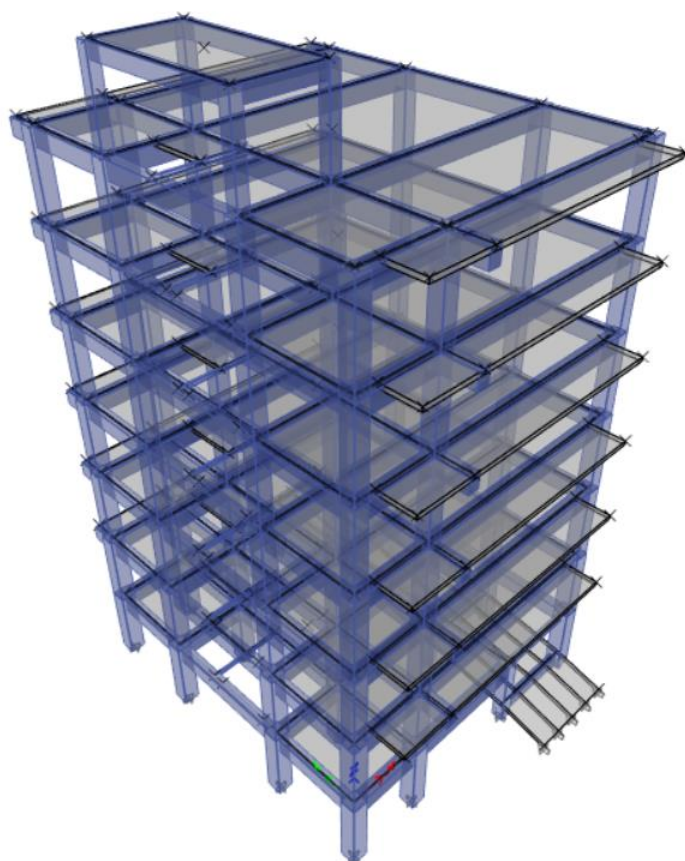


به نام خدا



سازه‌های بتن آرمه مسکونی

دفترچه محاسبات

مالک: بهروز سعادت (۱۴۰۴۰۵۹۱۰)

فهرست

- 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 سازه‌ای ساختمان..... ۴
- ۲- اطلاعات عمومی در مورد آنالیز و طراحی..... ۵
 - ۲-۱- آیین نامه‌های مورد استفاده در طراحی..... ۵
 - ۲-۲- نرم افزارهای مورد استفاده..... ۵
- ۳- مشخصات مصالح مورد استفاده..... ۶
 - ۳-۱- مشخصات مصالح بتنی..... ۶
 - ۳-۲- مشخصات خاک..... ۶
- ۴- بارگذاری..... ۷
 - ۴-۱- تیرچه بلوک در طبقات..... ۷
 - ۴-۲- تیرچه بلوک در بام..... ۸
 - ۴-۳- دال بتنی..... ۹
 - ۴-۴- دیوارهای پیرامونی دارای نما..... ۱۰
 - ۴-۵- دیوارهای پیرامونی بدون نما..... ۱۱
 - ۴-۶- دیوارهای جان پناه بام دارای نما و بدون نما..... ۱۲
 - ۴-۷- دیوارهای داخلی (تیغهها)..... ۱۳

- 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

۱- معرفی کلی پروژه

۱-۱- معرفی ساختمان از نظر هندسی

۱-۱-۱- تعداد طبقات

ساختمان مسکونی دارای ۶ طبقه روی هم کف می باشد که جمعا ۷ طبقه سازه ای خواهد شد.

۱-۱-۲- طول و عرض ساختمان

طول زمین فوق ۲۷.۹۷ متر و عرض آن ۱۴.۰۰ می باشد که سطح اشغال آن ۵۵ درصد می باشد.

۱-۱-۳- ارتفاع ساختمان

ساختمان فوق الذکر زیر زمین می باشد و تراز اول آن منفی ۲۹۱ سانتیمتر می باشد. ارتفاع طبقه همکف ۳/۴۲ و سایر طبقات ۳/۶۰ متر و ارتفاع طبقه خرپشته ۳/۳۳ متر می باشد.

