

## دوره آموزش جامع مدل سازی، تحلیل و طراحی انواع سازه ها در نرم افزار sap2000

مدرس: محمد طالبی کلاله ، دانشجوی دکتری سازه از دانشگاه صنعتی شریف

شروع: ۱۷ اسفند

زمان برگزاری: دوشنبه ها از ساعت ۱۸-۲۱ و پنجشنبه ها از ساعت ۱۷-۲۰

مدت دوره: ۱۰۰ ساعت

جهت ثبت نام در این دوره به این [صفحه](#) مراجعه بفرمایید.



در این دوره به شرکت کنندگان آموزش داده خواهد شد که چگونه از نرم افزار SAP مانند یک ماشین حساب برای حل کلیه مسائل خود در مهندسی سازه و زلزله استفاده نمایند. ارائه انواع تکنیک های مدل سازی و روش های تحلیل و طراحی انواع سازه ها بر اساس آخرین دستاوردها و آیین نامه های طراحی و تجربیات مدرس از اهداف دیگر این دوره است. در این دوره ۱۰۰ ساعته شما را از سایر مهندسين جلوتر خواهیم برد؛ بطوری که بتوانید بسیار عمیق ابزارهای تحلیل نرم افزار را فراگیرید و درک نمایید و از آن برای مقاصد طراحی سازه های صنعتی، سوله ها، ساختمان ها، مخازن، پوسته ها، سازه های دریایی، سازه های زیرزمینی و ... استفاده نمایید. سرفصل دروس به گونه ای بسیار منظم و طوری تنظیم شده است تا شرکت کنندگان دچار سردرگمی نشوند و بانظم حاکم مطالب را به خوبی در ذهن خود دسته بندی نمایند. تاکنون دوره های زیادی تحت عنوان تحلیل و طراحی برخی سازه های خاص در نرم افزار SAP توسط مدرسین مختلف ارائه شده است اما دوره ای که بتواند کلیه قابلیت های نرم افزار را پوشش دهد، به جرئت می توان گفت تاکنون ارائه نشده است. امید است با استقبال عزیزان در دوره و مشارکت و انجام تمرین های منظم دوره، تسلط کافی در تحلیل و طراحی سازه های خاص را کسب نمایند.

آدرس دفتر مرکزی: تهران ، ابتدای گیشا ، ابتدای فروزانفر ، جنب بانک صادرات، پلاک ۱، واحد ۷

تلفن : ۰۲۱- ۸۸۲۷۲۶۹۴    سایت : [www.civil808.com](http://www.civil808.com)    ایمیل : [info@civil808.com](mailto:info@civil808.com)

## ۱ مقدمه و معرفی ابزارهای نمایش

- ۱-۱ معرفی کلی انواع قابلیت‌های موجود در نرم‌افزار SAP2000 و بررسی انواع ورژن‌ها و تفاوت کلیدی آن‌ها از ورژن ۱۴,۲,۲ تا ۲۰
- ۲-۱ ارائه سرفصل دوره و کلیه مسائلی که در دوره به آن‌ها خواهیم پرداخت
- ۳-۱ معرفی کلی انواع قالب‌های مدل‌سازی سریع برخی سازه‌های خاص مانند مخازن ذخیره، پوسته‌ها مثل نیم‌کره و گنبد و مخازن استوانه‌ای و ...، دال‌ها، پل‌های معلق و متعارف، لوله‌ها، دیواره‌های قوسی ضخیم، سازه‌های مدفون یا زیرگذرها، قاب‌های دوبعدی و سه‌بعدی و خرپاها
- ۴-۱ چه امکانات طراحی خودکاری در نرم‌افزار وجود دارد و چه المان‌هایی را باید با استفاده از نتایج تحلیل نرم‌افزار دستی طراحی نمود؟
- ۵-۱ معرفی انواع سیستم‌های مختصات و محورهای راهنما (GRID SYSTEMS) و علت و موارد استفاده از هر کدام
- ۶-۱ روش انجام ترسیمات و مدل‌سازی در حالت بدون GRID با استفاده از نقاط
- ۷-۱ ابزارهای نمایش دوبعدی و سه‌بعدی و تعریف صفحات نمایش برای کنترل مدل در صفحات مختلف
- ۸-۱ معرفی انواع تنظیمات نمایش و عدم نمایش آیتم‌های مختلف مدل‌سازی و پرینت و کاربرد آن‌ها در تسهیل مدل‌سازی و تنظیمات فونت‌ها و سرعت بزرگنمایی و ضخامت خطوط و ...
- ۹-۱ انواع روش‌ها و ابزارهای انتخاب و عدم انتخاب
- ۱۰-۱ موارد و کاربرد گروه‌ها در تسهیل مدل‌سازی، تحلیل و طراحی
- ۱۱-۱ معرفی SNAP و کاربرد آن در ترسیمات

