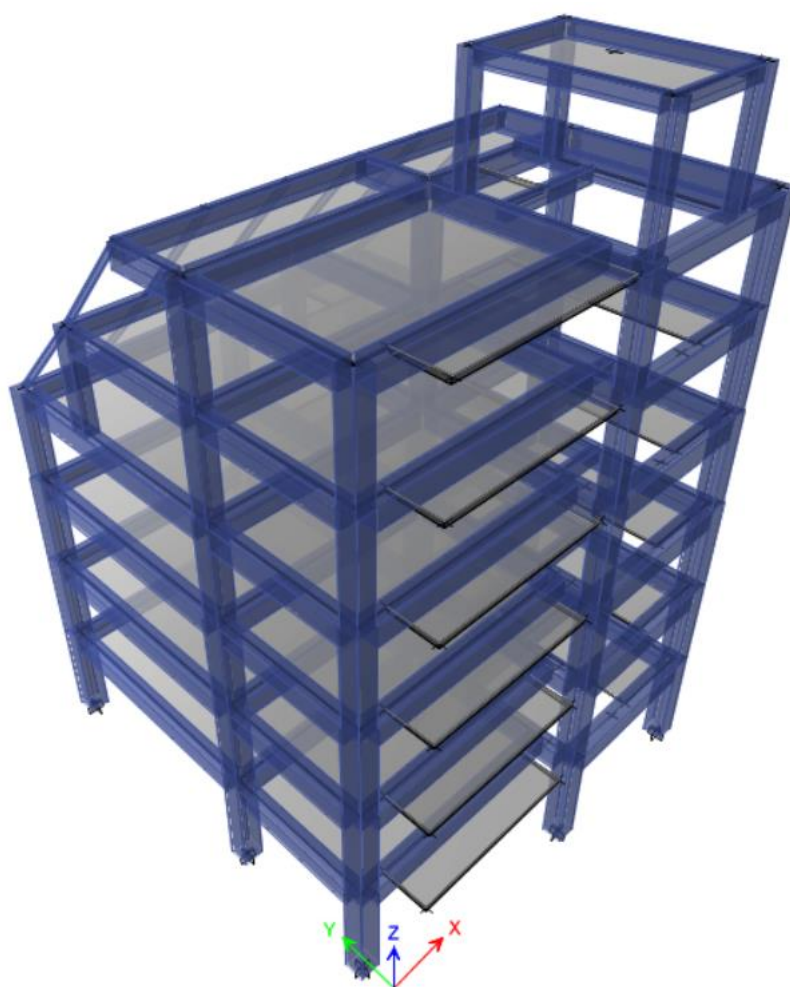


به نام خدا



سازه‌های بتن آرمه مسکونی

دفترچه محاسبات

مالک: هادی زیادی (۱۴۰۴۰۵۷۶۷)

فهرست

۴	۱- معرفی کلی پروژه.....
۴	۱-۱- معرفی ساختمان از نظر هندسی
۴	۱-۱-۱- تعداد طبقات.....
۴	۱-۱-۲- طول و عرض ساختمان
۴	۱-۱-۳- ارتفاع ساختمان
۴	۱-۱-۴- کاربری ساختمان
۴	۱-۱-۵- موقعیت ساختمانی ساختمان
۴	۱-۱-۶- معرفی سیستم سازه ائی ساختمان
۵	۲- اطلاعات عمومی در مورد آنالیز و طراحی
۵	۲-۱- آئین نامه های مورد استفاده در طراحی
۵	۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده
۶	۳- مشخصات مصالح مورد استفاده
۶	۳-۱- مشخصات مصالح بتنی
۶	۳-۲- مشخصات خاک
۷	۴- بارگذاری
۷	۴-۱- تیرچه بلوک در طبقات
۸	۴-۲- تیرچه بلوک در بام
۹	۴-۳- دال بتنی
۱۰	۴-۴- دیوارهای پیرامونی دارای نما
۱۱	۴-۵- دیوارهای پیرامونی بدون نما
۱۲	۴-۶- دیوارهای جان پناه بام دارای نما و بدون نما
۱۳	۴-۷- دیوارهای داخلی (تیغهها)

- ۴-۸- پله ۱۴
- ۴-۹- بارهای ناشی از آسانسور ۱۷
- بار زنده آسانسور ۱۷
- بار مرده آسانسور ۱۷
- ۴-۱۰- بار زنده کفها ۱۸
- ۴-۱۱- مولفه قائم زلزله ۱۹
- ۴-۱۲- محاسبه بار برف وارد بر سازه ۲۰
- ۵-۱۲-۱- محاسبه بار برف گسترده ۲۰
- ۵- بارگذاری سازه بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل ۲۱
- ۶- کنترل نظم پیچشی سازه ۲۳
- ۷- کنترل زمان تناوب سازه ۲۴
- ۸- کنترل دررفت سازه ۲۵

۱- معرفی کلی پروژه

۱-۱- معرفی ساختمان از نظر هندسی

۱-۱-۱- تعداد طبقات

ساختمان مسکونی دارای ۵ طبقه روی هم کف می باشد که جمعا ۶ طبقه سازه ای خواهد شد.

۱-۱-۲- طول و عرض ساختمان

طول زمین فوق ۲۲.۵۸ متر و عرض آن ۱۴.۰۰ می باشد که سطح اشغال آن از طرف شرق ۷۰٪ و از طرف غرب ۶۴ درصد می باشد.

۱-۱-۳- ارتفاع ساختمان

ساختمان فوق الذکر دارای زیر زمین نمی باشد و تراز اول آن منفی ۵۰ سانتیمتر می باشد. ارتفاع طبقه همکف ۳/۱۴ و سایر طبقات ۳/۲۴ متر و ارتفاع طبقه خریشته ۳/۴ متر می باشد.

۱-۱-۴- کاربری ساختمان

کاربری ساختمان های فوق الذکر به غیر از پیلوت و پارکینگ در مابقی طبقات مسکونی می باشد.

مطابق بند ۱-۷ آئین نامه ۲۸۰۰ این ساختمان در گروه ساختمان های با اهمیت متوسط قرار میگیرد.

مطابق جدول شماره یک آئین نامه ۲۸۰۰ با توجه به کاربری مسکونی سازه باید ۲۰٪ بار زنده را در محاسبه نیروی جانبی در نظر گرفت.

۱-۱-۵- موقعیت ساختمانی ساختمان

محل احداث ساختمان در تبریز می باشد. با توجه به نقشه پهنه بندی کشور این سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد قرار دارد.

با توجه اطلاعات محلی موجود زمین محل احداث سازه از نوع III می باشد که در محاسبه نیروی جانبی منظور شده است.

۱-۱-۶- معرفی سیستم سازه ای ساختمان

ساختمان مورد نظر دارای اسکلت بتنی با سیستم دو طرف قاب خمشی می باشد.

مطابق جدول شماره ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ و با توجه به سیستم سازه ای معرفی شده ضریب رفتار سازه موجود برابر ۵ در نظر گرفته شده.

