

بسمه تعالی

دفترچه محاسبات

ساختمان : مسکونی بتنی

مالک:

آقای جبلی

شماره پرونده: ۲۰۱۴۳۳۷۷

فهرست مطالب

۱	۱. فصل اول
۲	1-1- مشخصات ساختمان
۲	1-2- استانداردهای آیین‌نامه‌های مورد استفاده
۳	1-3- مشخصات مصالح
۳	1-4- مشخصات خاک
۳	1-5- نرم افزارهای تحلیل و طراحی
۴	۲. فصل دوم
۵	2-1- مدلسازی
۵	2-2- بارگذاری
۱۱	2-3- معرفی ترکیبات بارگذاری
۱۲	2-4- اطلاعات تحلیلی سازه
۱۳	۳. فصل سوم
۱۴	3-1- مقدمه
۱۵	۴. فصل چهارم
۱۶	4-1- مقدمه
۱۶	4-2- مشخصات خاک و مدلسازی پی
۱۷	4-3- طراحی پی

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ - مشخصات کلی..... ۲
- جدول ۱-۲ - مشخصات فنی بتن مصرفی..... ۳
- جدول ۱-۳ - مشخصات فنی فولاد و میلگرد مصرفی..... ۳
- جدول ۱-۴ - مشخصات خاک..... ۳
- جدول ۲-۱ - محاسبات وزن کف پارکینگ..... ۶
- جدول ۲-۲ - محاسبات وزن کف طبقات..... ۷
- جدول ۲-۳ - محاسبات وزن کف بام..... ۸
- جدول ۲-۴ - محاسبات وزن دیوارهای خارجی..... ۱۰
- جدول ۲-۵ - حداقل بار زنده گسترده یکنواخت..... ۱۰

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ - جزییات کف پارکینگ ۶
- شکل ۲-۲ - جزییات کف طبقات ۷
- شکل ۳-۲ - جزییات کف بام ۸
- شکل ۴-۲ - جزییات دیوارهای داخلی ۹
- شکل ۵-۲ - جزییات دیوارهای خارجی ۹

فصل اول

اطلاعات کلی ساختمان

۱-۱- مشخصات ساختمان

سازه ساختمان مورد نظر از نوع اسکلت بتنی در نظر گرفته شده است.

سیستم باربری این سازه در جهت طولی (Y) : قاب خمشی بتنی متوسط و در جهت عرضی (X) : قاب خمشی بتنی متوسط در نظر گرفته شده است.

سیستم سقف ساختمان نیز از نوع تیرچه بلوک به ضخامت ۳۰ سانتیمتر می باشد. در جدول ۱-۱ مشخصات کلی ساختمان ارائه شده است.

جدول ۱-۱- مشخصات کلی

منطقه دو	شهرداری
۲۳۹۵/۴۴۷۹۷۳	شماره پلاک ثبتی
آقای جبلی	نام مالک
منطقه دو	محل احداث
۲۱۲۵/۶۰ مترمربع	مساحت زیربنا
۶ طبقه روی همکف - یک طبقه زیرزمین	طبقات
اسکلت بتنی	نوع اسکلت
قاب خمشی بتنی متوسط در جهت عرضی و قاب خمشی بتنی متوسط در جهت طولی	سیستم باربرجانبی
تیرچه بلوک	نوع سقف سازه‌ای
زمین نوع II	نوع زمین ساختگاه
نواری	نوع فونداسیون

۱-۲- استانداردهای آیین نامه‌های مورد استفاده

جهت بارگذاری، تحلیل و طراحی سازه از آیین نامه‌ها و استانداردهای زیر استفاده شده است:

- مبحث ششم از مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان)
- مبحث هفتم از مقررات ملی ساختمان (پی و پی‌سازی)
- مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمانهای بتنی)
- آیین نامه سازه‌های بتنی ACI 318-08
- آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله-ویرایش چهارم (استاندارد ۹۳-۲۸۰۰)

۱-۳- مشخصات مصالح

مشخصات فنی مصالح به کار رفته در طراحی در جداول ۱-۲ و ۱-۳-۱ ارایه شده است.

