

بکارگیری نرم‌افزار SAFE در دفاتر مهندسی و دانشگاه‌ها در سال‌های اخیر باعث شد تا لزوم بکارگیری و استفاده از یک نرم‌افزار مناسب برای تحلیل و طراحی دالها و پی‌های بتن‌آرمه مشخص شود. ویرایش سوم کتاب راهنمای برنامه SAFE در شرایطی چاپ می‌شود که نکات جدیدی برای کاربرد مناسب‌تر این نرم‌افزار توضیح داده شود تا در نهایت منجر به بهبود وضعیت در زمینه محاسبات ساختمان و تهیه نقشه‌های اجرایی شود.

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 راه‌گشای حل برخی از مسائل موجود در زمینه مهندسی خاک و پی باشد. پست الکترونیک نشر علم عمران info@elme-omran.com آماده دریافت نظرها، پیشنهادهای و انتقادات شما در مورد نشر علم عمران و محصولات آن است.

نشر علم عمران

نشر کتاب دانشگاهی

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 حاضر بر اساس موارد مطرح شده در آن به دو بخش کلی تقسیم بندی می شود:

- بخش اول شامل بیان روش های تئوری تحلیل و طراحی دالها و پی ها است. این روشها و مبانی تئوری، در قالب الگوریتم های تحلیل و طراحی همراه با مثال های کاربردی که نشان دهنده نحوه استفاده از این الگوریتم ها است، ارائه شده اند. همچنین در مورد مبانی تئوری خمش الاستیک ورق های نازک، مبانی تئوری خمش تیرها، نحوه مدل سازی شمع در برنامه و انواع سیستم های باربر سقف و نحوه انتخاب آنها نیز مطالبی به اختصار بیان شده است.
- بخش دوم شامل نحوه تحلیل و طراحی انواع سیستم های دال و پی در برنامه SAFE است. در این قسمت سعی شده تا در حد امکان با انتخاب مسائل گوناگون بتوان قابلیت های مختلف مدل سازی و نکات مهم و تخصصی مربوط به مدل سازی و تحلیل انواع سیستم های دال و پی بیان را بیان کرد.

این کتاب دارای قسمت های مختلفی بوده و هر قسمت از کتاب نیز دارای فصول جداگانه ای است. برای قسمت بندی و تنظیم فصول کتاب سعی شده که بین فصول آن ارتباطی منطقی وجود داشته باشد. قسمت های مختلف کتاب به ترتیب زیر هستند:

- قسمت اول: آشنایی با برنامه SAFE
- قسمت دوم: مبانی تئوری برنامه SAFE
- قسمت سوم: ساختار محیط گرافیکی برنامه SAFE
- قسمت چهارم: مجموعه مثال های برنامه SAFE

در قسمت آشنایی با محیط گرافیکی برنامه SAFE، مفاهیم اصلی مربوط به ساختار محیط گرافیکی برنامه و آشنایی با قسمت‌های مختلف آن همراه با ذکر یک مثال کاربردی تشریح شده است. ارائه این مثال در واقع تصویری از یک آموزش گام به گام است که طی آن کاربر با قسمت‌های مختلف برنامه، منوها، عملکرد جعبه‌های ابزار و... آشنا شده و در انتهای آن موفق به ایجاد و تحلیل یک مدل سازه‌ای می‌شود. پس از آشنایی کلی با محیط گرافیکی برنامه، شناخت قسمت‌های مختلف آن و انجام یک مثال کاربردی لازم است تا کاربر بتواند با مبانی تئوری و فنی برنامه آشنا شود. بنابراین قسمت دوم کتاب، به شرح مبانی تئوری برنامه SAFE اختصاص داده شده است. این قسمت از کتاب دارای پنج فصل مختلف به شرح زیر است:

۱- مبانی تئوری

۲- خروجی‌های برنامه SAFE

۳- طراحی بتنی بر اساس آیین‌نامه ACI 318-05

۴- طراحی بتنی بر اساس آیین‌نامه CSA A23.3-94

۵- نحوه محاسبه برش منگنه‌ای در برنامه SAFE

برای آشنایی بیشتر با برخی از مفاهیم پایه‌ای مربوط به تحلیل ورق‌های نازک و المان تیر، در انتهای فصل اول عنوان‌هایی با نام پیوست اضافه شده است. سایر پیوست‌های این فصل مربوط به الگوریتم تحلیل و طراحی دستی دال‌های دوطرفه بدون تیر و با تیر، الگوریتم طراحی دستی و رایانه‌ای پی‌ها، کاربرد شمع‌ها در برنامه SAFE، نحوه مدل‌سازی شمع در برنامه و نحوه محاسبه رایانه‌ای ضریب عکس‌العمل بستر نیز در انتهای این فصل گنجانده شده است. آخرین پیوست این فصل مربوط به تشریح انواع سیستم‌های باربر سقف و چگونگی انتخاب سیستم باربر سقف مناسب است. مطالب مربوط به این پیوست از یک مقاله استرالیایی (www.inducta.com) اقتباس شده است، بنابراین ممکن است ارقام و اعداد ارائه شده در این پیوست منطبق بر مسائل طراحی آیین‌نامه‌های امریکا و یا کانادا نباشند.

قسمت سوم کتاب که به بررسی ساختار محیط گرافیکی برنامه SAFE می‌پردازد، از یازده فصل مختلف تشکیل شده است. در هر یک از این فصول، جزییات کامل مربوط به منوهای محیط گرافیکی برنامه تشریح شده و تعریف متغیرها و نحوه وارد نمودن اطلاعات از طریق جعبه‌های محاوره‌ای برنامه، عنوان شده است. مطالعه این قسمت برای عموم کاربران توصیه می‌شود. با این وجود این قسمت تنها به عنوان مرجع دستورات گرافیکی برنامه محسوب شده و به تنهایی نمی‌تواند برآورنده همه نیازهای تحلیل و طراحی سازه‌ای باشد. به همین منظور سعی شده است که ارتباط مطالب این فصل با سایر فصول موجود در کتاب برقرار شود. به عنوان نمونه در برخی از فصول این قسمت، نظیر چنین جمله‌ای مشاهده می‌شود:

برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر، عنوان «المان تیر» را در فصل «مبانی تئوری» ملاحظه کنید [قسمت دوم: مبانی تئوری برنامه SAFE].
با توجه در فصول این قسمت متوجه خواهید شد که به دلیل سهولت در ارائه مطالب، تصویر کلیه جعبه‌های محاوره‌ای مربوط به هر عنوان،

در انتهای آن قرار گرفته است. با این وجود برای جلب توجه کاربر به وجود جعبهٔ محاوره‌ای متناظر با هر عنوان، در کنار برخی از شماره‌ها از علامت «◀» استفاده شده که به مفهوم وجود یک جعبهٔ محاوره‌ای با همان شماره در انتهای عنوان مورد نظر است. به عنوان نمونه چنانچه در کنار یک جعبهٔ محاوره‌ای شمارهٔ ۳ وجود داشته باشد، در عنوان مرتبط با آن شکل، یک بند توضیحی با شمارهٔ ۳ وجود خواهد داشت که توضیحات مربوط به آنرا بیان می‌کند. کلیهٔ مطالب عنوان شده در این قسمت از کتاب، بر اساس نسخهٔ 8.08 برنامهٔ SAFE تنظیم شده‌اند. بنابراین چنانچه از نسخه‌های قدیمی‌تر یا جدیدتر برنامه استفاده می‌کنید، ممکن است برخی مطالب و اشکال گرافیکی با نسخهٔ مورد استفادهٔ شما یکسان نبوده و اندک تغییراتی داشته باشند.

