

# تحلیل و طراحی دال ها و پی های بتن آرمه

## SAFE 12

تألیف و ترجمه:  
سید مهدی داودنوبی



[www.elme-omran.com](http://www.elme-omran.com)  
[Info@elme-omran.com](mailto:Info@elme-omran.com)

عضو:



این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه	داودنبی مهدی، ۱۳۵۶
عنوان و پدید آورنده	تحلیل و طراحی دال‌ها و پی‌های بتن آرمه SAFE / تالیف و ترجمه مهدی داودنبی
مشخصات نشر	تهران: علم عمران، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری	دوازده، ۴۸۰ ص، مصور، جدول، نمودار؛ ۱۵×۱۵ س.م.
شابک	۵-۱۵-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸، ۲۸۰۰۰۰ ریال
موضوع	نرم‌افزار سیف، دال‌های بتنی، طرح و ساختمان، داده‌پردازی، پی‌سازی، نقشه‌کشی، برنامه کامپیوتر
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۲ ت ۳۷۴/د ۲۳۸۶
رده‌بندی دیویی	۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۵
شماره کتابخانه ملی	۳۱۱۲۰۰۳



نشر علم عمران

## تحلیل و طراحی دال‌ها و پی‌های بتن آرمه 12 SAFE

تالیف و ترجمه: مهدی داودنبی

چاپ اول	بهار ۱۳۹۲
حروف‌چینی و صفحه‌آرایی	علم عمران
تعداد و قطع صفحات	۴۹۲ صفحه خشتی
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	۲۸۰۰۰۰ ریال
بهای CD آموزشی	۸۰۰۰۰ ریال
شابک	۵-۱۵-۵۱۷۶-۶۰۰-۹۷۸ ISBN 978-600-5176-15-5

نشر علم عمران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، بین انقلاب و روانمهر، پست گشتاسب شماره هفت، واحد ۶، تلفن: ۶۶۴۸۴۵۰۸، دورنگار: ۶۶۴۷۶۷۶۲

حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

بکارگیری نرم افزار SAFE در دفاتر مهندسی و دانشگاه ها در سال های اخیر باعث شد تا لزوم بکارگیری و استفاده از این نرم افزار برای تحلیل و طراحی دالها و پی های بتن آرمه مشخص شود. ویرایش چهارم کتاب راهنمای برنامه SAFE 12 در شرایطی چاپ می شود که ساختار برنامه تغییرات زیادی نسبت به نسخه پیشین آن داشته است و لذا ارائه یک آموزش جامع برای آن لازم می نمود.

این کتاب، یک کتاب آموزشی برای کلیه کاربران برنامه SAFE از مبتدی تا پیشرفته است. امیدواریم آنچه در این کتاب به رشته تحریر در آمده است راه گشای حل برخی از مسائل موجود در زمینه مهندسی خاک و پی باشد. پست الکترونیک نشر علم عمران به آدرس [info@elme-omran.com](mailto:info@elme-omran.com) آماده دریافت نظرها، پیشنهادها و انتقادات شما در مورد نشر علم عمران و محصولات آن است.

نشر علم عمران

## مقدمه نویسنده

نرم افزار SAFE از سری نرم افزارهای مهندسی سازه شرکت CSI است. این نرم افزار به صورت کاملاً تخصصی برای تحلیل و طراحی سیستم های دال و پی و بر اساس آیین نامه های معتبر جهانی است. برنامه SAFE دارای محیط گرافیکی قدرتمند جهت ساخت انواع هندسه دال و پی با انواع شرایط بارگذاری و تکیه گاهی است. همچنین برنامه دارای الگوهای پیش ساخته ای است که کاربر را قادر می سازد با مشخص کردن ابعاد دال و یا پی، هندسه و بارگذاری مورد نظر خود را به سرعت ایجاد کند. از دیگر قابلیت های این برنامه می توان به امکان ایجاد بازشو در هندسه دال و پی، در نظر گرفتن نشست های تکیه گاهی، کتیبه و یا سرستون در دال و... اشاره نمود.

محیط گرافیکی این برنامه و گزینه های مدل سازی آن شباهت زیادی با برنامه های SAP2000 و ETABS داشته و مسلماً مدل سازی در این برنامه برای آن دسته از کاربرانی که با این برنامه ها آشنا هستند به سهولت انجام می شود. لازم به ذکر است که کلیه گزینه های مربوط به بارگذاری، تحلیل و طراحی در برنامه SAFE تخصصی بوده و کاربر باید برای وارد کردن اطلاعات صحیح و بدست آوردن پاسخ های مناسب، در مورد تئوری ها و روش های تحلیل و طراحی سازه های دال و پی، نحوه تحلیل این سازه ها با روش اجزای محدود و چگونگی تفسیر نتایج بدست آمده، اطلاعات کافی داشته باشد.

کتاب دارای هفت فصل مختلف به شرح زیر است:

۱- آشنایی با برنامه

۲- آموزش گام به گام

۳- ویژگی های کلیدی و اصطلاحات فنی

۴- مبانی تئوری

۵- طراحی بتنی بر اساس آیین نامه ACI 318-08

۶- طراحی بتنی بر اساس آیین نامه CSA A23.3-04

۷- مجموعه مثالها در SAFE 12

فصل هفتم شامل یازده مثال مختلف از دالها و پی ها است که در آنها سعی شده کلیه قابلیت های اصلی برنامه از جمله قابلیت های ترسیم نقشه توضیح داده شوند

در انتها لازم است از کلیه کسانی که هر یک به نحوی که در ترجمه و تالیف ویرایش چهارم کتاب قبول زحمت نمودند، از جمله جناب آقای مهندس مجتبی اصل حمدالله نیا تشکر و قدردانی شود.

نویسنده تمام سعی خود را بکار گرفته اند تا مجموعه ای کم نقص تقدیم خوانندگان کنند. با این وجود امکان دارد که علیرغم تصحیحات و

ویرایش‌های مکرر، در برخی از قسمت‌های کتاب نواقصی وجود داشته باشد. لذا نویسنده از نظرها و پیشنهادهای خوانندگان گرامی در بهبود مجموعه حاضر مفید باشد استفاده کرده و آماده دریافت آن از طریق آدرس اینترنتی [info@elme-omran.com](mailto:info@elme-omran.com) هستند.

