخامت صفحه کف ستون بدون استفاده از سخت کننده به کاربرده می شود . Tab دوم هنگام قرار دادن لچکی (سخت کننده) برای کاهش ضخامت صفحه کف ستون بکار می رود. سپس در Tab سوم ابعاد جوابگوی لچکی (سخت کننده) طراحی می گردد و نهایتاً در Tab چهارم بولتها (میل مهارها) برای برش و احیاناً کشش پای ستون طراحی می گردد.

شکل کلی برنامه بر این اساس است که اطلاعات ورودی برنامه همگی در قسمت چپ پنجره نمایش داده شده و اطلاعات محاسبه شده و نتایج طراحی شده در قسمت راست نمایش داده می شود.



BASE PLATE DESIGN
DESIGN/CONSTRUCTING PROGRAM

Menu

BASE PLATE DESIGN NOW WITH STIFFENERS STIFFENERS DESIGN BOLT DESIGN

شکل مقطع انتخاب شده

پنجره نمایش کف ستون طراحی شده

اطلاعات محاسبه شده

اطلاعات ورودی

$sx=?(cm)$
 $sy=?(cm)$
 $Mx=?(kg.m)$
 $My=?(kg.m)$
 $fc=?(kg/cm^2)$ 210
 $Fy=[plate](kg/cm^2)?$ 2400
 $A2=[founda area(m^2)]$
 $p=?(ton)$

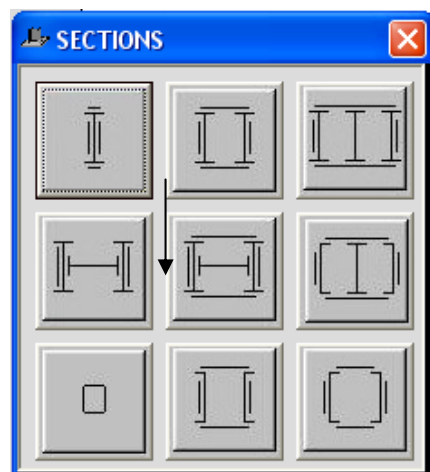
$L*L=A=$ $\times$ cm^2 $FP=(kg/cm^2)$
 $ex=(cm)$ $e2x=(cm)$
 $ey=(cm)$ $e2y=(cm)$
 $c=(ton)$
 $fp=$ $kg/cm^2 < \min(0.7fc, 0.3fc(A2/A)^{0.5})=$
 $A1=$ cm^2
 $L1=$ cm
 $B1=$ cm
 $f_{pmax}=$ kg/cm^2 $t_{plate}=$ mm

Calculate
Cancel
Print
preview ☐

مراحل محاسباتی برنامه :

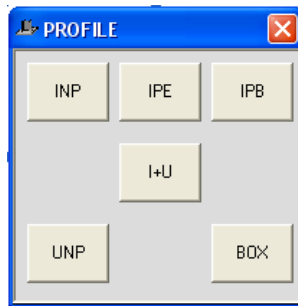
۱- انتخاب ستون

پس از ورود به برنامه در قسمت دوم ، منوی فوق نمایش داده می شود و تا زمانی که مقطع ستون انتخاب نگردد هیچ کدام از قسمت های برنامه فعال نخواهد شد. برای این کار (انتخاب ستون) ابتدا دکمه Menu موجود در قسمت بالای پنجره



نمایش داده شده را زده سپس گزینه column را انتخاب کرده پنجره زیر نمایش داده می شود:

این اشکال شامل تمامی حالات مربوط به خود می باشند یعنی اینکه بسته یا باز بودن مقطع و یا اینکه هر کدام از ورقهای افقی و یا عمودی وجود داشته باشند یا خیر و یا حتی تیر ورق بودن مقطع در مراحل بعدی مشخص می گردد و در این مرحله فقط شکل کلی مقطع انتخاب می گردد.



پس از انتخاب یکی از مقاطع، نوع پروفیل مشخص شده و

پنجره زیر ظاهر شده و شماره پروفیلها، مشخصات ورقها و نیز فاصله دوپروفیل وارد می شود:

STAHl PROFILE

تیر آهن پهن بال به موازی
اندازه به میلیمتر IPE

l	h	b	s	t	r2	c	h-2c
80	80	46	3.8	5.2	5	10.2	59
100	100	55	4.1	5.7	7	12.7	74
120	120	64	4.4	6.3	7	13.3	93
140	140	73	4.7	6.9	7	13.9	112
160	160	82	5	7.4	9	16.4	127
180	180	91	5.3	8	9	17	146
200	200	100	5.6	8.5	12	20.5	159
220	220	110	5.9	9.2	12	21.2	177
240	240	120	6.2	9.8	15	24.8	190
270	270	135	6.6	10.2	15	25.2	219
300	300	150	7	10.5	18	27	248
330	330	165	7.3	10.8	18	27.3	271
360	360	170	8	12.7	18	30.7	298
400	400	180	8.6	13.5	21	34.5	331
450	450	190	9.4	14.6	21	35.6	378
500	500	200	10.2	16	21	37	426
550	550	210	11.1	17.2	24	41.2	467
600	600	220	12	19	24	43	514

جدول انتخاب شماره مقطع

شکل شماتیک مقطع

مشخصات ورقها

اتصال ورقهای تقویتی جان به بال

ابعاد پروفیلها
انتخابی، این اعداد قابل تغییر بوده و با تغییر آنها می توان مشخصات مقطع تیر ورق و یا غیره را وارد کرد.

Horizontal Plate

Vertical Plate

C mm

All units are : mm

Tpl hor : 10

Bpl hor : 100

Tpl ver : 12

Bpl ver : 120

☒ join profil

☒ Box Plate

L or U 200

h 200

b 100

s 5.6

t 8.5

r2 12

c 20.5

h-2c 159

c=? 100

Ok Cancel

در این پنجره می توان با انتخاب یک پروفیل و تغییر مشخصات آن در خانه های سمت راست پروفیل را به مقطع دلخواه تغییر داد. همچنین

برای چسباندن دو پروفیل به هم باید علامت join profile را روشن کنیم . همچنین می توان فاصله دلخواه بین دو جان

مقطع را به میلیمتر جلوی عبارت c=? وارد نمود. در انتها با انتخاب حالت Box Plate می توان ورقهای تقویت جان را روی بال اتصال داد.



مسیر حرکت در تمامی مقاطع به همین ترتیب است به طور مثال برای انتخاب یک BOX با ابعاد دلخواه ابتدا این مقطع را از بین اشکال اولیه انتخاب کرده ، سپس با انتخاب یکی از ردیفهای جدول اشتایل و پر شدن خانه های ابعاد مقطع ، آنها را به ابعاد دلخواه تغییر می دهیم . باید توجه کرد که حتماً باید اول یکی از ردیفها انتخاب شود و بعد آنها را تغییر داد.

حال پس از مشخص کردن مقطع ستون ، اطلاعات ورودی به شرح ذیل تکمیل می گردد :

۲- نیروها ، محدودیتهای هندسی و ...

