

پیش‌گفتار ناشر:

در سال‌های اخیر کتاب‌های مختلفی در زمینه کاربرد نرم‌افزارهای مهندسی عمران به رشته تحریر در آمده است. بیشتر این کتابها درباره قابلیت‌های نرم‌افزارهای شرکت CSI هستند. آنچه بیش از همه موارد در زمینه کار با این نرم‌افزارها مهم می‌نماید، کاربرد عملی آن‌ها در تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی و بتنی است. در کتاب‌های اخیر، بیشتر به ذکر قابلیت‌های نرم‌افزارها بسنده شده و تفسیر مناسبی نیز برای پاسخ‌های بدست آمده صورت نگرفته است. این مسئله باعث می‌شود درک صحیحی از خروجی‌های نرم‌افزارها بدست نیامده و ارتباط بین مسائل عملی، نرم‌افزار و آیین‌نامه‌های طراحی برقرار نگردد.

کتاب حاضر ابزار مناسبی برای آن گروه از مهندسی‌هاست که قصد دارند به صورت حرفه‌ای رابطه بین مسائل عملی، نرم‌افزار و آیین‌نامه‌های طراحی را درک کنند. حل دستی مثال‌ها، طراحی دستی جزییات سازه‌ای که نرم‌افزار قادر به طراحی آن نیست از خصوصیات اصلی این کتاب است.

خوانندگان گرامی می‌توانند از طریق پست الکترونیکی info@elme-omran.com نظرها و پیشنهادهای خود را با ما در میان بگذارند.

نشر علم عمران

پیش‌گفتار نویسنده:

توسعه چشمگیر علوم مهندسی در سال‌های اخیر تا حد زیادی مرهون نرم‌افزارهای قدرتمند بوده است. محدودیت‌های موجود در روش‌های تحلیل سیستم‌ها و حل معادلات ریاضی با وجود این نرم‌افزارها بر طرف شده است و یافتن پاسخ‌های دقیق و سریع امری روزمره و بسیار ساده شده است. در رشته مهندسی سازه و به طور خاص در طراحی ساختمان‌ها تاکنون نرم‌افزارهای متعددی توسط شرکت‌های مختلف ارائه شده است. در ایران شناخته شده‌ترین نرم‌افزارهای تحلیل و طراحی ساختمان محصولات شرکت CSI هستند. این شرکت وابسته به دانشگاه برکلی کالیفرنیا است. نرم‌افزارهای SAP2000، ETABS و SAFE معروف‌ترین نرم‌افزارهای این شرکت هستند.

نرم‌افزار ETABS برای تحلیل و طراحی ساختمان‌ها ارائه شده است. قابلیت‌های طراحی سازه‌های بتنی، فولادی، تیرهای مرکب و دیوارهای برشی در این نرم‌افزار قرار داده شده است. مدل‌سازی ساختمان‌ها در نرم‌افزار ETABS بسیار راحت انجام می‌شود. خروجی‌های این نرم‌افزار نیز مخصوص ساختمان‌ها ارائه می‌شوند. به طور کلی با توجه به اینکه نرم‌افزار ETABS ویژه تحلیل و طراحی ساختمان‌ها است مدل‌سازی، تحلیل و طراحی ساختمان‌ها با این نرم‌افزار ساده است. علاوه بر این نرم‌افزار ETABS آیین‌نامه‌های مختلفی را پشتیبانی می‌کند. ضوابط لرزه‌ای طراحی سازه‌های فولادی و بتنی به طور کامل در برنامه‌ی ETABS کنترل می‌شوند.

هم اکنون در دفاتر مهندسی و مهندسین مشاوره به طور وسیعی از نرم‌افزار ETABS برای تحلیل و طراحی ساختمان‌ها استفاده می‌شود. با توجه به ارائه‌ی ویرایش‌های جدید برای مباحث نهم و دهم و به روز شدن آیین‌نامه‌های آمریکا، تنظیم نرم‌افزار ETABS برای استفاده از این آیین‌نامه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین استفاده‌ی حرفه‌ای از نرم‌افزار ETABS برای طراحی ساختمان‌ها نیازمند آگاهی کامل کاربر از ضوابط آیین‌نامه‌ی و مبانی علمی و مهندسی این ضوابط دارد. عدم درک ضوابط آیین‌نامه‌ی و عملکرد برنامه‌ی ETABS ممکن است منجر به نتایج نادرست در طراحی ساختمان شود. داشتن آگاهی از علم تحلیل سازه‌ها، بارگذاری و مهندسی زلزله به عنوان اساس استفاده از نرم‌افزار ETABS را راحت‌تر می‌کند.

کتاب حاضر به عنوان اولین کتاب از یک مجموعه حاوی سه کتاب پایه است. هدف از این مجموعه ارائه نکات ویژه و روش‌های حرفه‌ای مدل‌سازی و طراحی ساختمان‌ها در نرم‌افزار ETABS است. سه کتاب مجموعه‌ی مذکور به شرح زیر هستند:

۱- روش‌ها و نکات مدل‌سازی و تحلیل ساختمان‌ها در ETABS

۲- روش‌ها و نکات طراحی ساختمان‌های فولادی در ETABS

۳- روش‌ها و نکات طراحی ساختمان‌های بتنی در ETABS

در این مجموعه سعی شده است که بر پایه‌ی بندها و ضوابط آیین‌نامه‌ها روش‌های صحیح مدل کردن ساختمان و تحلیل و طراحی آن مورد توجه قرار گیرند. روش‌های مدل‌سازی به صورت عمومی بیان می‌شوند و نکات علمی و آیین‌نامه‌ی لازم در روش‌های مختلف مدل‌سازی عنوان می‌شوند. پس از آن از طریق قابلیت‌های نرم‌افزار ETABS روش اعمال قابلیت مورد نظر بررسی می‌شود. این مجموعه حاصل تجربیات تدریس و طراحی مولف بوده و در آن جوانب مختلف مدل‌سازی با دید کاملاً علمی و حرفه‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند. استفاده از این مجموعه برای ویرایش‌های مختلف نرم‌افزار ETABS قابل استفاده است. در بسیاری از حالت‌ها برای استفاده کنندگان نرم‌افزار SAP2000 نیز استفاده از مطالب این مجموعه امکان‌پذیر است.

مجموعه به گونه‌ای تهیه شده است که برای دانشجویان رشته‌ی مهندسی عمران و مهندسیین قابل استفاده باشد. برای یکی از دوره‌های ارتقای پایه نظام مهندسی که تحت عنوان "نکات ویژه در نرم‌افزارهای مهندسی" است این مجموعه راهنمای کاملی است و به گونه‌ای تهیه شده است که کلیه نکات لازم برای مدل‌سازی ساختمان‌ها را در بر می‌گیرد. با توجه به تجربه‌ی تدریس نویسنده مشکل اصلی کاربران در استفاده از نرم‌افزار مربوط به نرم‌افزار نیست بلکه مساله‌ی اصلی عدم آشنایی با روش‌های مدل‌سازی و ضوابط آیین‌نامه‌ای است. به همین دلیل مبنای کتاب‌های این مجموعه نکات علمی و آیین‌نامه‌ای است.