۲- اطلاعات عمومی در مورد آنالیز و طراحی

۲-۱- آئین نامه های مورد استفاده در طراحی

- آئین نامه مورد استفاده برای بارگذاری قائم: مبحث ششم مقرارت ملی ساختمان می باشد.
- آئین نامه مورد استفاده برای بارگذاری جانبی آئین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ ایران می باشد.

- آئین نامه مورد استفاده برای طراحی سازه ائی: آئین نامه ACI-318-19 می باشد.

۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده

- برای اجرای پلان معماری و رسم دیتیل های اجرایی از AutoCAD استفاده شده است.
- برای طراحی و مدل سازی سازه از نرم افزار ETABS (20.3.0) استفاده شده است.
- برای طراحی و مدل سازی فونداسیون از نرم افزار SAFE (2022) استفاده شده است.

خلاصه نتایج آزمایش مکانیک خاک

الف - مشخصات پروژه :

مختصات سایت:			محل پروژه: تبریز - ۱۱۳ آبان - ۸ متری شهید سلیمانیان -
-	X	Y	پلاک ۵۴ قطعه شماره ۴۱
۳۸۵	۴۶,۳۱۶,۰۸۹	۳۸,۰۶۳,۷۶۴	شماره پلاک ثبتی: اصلی ۲۰/فرعی ۷۹
تعداد طبقات: ۶ طبقه (همکف + ۵ طبقه بالای همکف) (با کاربری مسکونی)			
عرصه: ۳۱۵/۳۵ مترمربع			شماره پرونده: ۱۴۰۴۰۵۷۶۷

ب - نتایج آزمایش ژئوتکنیک :

۲ حلقه، یک حلقه ماشینی (BH1) و یک حلقه دستی (TP1)		تعداد گمانه:
ماشینی ۱۵ متر و دستی ۲/۰ متر (از تراز ۱/۶۰-)		عمق گمانه
عدم برخورد به آب تا عمق حفاری شده		سطح آب
خاک دستی ۲/۴۰ متر		عمق خاک دستی یا مسئله دار
نوع سه (III)		نوع زمین مورد مطالعه
پی نواری به عرض حداقل ۱۶۰ سانتیمتر		نوع پی پیشنهادی:
۱/۲۰- متری		عمق استقرار پی:
نوع پی	رادیه (نشت مجاز ۵/۰ cm)	نوع پی (نشت مجاز ۲/۵ cm)
تنش خاک ناشی از گسیختگی (D _f = 1.2)	Q _a = ۶/۷۸ (kg/cm ²)	Q _a = ۳/۴۳ (kg/cm ²)
تنش خاک ناشی از نشست مجاز	Q _a = ۱/۹۱ (kg/cm ²)	Q _a = ۱/۹۸ (kg/cm ²)
ضریب فنریّت خاک	K _s = ۱/۱۴ (kg/cm ³)	K _s = ۲/۰۴۵ (kg/cm ³)
تمهیدات مورد نیاز و توصیه های فنی	<p>«با توجه به وجود خاک دستی در قطعه مورد مطالعه، خاک دستی خاکبرداری شده و اختلاف تراز در زیر پی تا خاک بکر، در قسمت مسکونی حداقل ۱۲۰ سانتی متر بصورت لاشه چینی یا ملات ماسه و سیمان که به تأیید مهندسین ناظر و مجری پروژه برسد اجرا گردد.</p>	

«شایان ذکر است این خلاصه گزارش در برگزیده تمامی مطالب ارائه شده در دفترچه نیوده و پایداری تمامی صفحات گزارش مطالعه گردد.

کنترل ژئوتکنیک

مشاور ژئوتکنیک

*شایان ذکر است این خلاصه گزارش در برگرفته تمامی مطالب ارائه شده در دفترچه نبوده و بایستی تمامی صفحات گزارش مطالعه گردد.

۳- مشخصات مصالح مورد استفاده

۳-۱- مشخصات مصالح بتنی

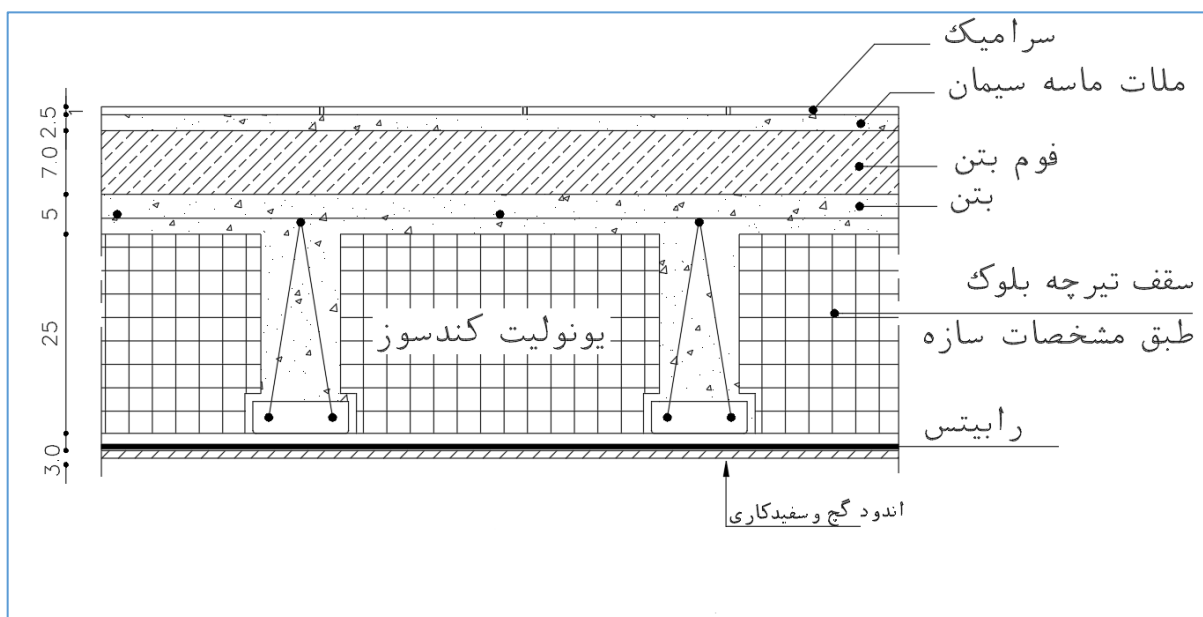
مشخصات مصالح بتنی	
2500 kg/m ³	وزن واحد حجم
23500 MPa	مدول ارتجاعی
0.2	ضریب پواسون
25 MPa	مقاومت فشاری بتن
400 MPa	تنش تسلیم میلگرد طولی (AIII)
600 MPa	تنش گسیختگی میلگرد طولی (AIII)
340 MPa	تنش تسلیم میلگرد عرضی (AII)
500 MPa	تنش گسیختگی میلگرد عرضی (AII)

۳-۲- مشخصات خاک

نوع پی	تیپ خاک مطابق آیین نامه	تنش مجاز تحت گسیختگی	تنش مجاز تحت نشست	ضریب فنریت
نواری	III	3.43 kg/cm ²	1.980 kg/cm ²	2.045 kg/cm ³
گسترده	III	6.78 kg/cm ²	1.910 kg/cm ²	1.14 kg/cm ³