قسمت چهارم کتاب به بیان مجموعه مثال‌های برنامهٔ SAFE اختصاص داده شده و از دو فصل مختلف تشکیل شده است:

- مجموعه مثال‌های کاربردی برنامهٔ SAFE

- مجموعه مثال‌های تخصصی برنامهٔ SAFE

فصل اول شامل ۳ مثال مختلف است که با اعداد ۱ تا ۳ مشخص شده‌اند. با توجه به اینکه در این مثال‌ها، بیشتر نحوهٔ مدل‌سازی و آشنایی با قابلیت‌های گرافیکی برنامه مورد نظر بوده است، لذا کاربر می‌تواند با مطالعهٔ این مثال‌ها با قابلیت‌های گرافیکی برنامه آشنایی بیشتری پیدا کند. به منظور آشنایی با نحوهٔ تحلیل و طراحی دالها و پی‌ها در برنامهٔ SAFE، ۹ مثال مختلف در فصل دوم این قسمت ارائه شده است. با توجه به اینکه اکثر مثال‌ها از کتابهای مرجع تحلیل و طراحی سازه‌های بتن‌آرمه انتخاب شده‌اند، لذا به نحوهٔ انجام تحلیل دستی آنها اشاره است. همچنین در مثال‌های ۴ و ۹ این فصل به نحوهٔ بازخوانی اطلاعات از برنامهٔ SAP2000 و ایجاد فایل ورودی برنامهٔ SAFE توسط نرم‌افزار جانبی SAP2exSAFE اشاره شده است.

کاربرانی که عملیات تحلیل سازهٔ اصلی را در برنامهٔ ETABS انجام می‌دهند، به سهولت می‌توانند هندسه و بارگذاری کف طبقات و پی سازه را از برنامهٔ ETABS به برنامهٔ SAFE منتقل کرده و فایل‌های ایجاد شده را در این نرم‌افزار بازخوانی کنند. از آنجایی که برخی از کاربران برای تحلیل و طراحی سازهٔ اصلی از نرم‌افزار SAP2000 استفاده می‌کنند، لذا نویسندگان کتاب حاضر برای ایجاد سهولت انتقال نتایج تحلیل انجام گرفته در برنامهٔ SAP2000، اقدام به توسعهٔ نرم‌افزار جانبی SAP2exSAFE نموده‌اند. نحوهٔ استفاده از این نرم‌افزار ساده بوده و امکان ایجاد فایل ورودی SAFE از نتایج خروجی نسخه‌های مختلف SAP2000 7x~10x توسط آن وجود دارد.

در انتها لازم است از کلیهٔ کسانی که هر یک به نحوی که در ترجمهٔ ویرایش دوم کتاب قبول زحمت نمودند، از جمله آقایان دکتر منصور ضیائی‌فر، دکتر داود مستوفی‌نژاد، مهندس امیر حسین وثوق، مهندس فاضل فردین‌پور و مهندس سعید کریمی فراهانی تشکر و قدردانی شود. نویسندگان تمام سعی خود را بکار گرفته‌اند تا مجموعه‌ای کم‌نقص تقدیم خوانندگان کنند. با این وجود امکان دارد که علیرغم تصحیحات و ویرایش‌های مکرر، در برخی از قسمت‌های کتاب نواقصی وجود داشته باشد. لذا نویسندگان از نظرها و پیشنهادهاى خوانندگان گرامی در بهبود مجموعهٔ حاضر مفید باشد استفاده کرده و آمادهٔ دریافت آن از طریق آدرس اینترنتی info@elme-omran.com هستند.

چاپ جدید کتاب تحلیل و طراحی دالها و پی‌های بتن‌آرمه SAFE در شرایطی صورت می‌گیرد که به برنامه SAFE 8.x، برنامه جانبی CSiDETAILER افزوده شده است. برنامه CSiDETAILER یک برنامه نقشه‌کشی و ترسیم جزئیات برای تهیه نقشه‌های اجرایی سازه‌های بتنی، با استفاده از خروجی‌های طراحی برنامه SAFE است. این برنامه، تمام عملیات نقشه‌کشی را با استفاده از پیش‌فرض‌های مورد نظر کاربر و مطابق آیین‌نامه‌هایی نظیر آیین‌نامه ACI 315-99، به صورت کامل انجام می‌دهد. همچنین بمنظور تطبیق ترسیم‌ها با دیگر ضوابط می‌توان خروجی این برنامه را به دلخواه تغییر داد.

تغییر عمده برنامه SAFE V8.x نسبت به نسخه‌های قبلی آن، افزودن برنامه جانبی CSiDETAILER به آن است. به همین منظور سعی شده تا ساختار کتاب حاضر از لحاظ ارائه مطالب پایه تئوری و مثال‌های متنوع کاربردی همراه با ارائه حل دستی آنها کامل بنظر می‌رسد، حفظ گشته و در یک کتاب جدید، قابلیت‌های برنامه CSiDETAILER تشریح شود. در این کتاب جدید سعی شده است تا علاوه بر بیان کلیه قابلیت‌های برنامه، مثال‌های متنوعی نیز در زمینه طراحی و ترسیم نقشه‌های اجرایی، با استفاده از این برنامه آورده شود. در کتاب جدید که مکمل این کتاب است، گزینه‌های جدیدی که در نسخه‌های جدید برنامه SAFE 8.x وارد شده‌اند از جمله نکات طراحی مربوط به آیین‌نامه ACI 318-05 نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در انتها از سرکار خانم مهندس راضیه هاشمی که با دقت نظر، حل دستی دو مثال ۷ و ۸ انتهای کتاب را از سیستم واحد انگلیسی به سیستم واحد SI تبدیل کرده و همچنین آنرا بر اساس آیین‌نامه ACI 318-2005 بازنویسی نمودند سپاسگزاریم.