تهران - بهار ۱۳۹۲

سید مهدی داودنبی

## فصل اول- آشنایی با برنامه

- ۱-۱- تنظیم سیستم واحدها..... ۳
- ۲-۱- شروع مدل سازی..... ۵
- ۱-۲-۱- شروع یک مدل با استفاده از سیستم شبکه پایه..... ۵
- ۲-۲-۱- شروع یک مدل با استفاده از الگوهای موجود..... ۸
- ۳-۲-۱- شروع یک مدل پیش تنیده با استفاده از مدل های الگو..... ۹
- ۴-۲-۱- وارد کردن یک مدل از نرم افزار ETABS..... ۱۱
- ۵-۲-۱- ذخیره کردن یک مدل..... ۱۱
- ۳-۱- تعریف مشخصات مصالح..... ۱۲
- ۱-۳-۱- تغییر مشخصات مصالح موجود..... ۱۲
- ۲-۳-۱- وارد کردن مشخصات مصالح جدید..... ۱۳
- ۴-۱- تعریف مشخصات..... ۱۴
- ۱-۴-۱- وارد کردن مشخصات سازه ای و تکیه گاهی..... ۱۴
- ۵-۱- ترسیم اجسام..... ۱۶
- ۱-۵-۱- ترسیم سطوح و دال ها..... ۱۶
- ۲-۵-۱- ترسیم سطوح/ دال های مستطیلی..... ۱۸
- ۳-۵-۱- ترسیم سریع دال ها/ سطوح..... ۱۹
- ۴-۵-۱- ترسیم سریع سطوح پیرامون نقاط..... ۲۰
- ۵-۵-۱- ترسیم نوارهای طراحی..... ۲۰
- ۶-۵-۱- ترسیم تیرها/ خطوط..... ۲۱
- ۷-۵-۱- ترسیم سریع تیرها/ خطوط..... ۲۲
- ۸-۵-۱- ترسیم کابل ها..... ۲۳
- ۹-۵-۱- ترسیم ستون ها..... ۲۳
- ۱۰-۵-۱- ترسیم دیوارها..... ۲۵
- ۱۱-۵-۱- ترسیم خطوط اندازه گذاری..... ۲۶
- ۱۲-۵-۱- ترسیم آرماتور دال..... ۲۶
- ۶-۱- انتخاب اجسام..... ۲۸
- ۱-۶-۱- انتخاب کردن با استفاده از روش های گرافیکی..... ۲۸
- ۲-۶-۱- انتخاب با استفاده از ویژگی ها..... ۳۰
- ۱-۶-۳- عدم انتخاب..... ۳۱
- ۴-۶-۱- انتخاب معکوس..... ۳۲
- ۵-۶-۱- انتخاب طبق مرحله قبل..... ۳۲
- ۶-۶-۱- لغو انتخاب..... ۳۲
- ۷-۱- اختصاص مشخصات به مدل..... ۳۲
- ۸-۱- بارگذاری مدل..... ۳۵
- ۱-۸-۱- تعریف الگوهای بارگذاری..... ۳۵
- ۱-۸-۱-۱- ضریب وزن اجسام..... ۳۶
- ۱-۸-۱-۲- الگوی بارگذاری زنده خودکار..... ۳۶
- ۲-۸-۱- اختصاص بارها..... ۳۷
- ۳-۸-۱- تعریف منابع جرم..... ۳۸
- ۹-۱- تعریف حالت های بارگذاری..... ۳۹
- ۱-۹-۱- ایجاد/ مرور حالت های بارگذاری..... ۳۹
- ۱۰-۱- مشاهده و ویرایش هندسه مدل..... ۴۱
- ۱۰-۱-۱- تغییر دیدها..... ۴۱
- ۲-۱۰-۱- ابزارهای ویرایش..... ۴۳
- ۱۰-۲-۱- ویرایش محاوره ای بانک داده..... ۴۳
- ۱۱-۱- تحلیل و طراحی..... ۵۰
- ۱-۱۱-۱- گزینه های تنظیم شبکه بندی اجزا محدود..... ۵۰
- ۲-۱۱-۱- روند طراحی..... ۵۱
- ۳-۱۱-۱- اجرای تحلیل و طراحی..... ۵۱
- ۴-۱۱-۱- قفل کردن و باز کردن قفل مدل..... ۵۱
- ۱۲-۱- جزئیات آرماتورگذاری..... ۵۳
- ۱-۱۲-۱- روند ارائه جزئیات..... ۵۳
- ۲-۱۲-۱- پیش فرض ها..... ۵۳
- ۳-۱۲-۱- اجرای گزینه ارائه جزئیات..... ۵۵
- ۴-۱۲-۱- ویرایش نمای اجزا..... ۵۶
- ۵-۱۲-۱- ایجاد و مدیریت صفحات نقشه ها..... ۵۷
- ۱۳-۱- نمایش نتایج..... ۵۸

۹۸	۲-۳-۵-۴- ترسیم تیرها
۹۹	۲-۳-۵-۵- ترسیم بازشوها (اجسام سطحی)
۱۰۰	۲-۳-۶- گام ششم: افزودن نوارهای طراحی
۱۰۳	۲-۳-۷- گام هفتم: تنظیم گزینه‌های نمایش
۱۰۴	۲-۳-۸- گام هشتم: اختصاص بارها
۱۰۷	۲-۳-۹- گام نهم: اجرای تحلیل و طراحی
۱۰۸	۲-۳-۱۰- گام دهم: مرور نتایج تحلیل بصورت گرافیکی
۱۱۰	۲-۳-۱۱- گام یازدهم: نمایش نتایج طراحی
۱۱۴	۲-۳-۱۲- گام دوازدهم: ارائه جزئیات
۱۱۸	۲-۳-۱۳- گام سیزدهم: استخراج گزارش

۵۸	۱-۱۳-۱- نمایش گرافیکی نتایج تحلیل
۶۰	۱-۱۳-۲- نمایش گرافیکی نتایج طراحی
۶۳	۱-۱۳-۳- نمایش نتایج بصورت جدول
۶۴	۱-۱۳-۴- نتایج ارائه جزئیات
۶۵	۱-۱۴-۱- نتایج و گزارش‌های خروجی
۶۵	۱-۱۴-۱- گزارش خلاصه
۶۶	۱-۱۴-۲- چاپ تصاویر گرافیکی و جداول
۶۷	۱-۱۴-۳- استخراج نتایج
۶۷	۱-۱۴-۴- چاپ و استخراج نقشه‌ها