۱-۲ برای وارد کردن محدودیتهای هندسی (ستونهای گوشه و کناری) و نیز مشخصات مصالح به ترتیبی که در ادامه خواهد آمد عمل می کنیم ولی برای وارد کردن نیروها دو راه قابل انجام است :

الف : ورود نیروها به صورت دستی

ب : ورود نیروها از فایل خروجی آنالیز سازه از یکی از برنامه های SAP یا ETABS

الف : ورود به صورت دستی

پس از طی مراحل قبل و انتخاب ستون برنامه به پنجره اصلی باز گشته و باید مابقی اطلاعات به شرح ذیل وارد گردد:

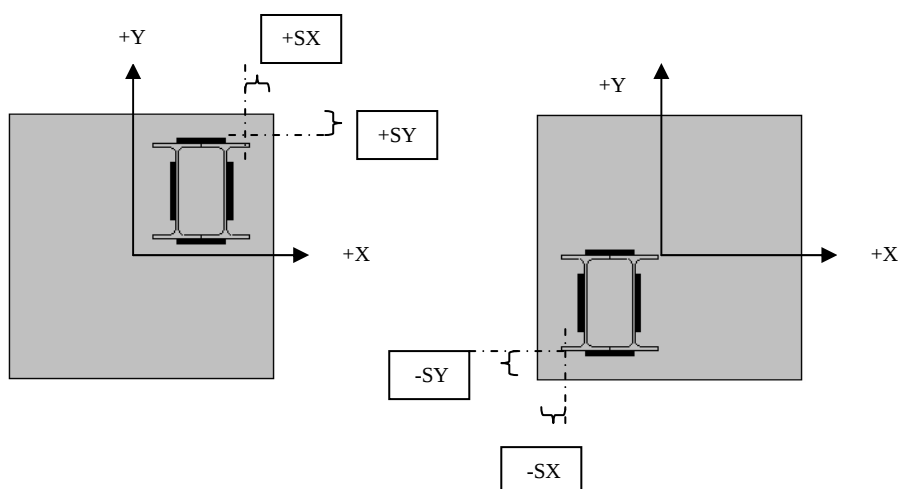
$sx=?(cm)$	اطلاعات ورودی که باید وارد شوند
$sy=?(cm)$	
$Mx=?(kg.m)$	
$My=?(kg.m)$	
$fc=?[kg/cm^2]$	
$Fy=[plate](kg/cm^2)?$	
$A2=[founda\ area(m^2)]$	
$p=?(ton)$	

Sx, Sy : محدودیتهای هندسی طرح

چنانچه ستون در مرکز صفحه کف ستون قرار نگیرد یا به بیان دیگر با محدودیت هندسی ستونهای گوشه مواجه باشیم می توانیم این محدودیتها را با معرفی Sx, Sy به برنامه داد تا برنامه اثرات اضافی این خروج از مرکزیت را در محاسبه ممانهای نهایی لحاظ کند.

این اعداد با قالب زیر باید وارد شوند:

Sx, Sy عبارتند از حداکثر فاصله مجاز لبه صفحه کف ستون تا پروفیل در جهات مثلثاتی



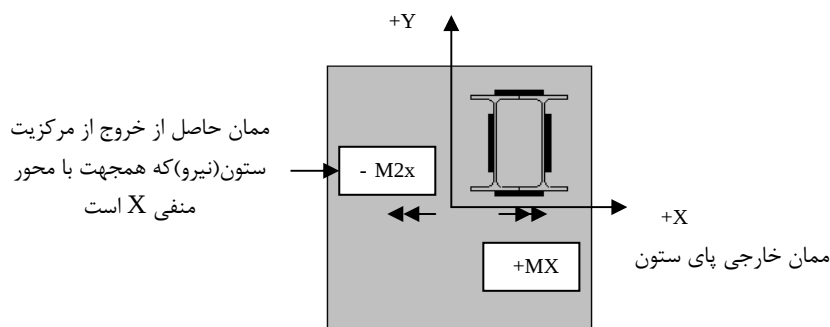


بنابر این به طور مثال اگر ستون گوشه یک سازه تا لبه دیوار از هر دو طرف ۷ سانتیمتر فاصله داشته باشد، S_x ، S_y با توجه به محل ستون ۷ سانتیمتر خواهند بود.

همچنین اگر ستون کاملاً چسبیده به یکی از لبه ها و یا دو لبه باشد، اندازه مورد نظر صفر (۰) خواهد بود و در پایان چنانچه ستون محدودیت خاصی نداشته باشد یعنی وسط کف ستون قرار بگیرد (در یک یا هر دو جهت) این اعداد (هر دو و یا یکی از آن دو) وارد نخواهند شد.

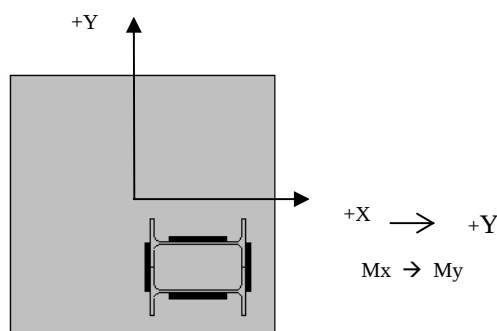
M_x ، M_y این دو عدد نیز ممان های پای ستون حول محورهای محلی اتصال پای ستون می باشند این محورها در شکل قبلی نشان داده شده اند. (بر اساس واحد kg-m)

نکته ۱: با توجه به این نکته مهم اینکه ممان M_x مثبت خلاف جهت خود تنش ایجاد می کند یعنی نیم صفحه بالای کف ستون (صفحه Y مثبت) را بلند می کند ولی ممان M_y مثبت نیم صفحه سمت راست (صفحه X مثبت) را فشار می دهد باید هنگام وارد کردن همزمان محدودیت هندسی با این نیروها دقت نمود تا به اشتباه به جای اثر افزایشده، این دو ممان (ممان خارجی M_x و ممان ثانویه حاصل از خروج از مرکزیت) یکدیگر را خنثی نکنند. به طور مثال در شکل زیر اثر خروج از مرکزیت، ممان ثانویه (M_{2x}) منفی ایجاد می کند و اثر ممان مثبت M_x خارجی را کاهش می دهد:



نکته ۲: با توجه به شکل استاندارد مقاطع در برنامه و جهت قرارگیری آن در صفحه کف ستون که جان مقطع در جهت محور Y می باشد باید در هنگام وارد کردن نیروها از برنامه این جهت ها را با هم هماهنگ کرد و چنانچه جهت قرار گیری مقطع با آنچه در برنامه تحلیل سازه موجود می باشد متفاوت باشد باید نیروها را متناسب با واقعیت در برنامه وارد کرد و در این حالت جای M_x با M_y هنگام وارد کردن تعویض خواهد شد.

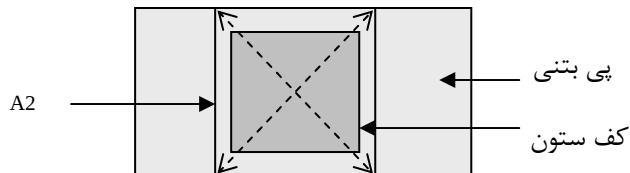
به طور مثال چنانچه در سازه مدل شده، شکل ستون مانند این حالت باشد جای ممانها را باید تغییر داد زیرا طبق فرض مسئله در برنامه Y در امتداد جان است.





F_y و F_c به ترتیب مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن پی زیر کف ستون و تنش جاری شدن فولاد صفحه کف ستون است.

A_2 : این سطح عبارت است از سطحی از پی بتنی زیرین که هم مرکز و مشابه با کف ستون است. یعنی صفحه مستطیل شکلی از پی زیرین که از امتداد دادن اقطار صفحه کف ستون (که روی پی قرار دارد) تا اضلاع پی بدست می آید.



نکته ۳: مساحت A_2 مشخص کننده سطحی از پی می باشد که تنش از کف ستون در آن انتشار می یابد لذا چنانچه این مقدار از حدی کوچکتر باشد باعث عدم انتشار کامل آن در پی و تمرکز آن در سطحی کوچکتر خواهد شد و این باعث پایین آمدن تنش مجاز می گردد.

$$F_p = 0.3 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A}}$$

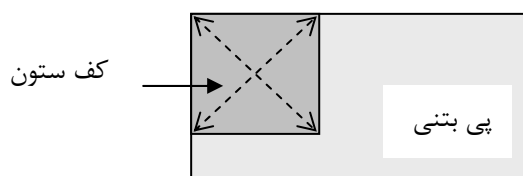
A سطح کف ستون و F_p تنش مجاز زیر کف ستون است.