جدول ۱-۲- مشخصات فنی بتن مصرفی

مقاومت فشاری مشخصه بتن	عیار سیمان	نوع سیمان	مصالح مصرفی
$100\text{kg}/\text{cm}^2$	$150\text{kg}/\text{m}^3$	پرتلند تیپ ۲	بتن مگر
$250\text{kg}/\text{cm}^2$	$350\text{kg}/\text{cm}^3$	پرتلند تیپ ۲	بتن مصرفی در فنداسیون
$350\text{kg}/\text{cm}^2$	$450\text{kg}/\text{m}^3$	پرتلند تیپ ۲	بتن مصرفی ستونها
$350\text{kg}/\text{cm}^2$	$450\text{kg}/\text{m}^3$	پرتلند تیپ ۲	بتن مصرفی در تیرها و سقف

جدول ۱-۳- مشخصات فنی فولاد و میلگرد مصرفی

مقاومت نهایی کششی	مقاومت حد جاری شدن	نوع آرماتور و فولاد	مصالح مصرفی
$6000\text{kg}/\text{cm}^2$	$4000\text{kg}/\text{cm}^2$	AIII	آرماتورهای مصرفی با قطر بزرگتر از ۱۲
$4500\text{kg}/\text{cm}^2$	$3000\text{kg}/\text{cm}^2$	AII	آرماتورهای مصرفی با قطر ۱۲ و کوچکتر
$3700\text{kg}/\text{cm}^2$	$2400\text{kg}/\text{cm}^2$	ST-37	فولاد ساختمانی

۱-۴- مشخصات خاک

مشخصات بر اساس گزارش مکانیک خاک به شرح جدول ۱-۴ می باشد.

جدول ۱-۴- مشخصات خاک

$q_a = \text{kg}/\text{cm}^2$	باربری مجاز خاک
$k_s = 2.0 \text{ kg}/\text{cm}^3$	مدول عکس العمل بستر

۱-۵- نرم افزارهای تحلیل و طراحی

طراحی سازه ها توسط نرم افزار ETABS 9.7.4 انجام شده است.
طراحی فونداسیون توسط نرم افزار SAFE 8.1.1 انجام شده است.

فصل دوم

مدل سازی و تحلیل سازه

۲-۱- مدلسازی

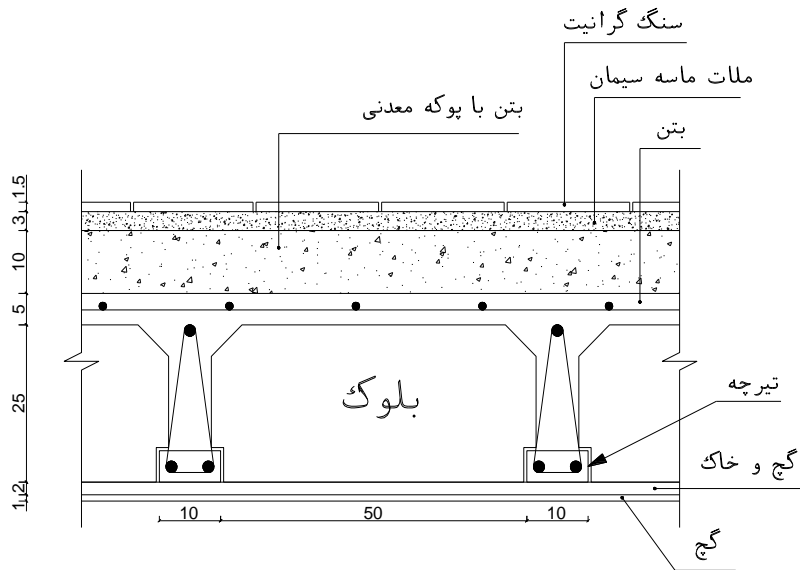
هندسه این سازه در نرم‌افزار ETABS(Ver. 9.7.4) و هندسه پی آن در نرم‌افزار SAFE(8.1.1) ایجاد گردیده است. اتصال پای ستون‌ها به پی نیز به صورت گیردار مدل گردیده است.