کتاب اول مجموعه مذکور که در ادامه تقدیم علاقمندان می‌شود، حاوی نکات مدل‌سازی و تحلیل است. این کتاب در پنج بخش مختلف تهیه شده است. بخش‌های مختلف به گونه‌ای تقسیم‌بندی شده‌اند که هر یک از قسمت مجزایی از مدل‌سازی و تفسیر خروجی‌ها را در بر می‌گیرد. بخش‌های مختلف این کتاب عبارتند از:

- بخش اول: نکات ویژه ترسیم هندسه
- بخش دوم: نکات ویژه معرفی مصالح و مقاطع
- بخش سوم: نکات ویژه نسبت دادن مشخصات به عناصر
- بخش چهارم: نکات ویژه بارگذاری
- بخش پنجم: نکات ویژه خروجی تحلیل

مطالب بخش‌های کتاب از هم مستقل هستند و خواننده با توجه به نیاز می‌تواند به بخش و فصل مورد نظر مراجعه کند. در مورد هر یک از قابلیت‌های مدل‌سازی اطلاعات علمی و آیین‌نامه‌ای کافی برای فهم کامل قابلیت‌های برنامه‌ی ETABS قرار داده شده است. در حد امکان حل‌های دستی و مثال‌های مختلفی برای شرح قابلیت‌های برنامه در کتاب گنجانده شده است.

تهیه این مجموعه کامل بدون شک بدون همکاری مسئولین محترم نشر علم عمران میسر نبود. نویسنده در این جا لازم می‌داند از زحمات و پی‌گیری‌های آقای مهیار لاجوردی و تلاش ایشان در ارائه‌ی با کیفیت مطالب و نمایش مناسب اشکال گرافیکی کتاب صمیمانه قدردانی و تشکر کنم. همچنین از سرکار خانم سحر شاعرزاده هم که حروفچینی دقیق را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی کنم.

امید است کتاب‌های این مجموعه مورد قبول جامعه‌ی مهندسی و دانشگاهی قرار گیرند. از تمام دانشجویان و مهندسان محترم تقاضا دارم با نظرات سازنده‌ی خود نویسنده را در جهت ارائه هرچه مناسب‌تر این مجموعه یاری رسانند. همچنین در صورت هر گونه پیشنهاد یا انتقاد از طریق پست الکترونیکی زیر نویسنده را در جریان قرار دهید.

بهار ۱۳۸۹

حسن باجی

baji@elme-omran.com

بخش اول: نکات ویژه ساخت هندسه مدل ۳

فصل اول: کلیات مدل‌سازی و مفاهیم اولیه در ETABS ۵

- ۱-۱- مراحل طراحی ساختمان ۵
- ۲-۱- تهیه نقشه‌های سازه و جایگاه نرم‌افزارهای محاسباتی ۷
- ۳-۱- معرفی نرم‌افزارهای شرکت CSI ۸
- ۴-۱- قابلیت‌ها و محدودیت‌های برنامه ETABS ۱۰
- ۵-۱- روش مدل‌سازی در ETABS ۱۳
- ۶-۱- محیط گرافیکی و نماهای ETABS ۱۶
- ۱-۶-۱- محیط گرافیکی ۱۸
- ۲-۶-۱- نماها ۱۹
- ۷-۱- فایل‌های ساخته شده توسط ETABS ۲۲
- ۸-۱- آغاز مدل با پیش‌فرض‌های قبلی ۲۲

فصل دوم: دستگاه‌های مختصات، طبقه‌ها و محورهای معماری ۲۵

- ۱-۲- مقدمه ۲۵
- ۲-۲- خطوط شبکه (محورهای معماری) ۲۶
- ۳-۲- طبقه‌ها ۲۸
- ۴-۲- نیم طبقه‌ها ۳۲

فصل سوم: قابلیت‌های مدل‌سازی مقدماتی (پروژه فولادی) ۳۵

- ۱-۳- مقدمه ۳۵
- ۲-۳- شروع ساخت مدل ۳۶
- ۳-۳- ترسیم تیرها ۳۹
- ۴-۳- ترسیم سقف‌ها ۴۱
- ۵-۳- ترسیم ستون‌ها ۴۴
- ۶-۳- ترسیم بادبندها ۴۴
- ۷-۳- نمایش و ترسیم خطوط اندازه ۴۶
- ۸-۳- قابلیت‌های ویژه نمایشی ۴۷
- ۱-۸-۳- ایجاد نمای روبرو ۴۹
- ۲-۸-۳- مشاهده بادبندها در پلان ۵۱

فصل چهارم: قابلیت‌های مدل‌سازی مقدماتی (پروژه بتنی) ۵۳

- ۱-۴- مقدمه ۵۳
- ۲-۴- شروع و تنظیم خطوط شبکه و طبقه‌ها ۵۵
- ۳-۴- ترسیم ستون‌ها ۵۷
- ۴-۴- ترسیم تیرها ۵۷
- ۵-۴- ترسیم سقف‌ها ۵۹
- ۶-۴- ترسیم دیوارهای برشی ۶۰
- ۷-۴- تقسیم‌بندی دیوارهای برشی ۶۲
- ۸-۴- مشاهده و ایجاد خطوط شبکه ۶۳
- ۹-۴- اضافه کردن، حذف و ویرایش طبقه‌ها ۶۴
- ۱۰-۴- نمایش نام‌گذاری عناصر ۶۶
- ۱۱-۴- قابلیت ویژه گرافیکی ۶۷

فصل پنجم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (پروژه فولادی با بادبند) ۶۹

- ۱-۵- مقدمه ۶۹
- ۲-۵- شروع مدل‌سازی ۷۰
- ۳-۵- ترسیم ستون‌ها ۷۲
- ۴-۵- ترسیم تیرها ۷۲
- ۵-۵- ترسیم بادبندها ۷۴
- ۶-۵- ترسیم سقف‌ها ۷۸
- ۷-۵- انتقال تیر ورودی پاگرد به نیم طبقه ۷۹
- ۸-۵- قابلیت‌های ویژه نمایش گرافیکی ۸۰

فصل ششم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (پروژه فولادی با سقف مرکب) ۸۳

- ۱-۶- مقدمه ۸۳
- ۲-۶- شروع مدل‌سازی ۸۵
- ۳-۶- ترسیم ستون‌ها ۸۶
- ۴-۶- ترسیم سقف‌ها ۹۰
- ۵-۶- ترسیم تیرچه‌های فولادی ۹۲
- ۶-۶- ترسیم بادبندها ۹۵
- ۷-۶- انتقال تیر پاگرد پله به نیم طبقه ۹۷

فصل دهم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (فراخوانی هندسه از اتوکد)..... ۱۵۱