سید مہیار لاجوردی

تهران - پاییز ۱۳۸۵

سید مهدی داودنہی

۱۷	۱-۸-۱۰-۱- موضوعات گرافیکی
۱۷	۱-۸-۱۰-۲- جدول نتایج خروجی
۱۷	۱-۱۰-۹- طراحی
۱۷	۱-۱۰-۱۰-۱- تنظیم متغیرهای اصلی
۱۸	۱-۱۰-۱۱- ترسیم نقشه
۱۸	۱-۱۰-۱۲- صرف نظر کردن از دستورهای قبلی وارد شده و یا بازگشت
۱۸	۱-۱۰-۱۳- قفل کردن و از حالت قفل خارج کردن مدل
۱۹	فصل دوم: آموزش گام به گام
۱۹	۱-۲- مرور کلی
۱۹	۲-۲- شروع آموزش گام به گام
۲۰	۳-۲- شرح مدل سازه
۲۲	۴-۲- ایجاد هندسه مدل
۲۴	۵-۲- بررسی ویژگی‌های دال
۲۷	۶-۲- بررسی ویژگی ستون
۳۰	۷-۲- بررسی حالت‌های بارگذاری
۳۱	۸-۲- بررسی نوارهای طراحی
۳۲	۹-۲- تحلیل مدل
۳۴	۱۰-۲- نمایش هندسه تغییر شکل یافته مدل
۳۶	۱۱-۲- نمایش نیروهای ایجاد شده در دال
۳۷	۱۲-۲- انتخاب آیین‌نامه طراحی
۳۷	۱۳-۲- بررسی ترکیب‌های بارگذاری
۳۹	۱۴-۲- انجام عملیات طراحی
۳۹	۱۵-۲- نمایش آرمان‌تورگذاری در دال
۴۰	۱۶-۲- نمایش نسبت‌های برش منگنه‌ای
۴۱	۱۷-۲- ذخیره اطلاعات مدل
۴۲	۱۸-۲- چاپ خروجی‌های گرافیکی
۴۲	۱۹-۲- نمایش جدول نتایج تحلیل
۴۳	۲۰-۲- نمایش جدول نتایج طراحی
۴۴	۲۱-۲- ذخیره و چاپ جدول نتایج تحلیل
۴۴	۲۲-۲- ذخیره و چاپ جدول نتایج طراحی
۴۵	۲۳-۲- ایجاد تغییرات در هندسه مدل

۱	قسمت اول: آشنایی با برنامه SAFE
۳	فصل اول: آشنایی با برنامه SAFE
۳-۱	۱- آشنایی با برنامه SAFE
۴	۲-۱- آشنایی با محیط گرافیکی برنامه
۵	۳-۱- مدل سازه‌ای
۵-۱	۴-۱- سیستم مختصات
۵-۱	۵-۱- سیستم واحد
۶-۱	۶-۱- صفحه نمایش
۷	۱-۶-۱- پنجره اصلی
۷	۲-۶-۱- نوار منوی اصلی
۷	۳-۶-۱- نوارهای ابزار
۷	۴-۶-۱- پنجره‌های نمایش
۸	۵-۶-۱- نوار پیام
۸	۷-۱- ابزارهای تنظیم نمای دید
۸	۱-۷-۱- نمای دو بعدی و سه بعدی
۸	۲-۷-۱- نمای پرسپکتیو
۸	۳-۷-۱- نماهای مربوط به لایه‌ها
۹	۴-۷-۱- پنجره دید هوایی
۹	۵-۷-۱- پیمایش تصویر، بزرگ‌نمایی و محدوده‌ها
۹	۶-۷-۱- تنظیمات نمایش اجسام مختلف
۱۰	۷-۷-۱- سایر قابلیت‌ها
۱۰	۸-۱- خطوط شبکه ترسیم
۱۰	۹-۱- خطوط شبکه اجزای محدود
۱۱	۱۰-۱- دستورهای اصلی
۱۱	۱-۱۰-۱- انجام عملیات روی فایل‌ها
۱۱	۲-۱۰-۱- ترسیم
۱۳	۳-۱۰-۱- اصلاح
۱۴	۴-۱۰-۱- تعریف
۱۴	۵-۱۰-۱- انتخاب
۱۵	۶-۱۰-۱- تخصیص
۱۶	۷-۱۰-۱- تحلیل
۱۶	۸-۱۰-۱- نمایش

۷۶	۱-۱۰-۲- تعریف نوارهای طراحی
۷۶	۱-۱۰-۳- لنگرهای کل نوارهای طراحی (روش لنگرهای گرهی)
۷۷	۱-۱۰-۴- لنگرهای کل نوارهای طراحی (روش Wood Armer)
۷۸	۱-۱۰-۵- کنترل ظرفیت برش منگنه‌ای
۷۹	۱۱- طراحی تیر
۸۰	۱۲- تحلیل تکیه‌گاه‌های سطحی بدون کشش
۸۰	۱۳- تحلیل تغییرشکل‌های مقطع ترک‌خورده
۸۱	۱-۱۴- ترسیم نقشه‌ها
۸۱	۱-۱۵- سیستم واحدها
۸۲	پ- پیوست‌ها
۸۲	پ-۱- مبانی تئوری خمش الاستیک صفحات نازک
۸۸	پ-۲- مبانی تئوری خمش الاستیک تیرها
۹۰	پ-۳- تحلیل دال دوطرفه بدون تیر
۹۳	پ-۳-۱- بررسی امکان استفاده از روش طرح مستقیم برای تحلیل دال
۹۵	پ-۳-۲- انتخاب ضخامت دال
۹۶	پ-۳-۳- تعریف نوارهای طراحی
۹۷	پ-۳-۴- محاسبه لنگر استاتیک کل
۹۷	پ-۳-۵- توزیع لنگر استاتیک کل بدست آمده در امتداد نوارها
۹۸	پ-۳-۶- توزیع لنگرهای بدست آمده بین نوارهای ستونی و میانی
۱۰۰	پ-۳-۷- تکرار مراحل ۴ تا ۶ برای کلیه نوارهای طراحی
۱۰۰	پ-۳-۸- بررسی کفایت ضخامت انتخاب شده برای انتقال برش
۱۰۲	پ-۳-۹- محاسبه آرماتور دال
۱۰۲	پ-۳-۱۰- طراحی تیرهای لبه‌ای
۱۰۳	پ-۴- تحلیل دال دوطرفه تیردار- روش طرح مستقیم
۱۰۳	پ-۴-۱- بررسی امکان استفاده از روش طرح مستقیم برای تحلیل دال
۱۰۴	پ-۴-۲- انتخاب ضخامت دال
۱۰۵	پ-۴-۳- تعریف نوارهای طراحی
۱۰۵	پ-۴-۴- محاسبه لنگر استاتیک کل
۱۰۶	پ-۴-۵- توزیع لنگر استاتیک کل بدست آمده در امتداد نوارها
۱۰۶	پ-۴-۶- توزیع لنگرهای بدست آمده بین نوارهای ستونی و میانی
۱۰۷	پ-۴-۷- تکرار مراحل ۴ تا ۶ برای کلیه نوارهای طراحی
۱۰۷	پ-۴-۸- طراحی تیرها

