



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تحلیل و طراحی

# سوله

با نرم افزارهای

SAP & ETABS

طراحی دستی پی  
طراحی دستی پرلینها  
طراحی دستی اتصال تیر به ستون  
تفسیر نکات مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

مؤلف مهندس فرشاد نجومی



به همراه CD  
آموزشی

سرشناسه	: نجومی، فرشاد، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل و طراحی سوله با نرم‌افزارهای SAP & ETABS / مولف فرشاد نجومی.
مشخصات نشر	: تهران : نوآور، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۰ص. : مصور، جدول.
شابک	: 978-600-168-015-1
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
موضوع	: اتبز (برنامه کامپیوتر)
موضوع	: ساپ - ۲۰۰۰ (برنامه کامپیوتر)
موضوع	: ساختمان‌های صنعتی -- طرح و ساختمان -- برنامه‌های کامپیوتری
موضوع	: سازه -- طرح و محاسبه -- برنامه‌های کامپیوتری
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸۹ ت ۳ ن ۴۵۱۱/۴ TH
رده‌بندی دیویی	: ۶۹۰/۵۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۷۵۰۲۱۲

## تحلیل و طراحی سوله با نرم‌افزارهای SAP & ETABS

مهندس فرشاد نجومی  
نوآور  
پارسیا  
۲۰۰۰ نسخه  
محمدرضا نصیرنیا  
دوم - ۱۳۹۰  
۹۸۰۰ تومان  
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۰۱۵-۱

مؤلف:  
ناشر:  
ناشر همکار:  
شمارگان:  
مدیر تولید:  
نوبت چاپ:  
قیمت به همراه CD:  
شابک:



نمایشگاه دائمی کتاب با تخفیف در:

مرکز پخش نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۹۲-۹۱۲۶۰۶۲۳۸۳-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

## فهرست مطالب

فصل اول: پروژه سوله به دهانه ۱۵ متر و به طول ۸×۶ متر و ارتفاع ۷/۵ متر تحلیل و طراحی با نرم افزار

Sap 2000 version 12

۱-۱ انتخاب واحدها

۲-۱ معرفی هندسه سازه

۳-۱ ترسیم خطوط کمکی

۴-۱ تعریف خواص فولاد

۵-۱ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل

۶-۱ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic)

۷-۱ ترسیم ستونها

۸-۱ ترسیم تیرها

۹-۱ ترسیم مهاربند

۱۰-۱ بارگذاری برف

۱۱-۱ بارگذاری نامتقارن برف

۱۲-۱ بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل های اجرایی

۱۳-۱ بارگذاری اثر باد

۱۴-۱ اثر نیروی باد بر ساختمان

۱۵-۱ سرعت مینای باد

۱۶-۱ بارگذاری استاتیکی زلزله

۱۷-۱ معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)

۱۸-۱ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)

۱۹-۱ گره های تکیه گاهی

۲۰-۱ نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)

۲۱-۱ معرفی تحلیل سازه

۲۲-۱ انجام طراحی

۲۳-۱ طراحی لایه (پرلین ها) با نیمرخ Z

۲۴-۱ طراحی اتصال تیر به ستون

۲۵-۱ نقشه های اجرایی

فصل دوم: پروژه سوله به دهانه ۱۸ متر و به طول ۶×۶ متر و ارتفاع ۸/۸ متر تحلیل و طراحی با

نرم افزار ETABS & SAFE version 9..... ۶۲

۱-۲ انتخاب واحدها

۲-۲ معرفی هندسه سازه

۳-۲ ترسیم خطوط کمکی

۴-۲ تعریف خواص فولاد (Material Property Data)