- ۱-۱۰-۱ مقدمه ۱۵۱
- ۱-۱۰-۲ هندسه و پلان ساختمان ۱۵۳
- ۱-۱۰-۳ وارد کردن پلان از AutoCAD به ETABS ۱۵۷
- ۱-۱۰-۴ وارد کردن محورهای معماری از AutoCAD به ETABS ۱۵۹
- ۱-۱۰-۵ خطوط شبکه عمومی ۱۶۰
- ۱-۱۰-۶ ترسیم ستون‌ها ۱۶۳

فصل یازدهم: تقسیم‌بندی خودکار اجزای محدود عناصر ۱۶۵

- ۱-۱۱-۱ کلیات ۱۶۵
- ۱-۱۱-۲ تقسیم بندی خودکار عناصر خطی ۱۶۸
- ۱-۱۱-۳ تقسیم‌بندی خودکار عناصر سطحی ۱۷۱
- ۱-۱۱-۴ فعال کردن عناصر خطی برای تقسیم‌بندی عناصر سطحی ۱۷۷
- ۱-۱۱-۵ فعال کردن وابستگی گرهی روی لبه‌های عناصر سطحی ۱۷۷

بخش دوم: نکات ویژه ساخت مصالح و مقاطع ۱۸۳

فصل اول: مشخصات مصالح ۱۸۵

- ۱-۱-۱ کلیات ۱۸۵
- ۱-۲-۱ مصالح فولادی ۱۸۶
- ۱-۳-۱ مصالح بتنی ۱۹۰
- ۱-۴-۱ مصالح ناهمسانگرد ۱۹۴

فصل دوم: مشخصات مقاطع ستون‌ها، تیرها و بادبندها ۱۹۷

- ۱-۲-۱ کلیات ۱۹۷
- ۲-۲-۱ معرفی مقاطع استاندارد ۱۹۹
- ۲-۲-۲ مثال کاربردی ساخت مقاطع استاندارد فولادی ۲۰۰
- ۳-۲-۱ معرفی مقاطع عمومی ۲۰۵
- ۳-۲-۱-۱ مثال کاربردی ساخت مقاطع عمومی فولادی ۲۰۸
- ۴-۲-۱ فراخوانی مقاطع از جداول آماده ۲۱۱
- ۴-۲-۱-۱ مثال کاربردی فراخوانی مقاطع از فایل‌های آماده ۲۱۳

فصل هفتم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (پروژه بتنی با هندسه قوسی)..... ۹۹

- ۱-۷-۱ مقدمه ۹۹
- ۲-۷-۱ شروع ساخت مدل ۱۰۱
- ۳-۷-۱ ترسیم ستون ۱۰۳
- ۴-۷-۱ ترسیم تیرهای ناحیه تحتانی ۱۰۳
- ۵-۷-۱ ترسیم تیرهای ناحیه فوقانی ۱۰۶
- ۶-۷-۱ ترسیم سقف‌های نیمه فوقانی ۱۰۹
- ۷-۷-۱ ترسیم سقف‌های نیمه تحتانی ۱۱۰
- ۸-۷-۱ ترسیم دیوارهای برشی نیمه فوقانی ۱۱۰
- ۹-۷-۱ ترسیم دیوار برشی نیمه تحتانی ۱۱۲
- ۱۰-۷-۱ حذف ستون‌ها و دیوار نیمه تحتانی در طبقه ST8 ۱۱۲
- ۱۱-۷-۱ تقسیم‌بندی اجزا محدود عناصر سطحی قوسی ۱۱۳
- ۱۲-۷-۱ تقسیم دیوار برشی خطی ۱۱۶

فصل هشتم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (پروژه بتنی با سقف شیب‌دار)..... ۱۱۹

- ۱-۸-۱ مقدمه ۱۱۹
- ۲-۸-۱ شروع ساخت مدل ۱۲۲
- ۳-۸-۱ ترسیم اعضای قاب محور ۱ ۱۲۴
- ۴-۸-۱ ایجاد قاب‌های عرضی ۱۲۸
- ۵-۸-۱ تقسیم‌بندی عناصر سطحی شیب‌دار ۱۳۰
- ۶-۸-۱ قابلیت‌های ویژه نمایشی ۱۳۱

فصل نهم: قابلیت‌های تکمیلی مدل‌سازی (پروژه بتنی با دیوار برشی)..... ۱۳۳

- ۱-۹-۱ مقدمه ۱۳۳
- ۲-۹-۱ شروع ساخت مدل ۱۳۵
- ۳-۹-۱ ایجاد دستگاه‌های مختصات محلی ۱۳۷
- ۴-۹-۱ ترسیم ستون‌ها ۱۴۱
- ۵-۹-۱ ترسیم تیرها ۱۴۲
- ۶-۹-۱ ترسیم سقف‌ها ۱۴۳
- ۷-۹-۱ ترسیم دیوارهای برشی ۱۴۴