۲-۲- بارگذاری

در محاسبات بارهای ثقلی از مبحث ششم از مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان) و در محاسبات بارهای لرزه‌ای از آئین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله-ویرایش چهارم (استاندارد ۹۳-۲۸۰۰) استفاده شده است.

۲-۲-۱- تعیین بارهای مرده

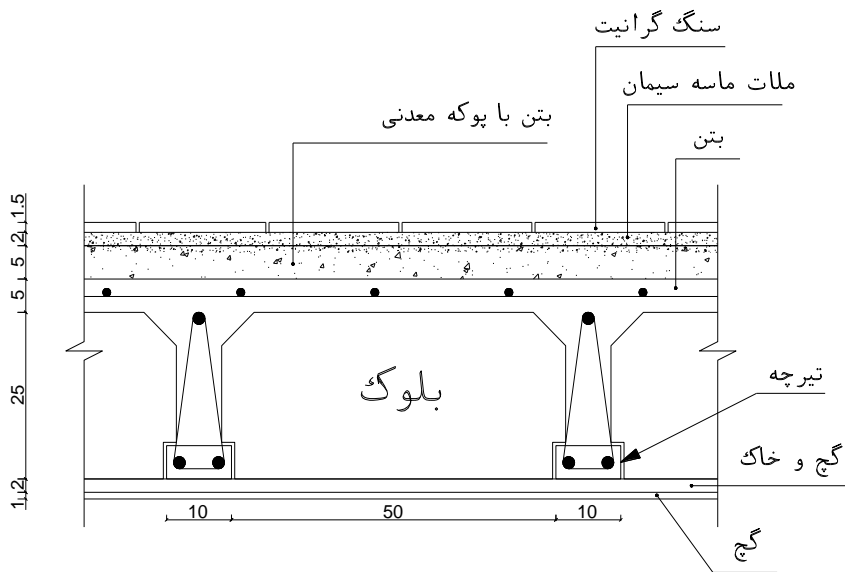
بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان همانند تیرها، ستون‌ها، کف‌ها و دیوارها. وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شوند. وزن تیرها و ستون‌ها با توجه به مقاطع به دست آمده ناشی از طراحی سازه، در نرم‌افزار منظور می‌گردد. همچنین در مدل ساخته شده وزن مخصوص بتن المانهای سطحی کف در نرم‌افزار تعریف شده و اضافه بار مربوط به نازک کاری و بار معادل تیغه‌ها بصورت بار گسترده لحاظ شده است. محاسبات مربوط به وزن کف‌ها و دیوارها نیز در ادامه و در قالب جداول و اشکال ارایه شده است.



شکل ۱-۲- جزئیات کف پارکینگ

جدول ۱-۲- محاسبات وزن کف پارکینگ

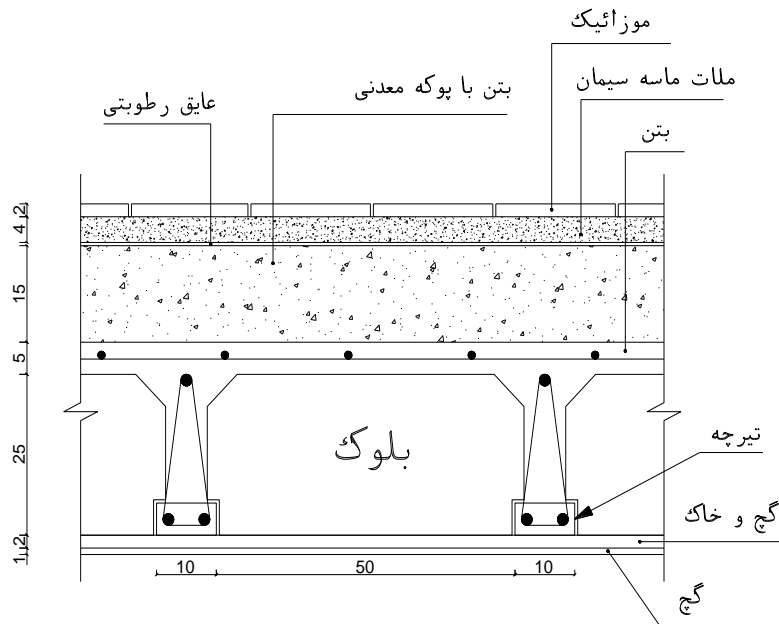
جرم واحد سطح	جرم حجمی	ضخامت	نوع مصالح
kg/m ²	kg/m ³	cm	
۴۲	۲۸۰۰	۱.۵	سنگ گرانیت
۶۳	۲۱۰۰	۳	ملات ماسه سیمان
۳۰	۶۰۰	۵	بتن با پوکه معدنی
۱۵			عایق رطوبتی
۱۲۵	۲۵۰۰	۵	دال بتنی
۱۰۰	۵۰		تیرچه
۵			بلوک پلی استایرن
۳۲	۱۶۰۰	۲	گچ و خاک
۱۳	۱۳۰۰	۱	گچ
۱۰	-	-	سقف کاذب (شبکه فلزی نگهدارنده و رایبیتس)
۴۳۵	مجموع		
۴۳۵ kg/m ²			