مشاهده می گردد که با کم شدن A_2 تنش مجاز نیز کاهش می یابد.

تذکر : حداکثر این نیرو طبق آیین نامه فولاد ایران $0.7f_c$ خواهد بود.

به طور مثال برای ستون گوشه شکل زیر نسبت A_2/A بدون توجه به ابعاد پی ، برابر ۱ خواهد شد :

(زیرا A_2 همیشه یک مستطیل کامل است و با توجه به شکل زیر امکان افزایش سطح به علت همجواری اضلاع کف ستون و پی بتنی وجود ندارد)



P: نیروی محوری فشاری (مثبت) ستون (به تن)

نکته ۱:

P همواره عددی مثبت و نشان دهنده نیروی فشاری ستون می باشد، بنابراین نیروهای صرفاً کششی که عمدتاً توسط بولتها یا میل مهارها حمل می شوند خارج از موضوع طراحی در این قسمت هستند بنابراین برای این نیروها صفحه اتصال کف ستون قابل طراحی نیست بلکه برنامه قادر است تنها برای این نیروها میل مهار لازم را محاسبه کند.

نکته ۲:

کشش ناشی از خمش که در کف ستون می افتد در ادامه محاسبه شده و ربطی به این نیرو ندارد.



ب : ورود نیروها از فایل خروجی آنالیز سازه از یکی از برنامه های SAP یا ETABS

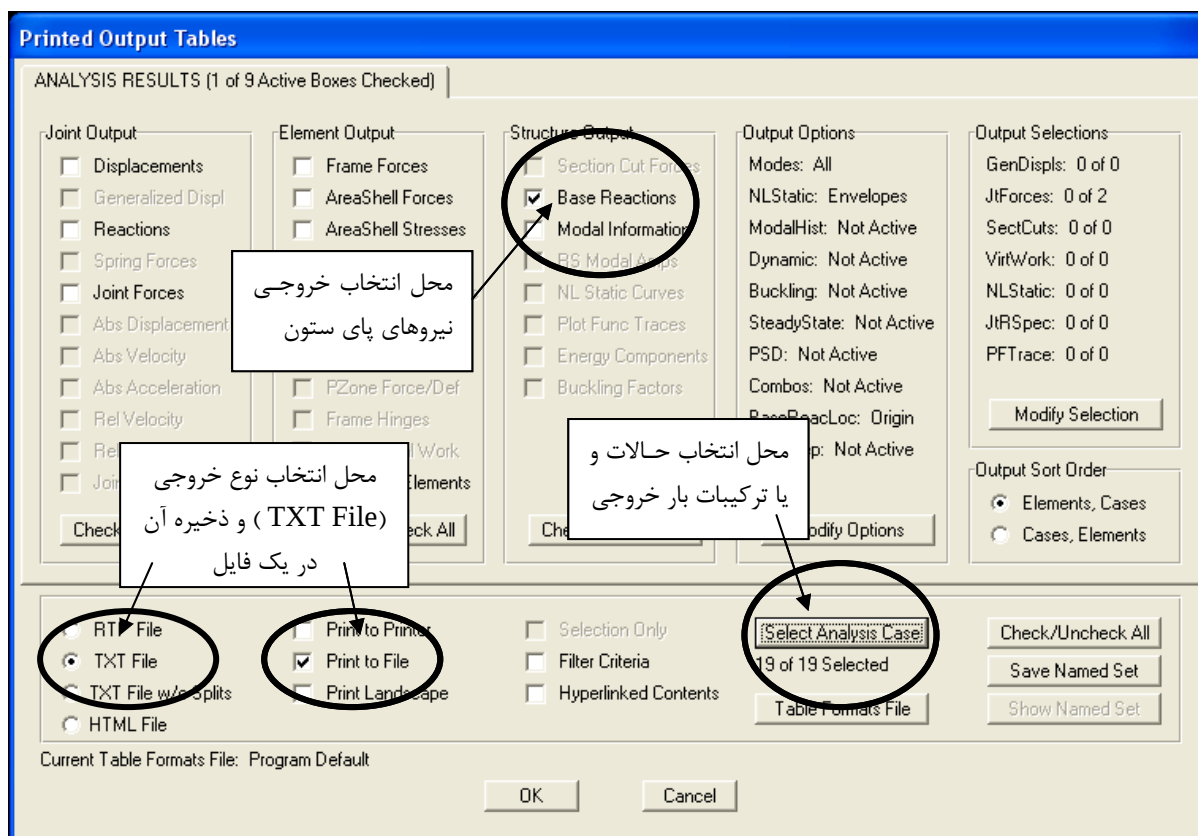
در این روش وارد کردن مشخصات مصالح و نیز محدودیتهای هندسی به صورت دستی و مطابق با حالت قبل انجام می گیرد و برای وارد کردن نیروها (Mx,My,P) به ترتیب زیر عمل می کنیم :

۱- قابلیت برنامه :

این برنامه قادر است نیروهای خروجی آنالیز سازه را از برنامه های SAP90, SAP2000 و همچنین ETABS2000 دریافت کند.

برای اینکار در برنامه های SAP2000 V8 و EATBS2000 V8 به ترتیب زیر عمل می کنیم:

SAP2000 : برای گرفتن خروجی نیروهای پای ستون پس از تحلیل مدل سازه ابتدا واحد نیروها را به kg-m تغییر داده سپس از منوی File گزینه Print Tables را انتخاب نموده و جمله Analysis Results را بزیند منوی زیر ظاهر خواهد شد :



پس از نمایان شدن منوی فوق به ترتیب بالا گزینه ها را انتخاب کرده (مابقی گزینه ها خاموش هستند) و سپس آدرس ذخیره فایل را نیز معین می کنیم.

نکته ۱:

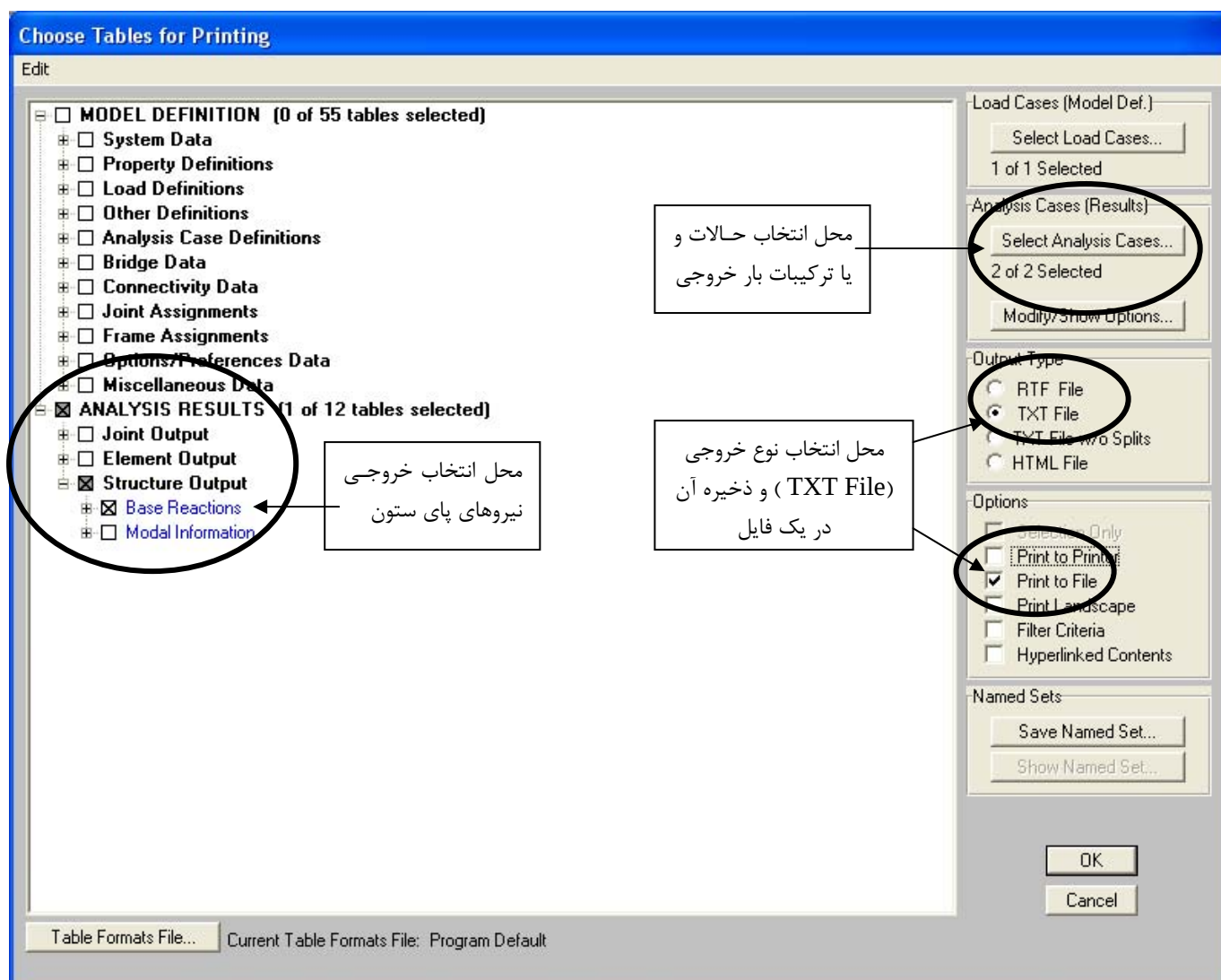
در سازه فلزی از همان ترکیبات بار طراحی سازه برای طراحی کف ستون هم می توان استفاده نمود.

نکته ۲:

در حالتی که تحلیل طیفی داریم نتایج تحلیل مودال هم باید در خروجی آورده شود.

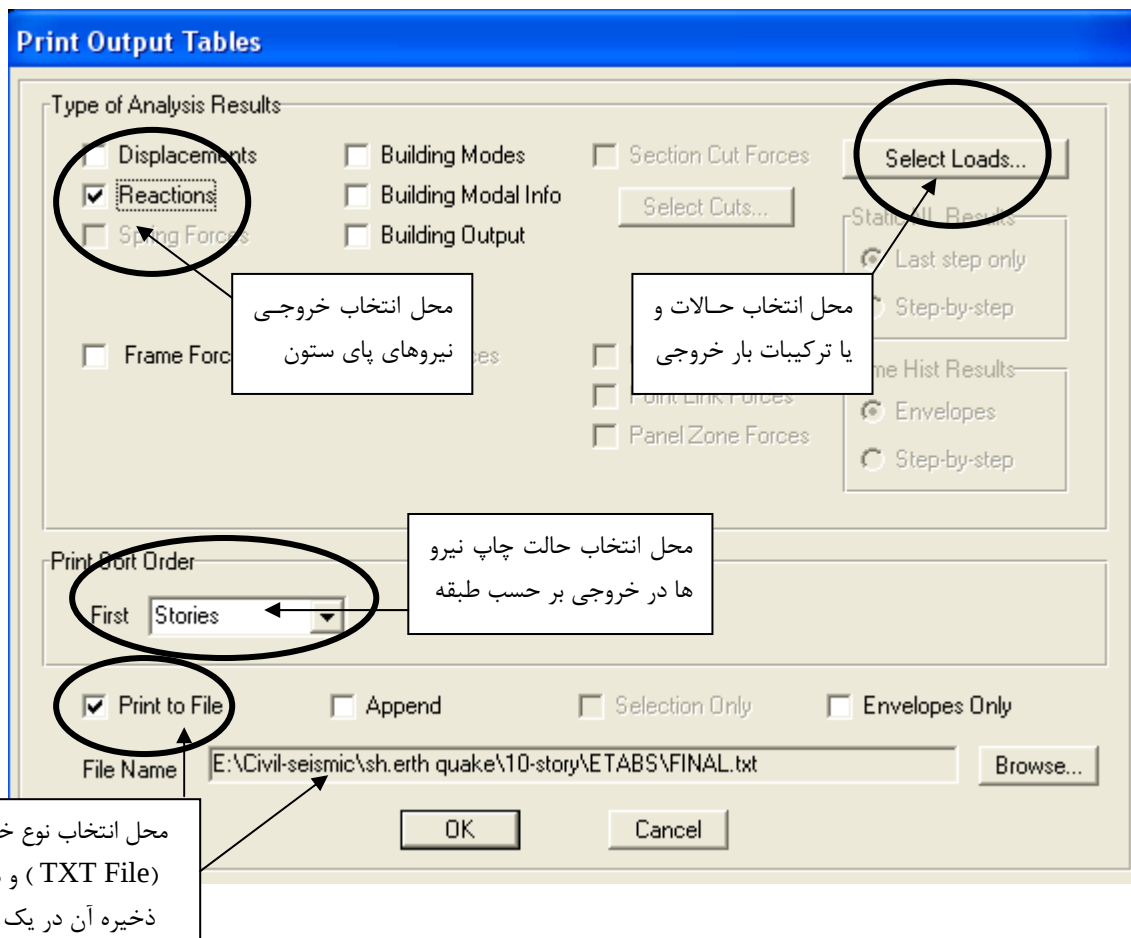


قالب خروجی SAP2000 V9





ETABS 2000: برای گرفتن خروجی نیروهای پای ستون پس از تحلیل مدل سازه ابتدا واحد نیروها را به kg-m تغییر داده سپس از منوی File گزینه Print Tables را انتخاب نموده و جمله Analysis Output را بزنید منوی زیر ظاهر خواهد شد :



پس از نمایان شدن منوی فوق به ترتیب بالا گزینه ها را انتخاب کرده (مابقی گزینه ها خاموش هستند) و سپس آدرس ذخیره فایل را نیز معین می کنیم.

۲- نحوه ورود نیروها در برنامه :

برای اینکار پس از انتخاب نوع ستون (برای هر تیپ ستون یک بار انتخاب ستون انجام می پذیرد ولی احتیاجی به دوباره معرفی کردن فایل نیروها نیست) از Menu گزینه NEW STEP و سپس OPEN FILE را انتخاب کرده نوع فایل خروجی و نسخه برنامه را مشخص می کنید سپس با انتخاب مسیر، فایل مورد نظر را انتخاب کرده و منوی زیر ظاهر می شود: (در هنگام معرفی مسیر پس از انتخاب فایل می توانید تعداد گره های مورد نظر که از ابتدای فایل خروجی لازم است خوانده شود را معین کنید و در صورت عدم تمایل این عدد را وارد نکنید تا تمام فایل آنالیز خوانده شود)

تذکر : منوی ذیل در حالت استفاده از قسمت دوم برنامه (ممان به همراه نیروی محوری) نمایش داده می شود و در حالت قسمت اول گزینه های ممان را نداریم.