۴۵	۲-۲۴- خارج کردن مدل از حالت قفل شدگی
۴۵	۲-۲۵- اضافه کردن هندسه جدید در مدل
۴۷	۲-۲۶- تنظیم ابعاد جسم سطحی جدید
۴۸	۲-۲۷- تعریف ویژگی تیر
۴۹	۲-۲۸- ترسیم تیرهای لبه‌ای و تخصیص ویژگی تیر
۵۰	۲-۲۹- حذف کتیبه گوشه
۵۱	۲-۳۰- اضافه کردن یک بازشو در مدل
۵۲	۲-۳۱- تخصیص بارهای گسترده سطحی
۵۴	۲-۳۲- تخصیص بارهای خطی
۵۵	۲-۳۳- ایجاد تغییرات در نوارهای طراحی جهت X
۵۹	۲-۳۴- تحلیل مجدد مدل
۶۰	۲-۳۵- شروع عملیات طراحی
۶۱	۲-۳۶- نمایش نیروهای تیرها
۶۱	۲-۳۷- نمایش آرماتورگذاری در تیرها
۶۳	قسمت دوم: مبانی تئوری برنامه SAFE
۶۵	فصل اول: مبانی تئوری
۶۵	۱-۱- مرور کلی
۶۵	۱-۲- مدل‌سازی
۶۶	۱-۳- سیستم مختصات و خطوط شبکه ترسیم
۶۷	۱-۴- الگوهای پیش‌ساخته
۶۷	۱-۵- لایه‌ها
۶۷	۱-۶- شبکه اجزای محدود
۶۸	۱-۶-۱- المان دال
۶۹	۱-۶-۲- المان تیر
۶۹	۱-۶-۳- المان‌های تکیه‌گاهی
۷۱	۱-۷- آزادسازی مؤلفه‌های نیرویی در المان‌های دال
۷۱	۱-۸- بارگذاری
۷۳	۱-۹- طراحی بتن مسلح
۷۴	۱-۹-۱- ترکیب‌های بارگذاری طراحی
۷۵	۱-۱۰- ضوابط طراحی دال
۷۵	۱-۱۰-۱- طراحی دال