۴- بارگذاری

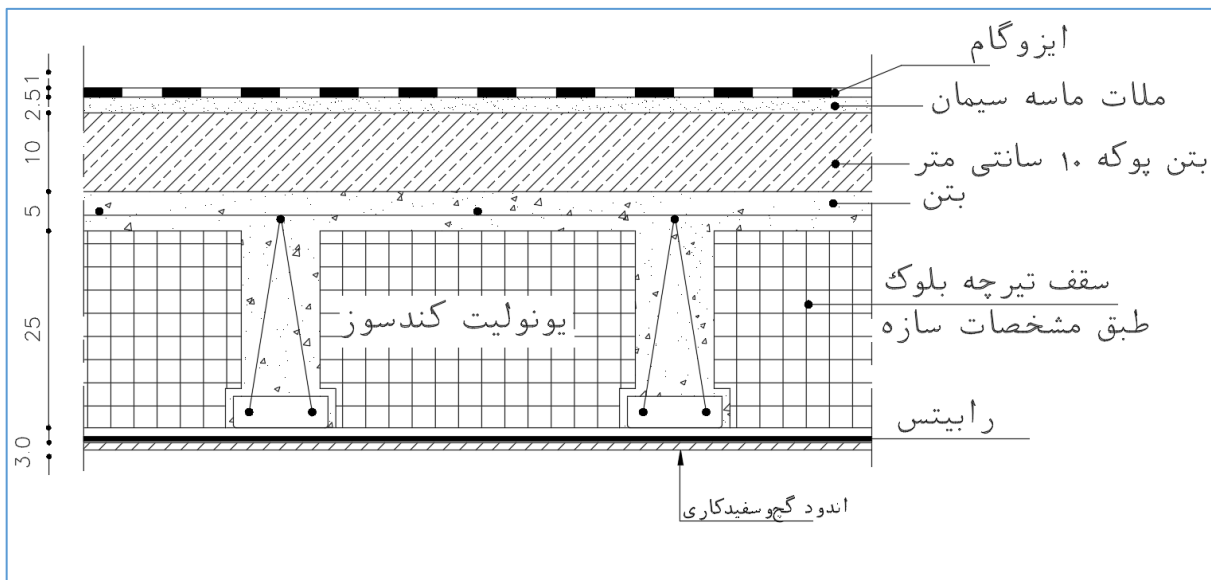
۴-۱- تیرچه بلوک در طبقات



وزن واحد سطح (Kg/m ²)	وزن واحد حجم (Kg/m ³)	ضخامت (m)	جزئیات سقف تیرچه بلوک
۲۱	۲۱۰۰	۰.۰۱	سرامیک
۵۲.۵	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	ملات ماسه سیمان
۴۲	۶۰۰	۰.۰۷	فوم بتن
۱۰۴	۲۵۰۰	تعداد تیرچه در ۱۲۰ سانت ($2 \div 1.2 = 1.6$)	تیرچه بتنی
		ارتفاع تیرچه (۰.۲۵)	
		ضخامت جان تیرچه (۰.۱۰)	
۱۲۵	۲۵۰۰	۰.۰۵	بتن رویه سقف
۶		ارتفاع ۲۵ و عرض ۵۰ سانتی متر	بلوک پلی استایرن
۵۰	-	-	سقف کاذب یا ۳ سانتی متر گچ و خاک
۴۰.۱			جمع کل

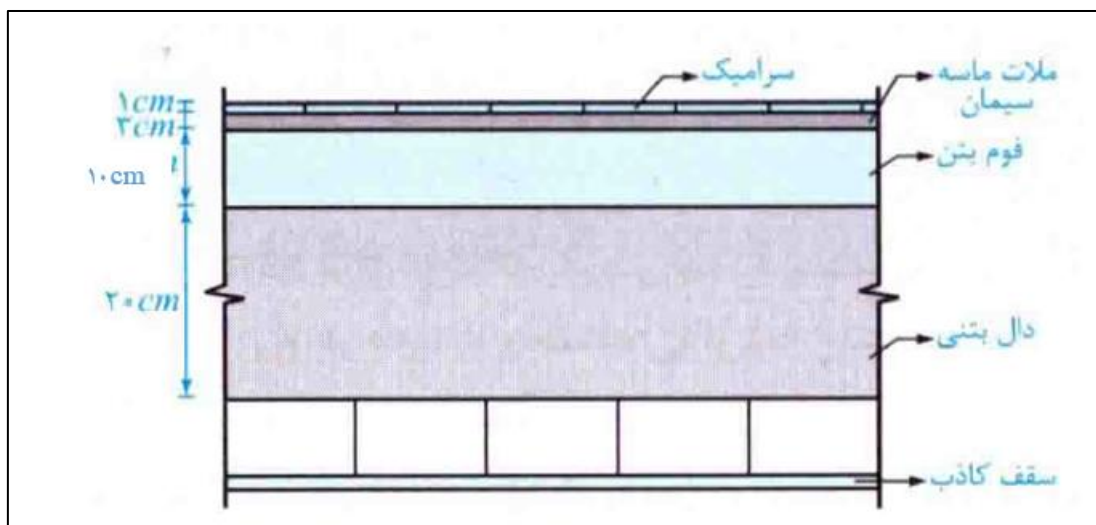
بار ناشی از تیغه بندی ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع بر طبق محاسبات در نظر گرفته شده است.

