

## مراحل انجام پروژه

توجه: مطالب خواسته شده در قالب دفترچه محاسبات باید ارائه گردد.		
بارم	توضیحات	مراحل انجام پروژه
70		<del>گام اول: بررسی نقشه های معماری و ارائه طرح پیکربندی سازه ای</del>
10	رسم پلان محدوده طبقات و بازشوهای سقف به همراه تراز سازه ای طبقات و موقعیت و تراز پاگردهای پله	۱- بررسی و تفسیر نقشه های معماری
10	بررسی پارامترهای تاثیرگذار بر تعیین نوع اسکلت از نظر مصالح بتنی فولادی	۲- تعیین نوع اسکلت
10	بررسی عوامل انتخاب نوع سیستم باربر جانبی	۳- تعیین نوع سیستم باربر جانبی
10	بررسی عوامل انتخاب نوع سقف	۴- تعیین سیستم سقف
10	رسم پلان ستون گذاری در پلان معماری (ابعاد ستونها منطقی باشد)	۵- ستون گذاری و تعیین محوره های سازه ای
10	بررسی موقعیت های مناسب برای مهاربند و رسم پلان جانمایی	۶- جانمایی مهاربندها و دیوارهای برشی
10	تعیین جهت تیرچه ها و رسم پلان	۷- تیرریزی و تیرچه ریزی
65		<del>گام دوم: محاسبه بارهای وارد بر سازه</del>
15	ارائه جزئیات و جدول بارگذاری مرده سقف طبقات، بام، پارکینگ، پله	۱- محاسبه بارهای مرده و ارائه جزئیات و جدول بارگذاری
10	تعیین بار زنده طبقات با توجه به کاربری طبقات و تعیین بار زنده پله	۲- محاسبه بارهای زنده طبقات با توجه به کاربری آنها
10	با فرض اینکه یک طبقه زیر زمین وجود دارد، مقدار فشار جانبی خاک محاسبه شود.	۳- محاسبه بار جانبی خاک (در صورت نیاز)
30	تعیین تمام پارامترهای A, B, I, R, T, در دو راستا. در تعیین زمان تناوب به مسائل میانقاب و دوره تناوب تحلیلی توجه شود.	۴- محاسبه ضریب برش پایه زلزله در هر راستا
10	تعیین ضریب بار قائم زلزله و مواردی که باید بار قائم اعمال گردد	۵- محاسبه بار قائم زلزله
100		<del>گام سوم: مدلسازی سازه</del>
		۱- ایجاد فایل جدید
		۲- معرفی محورها و مشخصات ارتفاعی طبقات
		۳- تعریف مشخصات مصالح
		۴- تعریف مقاطع پیشنهادی اولیه ی تیر و ستون
		۵- تعریف نوع وضخامت سقف ها و دیوارهای برشی
		۶- تعریف دیافراگم
		۷- تعریف انواع بارهای استاتیکی
		۸- تعریف انواع بارهای دینامیکی طیفی (در صورت لزوم)
		۹- تعریف جرم لرزه
		۱۰- ترسیم مدل هندسی
		۱۱- اعمال جهت تیرچه ریزی (در سقف های یک طرفه)
		۱۲- اختصاص مقاطع اولیه مناسب به اعضا
		۱۳- اعمال شرایط تکیه گاهی به ستون ها و دیوارهای برشی

		۱۴- اختصاص شرایط گیرداری اتصال به انتهای اعضای خطی
		۱۵- اختصاص نواحی صلب انتهایی اعضای خطی
		۱۶- اختصاص ضرائب ترک خوردگی به اعضای بتنی (تیر، ستون، دیوار، دال) با توجه به مهارشدگی جانبی سازه
		۱۷- اختصاص دیافراگم صلب
		۱۸- شبکه بندی (مش بندی) اعضای صفحه ای دارای سختی (دال و دیوار برشی)
<b>30</b>		<b>گام چهارم: بارگذاری</b>
		۱- اعمال بار ثقلی (مرده و زنده) به کف طبقات
		۲- اعمال بار معادل تیغه بندی به کف طبقات
		۳- اعمال بار دیوارهای پیرامونی و دیوارهای سنگین داخلی