## فصل دوم- آموزش گام به گام

۱۲۳	۱-۳- مقدمه
۱۲۳	۲-۳- تاریخچه و مزیت‌های SAFE
۱۲۴	۳-۳- آنچه که SAFE می‌تواند انجام دهد
۱۲۵	۳-۴- یک روش منسجم
۱۲۶	۳-۵- ویژگی‌های مدل‌سازی
۱۲۶	۳-۶- ویژگی‌های تحلیل
۱۲۷	۳-۷- ویژگی‌های طراحی
۱۲۸	۳-۸- ویژگی‌های ارائه جزئیات
۱۲۸	۳-۹- یک روش مبتنی بر درک مستقیم
۱۲۹	۳-۱۰- مراحل کار
۱۳۰	۳-۱۱- سیستم SAFE
۱۳۰	۳-۱۱-۱- اصطلاحات مدل‌سازی فیزیکی
۱۳۱	۳-۱۱-۲- اجسام سازه‌ای
۱۳۱	۳-۱۱-۳- مشخصات
۱۳۲	۳-۱۱-۴- الگوی بارگذاری
۱۳۲	۳-۱۱-۴-۱- بارهای عمودی
۱۳۳	۳-۱۱-۴-۲- چیدمان (آرایش) بار زنده

۷۱	۲-۱- مقدمه
۷۱	۲-۲- پروژه
۷۲	۲-۳- ایجاد مدل با استفاده از SAFE
۷۳	۲-۱-۳- گام اول: شروع یک مدل جدید
۷۳	۲-۱-۳-۱- تعریف شبکه
۷۷	۲-۱-۳-۲- ذخیره مدل
۷۸	۲-۳-۲- گام دوم: تعریف مشخصات
۷۹	۲-۲-۳-۱- تعریف مشخصات مصالح
۸۱	۲-۲-۳-۲- تعریف مشخصات دال و کتیبه
۸۳	۲-۲-۳-۳- تعریف مشخصات تیر
۸۵	۲-۲-۳-۴- تعریف مشخصات ستون
۸۶	۲-۲-۳-۵- تعریف مشخصات دیوار
۸۷	۲-۳-۳- گام سوم: تعریف الگوهای بارگذاری استاتیکی
۸۸	۲-۳-۵- گام چهارم: تعریف حالت‌های بارگذاری
۹۰	۲-۵-۳- گام پنجم: ترسیم اجسام
۹۰	۲-۵-۳-۱- ترسیم دال‌ها
۹۳	۲-۵-۳-۲- ترسیم ستون‌ها
۹۵	۲-۵-۳-۳- ترسیم دیوارها

۱۴۵.....تحلیل هایپراستاتیک.....۳-۱۳-۸	۱۳۳.....بارهای جانبی.....۳-۱۱-۴
۱۴۵.....اطلاعات تکمیلی.....۳-۱۳-۹	۱۳۴.....بارهای دینامیکی.....۳-۱۱-۴
۱۴۵.....ویژگی های طراحی SAFE.....۳-۱۴-۱	۱۳۴.....بارهای حرارتی.....۳-۱۱-۵
۱۴۵.....مروری بر پروسه طراحی.....۳-۱۴-۱	۱۳۴.....حالت های بارگذاری.....۳-۱۱-۵
۱۴۶.....طراحی خمشی دال.....۳-۱۴-۲	۱۳۵.....ترکیبات بارگذاری.....۳-۱۱-۶
۱۴۶.....نوارهای طراحی.....۳-۱۴-۲-۱	۱۳۵.....روش های طراحی.....۳-۱۱-۷
۱۴۶.....تجميع لنگرها - Wood - Armer.....۳-۱۴-۲-۲	۱۳۶.....روش های ارائه جزئیات.....۳-۱۱-۸
۱۴۷.....آرماتورگذاری مورد نیاز - براساس روش.....۳-۱۴-۲-۳	۱۳۶.....اطلاعات تکمیلی.....۳-۱۱-۹
۱۴۸.....آرماتورگذاری مورد نیاز براساس روش.....۳-۱۴-۲-۴	۱۳۶.....ویژگی های مدل سازی SAFE.....۳-۱۲-۱۲
۱۴۸.....اجسام آرماتور دال.....۳-۱۴-۲-۵	۱۳۶.....مرور کلی بر پروسه مدل سازی.....۳-۱۲-۱
۱۴۸.....کنترل برش سوراخ کننده دال.....۳-۱۴-۳	۱۳۷.....انواع دال.....۳-۱۲-۲
۱۵۰.....طراحی خمشی، برشی و پیچشی تیر.....۳-۱۴-۴	۱۳۷.....دال های دوطرفه.....۳-۱۲-۲-۱
۱۵۱.....خروجی نتایج.....۳-۱۴-۵	۱۳۸.....دال های تخت.....۳-۱۲-۲-۲
۱۵۲.....اطلاعات تکمیلی.....۳-۱۴-۶	۱۳۸.....دال های دارای تیرچه.....۳-۱۲-۲-۳
۱۵۲.....ویژگی های ارائه جزئیات توسط SAFE.....۳-۱۵-۱۵	۱۳۸.....دال های محوف.....۳-۱۲-۲-۴
۱۵۲.....مرور کلی بر پروسه ارائه جزئیات.....۳-۱۵-۱	۱۳۹.....فونداسیونها و پی های گسترده.....۳-۱۲-۳
۱۵۳.....پیش فرض های ارائه جزئیات.....۳-۱۵-۲	۱۳۹.....دال های دارای ناپیوستگی.....۳-۱۲-۴
۱۵۳.....نقشه نماهای اجزا.....۳-۱۵-۳	۱۳۹.....انواع تیرها.....۳-۱۲-۵
۱۵۴.....مشخصات نماها.....۳-۱۵-۱	۱۴۰.....پیش تنیدگی.....۳-۱۲-۶
۱۵۴.....متون نما.....۳-۱۵-۲	۱۴۰.....مدل های استخراج شده از ETABS.....۳-۱۲-۷
۱۵۴.....صفحات نقشه ها.....۳-۱۵-۴	۱۴۱.....اطلاعات تکمیلی.....۳-۱۲-۸
۱۵۵.....ویرایش آرماتورگذاری.....۳-۱۵-۵	۱۴۱.....ویژگی های تحلیل SAFE.....۳-۱۳-۱۳
۱۵۵.....مطابقت.....۳-۱۵-۶	۱۴۱.....مروری بر پروسه تحلیل.....۳-۱۳-۱
۱۵۶.....اطلاعات تکمیلی.....۳-۱۵-۷	۱۴۲.....مدل تحلیل.....۳-۱۳-۲
۱۵۶.....صفحه نمایش SAFE.....۳-۱۶-۱۶	۱۴۳.....تحلیل استاتیکی خطی.....۳-۱۳-۳
۱۵۶.....محیط گرافیکی.....۳-۱۶-۱	۱۴۳.....تحلیل غیرخطی برای برکنش.....۳-۱۳-۴
۱۵۸.....منوی File.....۳-۱۶-۲	۱۴۴.....تحلیل غیرخطی برای ترک خوردگی.....۳-۱۳-۵
۱۵۹.....منوی Edit.....۳-۱۶-۳	۱۴۵.....تحلیل غیرخطی برای ترک خوردگی بلندمدت.....۳-۱۳-۶
۱۶۰.....منوی View.....۳-۱۶-۴	۱۴۵.....تحلیل مودال.....۳-۱۳-۷