## ۲ مراحل گام‌به‌گام عمومی مدل‌سازی، تحلیل و طراحی هر سازه در نرم‌افزار

- ۱-۲ داشتن تسلط به آیین‌نامه مختص طراحی سازه و آگاه بودن به مبانی تحلیل و طراحی نرم‌افزار برای آن سازه خاص
- ۲-۲ ترسیم محورهای راهنمای مناسب برای مدل‌سازی سازه
- ۳-۲ تعریف مشخصات مصالح (پارامترهای مورد نیاز برای تحلیل و طراحی) مورد استفاده

۴-۲ تعریف مقاطع اولیه مورد استفاده در مدل (مقاطع تیر، ستون، دال، دیوار، میراگر، جداساز، کابل‌ها و تاندون‌ها، مشخصات سختی و میرایی خاک و ...)

۵-۲ شناسایی انواع بارهای مؤثر بر سازه مورد بررسی و تعریف انواع الگوهای بار (LOAD PATTERN)

۶-۲ تعریف انواع حالت‌های تحلیل مورد نظر جهت انجام بر روی سازه شامل تحلیل‌های مودال، استاتیکی (خطی و غیرخطی)، دینامیکی (طیفی و تاریخچه پاسخ خطی یا غیرخطی)، بار متحرک، کمانش و تحلیل حوزه فرکانس با لحاظ آثار غیرخطی هندسی در کلیه تحلیل‌ها (روش تقریبی یا دقیق) (LOAD CASE)

۷-۲ تعریف ترکیبات بار طراحی در صورت لزوم برای انجام طراحی (LOAD COMBINATION)

۸-۲ ترسیم و مدل‌سازی المان‌های مختلف سازه (تیرها و ستون‌ها و دال و دیوارها و میراگرها و ...) و تعریف شرایط تکیه‌گاهی

۹-۲ اختصاص مقاطع به المان‌ها

۱۰-۲ اختصاص بارهای مختلف تحت الگوهای بار به سازه

۱۱-۲ تعریف منبع جرم (MASS SOURCE) و مقید کردن درجات آزادی (CONSTRAINTS) در صورت لزوم (دیافراگم صلب) جهت انجام تحلیل‌های دینامیکی

۱۲-۲ تنظیم درجات آزادی فعال برای شروع تحلیل

۱۳-۲ تحلیل سازه

۱۴-۲ تنظیم آیین‌نامه طراحی و طراحی سازه

۱۵-۲ تغییر مقاطع در صورت لزوم و کنترل مجدد تحلیل و طراحی

### ۳ ابزارهای مدل‌سازی و تعریف المان‌های مختلف در نرم‌افزار

۱-۳ ابزارهای ترسیم تیر و ستون و مهاربند و تیرهای فرعی (المان فریم) و روش‌های تعریف مقاطع بتنی و فولادی و معرفی محورهای محلی در این المان‌ها

۲-۳ ابزارهای ترسیم و مدل‌سازی و معرفی میراگرها و لینک‌های دو گره‌ای غیرخطی یا صلب و روش‌های تعریف آن‌ها و معرفی محورهای محلی در این المان‌ها