		۴- اعمال بار پله
		۵- اعمال بار آسانسور
		۶- تعریف و اعمال ضرائب برش پایه زلزله
		۷- اعمال بار قائم زلزله
		۸- تنظیمات موبوط به کاهش سربار زنده (در صورت نیاز)
		۹- تعریف و اعمال تنظیمات زلزله دینامیکی طیفی (در صورت لزوم)
<b>130</b>		<b>گام پنجم: تحلیل سازه</b>
10	ارائه دیاگرام نیروی محوری حاصل از بار مرده برای یکی از قابهای میانی در راستای قاب خمشی (اعداد دیاگرام لنگر مشخص باشد)	۱- تحلیل مدل و بررسی پاسخ ها
10	ارائه دیاگرام لنگر خمشی حاصل از بار مرده برای قاب مذکور	
10	ارائه دیاگرام نیروی محوری حاصل از بار زلزله برای قاب مذکور	
10	ارائه دیاگرام لنگر خمشی حاصل از زلزله برای قاب مذکور	
20	بارگذاری و تحلیل دستی قاب مذکور برای بار مرده (تحلیل یک دهم دهانه)	۲- تحلیل دستی
30	بارگذاری و تحلیل دستی قاب مذکور برای بار زلزله (تحلیل پرتال). نیروی برش پایه قاب بر اساس وزن ثقلی لرزه ای (بار مرده و درصدی از بار زنده) آن قاب به دست می آید. لذا باید ابتدا بار ثقلی قاب در هر طبقه محاسبه شود.	
10	تعیین درصد خطای دو روش برای پاسخ های نیروی محوری و لنگر خمشی برای دو بارگذاری مرده و زلزله (جمعا چهار مقایسه باید انجام شود)	۳- مقایسه نتایج حاصل از نرم افزار و تحلیل دستی
30	بحث بر روی نتایج مقایسه و ارائه دلایل اختلاف نتایج	
<b>145</b>		<b>گام ششم: بررسی و کنترل نتایج تحلیل (قبل از طراحی)</b>
10	کنترل تبصره ۱ بند ۲-۳-۶ استاندارد ۲۸۰۰	۱- کنترل زمان تناوب تحلیلی و تجربی جهت بررسی صحت برآورد ضریب برش پایه

10	ارائه جدول محاسبه درصد برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در دو راستا	۲- کنترل لزوم یا عدم لزوم در نظرگیری مقدار برون مرکزیت اتفاقی زلزله در پلان
10	کنترل بند ۲-۳-۱۰-۴ استاندارد ۲۸۰۰	
20	ارائه جدول پاسخ حداکثر و میانگین جابجایی جانبی طبقات و نسبت پاسخ حداکثر به میانگین	۳- کنترل لزوم یا عدم لزوم تشدید مقدار برون مرکزیت اتفاقی و تعیین ضریب تشدید
10	کنترل بند ۲-۳-۱۰-۳ استاندارد ۲۸۰۰	
25	کنترل بند ۱-۸-۱-۱ موارد الف، ب، پ، ت و ث	۴- کنترل نامنظمی سازه
20	کنترل بند ۱-۸-۱-۲ موارد الف، ب	
10	کنترل بند ۲-۲-۲	۵- کنترل مجاز بودن روش تحلیل استاتیکی معادل
30	کنترل بند ۲-۱-۴ و کنترل تبصره ۱ (حداقل ۱ ستون باید کنترل گردد)	۶- کنترل لزوم در نظرگیری اثر تعامد نیروهای زلزله (قاعده ۱۰۰ - ۳۰)
	در این درس لازم نیست	۷- همپایه کردن برش پایه استاتیکی و دینامیکی (در صورت لزوم)
		<b>گام هفتم: طراحی سازه</b>
<b>330</b>		<b>طراحی قاب های فولادی</b>
5	آیین نامه متناسب با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان با ذکر دلیل معرفی گردد	۱- تعیین آیین نامه و تنظیمات طراحی
10	ارائه ترکیب بارهای طراحی	۲- تعریف ترکیب بارهای طراحی با توجه به نتایج کنترل نامنظمی، تعامد نیروهای زلزله، پیچش اتفاقی و ...