- ۲۸۶-۴-۳-۲- تفسیر بند 10.11.1 آیین‌نامه ACI.....
- ۲۸۷-۴-۳-۳- اصلاح مشخصات هندسی المان‌های خطی (تیر، ستون، بادبند).....
- ۲۹۰-۴-۳-۴- اصلاح مشخصات هندسی المان‌های سطحی (سقف).....
- ۲۹۴-۴-۴- اختصاص بازشوها.....
- ۲۹۶-۴-۵- عناصر خنثی.....
- بخش سوم: نکات ویژه مدل‌سازی عناصر..... ۲۹۹
- فصل اول: دستگاه مختصات محلی عناصر..... ۳۰۱
- ۱-۱- کلیات..... ۳۰۱
- ۲-۱- دستگاه مختصات محلی عناصر نقطه‌ای (گره‌ها)..... ۳۰۲
- ۳-۱- دستگاه مختصات محلی عناصر خطی (تیر، ستون و بادبند)..... ۳۰۴
- ۱-۳-۱- محورهای محلی پیش‌فرض تیرها..... ۳۰۵
- ۲-۳-۱- محورهای محلی پیش‌فرض ستون‌ها..... ۳۰۶
- ۳-۳-۱- محورهای محلی پیش‌فرض بادبندها..... ۳۰۶
- ۴-۳-۱- دستور تغییر موقعیت محورهای محلی..... ۳۰۷
- ۵-۳-۱- خروجی المان‌های قاب در دستگاه محلی..... ۳۰۹
- ۶-۳-۱- نمایش محورهای محلی المان‌های قاب..... ۳۱۰
- ۴-۱- دستگاه مختصات محلی عناصر سطحی (سقف افقی، دیوار برشی)..... ۳۱۲
- ۱-۴-۱- خروجی المان‌های پوسته‌ای در دستگاه محلی..... ۳۱۶
- فصل دوم: تکیه‌گاه..... ۳۱۹
- ۱-۲- کلیات..... ۳۱۹
- ۲-۲- مقید کردن گره‌ها..... ۳۲۰
- ۳-۲- فنرهای گرهی..... ۳۲۲
- ۴-۲- فنرهای خطی..... ۳۲۴
- ۵-۲- فنرهای سطحی..... ۳۲۵
- ۶-۲- مدل‌سازی خاک به صورت فنر ارتجاعی..... ۳۲۷
- فصل سوم: تنظیم نحوه‌ی اتصال اعضا به یکدیگر..... ۳۳۱
- ۱-۳- کلیات..... ۳۳۱
- ۵-۲- معرفی مقاطع عمومی فولادی با استفاده از برنامه Section Designer..... ۲۱۷
- ۱-۵-۲- مثال کاربردی ساخت مقاطع فولادی در برنامه SD..... ۲۱۹
- ۶-۲- معرفی فهرست انتخاب خودکار..... ۲۲۵
- ۱-۶-۲- مثال کاربردی ساخت مقاطع انتخاب خودکار..... ۲۲۶
- ۷-۲- معرفی مقاطع بتنی مستطیلی، دایره‌ای و T شکل..... ۲۲۹
- ۱-۷-۲- معرفی مقطع تیرها..... ۲۲۹
- ۲-۷-۲- معرفی مقطع ستون‌ها..... ۲۳۳
- ۳-۷-۲- مثال کاربردی ساخت مقطع ستون‌های بتنی..... ۲۳۶
- ۴-۷-۲- اضافه کردن شماره میلگرد..... ۲۴۱
- ۵-۷-۲- مثال کاربردی ساخت مقطع تیرهای بتنی..... ۲۴۲
- ۸-۲- معرفی مقطع ستون‌های بتنی با برنامه SD..... ۲۴۴
- ۱-۸-۲- مثال کاربردی ساخت مقطع ستون‌های بتنی در برنامه SD..... ۲۴۶
- ۹-۲- معرفی مقاطع غیرمنشوری..... ۲۵۲
- ۱۰-۲- محدودیت‌های مقاطع فولادی و بتنی..... ۲۵۶
- ۱-۱۰-۲- محدودیت‌های مقاطع فولادی..... ۲۵۶
- ۲-۱۰-۲- محدودیت‌های مقاطع بتنی..... ۲۵۷
- ۱-۲-۱۰-۲- محدودیت‌های هندسی اعضای تحت خمش (تیرها)..... ۲۵۷
- ۲-۲-۱۰-۲- محدودیت‌های هندسی اعضای تحت خمش و فشار..... ۲۵۹
- فصل سوم: مشخصات مقاطع سقف و دیوار برشی..... ۲۱۶
- ۱-۳- کلیات..... ۲۶۱
- ۲-۳- اضافه کردن مقطع نوع Deck..... ۲۶۳
- ۳-۳- اضافه کردن مقطع نوع Slab..... ۲۶۶
- ۴-۳- اضافه کردن مقطع نوع Wall..... ۲۷۰
- ۵-۳- مثال کاربردی..... ۲۷۳
- فصل چهارم: نسبت دادن مشخصات مقاطع به عناصر..... ۲۸۱
- ۱-۴- کلیات..... ۲۸۱
- ۲-۴- اختصاص مقطع به عناصر..... ۲۸۲
- ۳-۴- اصلاح ضرایب مشخصات هندسی (ترک‌خوردگی)..... ۲۸۴
- ۱-۳-۴- بند 10.11.1 آیین‌نامه ACI..... ۲۸۵

۳۸۵	۲-۷- نامگذاری مجموعه دیوار برشی
۳۸۹	۳-۷- نامگذاری تیرهای عمیق (اسپاندرل)
۳۹۳	۴-۷- محورهای محلی دیوارها و تیرهای عمیق
۳۹۵	۵-۷- رفتار المان‌های پوسته‌ای در دیوارهای برشی و تیرهای عمیق
۳۹۶	۶-۷- پخش بار ثقلی روی دیوارهای برشی و تیرهای عمیق

بخش چهارم: نکات ویژه بارگذاری و تحلیل سازه ۴۰۱

۴۰۳	فصل اول: محاسبه جرم ساختمان
۴۰۳	۱-۱- کلیات
۴۰۳	۲-۱- اصول محاسبه جرم طبقه‌ها
۴۰۶	۳-۱- محاسبه جرم در ETABS
۴۰۶	۱-۳-۱- گزینه From Self and Specified Mass
۴۰۹	۲-۳-۱- گزینه From Loads
۴۱۰	۱-۲-۳-۱- معادل سازی بار و جرم
۴۱۲	۳-۳-۱- گزینه From Self and Specified Mass and Loads
۴۱۲	۴-۳-۱- گزینه‌های ویژه محاسبه جرم
۴۱۲	۴-۱- مثال کاربردی
۴۱۷	۱-۴-۱- جرم سقف‌ها
۴۱۸	۲-۴-۱- جرم دیوارهای جانبی
۴۲۰	۳-۴-۱- جرم اتاق پله
۴۲۱	۴-۴-۱- جرم سقف و اسکلت خرپشته
۴۲۲	۵-۴-۱- معرفی جرم بر اساس بارها

۴۲۵	فصل دوم: بارهای استاتیکی
۴۲۵	۱-۲- کلیات
۴۲۶	۲-۲- اضافه کردن بارهای استاتیکی
۴۲۷	۳-۲- حالت‌های بار ثقلی
۴۲۸	۴-۲- پخش بار زلزله بین طبقه‌ها
۴۲۹	۱-۴-۲- پخش بار زلزله با معرفی ضریب زلزله (گزینه User Coefficient)
۴۳۲	۲-۴-۲- پخش بار زلزله بر اساس آیین‌نامه UBC94 (گزینهی UBC94)

۳۳۲	۲-۳- اتصال‌ها در سازه‌های فولادی
۳۳۶	۳-۳- مدل‌سازی اتصال‌ها در ETABS
۳۳۹	۴-۳- مفصل خمشی در سازه‌های بتنی
۳۴۱	۵-۳- مدل‌سازی اتصال خمشی تیر به ستون

فصل چهارم: نواحی صلب انتهایی و گره‌های صلب ۳۴۵

۳۴۵	۱-۴- کلیات
۳۴۶	۲-۴- نواحی صلب انتهایی
۳۴۹	۳-۴- گره‌های صلب انتهایی
۳۵۲	۴-۴- نمایش نواحی صلب و انتقال صلب گره‌ها
۳۵۳	۵-۴- مثال‌هایی از معرفی نواحی و گره‌های صلب انتهایی

فصل پنجم: دیافراگم ۳۵۷

۳۵۷	۱-۵- کلیات
۳۶۰	۲-۵- کنترل صلبیت دیافراگم
۳۶۴	۳-۵- تعریف دیافراگم در ETABS
۳۶۶	۱-۳-۵- معرفی دیافراگم
۳۶۸	۲-۳-۵- اختصاص دیافراگم به گره‌ها
۳۶۹	۳-۳-۵- اختصاص دیافراگم به عناصر سطحی (سقف‌ها)
۳۷۰	۴-۵- نکته‌هایی در کنترل صلبیت دیافراگم
۳۷۱	۵-۵- نکته‌هایی در طراحی دیافراگم‌ها