شکل ۲-۲- جزئیات کف طبقات

جدول ۲-۲- محاسبات وزن کف طبقات

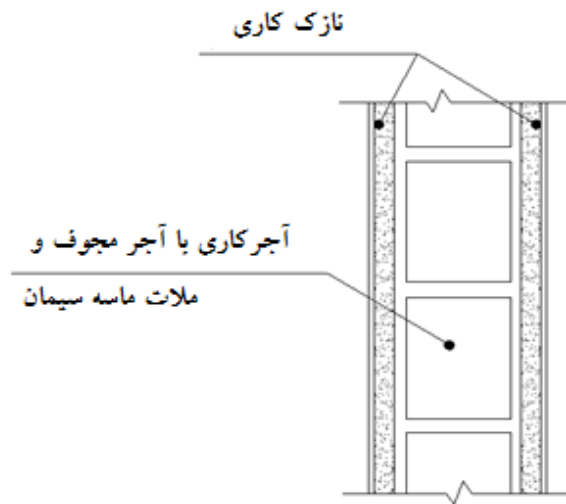
جرم واحد سطح	جرم حجمی	ضخامت	نوع مصالح
kg/m ²	kg/m ³	cm	
۴۲	۲۸۰۰	۱.۵	سنگ گرانیت
۴۲	۲۱۰۰	۲	ملات ماسه سیمان
۳۰	۶۰۰	۵	بتن با پوکه معدنی
۱۲۵	۲۵۰۰	۵	دال بتنی
۱۰۰	۵۰		تیرچه
۵			بلوک پلی استایرن
۳۲	۱۶۰۰	۲	گچ و خاک
۱۳	۱۳۰۰	۱	گچ
۱۰	-	-	سقف کاذب (شبه فلزی نگهدارنده و رایبتس)
۳۹۹	مجموع		
۴۰۰ kg/m²			