20	نحوه تعریف و نوع مقاطع به کار رفته ارائه شود. همچنین دلیل استفاده از این مقاطع با توجه به نکات اجرایی، تیپ بندی و ... ارائه گردد.	۳- معرفی مقاطع ستون، تیر و بادبند به کار رفته در طراحی
10	جدول ۱۰-۲-۱ مبحث دهم	کنترل کمانش موضعی مقاطع به کار رفته در طراحی
10	جدول ۱۰-۳-۱ مبحث دهم	۴- کنترل فشردگی لرزه ای مقطع بادبندها و اعضای باربر لرزه ای
20	محاسبه ضریب طول موثر یک نمونه از ستون ها در راستای قاب خمشی به صورت دستی و اصلاح ضریب طول موثر منظور شده توسط نرم افزار (محاسبات دستی و جدول مشخصات عضو در نرم افزار ارائه شود)	۵- انتخاب اعضای مختلف و تنظیم پارامترهای طراحی آن ها (مانند طول موثر، تنش مجاز، مهارجانبی تیرها)
10	بررسی مهار جانبی تیرها و محاسبه تنش مجاز با توجه به فشردگی مقطع و مهار جانبی، مقایسه با تنش مجاز منظور شده توسط نرم افزار (محاسبات دستی و جدول مشخصات عضو در نرم افزار ارائه شود)	
10	اصلاح ضریب طول موثر ستون و بادبند (جدول مشخصات طراحی یک نمونه بادبند و ستون ارائه گردد)	
15	ارائه نتایج نسبت تنش موجود به مجاز ( برای نمونه: پلان تیرهای طبقه اول، و یک قاب در جهت قاب خمشی و یک قاب در جهت سیستم دوگانه شامل بادبند)	۶- طراحی اعضای فولادی برای ترکیب بارهای عادی
10	بررسی اینکه آیا تنش مجاز توسط نرم افزار ۳۳ درصد افزایش یافته است یا خیر؟ این موضوع لزوم استفاده از ضریب ۰/۷۵ در ترکیبات بارگذاری را مشخص می کند	
10	انتخاب یکی از تیرها پس از طراحی، تعیین ترکیب بار بحرانی، ارائه نتایج جزئیات طراحی تیر توسط نرم افزار	۷- کنترل نتایج طراحی تیرها و بادبندها
20	استخراج لنگر طراحی تیر (ترکیب بار بحرانی) از خروجی تحلیل نرم افزار و طراحی دستی تیر	

10	مقایسه نتایج طراحی نرم افزاری و دستی	
10	انتخاب یکی از بادبندها پس از طراحی، تعیین ترکیب بار بحرانی، ارائه نتایج جزئیات طراحی توسط نرم افزار	
20	استخراج نیروی محوری طراحی بادبند (ترکیب بار بحرانی) از خروجی تحلیل نرم افزار و طراحی دستی آن	
10	مقایسه نتایج طراحی نرم افزاری و دستی	
50	ایجاد فایل مدل کنترل مقاومت محوری ستونها (بدین منظور نسخه دیگری از فایل طراحی اصلی ایجاد شده و تنش مجاز خمشی ستونها یک عدد بسیار بزرگ در نظر گرفته شود تا فقط نیروهای محوری ملاک طراحی ستون ها قرار گیرد. همچنین تمام اعضای غیر از ستون از حالت طراحی خارج شوند.	۸- طراحی ستون ها تحت ترکیب بارهای تشدید یافته
10	ترکیب بارهای طراحی تشدید یافته بر اساس بند ۱۰-۳-۴-۴ در نرم افزار تعریف و در گزارش ارائه گردد	
10	ارائه نتایج نسبت تنش موجود به مجاز ستونها برای یکی از قاب ها	
10	انتخاب یکی از ستونها پس از طراحی، تعیین ترکیب بار بحرانی، ارائه نتایج جزئیات طراحی ستون توسط نرم افزار	۹- کنترل نتایج طراحی ستونها
30	استخراج نیروی محوری و لنگرهای طراحی ستون (ترکیب بار بحرانی) از خروجی تحلیل نرم افزار و طراحی دستی ستون با توجه به بخش ۱۰-۱-۱-۱۰ مبحث دهم	
10	مقایسه نتایج طراحی نرم افزاری و دستی	
10	نتایج نسبت مقاومت خمشی تیر به ستون ارائه گردد (لازم به ذکر است که برای قاب خمشی متوسط نیازی به رعایت ضابطه نیست ولی نتایج ارائه گردد)	۱۰- کنترل نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر در قاب های خمشی ویژه
<b>300</b>		<b>طراحی قاب های بتنی</b>
5	تعریف آیین نامه ACI۹۹	۱- تعیین آیین نامه و تنظیمات طراحی
10	ارائه ترکیب بارهای طراحی	۲- تعریف ترکیب بارهای طراحی با توجه به نامنظمی، تعامد نیروهای زلزله، پیچش اتفاقی و ...
