





دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش: عمران سازه

### عنوان:

شکل پذیری و پیش‌نهاد روش طراحی برای سیستم قاب بتنی با ستون‌های نزدیکی که به هم با در نظر گرفتن اندرکنش آن با دیوار پرکننده بتن سبک با ترکیب پلی استایرن (اثر میان قابی)

### استاد راهنما:

دکتر امین غفوری پور

### استاد مشاور:

دکتر علی مزروعی

### پژوهشگر:

رحیم لاله ماژین

تابستان ۱۳۹۱



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش: عمران سازه

### عنوان:

شکل پذیری و پی‌شنهاد روش طراحی برای سیستم قاب بتنی با ستون‌های نزدیکی به هم با در نظر گرفتن اندرکنش آن با دیوار پرکننده بتن سبک با ترکیب پلی‌استایرن (اثر میان‌قاب)

### استاد راهنما:

دکتر امین غفوری پور

### استاد مشاور:

دکتر علی مزروعی

### پژوهشگر:

رحیم لاله ماژین

تابستان ۱۳۹۱

بسمه تعالی

در تاریخ:

از پایان نامه خود دفاع

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای

و با درجه

بحروف

نموده و با نمره

مورد تصویب قرار گرفت.

امضا استاد راهنما

## تقدیم به:

آستان با عظمت اهل بیت که قرآن های ناطقند و روح بلند امام خمینی (ره) که احیای اسلام شد.

## تشکر و قدردانی:

مَنْتِ خدای را که مدد نمود تا پس از تلاش فراوان و محبّت دوستان کار نگارش این مختصر پای‌ان پذیرفت و به موجب سخن پیامبر اعظم (ص) که می فرماید: « من لم یَشکر المخلوق لم یَشکر الخالق » برخود فرض می دانم از تمام عزیزی‌زانی که من را در نوشتن این رساله یاری نمودند تشکر فراوان نمایم. در این بین استاد ارجمند گرانمایه ام جناب آقای دکتر امین غفوری پور که زحمت راهنمایی این رساله را برعهده داشتند و علی‌رغم مشغله های فراوان، پیوسته با صبر و متانتی مثال زدنی در بهبود این نوشته کوشیدند حقی صدچندان برگردن این حقی دارند، نیز از جناب آقای دکتر علی مزروعی که زحمت مشاوره بردوش ایشان بود. هم چنین از جناب آقای دکتر مجتبی جعفری صمی می که داوری این پای‌ان نامه را برعهده گرفتند و با صمیمیّت قدم در راه رفع اشکالات موجود گذاشتند کمال امتنان را دارم. و در پای‌ان از سرکار خانم فرحناز وحیدنی دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد که در وی‌رایش این پای‌ان نامه اینجانب را یاری نمودند تشکر و قدردانی نموده، از خداوند منان، تعالی و کمال روزافزونس را مسئلت دارم.

بسمه تعالی

دانشکده: فنی مهندسی

XX

( این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است )

نام واحد دانشگاهی: تهران مرکزی	کد واحد: ۱۰۱	کد شناسایی پایان نامه:
--------------------------------	--------------	------------------------

عنوان پایان نامه: شکل پذیری و پی‌شهاد روش طراحی برای سیستم قاب بتنی با ستون های نزدیکی به هم با در نظر گرفتن اندرکنش آن با دیوار پرکننده بتن سبک با ترکیب پلی استایرن (اثر میان قابی)

نام و نام خانوادگی دانشجو: رحیم لاله ماژین	تاریخ شروع پایان نامه: ۸۹/۷/۱۵
شماره دانشجویی: ۸۷۰۸۵۱۴۰۸۰۰	تاریخ اتمام پایان نامه: ۹۱/۰۵/۲۰
رشته تحصیلی: مهندسی عمران(سازه)	

استاد راهنما: دکتر امین غفوری پور  
استاد مشاور: دکتر علی مزروعی

چکیده پایان نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش های اجرا، و نتایج به دست آمده):