تلفن: ۰۶۶۴۸۲۴۱۹۱

- ۵-۲ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل
- ۶-۲ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic)
- ۷-۲ ابزار ترسیم المان‌ها
- ۸-۲ ترسیم ستون‌ها
- ۹-۲ ترسیم تیرها
- ۱۰-۲ ترسیم مهاربندها
- ۱۱-۲ بارگذاری برف
- ۱۲-۲ بارگذاری نامتقارن برف
- ۱۳-۲ بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی
- ۱۴-۲ بارگذاری اثر باد
- ۱۵-۲ اثر نیروی باد بر ساختمان
- ۱۶-۲ سرعت مینای باد
- ۱۷-۲ بارگذاری استاتیکی زلزله
- ۱۸-۲ معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)
- ۱۹-۲ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)
- ۲۰-۲ گره‌های تکیه‌گاهی
- ۲۱-۲ نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)
- ۲۲-۲ نسبت دادن اثر P-Delta
- ۲۳-۲ انجام طراحی
- ۲۴-۲ طراحی مهاربندها طبق استاندارد ۲۸۰۰
- ۲۵-۲ نسبت دادن ضریب طول موثر مهاربندهای ضربدری
- ۲۶-۲ طراحی لایه (پرلین‌ها) با نیمرخ ناودانی
- ۲۷-۲ طراحی جراثقال
- ۲۸-۲ انتخاب مدل (Select Object)
- ۲۹-۲ موضوعات نمایش سازه (Set Building View Options)
- ۳۰-۲ نمایش مدل
- ۳۱-۲ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE
- ۳۲-۲ ترسیم هندسه پی
- ۳۳-۲ معرفی پی
- ۳۴-۲ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
- ۳۵-۲ ترسیم نوارهای طراحی آمارتورها
- ۳۶-۲ آنالیز و کنترل ابعاد پی
- ۳۷-۲ معرفی میلگردهایی که در برنامه موجود نمی‌باشد
- ۳۸-۲ طراحی میلگردها
- ۳۹-۲ کنترل برش منگنه‌ای
- ۴۰-۲ نقشه‌های اجرایی
- فصل سوم: سوله دودهانه ۲×۱۲ متر و به طول ۳×۶ متر و ارتفاع ۸/۹۳ متر تحلیل و طراحی با نرم‌افزار  
ETABS & SAFE version 9  
۱-۳ انتخاب واحدها

- ۲-۳ معرفی هندسه سازه
- ۳-۳ ترسیم خطوط کمکی
- ۴-۳ تعریف خواص فولاد (Material Property Data)
- ۵-۳ تعریف مقاطع اولیه با روش تولید I شکل
- ۶-۳ تعریف مقاطع متغیر (Add Nonprismatic)
- ۷-۳ ابزار ترسیم المان‌ها
- ۸-۳ ترسیم ستون‌ها
- ۹-۳ ترسیم تیرها
- ۱۰-۳ ترسیم مهاربندها
- ۱۱-۳ بارگذاری برف
- ۱۲-۳ بارگذاری نامتقارن برف
- ۱۳-۳ بارهای مرده سقف و دیوار و دتایل‌های اجرایی
- ۱۴-۳ بارگذاری اثر باد
- ۱۵-۳ اثر نیروی باد بر ساختمان
- ۱۶-۳ سرعت مینای بار
- ۱۷-۳ بارگذاری استاتیکی زلزله
- ۱۸-۳ معرفی ترکیب بار (Define Load Combinations)
- ۱۹-۳ تعریف جرم مشارکت در نیروی جانبی (Mass Source)
- ۲۰-۳ گره‌های تکیه‌گاهی
- ۲۱-۳ نسبت دادن نواحی صلب (Frame End Length Offsets)
- ۲۲-۳ نسبت دادن اثر P-Delta
- ۲۳-۳ انجام طراحی
- ۲۴-۳ طراحی مهاربندها طبق استاندارد ۲۸۰۰
- ۲۵-۳ نسبت دادن ضریب طول موثر مهاربندهای ضربدری
- ۲۶-۳ طراحی لایه (پرلین‌ها) با پروفیل Z
- لنگر خمشی در جهت Y
- ۲۷-۳ انتقال اطلاعات برای طراحی پی از برنامه ETABS به SAFE
- ۲۹-۳ معرفی پی
- ۳۰-۳ معرفی ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر پی
- ۳۱-۳ ترسیم نوارهای طراحی آرماتورها
- ۳۲-۳ آنالیز و کنترل ابعاد پی
- ۳۳-۳ طراحی میلگردها
- ۳۴-۳ کنترل برش منگنه‌ای
- ۳۵-۳ نقشه‌های اجرایی
- فهرست مراجع

## سخنی با مهندسان

نگارنده این کتاب با توجه به تجربیات خود در امر محاسبات و اجرا، در طول سالیان متمادی در ارتباط با کنترل مضاعف شهرداری، کنترل سازه در ارتباط با مهندسیین مشاور، تدریس نرم‌افزار، تدریس دوره‌های آموزشی ارتقاء پایه سازمان نظام مهندسی، بر آن شده به مسائلی که برای مهندسیین همواره بین ارتباط این نرم‌افزار و مقررات ملی ساختمان‌های خاص سوال برانگیز بوده مورد تفسیر قرار دهد و تا حد امکان با ذکر پروژه‌هایی به این بحث بپردازد.