۴-۲- تیرچه بلوک در بام



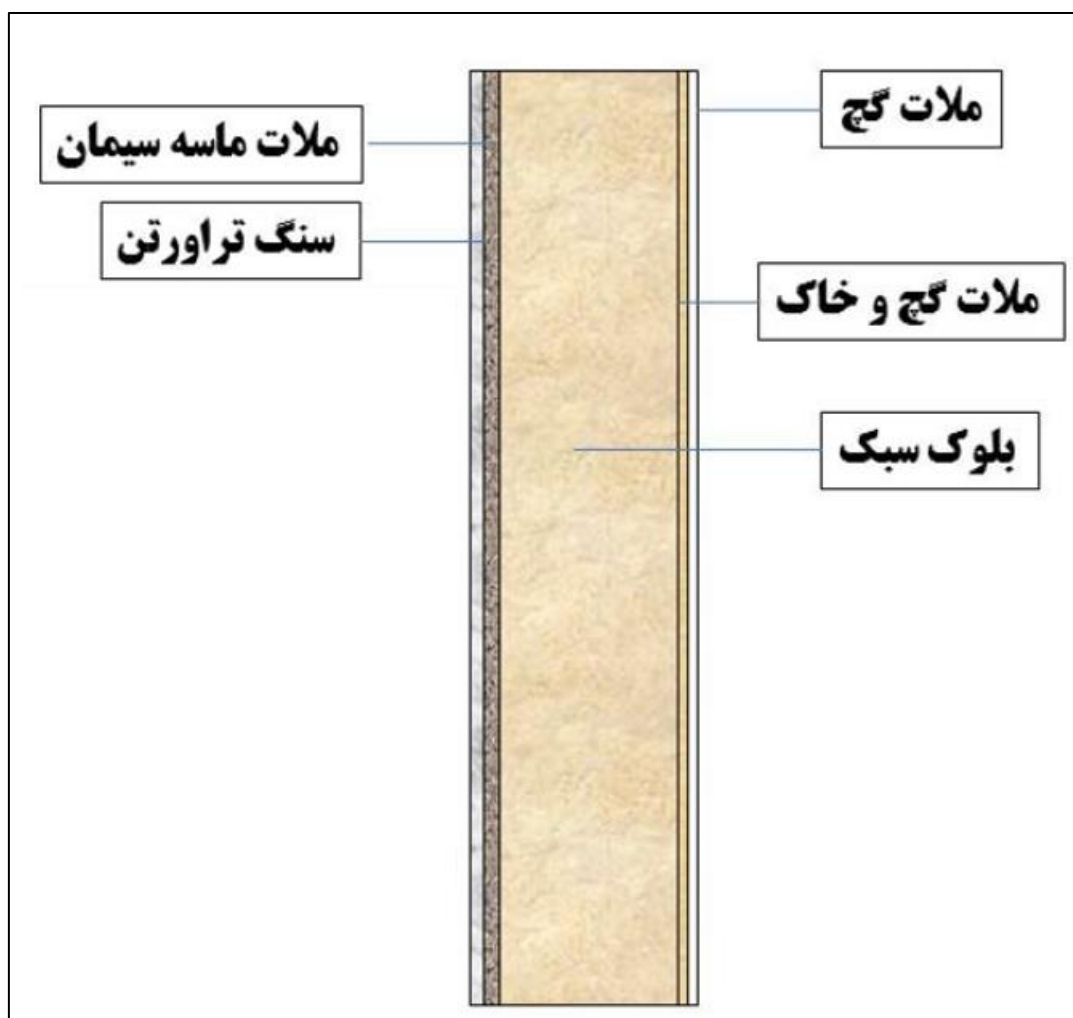
وزن واحد سطح (Kg/m ²)	وزن واحد حجم (Kg/m ³)	ضخامت (m)	جزئیات سقف تیرچه بلوک
۱۵	-	-	ایزوگام
۵۲.۵	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	ملات ماسه سیمان
۶	-	ارتفاع ۲۵ و عرض ۵۰ سانتی متر	بلوک پلی استایرن
۱۰۴	۲۵۰۰	تعداد تیرچه در ۱۲۰ سانت (2 ÷ 1.2=1.6)	تیرچه بتنی
		ارتفاع تیرچه (۰.۲۵)	
		ضخامت جان تیرچه (۰.۱۰)	
۱۲۵	۲۵۰۰	۰.۰۵	بتن رویه سقف
۱۳۰	۱۳۰۰	۰.۱۰	بتن با پوکه معدنی و سیمان
۵۰	-	-	سقف کاذب یا ۳ سانتی متر گچ و خاک
۴۸۵			جمع کل

۴-۳- دال بتنی



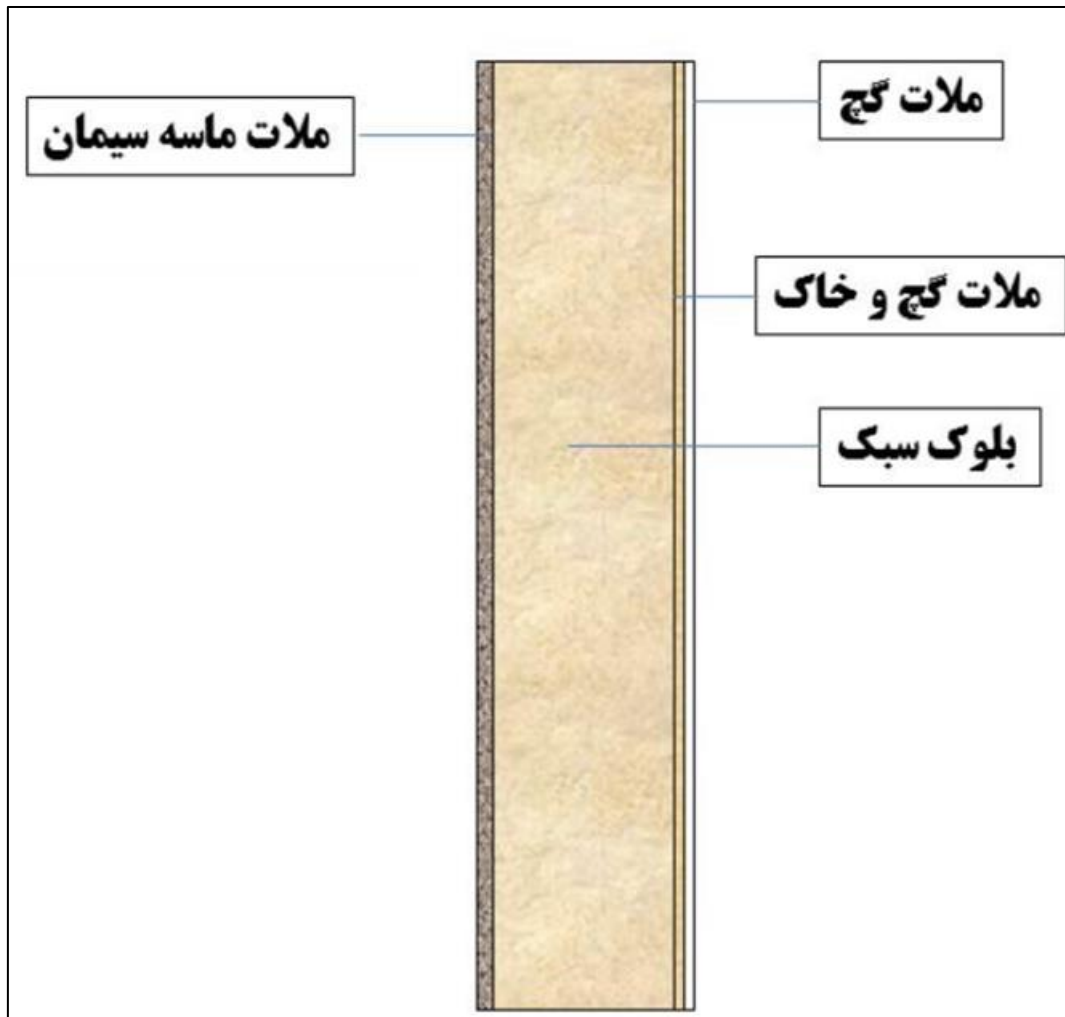
وزن واحد سطح (Kg/m ²)	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (Kg/m ³)	نوع مصالح
۲۱	۰.۰۱	۲۱۰۰	سرامیک کفی
۵۲.۵	۰.۰۲۵	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۶۰	۰.۱۰	۶۰۰	فوم بتن
محاسبه توسط نرم افزار			
۵۰			سقف کاذب با اندود گچی
۲۵			تاسیسات ثابت ساختمان
۲۱۰			جمع کل