۱۸۳	۸-۱-۴- بررسی کفایت ضخامت انتخاب شده برای
۱۸۵	۹-۱-۴- محاسبه آرماتور دال
۱۸۵	۱۰-۱-۴- طراحی تیرهای لبه‌ای
۱۸۶	۲-۴- تحلیل دال دو طرفه تیردار- روش طرح مستقیم
۱۸۶	۱-۲-۴- بررسی امکان استفاده از روش طرح مستقیم
۱۸۷	۲-۲-۴- انتخاب ضخامت دال
۱۸۸	۳-۲-۴- تعریف نوارهای طراحی
۱۸۸	۴-۲-۴- محاسبه لنگر استاتیک کل
۱۸۸	۵-۲-۴- توزیع لنگر استاتیک کل بدست آمده در
۱۸۹	۶-۲-۴- توزیع لنگرهای بدست آمده بین نوارهای
۱۹۰	۷-۲-۴- تکرار مراحل ۴ تا ۶ برای کلیه نوارهای طراحی
۱۹۰	۸-۲-۴- طراحی تیرها
۱۹۰	۹-۲-۴- محاسبه آرماتور دال
۱۹۰	۳-۴- طراحی پی
۱۹۱	۱-۳-۴- روند گام به گام تحلیل و طراحی پی
۱۹۲	۱-۳-۴- محاسبه ظرفیت باربری خاک
۱۹۳	۲-۳-۴- تعیین ابعاد اولیه پی
۱۹۵	۳-۳-۴- تعیین ضریب عکس‌العمل بستر به
۲۰۰	۴-۳-۴- مدل‌سازی و انجام تحلیل نیروی بالا بر
۲۰۱	۵-۳-۴- بررسی ظرفیت برشی پی
۲۰۲	۶-۳-۴- بررسی توزیع فشار در خاک زیر پی
۲۰۲	۷-۳-۴- بررسی مقدار نشست
۲۰۲	۸-۳-۴- طراحی
۲۰۳	۱-۳-۴- مهار میلگردها و سیم‌های
۲۰۴	۲-۳-۴- مهار آرماتورها و سیم‌های
۲۰۵	۴-۴- مدل‌سازی شمع در برنامه SAFE
۲۰۸	۵-۴- ترسیم نوارهای طراحی

۱۶۰	۵-۱۶-۳- Define منوی
۱۶۱	۶-۱۶-۳- Draw منوی
۱۶۲	۷-۱۶-۳- Select منوی
۱۶۲	۸-۱۶-۳- Assign منوی
۱۶۳	۹-۱۶-۳- Design منوی
۱۶۳	۱۰-۱۶-۳- Run منوی
۱۶۴	۱۱-۱۶-۳- Display منوی
۱۶۵	۱۲-۱۶-۳- Detailing منوی
۱۶۵	۱۳-۱۶-۳- Options منوی
۱۶۵	۱۴-۱۶-۳- Help منوی
۱۶۵	۱۵-۱۶-۳- اطلاعات تکمیلی
۱۶۶	۱۷-۳- موضوعات کلیدی
۱۶۶	۱-۱۷-۳- حالت‌های انتخاب یا ترسیم
۱۶۷	۲-۱۷-۳- مدل‌های الگو و پیش‌فرض‌ها
۱۶۷	۳-۱۷-۳- سیستم‌های مختصات و خطوط شبکه
۱۶۸	۴-۱۷-۳- هم‌پوشانی اجسام سطحی
۱۶۹	۵-۱۷-۳- میانبرهای صفحه کلید
۱۷۰	۶-۱۷-۳- گزینه‌های ذخیره‌سازی زمان
۱۷۰	۷-۱۷-۳- اطلاعات تکمیلی

## فصل چهارم- مبانی تنوری

۱۷۳	۱-۴- تحلیل دال دو طرفه بدون تیر- روش طرح مستقیم
۱۷۶	۱-۱-۴- بررسی امکان استفاده از روش طرح مستقیم
۱۷۸	۲-۱-۴- انتخاب ضخامت دال
۱۷۹	۳-۱-۴- تعریف نوارهای طراحی
۱۸۰	۴-۱-۴- محاسبه لنگر استاتیک کل
۱۸۰	۵-۱-۴- توزیع لنگر استاتیک کل بدست آمده در امتداد
۱۸۱	۶-۱-۴- توزیع لنگرهای بدست آمده بین نوارهای
۱۸۳	۷-۱-۴- تکرار مراحل ۴ تا ۶ برای کلیه نوارهای طراحی

۲۳۴	۵-۶-۵- محاسبه آرماتور برش منگنه‌ای.....
۲۳۴	۵-۶-۵-۱- محاسبه ظرفیت برشی بتن.....
۲۳۴	۵-۶-۵-۲- محاسبه آرماتور برشی مورد نیاز.....
۲۳۵	۵-۶-۵-۳- محاسبه آرایش آرماتور.....
۲۳۵	۵-۶-۵-۴- محاسبه قطر آرماتور، ارتفاع و فواصل.....