- ۳-۳ ابزارهای ترسیم و مدل سازی و معرفی جداسازها و لینک های یک گره ای غیرخطی و ترسیم فنر و معرفی محوره های محلی در این المان ها
- ۴-۳ تفاوت فنرهای سطحی و خطی و نقطه ای و انواع روش های مدل سازی سختی خاک در المان های خطی و سطحی
- ۵-۳ مفاهیم و روش مدل سازی و ترسیم تاندون ها در دال ها و تیرهای بتنی پیش تنیده و معرفی محوره های محلی در این المان ها
- ۶-۳ مفاهیم و روش مدل سازی و ترسیم کابل ها در پل ها و سایر سازه ها و بررسی تفاوت المان کابل با سایر المان ها و معرفی محوره های محلی در این المان ها
- ۷-۳ روش های تعریف سریع المان های فریم با رفتار صرفاً کششی و یا صرفاً فشاری
- ۸-۳ ابزار ترسیم دال ها و دیوارها (المان های سطحی) و معرفی محوره های محلی در این المان ها و تفاوت المان های سطحی مختلف (shell, membrane, plate)
- ۹-۳ ابزارهای ترسیم المان SOLID (المان های سه بعدی) و معرفی محوره های محلی در این المان ها
- ۱۰-۳ مدل سازی با استفاده از نقطه
- ۱۱-۳ مدل سازی المان های خطی با استفاده از امتداد نقطه
- ۱۲-۳ مدل سازی المان های سطحی با استفاده از امتداد یا تبدیل خط و بیان مزیت روش
- ۱۳-۳ مدل سازی المان SOLID با استفاده از امتداد یا تبدیل المان سطحی و بیان مزیت روش
- ۱۴-۳ نکات ترسیم تیرهای خمیده
- ۱۵-۳ روش های مش بندی دستی و خودکار المان های فریم، سطحی و سه بعدی و بیان تفاوت مش داخلی و مش دستی و بیان مفهوم و کاربرد edge constraints در مش بندی نامتوازن المان های سطحی و سه بعدی
- ۱۶-۳ معرفی ابزارهای پیشرفته ترسیم شامل TRIM و EXTEND و MIRROR و COPY و MOVE
- ۱۷-۳ نحوه تعریف مفاصل پلاستیک متمرکز برای المان های فریم (تیر، ستون و بادبند در سازه های فولادی و بتن مسلح) و دامنه کاربرد آن ها برای بارگذاری های لرزه ای

۱۸-۳ نحوه تعریف مقاطع فایبر و پلاستیسیته گسترده برای المانهای فریم (تیر، ستون و بادبند در سازه‌های فولادی و بتن مسلح) و دیوارهای برشی و دامنه کاربرد آنها برای بارگذاری‌های لرزه‌ای

۱۹-۳ معرفی مدل‌های رفتاری غیرخطی مصالح و مدل‌های سخت‌شوندگی برای تحلیل‌های تاریخچه زمانی

۲۰-۳ تعریف المان‌های لینک وابسته به فرکانس و موارد کاربرد آنها

#### ۴ ابزارهای اختصاص مشخصات به المان‌ها

۱-۴ روش اختصاص مقطع به المان‌های مختلف (فریم، سطحی، سه‌بعدی، لینک و کابل)

۲-۴ مفهوم و مقدار ضرایب ترک‌خوردگی در ترکیب بارهای نهایی و سرویس برای المان‌های مختلف بتنی و نحوه تخصیص آن

۳-۴ نحوه تعریف و مدل‌سازی اتصالات صلب، مفصلی و نیمه‌گیردار و چشمه اتصال صلب و نیمه‌صلب در المان‌های فریم

۴-۴ مفهوم insertion point در المان‌های فریم و سطحی و کاربرد آن در مدل‌سازی مقاطع بال‌دار فولادی و یا بتنی