۴-۴- دیوارهای پیرامونی دارای نما



وزن واحد سطح برای دیوارهای پیرامونی دارای نما			
وزن واحد سطح (kg/m^2)	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m^3)	نوع مصالح
۵۰	۰/۰۲	۲۵۰۰	سنگ تراورتن
۴۲	۰/۰۲	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۱۰۵	۰/۱۵	۷۰۰	بلوک لیکا
۲۴	۰/۰۱۵	۱۶۰۰	ملات گچ و خاک
۶/۵	۰/۰۰۵	۱۳۰۰	ملات گچ
۲۲۷.۵	مجموع		

۴-۵- دیوارهای پیرامونی بدون نما



وزن واحد سطح برای دیوارهای پیرامونی بدون نما			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
مالات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲	۴۲
بلوک لیکا	۷۰۰	۰/۱۵	۱۰۵
مالات گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۱۵	۲۴
مالات گچ	۱۳۰۰	۰/۰۰۵	۶/۵
مجموع			۱۷۷.۵

۴-۶- دیوارهای جان پناه بام دارای نما و بدون نما

وزن واحد سطح برای دیوارهای جان پناه بام (دارای نما)			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m ³)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m ²)
سنگ تراورتن	۲۵۰۰	۰/۰۲	۵۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲	۴۲
بلوک لیکا	۷۰۰	۰/۱۰	۷۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲	۴۲
مجموع			۲۰۴

وزن واحد سطح برای دیوارهای جان پناه بام (بدون نما)			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m ³)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m ²)
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲	۴۲
بلوک لیکا	۷۰۰	۰/۱۰	۷۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲	۴۲
مجموع			۱۵۴

همانطور که در جزییات دیوارهای جان پناه مشخص است ، سنگ درپوش به عرض 20 cm و ضخامت 4 cm در نظر گرفته شده است که وزن آن برای یک متر طول برابر با $20 \text{ kg/m} = 2500 \times (1.0 \times 0.2 \times 0.04)$ می باشد (با فرض جنس تراورتن) با توجه به این موضوع ، در صورتی که ارتفاع دیوار جان پناه را یک و بیست متر در نظر بگیریم وزن یک متر طول جان پناه برابر است با :

وزن یک متر طول سنگ درپوش + ارتفاع جان پناه \times وزن واحد سطح جان پناه = وزن یک متر طول جان پناه

$$q = 204 \times 1.1 + 20 = 245 \text{ kg/m}$$

$$q = 154 \times 1.1 + 20 = 190 \text{ kg/m}$$

$$q = 154 \times 0.5 + 20 = 100 \text{ kg/m}$$

۴-۷- دیوارهای داخلی (تیغه ها)

جدول دیوار جدا کننده خشک

وزن واحد سطح برای دیوارهای داخلی (تیغه ها)			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۱۵	۲۱
بلوک لیکا	۷۰۰	۰/۱۰	۷۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۱۵	۲۱
سفید کاری	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
سفید کاری	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
			۱۳۸

جدول دیوار جدا کننده تر به خشک

وزن واحد سطح برای دیوارهای داخلی (تیغه ها)			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
سفید کاری	۱۳۰۰	۰/۰۱۰	۱۳
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۱۵	۲۱
بلوک لیکا	۷۰۰	۰/۱۰	۷۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲۵	۵۲.۵
کاشی	۱۷۰۰	۰/۰۰۶	۱۰.۲۰
			۱۶۷

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۸)، در صورتی که وزن واحد سطح دیوارهای جدا کننده کمتر از 200 kg/m^2 باشد، میتوان آن را به صورت یک بار گسترده مرده در نظر گرفت. همچنین با توجه به این بند، اگر وزن واحد سطح دیوار بین ۴۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع قرار داشته باشد بار گسترده معادل تیغه بندی را نباید کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر بگیریم. با توجه به این موارد بار گسترده معادل تیغه بندی در این پروژه به صورت زیر به دست می آید:

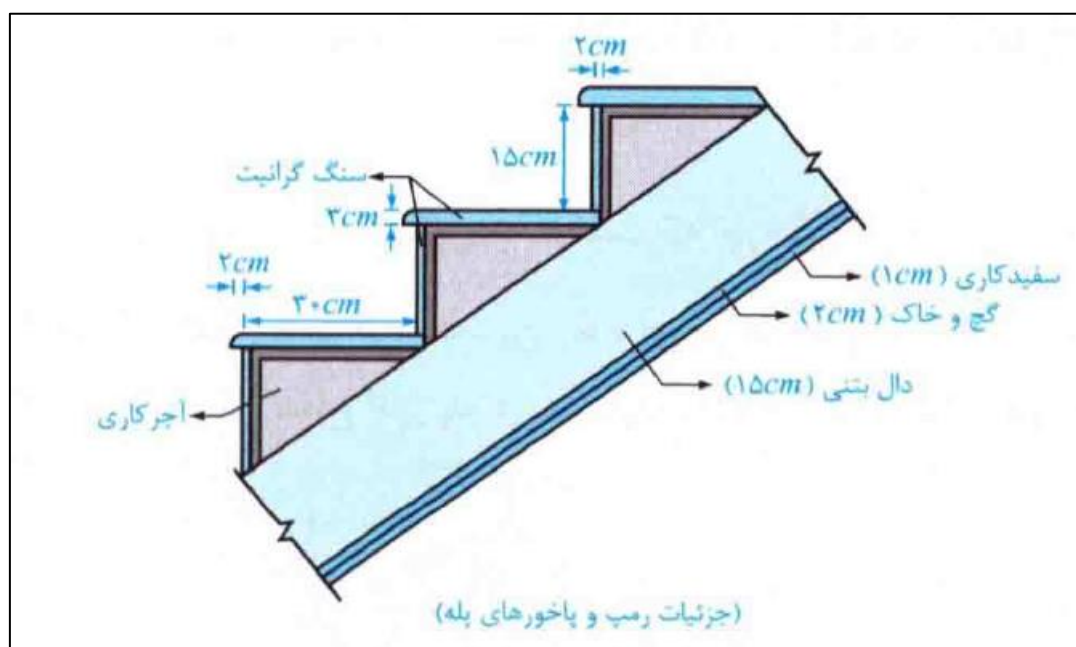
$$q = \frac{w \times l \times h}{A} = \frac{172 \times 25 \times 2.84}{242 - 21} \cong 55.5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 100 \text{ kg/m}^2$$

$$q = \frac{w \times l \times h}{A} = \frac{143 \times 25 \times 2.84}{242 - 21} \cong 46 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 100 \text{ kg/m}^2$$