پ-۱۰-۷- انتخاب سیستم سقف ۱۵۳

فصل دوم: خروجی‌های برنامه SAFE ۱۶۵

۲-۱-۲- مرور کلی ۱۶۵

۲-۲- تغییر شکل‌ها ۱۶۶

۲-۳- عکس‌العمل‌ها ۱۶۷

۲-۴- لنگرها و برش‌های کل نوارهای طراحی ۱۶۸

۲-۵- لنگرها و برش‌های تیر ۱۶۹

۲-۶- لنگرها و برش‌های دال ۱۷۰

۲-۷- آرما توری در دال ۱۷۱

۲-۸- آرما توری در تیر ۱۷۲

۲-۹- نتایج برش منگنه‌ای ۱۷۳

فصل سوم: طراحی بتنی بر اساس آیین‌نامه ACI 318-05 ۱۷۵

۳-۱- مرور کلی ۱۷۵

۳-۲- ترکیب‌های بارگذاری طراحی ۱۷۷

۳-۳- ضرایب کاهش مقاومت ۱۷۸

۳-۴- طراحی تیر ۱۷۸

۳-۴-۱- طراحی آرما توره‌های خمشی ۱۷۹

۳-۴-۱-۱- محاسبه لنگرهای خمشی ضریب‌دار ۱۷۹

۳-۴-۱-۲- محاسبه آرما تور خمشی ۱۷۹

۳-۴-۱-۳- حداقل و حداکثر مقدار آرما توره‌های کششی ۱۸۵

۳-۴-۲- طراحی آرما توره‌های برشی ۱۸۶

۳-۴-۲-۱- محاسبه نیروی برشی ضریب‌دار ۱۸۶

۳-۴-۲-۲- محاسبه ظرفیت برشی بتن ۱۸۶

۳-۴-۲-۳- محاسبه آرما تور برشی مورد نیاز ۱۸۶

۳-۵- طراحی دال ۱۸۷

۳-۵-۱- طراحی خمشی ۱۸۷

۳-۵-۱-۱- محاسبه لنگرهای ضریب‌دار برای نوار طراحی ۱۸۸

۳-۵-۱-۲- طراحی آرما توره‌های خمشی نوارهای طراحی ۱۸۸

۳-۵-۲- حداقل و حداکثر آرما توری در دال ۱۸۸

۳-۶- کنترل برش منگنه‌ای ۱۸۹

پ-۴-۹- محاسبه آرما تور دال ۱۰۷

پ-۵- طراحی پی ۱۰۸

پ-۵-۱- روند گام به گام تحلیل و طراحی پی ۱۰۸

پ-۵-۱-۱- محاسبه ظرفیت باربری خاک ۱۰۹

پ-۵-۱-۲- تعیین ابعاد اولیه پی ۱۱۱

پ-۵-۱-۳- تعیین ضریب عکس‌العمل بستر به روش دستی ۱۱۲

پ-۵-۱-۴- محاسبه ضریب عکس‌العمل بستر به روش رایانه‌ای ۱۱۷

پ-۵-۱-۵- مدل‌سازی و انجام تحلیل نیروی بالابر ۱۲۳

پ-۵-۱-۶- بررسی ظرفیت برشی پی ۱۲۳

پ-۵-۱-۷- بررسی توزیع فشار در خاک زیر پی ۱۲۴

پ-۵-۱-۸- بررسی مقدار نشست ۱۲۵

پ-۵-۱-۹- طراحی ۱۲۵

پ-۶- مدل‌سازی نوارهای مورب در برنامه SAFE ۱۲۸

پ-۷- مدل‌سازی شمع در برنامه SAFE ۱۲۹

پ-۸- طراحی بدنه شمع ۱۳۲

پ-۹- ترسیم نوارهای طراحی ۱۳۸

پ-۱۰- سیستم‌های سقف ۱۳۹

پ-۱۰-۱- مقدمه ۱۳۹

پ-۱۰-۲- مزایای استفاده از بتن ۱۳۹

پ-۱۰-۳- سیستم‌های سقف بتنی ۱۴۰

پ-۱۰-۴- فرضیات طراحی ۱۴۰

پ-۱۰-۵- سقف آپارتمان‌ها ۱۴۱

پ-۱۰-۶- انتخاب سیستم سقف ۱۴۲

پ-۱۰-۶-۱- دال تخت ۱۴۲

پ-۱۰-۶-۲- دال تخت کتیبه‌دار ۱۴۳

پ-۱۰-۶-۳- دال مجوف ۱۴۴

پ-۱۰-۶-۴- دال با تیرهای فرعی ۱۴۵

پ-۱۰-۶-۵- دال با تیرهای اصلی ۱۴۷

پ-۱۰-۶-۶- دال با تیرهای محیطی ۱۴۸

پ-۱۰-۶-۷- سقف‌های پیش‌ساخته و مرکب ۱۴۹

پ-۱۰-۶-۸- سقف تیرچه بلوک ۱۵۱

پ-۱۰-۶-۹- تیرهای T شکل تک و جفت ۱۵۲

۱-۵-۱	متغیرهای بکار رفته در روش SAFE برای محاسبه برش منگنه‌ای.....	۲۰۵
۲-۵-۲	روابط اساسی مربوط به محاسبات برش منگنه‌ای در روش SAFE.....	۲۰۶
۳-۵-۳	فرضیات مربوط به محاسبه برش منگنه‌ای در برنامه SAFE.....	۲۰۸
۴-۵-۴	نکات مهم.....	۲۰۹
۵-۵-۵	مسئله عددی.....	۲۰۹
۱-۵-۵-۱	تشریح مسئله.....	۲۰۹
۲-۵-۵-۲	مدل‌سازی.....	۲۱۱
۳-۵-۵-۳	تحلیل دستی با استفاده از روش SAFE برای یک ستون داخلی.....	۲۱۵
۴-۵-۵-۴	تحلیل دستی با استفاده از روش SAFE برای یک ستون لبه‌ای.....	۲۱۹
۱-۵-۵-۴-۱	لبه به موازات محور X.....	۲۱۹
۲-۵-۵-۴-۲	لبه به موازات محور Y.....	۲۲۲
۵-۵-۵-۵	تحلیل دستی با استفاده از روش SAFE برای یک ستون گوشه.....	۲۲۶
۶-۵-۵-۶	تحلیل دستی با روش SAFE برای یک ستون گوشه.....	۲۲۹
۷-۵-۵-۷	متغیرهای مورد استفاده در روش PCA.....	۲۳۰
۸-۵-۵-۸	روابط اصلی مورد استفاده در روش PCA.....	۲۳۱
۹-۵-۵-۹	تحلیل دستی با استفاده از روش PCA برای یک ستون داخلی.....	۲۳۱
۱۰-۵-۵-۱۰	تحلیل دستی با روش PCA برای یک ستون کناری محور X.....	۲۳۴
۱۱-۵-۵-۱۱	تحلیل دستی با روش PCA برای یک ستون کناری محور Y.....	۲۳۷
۱۲-۵-۵-۱۲	تحلیل دستی با استفاده از روش PCA برای یک ستون گوشه.....	۲۴۰
۱۳-۵-۵-۱۳	مقایسه نتایج بدست آمده برای برش منگنه‌ای.....	۲۴۴
قسمت سوم: ساختار محیط گرافیکی برنامه SAFE.....		۲۴۵
فصل اول: منوی File.....		۲۴۷
۱-۱-۱	ایجاد یک مدل جدید و تنظیم خطوط شبکه ترسیم.....	۲۴۸
۲-۱-۲	ایجاد یک مدل جدید با استفاده از الگوهای پیش‌ساخته.....	۲۵۰
۱-۲-۱-۱	الگوی دال تخت.....	۲۵۱
۲-۲-۱-۲	الگوی دال تخت با تیرهای محیطی.....	۲۵۲
۳-۲-۱-۳	الگوی دال دوطرفه.....	۲۵۳
۴-۲-۱-۴	الگوی پی گسترده.....	۲۵۴
۵-۲-۱-۵	الگوی دال مجوف.....	۲۵۵
۶-۲-۱-۶	الگوی دال با تیرچه.....	۲۵۶
۷-۲-۱-۷	الگوی پی تکی.....	۲۵۷

۱-۶-۳-۱	مقطع بحرانی برای برش منگنه‌ای.....	۱۸۹
۲-۶-۳-۲	انتقال لنگر متعادل نشده.....	۱۸۹
۳-۶-۳-۳	محاسبه ظرفیت بتن.....	۱۸۹
۴-۶-۳-۴	محاسبه نسبت ظرفیت.....	۱۹۰
فصل چهارم: طراحی بتنی بر اساس آیین‌نامه CSA A23.3-94.....		
۱-۴-۱-۱	مرور کلی.....	۱۹۱
۲-۴-۱-۲	ترکیب‌های بارگذاری طراحی.....	۱۹۳
۳-۴-۱-۳	ضرایب کاهش مقاومت.....	۱۹۴
۴-۴-۱-۴	طراحی تیر.....	۱۹۴
۴-۴-۱-۴-۱	طراحی آرماتورهای خمشی.....	۱۹۴
۴-۴-۱-۴-۱-۱	محاسبه لنگرهای خمشی ضریب‌دار.....	۱۹۵
۴-۴-۱-۴-۱-۲	محاسبه آرماتور خمشی.....	۱۹۵
۴-۴-۱-۴-۱-۳	طراحی مقاطع مستطیلی.....	۱۹۶
۴-۴-۱-۴-۱-۴	طراحی مقاطع T شکل.....	۱۹۷
۴-۴-۱-۴-۳	حداقل و حداکثر مقدار آرماتورهای کششی.....	۲۰۰
۴-۴-۱-۴-۲	طراحی آرماتورهای برشی.....	۲۰۰
۴-۴-۱-۴-۲-۱	محاسبه نیروی برشی ضریب‌دار.....	۲۰۱
۴-۴-۱-۴-۲-۲	محاسبه ظرفیت برشی بتن.....	۲۰۱
۴-۴-۱-۴-۲-۳	محاسبه آرماتور برشی مورد نیاز.....	۲۰۱
۵-۴-۱-۵	طراحی دال.....	۲۰۲
۱-۵-۴-۱-۱	طراحی خمشی.....	۲۰۲
۱-۵-۴-۱-۲	محاسبه لنگرهای ضریب‌دار برای نوار طراحی.....	۲۰۳
۲-۵-۴-۱-۲-۱	طراحی آرماتورهای خمشی نوارهای طراحی.....	۲۰۳
۲-۵-۴-۱-۲-۲	حداقل و حداکثر آرماتورگذاری در دال.....	۲۰۳
۶-۴-۱-۶	کنترل برش منگنه‌ای.....	۲۰۳
۱-۶-۴-۱-۱	مقطع بحرانی برای برش منگنه‌ای.....	۲۰۳
۲-۶-۴-۱-۲	انتقال لنگر متعادل نشده.....	۲۰۳
۳-۶-۴-۱-۳	محاسبه ظرفیت بتن.....	۲۰۴
۴-۶-۴-۱-۴	محاسبه نسبت ظرفیت.....	۲۰۴
فصل پنجم: نحوه محاسبه برش منگنه‌ای در برنامه SAFE.....		
۲۰۵		۲۰۵

۲۷۷	۷-۲- همانندسازی
۲۷۸	۱-۷-۲- همانندسازی خطی
۲۷۸	۲-۷-۲- همانندسازی شعاعی
۲۷۹	۳-۷-۲- همانندسازی صفحه‌ای
۲۷۹	۸-۲- همراستاسازی نقاط
۲۸۰	۱-۸-۲- نحوه عملکرد دستور همراستاسازی
۲۸۱	۲-۸-۲- نکات مهم هنگام استفاده از دستور همراستاسازی