با توجه به رشد و توسعه مسکن ارزان قیمت و لزوم انبوه سازی مسکن و در جهت حرکت به سمت صنعتی سازی ساختمان، استفاده از سیستم های نوین در ساختمان سازی امری ضروری است. لذا برای این کار باید سیستم های جدید ساختمان سازی در دنیا را شناسایی کرد و آن ها را بر اساس آیین نامه های ساختمانی و زلزله ای معتبر بررسی و مطابقت داد و آن گاه به عنوان سیستم ساختمانی همراه با روش طراحی آن در داخل کشور معرفی کرد، لذا در این تحقیق سیستم ارکولیت به عنوان سیستمی صنعتی و پیش ساخته بررسی شده است.

سیستم ارکولیت از یک سری پانل های پیش ساخته از جنس بتن سبک تر کیب با پلی استایرن، تشکیل شده است که این پانل ها دارای یک سری سوراخ ها و نیم سوراخ ها می باشند که وقتی در کنار هم قرار می گیرند، تعدادی از سوراخ ها از جمله سوراخ محل اتصال پانل ها با بتن مسلح پر می شوند.

در این تحقیق سیستم ارکولیت بر اساس سیستم های سازه ای در طبقات مختلف مدل شده و طبق تحلیل استاتیکی غیر خطی (تحلیل پوشاور) بررسی شده است. (سوراخ هایی که با بتن مسلح پر می شوند به عنوان ستون در نظر گرفته می شود در نتیجه تعداد ستون ها زیاد و فاصله ی آن ها نزدیک به هم می باشد.) بر اساس نتایج نهایی حداکثر تعداد طبقات مناسب برای هر سیستم مشخص می شود.

تاریخ و امضاء

مناسب است

نظر استاد راهنما برای چاپ در پژوهش نامه دانشگاه

مناسب نیست

## فهرست مطالب

عنوان

صفحه

### فصل اول: انواع بتن سبک و کاربرد آن ها

۱-۱. بتن سبک..... ۲

۲-۱. معرفی بتن سبک..... ۳

۳-۱. مزایای کاربرد بتن سبک..... ۵

۴-۱. روش های تولید بتن سبک..... ۶

۵-۱. بتن گازی..... ۸

۶-۱. بتن کفی (فوم بتن)..... ۱۰

۷-۱. مشکلات طرح اختلاط بتن سبک و راه حل های آن..... ۱۵

۸-۱. معرفی دو نوع بتن سبک..... ۱۶

### فصل دوم: پانلهای پیش ساخته ارکولیت (Ercolith) از جنس بتن سبک ترکیب با

پلی استایرن

۱-۲. لزوم استفاده از سیستم ارکولیت..... ۲۱

۲-۲. خصوصیات بتن مصرفی در ساخت پانل ارکولیت..... ۲۲

۳-۲. پانل های پیش ساخته ارکولیت..... ۲۳

۴-۲. انواع ساختمان های ی که با سیستم ارکولیت می توان ساخت

۲۳.....