شماره گره
نام ترکیب یا حالت بار
نیروی محوری
ممان در جهت X
ممان در جهت Y

مساحت A2

Force joint		
Number Joint	74	Calculate Next Combo change p >> << Cancel
Combo name	LIVET	
p=?	38.15 ton	
Mx=?	2500 kg.m	
My=?	0 kg.m	
Founda area(A2)=?	11	

شروع محاسبات

تغییر ترکیب یا حالت بار

تغییر فرمت بار انتخابی برای P

با توجه به محور های محلی

گره بعدی

گره قبلی

لغو عملیات

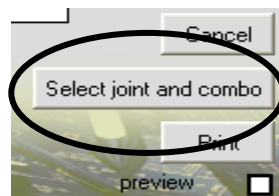
نکته ۱:

برنامه برای گره و ترکیب انتخاب شده در این منو عملیات طراحی را انجام می دهد و انتخاب ترکیب بار بحرانی به علت امکان تلفیق آن با ممان ثانویه ناشی از خروج از مرکزیت و کاهش یا افزایش آن ، در این مرحله غیر ممکن است.

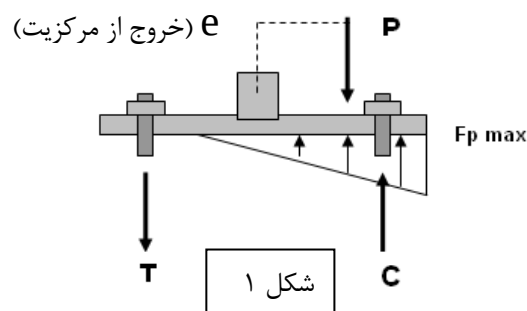
نکته ۲:

چنانچه از قسمت اول برنامه (نیروی محوری تنها) استفاده شده باشد ، برنامه به طور خودکار نیروی محوری حداکثر و ترکیب بار بحرانی مربوطه را انتخاب کرده و نمایش می دهد.

پس از زدن دکمه Calculate برنامه نیروها و اطلاعات موجود در منوی فوق را به همراه شماره گره (joint) و نام ترکیب بار انتخابی در منوی اصلی وارد کرده و در صورت وارد کردن مابقی اطلاعات هندسی و مشخصات مصالح آماده طراحی کف ستون خواهد شد. در این مرحله می توانید با تغییر شماره گره و یا ترکیب بار ، طرحهای مختلفی را برای ستون مورد نظر برآورد کنید.



پس از زدن دکمه طراحی برنامه وارد فاز محاسباتی شده و یکی از حالات زیر اتفاق خواهد افتاد:





الف- $ey=0, L/2 \geq ex > L/6$ (و یا بلعکس)

P = نیروی محوری

$$U = X^3 + K1X^2 + K2X + K3 = 0$$

x = تار خنثی

e = خروج از مرکز

n = تعداد بولتها

Ast = سطح کل بولتها

g = فاصله بار تا بولتها

B, L = ابعاد

$$K1 = 3(e - L/2)$$

$$K2 = (6n \cdot Ast) \cdot (g + e) / B$$

$$K3 = -K2 \cdot (L/2 + g)$$

$$T = -P \times \left[\frac{L/2 - X/3 - e}{L/2 - X/3 + g} \right]$$

T = کشش

$$fp = 2(P + T) / (X \cdot B)$$

$$fp < fc \text{ مجاز}$$

در این حالت (خمش یک محوره) ، برنامه برای محاسبه هرچه دقیق تر فاصله تار خنثی (X) (حل رابطه $U=0$) از کاربر می خواهد تا با یکبار طراحی بولتها تعداد و سطح مقطع حدودی بولتها را بدست آورد (Ast در رابطه بالا) به این منظور منوی زیر ظاهر خواهد شد:

نیروی برش پای ستون در جهت X

نیروی برش پای ستون در جهت Y

نیروی برشی برآیند (محاسبه میگردد)

تنش جاری شدن بولت مصرفی

قطر بولت مصرفی

فاصله ردیف بولتها تا لبه کف ستون

نسبت مدول الاستیسیته فولاد بولتها به

بتن پی (معمولاً ۱۰)

Do first bolt design ...

$Vx=?$	10	ton
$Vy=?$	15	ton
$V=?$	18.03	ton
$Fu=?(\text{bolt})$	5600	kg/cm ²
$M=?(\text{bolt diameter})$	22	mm
$S1=?(\text{bolt offset})$	7	cm
$n1=ES/EC$	10	

Ok

پس از وارد نمودن اطلاعات فوق برنامه برای سهولت و دقت کار از کاربر می خواهد چنانچه از یک آرایش بولت مشخصی در این طرح استفاده می کند و یا در حال کنترل طرحی است که آرایش بولنها در آن مشخص است با توجه به قطر داده شده تعداد را نیز به برنامه بگوید :

Correct N:

If you know your number of bolts please correct it

Input N=

OK Cancel

و یا چنانچه این تعداد را در اختیار ندارد با زدن دکمه Cancel از این مرحله بگذرد.

پس از این مرحله برنامه فاصله تار خنثی را محاسبه کرده به کاربر نشان می دهد:

notice

$x = 28.8 \text{ cm}$

OK



تذکر: چنانچه طراحی کف ستون در حالت خمش دومتوجه و یا نیروی محوری تنها باشد هیچ کدام از این منوها نمایش داده نخواهد شد.

ب- $e_y = 0, e_x > L/2$ (و یا بالعکس)

تعداد نیروها در امتداد قائم ایجاب میکند: (شکل ۱)

$$T + P - C = 0 \rightarrow T = C - P \quad \text{(الف)} \quad T = \text{کشش} \quad P = \text{نیروی محوری} \quad C = \text{فشار زیر کف ستون}$$

و تعادل لنگر در حول محور مرکزی ستون به دست می دهد:

$$T \cdot (x_t) + C \cdot (x_c) - M = 0 \quad \text{(ب)} \quad M = \text{ممان} \quad x_t, x_c = \text{بازوهای ممان}$$

اگر در روابط فوق $C = B \cdot (F_p) \cdot x$ قرار داده شده و T از رابطه (ب) محاسبه شده و در (الف) قرار داده شود رابطه درجه دومی بر حسب x به شکل زیر به دست می آید:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

که از معادله فوق x بدست می آید.

پس از تعیین x نیروی T و تنش F_p محاسبه می شود.

$$t_p = 2m(F_p/F_y)^{0.5} \quad t_p = \text{ضخامت کف ستون} \quad m = \text{طول لبه آزاد}$$

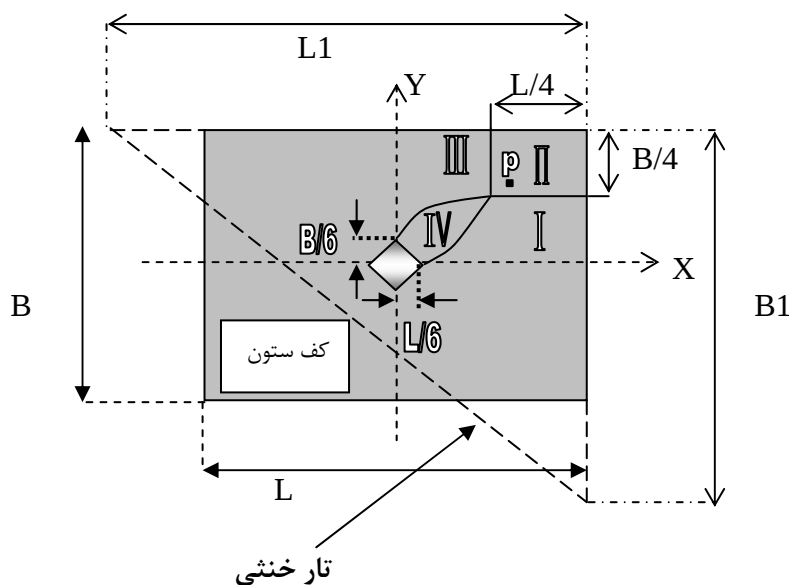
لازم به ذکر است که ابعاد هندسی کف ستون باید طوری باشد که بال فشاری ستون در محدوده x قرار گیرد.