۱-۱-۴- کاربری ساختمان

کاربری ساختمان های فوق الذکر به غیر از پیلوت زیرزمین 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 II 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.

۳- مشخصات مصالح مورد استفاده

۳-۱- مشخصات مصالح بتنی

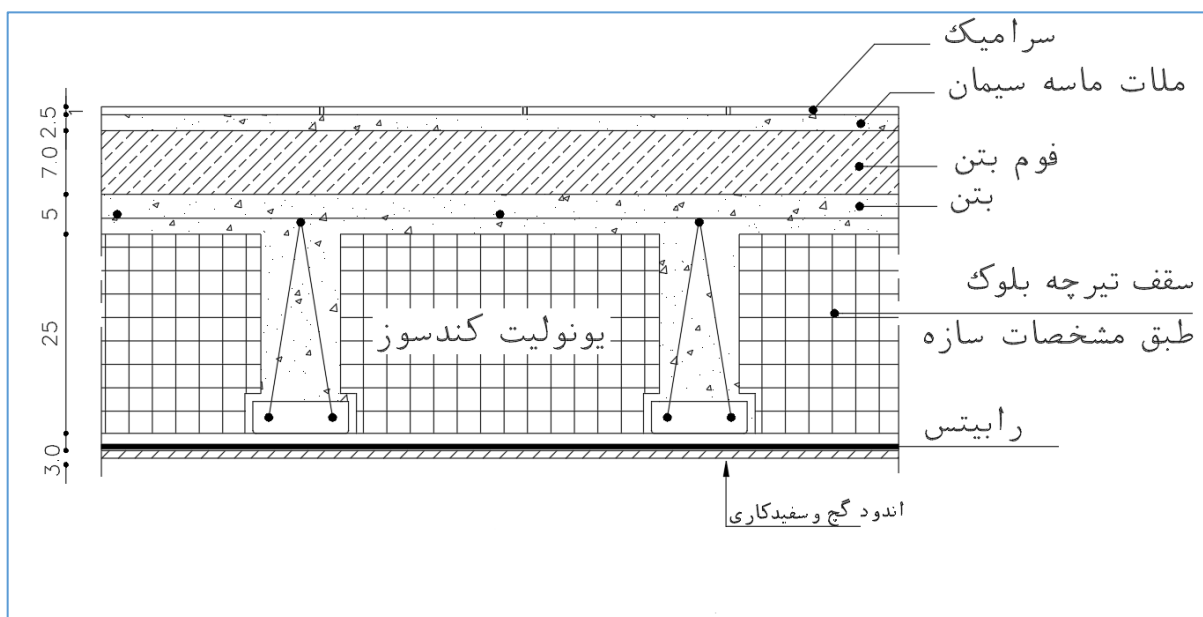
مشخصات مصالح بتنی	
2500 kg/m ³	وزن واحد حجم
23500 MPa	مدول ارتجاعی
0.2	ضریب پواسون
25 MPa	مقاومت فشاری بتن
400 MPa	تنش تسلیم میلگرد طولی (AIII)
600 MPa	تنش گسیختگی میلگرد طولی (AIII)
340 MPa	تنش تسلیم میلگرد عرضی (AII)
500 MPa	تنش گسیختگی میلگرد عرضی (AII)

۳-۲- مشخصات خاک

نوع پی	تیپ خاک مطابق آیین نامه	تنش مجاز تحت گسیختگی	تنش مجاز تحت نشست	ضریب فنریت
گسترده	II	6.78 kg/cm ²	1.910 kg/cm ²	1.14 kg/cm ³