شکل ۳-۲- جزئیات کف بام

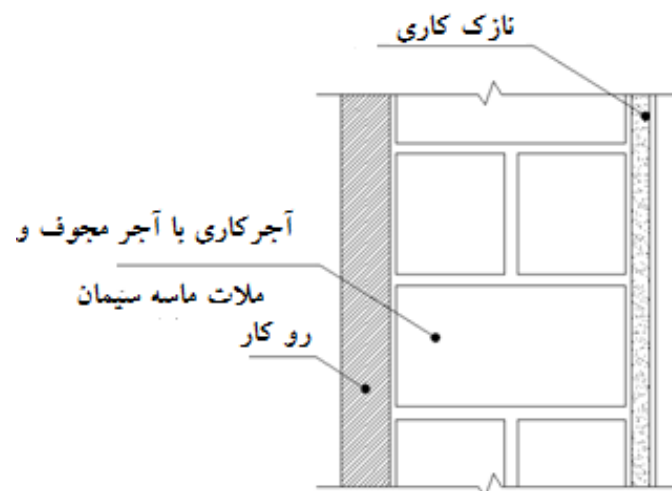
جدول ۳-۲- محاسبات وزن کف بام

جرم واحد سطح	جرم حجمی	ضخامت	نوع مصالح
kg/m ²	kg/m ³	cm	
۴۵	۲۲۵۰	۲	موزائیک
۸۴	۲۱۰۰	۴	ملات ماسه سیمان
۱۵			عایق رطوبتی
۹۰	۶۰۰	۱۵	بتن با پوکه معدنی
۱۲۵	۲۵۰۰	۵	دال بتنی
۱۰۰	۵۰		تیرچه
۵			بلوک پلی استایرن
۳۲	۱۶۰۰	۲	گچ و خاک
۱۳	۱۳۰۰	۱	گچ
۱۰	-	-	سقف کاذب (شبه فلزی نگهدارنده و رابیتس)
۵۱۹	مجموع		
۵۲۰ kg/m²			



شکل ۴-۲- جزئیات دیوارهای داخلی

طبق بند ۶-۵-۲-۲ مبحث ششم وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از یک کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در صورتی که وزن هر مترمربع سطح دیوارهای جدا کننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می گردد.



شکل ۵-۲- جزئیات دیوارهای خارجی

جدول ۴-۲- محاسبات وزن دیوارهای خارجی

جرم واحد سطح	جرم حجمی	ضخامت	نوع مصالح	دیوار
۱۲۷.۵	۸۵۰	۱۵	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه و سیمان	طرف باز سیمان سپیدو پیک
۳۱.۵	۲۱۰۰	۱.۵	ملات ماسه سیمان	
۱۶	۱۶۰۰	۱	ملات گچ و خاک	
۶.۵	۱۳۰۰	۰.۵	ملات گچ	
۱۸۲	مجموع			
۴۲	۲۸۰۰	۱.۵	سنگ نما	طرف باز و تخت
۲۲۴	مجموع			

وزن دیوارهای پیرامونی با توجه به ارتفاع آن و سطح بازشوها موجود در آن‌ها، محاسبه شده و به صورت گسترده بر روی تیرهای پیرامونی اعمال می‌گردد.

۲-۲-۲- بار زنده

بارهای زنده عبارتند از بارهای غیردائمی که در حین استفاده و بهره‌برداری از ساختمان به آن وارد می‌شود. بار زنده کف‌ها برای طراحی، به طور عمده بارگسترده یکنواختی است که در سراسر کف اثر داده می‌شود. با توجه به این که ساختمان مورد بحث مسکونی می‌باشد، حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت براساس مبحث ششم مقررات ملی، در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۵-۲- حداقل بار زنده گسترده یکنواخت

بار گسترده (کیلوگرم بر مترمربع)	نوع کاربری کف‌ها
۱۵۰	۱- بام‌ها بام‌های معمولی تخت، شیبدار و قوسی
۵۰۰	۱- راهروها، راه‌پله‌ها و بالکن‌ها راه‌پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی بالکن‌ها
۲۰۰	۲- ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی

۲-۲-۳- بار زلزله

بارگذاری زلزله براساس آیین‌نامه زلزله ایران (استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش چهارم) محاسبه و به سازه اعمال شده است. رقوم تراز پایه ساختمان، رقوم روی فونداسیون می‌باشد. با توجه به این که ساختمان مورد بحث مسکونی می‌باشد، این ساختمان جزء ساختمان‌های با اهمیت متوسط محسوب می‌گردد. تحلیل سازه به روش استاتیکی معادل صورت پذیرفته است. در ادامه به روش محاسبه ضرایب لرزه‌ای و برش پایه در روش تحلیل استاتیکی معادل می‌پردازیم:

در روش تحلیل استاتیکی معادل، اثرات زلزله بر یک ساختمان، با تخمین نیروی برشی پایه ساختمان در اثر زلزله برآورد می‌شود:

$$V = C.W$$

که V نیروی برشی پایه، C ضریب زلزله، W وزن موثر لرزه‌ای است و در نهایت لازم است نیروی برشی پایه به طور مناسب بین طبقات تقسیم شود. وزن ساختمان شامل بار مرده و وزن تاسیسات ثابت به اضافه ۲۰٪ بار زنده طبقات و ۲۰٪ بار زنده بام می‌باشد. ضریب زلزله از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C = \frac{ABI}{R}$$

که در آن A شتاب مبنای طرح، B ضریب بازتاب ساختمان، I ضریب اهمیت ساختمان و R ضریب رفتار ساختمان می‌باشد. منحنی ضریب بازتاب B بر حسب زمان تناوب T ، با توجه به در نظر گرفتن نوع زمین II تعریف شده است.