▪ **پروژه اول:** سوله به دهانه ۱۵ متر و به طول ۸×۶ متر و ارتفاع ۷٫۵ متر تحلیل و طراحی با نرم‌افزار Sap 2000 version 12

▪ **پروژه دوم:** سوله به دهانه ۱۸ متر و به طول ۶×۶ متر و ارتفاع ۸٫۸ متر تحلیل و طراحی با نرم‌افزار ETABS & SAFE version 9

▪ **پروژه سوم:** سوله به دهانه ۲×۱۲ متر و به طول ۳×۶٫۶۵ متر و ارتفاع ۸٫۹۳ متر تحلیل و طراحی با نرم‌افزار ETABS & SAFE version 9

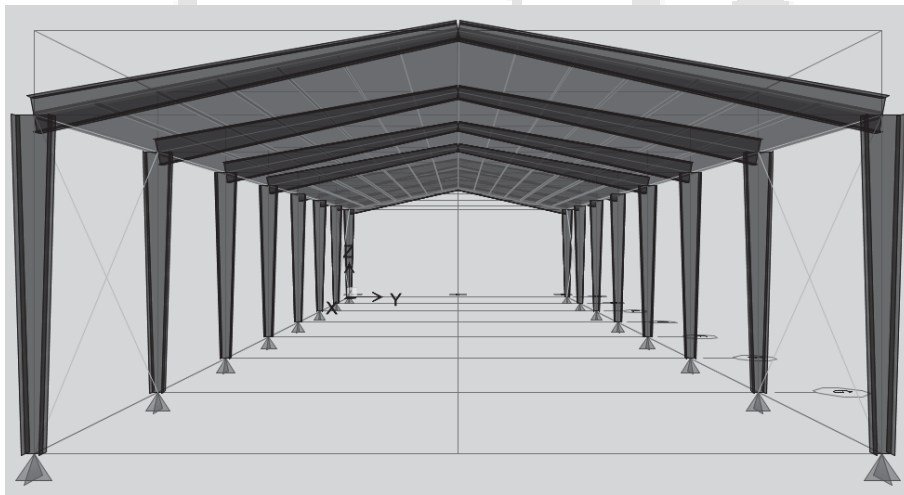
▪ در لوح فشرده آموزشی جهت کنترل، فایل‌های این سه پروژه ایجاد گردیده و دارای تیپ دفترچه محاسبات، دتایل‌های بارگذاری سقف و دیوار می‌باشد.

در پایان تقاضا می‌گردد چنانچه نظر یا پیشنهادی برای بهبود ویرایش‌های بعدی این کتاب دارید، نظرات خود را به پست الکترونیکی [farshad\\_nojumi@yahoo.com](mailto:farshad_nojumi@yahoo.com) ارسال نمایید.

ویرایش اول: هفدهم بهمن هشتاد و نه

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

فصل اول: سوله به دهانه ۱۵ متر و به طول ۶×۸ متر و ارتفاع ۷/۵ متر تحلیل و طراحی با نرم افزار Sap 2000 version 12