۴- بارگذاری

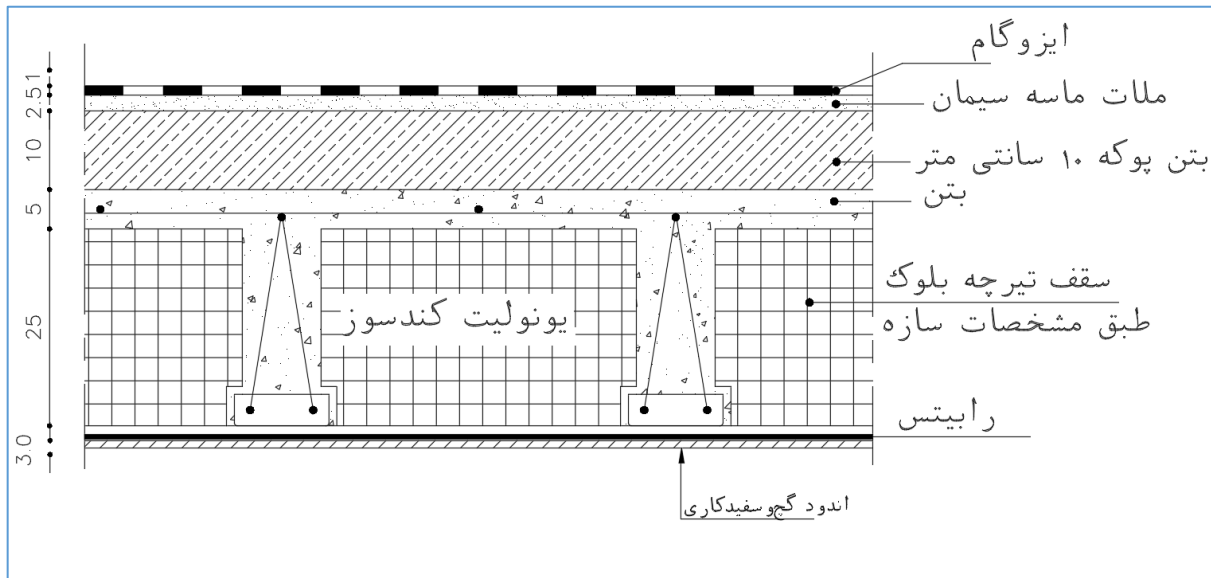
۴-۱- تیرچه بلوک در طبقات



وزن واحد حجم (Kg/m ³)	وزن واحد سطح (Kg/m ²)	ضخامت (m)	جزئیات سقف تیرچه بلوک
۲۱۰۰	۲۱	۰.۰۱	سرامیک
۲۱۰۰	۵۲.۵	۰.۰۲۵	ملات ماسه سیمان
۶۰۰	۴۲	۰.۰۷	فوم بتن
۲۵۰۰	۱۰.۴	تعداد تیرچه در ۱۲۰ سانت ($2 \div 1.2 = 1.6$)	تیرچه بتنی
		ارتفاع تیرچه (۰.۲۵)	
		ضخامت جان تیرچه (۰.۱۰)	
۲۵۰۰	۱۲.۵	۰.۰۵	بتن رویه سقف
۹۸	۷۲	ارتفاع ۲۵ و عرض ۵۰ سانتی متر	بلوک سفالی
۱۶۰۰	۲۴	۰.۰۱۵	اندود گچ و خاک
۱۳۰۰	۶.۵	۰.۰۰۵	سفید کاری
	۴۴۷		جمع کل

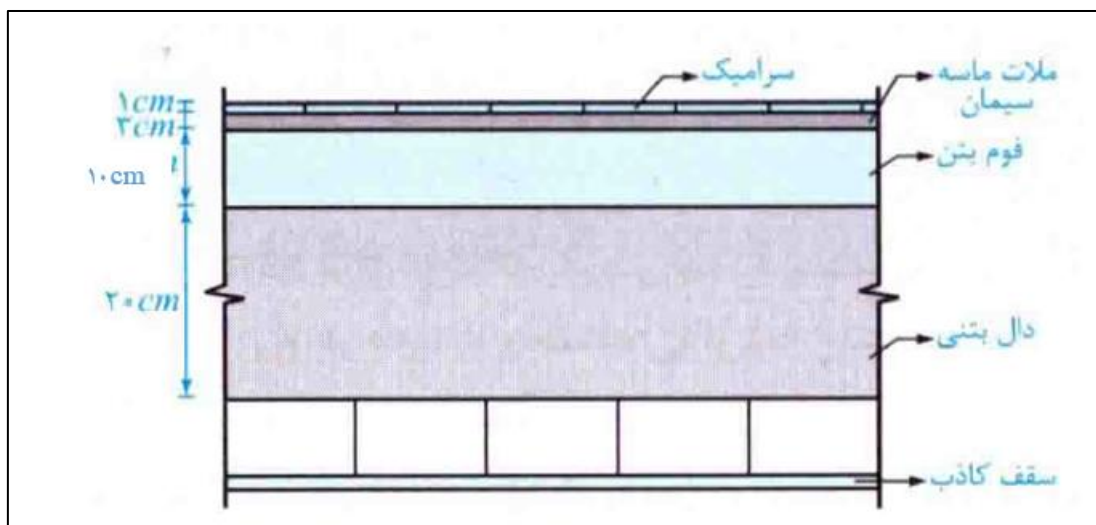
بار ناشی از تیغه بندی ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع بر طبق محاسبات در نظر گرفته شده است.