#### فصل ششم- طراحی بتنی بر اساس آیین‌نامه CSA A23.3-04

۲۳۹	۶-۱- مرور کلی.....
۲۴۲	۶-۲- ترکیب‌های بارگذاری طراحی.....
۲۴۲	۶-۳- محدودیت مقاومت مصالح.....
۲۴۲	۶-۴- ضرایب کاهش مقاومت.....
۲۴۳	۶-۵- طراحی تیر.....
۲۴۳	۶-۵-۱- طراحی آرماتورهای خمشی.....
۲۴۳	۶-۵-۱-۱- محاسبه لنگرهای خمشی ضریب‌دار.....
۲۴۴	۶-۵-۱-۲- محاسبه آرماتور خمشی.....
۲۴۵	۶-۵-۱-۲-۱- طراحی مقاطع مستطیلی.....
۲۴۶	۶-۵-۱-۲-۲- طراحی مقاطع T شکل.....
۲۴۹	۶-۵-۱-۳- حداقل و حداکثر مقدار آرماتورهای کششی.....
۲۵۰	۶-۵-۲- طراحی آرماتورهای برشی.....
۲۵۰	۶-۵-۲-۱- محاسبه نیروی برشی ضریب‌دار.....
۲۵۰	۶-۵-۲-۲- محاسبه ظرفیت برشی بتن.....
۲۵۱	۶-۵-۲-۳- محاسبه آرماتور برشی مورد نیاز.....
۲۵۱	۶-۵-۳- طراحی آرماتورهای پیچشی تیرها.....
۲۵۲	۶-۵-۳-۱- تعیین پیچش ضریب‌دار.....
۲۵۲	۶-۵-۳-۲- تعیین مشخصات خاص مقطع.....
۲۵۳	۶-۵-۳-۳- محاسبه ظرفیت بحرانی پیچشی.....
۲۵۴	۶-۵-۳-۴- تعیین مقدار آرماتور پیچشی مورد نیاز.....
۲۵۴	۶-۶- طراحی دال.....
۲۵۴	۶-۶-۱- طراحی خمشی.....

۲۱۳	۵-۱- مرور کلی.....
۲۱۵	۵-۲- ترکیب‌های بارگذاری طراحی.....
۲۱۶	۵-۳- ضرایب کاهش مقاومت و محدودیت مقاومت فشاری.....
۲۱۶	۵-۴- طراحی تیر.....
۲۱۷	۵-۴-۱- طراحی آرماتورهای خمشی.....
۲۱۷	۵-۴-۱-۱- محاسبه لنگرهای خمشی ضریب‌دار.....
۲۱۷	۵-۴-۱-۲- محاسبه آرماتور خمشی.....
۲۱۹	۵-۴-۱-۲-۱- طراحی مقطع مستطیلی.....
۲۲۰	۵-۴-۱-۲-۲- طراحی مقاطع T شکل.....
۲۲۴	۳-۱-۳- حداقل و حداکثر مقدار آرماتورهای کششی.....
۲۲۴	۵-۴-۲- طراحی آرماتورهای برشی.....
۲۲۴	۵-۴-۲-۱- محاسبه نیروی برشی ضریب‌دار.....
۲۲۵	۵-۴-۲-۲- محاسبه ظرفیت برشی بتن.....
۲۲۵	۵-۴-۲-۳- محاسبه آرماتور برشی مورد نیاز.....
۲۲۶	۵-۴-۳- طراحی آرماتور پیچشی.....
۲۲۶	۵-۴-۳-۱- محاسبه لنگر پیچشی ضریب‌دار.....
۲۲۶	۵-۴-۳-۲- محاسبه مشخصات خاص مقطع.....
۲۲۸	۵-۴-۳-۳- محاسبه ظرفیت پیچشی بحرانی.....
۲۲۸	۵-۴-۳-۴- محاسبه آرماتور پیچشی.....
۲۳۰	۵-۵- طراحی دال.....
۲۳۰	۵-۵-۱- طراحی خمشی.....
۲۳۰	۵-۵-۱-۱- محاسبه لنگرهای ضریب‌دار برای نوار طراحی.....
۲۳۱	۵-۵-۱-۲- طراحی آرماتورهای خمشی نوارهای طراحی.....
۲۳۱	۵-۵-۲- حداقل و حداکثر آرماتورگذاری در دال.....
۲۳۱	۶-۷- کنترل برش منگنه‌ای.....
۲۳۱	۵-۶-۱- مقطع بحرانی برای برش منگنه‌ای.....
۲۳۲	۵-۶-۲- انتقال لنگر متعادل نشده.....
۲۳۳	۵-۶-۳- محاسبه ظرفیت بتن.....
۲۳۴	۵-۶-۴- محاسبه نسبت ظرفیت.....

۶-۱-۱-	محاسبه لنگرهای ضریب دار برای نوار طراحی	۲۵۵
۶-۱-۲-	طراحی آرماتورهای خمشی نوارهای طراحی	۲۵۵
۶-۲-	حداقل و حداکثر آرماتورگذاری در دال	۲۵۵
۶-۷-	کنترل برش منگنه‌ای	۲۵۶
۶-۷-۱-	مقطع بحرانی برای برش منگنه‌ای	۲۵۶
۶-۷-۲-	انتقال لنگر متعادل نشده	۲۵۶
۶-۷-۳-	محاسبه ظرفیت بتن	۲۵۷
۶-۷-۴-	محاسبه نسبت ظرفیت	۲۵۷
۶-۷-۵-	طراحی آرماتورهای برش منگنه‌ای	۲۵۸
۶-۷-۵-۱-	تعیین ظرفیت برشی بتن	۲۵۸
۶-۷-۵-۲-	تعیین آرماتور برشی مورد نیاز	۲۵۸
۶-۷-۵-۳-	تعیین چیدمان آرماتورگذاری	۲۵۸
۶-۷-۵-۴-	تعیین قطر، ارتفاع و فواصل آرماتورها	۲۵۹

#### فصل هفتم - مجموعه مثالها در SAFE 12

۷-۱-	مقدمه	۲۶۳
۷-۲-	فهرست موضوعی مثال‌های ۱ تا ۱۱	۲۶۴
مثال ۱-	تحلیل و طراحی پی تکی	۲۶۵
مثال ۲-	تحلیل و طراحی پی نواری	۲۷۷
مثال ۳-	تحلیل و طراحی پی مرکب	۲۸۳
مثال ۴-	تحلیل و طراحی پی گسترده	۲۹۰
مثال ۵-	طراحی خمشی و برشی تیر T شکل	۳۱۶
مثال ۶-	تحلیل دال دوطرفه بدون تیر	۳۳۰
مثال ۷-	تحلیل دال دوطرفه با تیر	۳۷۴
مثال ۸-	تحلیل و طراحی دال تخت	۴۰۱
مثال ۹-	تحلیل، طراحی و ترسیم نقشه جزئیات پی نواری	۴۱۶
مثال ۱۰-	تحلیل، طراحی و ترسیم نقشه جزئیات دال	۴۳۸
مثال ۱۱-	تحلیل، طراحی دال تخت و محاسبه برش منگنه‌ای	۴۶۵