۵-۴ مفهوم joint pattern و کاربرد آن در تخصیص ضخامت متغیر به المان‌های سطحی

۶-۴ نحوه تخصیص مفاصل پلاستیک و مقاطع فایبر به المان‌های فریم

۷-۴ نحوه تعیین و تخصیص تعداد مقاطع طراحی و تعداد ایستگاه‌های خروجی در یک المان فریم

۸-۴ نحوه تخصیص حد فشار و کشش برای المان‌های فریم صرفاً فشاری و یا صرفاً کششی

۹-۴ نحوه اعمال جرم به گره‌ها و المان‌ها و بیان تفاوت آن با وزن و تعریف منبع جرم سازه (mass source)

۱۰-۴ معرفی انواع قیدهای درجات آزادی (joint constraint) و نحوه تخصیص دیافراگم صلب به سقف‌ها و نحوه تعریف جسم صلب در نرم‌افزار

#### ۵ روش‌های اعمال بار بر روی سازه

۱-۵ نحوه تفکیک بارهای دینامیکی از بارهای استاتیکی



- ۲-۵ نحوه اعمال نیرو یا تغییر شکل اجباری در گره‌ها
- ۳-۵ نحوه اعمال بارهای گسترده یکنواخت و غیریکنواخت، متمرکز، بارهای تغییر دمای یکنواخت و گرادیان حرارتی، تغییر شکل‌ها و کرنش‌های اجباری داخلی (خطای ساخت) و بار محوری هدف در المان‌های فریم
- ۴-۵ نحوه اعمال بارهای یکنواخت بر روی دال‌ها برای آنالیز الاستیک و نحوه اعمال بارهای یکنواخت بر روی دال به‌منظور انتقال یک‌طرفه یا دوطرفه با تئوری لولاهای گسیختگی به فریم‌های پیرامون دال و بیان تفاوت آن‌ها
- ۵-۵ نحوه اعمال بارهای ناشی از تغییر دما، کرنش داخلی اجباری و بارگذاری یکنواخت بر روی کلیه المان‌های سطحی
- ۶-۵ مفهوم joint pattern و نحوه اعمال فشار سطحی هیدرو استاتیک و یا فشار خاک به‌صورت غیریکنواخت بر روی المان‌های سطحی
- ۷-۵ نحوه اعمال بارهای ثقلی، فشار سطحی، حرارتی و کرنش اجباری داخلی بر روی المان solid
- ۸-۵ معرفی انواع الگوهای باری که توسط نرم‌افزار به‌طور خودکار بر روی سازه قابل‌اعمال است.
- ۱-۸-۵ بارگذاری خودکار زلزله و نحوه اعمال آن (اعمال بارهای استاتیکی معادل لرزه‌ای) مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴
- ۲-۸-۵ نحوه تخصیص ضرایب فشار باد به المان‌های فریم و سطحی و طریقه اعمال خودکار بار باد بر روی سازه مطابق مبحث ششم مقررات ملی
- ۳-۸-۵ معرفی نحوه اعمال بارگذاری موج در سازه‌های دریایی
- ۴-۸-۵ معرفی بارهای اسمی نا شاقولی در سازه‌های فولادی و کاربرد آن و نحوه اعمال آن در نرم‌افزار
- ۹-۵ نحوه تعریف بار متحرک استاتیکی کامیون و غیره برای مقاصد طراحی پل و یا مقاصد دیگر و ترسیم منحنی خط تأثیر شامل تعریف lane بر روی تیر یا دال عرشه پل
- ۱۰-۵ نحوه تعریف طیف طرح برای تحلیل طیفی مطابق استاندارد ۲۸۰۰
- ۱۱-۵ نحوه تعریف تابع شتاب‌نگاشت و تابع تغییرات نیرو برای تحلیل‌های تاریخچه زمانی

## ۶ انواع ابزارهای تحلیل سازه در نرم‌افزار

- ۱-۶ معرفی عمومی انواع حالت‌های تحلیل موجود در نرم‌افزار
- ۲-۶ نحوه انجام تحلیل مودال کلاسیک در نرم‌افزار