۴-۲- تیرچه بلوک در بام



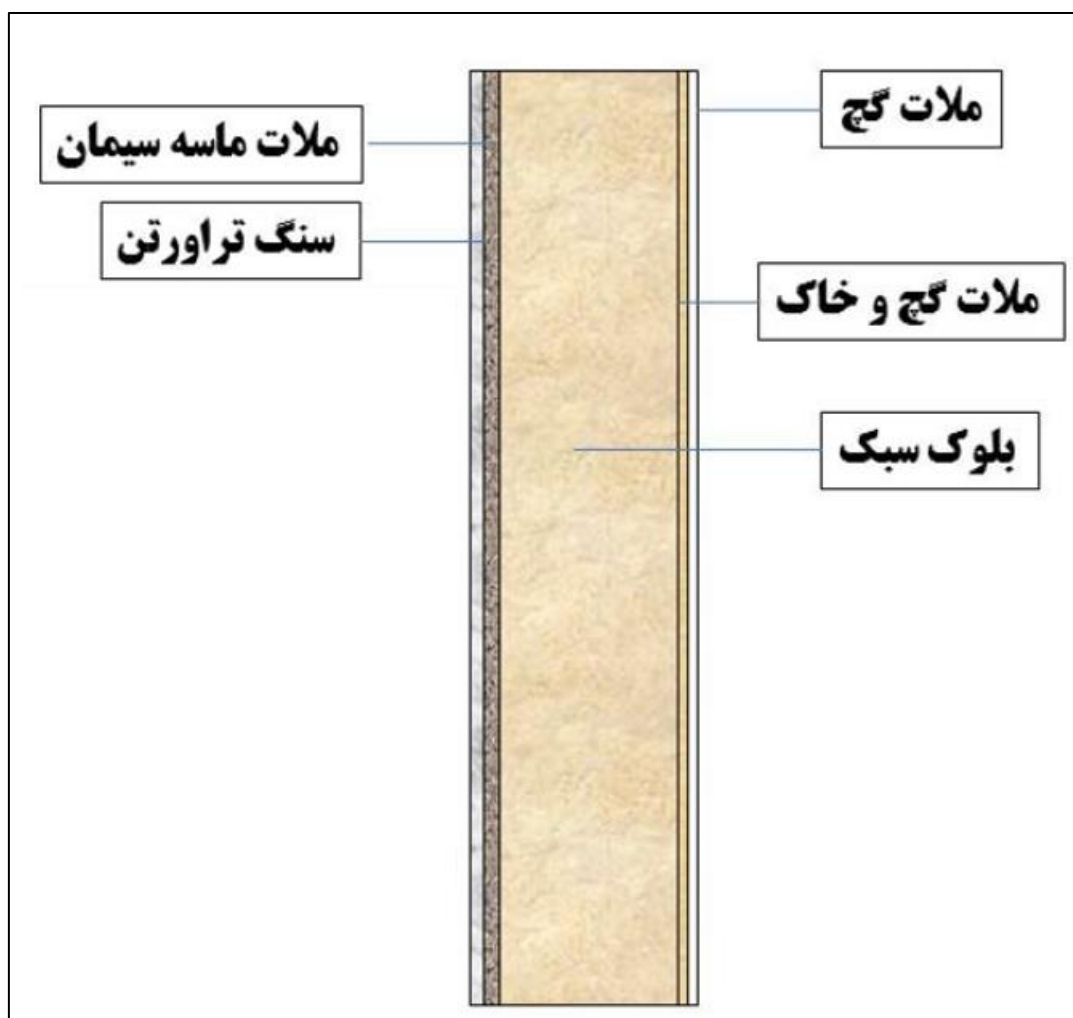
وزن واحد سطح (Kg/m ²)	وزن واحد حجم (Kg/m ³)	ضخامت (m)	جزئیات سقف تیرچه بلوک
۶	۱۲۰۰	۰.۰۰۵	ایزوگام
۵۲.۵	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	ملات ماسه سیمان
۷۲	-	ارتفاع ۲۵ و عرض ۵۰ سانتی متر	بلوک سفالی
۱۰۴	۲۵۰۰	تعداد تیرچه در ۱۲۰ سانت ($2 \div 1.2 = 1.6$)	تیرچه بتنی
		ارتفاع تیرچه (۰.۲۵)	
		ضخامت جان تیرچه (۰.۱۰)	
۱۲۵	۲۵۰۰	۰.۰۰۵	بتن رویه سقف
۱۳۰	۱۳۰۰	۰.۱۰	بتن با پوکه معدنی و سیمان
۲۴	۱۶۰۰	۰.۰۱۵	اندود گچ و خاک
۶.۵	۱۳۰۰	۰.۰۰۵	سفید کاری
۵۲۰			جمع کل