فصل سوم: منوی View ۲۸۳

۲۸۳	۱-۳- تنظیم نمایش لایه‌های برنامه
۲۸۴	۲-۳- تنظیم نمای دو بعدی
۲۸۴	۳-۳- انتخاب نمای سه بعدی
۲۸۴	۴-۳- تنظیم نماهای سه بعدی
۲۸۵	۵-۳- تنظیم نمایش موضوعات مختلف
۲۸۶	۶-۳- ابزارهای مختلف بزرگ‌نمایی
۲۸۶	۱-۶-۳- بزرگ‌نمایی بوسیله ترسیم پنجره
۲۸۶	۲-۶-۳- بازیابی نمای کل
۲۸۷	۳-۶-۳- بازیابی نمای بزرگ‌نمایی شده قبلی
۲۸۷	۴-۶-۳- بزرگ‌نمایی داخلی
۲۸۷	۵-۶-۳- بزرگ‌نمایی خارجی
۲۸۷	۶-۶-۳- پیمایش تصویر
۲۸۷	۷-۳- نمایش خطوط شبکه ترسیم اصلی
۲۸۷	۸-۳- نمایش خطوط شبکه ترسیم فرعی
۲۸۸	۹-۳- نمایش محورهای سیستم مختصات
۲۸۸	۱۰-۳- نمایش موضوعات انتخاب شده
۲۸۸	۱۱-۳- نامگذاری نمای جاری
۲۸۹	۱۲-۳- بازیابی یک نمای نامگذاری شده
۲۸۹	۱۳-۳- بازسازی پنجره نمایش
۲۸۹	۱۴-۳- نمایش نمای کل مدل
۲۸۹	۱۵-۳- نمایش از زوایای مختلف

فصل چهارم: منوی Define ۲۹۱

۲۵۸	۸-۲-۱- الگوی پی مرکب
۲۵۹	۳-۱- نحوه اعمال حالت‌های مختلف بارگذاری روی دال
۲۶۰	۴-۱- ایجاد نوارهای طراحی به صورت پیش‌فرض
۲۶۰	۵-۱- بازخوانی و ایجاد فایل‌ها با ساختارهای مختلف
۲۶۱	۱-۵-۱- بازخوانی فایل داده‌ای FDB
۲۶۱	۲-۵-۱- ایجاد فایل داده‌ای FDB
۲۶۱	۳-۵-۱- بازخوانی فایل متنی اطلاعات ورودی SAFE ver6 & ver7
۲۶۱	۴-۵-۱- بازخوانی فایل متنی اطلاعات ورودی SAFE ver5
۲۶۱	۵-۵-۱- بازخوانی فایل DXF و DWG
۲۶۳	۶-۵-۱- ایجاد فایل متنی اطلاعات ورودی SAFE
۲۶۳	۷-۵-۱- ایجاد فایل متنی اطلاعات ورودی SAP2000
۲۶۳	۸-۵-۱- ایجاد فایل DXF/DWG
۲۶۵	۹-۵-۱- ایجاد فایل پایگاه داده‌ای Access
۲۶۵	۶-۱- ایجاد فایل AVI. برای نمایش متحرک نتایج تحلیل
۲۶۶	۷-۱- تنظیم چاپ
۲۶۷	۸-۱- چاپ خروجی‌های گرافیکی مقیاس شده
۲۶۸	۹-۱- چاپ خروجی‌های گرافیکی
۲۶۸	۱۰-۱- چاپ جدول داده‌های ورودی
۲۶۹	۱۱-۱- چاپ جدول نتایج تحلیل
۲۷۰	۱۲-۱- چاپ جدول نتایج طراحی
۲۷۱	۱۳-۱- ایجاد فایل‌های گرافیکی برداری
۲۷۱	۱۴-۱- ایجاد فایل‌های تصویری BMP
۲۷۲	۱۵-۱- توضیحات مورد نظر کاربر
۲۷۳	۱۶-۱- مشاهده فایل‌های متنی اطلاعات ورودی و خروجی

فصل دوم: منوی Edit ۲۷۳

۲۷۵	۱-۲- صرف‌نظر کردن از دستورهای انجام شده قبلی و بازگشت
۲۷۶	۲-۲- حذف، کپی و درج
۲۷۶	۳-۲- حذف اجسام
۲۷۶	۴-۲- تنظیم خطوط شبکه ترسیم
۲۷۶	۵-۲- ایجاد خطوط شبکه ترسیم جدید در محل نقاط مورد نظر
۲۷۷	۶-۲- جابجا کردن

فصل ششم: منوی Select.....	۳۲۵
۱-۶- روشهای مختلف انتخاب اجسام.....	۳۲۵
۱-۱-۶- انتخاب اجسام با استفاده از پنجره انتخاب.....	۳۲۵
۲-۱-۶- انتخاب اجسام با استفاده از خط تقاطع.....	۳۲۶
۳-۱-۶- انتخاب اجسام با استفاده از گروه‌ها.....	۳۲۶
۴-۱-۶- انتخاب اجسام خطی با استفاده از ویژگی تیر.....	۳۲۶
۵-۱-۶- انتخاب اجسام سطحی با استفاده از ویژگی دال.....	۳۲۶
۶-۱-۶- انتخاب کلیه اجسام.....	۳۲۷
۲-۶- خارج ساختن اجسام از حالت انتخاب.....	۳۲۷
۳-۶- انتخاب مجدد اجسام.....	۳۲۷
۴-۶- خارج ساختن کلیه اجسام از حالت انتخاب.....	۳۲۷

فصل هفتم: منوی Assign.....	۳۲۹
۱-۷- گزینه‌های تخصیص.....	۳۲۹
۱-۱-۷- تخصیص ویژگی دال به اجسام سطحی.....	۳۳۰
۲-۱-۷- تخصیص ارتفاع قرارگیری دال نسبت به تراز پایه.....	۳۳۰
۳-۱-۷- تخصیص ویژگی تیر به اجسام خطی.....	۳۳۰
۴-۱-۷- تخصیص ارتفاع قرارگیری تیرها نسبت به تراز پایه.....	۳۳۱
۵-۱-۷- تخصیص بازشو.....	۳۳۱
۶-۱-۷- تخصیص قید تکیه‌گاهی به اجسام نقطه‌ای.....	۳۳۱
۷-۱-۷- تخصیص ویژگی ستون به اجسام نقطه‌ای.....	۳۳۲
۸-۱-۷- تخصیص ویژگی دیوار به اجسام خطی.....	۳۳۳
۹-۱-۷- تخصیص ویژگی بستر ارتجاعی به اجسام سطحی.....	۳۳۳
۱۰-۱-۷- تخصیص آزادسازی مؤلفه‌های نیرویی به اجسام خطی.....	۳۳۳
۱۱-۱-۷- تخصیص بارهای متمرکز به اجسام نقطه‌ای.....	۳۳۴
۱۲-۱-۷- تخصیص بار نشست تکیه‌گاهی به اجسام نقطه‌ای.....	۳۳۵
۱۳-۱-۷- تخصیص بار یکنواخت به اجسام خطی.....	۳۳۵
۱۴-۱-۷- تخصیص بار گسترده یکنواخت به اجسام سطحی.....	۳۳۶
۲-۷- تخصیص اجسام به گروه‌ها.....	۳۳۷
۳-۷- عدم نمایش برجسب ویژگی‌های تخصیص داده شده به اجسام.....	۳۳۸