شکل ۱-۱

محل پروژه: اصفهان

تقسیم بندی بار برف: منطقه سه

سرعت مبنای باد: ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت

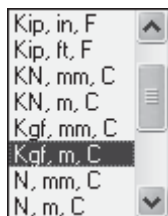
نوع خاک: دو

خطر نسبی زلزله: متوسط

مقاومت مجاز خاک:  $۱,۷۵ \text{ kg/cm}^2$

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱


### ۱-۱ انتخاب واحدها

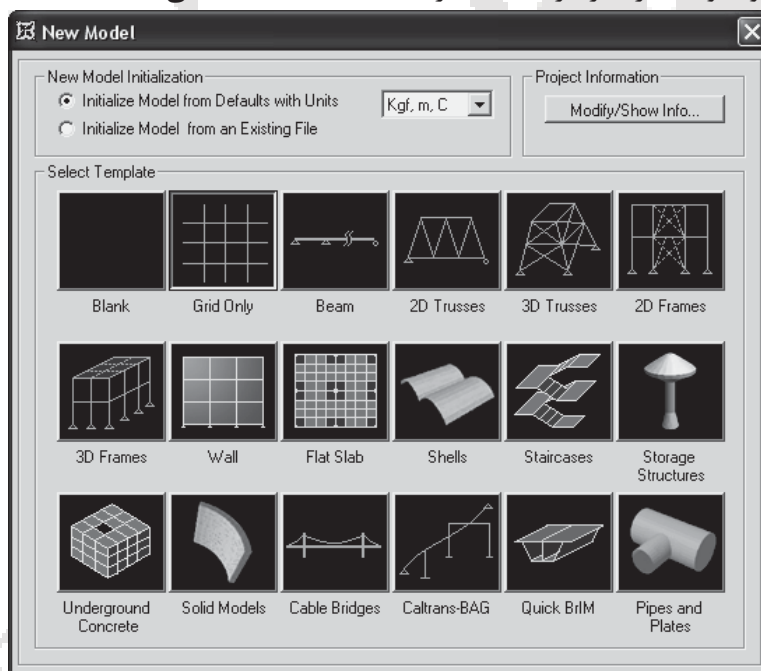


در بخش عمده‌ای از نرم‌افزار، واحد کمیت‌های مختلف را می‌توان انتخاب کرد. به عنوان مثال، واحد مد نظر را در این قسمت وارد می‌کنیم که در (شکل ۱-۲) از واحد کیلوگرم متر استفاده گردیده، در این حالت نرم‌افزار واحد طول را بر حسب متر، واحد نیرو را بر حسب کیلوگرم و واحد لنگر را بر حسب کیلوگرم متر در نظر می‌گیرد.

شکل ۱-۲ انتخاب واحدها

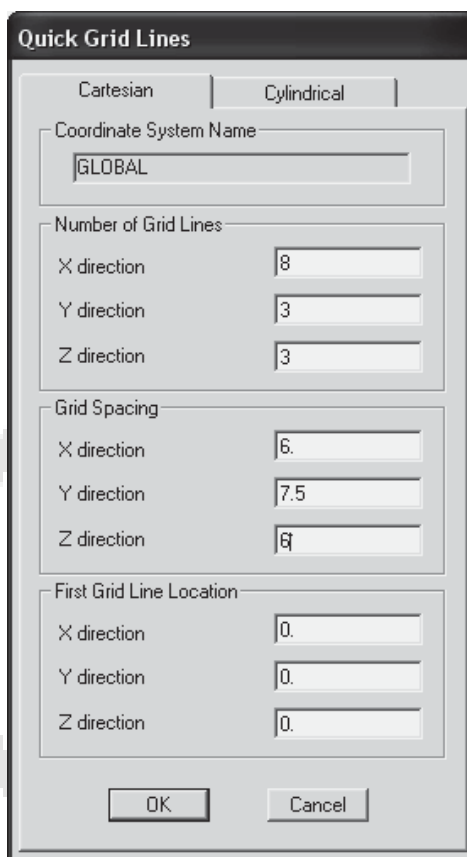
### ۲-۱ معرفی هندسه سازه

برای نمایش ساختار مدل هندسی سازه و به منظور سهولت تعریف، از خطوط کمکی استفاده می‌نماییم این خطوط هم در پلان و هم در ارتفاع ترسیم می‌گردد. با اجرای دستور  File / New model و کلیک بر روی گزینه Grid Only پنجره (شکل ۱-۳) باز می‌شود (واحد در نظر گرفته شده در قسمت Kgf-m.units می‌باشد).