مراجع	۴۸۰
-------	-----



# فصل اول : آشنایی با برنامه



## فصل اول

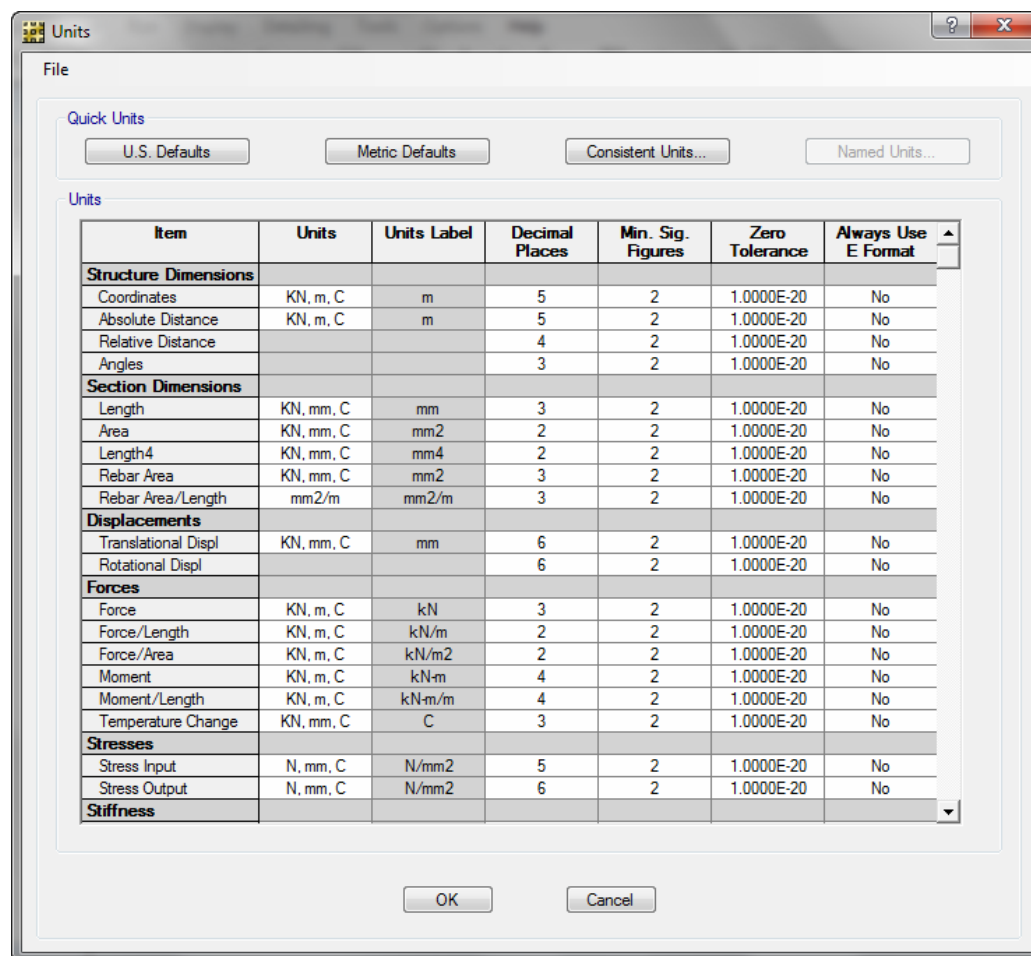
### آشنایی با برنامه

#### ۱-۱ - تنظیم سیستم واحدها

این بخش به چگونگی تنظیم سیستم آحاد در بانک اطلاعاتی می‌پردازد. سیستم واحدها برای یک مدل جدید، توسط کلیک کردن روی دکمه Modify/Show در حالت ایجاد یک مدل جدید یا اجرای دستور Options > Units یا کلیک کردن بر روی دکمه Units در گوشه سمت راست پایین پنجره SAFE برای یک مدل موجود قابل تنظیم است. هر کدام از این عملیات، سیستم‌های مختلف واحدها را مطابق شکل ۱-۱ نمایش خواهد داد. این جعبه، جهت تنظیم واحدها برای تمام مقادیر ورودی‌ها، خروجی‌ها و نمایش اشکال مورد استفاده است.

در جعبه سیستم واحدها، دکمه‌های انتخاب سریع واحد، بطور سریع تمام واحدها را به سیستم پیش‌فرض آمریکایی، متریک یا سایر مقادیر همسان تنظیم می‌نماید. سیستم واحدها برای هر مورد خاص توسط کلیک کردن روی جعبه ویرایش مربوطه و انتخاب سیستم واحد از فهرست کرکره‌ای نیز قابل تغییر خواهد بود.

واحدهای انتخاب شده برای یک مورد خاص در فهرست واحدها در کنار جعبه ویرایش آن مورد به هنگام ورود داده‌ها نمایش داده می‌شود. در هنگام ورود داده‌ها، برای استفاده از سایر واحدها به غیر از واحدهای انتخاب شده در فهرست اولیه، واحد مورد نظر را در جعبه ویرایش وارد نمایید. بعنوان مثال، فرض کنید واحد طول برای ابعاد مقطع در جعبه واحدها inch انتخاب شده است ولی در هنگام تعریف ضخامت دال فونداسیون گسترده، شما به استفاده از واحد feet تمایل دارید. برای انجام این کار، تنها کافی است عبارت 3 ft را در جعبه ویرایش تایپ کنید. برنامه بطور خودکار این مقدار را به 36 inches تبدیل خواهد نمود.



شکل ۱-۱- فهرست انتخابی سیستم واحدها

واحدهای انتخاب شده برای نمایش موارد در جعبه واحدها، در نوار عنوان پنجره نمایش و در کنار مقادیر، نشان داده خواهد شد. برای تغییر دادن واحدها از دستور Units > Options یا کلیک کردن بر روی دکمه Units جهت دسترسی به جعبه واحدها استفاده نموده و واحد مورد نظر را برای نمایش مقادیر انتخاب نمایید. پنجره نمایش پس از بسته شدن جعبه واحدها به هنگام خواهد شد.