۴-۳- دال بتنی



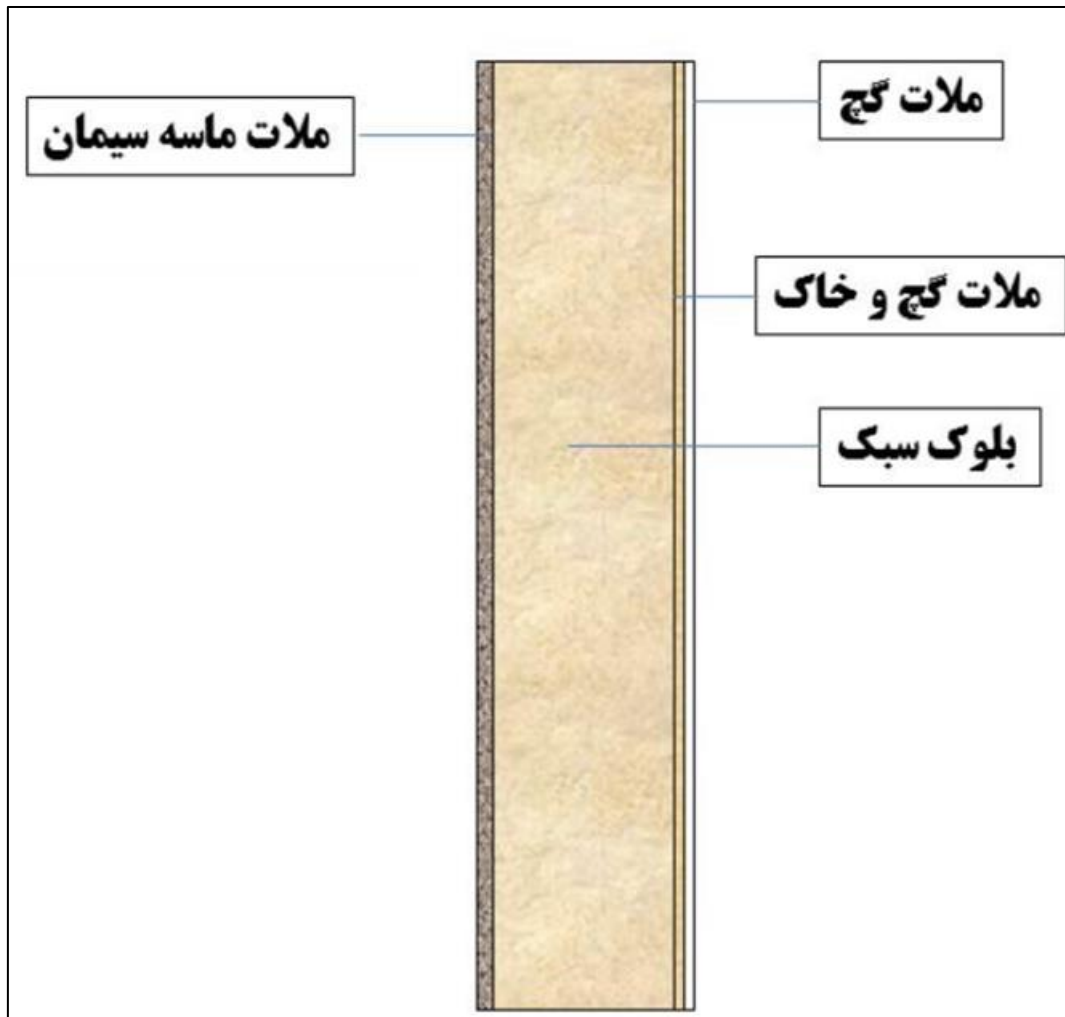
وزن واحد سطح (Kg/m ²)	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (Kg/m ³)	نوع مصالح
۲۱	۰.۰۱	۲۱۰۰	سرامیک کفی
۵۲.۵	۰.۰۲۵	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۶۰	۰.۱۰	۶۰۰	فوم بتن
محاسبه توسط نرم افزار			
۵۰			سقف کاذب با اندود گچی
۲۵			تاسیسات ثابت ساختمان
۲۱۰			جمع کل