۲-۳- معرفی ترکیبات بارگذاری

بارهای تعریف شده در ترکیبات بار به شرح جدول زیر می‌باشد.

DEAD بار مرده
LIVE بار زنده مربوط به کاربری
Part بار زنده مربوط به تیغه‌ها
EX نیروی زلزله استاتیکی در جهت X
EY نیروی زلزله استاتیکی در جهت Y
SPX نیروی زلزله دینامیکی در جهت X بدون خروج از مرکزیت
SPXE نیروی زلزله دینامیکی در جهت X با ۵٪ خروج از مرکزیت
SPY نیروی زلزله دینامیکی در جهت Y بدون خروج از مرکزیت
SPYE نیروی زلزله دینامیکی در جهت Y با ۵٪ خروج از مرکزیت

بار Dead شامل بار مرده سازه، نازک‌کاری و سفت‌کاری می‌باشد. بار Live بار زنده بسته به نوع کاربری و بار Part بار معادل تیغه‌های داخلی ساختمان است. بار EX و EY مربوط به نیروهای زلزله استاتیکی می‌باشد. همچنین به جهت تحلیل طیفی بارهای دینامیکی SPX و SPY در نرم‌افزار تعریف شده است.

ترکیبات بارگذاری با توجه به آیین‌نامه طراحی اجزای بتنی در نظر گرفته می‌شود. با عنایت به اینکه ساختمان مورد نظر در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌است، در طراحی اجزای بتنی ملاحظات مربوط به اثر مولفه قائم وارد شده و از ترکیبات بارگذاری زیر استفاده می‌شود.

ACIB01 1.4DEAD

ACIB02 1.2DEAD+1.6LIVE

ACID21 1.2DEAD+LIVE+SPXE+0.3SPY+EZ

ACID22 0.9DEAD+SPXE+0.3SPY-EZ

ACID41 1.2DEAD+LIVE+SPYE+0.3SPX+EZ

ACID42 0.9DEAD+SPYE+0.3SPX-EZ

۲-۴- اطلاعات تحلیلی سازه

اطلاعات تحلیلی سازه، پس از طی فرایند تحلیل و طراحی سازه و مشخص شدن ابعاد مقاطع، ارایه شده است.

۲-۴-۱- مرکز جرم و مرکز سختی

همچنین برنامه قادر است با دریافت ضریب برش پایه زلزله، نیروهای زلزله را محاسبه کرده و این نیرو را به صورت سهمی وار در ارتفاع ساختمان تقسیم نماید. روش تقسیم نیرو مطابق با روش ارائه شده در بخش ۳-۳-۶ آئین نامه ۲۸۰۰ می باشد که بر مرکز جرم هر طبقه اعمال می گردند.

۲-۴-۲- تغییر مکان های نسبی سازه

تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه، اختلاف تغییر مکان های مراکز جرم کف در بالا و پایین آن طبقه می باشد. تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طرح، در هر طبقه در مواردی که تحلیل سازه به روش خطی صورت گرفته باشد از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\Delta_M = C_d \Delta_{eu}$$

در این رابطه، Δ_{eu} تغییر مکان نسبی خطی طرح می باشد. از طرفی، برای ساختمان های با تعداد طبقات کمتر از ۵ طبقه، حداکثر تغییر مکان نسبی طرح به ۰/۰۲۵ ارتفاع طبقه محدود می گردد و برای ساختمان های با تعداد طبقات بیشتر از ۵ طبقه، حداکثر تغییر مکان نسبی طرح به ۰/۰۲ ارتفاع طبقه محدود می گردد.