فصل ششم: تنظیم موقعیت‌های دریافت خروجی المان‌ها ۳۷۳

۳۷۳	۱-۶- کلیات
۳۷۴	۲-۶- تنظیم ایستگاه‌های اعلام خروجی المان‌های قاب
۳۷۷	۳-۶- ایجاد مقطع اعلام خروجی
۳۷۸	۱-۳-۶- معرفی گروه مقطع اعلام خروجی
۳۷۹	۲-۳-۶- معرفی مقطع اعلام خروجی

فصل هفتم: نام‌گذاری دیوارهای برشی ۳۸۳

۳۸۳	۱-۷- کلیات
-----	------------

- ۴۳۲-۱-۲-۴-۲ توزیع بار زلزله در آیین‌نامه 2800 ۴۳۲
- ۴۳۳-۲-۲-۴-۲ توزیع بار زلزله در آیین‌نامه UBC94 ۴۳۳
- ۴۳۴-۳-۲-۴-۲ معادل سازی پارامترهای آیین‌نامه 2800 با UBC94 ۴۳۴
- ۴۳۴-۴-۲-۴-۲ معرفی بار زلزله بر اساس آیین‌نامه UBC94 ۴۳۴
- ۴۳۵-۳-۴-۲ پخش بار با معرفی مستقیم نیروی تراز طبقه‌ها ۴۳۵
- ۴۳۷-۴-۴-۲ اعمال بار زلزله روی المان‌ها (گزینه None) ۴۳۷
- ۴۳۷-۵-۲ پخش بار باد بین طبقه‌ها ۴۳۷
- ۴۳۸-۱-۵-۲ پخش بار بر مبنای آیین‌نامه ایران ۴۳۸
- ۴۴۱-۶-۲ مثال کاربردی ۴۴۱
- ۴۴۳-۱-۶-۲ محاسبه بار زلزله ۴۴۳
- ۴۴۵-۲-۶-۲ محاسبه بار باد ۴۴۵
- ۴۴۶-۳-۶-۲ معرفی بارهای استاتیکی در ETABS ۴۴۶
- ۴۵۳-۷-۲ معرفی ضریب کاهش سربار ۴۵۳
- ۴۵۴-۱-۷-۲ تنظیم محاسبه کاهش سربار بر اساس سطح بارگیر ۴۵۴
- ۴۵۷-۲-۷-۲ تنظیم محاسبه کاهش سربار بر اساس تعداد طبقه‌ها ۴۵۷
- ۴۵۹- فصل سوم: بار شبه دینامیکی (طیفی) ۴۵۹
- ۴۵۹-۱-۳ کلیات ۴۵۹
- ۴۶۰-۲-۳ روش تحلیل طیفی ۴۶۰
- ۴۶۰-۱-۲-۳ طیف‌های استاندارد طرح ۴۶۰
- ۴۶۲-۲-۲-۳ تعداد مدهای ارتعاش و ترکیب پاسخ مدها ۴۶۲
- ۴۶۳-۳-۲-۳ امتداد اعمال زلزله طیفی ۴۶۳
- ۴۶۴-۳-۳ معرفی زلزله طیفی در ETABS ۴۶۴
- ۴۶۴-۱-۳-۳ معرفی طیف استاندارد طرح ۴۶۴
- ۴۶۹-۲-۳-۳ معرفی زلزله طیفی ۴۶۹
- ۴۷۲-۳-۳-۳ تنظیم تعداد مدهای مورد نیاز ۴۷۲
- ۴۷۳-۴-۳ مثال کاربردی ۴۷۳
- ۴۷۹-۵-۳ مبانی تحلیل طیفی ۴۷۹
- ۴۸۱-۶-۳ پیوست سوم آیین‌نامه 2800 برای تحلیل طیفی ۴۸۱
- ۴۸۲-۱-۶-۳ طیف بازتاب طرح ۴۸۲
- ۴۸۳-۲-۶-۳ تحلیل بازتاب‌های ساختمان ۴۸۳
- ۴۸۵-۳-۶-۳ گام‌های انجام تحلیل طیفی ساختمان در آیین‌نامه 2800 ۴۸۵
- ۴۸۷-۴-۶-۳ ترکیب اثر مدها ۴۸۷
- ۴۸۸-۵-۶-۳ نکته‌های روش تحلیل دینامیکی طیفی ۴۸۸
- ۴۸۸-۱-۵-۶-۳ تعداد مدهای نوسان ۴۸۸
- ۴۸۸-۲-۵-۶-۳ ترکیب اثر مدها ۴۸۸
- ۴۸۸-۳-۵-۶-۳ اصلاح مقادیر بازتاب‌ها ۴۸۸
- ۴۸۹-۴-۵-۶-۳ اثرهای پیچش ۴۸۹
- ۴۸۹-۶-۶-۳ مثال اول بارگذاری طیفی مطابق ویرایش سوم آیین‌نامه 2800 ۴۸۹
- ۴۹۳-۷-۶-۳ مثال دوم بارگذاری طیفی مطابق ویرایش سوم آیین‌نامه 2800 ۴۹۳
- ۴۹۹- فصل چهارم: اعمال بارها روی عناصر ۴۹۹
- ۴۹۹-۱-۴ کلیات ۴۹۹
- ۵۰۱-۲-۴ بارگذاری گرهی ۵۰۱
- ۵۰۴-۳-۴ بارگذاری متمرکز روی دهانه المان‌های خطی ۵۰۴
- ۵۰۸-۴-۴ بارگذاری گسترده روی دهانه المان‌های خطی ۵۰۸
- ۵۱۵-۵-۴ بارگذاری گسترده سطحی ۵۱۵
- ۵۲۱-۶-۴ اعمال بار خطی و نقطه‌ای روی سقف‌ها ۵۲۱
- ۵۲۴-۷-۴ بار نشست تکیه‌گاهی ۵۲۴
- ۵۲۵-۸-۴ بار حرارت ۵۲۵
- ۵۲۵-۱-۸-۴ اختصاص دما به گره‌ها ۵۲۵
- ۵۲۶-۲-۸-۴ اختصاص بار حرارتی به اعضا ۵۲۶
- ۵۲۹- فصل پنجم: ترکیب بارها و پارامترهای لرزه‌ای ۵۲۹
- ۵۲۹-۱-۵ کلیات ۵۲۹
- ۵۳۰-۲-۵ ترکیب‌های بار آیین‌نامه‌ای ۵۳۰
- ۵۳۳-۳-۵ معرفی ترکیب‌های بار در ETABS ۵۳۳
- ۵۳۴-۱-۳-۵ روش‌های ترکیب بارها ۵۳۴
- ۵۳۵-۲-۳-۵ ایجاد خودکار ترکیب‌های بار ۵۳۵
- ۵۳۷-۴-۵ تنظیم ضرایب لرزه‌ای ترکیب‌های بار ۵۳۷
- ۵۳۹-۵-۵ مثال کاربردی ۵۳۹
- ۵۴۷-۶-۵ مفهوم ضریب رفتار ۵۴۷