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	مالت ماسه سیمان
۱۰۵	۰/۱۵	۷۰۰	بلوک لیکا
۲۴	۰/۰۱۵	۱۶۰۰	مالت گچ و خاک
۶/۵	۰/۰۰۵	۱۳۰۰	مالت گچ
۲۲۷.۵	مجموع		

۴-۵- دیوارهای پیرامونی بدون نما



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

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:

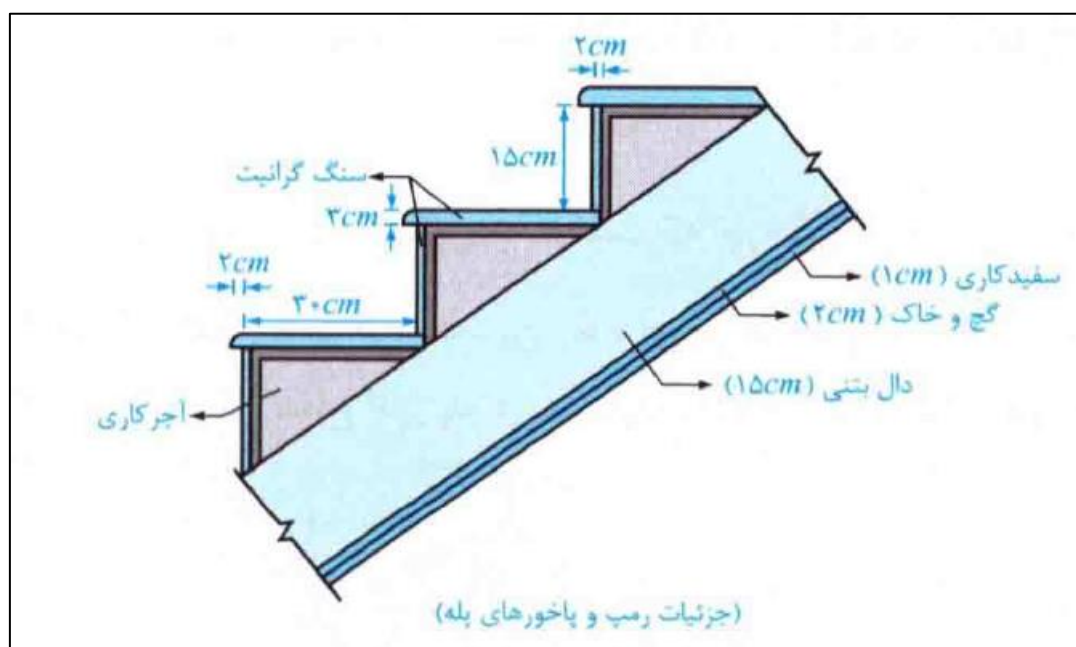
$$q = \frac{w \times l \times h}{A} = \frac{172 \times 30.5 \times 3.3}{250 - 21} \cong 75 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 100 \text{ kg/m}^2$$