20	پوشش میلگرد، محدودیت فواصل میلگردها، حداکثر درصد میلگرد و سایر ملاحظات مربوطه برای تمامی مقاطع تعریف شده کنترل و ارائه گردد	۳- تعریف مقاطع تیر و ستون با توجه به ملاحظات اجرایی و طراحی
10	ارائه نتایج نسبت نیرو به مقاومت ستونها	۴- طراحی قاب های بتنی
15	کنترل درصد آرماتور مقاطع (در این بخش ابتدا باید حداقل و حداکثر درصد آرماتور تیر و ستون طبق آیین نامه ارائه شده و سپس نتایج نرم افزار (یک نمونه برای پلان تیرها و یک نمونه برای یکی از قابها) با این اعداد کنترل شود.	
10	کنترل تجمع میلگرد در تیرها (یکی از تیرهایی که بیشترین سطح مقطع میلگرد را دارا است انتخاب گردد و امکان تعبیه میلگرد طبق محدودیت های میلگرد گذاری کنترل گردد)	
10	انتخاب یکی از ستونها پس از طراحی، تعیین ترکیب بار بحرانی، ارائه نتایج جزئیات طراحی ستون توسط نرم افزار	۵- کنترل نتایج طراحی ستونها
30	استخراج نیروی محوری و لنگرهای طراحی ستون (ترکیب بار بحرانی) از خروجی تحلیل نرم افزار و کنترل دستی ستون	
10	مقایسه نتایج طراحی نرم افزاری و دستی	

10	انتخاب یکی از ستونها و میلگرد گذاری طولی ستون در تمام طبقات (طول میلگردها اجرایی بوده و طول همپوشانی محاسبه شود)	آرما تورگذاری طولی ستون	۶
20	محاسبه خاموت های ستون مذکور بر اساس نتایج نرم افزار	آرما تورگذاری عرضی ستون	۷
20	محاسبه خاموت ها بر اساس ضوابط لرزه ای و محدودیت های آیین نامه در طول بحرانی ستون		
20	رسم آرما تورگذاری طولی و عرضی ستون با تمام جزئیات به همراه مقطع	رسم آرما تورگذاری طولی و عرضی ستون	۸
30	انتخاب یک محور تیر در طبقه اول و میلگرد گذاری طولی تیرهای این محور (طول قطع تئوری و عملی محاسبه شود)	آرما تورگذاری طولی تیر	۹
10	محاسبه خاموت های تیرهای مذکور بر اساس نتایج نرم افزار	آرما تورگذاری عرضی تیر	۱۰
10	محاسبه خاموت ها بر اساس ضوابط لرزه ای و محدودیت های آیین نامه		
20	رسم آرما تورگذاری طولی و عرضی تیر با تمام جزئیات به همراه مقطع	رسم آرما تورگذاری طولی و عرضی تیر	۱۱
10	کنترل خیز تیر مذکور در بند قبل	<del>۱۲- کنترل خیز تیر</del>	
20	کنترل عرض ترک در تیر مذکور در بند قبل	<del>۱۳- کنترل عرض ترک در تیر</del>	
10	محاسبه طول مهاری میلگرد انتهایی تیر متصل به ستون کناری و کنترل کفایت عرض ستون برای تامین طول مهاری	<del>۱۴- کنترل عرض ستون جهت تامین طول مهاری میلگرد تیر</del>	
<b>125</b>		<b>طراحی دیوار برشی</b>	
5	تعریف آیین نامه ACI 99	۱- تعیین آیین نامه و تنظیمات قبل از طراحی	
10	طراحی به صورت آرما تورگذاری یکنواخت انجام شود	۲- انتخاب روش طراحی دیوار	
	تذکر: روش کنترل نتایج to be check باشد	۳- طراحی دیوار برشی	
20	ارائه جدول نتایج طراحی دیوار برشی برای یکی از دیوارها	۴- مشاهده و کنترل نتایج طراحی	
20	استخراج میلگردهای افقی دیوار در هر طبقه		