(مرجع: کتاب اتصالات طاحونی)

به جای استفاده از دو رابطه فوق می توان از روابط دیگری مانند روابط موجود در کتاب "طرح، محاسبه و اجرای کف ستونها" دکتر قالیبافیان استفاده نمود.

ج- $e_y > B/6, e_x > L/6$

در این حالت طرح اتصال کف ستون همانند یک ستون بتنی باید با معلوم بودن ابعاد و تعداد بولتها از روی نمودارها و منحنی ها محاسبه شود. طرح روابطی که با استفاده از آنها بتوان به طور مستقیم ابعاد و تنش های کف ستون را محاسبه و ارائه کرد بسیار مشکل و پیچیده بوده، عملاً به علت اینکه این روابط از طیف معادلات دیفرانسیل و از درجات ۴ به بالا و بعضاً به جای معادلات، دستگاه معادلات است، حل دستی ویا حتی جواب عمومی و اختصاصی ندارند و حل آنها تنها از روش محاسبات عددی، همگرایی و سعی خطا امکان پذیر است.





ما پس از تحقیقات فراوان و بررسی های بسیار و کنکاش روی تمامی آزمایشات و نتایج حاصله از پروژه های مختلف و بدست آوردن معادلات خطوط که به صورت جداول و نمودارهای تقریبی ارائه شده بودند و همچنین بسط و گسترش آنها برای تمامی حالات مختلف و در نهایت دستیابی به روابط خمش دوجمله موفق به تهیه الگوریتم محاسباتی طرح کامل یک اتصال پای ستون شدیم و از آنجا که حل معادلات پیچیده ذکر شده بدون دستیابی به کامپیوتر عملاً غیرممکن و بی فایده است، ما با بهره گیری از این قابلیت تمامی محاسبات را به همراه نیازهای یک طرح مناسب و نکات اجرایی در قالب نرم افزار طراحی کف ستون ارائه کرده ایم.

آنچه در شکل قبل مشاهده گردید بر حسب خروج از مرکزیت P (نیروی محوری) روابط محاسباتی به ۴ ناحیه تقسیم می شود و در این حالت ابعاد مثلث تنش که با $L1$ و $B1$ نشان داده شده اند محاسبه می گردد.

ابعاد طراحی شده (مربع یا مستطیل)	$L*B=A=$	50	*	50	cm ²	$FP=(kg/cm^2)$	115.5	تنش مجاز اولیه
خروج از مرکزیت نهایی در جهت X	$ex=(cm)$	12.8		$e2x=(cm)$	12.8			خروج از مرکزیت های
خروج از مرکزیت نهایی در جهت Y	$ey=(cm)$	13		$e2y=(cm)$	13			هندسی در دوجمله
نیروی برآیند فشاری زیر کف ستون	$c=(ton)$	76.997						
تنش متوسط در لبه طراحی	$fp=$	132.78		$kg/cm^2 < \min(0.7fc, 0.3fc(A2/A)^{0.5})=$	147			تنش مجاز محاسباتی
سطح زیر تنش فشار (مثلث تنش)	$A1=$	1705.2		cm ²				
ضلع مثلث تنش	$L1=$	58.8		cm				
ضلع مثلث تنش	$B1=$	58		cm				ضخامت کف ستون
تنش فشاری حداکثر	$f_{pmax}=$	136.28		kg/cm^2	$t_{plate}=$	26.3	mm	محاسبه شده بدون سخت کننده

تذکره ۱: ابعاد طراحی قابل تغییر بوده و طراح می تواند با تغییر آنها طرح مورد نظر خود را ارزیابی کند و با پاک کردن آنها طرح اولیه را مجدداً ببیند. ابعاد طراحی شده با فرض حداقل ۱۵ سانتیمتر بیش از عرض و طول مقطع بدست آمده تا قرار دادن بولتها و آچار گیری به راحتی انجام پذیرد لذا امکان کاهش ابعاد از این مقدار امکان پذیر نمی باشد. همچنین چنانچه اتصال حالتی غیر از حالت خمش دو محوره باشد، امکان طراحی و یا کنترل ابعاد مستطیل برای کف ستون نیز میسر است. این عمل به طور خودکار در برنامه صورت می پذیرد.

تذکره ۲: چنانچه یکی از حالات طراحی الف یا ب اتفاق افتاده باشد مقادیر $L1$ و $B1$ محاسبه نشده و صفر جایگزین می گردد ولی $A1$ که نشان دهنده سطح زیر تنش فشاری است همواره در حالت وجود خمش محاسبه خواهد شد.

حال پس از طرح کف ستون، TAB طراحی با سخت کننده (Now With Stiffeners) فعال شده و دو راه وجود دارد:

۱- کاهش ضخامت کف ستون با قرار دادن سخت کننده یعنی رفتن به Tab بعد.

۲- رفتن به TAB طراحی بولتها (Bolt Design) - (بدون انجام مرحله کاهش ضخامت کف ستون)

برای رفتن به مرحله کاهش ضخامت کف ستون کافی است بر روی تب Now With Stiffeners کلیک کرده منوی زیر ظاهر می شود:



BASE PLATE DESIGN
DESIGN/CONSTRUCTING PROGRAM

Menu

BASE PLATE DESIGN **NOW WITH STIFFENERS** STIFFENERS DESIGN BOLT DESIGN

انتخاب نحوه آرایش لچکی ها

☒ TWO WAY
☐ BOX SHAPE

ابعاد چشمه ها

a=? 14.5
 f=? 7.7
 a1=? 3
 d1=? 16.4
 c=? 3

اضافه کردن لچکی در جهات x,y

☒ xx
☒ yy

ممان طراحی های طراحی

$M1 = f p \cdot c^2 / 4$	298.76	kg.cm
$Ma = x1 \cdot f p \cdot \min(a, f)^2$	775.19	kg.cm
$Mf = x2 \cdot f p \cdot \min(a, f)^2$	362.14	kg.cm
$M3 = x3 \cdot f p \cdot d1^2$	1072.89	kg.cm
$Mmax = \max[M1, M3, Ma, Mf]$	1072.89	kg.cm
$t = (6 \cdot Mmax) / (0.75 Fy)^2$	18.91	mm

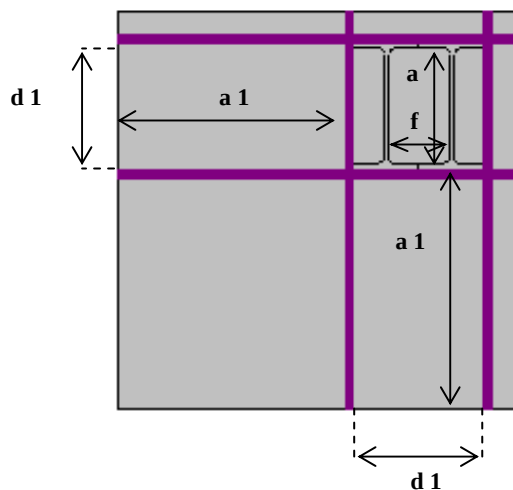
ضخامت نهایی

Calculate Cancel Print

preview ☐

در این منو دو حالت انتخاب آرایش لچکی ها وجود دارد که کاربر می تواند با انتخاب آنها طرح را به دلخواه انجام داد سپس با اضافه کردن لچکی ها در جهات X,Y می توان ضخامت را کاهش داد.