فصل هشتم: منوی Analyze.....	۳۳۹
-----------------------------	-----

۱-۴- تعریف ویژگی دال.....	۲۹۱
۲-۴- تعریف ویژگی تیر.....	۲۹۷
۱-۲-۴- مشخصات مقطع مستطیلی.....	۲۹۸
۲-۲-۴- مشخصات مقطع T شکل.....	۲۹۹
۳-۲-۴- مشخصات مقطع L شکل.....	۳۰۱
۴-۲-۴- مشخصات مقطع کلی.....	۳۰۲
۳-۴- تعریف ویژگی ستون.....	۳۰۳
۴-۴- تعریف ویژگی دیوار.....	۳۰۷
۵-۴- تعریف ویژگی بستر ارتجاعی.....	۳۰۸
۶-۴- تعریف حالت‌های بارگذاری استاتیکی.....	۳۰۹
۷-۴- تعریف ترکیب‌های بارگذاری.....	۳۱۰
۸-۴- تعریف گروه.....	۳۱۲

فصل پنجم: منوی Draw.....	۳۱۳
۱-۵- مود ترسیم.....	۳۱۳
۲-۵- حرکت و تغییر ابعاد اجسام.....	۳۱۴
۳-۵- ترسیم اجسام.....	۳۱۵
۱-۳-۵- ترسیم جسم نقطه‌ای.....	۳۱۶
۲-۳-۵- ترسیم جسم خطی (به صورت نقطه به نقطه).....	۳۱۷
۳-۳-۵- ترسیم جسم سطحی چهار ضلعی (به صورت نقطه به نقطه).....	۳۱۷
۴-۳-۵- ترسیم جسم سطحی مستطیلی (به صورت نقطه به نقطه).....	۳۱۸
۵-۳-۵- ترسیم سریع جسم خطی.....	۳۱۹
۶-۳-۵- ترسیم سریع جسم سطحی مستطیلی.....	۳۱۹
۷-۳-۵- ترسیم سریع جسم سطحی دایره‌ای-قطاعی.....	۳۲۰
۴-۵- ابزارهای پرش.....	۳۲۱
۱-۴-۵- انواع ابزارهای پرش.....	۳۲۱
۱-۱-۴-۵- پرش روی اجسام نقطه‌ای و تقاطع خطوط شبکه.....	۳۲۲
۲-۱-۴-۵- پرش روی نقاط میانی و انتهایی.....	۳۲۲
۳-۱-۴-۵- پرش روی نقاط تقاطع اجسام سطحی و خطی.....	۳۲۲
۴-۱-۴-۵- پرش از موقعیت کنونی به نزدیک‌ترین نقطه.....	۳۲۳
۵-۱-۴-۵- پرش روی خطوط و لبه‌ها.....	۳۲۳
۶-۱-۴-۵- پرش روی شبکه خطوط ترسیم نامرئی.....	۳۲۳

۳۶۶	۱۱-۶- نمایش جعبه شناور ویژگی‌های اجسام
۳۶۶	۱۱-۷- نمایش خطوط قائم و افقی گذرنده از نشانگر موس
۳۶۶	۱۱-۸- فعال سازی پنجره Tip of the Day
۳۶۷	۱۱-۹- فعال سازی نمایش نمودارهای لنگر روی وجه کششی
۳۶۷	۱۱-۱۰- فعال سازی پخش موزیک به هنگام متحرک سازی
۳۶۷	۱۱-۱۱- قفل کردن مدل
۳۶۷	۱۱-۱۲- کوچک شدن پنجره برنامه هنگام انجام تحلیل
۳۶۷	۱۱-۱۳- تنظیم‌های ویژه نمایش تصاویر گرافیکی
۳۶۸	۱۱-۱۴- قرار دادن نوارهای ابزار در محل اصلی

۳۶۹	قسمت چهارم: مجموعه مثال‌های برنامه SAFE
۳۷۱	فصل اول: مجموعه مثال‌های کاربردی
۳۷۱	۱-۱- مقدمه
۳۷۱	۲-۱- فهرست موضوعی مثال‌های ۱ تا ۳
۳۷۳	مثال ۱
۳۹۵	مثال ۲
۴۰۷	مثال ۳

۴۱۹	فصل دوم: مجموعه مثال‌های تخصصی
۴۱۹	۲-۱- مقدمه
۴۲۰	۲-۲- فهرست موضوعی مثال‌های ۱ تا ۹
۴۲۱	مثال ۱
۴۳۳	مثال ۲
۴۴۱	مثال ۳
۴۴۹	مثال ۴
۴۷۱	مثال ۵
۴۸۵	مثال ۶
۵۰۱	مثال ۷
۵۵۱	مثال ۸
۵۸۳	مثال ۹

۳۳۹	۸-۱- گزینه‌های تحلیل مدل
۳۴۳	۸-۲- تحلیل مدل
۳۴۳	۸-۳- نمایش نتایج خروجی تحلیل نیروی بالابر

۳۴۵	فصل نهم: منوی Display
۳۴۵	۹-۱- گزینه‌های مربوط به نمایش
۳۴۶	۹-۲- مشاهده مشخصات اجسام
۳۴۶	۹-۳- نمایش هندسه تغییرشکل نیافته مدل
۳۴۶	۹-۴- نمایش بارهای تخصیص یافته به اجسام
۳۴۷	۹-۵- نمایش جدول داده‌های ورودی
۳۴۷	۹-۶- نمایش هندسه تغییرشکل یافته مدل
۳۴۹	۹-۷- نمایش نتایج خروجی نیروهای اجسام
۳۵۲	۹-۸- نمایش جدول نتایج خروجی

۳۵۳	فصل دهم: منوی Design
۳۵۳	۱۰-۱- طراحی بتنی
۳۵۳	۱۰-۲- انتخاب ترکیب‌های بارگذاری طراحی
۳۵۴	۱۰-۳- نمایش نتایج خروجی طراحی دال‌ها
۳۵۶	۱۰-۴- نمایش نتایج خروجی طراحی تیر
۳۵۷	۱۰-۵- نمایش نسبت‌های برش منگنه‌ای
۳۵۷	۱۰-۶- نمایش جدول نتایج خروجی طراحی
۳۵۷	۱۰-۷- نمایش برآورد بتن و آرماتور مصرفی

۳۵۹	فصل یازدهم: منوی Options
۳۵۹	۱۱-۱- تنظیم‌های پیش فرض
۳۶۰	۱۱-۱-۱- تنظیم متغیرهای ابعادی
۳۶۱	۱۱-۱-۲- تنظیم متغیرهای طراحی بتنی
۳۶۳	۱۱-۳-۱- تنظیم تعداد ارقام اعشاری داده‌های ورودی و نتایج خروجی
۳۶۴	۱۱-۲- تنظیم رنگها
۳۶۵	۱۱-۳- تنظیم تعداد پنجره‌های نمایش
۳۶۶	۱۱-۴- ثبت اعداد در حافظه
۳۶۶	۱۱-۵- نمایش پنجره دید هوایی

فصل اول

آشنایی با برنامه SAFE

۱-۱- آشنایی با برنامه SAFE

دال عنوان ویژه‌ای است که به گروه خاصی از سیستم‌های سازه‌ای گفته می‌شود. مشخصه اصلی این سیستم‌ها، سادگی هندسه و بارگذاری آنها است. دال‌ها صفحه‌هایی مسطح و افقی هستند که روی دیوارها، ستون‌ها و یا تیرها تکیه می‌کنند. در حالت کلی، بارگذاری دال‌ها به صورت بار قائم نقطه‌ای، خطی و گسترده سطحی است. ویژگی‌های پی‌ها نیز همانند ویژگی‌های دال‌ها هستند؛ با این تفاوت که پی‌ها روی خاک قرار گرفته و بارهای وارد شده از ستون‌ها و دیوارها را تحمل می‌کنند.