30	تعیین عرض المان مرزی و ارائه محدودیت های آرما تورگذاری در این محدوده	طراحی المان مرزی	۵
40	رسم آرما تورهای قائم، افقی و جزئیات آرما تورگذاری در محدوده المان مرزی به همراه مقطع دیوار در طبقه اول	آرما تورگذاری دیوار برشی	۶
<b>230</b>		<b>گام هشتم: بررسی و کنترل نهایی تحلیل و طراحی سازه</b>	
30	دریافت مجاز در دو راستا محاسبه شده و جدول دریافت طبقات تحت بار جانبی در دو راستا و مقایسه با دریافت مجاز ارائه گردد.	۱- کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات (در صورت لزوم ساخت مدل جدید با اعمال ضریب برش پایه حاصل از زمان تناوب تحلیلی، تنظیمات تحلیل $p-\Delta$ و سایر تنظیمات)	
20	جدول محاسبه لنگر مقاوم و محرک و ضریب اطمینان واژگونی ارائه گردد	<del>۲- کنترل سازه در مقابل واژگونی</del>	
30	شاخص پایداری در راستای قاب خمشی برای هر طبقه طبق رابطه (۲-۱۵) استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه گردد. بدین منظور جدول نتایج دریافت و برش طبقات، و نیروی محوری طبقه ارائه گردد	محاسبه شاخص پایداری و کنترل پایداری سازه	۳
10	کنترل بند ۲-۶	<del>۴- کنترل لزوم اعمال تحلیل <math>p-\Delta</math> با توجه به شاخص پایداری</del>	
10	چنانچه شاخص پایداری کمتر از ۵ درصد باشد، سازه دارای مهار جانبی است	<del>۵- کنترل وجود یا عدم وجود مهار جانبی سازه با توجه به شاخص پایداری</del>	
20	ضرایب ترک خوردگی تیرها و ستونها اصلاح شود.	۶- اصلاح ضرایب ترک خوردگی تیرها و ستون ها در سازه های بتنی با توجه به مهار جانبی سازه	

10	طول موثر ستونها در صورت مهار جانبی سازه اصلاح شود	۷- اصلاح ضریب طول موثر ستون در قاب های فولادی بدون مهاربند با توجه به مهار جانبی سازه
30	تنش گسیختگی کششی بتن $f_t$ محاسبه شود. دیاگرام تنش قائم دیوار (S۲۲) ارائه گردد. محدوده ترک خوردگی دیوار مشخص شود. ضریب ترک خوردگی دیوار اصلاح شود.	۸- کنترل ترک خوردگی دیوارها و اصلاح ضرائب ترک خوردگی
	در این درس نیازی به کنترل صلبیت سقف نیست	۹- کنترل صلبیت دیافراگم سقف ها
	در این درس نیازی به کنترل ستون کوتاه نیست	۱۰- کنترل ستون کوتاه در سازه
20	سختی جانبی طبقات به دست آمده و طبق بند ۱-۸-۱-۲ کنترل گردد	۱۱- کنترل طبقه نرم
50	نسخه دیگری از فایل طراحی شده ایجاد شود. در این فایل ضریب زلزله در راستای قاب دوگانه یک چهارم شده و اثر سختی مهاربند و یا دیوار برشی به شکل مناسبی حذف شود. مقاومت مدل جدید کنترل شود.	۱۲- کنترل کفایت مقاومت قاب های خمشی و مهاربندها(دیوارهای برشی) در سیستم دوگانه
	در این درس نیازی به کنترل زلزله سطح بهره برداری نیست	۱۳- کنترل سازه برای بار زلزله سطح بهره برداری
110		<b>گام نهم: طراحی جزئیات اتصالات و ...</b>
30	یک نمونه اتصال گیردار تیر به ستون برای تیری که به صورت دستی کنترل گردید، طراحی شود. ورق روسری، زیرسری و ورق اتصال جان طراحی شده و جزئیات اتصال طراحی شده رسم شود.	۱- طراحی دستی اتصالات تیر به ستون و کنترل ضوابط در قاب های خمشی ویژه و متوسط