چشمه های طراحی



a, f : ابعاد چشمه های ۴ طرف گیردار

a1, d1 : ابعاد چشمه های سه طرف گیردار

C : بعد چشمه یک طرف و یا دو طرف گیردار

(x1, x2, x3 هم ضرایبی هستند که با توجه به نسبت ابعاد داده می شوند)

نکته ۱: برنامه تنها قادر به زدن لچکی در جهات عمودی و افقی است و در چشمه های

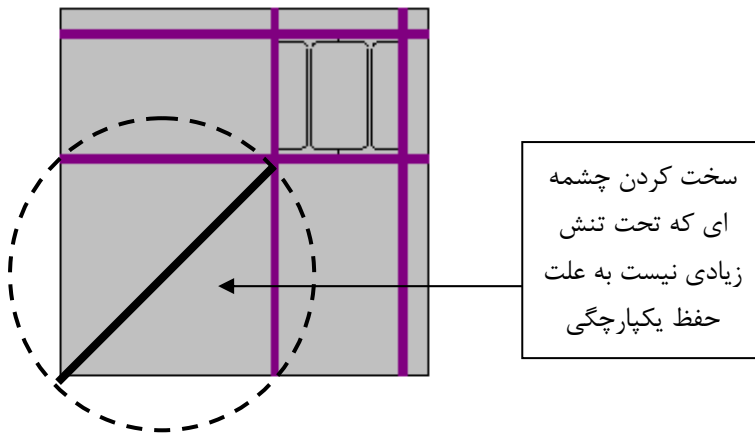
گوشه قادر به زدن سخت کننده نیست لذا در صورتی که چشمه های گوشه (بعد C)

تعیین کننده باشد کاربر می تواند به هر نحوی که صحیح می داند با زدن لچکی اریب یا

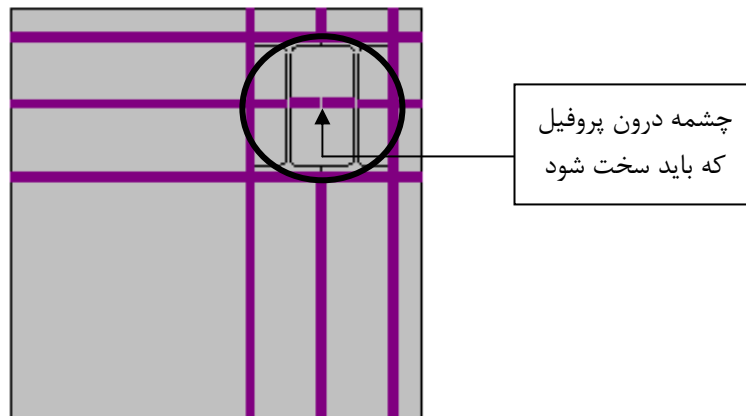
در نظر گرفتن اثر بولتها و ... به صورت دستی عدد دلخواه و نهایی را در مقابل C=? وارد کند.



نکته ۲: آنچنانکه در برنامه فرض شده است از همه سطح کف ستون برای محاسبه سختی و سطح تحت تنش استفاده شده است لذا برای آنکه تمامی سطح کف ستون یکپارچه سخت شده باشد و از وجود یک ناحیه نرم در کف ستون جلوگیری کنیم، باید در چشمه های بزرگ و احیاناً گوشه در طرح نهایی سخت کننده در نظر بگیریم.



نکته ۳: چنانچه چشمه بحرانی طرح در هر مرحله از افزودن سخت کننده ها، چشمه درون مقطع باشد برنامه به صورت هوشیار سخت کننده ها را در درون مقطع ترسیم خواهد کرد. این بدین معنا است که چنانچه کاربر قصد کاهش ضخامت کف ستون را بیش از مرحله قبل دارد باید چشمه درون مقطع را سخت کرده و افزودن لچکی در بیرون مقطع کمکی به اتصال نمی کند.



Stiffeners Design

پس از این مرحله به قسمت سوم یعنی طراحی ابعاد سخت کننده ها خواهیم رسید :

در این مرحله برنامه با تشخیص چشمه بحرانی طراحی در مرحله قبل به طراحی لچکی های قرارگرفته در آن چشمه می پردازد که قاعدتاً برای دیگر لچکی ها نیز جوابگو خواهد بود.

این پنجره نیز به ترتیب زیر تشریح می گردد:



روابط محاسباتی

BASE PLATE DESIGN
DESIGN/CONSTRUCTING PROGRAM

BASE PLATE DESIGN NOW WITH STIFFENERS **STIFFENERS DESIGN** BOLT DESIGN

```

If boxshape Then ni = 4 Else ni = 2
fpmax = fp
x2 = ((ni * h * (t / 10) * ((h / 2) + (tpl / 10))) + (l * (tpl / 10) * (tpl / 20))) / ((l * (tpl / 10)) + (ni * h * (t / 10)))
i = ((l * (tpl / 10) ^ 3) / 12) + (l * (tpl / 10) * (x2 ^ 2)) + (ni * ((h * (t / 10) * ((h / 2) - x2) ^ 2) + ((t / 10) * (x2 ^ 3) / 12)))
v = fp * l * L1, a = ni * (t / 10) * h, tmax = v / A, r = L1 / 2
fpmin = (p / fp) - ((6 * p * ex) / (l * fp)) - ((6 * p * ey) / (l * p))
m = ((fpmin * l) / fpmax) / (1 - (fpmin / fpmax))
fpm = ((no - l1) + m) / (no + m)
r = l1 - ((l1 / 3) * (fpm)), smin = i / (h - x2), romax = m / smin
force = Sqr(3 * (tmax) ^ 2 + (romax) ^ 2)
  
```

نتایج

ورودی ها

طول لچکی L1=? 3 cm
ضخامت لچکی t=? 10 mm
ارتفاع لچکی h=? 15 cm
ضخامت کف ستون tplate=? 18.91 mm
تعداد لچکی در مقطع طراحی n=? (stiffeners) 2
تنش مجاز جوش fw=? (kg/cm²) 1080

نتایج

fpmin=(kg/cm²) 20.4
fpm=(kg/cm²) 126.04
M=(kg.cm) 28864.04
fpav=(kg/cm²) 129.41
r=(cm) 1.49
V=(kg) 19411.27
Smin=(cm³) 169.98
Tmax=v/A(kg/cm²) 647.04
Lmax=m/smin(kg/cm²) 169.81
force=(kg/cm²) 1133.5 < 1440

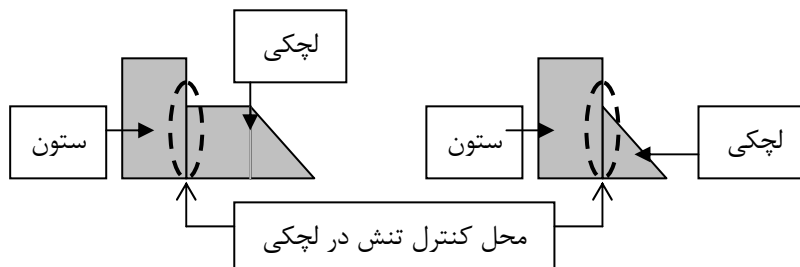
بعد جوش گوشه اتصال

X2=(cm) 3
a(weld dimension)=mm 7

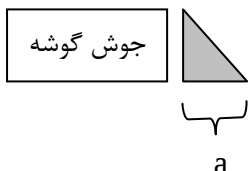
Calculate
Cancel
Print
preview ☐

تنش محاسباتی در لچکی

نکته ۱: تنها اعدادی که در این قسمت وارد می شوند ضخامت و ارتفاع لچکی در بر اتصال به ستون می باشد و همچنین تنش مجاز جوش گوشه اتصال لچکی به کف ستون. ما بقی اعداد اعم از طول لچکی و تعداد آنها در مقطع طراحی، به طور خودکار محاسبه و وارد می گردد. با توجه به اینکه تنش در محل اتصال لچکی به ستون کنترل می شود، ارتفاع لچکی هم در بر ستون اهمیت ویژه دارد و می توان شکل لچکی را مثلث و یا دوزنقه انتخاب کرد.