- ۳-۶ نحوه انجام تحلیل استاتیکی خطی و غیرخطی و پوش آور در نرم افزار
- ۴-۶ نحوه لحاظ آثار غیرخطی هندسی به روش تقریبی در نرم افزار (preset p-delta)
- ۵-۶ نحوه انجام تحلیل کمانش و کاربرد آن
- ۶-۶ نحوه انجام تحلیل تاریخچه زمانی خطی و غیرخطی (مودال و انتگرال گیری مستقیم) تحت تحریک زلزله
- ۷-۶ نحوه انجام تحلیل تاریخچه زمانی خطی تحت بارهای دینامیکی با روش اعمال شتاب
- ۸-۶ نحوه انجام تحلیل تاریخچه زمانی با تحریک چند تکیه گاهی با روش اعمال تغییر مکان
- ۹-۶ نحوه انجام تحلیل بار متحرک و ترسیم خط تأثیر و سطح تأثیر
- ۱۰-۶ معرفی تحلیل حالت مانا (steady state) و کاربرد آن در پایش سلامت سازه ها
- ۱۱-۶ تنظیمات تحلیل و انجام تحلیل

## ۷ پردازش و نمایش خروجی های تحلیل

- ۱-۷ نمایش مودهای طبیعی ارتعاش سازه و مشاهده پارامترهای مودی
- ۲-۷ نمایش مودهای کمانش سازه
- ۳-۷ نمایش خط تأثیر و سطح تأثیر تحت بار متحرک واحد
- ۴-۷ نمایش منحنی ظرفیت و دوران پلاستیک مفاصل غیرخطی تحت تحلیل استاتیکی غیرخطی
- ۵-۷ نمایش منحنی های هیستریزس مفاصل و المان های لینک و تاریخچه پاسخ جابجایی طبقات و برش پایه سازه تحت تحلیل تاریخچه زمانی خطی و غیرخطی تحت زلزله
- ۶-۷ نمایش منحنی طیف پاسخ شتاب نقاط مختلف سازه و کاربرد آن تحت تحلیل تاریخچه زمانی خطی و غیرخطی
- ۷-۷ نمایش نیروهای داخلی و تنش ها در المان های فریم، المان های سطحی و SOLID و نیروهای داخلی و تنش در مقطع کلی عرشه پل ها
- ۸-۷ نمایش نمودار کار مجازی تحت حالت های بار مختلف و کاربرد آن
- ۹-۷ نمایش نتایج تحلیل حالت مانا و استخراج تابع انتقال سازه

۱۰-۷ استخراج نتایج تحلیل طیفی و هم‌پایه سازی

## ۸ طراحی سازه‌ها بر اساس نتایج تحلیل

- ۱-۸ ترکیبات بار طراحی فولادی و بتن مسلح بر اساس ACI318-08 و AISC360-10 و ترکیبات بار طراحی پل
- ۲-۸ نکات طراحی قاب‌های خمشی بتنی با سطوح مختلف شکل‌پذیری بر اساس ACI318-08
- ۳-۸ تفاوت‌های روش تحلیل مستقیم و روش طول مؤثر در طراحی المان‌های فشاری سازه‌های فولادی
- ۴-۸ نکات طراحی قاب‌های خمشی فولادی با سطوح مختلف شکل‌پذیری بر اساس AISC360-10 به روش LRFD
- ۵-۸ نکات طراحی قاب‌های ساده با مهاربند فولادی همگرا و اگر با سطوح مختلف شکل‌پذیری بر اساس AISC360-10 به روش LRFD
- ۶-۸ نکات طراحی پل بر اساس AASHTO LRFD 2007

## ۹ مثال‌های طراحی با نرم‌افزار سپ ۲۰۰۰

- ۱-۹ طراحی ساختمان ۴ طبقه با قاب خمشی بتن مسلح متوسط
- ۲-۹ طراحی سوله یک دهانه
- ۳-۹ طراحی عرشه پل با سیستم تیرهای ۱-شکل فولادی و دال بتنی (سیستم تیر-دال)