	در این درس نیازی نمی باشد.	۲- طراحی دستی اتصالات تیر به تیر
40	صفحه زیر ستون برای ستونی که به صورت دستی کنترل گردید، طراحی گردد. جزئیات اتصال طراحی شده رسم شود.	۳- طراحی دستی صفحه زیر ستون
	در این درس نیازی نمی باشد.	۴- طراحی و کنترل ضوابط سخت کننده ها، ورق های پیوستگی، مضاعف و ... در قاب های خمشی متوسط و ویژه
	در این درس نیازی نمی باشد.	۵- کنترل ضوابط تیر پیوند
40	صفحه اتصال بادبند به تیر و ستون به طور کامل طراحی شود. جزئیات اتصال طراحی شده رسم شود.	۶- طراحی اتصالات بادبند به تیر و ستون
	در این درس نیازی نمی باشد.	۷- طراحی بست ها، وصله ها و سایر اتصالات
90		<b>گام دهم: طراحی سایر اعضای سازه ای</b>
30	یک نمونه سقف تیرچه بلوک طراحی شود و جزئیات طراحی رسم گردد	۱- طراحی دستی سقف تیرچه بلوک و یا کریمیت
30	(مخصوص پروژه بتن) یکی از چشمه ها بر اساس روش ضرایب لنگر یا روش مستقیم طراحی گردد و جزئیات طراحی رسم گردد	۲- طراحی نرم افزاری و دستی دال بتنی
30	(مخصوص پروژه فولاد) یکی از تیرهای کامپوزیت بر اساس روش اجرای بدون شمع طراحی گردد و با نتایج نرم افزار مقایسه گردد.	۳- طراحی نرم افزاری و دستی سقف کامپوزیت یا عرشه فولادی
	در این درس نیازی نمی باشد.	۴- طراحی دیوار حائل
120		<b>گام یازدهم: تحلیل و طراحی پی</b>
	ضریب سختی بستر و تنش مجاز خاک ارائه گردد	۱- تعیین مشخصات خاک با توجه به دفترچه گزارش مکانیک خاک و بررسی آن ها
		۲- انتخاب نوع فونداسیون
		۳- انتقال واکنش های تکیه گاهی از مدل سازه به مدل پی
		۴- پیشنهاد اولیه ضخامت، عرض و موقعیت نوارهای فونداسیون

		۵- تعریف مشخصات پی و ستون و دیوار برشی
		۶- تعریف مشخصات خاک زیر فونداسیون
		۷- تعریف حالات بارگذاری
	ترکیب بارهای کنترل تنش خاک ارائه گردد	۸- تعریف ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک زیر فونداسیون
		۹- ترسیم فونداسیون
		۱۰- ترسیم ستون ها و دیوارها جهت منظور نمودن سختی خمشی تکیه گاه ها
		۱۱- اختصاص مشخصات مربوطه به فونداسیون و ستون ها
		۱۲- معرفی سایز ستون ها و بارهای نقطه ای جهت کنترل برش پانچ
		۱۳- اعمال سربار مرده و زنده
		۱۴- تنظیمات تحلیل
	کنترل تنش فشاری و برکنش نسبت به تنش مجاز	۱۵- کنترل تنش های خاک زیر فونداسیون
		۱۶- <del>اعمال آنالیز غیر خطی مرتبه دوم جهت در نظر گیری پدیده بلندشدگی فونداسیون (در صورت لزوم)</del>
		۱۷- تغییر ابعاد فونداسیون در صورت لزوم
		۱۸- ترسیم نوارهای طراحی
	ارائه ترکیب بارهای طراحی	تعریف ترکیب بارهای طراحی فونداسیون بتنی
	کنترل حداقل میلگرد و سایر محدودیت های میلگردگذاری	۱۹- طراحی آرماتورهای طولی و عرضی
		۲۰- کنترل برش یک طرفه
	کنترل برش پانچ باید به صورت دستی برای ستونهای وسط و کناری و گوشه انجام شود.	۲۱- کنترل برش پانچ