۵۹۶	۱-۵-۴- توزیع نیروی زلزله	۵۵۰	۷-۵- تشریح اثرات متعامد در تحلیل لرزه‌ای سازه‌های سه بعدی
۵۹۶	۱-۶-۶- مدل سازی	۵۵۱	۷-۵-۱- چکیده موضوع
۵۹۷	۱-۶-۱- ایجاد هندسه مدل	۵۵۲	۷-۵-۲- کلیات
۵۹۷	۱-۶-۲- ایجاد خطوط شبکه و طبقه‌ها	۵۵۲	۷-۵-۳- روش طراحی معقول
۶۰۱	۱-۶-۳- ترسیم تیرها و ستون‌ها	۵۵۳	۷-۵-۴- معادلات اساسی محاسبه نیروهای طیفی (یا استاتیکی معادل)
۶۰۳	۱-۶-۴- ترسیم سقف‌ها	۵۵۴	۷-۵-۵- تعیین جهت بحرانی زلزله
۶۰۴	۱-۶-۵- ترسیم بادبندها	۵۵۴	۷-۵-۶- تحلیل یک سازه سه بعدی
۶۰۶	۱-۶-۶- ترسیم تیرهای نیم طبقه	۵۵۷	۷-۵-۷- توصیه‌ها
۶۰۷	۱-۶-۷- تعریف مشخصات مدل		
۶۰۷	۱-۶-۷-۱- مصالح فولادی و بتنی	۵۵۹	فصل ششم: تحلیل سازه
۶۰۸	۱-۶-۷-۲- مقاطع اعضا	۵۵۹	۱-۶- کلیات
۶۱۳	۱-۶-۷-۳- مقطع سقف	۵۶۰	۲-۶- تنظیم پارامترهای تحلیل
۶۱۵	۱-۶-۷-۴- حالت‌های بار استاتیکی	۵۶۱	۱-۲-۶- درجه‌های آزادی فعال سازه
۶۱۷	۱-۶-۷-۵- ترکیب‌های بار	۵۶۲	۲-۲-۶- تحلیل مودال
۶۱۹	۱-۶-۷-۶- پارامترهای لرزه‌ای	۵۶۶	۲-۳-۶- اثرهای $P-\Delta$
۶۲۰	۱-۶-۷-۷- جرم	۵۶۹	۲-۴-۶- ذخیره‌سازی فایل Access
۶۲۱	۱-۶-۸- اختصاص مشخصات اعضا	۵۶۹	۳-۶- تحلیل مدل
۶۲۱	۱-۶-۸-۱- تکیه‌گاه	۵۷۲	۴-۶- نکته‌هایی در مورد تحلیل $P-\Delta$
۶۲۳	۱-۶-۸-۲- مقطع تیر، ستون و بادبند		
۶۲۵	۱-۶-۸-۳- آزادسازی انتهایی		
۶۲۷	۱-۶-۸-۴- نواحی صلب انتهایی	۵۸۱	بخش پنجم: نکات ویژه خروجی‌ها
۶۲۸	۱-۶-۸-۵- مقطع سقف‌ها		
۶۲۹	۱-۶-۸-۶- دیافراگم صلب	۵۸۳	فصل اول: خروجی ساختمان و گره‌ها
۶۳۰	۱-۶-۸-۷- بارگذاری	۵۸۳	۱-۱- مقدمه
۶۳۰	۱-۶-۸-۷-۱- بارگذاری سطحی سقف‌ها	۵۸۴	۲-۱- هندسه ساختمان
۶۳۱	۱-۶-۸-۷-۲- بارگذاری دیوارهای جانبی	۵۸۵	۳-۱- مشخصات ساختمان
۶۳۳	۱-۶-۸-۷-۳- بارگذاری پله	۵۸۷	۴-۱- بارگذاری ثقیلی
۶۳۵	۱-۶-۸-۷-۴- بارگذاری خرپشته	۵۸۹	۵-۱- بارگذاری زلزله
۶۳۶	۱-۶-۸-۷-۵- بارگذاری معادل جرم و بار	۵۸۹	۱-۵-۱- برآورد وزن اسکلت سازه
۶۳۷	۱-۶-۷- تحلیل سازه	۵۹۳	۱-۵-۲- برآورد وزن طبقه‌ها
۶۳۷	۱-۸- نمایش و تفسیر خروجی‌ها و ورودی‌ها	۵۹۵	۱-۵-۳- برآورد ضریب زلزله