نکته ۲: بر اساس تنش برشی در جوش گوشه که به صورت فشار و کشش موازی محور جوش اتفاق می افتد و با توجه به اینکه طبق مقررات ملی ساختمان تنش مجاز، متناسب با فلز مادر است ($0.6F_y$) بعد جوش گوشه محاسبه می گردد.





پس از طرح لچکی به قسمت آخر یعنی طرح میل مهار ها می رویم :

روابط محاسباتی

BASE PLATE DESIGN
DESIGN/CONSTRUCTING PROGRAM

BASE PLATE DESIGN NOW WITH STIFFENERS STIFFENERS DESIGN BOLT DESIGN

tension bolt

```

Fv = 0.17 * Fu
If tension Then
  Ft = ((m / 2) ^ 2 * 3.14) / 100 , Ft = 0.33 * Fu
  n = (((v * 1000) / (A * Fv))^2 + ((t * 1000) / (A * ft * qx))^2) ^ 0.5
  qx = stress area / total area
  ld1 = Round(maxi(((0.06 * A * FY) / Sqr(fc)), (0.0057 * ((m) / 10) * FY)))
  ld2 = Round((317.5 * (m) * FY) / (42000 * Sqr(fc)))
If compression Then
  A = ((m / 2) ^ 2 * 3.14) / 100
  n = Round(v * 1000 / fv * A)
  u1 = (0.24 * (m) * (FY / 10)) / (Sqr(fc))
  u2 = 0.043 * (m) * (FY / 10)
  s1 = maxi((0.15 * (m)), ((2 * v * 1000) / (Fu(pl) * n * (t / 10))))
  s2 = maxi(0.3 * (m), ((2 * v * 1000) / (Fu(pl) * n * (t / 20)) + (m / 20)))
  
```

ورودی ها

برش در جهت X	Vx=?(ton)	10	
برش در جهت Y	Vy=?(ton)	15	
برش برآیند	V=?(ton)	18.03	
تنش نهایی بولت	Fu=?(bolt)	5600	kg/cm ²
قطر بولت	M=?(bolt diameter)	20	mm
نیروی بلندشدگی	T=?	17	ton
ضخامت کف ستون	t=?	26.3	mm
تنش جاری شدن بولت	Fy=?(bolt)(kg/cm ²)	4000	

نتایج

Ft=	1848	kg/cm ²
A=	3.14	cm ²
Fv=	952	kg/cm ²
Ld1=(cm)	52	طول مهار کششی مستقیم
Ld2=(cm)	42	طول مهار کششی قلابدار
S1=(cm)	3	حداقل فاصله سوراخ از لبه
S2=(cm)	6	حداقل فاصله سوراخها از هم
Ldc=(cm)	41.9	طول مهار فشاری مستقیم
N(total)=	8	تعداد بولت لازم نهایی

Calculate Cancel Next Joint Print

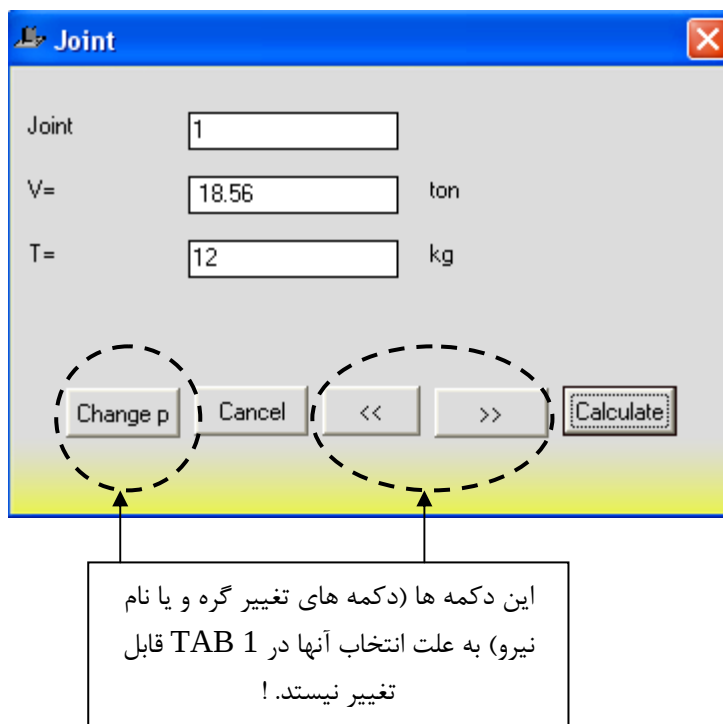
در این منو با دریافت نیروهای برشی پای ستون و همچنین کشش ناشی از خمش (که این مورد در صورت وجود به طور خودکار از tab1 به این قسمت وارد خواهد شد) و یا در صورت نبود کشش حاصل از خمش ، کشش پای ستون برای طراحی بولتها ، تعداد ، طولهای مهار ، فواصل حداقل سوراخها و در نهایت تعداد کل میل مهارها محاسبه می شود.

نکته ۱: آنچنانکه مشخص است تعداد و آرایش بولتها در نحوه عملکرد اتصال کف ستون بسیار تعیین کننده است و کاربر باید بداند که عملکرد مطلوب یک اتصال خمش دو محوره منوط به آرایش متوازن بر اساس تعداد مشخص خواهد بود و این تعداد باید ۴ ، ۸ ، ۱۲ و ... می باشد . لذا طراح می تواند با تغییر قطر بولت مصرفی به تعداد مورد نظر دست یابد . همچنین هرچه بولتها به ستون نزدیکتر باشد اتصال مفصلی تر است !

نکته ۲: چنانچه در ابتدای طراحی و در TAB 1 نیروها از خروجی آنالیز سازه در برنامه های SAP , ETABS وارد برنامه شده باشد در این مرحله نیز برنامه به طور خودکار ، کشش احتمالی و برش پای ستون در گروه و ترکیب بار طراحی در TAB 1 را خوانده و نمایش می دهد . سپس با انتخاب آن طراحی بر اساس نیروهای فایل خروجی انجام می پذیرد.



پنجره نمایش نیروهای پای ستون در مرحله طرح بولتها :



نکات آخر :

۱- برای چاپ نتایج در هر مرحله تنها کافی است دکمه PRINT را بزنید همچنین برای دیدن خروجی قبل از چاپ و ذخیره آن ، گزینه Preview را انتخاب کنید.

۲- برای ذخیره محاسبات و یا بازیابی اطلاعات ذخیره شده تنها کافی است از Menu برای ذخیره گزینه save و یا برای بازیابی گزینه Edit و برای پاک کردن گزینه Delete را انتخاب کنید. دقت کنید که این اطلاعات در بانک اطلاعات در محل نصب برنامه ذخیره می گردد و با پاک شدن برنامه از بین می رود بنابراین برای ذخیره اطلاعات می توانید از فایل های با پسوند (. . Data) که در محل نصب برنامه قرار دارند یک Backup داشته باشید.

۳- برای خالی کردن اطلاعات ورودی و انجام یک محاسبه جدید نیز می توانید از Menu گزینه New step وبعد حالت User Define را انتخاب کنید.

۴- در آخر چنانچه تمایل داشتید خلاصه تمامی نتایج ۴ قسمت را بر روی یک صفحه چاپ یا ذخیره کنید می بایست از Menu گزینه Print Report را انتخاب کنید.

در انتها از صبر و حوصله شما بسیار سپاس گذاریم و امیدواریم این مجموعه بتواند کمک حال شما در محاسبات پیچیده سازه شما باشد .