با وجود اینکه هر کدام از واحدها در هنگام کار با مدل قابل استفاده هستند، بعنوان مثال واحد inch برای مقاطع تیر و واحد feet برای چیدمان خطوط شبکه، ولی انتخاب سیستم واحد مناسب قبل از شروع ساخت مدل، برای کاهش امکان بروز خطای تصحیح مقادیر از اهمیت



خاصی برخوردار است. بعبارت دیگر اگر پروژه بصورت اولیه تحت سیستم واحدهای آمریکایی تکمیل شده است، واحدهای پیش‌فرض آمریکایی بایستی بعنوان سیستم واحد اولیه انتخاب شوند. در چنین موردی، واحدهای پیش‌فرض متریک نمی‌توانند بعنوان یک انتخاب درست برای واحدها مطرح باشند، چون به هنگام ذخیره، مدل همواره نیازمند تبدیل واحد خواهد بود که می‌تواند منجر به تغییرات عددی شود.


## ۱-۲- شروع مدل‌سازی

این بخش به توصیف چگونگی ایجاد یک مدل در محیط SAFE با استفاده از موارد زیر می‌پردازد.

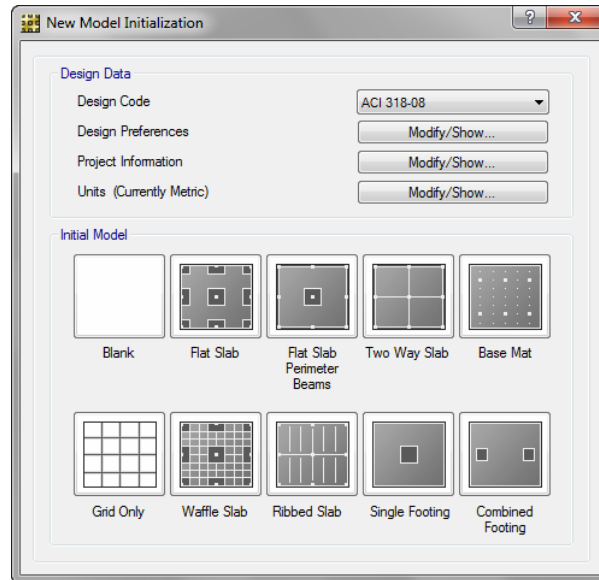
- یک سیستم شبکه پایه
- یکی از نمونه‌های ساخته شده
- یک مدل استخراج شده از ETABS

این سه گزینه قابلیت انعطاف‌پذیری وسیعی در انتخاب مناسبترین روش برای هر پروژه فراهم می‌سازد. همانگونه که نرم‌افزار مدل‌سازی اطلاعات ساختمانی (BIM) بیشتر برای ایجاد مدل‌های سازه‌ای متمرکز شده‌است، استخراج یک دال از نرم‌افزار سازگار BIM، مانند ETABS مزیت زیادی خواهد داشت. بارگذاری و تغییر مشخصات می‌تواند روی هر مدل دال بدون توجه به روش ایجاد آن قابل اعمال باشد.

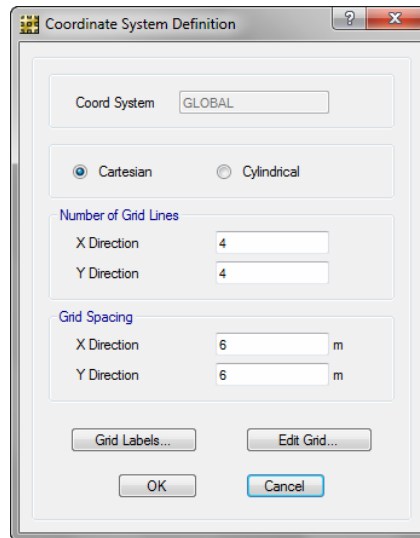
## ۱-۲-۱- شروع یک مدل با استفاده از سیستم شبکه پایه

ایجاد یک سیستم شبکه را با اجرای دستور File > New Model یا کلیک کردن بر روی دکمه  New Model آغاز نمایید. جعبه نشان داده شده در شکل ۱-۲ ظاهر خواهد شد.

جعبه شروع ایجاد مدل جدید (New Model Initialization) شامل یک دکمه شبکه ترسیم (Grid Only)، پنج مدل پیش‌تعریف شده دال و سه مدل از پیش‌تعریف شده پی به همراه یک گزینه برای شروع یک مدل با یک صفحه خالی (Blank) است. برای شروع یک مدل با استفاده از سیستم شبکه خالی، سیستم واحد دلخواه خود را با کلیک کردن روی دکمه Modify/Show مقابل Units در جعبه ایجاد مدل تنظیم نموده و سپس بر روی دکمه Grid only کلیک کنید. جعبه تعریف سیستم مختصات نشان داده شده در شکل ۱-۳ ظاهر خواهد شد. جعبه تعریف سیستم مختصات برای تعیین تعداد خطوط افقی شبکه و فاصله بین آن‌ها بکار می‌رود. برای دستیابی به یک شبکه یکنواخت، تنها کافیست تعداد خطوط شبکه در جهت‌های x و y و فواصل بین این خطوط را مشخص نمایید. به یاد داشته باشید که فواصل خطوط در جهت‌های x و y می‌توانند متفاوت باشند. این گزینه یک سیستم شبکه را تنها برای سیستم مختصات کلی تعریف می‌کند. ایجاد تغییرات در نامگذاری و فواصل خطوط شبکه به ترتیب با کلیک کردن روی دکمه‌های Grid Lables و Edit Grid امکان‌پذیر است. برای پذیرش داده‌های وارد شده در داخل جعبه، بر روی دکمه OK و برای لغو آن بر روی دکمه Cancel کلیک کنید.