۷۱۴	۱۲-۷-۲- تکیه‌گاه‌ها	۶۳۸	۱-۸-۱- نمایش توزیع نیروی زلزله
۷۱۴	۱۳-۷-۲- مقطع اعضا	۶۴۳	۲-۸-۱- نمایش تغییر مکان گره‌های سازه
۷۱۵	۱۴-۷-۲- آزادسازی لنگر	۶۵۱	۳-۸-۱- نمایش عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی
۷۱۶	۱۵-۷-۲- ناحیهٔ صلب انتهایی	۶۵۶	۴-۸-۱- نمایش جرم، مرکز جرم، مرکز سختی و برش طبقه‌ها
۷۱۷	۱۶-۷-۲- موقعیت ایستگاه‌های اعلام خروجی	۶۶۰	۵-۸-۱- نمایش وزن اسکلت سازه
۷۱۷	۱۷-۷-۲- جهت قرارگیری ستون‌ها	۶۶۲	۹-۱- چاپ نتایج خروجی
۷۱۷	۱۸-۷-۲- دیافراگم صلب	۶۶۳	۱-۹-۱- چاپ خروجی‌های گرافیکی
۷۱۸	۱۹-۷-۲- بارگذاری سقف‌ها	۶۶۷	۲-۹-۱- چاپ خروجی متنی
۷۱۹	۲۰-۷-۲- بارگذاری دیوارهای جانبی		
۷۲۱	۲۱-۷-۲- بارگذاری خرپشته	۶۶۹	فصل دوم: خروجی المان‌های قاب
۷۲۲	۲۲-۷-۲- بارگذاری پله	۶۶۹	۱-۲- مقدمه
۷۲۵	۲۳-۷-۲- مرتب کردن شمارهٔ اعضا	۶۷۰	۲-۲- معماری ساختمان
۷۲۶	۲۴-۷-۲- تنظیم مدهای ارتعاشی	۶۷۴	۳-۲- سیستم‌های باربر و تیرریزی
۷۲۷	۸-۲- انجام عملیات تحلیل	۶۷۷	۴-۲- مقاطع اعضای سازه
۷۲۷	۹-۲- کنترل صحت مدل	۶۸۳	۵-۲- بارگذاری ثقلی
۷۲۹	۱۰-۲- بررسی خروجی‌ها	۶۸۵	۶-۲- بارگذاری زلزله
۷۲۹	۱۰-۱-۱- نمایش دیاگرام نیروی داخلی اعضا	۶۸۵	۱-۶-۲- محاسبهٔ وزن سازه
۷۲۹	۱۰-۱-۲- نمایش گرافیکی دیاگرام نیروی داخلی	۶۸۷	۲-۶-۲- ضریب زلزله
۷۳۵	۱۰-۱-۲- نمایش متنی دیاگرام نیروی داخلی	۶۸۸	۳-۶-۲- توزیع بار زلزله
۷۳۹	۱۰-۲- نمایش بارهای گستردهٔ روی اعضا	۶۸۸	۷-۲- مدل‌سازی
۷۴۰	۱۰-۲-۳- نمایش مشخصات اعضا	۶۸۸	۱-۷-۲- ایجاد خطوط شبکه
۷۴۲	۱۰-۲-۴- نمایش مجموع نیروهای اعضا و تعریف گروه	۶۹۰	۲-۷-۲- مشخصات مصالح
۷۴۷	۱۰-۲-۵- نمایش جرم، نحوهٔ اتصال اعضا، وزن اسکلت و داده‌های طبقه‌ها	۶۹۱	۳-۷-۲- مقاطع اعضا
۷۵۱	۱۰-۲-۶- نمایش و چاپ مشخصات مصالح و مقاطع	۶۹۵	۴-۷-۲- معرفی مقطع سقف
۷۵۴	۱۰-۲-۷- نمایش نتایج تحلیل دینامیکی	۶۹۶	۵-۷-۲- معرفی طیف طراحی
۷۵۷	۱۰-۲-۱-۱- نمایش زمان تناوب و ضرایب مشارکت‌ها	۶۹۷	۶-۷-۲- معرفی بارهای استاتیکی
۷۵۹	۱۰-۲-۲-۱-۲- شکل مدهای ارتعاشی	۶۹۹	۷-۷-۲- حالت‌های بار طیفی
۷۶۱	۱۰-۲-۳-۱-۳- ضرایب جذب جرم	۷۰۱	۸-۷-۲- ترکیب‌های بار
۷۶۲	۱۰-۲-۴-۱-۴- شتاب طیفی	۷۰۳	۹-۷-۲- ضوابط ویژهٔ لرزه‌ای
۷۶۴	۱۰-۲-۵-۱-۵- بزرگی شتاب	۷۰۴	۱۰-۷-۲- محاسبهٔ جرم
۷۶۵	۱۰-۲-۶-۱-۶- برش و لنگرهای تراز پایه	۷۰۵	۱۱-۷-۲- ترسیم اعضای سازه

۸۰۳	۱۲-۸-۳- دیافراگم صلب
۸۰۳	۱۳-۸-۳- ترک خوردگی مقاطع
۸۰۶	۱۴-۸-۳- نامگذاری دیوارهای برشی
۸۱۰	۱۵-۸-۳- بارگذاری سطحی سقف‌ها
۸۱۱	۱۶-۸-۳- بارگذاری دیوارهای جانبی
۸۱۳	۱۷-۸-۳- بارگذاری خرپشته
۸۱۴	۱۸-۸-۳- بارگذاری پله
۸۱۵	۹-۳- فعال کردن اثرهای $P-\Delta$ و تحلیل مدل
۸۱۶	۱۰-۳- کنترل صحت مدل
۸۱۸	۱۱-۳- نمایش بارهای سطحی
۸۱۹	۱۲-۳- نمایش دیاگرام نیروی داخلی دیوارها
۸۲۸	۱۳-۳- نیروهای داخلی المان پوسته‌ای
۸۳۲	۱۴-۳- مشخصات المان‌های سطحی
۸۳۴	۱۵-۳- ارسال خروجی به برنامه SAFE
۸۳۴	۱۶-۳- ایجاد خروجی اتوکد

۸۳۷	بخش ششم: آشنایی با نرم‌افزار سازه‌نگار
۸۳۹	۱-۱- مقدمه
۸۴۰	۲-۱- قابلیت‌های شاخص سازه‌نگار
۸۴۰	۱-۲-۱- محیط گرافیکی
۸۴۴	۲-۲-۱- محیط محاسباتی
۸۵۴	۳-۲-۱- محیط نقشه‌کشی

۷۶۶	۸-۱۰-۲- تنظیم ضریب کاهش بار زنده
۵	فصل سوم: خروجی المان‌های پوسته‌ای
۷۷۱	۱-۳- مقدمه
۷۷۲	۲-۳- معرفی پروژه
۷۷۵	۳-۳- سیستم‌های باربر
۷۷۶	۴-۳- مقطع اعضا و مصالح
۷۷۷	۵-۳- وزن اسکلت
۷۸۰	۶-۳- بارگذاری ثقلی
۷۸۱	۷-۳- بارگذاری زلزله
۷۸۱	۱-۷-۳- وزن ساختمان
۷۸۱	۲-۷-۳- ضریب زلزله
۷۸۲	۳-۷-۳- توزیع نیروی زلزله
۷۸۲	۸-۳- مدل‌سازی
۷۸۳	۱-۸-۳- شروع
۷۸۴	۲-۸-۳- مشخصات مصالح
۷۸۵	۳-۸-۳- مقاطع تیر و ستون
۷۸۸	۴-۸-۳- مقاطع سقف و دیوار برشی
۷۹۰	۵-۸-۳- بارهای استاتیکی
۷۹۲	۶-۸-۳- تنظیم پارامترهای لرزه‌ای
۷۹۳	۷-۸-۳- محاسبه جرم
۷۹۳	۸-۸-۳- ترسیم اعضا
۷۹۳	۱-۸-۳- ایجاد خطوط و صفحه‌های مرجع
۷۹۵	۲-۸-۳- ترسیم ستون‌ها
۷۹۵	۳-۸-۳- ترسیم تیرها
۷۹۶	۴-۸-۳- ترسیم سقف‌ها
۷۹۷	۵-۸-۳- ترسیم دیوارهای برشی
۷۹۸	۶-۸-۳- تکمیل عملیات ترسیم
۸۰۰	۹-۸-۳- اختصاص تکیه‌گاه‌ها
۸۰۱	۱۰-۸-۳- آزادسازی لنگر تیر نیم‌طبقه
۸۰۲	۱۱-۸-۳- اختصاص نواحی صلب انتهایی

بخش اول

نکات ویژه ساخت هندسه مدل

یکی از مراحل مهم در ایجاد مدل ترسیم هندسه‌ی سازه است. در برنامه‌ی ETABS سه نوع عنصر نقطه‌ای، خطی و سطحی برای ترسیم هندسه ساختمان بکار می‌روند. تیرها، ستون‌ها و بادبندها بوسیله‌ی عنصر خطی ایجاد می‌شوند. سقف‌ها و دیوارهای برشی نیز بوسیله‌ی عنصر سطحی ایجاد می‌شوند. عنصر نقطه‌ای هم برای ایجاد گره‌های مورد نیاز بکار می‌رود. برنامه‌ی ETABS امکانات ویژه‌ای برای ساخت و توسعه‌ی مدل ساختمان دارد. دستورهای ترسیمی برنامه‌ی ETABS در منوهای Draw و Edit قرار دارند. دستورهای منوی Draw برای ایجاد مستقیم هندسه بکار می‌روند و دستورهای منوی Edit برای توسعه و گسترش مدل از روی هندسه‌ی موجود بکار می‌روند (مانند دستورهای کپی). دستورهای مشابه نرم‌افزار اتوکد در برنامه ETABS وجود دارند، با این حال امکان فراخوانی هندسه از نرم‌افزار اتوکد نیز وجود دارد. قابلیت ویژه‌ای نیز برای ساخت هندسه در نرم‌افزار Excel و انتقال آن به برنامه‌ی ETABS وجود دارد.