شکل ۱-۳ انتخاب گزینه خطوط کمکی

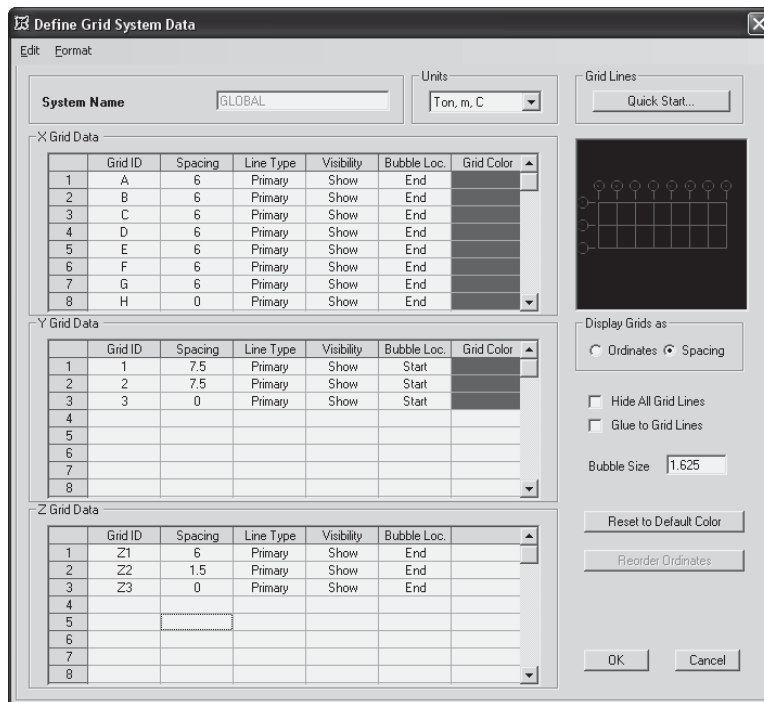




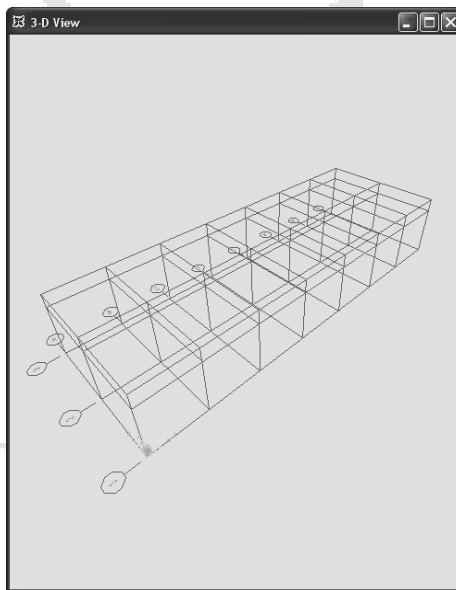
شکل ۱-۴ معرفی تعداد خطوط کمکی

### ۳-۱ ترسیم خطوط کمکی

به ترتیب در ناحیه Number of Grid Lines تعداد خطوط کمکی در جهت X و Y و Z معرفی می‌گردد، (تعداد آکس‌ها در نقشه معماری در هر جهت) در (شکل ۱-۴) تعداد آکس‌ها در جهت  $X=8$  و  $Y=3$  و  $Z=3$  وارد می‌نماییم در آن فاصله آکس‌ها را به ترتیب در جهت X،  $8 \times 600$ ، و در جهت Y،  $750$ ،  $750$ ، وارد نموده و OK می‌نماییم. ارتفاع سوله در راس  $7/5$  متر با شیب  $20$  درصد در کناره‌ها به ارتفاع  $6$  متر می‌باشد که جهت ترسیم بر روی خطوط کمکی کلیک نموده و با انتخاب گزینه Edit Grid Data... در قسمت Z Grid ID مطابق (شکل ۱-۵) به ترتیب در جهت Z،  $600$ ،  $1/50$ ، را وارد می‌نماییم، که نمایش خطوط کمکی را می‌توان در (شکل ۱-۶) مشاهده نمود.



شکل ۱-۵ وارد نمودن فاصله های خطوط کمکی



شکل ۱-۶ نمایش خطوط کمکی سقف

### ۴-۱ تعریف خواص فولاد (Material Property Data)

- از مسیر Define –Material Properties- Add new Material...-STEEL فولاد را تعریف می‌نماییم.
- Isotropic: مصالح همگن
- Orthotropic: مصالح غیرهمگن
- Mass Per unit Volume: جرم در واحد حجم =  $7.98 \text{ E-06 Kg/m}^3$
- Weight Per unit Volume: وزن در واحد حجم =  $7.833 \text{ E-03 Kg/m}^3$
- Modulus of Elasticity: مدول الاستیسیته =  $2100000 \text{ Kg/m}^2$
- Poisson's Ratio: ضریب پواسون = 0.3
- Coefficient of Thermal Expansion: ضریب انبساط حرارتی
- Shear Modulus: مدول برشی
- Minimum Yield Stress, Fy: تنش جاری شدن فولاد =  $2400 \text{ Kg/cm}^2$
- Minimum Tensile Stress, Fu: مقاومت نهایی فولاد =  $3700 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: STEEL

Material Type: Steel

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.833E-03

Mass per Unit Volume: 0

Units: Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2100000

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 807692.3

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 2400

Minimum Tensile Stress, Fu: 3700

Effective Yield Stress, Fye: 2760

Effective Tensile Stress, Fue: 4255

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

شکل ۷-۱ جدول تعریف خواص فولاد