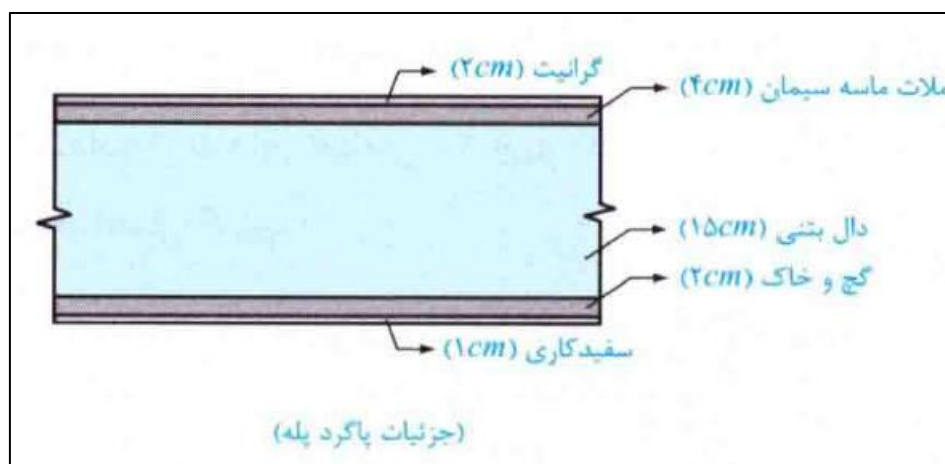
۴-۸- پله

وزن واحد سطح بدنه رمپ پله			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
دال بتنی پله	۲۵۰۰	۰/۱۵	۳۷۵
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۲	۳۲
سفید کاری	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
مجموع = ۴۲۰			

وزن پاخور پله برای یک متر عرض پله			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
سنگ کف (گرانیت)	۲۸۰۰	$۰/۰۳ \times ۰/۳۴$	۲۸/۶
سنگ پیشانی (گرانیت)	۲۸۰۰	$۰/۰۱ \times ۰/۱۷۸$	۴/۲
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	$۰/۰۲ \times (۰/۳ + ۰/۲۰۸)$	۲۱/۳
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	۱۸۵۰	$۰/۵ \times (۰/۲۶ \times ۰/۱۵۸)$	۳۸
مجموع = ۸۵			



وزن واحد سطح برای پاگرد پله			
نوع مصالح	وزن واحد حجم (kg/m^3)	ضخامت (m)	وزن واحد سطح (kg/m^2)
سنگ گرانیت	۲۸۰۰	۰/۰۲	۵۶
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۴	۸۴
دال بتنی	۲۵۰۰	۰/۱۵	۳۷۵
گچ و خاک	۱۶۰۰	۰/۰۲	۳۲
سفیدکاری	۱۳۰۰	۰/۰۱	۱۳
مجموع = ۵۶۰			



در این محاسبات وزن ناشی از یک پاخور پله (برای یک متر عرض پله) به دست آمده است که برای ادامه محاسبات این وزن را به یک بار گسترده معادل در کل قسمت رمپ تبدیل میکنیم :

$$\frac{1}{0.365} \times 85 = 232 \text{ kg/m}^2$$

بار مرده رمپ پله ، برابر با مجموع بار بدنه پله و پاخور پله میباشد :

$$232 + 420 = 652 \text{ kg/m}^2$$

در محاسبات انجام شده بار رمپ پله در راستای سطح شیبدار میباشد که ما برای سادگی تصویر افقی این بار را به دست می آوریم :

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{18}{30} \right) = 31^\circ$$

$$q = \frac{652}{\cos 31} = 760 \text{ kg/m}^2$$

- محاسبه بار مرده و زنده کل پله

$$W_{Dead} = 760 \times (3.9 \times 2.50) = 7410 \text{ Kgf}$$

$$W_{Live} = 500 \times (3.90 \times 2.50) = 4875 \text{ Kgf}$$

- محاسبه سهم برای بار زنده و مرده

$$q_{Dead} = \frac{8100}{4} = 2025 \text{ Kgf}$$

$$q_{Live} = \frac{5320}{4} = 1330 \text{ Kgf}$$

۴-۹- بارهای ناشی از آسانسور

مطابق شکل (۴) از پیوست (۲) می‌توان گفت که ظرفیت آسانسور حداکثر برابر ۴۵۰ کیلوگرم می‌باشد.

بار زنده آسانسور

$$450 \times 2 = 900 \text{ kg} \text{ : بار زنده ناشی از ظرفیت آسانسور}$$

$$360 \times 2 \times (1.6 \times 1.9) = 2188 \text{ kg} \text{ : بار زنده ناشی از تردد افراد در موتور خانه}$$

$$\frac{2188}{4} = 550 \text{ kg} \text{ : بار زنده وارد بر هر نبشی اطراف آسانسور}$$

بار مرده آسانسور

$$2500 \times 0.2 \times (1.6 \times 1.9) = 1520 \text{ kg} \text{ : بار مرده سکوی بتنی}$$

$$1500 \times 2 = 3000 \text{ kg} \text{ : بار مرده تجهیزات آسانسور}$$

$$3000 + 1520 = 4520 \text{ kg} \text{ : بار مرده کل آسانسور}$$

$$\frac{4520}{4} = 1130 \text{ kg} \text{ : بار مرده وارد بر هر نبشی اطراف آسانسور}$$

۴-۱۰- بار زنده کفها

در جدول (۶-۵-۱) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۸) ، حداقل بار زنده گسترده و متمرکز بر حسب کاربری بخش های مختلف ساختمان ارائه شده است.

ردیف	ردیف در جدول (۶-۵-۱) مبحث ششم	نوع کاربری	بار گسترده (kg/m^2)
۱	(۱-۱)	بامهای معمولی تخت	۱۵۰
۲	(۳-۳)	راه پله و راههای منتهی به دربهای خروجی	۵۰۰
۳	(۶-۳)	بالکنها	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاقهای متصل به آنها
۴	(۱-۴)	اتاقها و سایر فضاهای خصوصی شامل سرویس-ها ، انبارها و راهروها	۲۰۰

۴-۱۱- مولفه قائم زلزله

براساس ویرایش چهارم آیین نامه ۲۸۰۰، برای سازه هایی که در منطقه لرزه خیزی خیلی زیاد قرار گرفته باشند باید اثر زلزله قائم روی کل سازه منظور شود که در بخش ترکیب بار به آن اشاره خواهد شد. همچنین به دلیل وجود طره در این سازه، بار قائم برای طره ها محاسبه شده و باید به طور جداگانه به آنها اعمال شود.

در این پروژه چون سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده است بار قائم زلزله به کل سازه اعمال خواهد شد و بار قائم به قسمت بالکن و طره اعمال خواهد گردید که محاسبه آنها در ذیل آورده شده است.

- بار قائم بالکن (طبقات)

$$F_{vu} = 0.6Aw_p = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times (300) = 65 \text{ kgf/m}^2$$

- بار قائم بالکن (بام)

$$F_{vu} = 0.6Aw_p = 0.6 \times 0.35 \times 1 \times (150) = 35 \text{ kgf/m}^2$$

۴-۱۲- محاسبه بار برف وارد بر سازه

بر اساس ویرایش ۱۳۹۸ از مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، بار برف باید در دو حالت بار گسترده و بار انباشتی تعیین شود.

۵-۱۲-۱- محاسبه بار برف گسترده

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

۱- بار برف در سطح زمین (P_s)

شهر تبریز در جدول (۶-۷-۱) مبحث ششم در منطقه ۴ قرار گرفته است. بنابراین با توجه به بند (۶-۷-۱) این آیین نامه، مقدار بار برف برابر 1.5 kN/m^2 (150 kg/m^2) خواهد بود.