برنامه SAFE، در محیط Windows قابل اجرا است. این برنامه دارای محیط گرافیکی^۱ قدرتمندی است که تمامی عملیات مربوط به ایجاد و اصلاح مدل، تحلیل، بهینه‌سازی طرح و نمایش نتایج خروجی در آن انجام می‌شود.

از قابلیت‌های مهم برنامه می‌توان به الگوریتم‌های پیشرفته تحلیل مدل، تولید خودکار شبکه اجزای محدود، روش حل سریع معادلات و سیستم مدیریت حجم زیاد اطلاعات اشاره کرد. همچنین بکارگیری المان‌های خمش صفحه‌ای دقیق، استفاده از تنش‌های کل که نتایج قابل قبولی را بدون نیاز به یک شبکه اجزای محدود ریز بوجود می‌آورد و امکان طراحی بر اساس آیین‌نامه طراحی بتنی آمریکا و سایر آیین‌نامه‌های معتبر از دیگر قابلیت‌های برنامه است.

اگرچه سیستم شبکه‌بندی اجزای محدود مورد استفاده در برنامه به صورت مستطیلی است، با این وجود برنامه می‌تواند دال‌هایی با هندسه دلخواه و ضخامت متغیر، دال‌های دارای ستون با کتیبه^۱ و دال‌هایی که دارای بازشو و تیرهای محیطی هستند را تحت اثر بارهای نقطه‌ای، خطی و یا گسترده تحلیل و طراحی کند. در این برنامه دال‌ها می‌توانند روی ستون، دیوار و یا خاک (بستر ارتجاعی) قرار گرفته و مدل‌سازی شوند. همچنین در برنامه امکان در نظر گرفتن وضعیت فقط فشاری^۲ (بدون ایجاد کشش) در خاک زیر پی وجود دارد. عدم پیوستگی در دال که ممکن است به علت وجود درز و یا تغییر در ضخامت دال باشد را می‌توان در برنامه در نظر گرفت. در برنامه می‌توان دال‌ها را با استفاده از المان‌های صفحه‌ای ضخیم^۳ و نازک ناهمسانگرد^۴ نیز مدل نمود. المان خمش صفحه‌ای ضخیم می‌تواند خمش دومحوره همراه با تغییرشکل‌های برشی را در نظر بگیرد. در فرمول‌بندی المان تیر، تغییرشکل‌های خمشی، پیچشی و برشی در نظر گرفته می‌شود.

۱-۲- آشنایی با محیط گرافیکی برنامه

تمامی مراحل مربوط به مدل‌سازی، تحلیل، طراحی و نمایش هندسه سازه، در محیط گرافیکی برنامه انجام می‌شود. در این فصل، در مورد برخی از مفاهیم اصلی مربوط به محیط گرافیکی برنامه که با مفاهیم مندرج در فصل دوم مرتبط هستند توضیح داده خواهد شد. برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد قابلیت‌های محیط گرافیکی برنامه، [قسمت سوم: ساختار محیط گرافیکی برنامه SAFE] را ملاحظه کنید. در ادامه، عنوان‌های زیر به ترتیب مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- مدل سازه‌ای
- سیستم مختصات
- سیستم واحد
- صفحه نمایش
- ابزارهای تنظیم نمای دید
- خطوط شبکه ترسیم
- خطوط شبکه اجزای محدود
- دستورهای اصلی

۱- Drop

۲- No-Tension

۳- Thick Plate

۴- Orthotropic

۱-۳- مدل سازه‌ای

پیش از انجام تحلیل و طراحی مدل سازه‌ای می‌بایست ابتدا هندسه مدل را در محیط گرافیکی برنامه ایجاد نمود. هر مدل سازه‌ای دارای اجزای مختلفی است که برخی از آنها به شرح زیر هستند:

- اجسام خطی^۱ مشخص کننده تیرها
- اجسام سطحی^۲ مشخص کننده دال‌ها و پی‌ها
- اجسام نقطه‌ای^۳ مشخص کننده ستون‌ها
- اجسام خطی مشخص کننده دیوارها
- اجسام سطحی مشخص کننده بستر ارتجاعی (خاک زیر پی)
- اجسام خطی مشخص کننده عدم پیوستگی (آزادسازی مؤلفه‌های نیرویی در دال‌ها و پی‌ها)
- اجسام سطحی مشخص کننده بازشوها
- بارها شامل وزن سازه، بارهای سطحی، بارهای خطی و بارهای نقطه‌ای که به ترتیب بر اجسام سطحی، خطی و نقطه‌ای اعمال می‌شوند.

۱-۴- سیستم مختصات

موقعیت مکانی کلیه اجسام واقع در مدل، نسبت به یک سیستم مختصات سراسری سنجیده می‌شوند. این سیستم مختصات، به صورت سه‌بعدی، راستگرد و مستطیلی (کارتزین) است. محورهای این سیستم مختصات، با حروف X ، Y و Z نمایش داده می‌شوند که به صورت متقابل بر یکدیگر عمود بوده و جهت قرارگیری آنها از قانون دست راست تبعیت می‌کند. لازم به ذکر است که کلیه اجسام نقطه‌ای، خطی و سطحی در صفحه $X-Y$ (صفحه افق) قرار می‌گیرند.

۱-۵- سیستم واحد

برای مدل‌سازی، تحلیل و طراحی در برنامه از دو سیستم واحد نیرو- طول استفاده می‌شود. کاربر می‌تواند از فهرست کشویی واحدها که در سمت راست نوار پیام قرار دارد سیستم واحد نیرو- طول دلخواه را انتخاب کند. این واحدها، شامل Kip-in، N-mm، Kg-f-cm هستند. همچنین زوایای هندسی برحسب درجه بیان می‌شوند. هنگام شروع مدل‌سازی می‌بایست سیستم واحد را تنظیم نمود. این سیستم واحد، سیستم واحد پایه نام دارد. با این وجود می‌توان مقادیر ورودی‌ها را در هر سیستم واحد دلخواهی وارد کرد و مقادیر خروجی‌ها را نیز در هر سیستم واحد دلخواهی