۴-۲ . روند تولید پانل ارکولیت..... ۳۱

۵-۲ . مزایای سیستم

ارکولیت..... ۳۴

۶-۲ . سیستم ارکولیت در

ایران..... ۳۸

### فصل سوم: مبانی تحلیل استاتیکی غیر خطی سیستم ارکولیت

۱-۳ . مبانی تحلیل و محاسبه ضریب رفتار..... ۴۲

۲-۳ . نمونه مورد مطالعه و نرم افزار و آیین نامه ها..... ۴۳

۳-۳ . سیستم سازه ای..... ۴۵

۴-۳ . محاسبه ضریب طول موثر ( $K$ ) برای ستون ها..... ۴۶

۵-۳ . ارزیابی تعداد طبقات برای بارهای ثقلی..... ۴۹

۶-۳ . محاسبه نیروی زلزله..... ۵۳

۷-۳ . محاسبه ضریب رفتار..... ۵۵

۸-۳ . تحلیل استاتیکی غیر خطی و منحنی ظرفیت به منظور سطح عملکرد لرزه

ای..... ۵۷

### فصل چهارم: نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی سیستم های سازه ای

۱-۴ . تحلیل غیر خطی

استاتیکی..... ۶۱

۲-۴ . سختی تیر و ستون..... ۶۱

۳-۴ . رسم منحنی ظرفیت..... ۶۲

۴-۴ . محاسبه شکل پذیری..... ۶۵

۴-۵. تاثیر دیوارهای ارکولیت به عنوان میان  
قاب.....۶۷

### فصل پنجم: نتایج نهایی

۱-۵. خلاصه.....	۷۲
۲-۵. نتایج تحلیل ها.....	۷۳
۳-۵. پیشنهادات.....	۷۵
پیوست ها و ضمائم.....	۷۶
فهرست منابع.....	۸۱
چکیده انگلیسی.....	۸۳

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۱۸.....	جدول (۱-۱).....
۲۰.....	جدول (۲-۱).....
۲۷.....	جدول (۱-۲).....
۴۲.....	جدول (۱-۳).....
۵۴.....	جدول (۱-۴).....
۵۷.....	جدول (۲-۴).....
۶۱.....	جدول (۳-۴).....
۶۱.....	جدول (۴-۴).....

جدول (۴-۵)..... ۶۲

جدول (۴-۶)..... ۶۲

### فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۴.....	نمودار (۱-۱).....
۵۲.....	نمودار (۱-۳).....
۵۶.....	نمودار (۲-۳).....
۵۸.....	نمودار (۳-۳).....
۵۸.....	نمودار (۴-۳).....
۶۲.....	نمودار (۱-۴).....
۶۳.....	نمودار (۲-۴).....
۶۳.....	نمودار (۳-۴).....

۶۴.....	نمودار (۴-۴).....
۷۳.....	نمودار (۱-۵).....
۷۴.....	نمودار (۲-۵).....
۷۵.....	نمودار (۳-۵).....

### فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۷.....	شکل (۱-۱).....
۸.....	شکل (۲-۱).....
۹.....	شکل (۳-۱).....
۱۰.....	شکل (۴-۱).....
۱۱.....	شکل (۵-۱).....
۱۲.....	شکل (۶-۱).....
۱۴.....	شکل (۷-۱).....

١٧.....	شکل (٨-١).....
١٧.....	شکل (٩-١).....
١٨.....	شکل (١٠-١).....
٢١.....	شکل (١-٢).....
٢٣.....	شکل (٢-٢).....
٢٤.....	شکل (٣-٢).....
٢٤.....	شکل (٤-٢).....
٢٥.....	شکل (٥-٢).....
٢٥.....	شکل (٦-٢).....
٢٦.....	شکل (٧-٢).....
٢٦.....	شکل (٨-٢).....
٢٨.....	شکل (٩-٢).....
٢٩.....	شکل (١٠-٢).....
٢٩.....	شکل (١١-٢).....
٣٠.....	شکل (١٢-٢).....
٣١.....	شکل (١٣-٢).....

۳۲.....	شکل (۲-۱۴).....
۳۲.....	شکل (۲-۱۵).....
۳۳.....	شکل (۲-۱۶).....
۳۳.....	شکل (۲-۱۷).....
۳۴.....	شکل (۲-۱۸).....
۳۴.....	شکل (۲-۱۹).....
۳۵.....	شکل (۲-۲۰).....
۳۵.....	شکل (۲-۲۱).....
۳۶.....	شکل (۲-۲۲).....
۳۶.....	شکل (۲-۲۳).....
۳۷.....	شکل (۲-۲۴).....
۳۸.....	کل (۲-۲۵).....
۴۴.....	شکل (۳-۱).....
۴۵.....	شکل (۳-۲).....
۴۶.....	شکل (۳-۳).....
۴۷.....	شکل (۳-۴).....