۲- ضریب اهمیت (I_s)

این پروژه با کاربری مسکونی میباشد که بر اساس جدول (۶-۱-۱) مبحث ششم در گروه خطرپذیری ۳ قرار میگیرد. بنابراین با توجه به جدول (۶-۱-۲) آیین نامه، ضریب اهمیت بار برف برای این ساختمان برابر واحد است

۳- ضریب برف گیری (C_n)

ساختمان مورد نظر در محیط شهری واقع شده است و با توجه به بند (۶-۷-۴-۱) مبحث ششم، در گروه ناهمواری پرتراکم قرار میگیرد. از سوی دیگر وضعیت ساختمان‌های مجاور این پروژه از نظر ارتفاعی مشخص نبوده و در آینده نیز تضمینی برای حفظ وضعیت آنها نیست، بنابراین ساختمان را بام برف گیر در نظر می‌گیریم. ضریب برف گیری بر اساس جدول (۶-۷-۲) آیین نامه برابر ۱.۱ میباشد.

۴- ضریب شرایط دمایی (C_h)

ساختمان‌های از نظر شرایط دمایی، به صورت عادی محسوب میشوند. بنابراین با توجه به جدول (۶-۷-۳) مبحث ششم، ضریب شرایط دمایی در این ساختمان برابر ۱ میباشد.

۵- ضریب شیب (C_s)

با توجه به بند (۶-۷-۶) مبحث ششم، ضریب شیب برای بام‌های مسطح برابر واحد است

$$P_r = 1 \times 1.1 \times 1 \times 150 = 165 \text{ kg/m}^2$$

همچنین بر اساس بند (۶-۷-۲-۱) مبحث ششم مقدار بار برف محاسبه شده بام‌ها (P_r) باید با یک مقدار حداقل (P_m) کنترل شود به طوری که رابطه $P_m \leq P_r$ برقرار شود

$$P_g > 1 \rightarrow P_m = I_s \rightarrow P_m = 1 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kg/m}^2 < 165 \text{ kg/m}^2 \rightarrow OK$$

۵- بارگذاری سازه بر اساس روش تحلیل استاتیکی معادل

بر اساس بند (۲-۲-۳) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، در ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه، میتوان از روش تحلیل استاتیکی معادل استفاده نمود. با توجه به نامنظم بودن سازه در ارتفاع از تحلیل دینامیکی طیفی استفاده شده است و برش پایه ناشی از تحلیل دینامیکی و استاتیکی همپایه شده‌اند.

نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل	مرکز جمعیتی		استان
	<div>▼</div>	تبریز	آذربایجان شرقی <div>▼</div>
	$A = 0.35$	منطقه ۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد
ضریب اهمیت ساختمان	<div>▼</div>	$I = 1.0$	ساختمان با اهمیت متوسط

ضریب رفتار سازه			
سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی		R_u
قاب خمشی	قاب خمشی بتن آرمه متوسط		5
	$H_m = 35 \text{ m}$	$C_d = 4.5$	$\Omega_0 = 3$

ضریب بازتاب سازه B				
ارتفاع ساختمان از تراز پایه $H =$		19.74 m	نوع زمین	III
سازه میانقاب دارد؟		خیر	نوع سیستم	قاب خمشی بتنی
$T_0 =$	0.15		زمان تناوب اصلی با استفاده از روابط تجربی	$T=0.05 \times H^{0.9} \times (1) = 0.732$
$T_s =$	0.7			
$S =$	1.75		$T = \text{Min (تحلیلی، ۱.۲۵ تجربی)} = 0.916$	0.916
$S_0 =$	1.1			
T_{ETABS} زمان تناوب نرم افزار	1.11			
ضریب اصلاح طیف	$N=0.7/(4-TS)*(T-TS)+1=$		1.046	$B = B_1 N = 2.1987$
ضریب شکل طیف	$BI=(S+1)(TS/T)=$		2.103	

$C_{min} = 0.12 AI =$	0.0420	$K = 0.5T + 0.75 =$	1.208
$C_{DRIFT} =$	0.1320	$K_{DRIFT} =$	1.305

$$C_x = \frac{A \times B \times I}{R_u} \Rightarrow C_x = 0.1539$$

نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل	استان	مرکز جمعیتی
	آذربایجان شرقی ▼	تبریز ▼
	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	منطقه ۱
ضریب اهمیت ساختمان	ساختمان با اهمیت متوسط ▼	$A = 0.35$ $I = 1.0$

ضریب رفتار سازه			
سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی		R_u
قاب خمشی ▼	قاب خمشی بتن آرمه متوسط ▼		5
	$H_m = 35 \text{ m}$	$C_d = 4.5$	$\Omega_0 = 3$

ضریب بازتاب سازه B				
$H =$ ارتفاع ساختمان از تراز پایه		19.74 m	نوع زمین	III
سازه میانقاب دارد؟	خیر	نوع سیستم		قاب خمشی بتنی
$T_0 =$	0.15	زمان تناوب اصلی با استفاده از روابط تجربی		$T = 0.05 \times H^{0.9 \times (1)} =$ 0.732
$T_s =$	0.7			
$S =$	1.75	$T = \text{Min (تحلیلی، ۱.۲۵ تجربی)} =$ 0.916		0.916
$S_0 =$	1.1			
T_{ETABS} زمان تناوب نرم افزار	1.04			
ضریب اصلاح طیف	$N = 0.7 / (4 - TS) * (T - TS) + 1 =$	1.046	$B = B_1 N =$	2.1987
ضریب شکل طیف	$BI = (S + 1) (TS / T) =$	2.103		

$C_{min} = 0.12 AI =$	0.0420	$K = 0.5T + 0.75 =$	1.208
$C_{DRIFT} =$	0.1393	$K_{DRIFT} =$	1.268

$$C_y = \frac{A \times B \times I}{R_u} \Rightarrow C_y = \mathbf{0.1539}$$

۶- کنترل نظم پیچشی سازه

Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Roof	EXALL	1	Diaph D1 X	0.003349	0.002961	1.131
Roof	EXALL	2	Diaph D1 X	0.002931	0.002729	1.074
Roof	EXALL	3	Diaph D1 X	0.003767	0.003194	1.179
Story5	EXALL	1	Diaph D1 X	0.004549	0.004212	1.08
Story5	EXALL	2	Diaph D1 X	0.004221	0.004032	1.047
Story5	EXALL	3	Diaph D1 X	0.004877	0.00432	1.129
Story4	EXALL	1	Diaph D1 X	0.004883	0.004419	1.105
Story4	EXALL	2	Diaph D1 X	0.004671	0.004442	1.052
Story4	EXALL	3	Diaph D1 X	0.005096	0.004397	1.159
Story3	EXALL	1	Diaph D1 X	0.005334	0.004898	1.089
Story3	EXALL	2	Diaph D1 X	0.005066	0.004922	1.029
Story3	EXALL	3	Diaph D1 X	0.005603	0.004873	1.15
Story2	EXALL	1	Diaph D1 X	0.005222	0.004821	1.083
Story2	EXALL	2	Diaph D1 X	0.004942	0.004844	1.02
Story2	EXALL	3	Diaph D1 X	0.005502	0.004799	1.147
Story1	EXALL	1	Diaph D1 X	0.003113	0.002859	1.089
Story1	EXALL	2	Diaph D1 X	0.002946	0.002874	1.025
Story1	EXALL	3	Diaph D1 X	0.003281	0.002844	1.153

Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Roof	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.000726	0.000707	1.027
Roof	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.000815	0.000704	1.158
Roof	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.000784	0.000711	1.103
Story5	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.001713	0.001667	1.027
Story5	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.001858	0.001665	1.116
Story5	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.001774	0.00167	1.062
Story4	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.003921	0.003831	1.024
Story4	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.004144	0.003833	1.081
Story4	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.003961	0.00383	1.034
Story3	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.004898	0.004783	1.024
Story3	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.005167	0.004785	1.08
Story3	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.004932	0.004781	1.032
Story2	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.004928	0.004827	1.021
Story2	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.005199	0.004827	1.077
Story2	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.004995	0.004826	1.035
Story1	EYALL	1	Diaph D1 Y	0.002928	0.002884	1.015
Story1	EYALL	2	Diaph D1 Y	0.003091	0.002883	1.072
Story1	EYALL	3	Diaph D1 Y	0.003007	0.002886	1.042

✓ نسبت تغییر مکان حداکثر به تغییر مکان متوسط (Ratio) مشاهده می‌شود که در تمامی طبقات و در هر دو جهت کمتر از ۱/۲ بوده که نشانگر این می‌باشد که سازه از نظر پیچشی منظم محسوب می‌شود.

۷- کنترل زمان تناوب سازه

برای آنکه زمان تناوب تحلیلی سازه را محاسبه نمائیم از فایل اصلی یک کپی گرفته که بنام Period Time موجود می‌باشد و در این فایل با اصلاح ضرایب ترک خوردگی ستون‌ها از ۰/۷ به ۱ و تیرها از ۰/۳۵ به ۰/۵ طبق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم زمان تناوب تحلیلی را استخراج می‌نمائیم:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal	1	1.109	0.738	0.0073	0.738	0.0073
Modal	2	1.036	0.0095	0.8127	0.7476	0.82
Modal	3	0.828	0.0412	0.0057	0.7887	0.8257
Modal	4	0.379	0.1039	0.00003362	0.8926	0.8257
Modal	5	0.302	0.0001	0.0707	0.8927	0.8964
Modal	6	0.269	0.0001	0.0146	0.8928	0.911
Modal	7	0.26	0.013	0.0001	0.9057	0.9111
Modal	8	0.231	0.0002	0.0249	0.906	0.936
Modal	9	0.2	0.0162	0.000001723	0.9221	0.936
Modal	10	0.189	0.0323	0.0001	0.9545	0.9361
Modal	11	0.16	0.0001	0.0234	0.9546	0.9595
Modal	12	0.154	0.0012	0.0004	0.9557	0.9598
Modal	13	0.121	0.0198	0.00002343	0.9755	0.9599
Modal	14	0.11	0.00003903	0.0239	0.9756	0.9838
Modal	15	0.102	0.0025	0.0001	0.978	0.9838
Modal	16	0.089	0.0123	0.00000697	0.9904	0.9838
Modal	17	0.08	0.0001	0.009	0.9904	0.9928
Modal	18	0.075	0.0023	0.0001	0.9927	0.9929

زمان تناوب تحلیلی جهت $X = 1/1.09$ ثانیه

زمان تناوب تحلیلی جهت $Y = 1/0.36$ ثانیه

✓ در هر دو جهت زمان تناوب تحلیلی بزرگتر از زمان تناوب تجربی بدست آمده می‌باشد بنابراین برای طراحی سازه از زمان تناوب تجربی استفاده نموده و از زمان تناوب تحلیلی برای کنترل دریافت استفاده می‌نمائیم.

۸- کنترل دررفت سازه

کنترل دررفت با مقادیر مجاز:

❖ برای ساختمان‌های تا ۵ طبقه

$$\Delta_M \leq \Delta_a \Rightarrow C_d \Delta_{eu} \leq 0.025h \rightarrow \frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.025}{C_d}$$

❖ برای سایر ساختمان‌ها

$$\Delta_M \leq \Delta_a \Rightarrow C_d \Delta_{eu} \leq 0.020h \rightarrow \frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.020}{C_d}$$

✓ بر اساس بند ۳-۵-۱ آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در سازه‌های منظم کنترل دررفت مرکز جرم

انجام خواهد شد و بر اساس بند ۳-۵-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در سازه‌های نامنظم پیش‌پیچی

باید کنترل دررفت برای لبه‌های کناری انجام شود.

$$\frac{\Delta_{eu}}{h} \leq \frac{0.02}{C_d} = \frac{0.02}{4.5} = 0.005555$$

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts					
Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift
Roof	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.00298	0.002633
Roof	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.00262	0.002431
Roof	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.00334	0.002834
Story5	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.004023	0.003721
Story5	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.003742	0.003568
Story5	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.004304	0.003812
Story4	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.004282	0.003867
Story4	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.004097	0.003886
Story4	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.004468	0.003847
Story3	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.004649	0.004257
Story3	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.004417	0.004278
Story3	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.004881	0.004236
Story2	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.004528	0.004167
Story2	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.004287	0.004186
Story2	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.004768	0.004148
Story1	EX Drift	1	Diaph D1 X	0.002689	0.002461
Story1	EX Drift	2	Diaph D1 X	0.002546	0.002474
Story1	EX Drift	3	Diaph D1 X	0.002832	0.002449

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts					
Story	Output Case	Step Number	Item	Max Drift	Avg Drift
Roof	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.000675	0.000657
Roof	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.000757	0.000654
Roof	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.000728	0.00066
Story5	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.001575	0.001534
Story5	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.00171	0.001531
Story5	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.001631	0.001536
Story4	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.003586	0.003504
Story4	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.00379	0.003505
Story4	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.003622	0.003502
Story3	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.004464	0.004358
Story3	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.004709	0.00436
Story3	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.004494	0.004356
Story2	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.004476	0.004384
Story2	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.004722	0.004384
Story2	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.004536	0.004383
Story1	EY Drift	1	Diaph D1 Y	0.002653	0.002613
Story1	EY Drift	2	Diaph D1 Y	0.002801	0.002612
Story1	EY Drift	3	Diaph D1 Y	0.002724	0.002614

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift
Roof	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.003377	0.002782
Story5	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.00401	0.003465
Story4	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.003958	0.003358
Story3	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.004365	0.003731
Story2	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.004322	0.003708
Story1	SPX(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 X	0.002591	0.002216

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts						
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift
Roof	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.000702	0.0006
Story5	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.001371	0.001256
Story4	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.003134	0.002955
Story3	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.003982	0.003756
Story2	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.004069	0.003849
Story1	SPY(Drift)	LinRespSpec	Max	Diaph D1 Y	0.002441	0.002322

✓ سازه از نظر دريغت مشكلي نداشته و پاسخگوي اين كنترل مي باشد.