$$q = \frac{w \times l \times h}{A} = \frac{143 \times 30.5 \times 3.3}{250 - 21} \cong 62 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 100 \text{ kg/m}^2$$

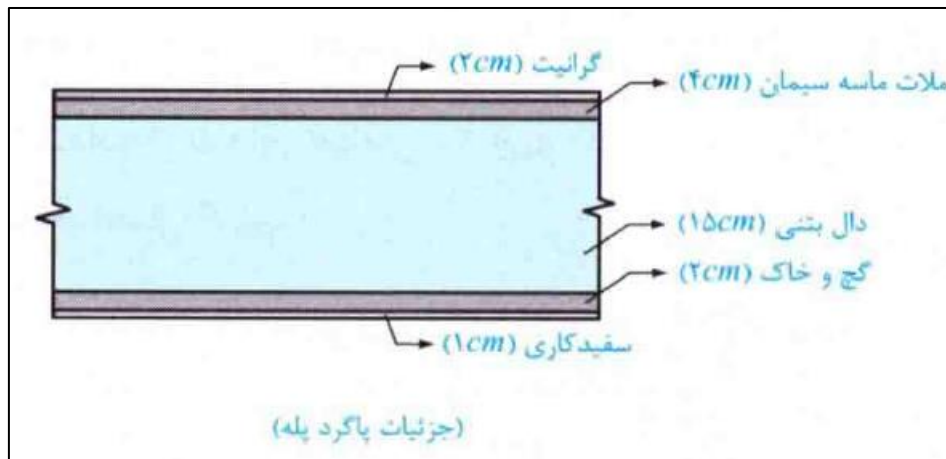
۴-۸-یله

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			
وزن واحد سطح (kg/m)	ضخامت (m)	وزن واحد حجم (kg/m ³)	نوع مصالح
۲۸/۶	۰/۰۳ × ۰/۳۴	۲۸۰۰	سنگ کف (گرانیت)
۴/۲	۰/۰۱ × ۰/۱۷۸	۲۸۰۰	سنگ پیشانی (گرانیت)
۲۱/۳	۰/۰۲ × (۰/۳ + ۰/۲۰۸)	۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۳۸	۰/۵ × (۰/۲۶ × ۰/۱۵۸)	۱۸۵۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
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

$$W_{Dead} = 760 \times (3.6 \times 3.35) = 9165 \text{ Kgf}$$

$$W_{Live} = 500 \times (3.60 \times 3.35) = 6030 \text{ Kgf}$$

- محاسبه سهم برای بار زنده و مرده

$$q_{Dead} = \frac{9165}{4} = 2295 \text{ Kgf}$$

$$q_{Live} = \frac{6030}{4} = 1510 \text{ Kgf}$$

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

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

$$360 \times 2 \times (1.6 \times 2.0) = 2300 \text{ kg} \text{ : بار زنده ناشی از تردد افراد در موتور خانه}$$

$$\frac{2300}{4} = 575 \text{ kg} \text{ : بار زنده وارد بر هر نبشی اطراف آسانسور}$$

بار مرده آسانسور

$$2500 \times 0.2 \times (1.6 \times 2.0) = 1600 \text{ kg} \text{ : بار مرده سکوی بتنی}$$

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

$$3000 + 1600 = 4600 \text{ kg} \text{ : بار مرده کل آسانسور}$$

$$\frac{4600}{4} = 1150 \text{ kg} \text{ : بار مرده وارد بر هر نبشی اطراف آسانسور}$$

۴-۱۰- بار زنده کفها

در جدول (۱-۵-۶) 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 (۱-۵-۶) 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

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