شکل (۳-۵)..... ۵۰

شکل (۳-۶)..... ۵۱

شکل (۴-۱)..... ۶۸

شکل (۴-۲)..... ۶۹

## فصل اول:

# انواع بتن سبک و کاربرد آن ها



## ۱-۱. بتن سبک:

با توجه به رشد و توسعه مسکن ارزان قیمت و لزوم انبوه سازی مسکن و در جهت حرکت به سمت صنعتی سازی ساختمان، استفاده از سیستم های نوین در ساختمان سازی امری ضروری است. لذا برای این کار باید سیستم های جدید ساختمان سازی در دنیا را شناسایی کرد و آن ها را بر اساس آیین نامه های ساختمانی و زلزله معتبر بررسی و مطابقت داد و آن گاه به عنوان سیستم ساختمانی همراه با روش طراحی در داخل کشور معرفی کرد.

در راستای پیشرفت های صورت گرفته در جهان، مهندسان بخش مسکن، تحقیقات جدی و مستمری انجام داده و می دهند تا بتوانند مسکنی با عمر مفید زیاد و استحکام بالا در مقابل بلایای

طبیعی (زلزله، آتش سوزی و غیره) بسازند، هم چنین با توجه به پایان رسیدن عصر انرژی ارزان، حداقل انرژی در ساختمان مصرف گردد و دارای هزینه کمتری نسبت به سایر مصالح رایج باشد، که این ایده ها با شناسایی بتن سبک تحقق یافت. هم چنین به علت وزن زیاد ساختمان های بتنی و نیز جذب نیروی زیاد زلزله، متخصصان به فکر تولید بتن های سبک با مقاومت بالا افتادند. استفاده از پانلهای پیش ساخته از بتن سبک وزن سازه را کاهش می دهد، در نتیجه نیروهای جانبی، کمتری بر سازه وارد می شود. به علاوه با قطعات پیش ساخته از بتن سبک، که مقرون به صرفه است می توان به سوی صنعتی سازی ساختمان گام برداشت.

## ۱-۲. معرفی بتن سبک:

در دنیای پیشرفته امروزی و با توجه به پیشرفت های صورت گرفته در زمینه های مختلف علمی، صنعت بتن نیز دچار تحول گردیده، تولید بتن سبک نیز حاصل همین پیشرفت ها می باشد؛ بتنی که علاوه بر کاهش بار مرده ساختمان، از نیروی وارد به سازه در اثر شتاب زلزله می کاهد و در صورت تخریب، وزن آوار حاصل نیز کاهش می یابد و امروزه آن را به عنوان بتن قرن می نامند. بتن سبک با توجه به ویژگی های خاصی که دارد دارای کاربردهای مختلف می باشد، که بر حسب وزن مخصوص و مقاومت فشاری آن تفکیک می گردد.

یکی از مشخصه های بتن سبک ضریب تخلخل آن است که با ضریب تخلخل زیاد، وزن مخصوص ظاهری آن کم می شود. در ساختار بتن، وزن مخصوص، قسمت مهمی از بار گذاری سازه را مشخص می کند. به همین خاطر دانسیته ی بتن سبک پایینی است و معمولاً دامنه ی کاربردی آن بین  $300 \text{ Kgr/m}^3$  تا  $1850 \text{ Kgr/m}^3$  می باشد، از دانسیته 1440 به بالا طبق آیین نامه <sup>1</sup>ACI به عنوان بتن سبک سازه ای <sup>2</sup> استفاده می شود.