۲-۴-۳- اثر $P - \Delta$

اثر $P - \Delta$ در هر طبقه به دلیل تاثیر بار محوری موجود در عناصر قائم بر روی تغییر مکان های جانبی آنها ایجاد می شود. این اثر برش ها و لنگرهای خمشی موجود در اعضا و نیز تغییر مکان های جانبی طبقات را افزایش می دهد. در مواردی که شاخص پایداری θ_i کمتر از ۱۰٪ باشد، اثر $P - \Delta$ ناچیز بوده و می توان آن را نادیده گرفت. اما جهت اعمال اثرات لاغری در طراحی ستون ها با استفاده از روش تحلیل مرتبه دوم گزینه ی مربوط به اثر $P - \Delta$ در مدل سازی فعال شده است.

فصل سوم

طراحی سازه

۱-۳- مقدمه

طراحی اجزای بتنی سازه بر اساس مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه) صورت گرفته است. در نرم‌افزار مورد استفاده از آیین‌نامه ACI318-08 استفاده شده است. همچنین الزامات لرزه‌ای آبا کنترل می‌گردد. ضرایب کاهش سختی خمشی ستونها ۰/۷، تیرها ۰/۳۵ و دیوارها نیز مطابق با مقادیر داده شده در آیین‌نامه ACI در فایل آنالیز سازه داده شده‌اند.

فصل چہارم

طراحی فنداسیون

۴-۱- مقدمه

طراحی فنداسیون با استفاده از نرم‌افزار SAFE ver.8.1.1 و بر اساس آیین‌نامه ACI318-02 با روش حذف فنرهای کششی صورت گرفته است. خاک به صورت فنرهای معادل در زیر فنداسیون مدل شده است. مقاومت مجاز خاک و ضریب عکس‌العمل بستر بر اساس جدول مشخصات خاک در فصل اول در نظر گرفته شده است. تحلیل سازه به صورت طیفی انجام شده است و نیروهای حاصل در پای ستون‌ها بر فونداسیون وارد می‌گردد.

۴-۲- مشخصات خاک و مدلسازی پی

مدل هندسی پی در نرم‌افزار SAFE ایجاد گردیده است. ارتفاع فونداسیون این سازه ۱۰۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است. ترکیبات بارگذاری مورد استفاده در کنترل تنش خاک زیر فونداسیون به صورت زیر می‌باشند:

SP1: DEAD

SP2: DEAD+LIVE

SP3: DEAD+0.75LIVE±0.525EXP±0.16EY

SP4: DEAD+0.75LIVE±0.525EXN±0.16EY

SP5: DEAD+0.75LIVE±0.525EYP±0.16EX

SP6: DEAD+0.75LIVE±0.525EYN±0.16EX

SP7: DEAD±0.7EXP±0.21EY

SP8: DEAD±0.7EXN±0.21EY

SP9: DEAD±0.7EYP±0.21EX

SP10: DEAD±0.7EYN±0.21EX

SP11: 0.6DEAD±0.7EXP

SP12: 0.6DEAD±0.7EXN

SP13: 0.6DEAD±0.7EYP

SP14: 0.6DEAD±0.7EYN

۳-۴- طراحی پی

بعد از تحلیل و کنترل ابعاد مناسب برای پی ساختمان ، پی سازه برای ترکیب بارهای زیر در برابر خمش و برش در محیط

نرم افزار *SAFE*، طراحی گردید.

ACI01 1.4DEAD

ACIS02 1.2DEAD+1.6LIVE

ACIS03 1.2DEAD+LIVE±EPX±EY+EZ

ACIS07 1.2DEAD+LIVE±ENX±EY+EZ

ACIS11 1.2DEAD+LIVE±EPY±EX+EZ

ACIS12 1.2DEAD+LIVE±ENY±EX+EZ

ACIS19 0.9DEAD±EPX±0.3EY+EZ

ACIS20 0.9DEAD±ENX±0.3EY+EZ

ACIS21 0.9DEAD±EPY±0.3EX+EZ

ACIS22 0.9DEAD±ENY±0.3EX+EZ