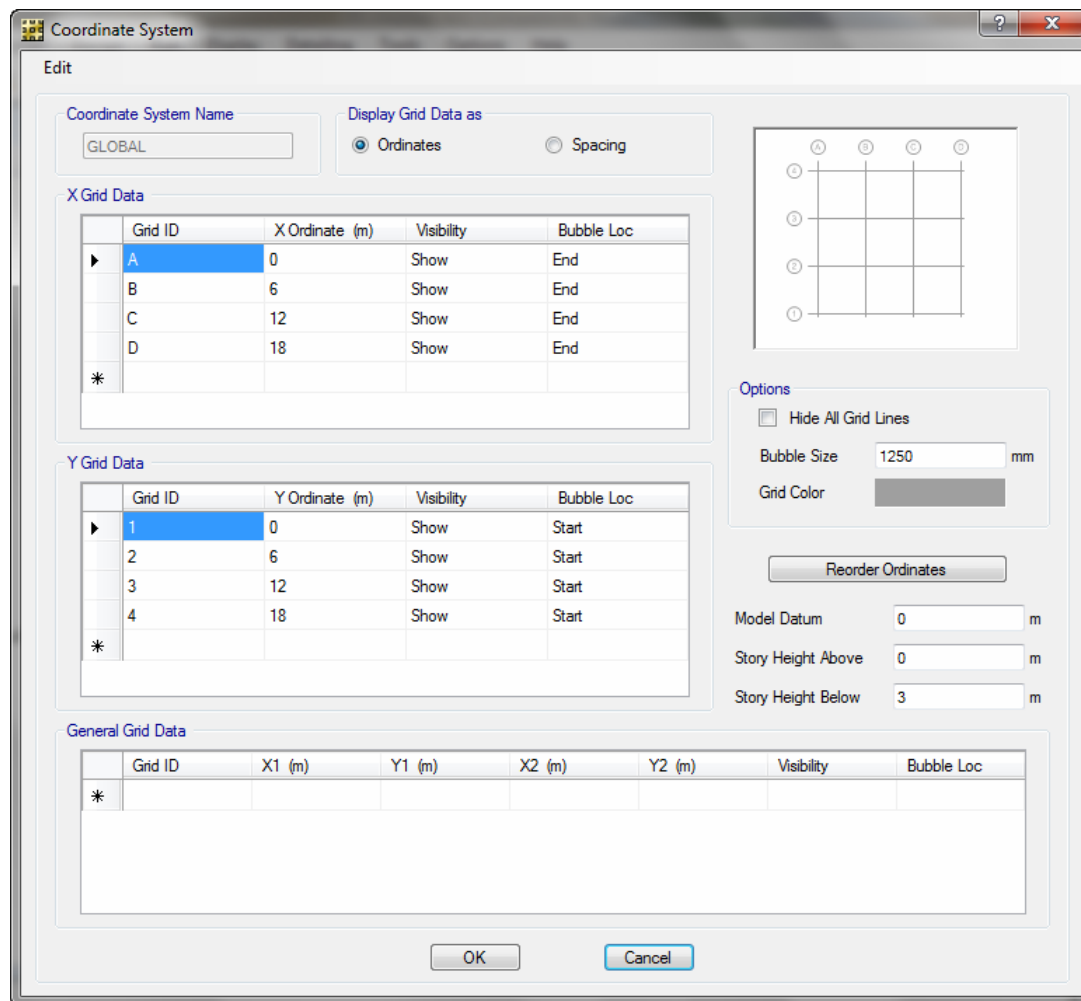


شکل ۱-۲- جعبه شروع ایجاد مدل جدید



شکل ۱-۳- جعبه تعریف سیستم مختصات

برای تغییر دادن فواصل و نامگذاری خطوط شبکه پس از ایجاد آن‌ها، دستور Define > Coordinate Systems را اجرا کنید. با این کار جعبه سیستم‌های مختصات ظاهر خواهد شد. با انتخاب شبکه مورد نظر برای ویرایش، روی دکمه Modify/Show System جهت نمایش جعبه سیستم مختصات نشان داده شده در شکل ۱-۴ کلیک کنید.



شکل ۱-۴- تغییر نامگذاری و فواصل خطوط شبکه با استفاده از جعبه سیستم مختصات

در این جعبه گزینه‌هایی برای تغییر نامگذاری و فواصل هر یک از خطوط شبکه در جهت‌های x و y تعیبه شده است. جعبه مذکور

همچنین دارای گزینه‌هایی مربوط به چگونگی نمایش خطوط شبکه، شامل یک گزینه برای غیرقابل دید نمودن خطوط شبکه است. یک سطح تراز مرجع نیز باید مشخص شود که در تحلیل طبقات چندگانه از یک ساختمان کاربرد خواهد داشت.

تعریف یک سیستم شبکه به دلایل زیر از اهمیت ویژه برخوردار است:

- متصل نمودن اجسام به خطوط شبکه هنگام ترسیم در مدل، بنابراین خطوط شبکه باید بطور دقیق تعریف شوند تا تعیین محل اجسام بطور مناسب تکمیل گردد.
- شبکه بندی اجزای محدود اجسام در محل تقاطع آنها با خطوط شبکه
- امکان نامگذاری خطوط شبکه در مدل تحت عناوین مشابه آنچه که در پلان‌های ساختمانی بکار رفته است، وجود دارد که در تشخیص آسانتر محل‌های معین در مدل قابل استفاده است.

#### ۱-۲-۲- شروع یک مدل با استفاده از الگوهای موجود

نرم‌افزار SAFE گزینه‌ای برای شروع یک مدل توسط الگوهای موجود دارد. مدلسازی با استفاده از الگوهای موجود را مطابق با روش مورد استفاده برای شروع یک مدل تنها با استفاده از یک شبکه، با اجرای دستور File > New Model شروع نمایید. جعبه ایجاد مدل جدید مطابق شکل ۱-۲ دوباره ظاهر خواهد شد.

مدل‌های الگو، یک روش سریع و آسان برای شروع یک مدل فراهم می‌سازند. آن‌ها بصورت خودکار اجسام سازه‌ای را با مشخصات مناسب به یک مدل اضافه می‌کنند. توصیه می‌شود در مواقع ممکن از مدل‌های الگو برای شروع مدل خودتان استفاده نمایید. هر کدام از مدل‌های الگو را با کلیک کردن روی دکمه مربوطه انتخاب کنید. هنگامی که روی دکمه یک الگو کلیک می‌شود، یک جعبه برای آن الگو ظاهر خواهد شد. از این جعبه برای تعریف داده‌های مختلف برای مدل الگو، از جمله ابعاد پلان، فواصل، ضخامت دال یا پی گسترده، بارگذاری و ابعاد ستون استفاده نمایید.

هنگام استفاده از مدل‌های الگو، تیرها و تیرچه‌ها با عمقی برابر با اندازه بالای دال تا پایین تیر یا تیرچه در نظر گرفته می‌شوند. تیرها بعنوان اجسام خطی مدلسازی می‌شوند در حالی که تیرچه‌ها با مشخصات معادل دال مدلسازی می‌شوند.

پس از تعیین داده‌ها برای یک مدل الگو، مدل در پنجره نمایش ظاهر خواهد شد. حالت نمایش پیش فرض، همانگونه که در شکل ۱-۵ نشان داده شده است، "دید پلان" خواهد بود.