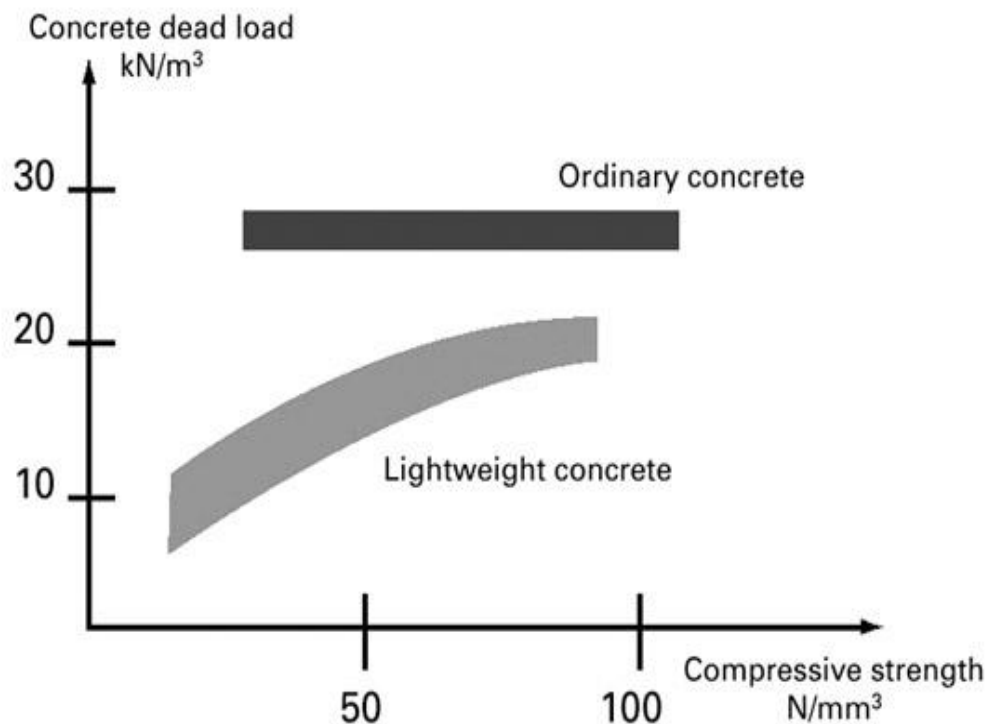
آی-ن نامه های موجود در زمینه تولید بتن سبک، تعاریف مختلفی در رابطه با بتن سبک سازه ای ارائه داده اند و بهترین تعریفی که اکثر آن ها را پوشش بدهد به قرار ذیل می باشد:

به بتن سبکی، سازه ای گفته می شود که دارای وزن مخصوصی بین  $1440 \text{ Kg/m}^3$  تا  $1840 \text{ Kg/m}^3$  و مقاومت فشاری بالای  $17 \text{ Mpa}$  و یا  $2500 \text{ Psi}$  باشد و از آن جایی که هر چقدر بتن، سبک تر گردد شکل پذیری آن نیز کاهش می یابد، برای بتن سبک سازه ای مقدار حداقل وزن مخصوص در نظر گرفته می شود.

مقاومت نمونه های بتنی سبک سازه ای با وزن مخصوص، رابطه ای تقریباً لگاریتمی دارد، و با توجه به نوع بتن سبک، طیف های مقاومتی متفاوتی وجود دارد.

بتن های سبک متعارف عموماً کمتر از  $1000$  کیلوگرم در هر متر مکعب وزن دارند یعنی سبک تر از آب هستند و بر روی آب شناور باقی می مانند. در حالی که وزن مخصوص بتن معمولی بین  $2400 \text{ Kgr/m}^3$  تا  $2240 \text{ Kgr/m}^3$  می باشد.

مقاومت فشاری  $28$  روزه ی بتن برای کاربردهای سازه ای طبق آی-ن نامه **ACI** باید حداقل  $17 \text{ Mpa}$  و طبق آی-ن نامه ی آبا  $20 \text{ Mpa}$  باشد.



نمودار (۱-۱). مقایسه تراکم حجمی و مقاومت فشاری بتن سبک و بتن معمولی<sup>۳</sup>

### ۱-۳. مزایای بتن سبک:

۱. سبک بودن وزن آن، باعث اقتصادی تر شدن ساختمان، به جهت کم شدن مصرف مصالح سازه ای همانند تی‌رآهن و بتن سنگین در اسکلت ساختمان می شود.
۲. پایداری بودن ضریب انتقال حرارت آن باعث کم شدن حجم تاسیسات و کم شدن مصرف سوخت در ساختمان می شود.

3- [http://lightweightconcrete.persianblog.com/1385\\_7\\_LightWeightConcrete\\_archive.html](http://lightweightconcrete.persianblog.com/1385_7_LightWeightConcrete_archive.html)