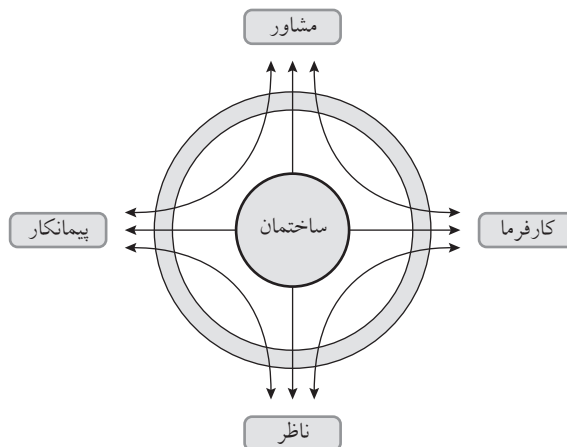
در این بخش ابتدا اصول اولیه و مفاهیم برنامه‌ی ETABS در قالب مثال‌هایی از ساختمان‌های فولادی و بتنی مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند. در هر فصل به صورت مستقیم دستورهای ترسیم و توسعه‌ی هندسه‌ی ساختمان بکار برده می‌شوند و کاربرد هر یک در ساخت هندسه مدل نشان داده می‌شود. در انتهای بخش نیز قابلیت‌های تقسیم‌بندی اجزای محدود شرح داده می‌شوند. دستورهای مختلف در فصل‌های متوالی توزیع شده‌اند و در هر فصل دستورهای خاصی مورد توجه قرار گرفته‌اند و مفهوم دستور و کاربرد آن به صورت همزمان شرح شده است.

فصل اول

کلیات مدل سازی و مفاهیم اولیه در ETABS

۱-۱- مراحل طراحی ساختمان

عملیات طراحی ساختمان شامل ترسیم نقشه‌ها، طراحی، ساخت قطعات، انتقال اجزای ساختمان و ساخت می‌شود. در پروسه ساخت و طراحی یک ساختمان عوامل و دستگاه‌های اجرایی شامل کارفرما، مشاور، پیمانکار و ناظر دخیل هستند. در شکل ۱-۱ ارتباط دستگاه‌های مختلف مذکور در پروسه ساخت نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- ارتباط دستگاه‌های اجرایی ساخت بنا

روند طراحی یک ساختمان شامل چند فاز مختلف است، در هر یک از فازها چند گروه با هم مشارکت دارند. فازهای تهیه نقشه‌های اجرایی بر عهده دستگاه مشاور است. در مهندسين مشاور، مهندسين معمار، سازه، مکانیک و برق با همکاری هم نقشه‌های اجرایی مختلف ساختمان را تهیه می‌کنند. فازهای مختلف تهیه نقشه‌های اجرایی ساختمان به صورت زیر هستند:

- فاز صفر: این مرحله شامل مطالعات اولیه، بررسی ضرورت انجام ایده انتخاب شده و امکان‌پذیری آن است. به این فاز مرحله مطالعاتی نیز گفته می‌شود. در این مرحله بر اساس نظر و خواسته‌های کارفرما گزینه‌های مختلفی توسط مشاور ارائه خواهند شد. با انجام بررسی‌های لازم گزینه مناسب انتخاب خواهد شد. به عنوان مثال در بخش سازه امکان‌پذیری و مزایای اسکلت فولادی و بتنی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرند. گزینه‌های مختلف بر اساس شرایط موجود توسط مشاور به کارفرما ارائه می‌شوند و با نظر کارفرما و بررسی اقتصادی طرح و گزینه مناسب انتخاب خواهد شد.
 - فاز یک: در این مرحله و در ادامه فاز صفر گزینه مناسب انتخاب شده به طور کامل با جزییات بررسی می‌شود و نقشه‌های اجرایی اولیه (معماری و سازه) در این مرحله تهیه می‌شوند. چهارچوب اصلی ساختمان در این مرحله شکل می‌گیرد. در مراحل بعدی ممکن است تغییر مختصری در این چهارچوب داده شود.
 - فاز دو: با توجه به اینکه در بخش مشاور چندین گروه مهندسی با هم مشارکت دارند، ممکن است پس از تهیه نقشه‌های فاز یک مربوط به هر گروه تداخلی بین آنها ایجاد شود. در این مرحله در صورت لزوم نقشه‌های فاز یک اصلاح خواهند شد و جزییات بیشتری از نقشه‌ها تهیه خواهد شد. به عنوان مثال اگر در معماری فاز یک ابعاد ستون‌های ساختمان 30×30 پیش‌بینی شده باشد و در نقشه‌های فاز یک سازه ابعاد 45×45 بدست آمده باشد باید نقشه‌های فاز دو با مقطع 45×45 نقشه‌های معماری اصلاح شوند. نقشه‌ها و طرح اصلی و نهایی در این مرحله تهیه می‌شود.
 - فاز سه: این مرحله، مرحله اجرایی پروژه و پیاده کردن نقشه‌های تهیه شده در مرحله فاز دوم است. در واقع در این مرحله ساختمان اجرا می‌شود. این مرحله به عهده پیمانکار و ناظر است. دستگاه مشاور می‌تواند در این مرحله نیز دخالت و کنترل‌های مورد نیاز را داشته باشد.
- فازهای چهارگانه فوق برای هر نوع پروژه‌ای قابل اعمال هستند. در مورد سازه‌های عمرانی از جمله ساختمان چهار گروه معمار، عمران، مکانیک و برق در تهیه نقشه‌های مربوط به فازهای چهارگانه فوق با هم مشارکت می‌کنند. از هر کدام از گروه‌های مذکور نیز تخصص‌های متعددی ممکن است در تهیه طرح مشارکت داشته باشند.
- اگر به طور ویژه عملیات تهیه نقشه‌های اولیه، نهایی و اجرایی یک ساختمان را با توجه به مراحل فوق مورد توجه قرار دهیم، می‌توان مراحل فوق را به صورت زیر خلاصه کرد: