

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



موسسه آموزش عالی غیر دولتی غیر انتفاعی انرژی ساوه

پایان نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته معماری گرایش انرژی

عنوان پایان نامه

بررسی عملکرد ساختمان پنج طبقه مسکونی پوشیده از آجر نما در مقایسه با سنگ

نما در اقلیم تهران

استاد راهنما

جناب دکتر یوسف یاسی

نگارنده

بهرام محمد دوست

بهمن ۱۳۹۸

استاد گرامی جناب دکتر یوسف یاسی

با سلام

دلسوزی، تلاش و کوشش حضرتعالی در تعلیم و تربیت و انتقال معلومات و تجربیات ارزشمند در کنار برقراری رابطه صمیمی و دوستانه با دانشجویان و ایجاد فضائی دلنشین برای کسب علم و دانش و درک شرایط دانشجویان حقیقتاً قابل ستایش است. اینجانب بر خود وظیفه میدانم در کسوت شاگردی از زحمات و خدمات ارزشمند شما استاد گرانقدر تقدیر و تشکر نمایم. از خداوند متعال برایتان سلامتی، موفقیت و همواره یاد دادن را مسئلت دارم.

دانش آموز دیروز، امروز، فردا

ارادتمند شما بهرام محمد دوست

چکیده:

هر چند که نمای خارجی ساختمان پارامتری است که معمولاً توسط معماران و با در نظر گرفتن جنبه زیبایی و نمود ظاهری ساختمان انتخاب می‌شود، ولی تحقیقات حاکی از آنست که نمای یکی از عوامل تأثیر گذار بر شرایط حرارتی فضای داخل ساختمان است. این امر به ویژه در مورد نمای دیوارهای در معرض شرایط محیطی، اهمیت بیشتری می‌یابد. ضریب جذب حرارت تابشی نمای ساختمان بیش از سایر خواص آن بر شرایط حرارتی ساختمان تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش شبیه‌سازی و تحلیل انرژی سالیانه یک ساختمان نوساز پنج طبقه در شهر تهران با دو نمای رایج آجر نما و سنگ نما انجام می‌شود. برای این منظور مدل سه‌بعدی ساختمان در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر ساخته و شبیه‌سازی حرارتی آن برای یک دوره زمانی یکساله انجام می‌گردد. میزان بار بیشینه حرارتی و برودتی و کلیه اتلافات حرارتی به همراه تقاضای سالیانه انرژی لازم برای گرمایش، سرمایش و آبگرم مصرفی محاسبه می‌گردد.

واژگان کلیدی: نما، محاسبه انرژی، کاهش مصرف انرژی، نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه:	۲
۱-۲- بیان مسئله:	۳
۱-۳- اهمیت و ضرورت طرح و موضوع:	۳
۱-۴- اهداف پژوهش:	۴
۱-۵- سوالات تحقیق:	۴
۱-۶- فرضیه‌های پژوهش:	۵
۱-۷- سودمندی پژوهش:	۵
۱-۸- محدوده و قلمرو پژوهش:	۵
۱-۸-۱- قلمرو موضوعی:	۶
۱-۸-۲- قلمرو مکانی:	۶
۱-۸-۳- قلمرو زمانی:	۶
۱-۹- تعریف واژه‌های کلیدی:	۶
۱-۹-۱- نما:	۶
۱-۹-۲- فساد:	۷

- ۱-۹-۳- جداره: ۷
- ۱-۹-۴- نرم افزار دیزاین بیلدر: ۷
- ۱-۱۰- خلاصه و نحوه ی فصل بندی پایان نامه: ۸

فصل دوم: ادبیات موضوع

- ۲-۱- مقدمه: ۱۰
- ۲-۲- پیشینه پژوهش: ۱۰
- ۲-۳- مطالعات تطبیقی: ۱۲
- ۲-۳-۱- مسکن: ۱۲
- ۲-۳-۲- تعریف مسکن: ۱۲
- ۲-۳-۳- مسکن مستقل ویلایی: ۱۳
- ۲-۳-۴- خانه های نیمه مستقل: ۱۳
- ۲-۳-۵- خانه های آپارتمانی: ۱۴
- ۲-۳-۶- مجتمع های مسکونی: ۱۴
- ۲-۳-۷- برج: ۱۴
- ۲-۳-۸- تحولات معماری نما در ایران: ۱۵
- ۲-۳-۹- نما در آپارتمان های امروزی: ۱۷
- ۲-۳-۱۰- نقش نما به عنوان رابط در ایران: ۱۷

۱۸	۱۱-۳-۲- نقش نما به عنوان معرف در ایران:.....
۱۸	۱۲-۳-۲- آشنایی با آجر ساختمانی:.....
۱۹	۱۳-۳-۲- تاریخچه پیدایش آجر در آثار ایران:.....
۲۰	۱۴-۳-۲- هنر آجرکاری دوره سلجوقی:.....
۲۱	۱۵-۳-۲- قدمت آجر از دیر باز در تهران:.....
۲۲	۱۶-۳-۲- آشنایی با آجر و مواد اولیه آن:.....
۲۲	۱۷-۳-۲- ویژگی‌های آجر:.....
۲۲	۱۸-۳-۲- انواع آجر از لحاظ جنس:.....
۲۲	۱-۱۸-۳-۲- آجر فشاری:.....
۲۳	۲-۱۸-۳-۲- آجر ماشینی:.....
۲۴	۳-۱۸-۳-۲- آجر لعابی:.....
۲۵	۴-۱۸-۳-۲- آجر نسوز:.....
۲۵	۵-۱۸-۳-۲- آجر ماسه آهکی:.....
۲۶	۶-۱۸-۳-۲- آجر جوش:.....
۲۷	۷-۱۸-۳-۲- آجر رسی:.....
۲۷	۱۹-۳-۲- آشنایی با سنگ ساختمانی:.....
۲۸	۲۰-۳-۲- کاربرد سنگ در صنعت ساختمان:.....

۲۸	.....کف ساختمان و پلکان: ۱-۲۰-۳-۲
۲۸	.....نماکاری ساختمان: ۲-۲۰-۳-۲
۲۹	.....دیوار و شالوده: ۳-۲۰-۳-۲
۲۹	.....پوشش دیوارهای داخل ساختمان: ۴-۲۰-۳-۲
۲۹	.....پوشش پشت بام: ۵-۲۰-۳-۲
۳۰	.....دکوراتیو نمودن ساختمان: ۶-۲۰-۳-۲
۳۰	.....استاندارد و ویژگی‌های سنگ نما: ۲۱-۳-۲
۳۰	.....زیبایی: ۱-۲۱-۳-۲
۳۱	.....مقاوم در برابر شرایط آب و هوایی: ۲-۲۱-۳-۲
۳۱	.....چسبندگی بالا: ۳-۲۱-۳-۲
۳۱	.....تراکم پایین و وزن کمتر: ۴-۲۱-۳-۲
۳۲	.....نظافت و نگهداری آسان: ۵-۲۱-۳-۲
۳۲	.....تخلخل سنگ: ۶-۲۱-۳-۲
۳۳	.....انواع سنگ‌های ساختمانی رایج در بازار: ۲۲-۳-۲
۳۳	.....سنگ گرانیات: ۱-۲۲-۳-۲
۳۴	.....سنگ کوارتزیت: ۲-۲۲-۳-۲
۳۴	.....سنگ مرمر: ۳-۲۲-۳-۲

- ۳۵ سنگ مرمریت: ۴-۲۲-۳-۲
- ۳۶ سنگ تراورتن: ۵-۲۲-۳-۲
- ۳۷ ماسه سنگ: ۶-۲۲-۳-۲
- ۳۸ سنگ آنتیک: ۷-۲۲-۳-۲
- ۳۹ سنگ گابرو: ۸-۲۲-۳-۲
- ۳۹ سنگ دیوریت: ۹-۲۲-۳-۲
- ۴۰ سنگ گیوتین: ۱۰-۲۲-۳-۲
- ۴۱ سنگ بادبر یا سنگ مالون: ۱۱-۲۲-۳-۲
- ۴۱ نتیجه گیری: ۴-۲

فصل سوم: روش شناسی پژوهش

- ۴۳ مقدمه: ۱-۳
- ۴۳ اهداف و چگونگی تدوین فرضیه ها: ۲-۳
- ۴۴ روش پژوهش: ۳-۳
- ۴۵ تکنیک های جمع آوری اطلاعات: ۴-۳
- ۴۵ معرفی تکنیک های استفاده شده: ۵-۳
- ۴۶ داده های مورد نیاز، متغیرهای پژوهش و روش های محاسبه ی آنها: ۶-۳

۴۶	..... ۳-۷- طرح آزمون:
۴۷	..... ۳-۸- محدوده پژوهش:
۴۸	..... ۳-۹- معرفی شهر:
۴۸	..... ۳-۹-۱- تهران:
۴۸	..... ۳-۹-۲- عوامل جغرافیایی تاثیرگذار بر اقلیم تهران:
۴۹	..... ۳-۹-۳- بخش‌های استان تهران:
۴۹	..... ۳-۹-۴- اقلیم نیمه‌خشک و خشک:
۴۹	..... ۳-۹-۵- آب‌وهوای تهران:
۵۰	..... ۳-۹-۶- فصل‌های تهران:
۵۰	..... ۳-۹-۷- بارندگی در تهران:
۵۱	..... ۳-۹-۸- منبع آب شرب تهران:
۵۱	..... ۳-۹-۹- جدول آب‌وهوای تهران:
۵۲	..... ۳-۱۰- معرفی ساختمان:

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها

۵۶	..... ۴-۱- یافته‌ها، بحث و اطلاعات طراحی:
۶۲	..... ۴-۲- بحث یا یافته‌های حاصل از چارچوب نظری:
۶۲	..... ۴-۲-۱- بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده:

۶۲	.....ویژگی‌ها: ۱-۱-۲-۴
۶۲	.....مزایای اجرایی: ۲-۱-۲-۴
۶۳	.....مقایسه با مصالح سنتی: ۳-۱-۲-۴
۶۳	.....مزایای کلی: ۴-۱-۲-۴
۶۳	.....مصالح به کار رفته در بام: ۲-۲-۴
۶۵	.....مصالح به کار رفته در کف طبقات (داخلی): ۳-۲-۴
۶۶	.....مصالح به کار رفته در کف طبقات (خارجی): ۴-۲-۴
۶۸	.....مصالح به کار رفته در دیوار (داخلی): ۵-۲-۴
۶۹	.....مصالح به کار رفته در دیوار (خارجی) با آجرنما: ۶-۲-۴
۷۱	.....مصالح به کار رفته در دیوار (خارجی) با سنگ‌نما: ۷-۲-۴
۷۲	.....شبیه سازی تحلیلی رایانه ای: ۳-۴
۷۲	.....نتایج شبیه سازی: ۱-۳-۴
۷۵	.....نمودار (شکل ۴-۲۹): ۲-۳-۴
۷۶	.....شبیه سازی پارامتریک: ۳-۳-۴

فصل پنجم: نتیجه گیری و مشاهدات

۷۸	.....تفسیر یافته‌ها و تبدیل آن‌ها به تئوری: ۱-۵
۷۹	.....گزارش در خصوص اهداف: ۲-۵

۵-۳- پاسخ به سوالات:..... ۷۹

۵-۴- فرضیه آزمایی:..... ۸۰

۵-۵- پیشنهادات برای تحقیق آتی:..... ۸۰

۵-۶- بیان نوآوری‌های پژوهش:..... ۸۱

۵-۷- مدارک ساختمان:..... ۸۱

فهرست جدول‌ها

جدول (۱-۳) آب‌وهوای تهران.....	۵۲
جدول (۲-۴) مصالح به کار رفته در بام.....	۶۴
جدول (۳-۴) مصالح به کار رفته در کف طبقات داخلی.....	۶۶
جدول (۴-۴) مصالح به کار رفته در کف طبقات خارجی.....	۶۷
جدول (۵-۴) مصالح به کار رفته در دیوار داخلی.....	۶۹
جدول (۶-۴) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با آجرنما.....	۷۰
جدول (۷-۴) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با سنگ‌نما.....	۷۲
جدول (۸-۴) انرژی مصرفی سرمایش، گرمایش و کل آجرنما.....	۷۳
جدول (۹-۴) انرژی مصرفی سرمایش، گرمایش و کل سنگ‌نما.....	۷۴

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۲) برج‌های خرقان، قرن پنجم هجری ۲۱
- شکل (۲-۲) آجر فشاری ۲۳
- شکل (۳-۲) آجر ماشینی ۲۴
- شکل (۴-۲) آجر لعابی ۲۴
- شکل (۵-۲) آجر نسوز ۲۵
- شکل (۶-۲) آجر ماسه آهکی ۲۶
- شکل (۷-۲) آجر جوش ۲۶
- شکل (۸-۲) آجر رسی ۲۷
- شکل (۹-۲) سنگ گرانیت ۳۳
- شکل (۱۰-۲) سنگ کوارتزیت ۳۴
- شکل (۱۱-۲) سنگ مرمر ۳۵
- شکل (۱۲-۲) مرمریت ۳۶
- شکل (۱۳-۲) سنگ تراورتن ۳۷
- شکل (۱۴-۲) ماسه سنگ ۳۸
- شکل (۱۵-۲) سنگ آنتیک ۳۸
- شکل (۱۶-۲) سنگ گابرو ۳۹
- شکل (۱۷-۲) سنگ دیوریت ۴۰
- شکل (۱۸-۲) سنگ گیوتین ۴۰

شکل (۲-۱۹)	سنگ بادبر یا سنگ مالون.....	۴۱
شکل (۳-۲۰)	پرسپکنیو دید پرنده.....	۵۳
شکل (۳-۲۱)	نمای جنوبی.....	۵۳
شکل (۳-۲۲)	نمای شمالی.....	۵۴
شکل (۴-۲۳)	مصالح به کار رفته در بام.....	۶۴
شکل (۴-۲۴)	مصالح به کار رفته در کف طبقات داخلی.....	۶۵
شکل (۴-۲۵)	مصالح به کار رفته در کف طبقات خارجی.....	۶۷
شکل (۴-۲۶)	مصالح به کار رفته در دیوار داخلی.....	۶۸
شکل (۴-۲۷)	مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با آجرنما.....	۷۰
شکل (۴-۲۸)	مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با سنگنما.....	۷۱
شکل (۴-۲۹)	مقایسه مصرفی انرژی ماهانه.....	۷۵
شکل (۴-۳۰)	نتیجه شبیه سازی پارامتریک.....	۷۶
شکل (۵-۳۱)	فرم شبیه سازی ساختمان بر حسب حوزه‌های انرژی.....	۸۱
شکل (۵-۳۲)	پلان زیرزمین.....	۸۲
شکل (۵-۳۳)	پلان طبقه همکف.....	۸۲
شکل (۵-۳۴)	پلان طبقه اول.....	۸۳
شکل (۵-۳۵)	پلان طبقه دوم و سوم.....	۸۳
شکل (۵-۳۶)	پلان طبقات چهارم و پنجم.....	۸۴
شکل (۵-۳۷)	پلان طبقات بام.....	۸۴
شکل (۵-۳۸)	نمای شمالی.....	۸۵

شکل (۳۹-۵) نمای جنوبی..... ۸۵

شکل (۴۰-۵) نمای غربی..... ۸۵

شکل (۴۱-۵) نمای شرقی..... ۸۵

فهرست نقشه‌ها

۵۷	..... طبقات زیرزمین و همکف
۵۸	..... طبقات اول تا سوم
۵۹	..... طبقات چهارم و پنجم و نقشه موقعیت
۶۰	..... نمای شمالی و برش (A-A)
۶۱	..... جزئیات

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه:

موضوع انرژی و دستیابی هرچه بیشتر کشورهای پیشرفته صنعتی دنیا به منابع انرژی ارزان قیمت، چالش های فراوانی را ایجاد کرده و این امر از مباحث مهم و متداول در جهان امروز است. در همین راستا، به دلایل شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در ایران نیز راه های ارزا قیمت مصرف انرژی در ساختمان ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از روش های کم و یا حتی بی هزینه کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها، روش شهرسازی و معماری است؛ که روش های پایداری بوده و چه از نظر اقتصادی و چه از نظر زیست محیطی مناسب تر از دیگر روش ها هستند. بهره وری انرژی با شهرسازی و معماری انرژی کارا به سادگی قابل دسترس بوده و قابلیت عملی شدنش بسیار بالاست [۱ و ۲].

یکی از مسائل جهان امروز، مسئله صرفه جویی در مصرف انرژی هایی است که قابل تجدید نیستند و استفاده از نیروهای طبیعی نه تنها محیط زندگی را به فضایی آسوده تبدیل خواهد کرد بلکه در کاهش مصرف انرژی نیز تأثیر فراوانی خواهد داشت. استفاده از نیروهای طبیعی در ساختمان، به صرفه جویی در مصرف سوخت و مهم تر از آن افزایش کیفیت آسایش و بهداشت محیط مسکونی و سالم سازی محیط زیست منتهی

می‌شود. طراحی مسکن بر اساس شرایط آب‌وهوایی یک منطقه اولین خط دفاعی در مقابل عوامل خارجی ساختمان است [۳ و ۴].

۱-۲- بیان مسئله:

حدود ۴۰٪ کل انرژی در دنیا سالانه در ساختمان‌های مسکونی و تجاری مصرف می‌شود که این به معنای سهم یک‌سومی ساختمان‌ها در صدور گازهای گلخانه‌ای در سرتاسر جهان است. بخش چشمگیری از این انرژی صرف خنک کردن، گرم کردن و در نتیجه، تهویه هوای ساختمان‌ها برای رسیدن به دمای آسایش می‌شود. بالا بودن میزان مصرف انرژی در این بخش‌ها، مسلماً با عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار مختلفی در ارتباط است که در این میان، نباید نقش جداره‌ها و پوسته‌های خارجی بنا نادیده گرفته شود [۵، ۶ و ۷].

بررسی این امر که مصالح جدید و سیستم‌های ساخت دیوار رایج تا چه حد می‌توانند آسایش حرارتی ساکنان را تأمین کنند، پرسشی است که این پژوهش در پی پاسخ آن است. هرچند که نمای خارجی ساختمان پارامتری است که معمولاً توسط معماران و با در نظر گرفتن جنبه زیبایی و نمود ظاهری ساختمان انتخاب می‌شود، ولی تحقیقات حاکی از آن است که نما یکی از عوامل تأثیرگذار بر شرایط حرارتی فضای داخل ساختمان است [۸].

۱-۳- اهمیت و ضرورت طرح و موضوع:

مهمترین نکته در معماری جدید استفاده بیش از حد از انرژی‌های تجدیدناپذیر است که علت اصلی آن استفاده از مصالح نامناسب، حمل و نقل آنها و طراحی اشتباه بنا با استفاده از وسایل گرم کننده و خنک کننده

با توجه به شرایط اقلیمی است [۹]. یکی از عواملی که می‌تواند تأثیر بسزایی بر میزان دریافت انرژی خورشیدی توسط ساختمان داشته باشد، جنس مصالح به‌کاررفته در نمای خارجی ساختمان است [۱۰].

راه‌های مصرف انرژی برای برقرار کردن شرایط آسایش در ساختمان‌ها زیاد است. بنابراین، قبل از هر کاری باید میزان این انرژی مصرفی سنجیده شود. یکی از راه‌های به دست آوردن مقدار آن استفاده از برنامه‌های شبیه‌سازی مصرف انرژی است. از برنامه‌های شبیه‌ساز مصرف انرژی قبل از ساختن ساختمان و یا ایجاد تغییرات در آن بعد از ساخت می‌توان استفاده کرد و هزینه مصرف انرژی را برآورد کرد تا بهترین حالت از لحاظ ذخیره و مصرف انرژی به دست آید [۱۱].

۱-۴- اهداف پژوهش:

- هدف کلان: بررسی عملکرد ساختمان پنج طبقه مسکونی پوشیده از آجرنما در مقایسه با سنگ‌نما در اقلیم تهران.
- اهداف جزئی: ۱. توجه به تطابق مصالح ساختمان با اقلیم خاص منطقه موجود در آن. ۲. طراحی اقلیمی برای کاهش همه‌جانبه هزینه انرژی یک ساختمان. ۳. بهره‌گیری از شرایط مطلوب رطوبت، دما و نور خارج در فصول مختلف برای داخل بنا.

۱-۵- سوالات تحقیق:

- در راستای کاهش مصرف انرژی، آیا استفاده از سنگ نما باعث افزایش در مصرف انرژی می‌شود؟
- چگونه می‌توان با استفاده از مصالح مناسب در راستای صرفه‌جویی انرژی پیشرفت؟

۱-۶- فرضیه‌های پژوهش:

این پژوهش سوال محور است.

۱-۷- سودمندی پژوهش:

بدنه نما از موثرترین عناصر تأثیرگذار بر کیفیت فضاهای شهری محسوب می‌گردد که طراحی آن به گونه همساز با اقلیم به بالا رفتن کیفیت منظر عینی شهر منجر می‌گردد [۱۲]. به عقیده جان راسکین، منظر شهری چیزی بیش از یک مسئله برنامه‌ریزی و طراحی شده است و در درجه نخست مسئله ارزش‌ها، اهداف انسانی و به رسمیت شناخته شدن مسئولیت‌های اجتماعی توسط احاد جامعه است [۱۳]. با توجه به تأثیر نما در منظر شهری این نکته نباید نادیده گرفته شود که اولین عنصر دفاعی ساختمان در مقابله با مصرف انرژی نمای ساختمان است، بنابراین می‌بایست در انتخاب نمای مناسب برای اقلیم مورد نظر دقت بیشتری کرد. در گذشته از مصالح بوم‌آورد برای نمای ساختمان‌ها استفاده می‌شده است، که این مصالح در تهران در اکثر مواقع از آجر استفاده می‌کردند. اما امروزه از سنگ‌نما در بدنه‌ی نمای ساختمان‌ها استفاده می‌شود، که از نظر منظر شهری باعث اغتشاش بصری شده است. سنگ‌نما نه تنها با هویت شهری سازگار نمی‌باشد، بلکه به‌عنوان مصالح بومی منطقه نیز به حساب نمی‌آید.

۱-۸- محدوده و قلمرو پژوهش:

۱-۸-۱- قلمرو موضوعی:

این پژوهش به تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلر در راستای نمای مناسب اقلیم مورد نظر خواهد پرداخت.

۱-۸-۲- قلمرو مکانی:

ساختمان مورد نظر، ساختمانی ۵ طبقه مسکونی با ۳۷۲۵ مترمربع مساحت در شمال شرق تهران واقع در شهرک شهید بهشتی می‌باشد.

۱-۸-۳- قلمرو زمانی:

این پژوهش در پاییز ۱۳۹۸ به مدت سی روز تحقیقاتی و چهل‌پنج روز شبیه‌سازی و تحلیلی صورت گرفته است.

۱-۹- تعریف واژه‌های کلیدی:

۱-۹-۱- نما:

صورت ظاهری هر چیزی و آنچه در معرض دید و جلوی چشم قرار می‌گیرد و منظر خارجی بنا و فن‌روسازی ساختمان و ساخت نمای عمارت را نما گویند (لغت‌نامه‌ی دهخدا).

۱-۹-۲- فاساد:^۱

در اروپا جبهه‌ی اصلی ساختمان را فاساد گویند و به معنای چهره می‌باشد که مرتبط با حقوق شهروندی است.

۱-۹-۳- جداره:

سطوح عمودی که معرف معابر شهری هستند جداره نامیده می‌شوند که بخش اصلی بدنه‌ی شهری را در فضای شهری تعریف می‌کنند این عنصر مشخص کننده‌ی فضای وابسته است که به آن فضا مفهوم محیطی می‌دهد [۱۴]. از چیدمان نمادهای قابل اشراف به فضای شهری (فاسادها) جداره‌های شهر به وجود می‌آیند. واژه‌ی نمای شهری به معنای جداره‌ی شهری است که به اشتباه در معماری و شهرسازی ایران رایج گردیده است [۱۵].

۱-۹-۴- نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر:

بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها بدون استفاده از محاسبات عددی و یا شبیه سازی رایانه‌ای امکان پذیر نیست. به این دلیل شبیه‌سازی انرژی ساختمان‌ها در چند سال اخیر به شدت توسعه یافته و در غالب رشته‌های دانشگاهی مرتبط با ساختمان از جمله معماری، شهرسازی، مکانیک، عمران و برق آموزش داده شده و در دفاتر معماری بزرگ استفاده می‌گردد. یکی از قوی‌ترین، دقیق‌ترین و به روزترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مرتبط با انرژی ساختمان‌ها و در عین حال گرافیکی و با قابلیت یادگیری سریع، نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر است که

^۱ Façade

همه نیازهای شبیه‌سازی مرتبط با انرژی را تامین می‌کند. این نرم افزار به دلیل قابلیت‌های بسیار بالا، دقت در محاسبات و سهولت در یادگیری به یکی از محبوب‌ترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی دنیا تبدیل گردیده و در بهترین دانشگاه‌های دنیا همچون دانشگاه هاروارد^۲، ام‌آی‌تی^۳، آکسفورد^۴ و غیره آموزش داده می‌شود [۱۶]. دیزاین‌بیلدر بار سرمایشی و گرمایشی را بر اساس استاندارد اشری^۵، با استفاده از موتور انرژی‌پلاس^۶ که توسط بخش انرژی در آمریکا در سال ۲۰۱۱ توسعه یافته و به عنوان یکی از معتبرترین نرم‌افزارهای مدلسازی انرژی شناخته شده است، محاسبه می‌کند. این نرم‌افزار برای مدلسازی ساختمان از جنبه‌های مختلف مثل فیزیک ساختمان (مصالخ ساختمانی)، معماری ساختمان، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و غیره کاربرد داشته و قابلیت مدل‌سازی همه جنبه‌های ساختمان را دارد. این نرم‌افزار قابلیت این را دارد که با دادن برنامه زمانی مشخص برای روشن و خاموش شدن تأسیسات و روشنایی، میزان مصرف انرژی را بهتر محاسبه کند [۱۷].

۱-۱۰- خلاصه و نحوه ی فصل بندی پایان‌نامه:

فصل اول مقدمه‌ای بر کلیات پژوهش می‌باشد. مبحث دوم نگاهی به پیشینه‌ی موضوع مورد بحث می‌اندازد. فصل بعدی به چگونگی جمع‌آوری اطلاعات و مشخصات محدوده‌ی پژوهش اختصاص داده می‌شود. در چهارمین بخش از این پایان‌نامه به یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته و آن‌ها را در جداول و نمودارهای مربوطه به نمایش در می‌آورد. در فصل پایانی نتیجه گیری خلاصه‌ای از اقدامات انجام شده برای رسیدن به اهداف پژوهش مورد بحث قرار می‌گیرد.

^۲ Harvard University

^۳ MIT: Massachusetts Institute of Technology

^۴ University of Oxford

^۵ ASHRAE

^۶ EnergyPlus

فصل دوم

ادبیات موضوع

۲-۱- مقدمه:

در این فصل ابتدا پیشینه پژوهش مورد بحث قرار خواهد گرفت، سپس به مبانی نظریه پژوهش و تعاریف یکایک اجزا اعم از مسکن، نمای ساختمان، آجر ساختمانی و سنگ ساختمانی پرداخته خواهد شد.

۲-۲- پیشینه پژوهش:

در سال‌های اخیر، بررسی عملکرد حرارتی ساختمان، به ویژه پوسته بنا که حد واسط فضای بیرون و درون ساختمان است، مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. ظهور نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بنا، به روند رو به رشد این تحقیقات کمک قابل توجهی کرده است. در بررسی پیشینه پژوهش‌های مرتبط به صورت کلی‌تر در حوزه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و به صورت جزئی‌تر در حوزه بهینه‌سازی جداره خارجی در ساختمان‌ها مد نظر قرار گرفته است برای نمونه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

شعبی و ترکاشوند در سال ۱۳۹۳، راهکارهایی را برای کاهش مصرف انرژی در حوزه ساختمان پیشنهاد داده‌اند. این راهکارها به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: راهکارهای فنی و راهکارهای معماری. این

تحقیق سعی دارد موضوع پایداری را در طرح ساختمان سازی و اصول طراحی پایدار را بررسی کند [۱۸]. غفاری جباری و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بررسی نقاط ضعف ساخت و سازهای موجود در شهر تهران پرداخته و با شناخت نقاط ضعف در مرحله طراحی و ساخت ساختمان، راهکارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان ارائه داده اند. بدین منظور، ۲۵ نوع مختلف ساختمان طراحی و توسط نرم افزارهای شبیه سازی انرژی، مدل سازی شد و میزان مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی آنها محاسبه گردید [۶]. شقایق محمد در سال ۱۳۹۲، در مقاله ای با استفاده از نرم افزار انرژی به شبیه سازی نحوه رفتارهای مختلف دیوار که از ترکیب بلوک های سفالی، لیکا، هبلکس و عایق حرارتی ساخته شده و در ساختمان های مسکونی شهر تهران متداول اند، می پردازد. ضمن پرداخت و تحلیل نتایج، مواردی از قبیل نقش متفاوت جرم حرارتی به عایق حرارتی، تعریف ویژگی های حرارتی دینامیک به رفتار دورهای مصالح در مواجهه با شرایط ناپایدار محیط بیان می شود. نتایج تحقیق نشان از لزوم استفاده از محاسبات شرایط ناپایدار به جای روش مرسوم محاسبات پایدار می دهد. همچنین از میان گونه های دیوار معرفی شده، دیوار ساخته شده از دو ردیف بلوک لیکا ۱۰ سانتی متری با ۵ سانتی متر عایق در میان آنها مناسب ترین عملکرد را از نظر توانایی تأمین آسایش حرارتی دارد [۱۰].

بنا بر مطالعات انجام شده، پارامترهای مختلفی برای ائتلاف انرژی ساختمان وجود دارد که یکی از مهم ترین آنها پوسته خارجی بناست و راهکارهای فراوانی برای آن ارائه شده که مصالح ساختمانی همساز با اقلیم یکی از آنهاست. تجزیه و تحلیل مصالح رایج در یک اقلیم و جزئیات مناسب برای پوسته بنا از مسائلی است که بدان پرداخته شده است. همچنین استفاده از عایق های حرارتی در جدار خارجی بنا تا حد زیادی می تواند از هدررفت انرژی جلوگیری کند و انتخاب عایقی مناسب با توجه به شرایط اقلیمی ضرورت می یابد.

با توجه به تمامی مطالعه ها، در بررسی بدیع بودن این پژوهش نسبت به سایر پژوهش های انجام شده باید خاطر نشان کرد تاکنون مطالعه متمرکزی در حوزه بهینه سازی انرژی با انتخاب مناسب مصالح نما به ویژه به

کمک نرم افزارهای شبیه ساز برای ساختمانهای مسکونی در اقلیم تهران صورت نگرفته است. بررسی نمونه‌ها در نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین‌بیلدر علاوه بر سایر نرم‌افزارها مورد استفاده تاکنون و امکان تحلیل پارامتریک مؤلفه‌ها در آن از نکات دیگر در این پژوهش است. همچنین مصالح شبیه‌سازی شده با توجه به رایج بودن آنها در اقلیم مورد نظر آزموده شده‌اند که بنا به شرایط اقلیمی مختلف می‌توانند متفاوت انتخاب شوند.

۲-۳- مطالعات تطبیقی:

۲-۳-۱- مسکن:

در تعریف مرکز آمار ایران مسکن یا واحد مسکونی، مکان، فضا و یا محوطه‌ای است که یک یا چند خانوار در آن سکونت داشته و به یک یا چند ورودی (شارع عام یا شارع خاص) راه داشته باشد.

۲-۳-۲- تعریف مسکن:

مسکن اسم مکان است بر وزن مَفْعَل به معنای محل آرامش و سکونت که از ماده سَكَن به معنی آرامش می‌آید و در اصطلاح به مکانی می‌گویند که انسان در آن زندگی می‌کند. در لغت نامه دهخدا مسکن چنین معنی شده: جای باشش و خانه، منزل و بیت، جای سکونت و مقام، جای آرام و غیره. در دومین اجلاس اسکان بشر در سال ۱۹۹۶ که در استانبول برگزار شد مسکن مناسب چنین تعریف شده است: "سرپناه مناسب تنها به معنای وجود یک سقف بالای سر هر شخص نیست، سرپناه مناسب یعنی آسایش مناسب، فضای مناسب، دسترسی فیزیکی و امنیت مناسب، امنیت مالکیت، پایداری و دوام سازه‌ای. روشنایی، تهویه، سیستم گرمایی مناسب، زیرساختهای اولیه از قبیل آبرسانی مناسب، بهداشت و آموزش، دفع زباله، کیفیت مناسب زیست

محیطی عوامل بهداشتی مناسب، مکان مناسب و قابل دسترس از نظر کار و تسهیلات اولیه که همه این موارد باید با توجه به استطاعت مردم تأمین شود".

مسکن شهری از نظر نوع، تراکم مسکونی و نیز تعداد طبقات و خانوار ساکن به چند دسته طبقه‌بندی میشود، اما از نظر جمعیتی به سه دسته تک خانواری، چند خانواری و مجتمع مسکونی قابل تقسیم است.

۲-۳-۳- مسکن مستقل ویلایی:^۷

به آن نوع از خانه‌ها اطلاق میشود که مستقل و جدا از هم و دارای حیاط و فضای باز خصوصی می باشند. این خانه‌ها، که محل سکونت یک یا دو خانوار می باشند، بعضاً در محله های قدیمی دیده می شوند و دارای تعداد زیادی اتاق هستند. به خانه‌های مستقل نسبتاً بزرگ در بخشهای جدید شهری اصطلاحاً مسکن ویلایی گفته میشود و محله‌هایی که این نوع خانه‌ها در آنها احداث شده است، جزء منطقه تراکم بسیار کم به شمار میروند.

۲-۳-۴- خانه های نیمه مستقل:^۸

که به طور ردیفی در امتداد معابر شهری ساخته شده‌اند، بخشهای میانی شهرهای ایران را تشکیل می دهند. اقتصاد زمین و ساختمان و تأمین مسکن برای خانوارهای جوان، سبب احداث یک یا چند اشکوب جدید روی طبقه اصلی میشود.

⁷ Detached

⁸ Semi-Detached

۲-۳-۵- خانه های آپارتمانی:^۹

بخش عمده‌ای از مسکن شهری را در شهرهای بزرگ و متوسط تشکیل می‌دهند. خانه‌های آپارتمانی با توجه به اینکه در نواحی کم درآمد و یا پر درآمد احداث شوند، از نظر اندازه و نوع و میزان تنوع متفاوت خواهند بود. بخشهای مسکونی آپارتمانی، خاص نواحی پرتراکم شهری است. این نواحی خصوصیات اجتماعی و فرهنگی ویژه‌ای دارند که میتوان از آن با عنوان (شیوه زندگی شهری) یاد کرد.

۲-۳-۶- مجتمع‌های مسکونی:^{۱۰}

با تجمع تعدادی آپارتمان در یک بلوک شهری، که به شکل یکپارچه طراحی و ترکیب شده باشند، پدید می‌آید. بسیاری از مجتمع‌های مسکونی دارای فضای عمومی مشترکی هستند که مورد استفاده همگانی ساکنان مجتمع قرار می‌گیرد و دیگران حق استفاده و حتی ورود به آن را ندارند. یک مجتمع مسکونی ممکن است از خانه‌های ویلایی مستقل و یا آپارتمانهای چند طبقه شکل گیرد. اندازه مجتمع‌های مسکونی نیز متنوع است و برخی از آنها، مانند مجتمع اکباتان در تهران، به اندازه یک شهر متوسط جمعیت دارند.

۲-۳-۷- برج:^{۱۱}

اصطلاحاً به آپارتمانهای بلندمرتبه بیش از ده اشکوب گفته میشود. آپارتمانهای بلندمرتبه معمولاً برای اسکان اقشار کم درآمد و متوسط درآمد شهری، مانند کارگران و کارمندان، احداث میشوند، اما در کلان شهری مانند تهران، الگوی دیگری از برج سازی شکل گرفته است. یعنی در نواحی مرفه‌نشین، که قدرت اقتصادی

⁹ Apartment Flats

¹⁰ Clusters

¹¹ Skyscraper

ساکنان آن و قیمت زمین بسیار زیاد است، آپارتمانهای بلندمرتبه بسیار مدرن برای استفاده طبقات پر درآمد شهری احداث میگردد. برجهای (اسکان، آ. اس. پ و ونک پارک) در تهران از جمله : این نمونه‌ها می باشند.

۲-۳-۸- تحولات معماری نما در ایران:

تحول در ایران روندی متفاوت از اروپا را پیمود. در شهر اسلامی قدیمی هیچ چیز در وهله‌ی اول مقدار ثروت و توانگری مالک یا ساکن خانه را مشخص نمی‌کرد در همین راستا در ایران به دلایلی چون خطر مصادره و فروتنی ناشی از تفکر اسلامی، خانه تا اواخر قرن نوزدهم به صورت درونگرا باقی ماند و هر گونه جلوه‌گری را به جداره‌های حیاط مرکزی و فضای خصوصی محدود می‌کرد. تأکید و تزئین نمای بیرونی، بسیار محتاطانه بود و حداکثر در اطراف درب ورودی شکل می‌گرفت بقیه‌ی سطح نما دیواری کاه‌گلی بود که نفوذناپذیری و یکپارچگی یک سد را القاء می‌کرد [۱۹].

معمار سنتی خلق کردن را منحصر به خداوند می‌دانست. برای همین سعی نمی‌کرد جلوه‌گری و خودنمایی کند و خود را یک صنعتگر سازنده می‌پنداشت. شایگان می‌گوید برای او ارزش‌ها و هنجارهایی مانند حیا، محرمیت و حجاب بسی مهم‌تر از خودنمایی بود اگر زمانی پایش می‌لغزید یا به دستور مافوق مجبور به هنر نمایی می‌شد. هنر نماسازی‌اش را در بناهای مذهبی و با شدتی کمتر در ساختمان‌های عمومی غیر مذهبی نشان می‌داد. شاید ادعایی جسارت‌آمیز باشد که در فرهنگ درون‌گرا «نما» و «نمایش» مرسوم بوده و پرداختن به آن کاری نه‌چندان شایسته. اگر نمایی داده می‌شد برای محارم بود و اگر نمایی برپا می‌گردید در پشت یک حجاب به نام دیوار خانه بود [۲۰].

اواخر قرن نوزدهم و با سفر معروف ناصرالدین شاه به فرنگ تصمیم گرفته شد تا ایران و ایرانی از مواهب تجدد بهره‌مند شود. چون این رویکرد سطحی و روبنایی بود باعث شد در معماری از الگوهای مسکن و نماهای اروپایی تنها کپی برداری شود. از آن زمان بود که بعضی از افراد طبقه‌ی ثروتمند جامعه ساختمان‌هایی با فاسادهای اروپایی ساختند برخی دیگر هم کوشک خود را که دارای چهار نما بود پشت دیوارهای ستبر و بلند از دید و دسترس بیگانه مصون داشتند. فاسادها در آن زمان از سبک باروک یا رنسانس الهام گرفته شده بود که با تصور فضایی بنای بومی ترکیب می‌شد. ورود معماران نوگرای فرنگی به ایران پیدا شدن نماهای سبک اکسپرسیونیستی و خردگرایانه در لابلای ساختمان‌های قدیمی‌تر را به دنبال داشت. صاحبان این ساختمان‌ها افراد صاحب منصب و ثروتمندی بودند که در سفرهای خود به فرنگ تنها زندگی به سبک غربیان را آموخته بودند. این نوع خانه و نماسازی از سال‌های سی هجری شمسی به قشر متوسط جامعه منتقل شد. هر کسی که پیشرفت و تمدن با الگوی غربی را در سر داشت. برای اعلان به روز بودن خود، فرم‌های جدید را جایگزین فرم‌های سنتی می‌کرد در سال‌های چهل و پنجاه هجری ایران کاملاً به بازار جهانی متصل شد برای همین شرایط ناهمگون و ناهمزمان تشدید یافت. انواع و اقسام مصالح و سبک‌های مختلف در ایران وارد و یا مونتاژ شدند. هر کس متناسب به ثروت و اعتباری که داشت سعی می‌کرد شخصیت خود را در نمای منزل خود به کار برد از سال ۵۰ تا اواخر ۶۰ جمعیت و آپارتمان نشینی افزایش چشمگیری داشت کمبود مسکن و نیاز خانواده‌ها به آن فرصت نظر دادن و سلیقه را در ساکنین به حداقل رساند. از اواسط سال‌های ۵۰ هجری معماران فرصت هنرنمایی خاصی در ایجاد مجتمع‌های مسکونی نیافتند و به علت شرایطی که از رکود اقتصادی ایجاد شده بود و همچنین انقلاب و جنگ تحمیلی جعبه‌های عظیم تکرار شونده‌ای به عنوان واحدهای مسکونی ساختند. دهه‌ی ۷۰ هجری سال‌های آزادی از بند محدودیت‌ها و جبران مافات بود امروزه سکونت در آپارتمان یکی از شاخصه‌های زندگی در شهرهای بزرگ است.

۲-۳-۹- نما در آپارتمان های امروزی:

در ساختمان های امروزی اعمال سلیقه در نما معنایی ندارد ولی طراح و بساز و بفروش ساختمان باید جوابگوی مد و سلیقه ی روز مشتری و بازار باشند تا خرید سریع تر واحد مسکونی در این یا آن ساختمان انجام بگیرد بازار مسکن شرایطی را ایجاد کرده که معمار برای جلب رضایت دیگران و قبل رقابت ماندن، خود را مجبور به هنرنمایی و ابتکار می بیند یعنی مالک و بساز و بفروش به دنبال شاخص کردن ساختمان خود و جلب مشتری هستند مشتری هم به دنبال واحد مسکونی می گردد که وضعیت مالی و شخصیت وی را از آنچه که واقعاً هست نشان دهد.

۲-۳-۱۰- نقش نما به عنوان رابط در ایران:

در ایران تا اواخر قرن نوزدهم خانه های مسکونی برای ایجاد این ارتباط فقط از حیاط مرکزی (فضای خصوصی) بر می گرفتند و ساختمان نیز مانند نابینایی که نگاهش به بیرون مسدود است به درون توجه دارد [۱۹]. از اواخر قرن نوزدهم میلادی رویکرد معماران ایرانی نسبت به خانه ی مسکونی تغییر کرد و ایرانی ها از اروپایی ها الگو گرفتند و در حاشیه ی خیابان های ساخت جدید، ساختمان های مسکونی برونگرا شروع به شکل گیری کرد این گرایش با فرهنگ درونگرای ساکنین تضاد داشت و ساکنین خانه ها زندگی و حریم خصوصی خود را پشت پرده های ضخیم یا کرکره پنهان می کردند. سال های چهل و پنجاه هجری اوج شفاف کردن نمای جنوبی ها بود و پنجره های شیشه ای سراسر نمای رو به حیاط را پوشاند ولی ساکنان خانه با فضای بیرونی ارتباط نداشتند و باز هم زندگی خود را در پشت پرده های ضخیم و کرکره های فلزی ادامه دادند انتقال گرما و سرمای فراوان به درون واحد مسکونی تنها دستاورد این پنجره ها بود در سال های اخیر به علت توجه بیشتر به مسائل اقلیمی و از مد افتادن آن ها پنجره ها دوباره کوچک شده و به تعادلی نسبی نزدیک شده اند [۲۱].

۲-۳-۱۱- نقش نما به عنوان معرف در ایران:

نما تنها وظیفه‌ی حفظ و یک رابط درون و بیرون باقی نماند از زمانی که لباس فرد معرف شخصیت وی پنداشته شد خانه نیز به مثابه‌ی لباس دوم می‌بایست معرف شخصیت، ارج و مقام اجتماعی مالک خود باشد در معماری غرب نما یا فاساد دارای حالت نمایش است بدان صورت که در همان وهله‌ی اول کسی را که پشت آن زندگی می‌کند نشان می‌دهد همه چیز معرف و نشانه‌ی شخصیت خانوادگی است همه چیز طبقه‌ی اجتماعی و مالکیت صاحب‌خانه را نشان می‌دهد [۱۹].

۲-۳-۱۲- آشنایی با آجر ساختمانی:

آجر از قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی است که قدمت آن، بنا به عقیده برخی از باستان شناسان به ده هزار سال پیش می‌رسد. ریشه واژه آجر که در فارسی آجور و آگور هم نامیده می‌شود نامعلوم است. در زبان اکدی به صورت آگور^{۱۲}، در عربی به صورت آجر، و در ارمنی باستان به صورت آگور ثبت شده است. واژه آجر بابلی، نام خشت‌هایی بوده است که بر روی آن‌ها، منشورها و قوانین و نظایر آن‌ها را می‌نوشتند. کوره‌های آجرپزی ابتدایی، بی‌گمان از مکان‌هایی شکل گرفته است که در آن لایه‌های هیزم و خشت متناوباً روی هم چیده شده اند. بقایای کوره‌های سفال‌پزی و آجرپزی در شوش و سیلک کاشان که تاریخ آن‌ها به هزاره چهارم پیش از میلاد می‌رسد در ایران پیدا شده است. همچنین نشانه‌هایی از تولید و مصرف آجر در هندوستان به دست آمده است، که حاکی از سابقه شش هزار ساله آجر در این کشور می‌باشد. حدوداً از ۵۰۰۰ سال پیش، از آجر ساخته شده از خاک رس استفاده می‌شده است. ظاهراً برای اولین بار، آجر را برای ساختن شهرهایی در بین‌النهرین و درهٔ سند در پاکستان به کار برده اند. آجر دستی (فشاری) که با دستان هنرمند قشر زحمتکش ساخته شده

¹² Agurru

است و باعث استحکام و زیبا سازی کاخ‌ها، عبادتگاه‌ها، مدرسه‌ها، مسجدها و ساختمان‌ها شده است، هفت هزار سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما متأسفانه امروزه این صنعت دستی هزار ساله، آخرین نفس‌های خود را می‌کشد. در توسعه شهری تهران از کوره‌های آجر دستی حوالی میدان شوش، جاده ری قدیم و هاشم‌آباد هیچ اثری به جا نمانده است. اما در محمود آباد تعداد ۳۰ میل دودکش آجری از کوره‌های آجر دستی که طول بعضی از آنها تا ۳۰۰ متر می‌رسد و از سال ۱۳۵۶ برای همیشه خاموش شده‌اند هنوز پابرجا است. در اوایل جنگ ایران و عراق هواپیماهای عراقی چندبار به جای پالایشگاه تهران این دودکش‌ها را هدف قرار دادند. قبل از برقی شدن این کوره‌ها، میله‌های آجری مرتفع کار تهویه و دودکش را انجام می‌دادند [۲۲].

۲-۳-۱۳- تاریخچه پیدایش آجر در آثار ایران:

پیشینه و ساخت آجر به دوران باستان بر می‌گردد و با توجه به مدارک موجود، پیدایش و مصرف آجر از هزاران سال قبل و پیش از تاریخ بوده است. در دوره باستان در کنار رودهای دجله و فرات و پس از طغیان آنها مقدار زیادی گل و لای بر سطح زمین رسوب می‌کرد. این رسوبات دارای چسبندگی خاصی بودند. پس از اینکه در اثر تابش خورشید، آب گل و لای آنها تبخیر می‌شد ترک‌هایی را به وجود می‌آوردند که گل خشک به صورت مکعب‌های نامنظم درمی‌آمد و به صورت ملات جهت دیوارهای گل‌چینه‌ای در آن روزگار استفاده می‌شد. قابل ذکر است که اجاق‌های چادر نشین‌هایی که در کنار رودها به کار گله داری مشغول بودند در اثر نفوذ آتش سخت شده که در واقع این پدیده سبب پیدایش نحوه پخت و در نتیجه آجر شده است. در سال‌های بعد، هم زمان در ساخت برج بابل، خشت زدن و پختن آجر به وسیله بابل‌ها ابداع شد و به همین دلیل نام آجر که یک واژه بابلی است در اغلب زبان‌ها به همین نام معروف شده است. پس از این مرحله به وسیله کلدانی‌ها، پخت آجر به تکامل رسید و با پیدایش آجر، تحولی در ساختمان بناها که تا آن روزگار خشتی و گلی بیش نبودند به وجود

آمد. در نتیجه این امر سبب آغاز بناهای مستحکم و آجری گردید. آجرهای اولیه بدون قالب و نظیر بالش ساخته می شدند [۲۲].

۲-۳-۱۴- هنر آجرکاری دوره سلجوقی:

در دوره ارزشمند معماری سلجوقی از آجر به عنوان مصالح اصلی جهت اسکلت سازی اصولی برای کلیه بناهایی چون کاروانسراها، آب انبارها، بناهای شاهی، بناهای عمومی، مساجد، برج مقبره‌ها، میل مقبره‌ها، میل‌های بلند مساجد و مواردی دیگر استفاده شده است. برای نماسازی نیز از آجر به شکل آمود (پوشش جدا از اسکلت) و یا پیوند و ترکیب با استخوان بندی بنا، عظمتی از حسن سلیقه و خلاقیت در هنر آجرکاری به وجود آمده است. به طوری که در آثار پراکنده و فراوان کشور در این دوره، شاهد هنرآفرینی های بسیار شگرف در هنر آجرکاری می‌باشیم. تا جایی که در دو برج خرقان قزوین (شکل ۲-۱) بیش از سی نوع آجرکاری همراه با طاق نماسازی‌های بسیار زیبا و خط های آجری کوفی برجسته و در مسجد جامع اصفهان نزدیک به ۳۷۵ طاق پوش در انواع گوناگون که قسمت اعظم آن از دوره سلجوقی می باشد استفاده شده است. در این دوره ارزشمند معماری، شاهد به وجود آمدن زیباترین نقوش در انواع گل چین‌های آجری، گره آجری، خط های کوفی آجری، برگردونه میل‌های بلند مساجدی چون میل مسجد دامغان با ۲۶ متر ارتفاع، میل منار چند وجهی مسجد نائین با حدود ۳۰ متر ارتفاع و میل منار ساربان با ۴۸ متر ارتفاع و بالاخره میل بی همتای مسجد علی که قلا میل مسجد سنجریه بوده است با ارتفاعی حدود ۵۲ متر بوده که بعدها بر اثر زلزله قسمتی از سر آن فروریخته و امروزه حدود ۴۲ متر ارتفاع دارد [۲۲].



شکل (۱-۲) برج‌های خرقان، قرن پنجم هجری

۲-۳-۱۵- قدمت آجر از دیر باز در تهران:

شهر تهران نیز با ساختمان‌های قدیمی و آثار تاریخی خود هم هویتی سنتی و هم بسیار مدرن دارد؛ شمس‌العماره و دارالفنون، کاخ موزه‌ها، مسجدهای تاریخی، ساختمان‌های آجری منطقه حسن‌آباد، سردر باغ ملی، موزه ارتباطات و پست، ساختمان بانک صادرات، ساختمان‌های آجری سبک ساسانی/هخامنشی، موزه ایران باستان و وزارت خارجه، ساختمان ثبت اسناد، مدارس قدیمی، گنبد چهارسوق، بازار بزرگ، بازارچه‌ها، کاروانسراها و ساختمان بسیاری از خانه‌ها و مغازه‌ها در بخش‌های قدیمی شهر تهران، زیبایی و هویت خود را مدیون همین آجرها هستند [۲۲].

۲-۳-۱۶- آشنایی با آجر و مواد اولیه آن:

آجر نوعی سنگ مصنوعی است که از پختن خشت خام و دگرگونی آن بر اثر گرما به دست می‌آید. خاک آجر مخلوطی از خاک رس، ماسه، فلدسپات، سنگ آهک، سولفات‌ها، سولفورها، فسفات‌ها، کانی‌های آهن، منگنز، منیزیم، سدیم، پتاسیم، مواد آلی و غیره می‌باشد.

۲-۳-۱۷- ویژگی‌های آجر:

- آجر خوب باید در برخورد با آجرهای دیگر صدای زنگ بدهد. صدای زنگ نشانه سلامت، توپری، مقاومت و میزان جذب کم آب در آن است.
- آجر خوب باید در مقابل آتش‌سوزی مقاومت کند و آب و خمیری نشود.
- رنگ آجر خوب باید یکنواخت و سطح آن بدون حفره باشد.
- سختی آجر باید به اندازه‌ای باشد که با ناخن خط نیفتد.

۲-۳-۱۸- انواع آجر از لحاظ جنس:

۲-۳-۱۸-۱- آجرهای فشاری:

دلیل نام‌گذاری این آجر این است که، در ابتدای تولید این نوع آجر، خشت آن با دست زده می‌شد و با فشار دستی کارگران خشت زن گوشه‌های قالب به وسیله گل مخصوص پر می‌شد. ابعاد این نوع آجر $۲۰ \times ۱۰ \times ۵$ و یا $۲۲ \times ۱۱ \times ۵/۵$ سانتیمتر می‌باشد. آجر فشاری برای کلیه کارهای ساختمانی مانند گره‌چینی، طاق ضربی، دیوارهای حمال و تیغه چینی مناسب است. (شکل ۲-۲)



شکل (۲-۱) آجر فشاری

۲-۳-۱۸-۲- آجرهای ماشینی:

آجر ماشینی یا آجر سوراخ دار آجری است که بر روی سطح بزرگتر آن، ۸ یا ۱۰ سوراخ به قطر ۵/۱ تا ۲ سانتیمتر وجود دارد و در بازار ایران به آجرهای هشت یا ده سوراخه ماشینی معروف است. در استاندارد شماره ۷ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران این سوراخ ها باید تمام ضخامت آجر را طی نموده و سطح مقطع مجموع سوراخ ها نباید بیشتر از ۲۵ درصد سطح بزرگتر آجر باشد و فاصله سوراخ ها از لبه آجر و همچنین فاصله سوراخ ها از یکدیگر در هر بعد آجر نباید کمتر از ۳۰ درصد طول همان بعد باشد. علت وجود این سوراخ ها این است که در هنگام دیوارچینی ملات به طور عمودی در آجر نفوذ کرده و باعث استحکام بیشتر دیوار شود.

(شکل ۲-۳)



شکل (۳-۲) آجر ماشینی

۲-۳-۱۸-۳- آجر لعابی:

هنر لعاب کاری از دیرباز در معماری ایرانی متداول بوده است. از مزایای لعاب افزایش مقاومت در برابر عوامل فرسایشی و هوازدگی است، بافت صاف و صیقلی آن مانع از نفوذ آب به درون آجر می‌شود و در نتیجه آجر در برابر عوامل شیمیایی پایدارتر می‌شود. از انواع آجر چینی در معماری می‌توان به آجر لعابی اشاره کرد که از گذشته در تزئین دیوارهای مساجد و منازل مورد استفاده قرار گرفته است. (شکل ۴-۲)



شکل (۴-۲) آجر لعابی

۲-۳-۱۸-۴- آجر نسوز:

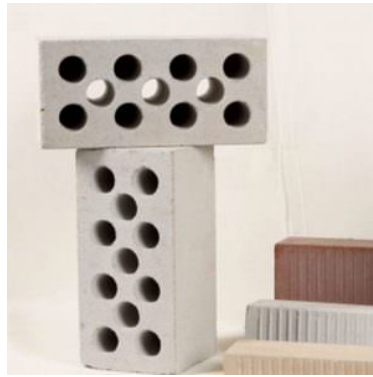
از نظر ساختاری با سایر آجرها متفاوت است. مواد اولیه ساخت آجر نسوز شامل کانی ها و پوکه های معدنی نسوز می باشد. ساختار مولکولی این نوع آجر منظم و مقاوم است و در دماهای بالا متلاشی نمی شود. آجر نسوز خاصیت فیزیکی و شیمیایی خود را در درجه حرارت های بالا حفظ می کند و تحمل گرمایی آن بالاست. (شکل ۵-۲)



شکل (۵-۲) آجر نسوز

۲-۳-۱۸-۵- آجر ماسه آهکی:

پایه مواد تشکیل دهنده ی آنها از سیلیکات کلسیم است. این نوع آجر ساخته شده از ترکیب آهک و ماسه سیلیسی است و در شرایط فشار و بخار شکل می گیرند. این آجرها نباید در محیط های اسیدی یا نمک های قوی قرار بگیرند. در هنگام خشک شدن منقبض می شوند و به علت جذب آب بیشتر نسبت به سایر آجرها در پی سازی و کرسی چینی توصیه نمی شود. (شکل ۶-۲)



شکل (۶-۲) آجر ماسه آهکی

۲-۳-۱۸-۶- آجر جوش:

را با خاکی که در گرمای بیش از هزار درجه خمیری نشود می‌پزند و آن را بیشتر در کوره نگه می‌دارند تا دانه‌های خاک کمی عرق کرده و به هم بچسبند و آجر یک تکه شود. برای آنکه آجر کم عرق کند، به آن گداز آور می‌زنند، که معمولاً اکسید آهن است. اکسید آهن گذشته از اینکه گداز آور است، رنگ آجر جوشی را سرخ تا سیاه می‌کند. (شکل ۷-۲)



شکل (۷-۲) آجر جوش

۲-۳-۱۸-۷- آجر رسی:

معمولی مقاومت خوبی در برابر عوامل خورنده ندارد. خوردگی تدریجی آجر بکار رفته در پای دیوار، ضخامت مؤثر آن را کاهش می‌دهد و آن را آسیب‌پذیر می‌کند. امروزه متأسفانه در ساخت ملات‌های سیمانی به نسبت اختلاط توجه نمی‌شود. از ماسه‌هایی استفاده می‌شود که مقدار زیادی گرد و غبار روی آن نشسته، از آب گل آلود استفاده شده است و یا برای دستیابی به کار پذیری لازم در طول مصرف مرتب به آن آب می‌افزایند. (شکل ۸-۲)



شکل (۸-۲) آجر رسی

۲-۳-۱۹- آشنایی با سنگ ساختمانی:

سنگ ساختمانی یکی از محبوب‌ترین مصالح ساختمانی برای نمای خانه، دیوارهای داخلی، راه‌پله‌ها و کف حساب می‌شود و در خیلی از ساختمان‌های امروزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنگ‌های نما قابل شستشو هستند و به دلیل ماندگاری بالا و زیبایی منحصر به فرد، در معماری مدرن و امروزی جایگاه ویژه‌ای دارند. البته همان‌طور که نمای سنگ محبوبیت بسیاری دارد، خطرهایی نیز با خود به همراه دارد. به عنوان نمونه اشتباه در نصب صحیح و اصولی سنگ باعث می‌شود که پس از مدتی سنگ‌ها از دیوار جدا شده و خطر آفرین شود، لق شدن سنگ کف نیز در دسرهای خاص خودش را دارد. به همین دلیل در هنگام نصب سنگ ساختمانی باید از

یک سنگ‌کار حرفه‌ای و ماهر کمک گرفت و در صورت نیاز سنگ‌ها را به دیوار پیچ و رول‌پلاک کرد. از آنجایی که دوام و ماندگاری سنگ‌های ساختمانی بسیار بالاست، در خیلی از ساختمان‌های امروزی از این مصالح استفاده می‌شود. معمولاً در نمای جلوی ساختمان، دیوارهای راه‌پله، خود پله‌ها و کف ساختمان از سنگ‌های ساختمانی استفاده می‌کنند. که این امر پیش‌تر از دیدگاه منظر شهری مورد انتقاد قرار گرفته است.

۲-۳-۲۰- کاربرد سنگ در صنعت ساختمان:

۲-۳-۲۰-۱ کف ساختمان و پلکان:

سنگی که برای پلکان و کف‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد در معرض سایش و ضربه خواهد بود، بنابراین باید بسیار سخت باشد و از مقاومت سایشی و ضربه‌ای بالایی برخوردار باشد. سنگ کف ساختمان باید قابل برش در یک جهت باشد. سنگ‌های رسوبی و دگرگون این مزیت را دارا هستند. علاوه بر آن سنگ کف و پلکان به دلیل قرار گرفتن در معرض آلودگی باید تخلخل کمی داشته باشند تا در اثر شستشو با مواد شوینده و ریختن مواد اسیدی یا بازی روی آن نفوذناپذیر بوده و آسیب نبینند. از جمله سنگ‌هایی که برای کف و پلکان مناسب می‌باشند، می‌توان سنگ‌های مرمریت و گرانیت را نام برد.

۲-۳-۲۰-۲ نماکاری ساختمان:

یکی دیگر از موارد استفاده از سنگ، نماکاری ساختمان است. برای نمای ساختمان از سنگ‌های بادوام و مقاوم استفاده می‌شود تا در برابر عوامل مختلف محیطی دچار آسیب نشوند. شرایط متغیر جوی، تابش نور خورشید، یخبندان، گرد و غبار، باران‌های اسیدی و آلودگی هوا از جمله عواملی هستند که بر مقاومت سنگ اثر می‌گذارند. سنگ تراورتن گزینه‌ای مناسب برای استفاده در نماکاری ساختمان می‌باشد.

۲-۳-۲۰-۳- دیوار و شالوده:

سنگ‌هایی که برای دیوارهای حائل و شالوده به کار می‌روند به صورت نامنظم و بدون شکل خاص چیده می‌شوند. برای صرفه جویی در هزینه ساخت و ساز از سنگ‌هایی که در منطقه دیده می‌شوند استفاده می‌گردد. برای پر کردن فاصله بین سنگ‌ها نیز می‌توان از تکه‌های ریزتر استفاده نمود. سنگ‌های متخلخل و سنگ‌هایی که دارای لایه بندی بوده و قابلیت انحلال آن‌ها بالاست برای دیوار و شالوده مناسب نیستند. اما سنگ‌های سخت با مقاومت فشاری بالا و وزن مشخص مناسب این کار می‌باشند. اغلب ماسه‌سنگ و سنگ آهکی دولومیتی^{۱۳} گزینه‌ای مناسب برای دیوار و شالوده به شمار می‌آیند.

۲-۳-۲۰-۴- پوشش دیوارهای داخل ساختمان:

استفاده از سنگ برای دیوار داخلی ساختمان ظاهری بسیار باشکوه و خنک به آن می‌بخشد. اصولاً از سنگ برای پوشش دیوار حمام و سرویس بهداشتی، ساختمان‌های اداری، فروشگاه‌ها و سالن‌های غذاخوری استفاده می‌شود. سنگی که برای دیوار به کار می‌رود باید ظاهری زیبا و سطحی جلاخورده داشته باشد. علاوه بر آن تخلخل آن کم باشد تا در اثر شستشو با مواد شوینده آسیب نبیند و مقاومت آن کم نشود.

۲-۳-۲۰-۵- پوشش پشت بام:

هر چند امروزه از سنگ برای پوشش بام ساختمان استفاده نمی‌شود اما در برخی مناطق می‌توان این پوشش‌های سنگی را مشاهده کرد. سنگ‌های مخصوص بام باید سبک وزن، بدون تخلخل و غیر قابل نفوذ بوده

¹³ Dolomite

و از مقاومت خمشی بالایی برخوردار باشند. علاوه بر آن بتوان آن را به لایه‌های مسطح و نازک تقسیم نمود. شیست‌های کلریتی^{۱۴} و میکاشیست‌ها^{۱۵} از جمله سنگ‌های مناسب برای پوشش بام هستند.

۲-۳-۲۰-۶- دکوراتیو نمودن ساختمان:

سنگ‌هایی که از رنگ و ظاهر مناسبی برخوردار هستند و علاوه بر دوام بالا مقاومت خمشی و کششی خوبی دارند برای تزئینات داخل ساختمان کاربرد دارند. این سنگ‌ها برای تزئین دیوار شومینه، ستون‌ها و قاب درب و پنجره به کار می‌روند. سنگ آنتیک نمونه‌ای از سنگ‌هایی است که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۳-۲۱- استاندارد و ویژگی‌های سنگ نما:

۲-۳-۲۱-۱- زیبایی:

نمای ساختمان معرف جلوه بیرونی ساختمان است. از این رو انتخاب سنگ زیبا تاثیر بسزایی در این امر دارد. همچنین پایداری رنگ و سطح سنگ طی مرور زمان در نمای ساختمان بسیار اهمیت دارد. چرا که نمای ساختمان در شرایط آب و هوایی مختلف و همچنین رطوبت و باران‌های اسیدی قرار خواهد گرفت.

¹⁴ Chlorite schist

¹⁵ Mica Schist

۲-۳-۲۱-۲- مقاوم در برابر شرایط آب و هوایی:

قسمت بیرونی ساختمان در معرض شرایط متغیر آب و هوایی و اشعه آفتاب قرار می‌گیرد. سنگ‌هایی که برای نمای سنگ ساختمان به کار برده می‌شوند باید ویژگی‌هایی داشته باشند که در این شرایط فرسوده نشوند و در مدت زمان طولانی بتوانند مانند روز اول بمانند.

۲-۳-۲۱-۳- چسبندگی بالا:

سنگ‌نما بایستی چسبندگی قابل قبولی به سیمان داشته باشد. در صورت عدم چسبندگی مناسب پس از گذشت زمان امکان سقوط سنگ بالا خواهد رفت. این اشکال را می‌توان در نماهای گرانیتی که قبلاً استفاده می‌شد، بسیار یافت. تا آنجایی که دستورالعمل شهرداری مبنی بر استفاده از پیچ برای چسباندن سنگ‌های گرانیت صادر گردید.

۲-۳-۲۱-۴- تراکم پایین و وزن کمتر:

وزن سنگ در نما اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. چرا که استفاده از سنگ‌های متراکم و بدون تخلخل باعث سنگین‌تر شدن ساختمان و عدم چسبندگی مناسب می‌شود. به عنوان مثال گرانیت کمترین تخلخل را در میان سنگ‌ها و بالاترین تراکم را دارد و به همین دلیل استفاده از آن در نما توصیه نمی‌شود.

۲-۳-۲۱-۵- نظافت و نگهداری آسان:

سنگ‌نما در فضای خارجی متأثر از آلودگی‌ها خواهد بود. به همین دلیل نظافت و تمیز کاری نما به عنوان جلوه ساختمان اهمیت ویژه‌ای پیدا میکند. استفاده از سنگ‌هایی که ساب و سطح ساب خورده و براق ندارند باعث جذب آلودگی و کثیف شدن سنگ می‌گردد. سنگ‌های تراورتن در قدیم به این صورت استفاده می‌شد. در سالهای اخیر به مدد فرآوری‌های انجام شده بر روی سنگ‌های تراورتن، سطح آن براق و خالی از خلل و فرج شده که مقاومت آن را نیز افزایش داده است.

۲-۳-۲۱-۶- تخلخل سنگ:

تخلخل به زبان ساده سوراخ‌ها و حفره‌های خالی در بافت سنگ‌ها هستند. سنگ تراورتن یکی از انواع سنگ‌هایی است که کاملاً متخلخل است. سطح سنگ بر روی نمای ساختمان نباید متخلخل باشد. زیرا در صورت وجود حفره در سنگ، آب و یا مواد دیگر راه نفوذ پیدا می‌کنند و سنگ طی مرور زمان فرسوده می‌شود. البته در قسمت پشتی سنگ که قرار است روی دیوار با استفاده از ملات چسبانده شود بهتر است که این حفره‌ها وجود داشته باشد. در سده اخیر با فرآوری سنگ‌های تراورتن با رزین و پوشاندن سطح متخلخل این سنگ، تراورتن به بهترین گزینه برای سنگ نمای ساختمان بدل شده است.

۲-۳-۲- انواع سنگ‌های ساختمانی رایج در بازار:

۲-۳-۲-۱- سنگ گرانیت:

گرانیت نوعی سنگ آذرین است که به دلیل داشتن چگالی و سختی بالا جزء مصالح بادوام محسوب می‌شوند. سنگ گرانیت قیمت بالایی دارد زیرا استخراج، برش و صیقل دادن آن هزینه بردار است. از گرانیت برای زیربنای تاسیسات، کف سازی و تزئین داخل ساختمان استفاده می‌شود. این سنگ نفوذناپذیر است و در برابر ضربه و نفوذ آب مقاومت بالایی دارد. سطح گرانیت را می‌توان صیقل داد و از جذابیت آن در ساختمان بهره برد. (شکل ۲-۹)



شکل (۲-۹) سنگ گرانیت

۲-۳-۲۲-۲- سنگ کوارتزیت:^{۱۶}

از سنگ کوارتزیت برای پوشش دیوارها، نماکاری ساختمان، سطح پله‌ها و کف زمین استفاده می‌شود چرا که این سنگ در برابر هوازدگی بسیار مقاوم است. قیمت این سنگ نسبت به سایر سنگ‌ها پایین‌تر است، بنابراین برای استفاده در ساختمان مقرون به صرفه است. این سنگ شباهت زیادی به سنگ گرانیت دارد اما از آن سخت‌تر می‌باشد. ظاهر این سنگ بلوری و زیر و رنگ آن قرمز، خاکستری و قهوه‌ای سوخته است.

(شکل ۲-۱۰)



شکل (۲-۱۰) سنگ کوارتزیت

۲-۳-۲۲-۳- سنگ مرمر:

سنگ مرمر از قابلیت صیقل پذیری بالایی برخوردار است و سطحی آینه‌ای دارد. از این نوع سنگ به دلیل جلای بالا و رنگ‌های زیبا برای دکوراسیون داخلی، کفپوش، ستون‌ها، پله‌ها و تزئینات داخل ساختمان استفاده می‌شود، ولی چون مقاومت آن در برابر رطوبت و آلودگی کم است، بنابراین برای نماسازی ساختمان

¹⁶ Quartzite

توصیه نمی‌شود. این سنگ دارای رنگ‌های قرمز، زرد، سفید، خاکستری، ارغوانی و سبز است و زیبایی بی‌نظیری به ساختمان می‌بخشد. این سنگ نسبت به سایر سنگ‌ها از قیمت بسیار بالاتری برخوردار می‌باشد.

(شکل ۲-۱۱)

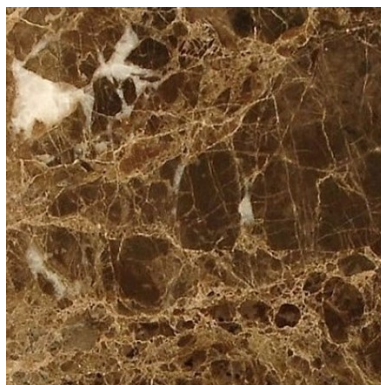


شکل (۲-۱۱) سنگ مرمر

۲-۳-۲۲-۴- سنگ مرمریت:

سنگ مرمریت هیچ شباهتی به سنگ مرمر ندارد. سنگ مرمریت آب را جذب نمی‌کند اما در برابر هوازدگی و باران‌های اسیدی مقاومت کمی دارد. همین مقاومت کم باعث شده که این سنگ تنها در داخل ساختمان کار شود. از انواع سنگ مرمریت می‌توان به مرمریت خوی، کوه سفید، دهبید، هرسین، شیراز، کویر کاشان و کاوش کرمان اشاره نمود. این سنگ به سه دسته سنگ چینی، سنگ کریستال و سنگ ابری دسته‌بندی می‌شود.

(شکل ۲-۱۲)



شکل (۱۲-۲) مرمیت

۲-۳-۲۲-۵- سنگ تراورتن:

از سنگ تراورتن برای نمakاری ساختمان و دکوراسیون داخلی استفاده می‌شود. این سنگ‌ها در مناطق گرمسیر برای تزئین خارجی ساختمان به‌کار می‌روند. از انواع سنگ تراورتن می‌توان به استالاکتیت^{۱۷} و استالاکمیت^{۱۸} اشاره نمود. از جمله معروف‌ترین سنگ‌های تراورتن، سنگ تراورتن حاجی آباد است که در کل دنیا شناخته شده است. این سنگ دارای طرح ابر و بادی و موج‌دار است و از قابلیت برشکاری فوق العاده‌ای برخوردار می‌باشد. سنگ حاجی آباد برای استفاده در نمakاری ساختمان و لابی هتل‌ها گزینه‌ای ایده‌آل می‌باشد.

(شکل ۲-۱۳)

¹⁷ Stalactite

¹⁸ Stalagmite



شکل (۲-۱۳) سنگ تراورتن

۲-۳-۲۲-۶- ماسه سنگ:

ماسه سنگ از جمله سنگ‌هایی است که به دلیل تطبیق پذیری بالا برای استفاده در داخل و خارج ساختمان مناسب می‌باشد. از جمله موارد استفاده از ماسه سنگ می‌توان به کاربرد آن در کفپوش، پوشش سقف، بالکن‌ها، دیوارپوش، استخرها و پاسیوها اشاره کرد. این سنگ از جمله سنگ‌های رسوبی است که از اتصال دانه‌های سیلیسی ایجاد می‌شود. این سنگ دارای رنگ‌های سفید، خاکستری، قهوه‌ای مایل به قرمز، زرد، قرمز و قهوه‌ای است. (شکل ۲-۱۴)



شکل (۲-۱۴) ماسه سنگ

۲-۳-۲۲-۷- سنگ آنتیک:^{۱۹}

سنگ آنتیک در دسته سنگ‌های دکوراتیو قرار دارد که از قرار دادن خرده سنگ‌های تراورتن در کنار یکدیگر ساخته می‌شود. از این سنگ می‌توان به عنوان سنگ تزئینی در نمای داخلی و بیرونی ساختمان و محوطه‌سازی باغ استفاده کرد. (شکل ۲-۱۵)



شکل (۲-۱۵) سنگ آنتیک

¹⁹ Antique

۲-۳-۲۲-۸- سنگ گابرو:^{۲۰}

سنگ گابرو از جمله سنگ‌هایی است که در ساخت کانتر کابینت، کاشی کف، سنگ‌نما و سنگ تزئینی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت سنگ گابرو در برابر هوازدگی بالا می‌باشد، به همین دلیل از آن برای نمakاری ساختمان و کفپوش استفاده می‌کنند. این سنگ نوعی سنگ آذرین درونی است که دارای رنگ تیره و بافتی درشت می‌باشد. رنگ گابرو سبز، سیاه و خاکستری مایل به سبز است که با صیقل کاری جلوه‌ای بی‌نظیر پیدا می‌کند. (شکل ۲-۱۶)



شکل (۲-۱۶) سنگ گابرو

۲-۳-۲۲-۹- سنگ دیوریت:^{۲۱}

یکی دیگر از سنگ‌هایی که برای نمakاری ساختمان، کف و پله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، سنگ دیوریت است. این سنگ دارای رنگ بندی خاکستری، خاکستری تیره و خاکستری مایل به سبز است. (شکل ۲-۱۷)

²⁰ Gabro

²¹ Diorite



شکل (۱۷-۲) سنگ دیوریت

۲-۳-۲۲-۱۰- سنگ گیوتین:^{۲۲}

سنگ گیوتین که با نام سنگ قیچی شناخته می‌شود، نمونه‌ای از انواع سنگ دکوراتیو می‌باشد. استفاده از این سنگ در طراحی نمای ساختمان و طراحی دکوراسیون داخلی صورت می‌گیرد. سنگ گیوتین از قرار گرفتن تکه سنگ‌های تراورتن به وسیله ملاتی که پایه رزینی دارد، ایجاد می‌شود. (شکل ۱۸-۲)



شکل (۱۸-۲) سنگ گیوتین

²² Guillotine

۲-۳-۱۱- سنگ بادبر یا سنگ مالون:

سنگ مالون که با نام سنگ بادبر نیز شناخته می‌شود، در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. به کارگیری این سنگ در طراحی نمای خارجی ساختمان، پل سازی، تونل سازی و غیره صورت می‌گیرد. (شکل ۱۹-۲)



شکل (۱۹-۲) سنگ بادبر یا سنگ مالون

۲-۴- نتیجه گیری:

با توجه به مطالعات انجام شده در راستای جمع‌آوری حداکثری داده‌های اولیه پژوهش، سرفصل‌های ذکر شده تنظیم گردیده است. پژوهش مورد نظر یکی از ساختمان‌های یک مجتمع مسکونی واقع در شهرک شهید بهشتی در شمال شرق تهران می‌باشد. در راستای اهمیت نمای ساختمان‌ها و استفاده روز افزون از مصالح نامناسب، این مطالعات صورت گرفته است و نیاز به بررسی انرژی مصرفی میان آجرنما و سنگ‌نما بیش‌ازپیش می‌باشد. با توجه به اطلاعات در جمع‌آوری شده به ادامه پژوهش می‌پردازیم و وارد فصل روش شناسی پژوهش خواهیم شد.

فصل سوم

روش شناسی پژوهش

۳-۱- مقدمه:

در این فصل ابتدا با توجه به اهداف پژوهش به روش چگونگی آن پرداخته می‌شود. سپس با تکنیک‌های جمع‌آوری اطلاعات و معرفی آن‌ها آشنا شده و داده‌های مورد نیاز این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به آن‌ها طرح آزمون شکل می‌گیرد. در انتها به شناخت و بررسی محدوده و شهر پژوهش پرداخته می‌شود و با معرفی ساختمان فصل به انتهای خود می‌رسد.

۳-۲- اهداف و چگونگی تدوین فرضیه‌ها:

توجه به شرایط جوی اقلیم موجود تهران در انتخاب مصالح نمای ساختمان همچنین مصالح درونی دیوار و نحوه به کارگیری آن‌ها در ساختمان، با توجه به معیارهای مصرف انرژی جهت رسیدن به یک الگوی بهینه در طراحی با استفاده از مدل‌سازی یک نمونه ساختمان در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر.

۳-۳- روش پژوهش:

پژوهش حاضر بر اساس هدف، از نوع کاربردی است؛ که در نهایت منجر به ارائه راهکارهای معماری برای کاهش میزان انرژی مصرفی ساختمان می‌شود. روش تحقیق در پژوهش حاضر از نوع ترکیبی (کیفی و کمی) است. در مراحل مختلف انجام پژوهش، روش‌های توصیفی، تحلیلی، شبیه‌سازی و در نهایت استدلال منطقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در وهله اول با مطالعه میدانی و چارچوب نظری پژوهش مؤلفه‌های تأثیر گذار بر عملکرد حرارتی جداره‌های خارجی در ساختمان‌های مسکونی استخراج می‌شوند. روش گردآوری این اطلاعات بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای اعم از پایان‌نامه‌ها، مقاله‌های معتبر علمی داخلی و خارجی و همچنین تجزیه و تحلیل مصالح متداول مورد استفاده در ساختمان‌های مسکونی شهر مورد نظر تهران صورت می‌گیرد. در مرحله بعد، از روش مدل‌سازی به کمک نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر استفاده شده است. این نرم‌افزار از موتور مدل‌سازی انرژی پلاس استفاده می‌کند. روش پژوهش به این صورت است که یک نمونه متداول از واحدهای مسکونی پنج طبقه در شمال شرق شهر تهران واقع در شهرک شهید بهشتی به کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی کامپیوتری می‌شود. با شبیه‌سازی اولیه ساختمان، فاکتورهای مؤثر در عملکرد حرارتی جداره‌های خارجی بنا بررسی می‌شود. برخی از این فاکتورها شامل انرژی ناشی از نور خورشید، انرژی همرفتی، میزان بازشوها، تأثیر باد، جهت‌گیری ساختمان، بازخورد حرارتی مصالح، اثاثیه و افراد داخل و ... هستند. در این پژوهش، تمرکز اصلی به نحوه عبور و جابه‌جایی حرارت از طریق مصالح ساختمانی خارجی دیوار یا همان نمای ساختمان است، چون به نظر می‌رسد بیشترین مشکل در طراحی ساختمان‌های امروزی عدم توجه به مصالح به کار رفته و جزئیات آنها در جداره‌ها با توجه به اقلیم مربوط است. در مرحله بعد، تمام جزئیات جداره‌ها با مصالح مختلف ساختمان وارد نرم‌افزار می‌شود و مورد تحلیل قرار می‌گیرد. از طریق بهینه‌سازی در این نرم‌افزار تمامی حالت‌ها در جداره‌های

خارجی مورد نظر به طور همزمان بررسی شده و در نهایت امر به حالت‌های بهینه دست خواهیم یافت، که به کمک آنها راهکارهای اساسی در زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی بنا ارائه خواهد شد.

۳-۴- تکنیک‌های جمع آوری اطلاعات:

داده‌های وارد شده در نرم‌افزار از جداول و اطلاعات موجود در مقرارت ملی ساختمان مبحث نوزدهم (صرفه‌جویی در مصرف انرژی) و همچنین از تحلیل و بررسی مطالعات کتابخانه‌ای گردآوری شده است.

۳-۵- معرفی تکنیک‌های استفاده شده:

در این پژوهش ابتدا از نرم‌افزار نقشه کشی اتوکد^{۲۳} استفاده شده، تا نقشه طبقات ساختمان دقیق ترسیم شود. سپس با خروجی فایل‌های DXF و وارد کردن آن‌ها به نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر فرم اولیه ساختمان داخل نرم‌افزار شکل گرفته است. اولین داده‌ای که وارد نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر می‌شود، فایل اطلاعات آب‌وهوایی تهران می‌باشد. در داخل نرم‌افزار از سه نوع بلوک برای این پژوهش استفاده شده است. بلوک ساختمانی^{۲۴} که نشان دهنده ابعاد و اندازه ساختمان مورد نظر می‌باشد. بلوک‌های جزء^{۲۵} که خود شامل سه زیر مجموعه استاندارد^{۲۶}، زمین^{۲۷} و آدیاباتیک^{۲۸} می‌باشد. بلوک‌های استاندارد شامل تراس‌ها، خرپشته‌ها، سایه‌بان‌ها و دیوارهای جدا کننده بیرونی می‌باشند. بلوک‌های زمین سطحی از بنا که در تماس مستقیم با زمین می‌باشد را به نمایش

²³ AutoCAD

²⁴ Building Block

²⁵ Component Block

²⁶ Standard Block

²⁷ Ground Block

²⁸ Adiabatic Block

می‌گذارند. بلوک‌های آدیاباتیک هسمایگی‌های مجموعه را نشان می‌دهند. و با کمک از دستور رسم پارتیشن^{۲۹} فضاهای داخلی مجموعه از هم جدا شده، چرا که هر فضا محدوده آسایش مجزایی دارد.

۳-۶- داده‌های مورد نیاز، متغیرهای پژوهش و روش‌های محاسبه‌ی آن‌ها:

داده‌های مورد نیاز این پژوهش ابتدا از مطالعات انجام شده شناسایی شده و سپس از کتاب مقررات ملی ساختمان جمع‌آوری شده است. در سربرگ‌های ساخت^{۳۰}، فعالیت^{۳۱} و بازشو^{۳۲} به ترتیب به تعریف جنس مصالح، فعالیت فضاها و ابعاد و اندازه‌ی بازشوه‌های مورد استفاده، پرداخته شده است. سربرگ‌های روشنایی و سیستم‌های تهویه مطبوع با در نظر گرفتن شرایط آب‌وهوای تهران تعریف شده‌اند.

۳-۷- طرح آزمون:

ساختمان مورد نظر در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر شبیه سازی می‌شود. با توجه به اطلاعات به دست آمده از مطالعات تطبیقی در این پژوهش ابتدا کلیه مصالح بنا با توجه به سه مشخصه اصلی هر کدام از اجزا که از جداول مربوطه مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم مستخرج شده است، تعریف می‌گردند. این سه ویژگی شامل چگالی^{۳۳}، ضریب انتقال حرارت^{۳۴} و گرمای ویژه^{۳۵} است، که با در دست داشتن هر سه این اطلاعات نرم‌افزار قادر به شبیه سازی می‌باشد. برای پاسخ به پرسش‌های پژوهش ابتدا مصالح نمای ساختمان آجر نما

²⁹ Drawing Partition

³⁰ Construction Tab

³¹ Activity Tab

³² Opening Tab

³³ Density

³⁴ Conductivity

³⁵ Specific Heat

تعریف می‌شود، سپس نتایج به دست آمده از مصرف انرژی سالانه کل ساختمان با شبیه سازی سنگ‌نما مورد سنجش قرار می‌گیرد.

۳-۸- محدوده پژوهش:

شهرک شهید بهشتی شهرکی پهناور و بزرگ است که در منطقه ۴ تهران واقع شده است. منطقه ۴ شهرداری تهران شرقی‌ترین نقطه تهران است که در شمال شرقی شهر تهران قرار دارد. این شهرک از شمال به اتوبان بابائی از غرب به جنگل لویزان از شرق به حکمیه و از جنوب به دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال ختم می‌شود. این محله در دوران قبل از انقلاب قصر فیروزه ۲ نام داشته است. بنیاد تعاون ارتش ساخت‌وساز این منطقه را با پیمانکاری و مهندسی شرکت عمران توسعه گران پیشگام از تقریباً پانزده سال پیش آغاز کرده است و بعضی از قسمت‌های شهرک هنوز در حال ساخت می‌باشد. اگر چه مالکان و ساکنان اولیه شهرک خانواده‌های ارتشی بوده و هستند ولی از همان سال‌های اول تأسیس شهرک، خرید و فروش واحدها آزاد بوده و الان جمعیت زیادی از ساکنین شهرک افراد آزاد و شخصی هستند. این شهرک دارای ۱۶۰ بلوک ۴۰ واحدی (برخی از آنها ۶۰ واحدی) است. واحدهای شهرک در قالب آپارتمان‌های ۵، ۷، ۹ و ۱۲ طبقه هستند که با توجه به محل قرار گیری در شهرک به نام‌های شقایق، نیلوفر، نسترن و غیره نام گذاری شده‌اند، حداقل متراژ واحدها از ۵۰ متر آغاز و در متراژهای مختلف ۷۰ تا ۱۴۰ متری ساخته شده‌اند.

۳-۹- معرفی شهر:

۳-۹-۱- تهران:

شهر تهران در حد فاصل منطقه کوهستانی و دشت قرار دارد. سه عامل در اقلیم تهران نقش مؤثری دارد: رشته کوه البرز، بادهای مرطوب غربی و وسعت استان. در واقع، رشته کوه البرز آب و هوای تهران را معتدل کرده است. در شمال تهران، آب و هوا معتدل و کوهستانی و در نقاط کم ارتفاع نیمه خشک است. بارش معمولاً در زمستان ها زیاد است. فصل سرد از ماه آذر شروع می شود، اما در نقاط کوهستانی کمی زودتر آغاز می گردد. فصول سرد سه یا چهار ماه طول می کشد. در اسفندماه از سرمای هوا رفته رفته کاسته می شود و در اواخر فروردین هوا با سرعت بیشتری گرم می شود و در اوایل خرداد هوا نسبتاً گرم است. اقلیم استان تهران در نواحی کویری و جنوب گرم و خشک، در نواحی پایکوهی سرد و نیمه مرطوب، و در نواحی مرتفع سرد همراه با زمستان های طولانی است. گرم ترین ماه های سال در مرداد و شهریور با دمای متوسط ۳۵ تا ۴۵ درجه و سردترین ماه های سال دی و بهمن با دمای ۵- درجه سانتی گراد گزارش شده است. دمای شهر تهران در زمستان معتدل و در تابستان گرم است. بخش شمال تهران و شمیرانات در تابستان نیز معتدل است. بیشترین بارش سالانه در ماه های زمستان روی می دهد. به طور خلاصه می توان گفت: در نواحی مختلف استان تهران، به علت موقعیت ویژه جغرافیایی، آب و هوای متفاوتی شکل گرفته است.

۳-۹-۲- عوامل جغرافیایی تاثیرگذار بر اقلیم تهران:

- کویر یا دشت کویر: مناطق خشک مانند دشت قزوین، دشت قم و مناطق خشک استان سمنان که مجاور استان تهران قرار دارند، از عوامل منفی تأثیرگذار بر هوای استان تهران هستند و موجب گرما و خشکی هوا، همراه با گرد و غبار می شوند.

- رشته کوه‌های البرز: این رشته کوه‌ها موجب تعدیل آب و هوا می‌شود.
- بادهای مرطوب و باران‌زای غربی: این بادهای نقش مؤثری در تعدیل گرمای سوزان بخش کویری دارند، ولی تأثیر آن را خنثی نمی‌کنند.

۳-۹-۳- بخش‌های استان تهران:

- اقلیم ارتفاعات شمالی: بر دامنه جنوبی، بلندی‌های البرز مرکزی در ارتفاع بالای ۳۰۰۰ متر قرار گرفته و آب و هوایی مرطوب و نیمه مرطوب و سردسیر با زمستان‌های بسیار سرد و طولانی دارد.
- اقلیم کوهپایه: این اقلیم در ارتفاع دو تا هزار متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای آب و هوایی نیمه مرطوب و سردسیر و زمستان‌هایی به نسبت طولانی است. آب‌علی، فروزکوه، دماوند، لواسان، سد امیر کبیر و طالقان در این اقلیم قرار دارند.

۳-۹-۴- اقلیم نیمه‌خشک و خشک:

با زمستان‌های کوتاه و تابستان‌های گرم، در ارتفاعات کم‌تر از ۱۰۰۰ متر واقع شده‌است. هرچه ارتفاع کاهش می‌یابد، خشکی محیط بیشتر می‌شود. ورامین، شهریار و جنوب شهرستان کرج در این اقلیم قرار گرفته‌اند.

۳-۹-۵- آب‌وهوای تهران:

هوای تهران در مناطق کوهستانی دارای آب و هوای معتدل و در دشت، نیمه‌بیابانی است. تهران در مرز شرایط جوی بری و اقیانوسی قرار گرفته و تمایل آن به موقعیت بری بیشتر از وضعیت اقیانوسی است. آب و هوای تهران متأثر از کوهستان در شمال و دشت در جنوب است. غیر از شمال تهران که تحت تأثیر کوهستان

آب و هوای آن تا حدی معتدل و مرطوب است، آب و هوای بقیه شهر کلا گرم و خشک و در زمستان‌ها اندکی سرد است. رشته کوه البرز همچون سدی به نحو مؤثری از نفوذ بسیاری از توده‌های هوا جلوگیری می‌کند در نتیجه باعث شده‌است که هوای شهر از یک سو خشک‌تر و از سوی دیگر از آرامش نسبی برخوردار باشد.

۳-۹-۶- فصل‌های تهران:

از نظر فصلی، هوای تهران در زمستان تحت تأثیر سامانه پرفشار شمالی (سیبری) قرار دارد. این تأثیر باعث شده‌است که در این فصل هوا در قسمت‌های مرکزی و جنوبی معتدل و در قسمت‌های شمالی شهر سرد باشد، به طوریکه در این قسمت‌ها دمای هوا در زمستان بارها به زیر صفر می‌رسد. همچنین در این فصل به دلیل پدیده وارونگی هوا میزان آلودگی جوی بالاست. در تابستان‌ها عامل مهم سیستم کم‌فشار حرارتی کویر مرکزی است که سبب می‌شود هوا گرم و خشک باشد.

۳-۹-۷- بارندگی در تهران:

میزان بارندگی در سطح شهر تهران عمدتاً کم بوده و به مقدار ۲۴۵.۸ میلی‌متر در طی سال اندازه‌گیری و تعداد روزهای یخبندان (با دمای زیر صفر) آن نیز ۳۶ روز در سال ثبت شده‌است. در یک دوره ۴۵ ساله بیشترین دمای تهران ۴۳ درجه سلسیوس و کمترین دمای آن ۱۵- درجه سلسیوس گزارش شده‌است. میانگین رطوبت نسبی هوا در تهران ۴۰٪ و در شمیران ۴۶٪ بوده‌است. باد غالب تهران غربی (۲۷۰ درجه) و متوسط سرعت آن ۵.۵ متر بر ثانیه‌است. شب‌ها نسیم خنکی موسوم به نسیم توجال از کوه به پایین می‌وزد (باد کوه) و روزها برعکس نسیمی از سمت دشت می‌وزد (باد دشت).

۳-۹-۸- منبع آب شرب تهران:

منبع اصلی آب شرب تهران رودهای کرج، جاجرود و لار است که توسط سه سدی که بر روی آنها نصب شده تأمین می‌شود. با افزایش مصرف آب، بخشی از آب شرب نیز از آب‌های زیرزمینی توسط چاه‌های عمیق به‌دست می‌آید. چندین رود فصلی هم در تهران وجود دارد که تأثیر چندانی در تأمین آب شهر ندارند. گلابدره، حصارک، تجریش و کن مهم‌ترین آنها هستند. رودخانه کرج پرآب‌ترین رود دامنه‌های جنوبی البرز است که از باران‌های فصل سرد و ذوب برف‌های مناطق کوهستانی نشأت می‌گیرد و در ۴۰ کیلومتری غرب تهران از کانون آبگیر خرسنگ کوه سرچشمه می‌گیرد. رودخانه جاجرود از کوه‌های کلون بسته که جزء بلندی‌هایی خرسنگ کوه است سرچشمه گرفته و این دو رود مجموعاً قسمت عمده آب مصرفی شهر تهران را تأمین می‌نمایند. تهران به رغم داشتن منابع آبی فراوان به دلیل رشد جمعیت و کمی بارندگی در برخی دوره‌ها با مشکل کمبود آب روبرو است.

۳-۹-۹- جدول آب‌وهوای تهران:

در (جدول ۳-۱) به چهار شاخص دمای شهر تهران که شامل: گرم‌ترین روز، میانگین گرم‌ترین روزها، میانگین سردترین روزها و سردترین روز و میزان بارش شهر تهران در ماه‌های مختلف سال و همچنین میانگینی از کل سال در پایان نمایش داده شده است.

جدول (۳-۱) آب‌وهوای تهران

سال	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	اوت	ژوئیه	ژوئن	مه	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه	گرم‌ترین °C
۲۲	۲۱	۲۵	۳۱	۳۷	۴۰	۴۲	۴۰	۳۶	۳۰	۲۵	۲۱	۱۷	میانگین گرم‌ترین‌ها °C
۲۱	۸	۱۵	۲۳	۳۱	۳۵	۳۶	۳۳	۲۶	۲۱	۱۳	۸	۵	میانگین سردترین‌ها °C
۱۲	۲	۷	۱۴	۲۱	۲۴	۲۵	۲۲	۱۶	۱۲	۵	۱	۱-	سردترین °C
۱۳-	۷-	۳-	۳	۱۱	۱۲	۱۵	۱۰	۳	۱	۷-	۸-	۱۲-	بارش mm
۲۳	۳۰	۲۵	۱۰	۳	۲	۲	۳	۱۵	۳۳	۳۸	۳۸	۴۳	

۳-۱۰- معرفی ساختمان:

مشخصات ساختمان مورد نظر موقعیت جغرافیای فضای نمونه در شهر تهران، با عرض جغرافیای ۳۵.۷ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱.۵ شرقی در نظر گرفته شده است. داده‌های مورد استفاده بر اساس داده‌های آب و هوایی استخراج شده از نرم افزار متونرم^{۳۶} است. نمونه ساختمانی مسکونی از شهرک شهید بهشتی، واقع در خیابان شقایق چهارم در منطقه ۴ تهران است که ۵ طبقه روی پیلوت ارتفاع دارد و مساحت واحدهای آن حدود ۵۷ و ۷۵ مترمربع و مساحت کل ساختمان ۳۷۲۵ مترمربع است، که طبقه ۲ و ۳ با هم و طبقه ۴ و ۵ با هم نقشه یکسانی دارند. جداره مورد مطالعه، جداره آفتاب گیر یعنی نمای شمالی و جنوبی بنا است که شامل فضاهایی از جمله پذیرایی، آشپزخانه و خواب است. مساحت نمای شمالی و جنوبی تقریباً اندازه هم و معادل ۵۶۰ مترمربع است. در شکل‌های زیر نماهای مختلف شبیه سازی شده از ساختمان در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر موجود است.

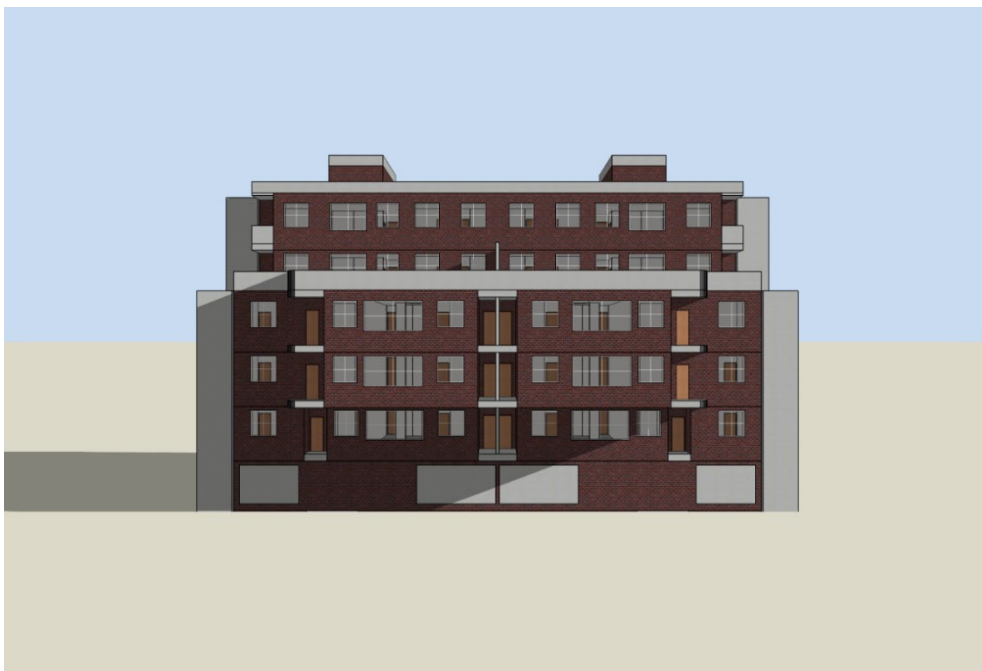
³⁶ Meteonorm



شکل (۲۰-۳) پرسپکتیو دید پرنده



شکل (۲۱-۳) نمای جنوبی



شکل (۲۲-۳) نمای شمالی

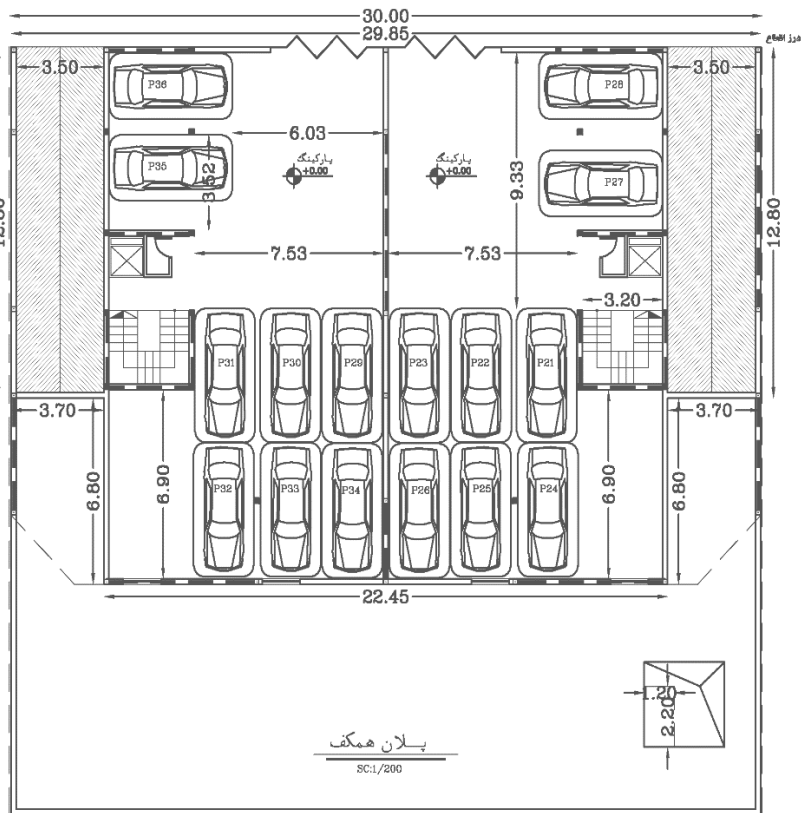
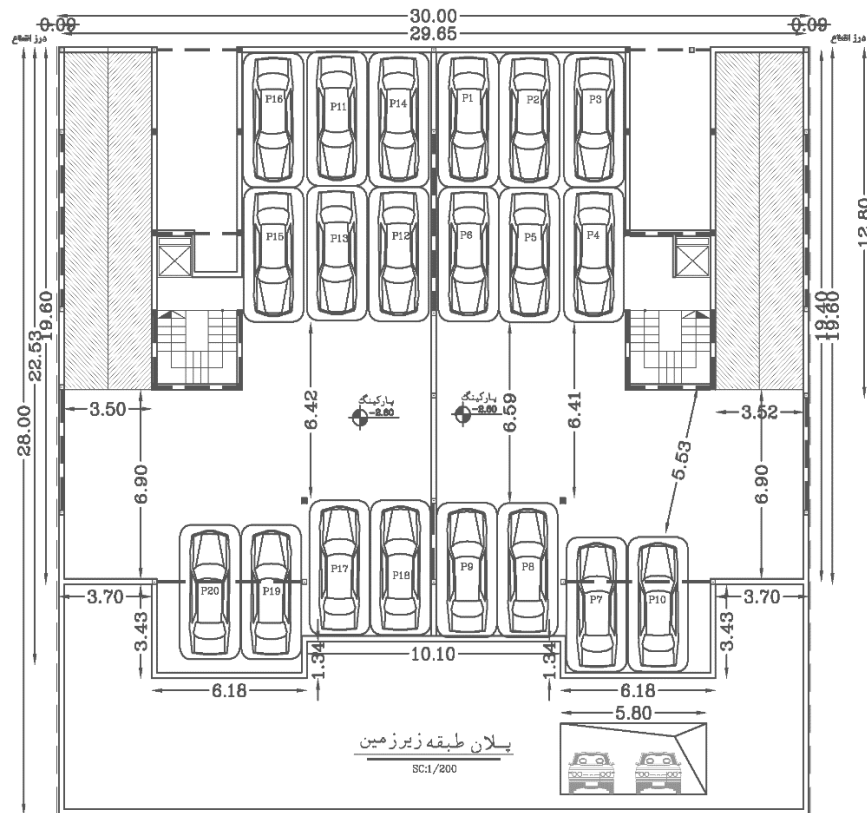
فصل چهارم

تجزیه و تحلیل داده‌ها

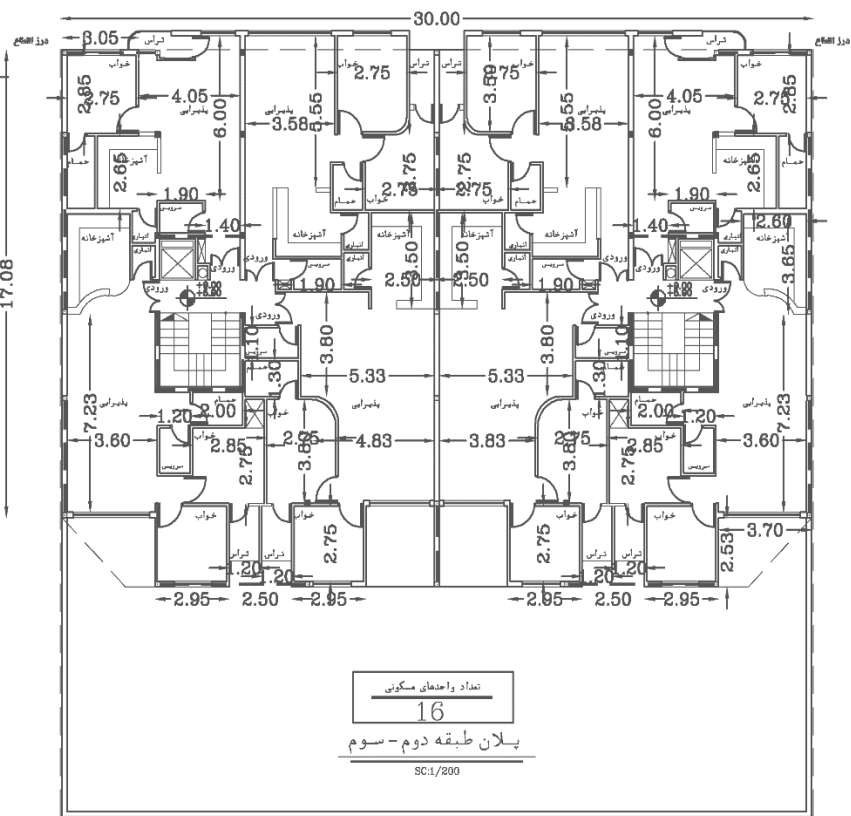
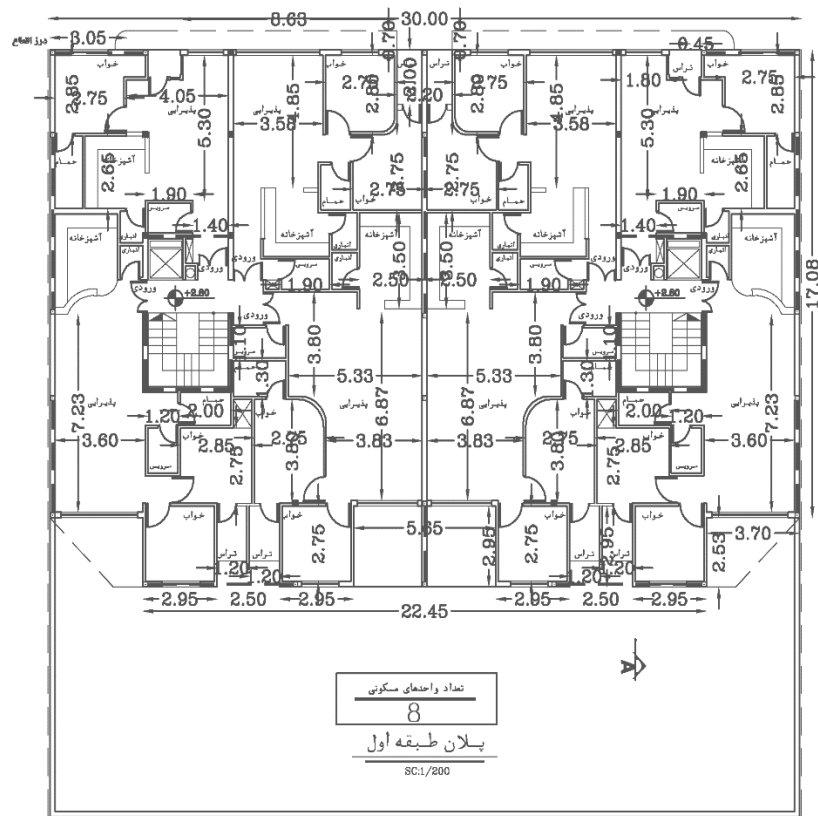
۴-۱- یافته ها، بحث و اطلاعات طراحی:

نقشه ساختمان مسکونی که از مدیر ساختمان دریافت شده، نقشه فاز ۱ می باشد. فرآیند فاز ۲ کردن نقشه در نرم افزار دیزاین بیلدر صورت گرفته است. این فرآیند با در نظر گرفتن ضخامت دقیق دیوارهای خارجی از محیط بنا و خط میانی برای دیوارهای خارجی شکل گرفته است. همچنین ارتفاع ساختمان طبق حد مجاز تعریف شده در نقشه، معادل ۱۸.۳ متر و ارتفاع کف تا کف طبقات مسکونی ۲.۷ متر معین شده است. با توجه به مصالح پیشنهادی در نقشه ساختمان مسکونی، تغییراتی در ساختار دیوارها خارجی و داخلی صورت گرفته، و بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده^{۳۷} جایگزین دیوار آجری مجوف شده است. برای سیستم کف و بام طبقات نیز از تیرچه بلوک استفاده شده است. در همین راستا در ادامه این بخش به معرفی مشخصات مصالح تک تک لایه های به کار رفته در سربلک ساخت نرم افزار دیزاین بیلدر پرداخته خواهد شد.

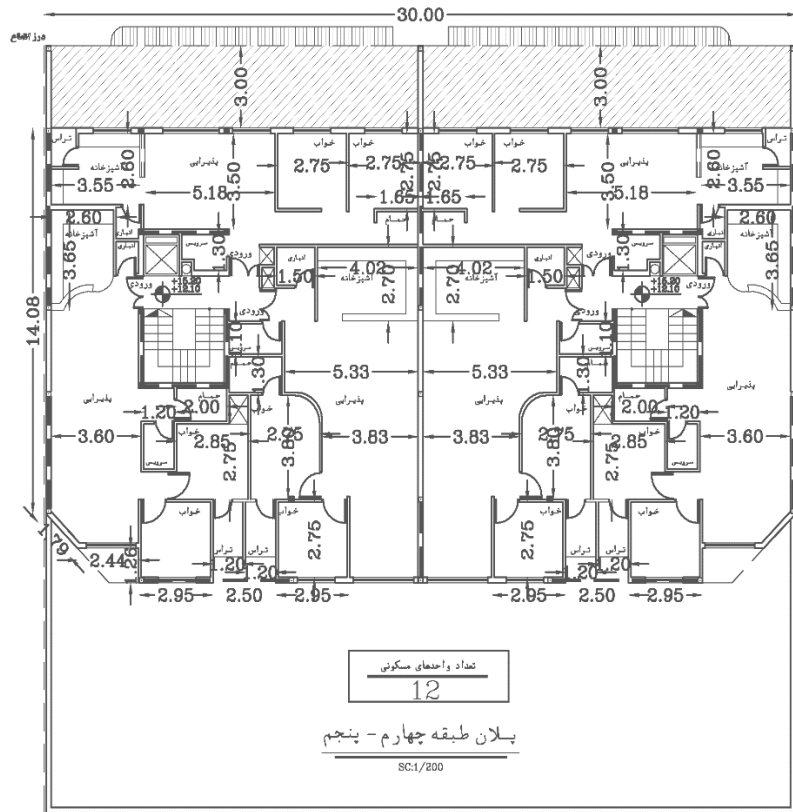
³⁷ AAC



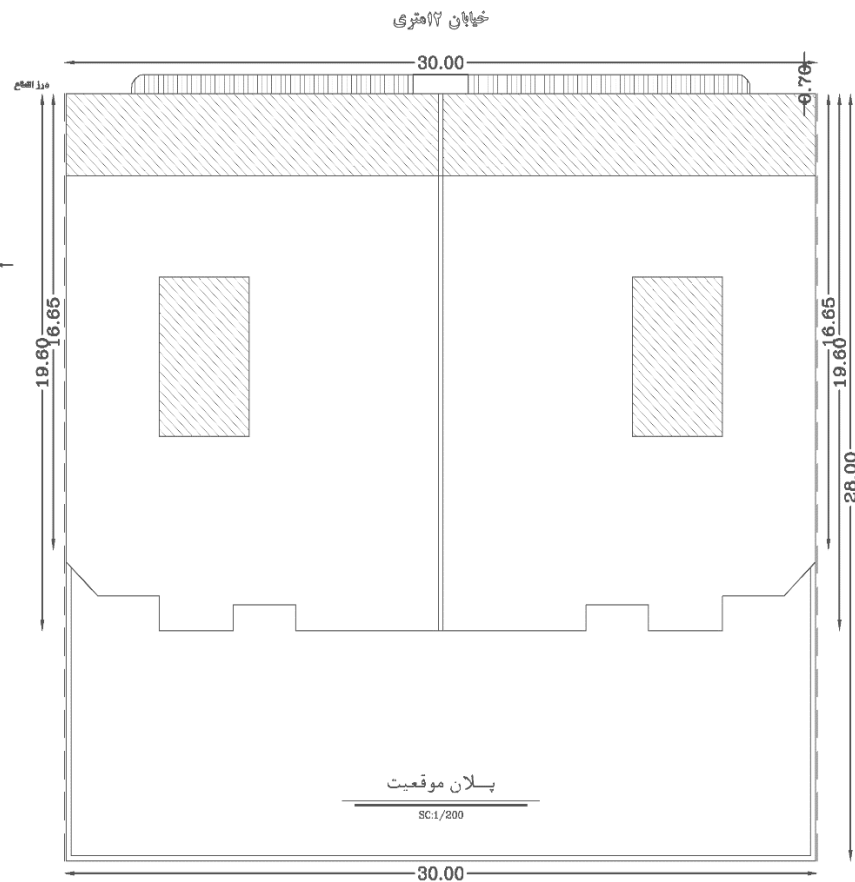
جدول مشخصات ساختمان	
نام و نام خانوادگی مالک	علی رجبی محمد
آدرس ملک	خیابان شهید ایتقی
شماره پلاک ثبتی	
وضعیت موجود ملک	زمین بازر
درج شده توسط مهندس ناظر	
مساحت زمین قبل از تخریب	840.00
مساحت زمین بعد از تخریب	840.00
تراکم مجاز	2%+60%
مساحت طبقه زیر زمین	568.00+12.00+3.00=603.00
مساحت طبقه همکف	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه اول	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه دوم	520.80+12.00+3.00+15.60=551.40
مساحت طبقه سوم	520.80+12.00+3.00+15.60=551.40
مساحت طبقه چهارم	458.62+12.00+3.00=473.62
مساحت طبقه پنجم	458.62+12.00+3.00=473.62
جمع کل مساحت طبقات	3568.44+94.00+21.00+31.20=3724.64
مساحت خالص پارکینگ	476.29+381.72=857.01
مساحت کل کنسول	31.20
مساحت کل تجاری	— — —
تعداد واحدهای تجاری	— — —
تعداد واحدهای مسکونی	2*18
تعداد پارکینگهای تعیین شده در بنا	2*18
ارتفاع مجاز	18.30
ارتفاع واقعی	18.30



جدول مشخصات ساختمان	
نام و نام خانوادگی مالک	طی و جی پی
آدرس ملک	خیابان شهید بهشتی
شماره پلاک ثبتی	
وضعیت موجود ملک	زمین باغ
درج شده توسط مهندس ناظر	
مساحت زمین قبل از تخریب	840.00
مساحت زمین بعد از تخریب	840.00
تراکم مجاز	2%+60%
مساحت طبقه زیر زمین	$588.00+12.00+3.00=603.00$
مساحت طبقه همکف	$520.80+12.00+3.00=535.80$
مساحت طبقه اول	$520.80+12.00+3.00=535.80$
مساحت طبقه دوم	$520.80+12.00+3.00+15.99=551.40$
مساحت طبقه سوم	$520.80+12.00+3.00+15.99=551.40$
مساحت طبقه چهارم	$458.62+12.00+3.00=473.62$
مساحت طبقه پنجم	$458.62+12.00+3.00=473.62$
جمع کل مساحت طبقات	$3558.44+84.00+21.90+31.20=3724.64$
مساحت خالی پارکینگ	$475.29+361.72=837.01$
مساحت کل کنسول	31.20
مساحت کل تجاری	— — —
تعداد واحدهای تجاری	— — —
تعداد واحدهای مسکونی	2*18
تعداد پارکینگهای تامین شده در بنا	2*18
ارتفاع مجاز	18.30
ارتفاع واقعی	18.30



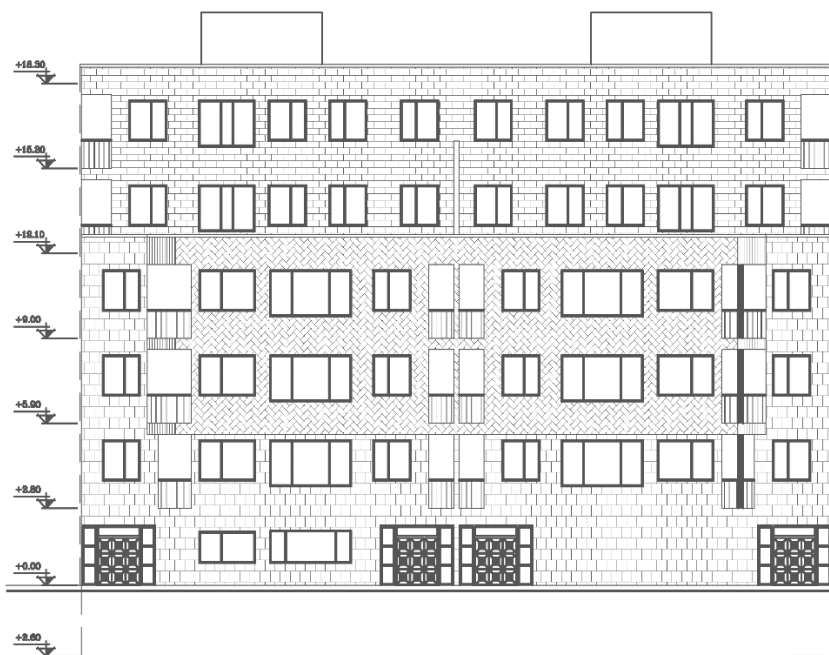
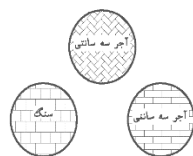
پلان طبقه چهارم - پنجم
SC:1/200



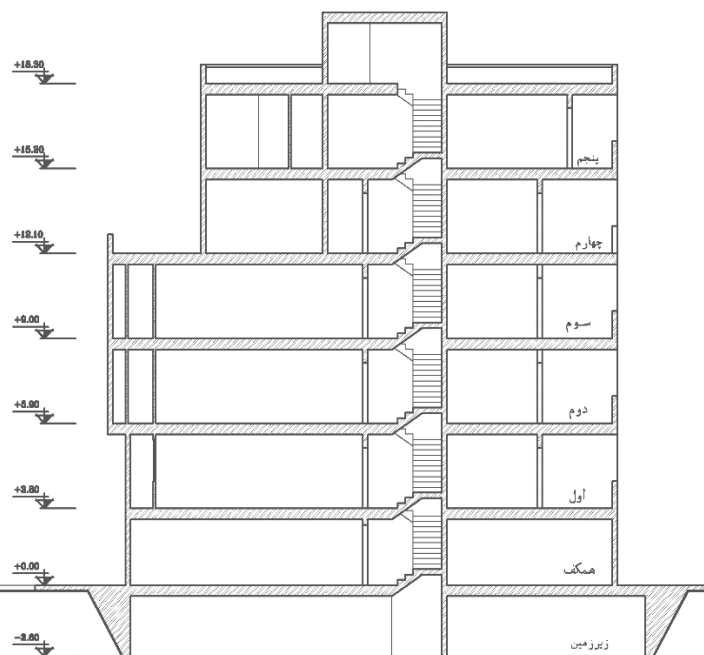
پلان موقعیت
SC:1/200

زمین پلاز

جدول مشخصات ساختمان	
نام و نام خانوادگی مالک	حاجی وحیدی هجید
آدرس ملک	خیابان شهید بهشتی
شماره پلاک ثبتی	
وضعیت موجود ملک	زمین پلاز
درج شده توسط مهندس ناظر	
مساحت زمین قبل از تخریب	840.00
مساحت زمین بعد از تخریب	840.00
تراکم مجاز	2% + 60%
مساحت طبقه زیر زمین	$588.00 + 12.00 + 3.00 = 603.00$
مساحت طبقه همکف	$520.80 + 12.00 + 3.00 = 535.80$
مساحت طبقه اول	$520.80 + 12.00 + 3.00 = 535.80$
مساحت طبقه دوم	$520.80 + 12.00 + 3.00 + 15.60 = 551.40$
مساحت طبقه سوم	$520.80 + 12.00 + 3.00 + 15.60 = 551.40$
مساحت طبقه چهارم	$458.62 + 12.00 + 3.00 = 473.62$
مساحت طبقه پنجم	$458.62 + 12.00 + 3.00 = 473.62$
جمع کل مساحت طبقات	$2558.44 + 84.00 + 21.00 + 31.20 = 2674.64$
مساحت خالی پارکینگ	$475.26 + 381.72 = 857.01$
مساحت کل کنسول	31.20
مساحت کل تجاری	— — —
تعداد واحدهای تجاری	— — —
تعداد واحدهای مسکونی	2*18
تعداد پارکینگهای تامین شده در بنا	2*18
ارتفاع مجاز	18.30
ارتفاع واقعی	18.30

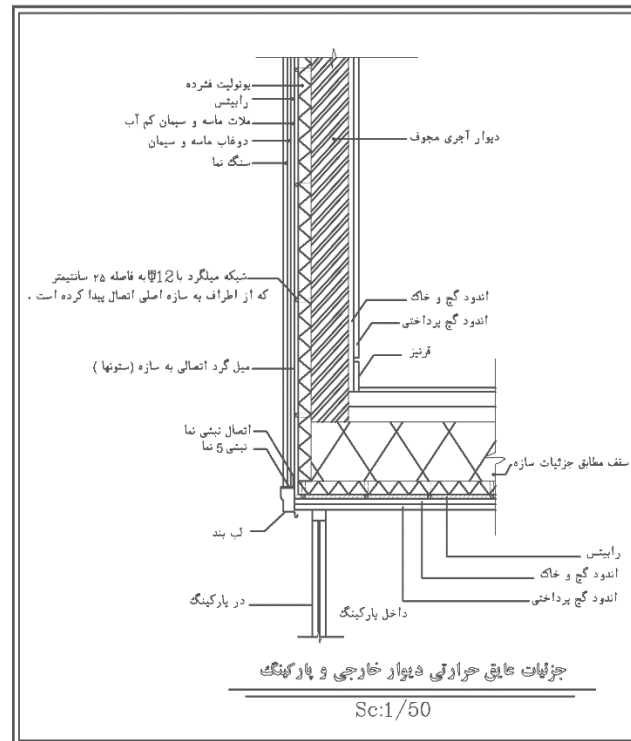
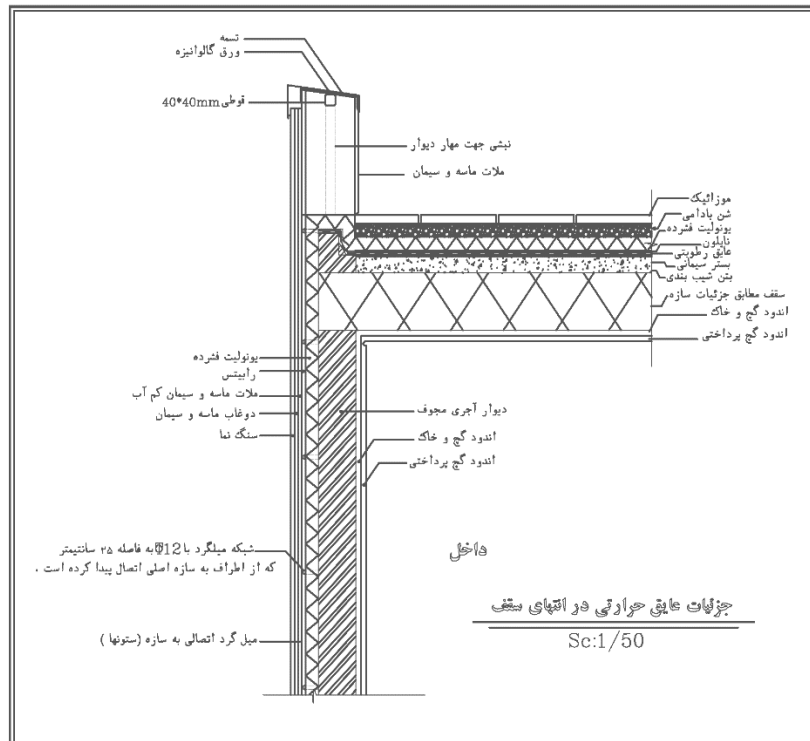
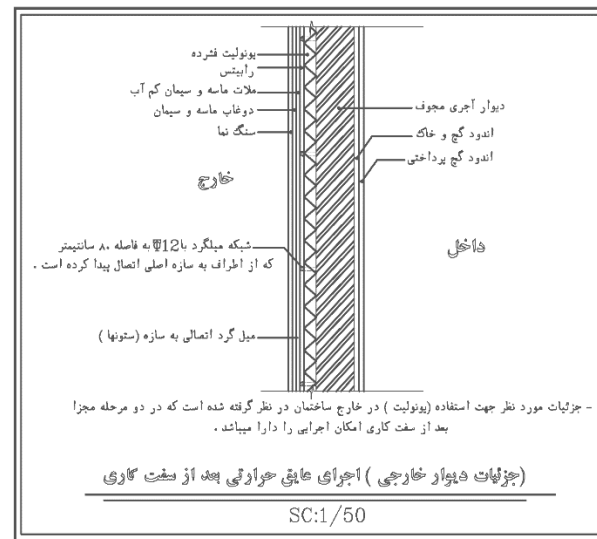
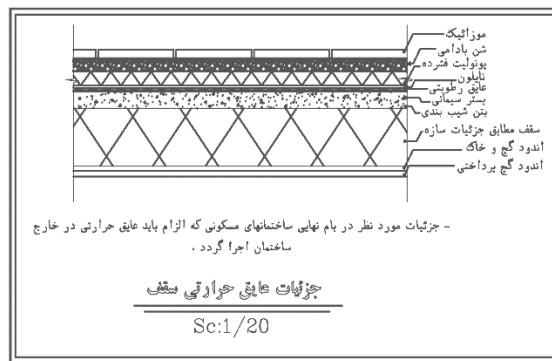
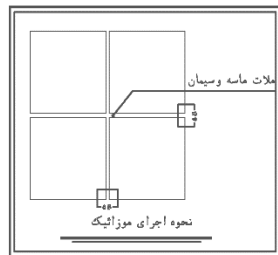


نمای شمالی
SC:1/200



برش A-A
SC:1/200

جدول مشخصات ساختمان	
نام و نام خانوادگی مالک	مهندس ...
آدرس ملک	شهرک شهید بهشتی
شماره پلاک ثبتی	
وضعیت موجود ملک	زمین بازر
درج شده توسط مهندس ناظر	
مساحت زمین قبل از تخریب	840.00
مساحت زمین بعد از تخریب	840.00
تراکم مجاز	2%+60%
مساحت طبقه زیر زمین	588.00+12.00+3.00=603.00
مساحت طبقه همکف	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه اول	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه دوم	520.80+12.00+3.00+15.60=551.40
مساحت طبقه سوم	520.80+12.00+3.00+15.60=551.40
مساحت طبقه چهارم	458.62+12.00+3.00=473.62
مساحت طبقه پنجم	458.62+12.00+3.00=473.62
جمع کل مساحت طبقات	3558.44+84.00+21.00+31.20=3724.64
مساحت خالی پارکینگ	475.26+381.72=857.01
مساحت کل کنسول	31.20
مساحت کل تجاری	— — —
تعداد واحدهای تجاری	— — —
تعداد واحدهای مسکونی	2*18
تعداد پارکینگهای تامین شده در بنا	2*18
ارتفاع مجاز	18.30
ارتفاع واقعی	18.30



جدول مشخصات ساختمان	
نام و نام خانوادگی مالک	طی رحیمی همد
آدرس ملک	خیابان شهید بهشتی
شماره پلاک ثبتی	
وضعیت موجود ملک	زمین باغ
درج شده توسط مهندس ناظر	
مساحت زمین قبل از تخریب	840.00
مساحت زمین بعد از تخریب	840.00
تراکم مجاز	2%+60%
مساحت طبقه زیر زمین	588.00+12.00+3.00=603.00
مساحت طبقه همکف	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه اول	520.80+12.00+3.00=535.80
مساحت طبقه دوم	520.80+12.00+3.00+15.99=551.80
مساحت طبقه سوم	520.80+12.00+3.00+15.60=551.40
مساحت طبقه چهارم	458.62+12.00+3.00=473.62
مساحت طبقه پنجم	458.62+12.00+3.00=473.62
جمع کل مساحت طبقات	3558.44+84.00+21.90+31.20=3724.64
مساحت خالص پارکینگ	475.28+361.72=837.01
مساحت کل کنسول	31.20
مساحت کل تجاری	— — —
تعداد واحدهای تجاری	— — —
تعداد واحدهای مسکونی	2*18
تعداد پارکینگهای تامین شده در بنا	2*18
ارتفاع مجاز	18.30
ارتفاع واقعی	18.30

۴-۲- بحث یا یافته‌های حاصل از چارچوب نظری:

۴-۲-۱- بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده:

بلوک سبک بتنی هوادار اتوکلاو شده همان بتن گازی سبک یا متخلخل است. این نام برای بتن هوادار تولید شده در اروپا در نظر گرفته شده است. در سال ۱۹۲۴ میلادی توسط مهندس معمار سوئدی اختراع و به جامعه مهندسين معرفی شد. این بتن در صنعت ساختمان سازی به هبلکس معروف است [۲۳]. مواد تشکیل دهنده اصلی بتن هوادار اتوکلاوی، ماسه سیلیسی، آهک، سیمان، آب هستند، که طبیعی و به وفور یافت می شوند. ترکیبات قابل بازیافت و برگرداندن به چرخه تولید می باشند.

۴-۲-۱-۱- ویژگی‌ها:

سبکی وزن، عایق در برابر حرارت، عایق در برابر برودت، عایق در برابر صدا، استحکام و پایداری در مقابل زلزله و آتش سوزی می باشند.

۴-۲-۱-۲- مزایای اجرایی:

با توجه به ابعاد و سبکی و راحتی نصب بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده در همه ضخامت ها، سرعت اجرا نسبت به سایر مصالح به ۳ برابر بالغ می شود. از مزایای اقتصادی: پروژه های ساختمانی با استفاده از بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده با در نظر گرفتن سرعت اجرا، به دستمزد کمتری احتیاج و همچنین استفاده از بتن هوادار اتوکلاو شده به سبب مصرف ملات کمتر و نیز کاهش بارهای وارده به سازه به دلیل وزن کم دیوارها که موجب کاهش ابعاد سازه می شود، صرفه جویی قابل ملاحظه ای را در هزینه مصالح مصرفی موجب می شود.

همچنین این مصالح با وجود تخلخل هایی از حباب های ریز، شرایط مناسبی به منظور جلوگیری از هدررفت انرژی ساختمان داشته باشد و به عبارت دیگر می تواند عایق هوشمند صوت و حرارت باشد.

۴-۲-۱-۳- مقایسه با مصالح سنتی:

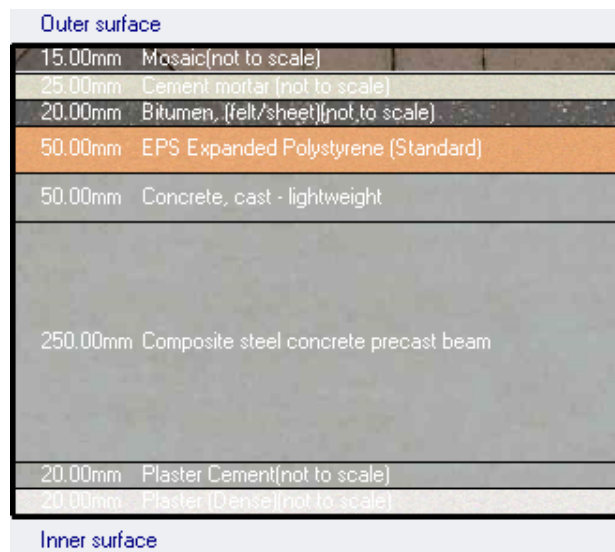
سرعت زیاد دیوار چینی با بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده سرعت زیاد کارهای تأسیساتی، کاهش مقاطع ساختمانی به هنگام محاسبه و صرفه جویی قابل ملاحظه در سازه های فلزی و بتنی. به علاوه استفاده از بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده موجب صرفه جویی چشمگیری در انرژی برای سرمایش و گرمایش ساختمان بعد از احداث می شود. همچنین ضایعات، همه به عنوان پوکه مورد استفاده قرار می گیرند.

۴-۲-۱-۴- مزایای کلی:

سازگاری با محیط زیست، مقاوم در برابر بارهای ناشی از باد و طوفان های شدید و زلزله [۲۴].

۴-۲-۲- مصالح به کار رفته در بام:

بام ساختمان که حد فاصل فضای درونی و بیرونی ساختمان می باشد، نیاز به عایق های رطوبتی و حرارتی دارد. در بام هشت لایه به کار رفته است که در مجموع ضخامت آن به ۴۵ سانتی متر می رسد. در شکل و جدول به معرفی دقیق تر این لایه های پرداخته می شود.



شکل (۴-۲۳) مصالح به کار رفته در بام

جدول (۴-۲) مصالح به کار رفته در بام

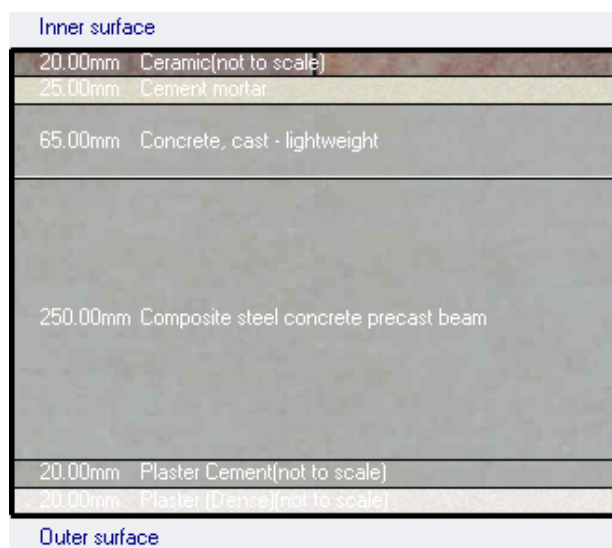
لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	موزاییک	۱.۵	۱۹۲۰	۴۳۰	۱.۸۰۳	-
۲	ملات ماسه سیمان	۲.۵	۱۸۶۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۳	قیر و گونی	۲	۱۱۰۰	۱۰۰۰	۰.۲۳	-
۴	پلی استایرن	۵	۱۵	۱۴۰۰	۰.۰۴	-
۵	بتن سبک	۵	۵۰۰	۸۴۰	۰.۱۷	-
۶	تیرچه بلوک	۲۵	-	-	-	۰.۲۵

-	۱.۱۵	۱۰۰۰	۱۸۰۰	۲	پلاستر سیمان	۷
-	۰.۵	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۲	اندود گچ	۸
۲.۱۲۲	-	-	-	۴۵	-	کل

۴-۲-۳- مصالح به کار رفته در کف طبقات (داخلی):

در کف طبقات (داخلی) شش لایه به کار رفته است که در مجموع ضخامت آن به ۴۰ سانتی متر می‌رسد.

در شکل و جدول به معرفی دقیق‌تر این لایه‌های پرداخته می‌شود.



شکل (۴-۲۴) مصالح به کار رفته در کف طبقات داخلی

جدول (۳-۴) مصالح به کار رفته در کف طبقات داخلی

لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	سرامیک	۲	۱۷۰۰	۸۵۰	۰.۸	-
۲	ملات ماسه سیمان	۲.۵	۱۸۶۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۳	بتن سبک	۶.۵	۵۰۰	۸۴۰	۰.۱۷	-
۴	تیرچه بلوک	۲۵	-	-	-	۰.۲۵
۵	پلاستر سیمان	۲	۱۸۰۰	۱۰۰۰	۱.۱۵	-
۶	اندود گچ	۲	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۰.۵	-
کل	-	۴۰	-	-	-	۱.۰۱۹

۴-۲-۴ مصالح به کار رفته در کف طبقات (خارجی):

کف طبقات (خارجی) ساختمان که حد فاصل فضای درونی و بیرونی ساختمان می‌باشد، نیاز به عایق حرارتی دارد. در کف طبقات (خارجی) هفت لایه به کار رفته است و ترتیب این لایه‌ها مشابه کف طبقات (داخلی) می‌باشند با احتساب یک لایه عایق حرارتی پلی استایرن که در مجموع ضخامت آن به ۴۵ سانتی‌متر می‌رسد. در شکل و جدول به معرفی دقیق‌تر این لایه‌های پرداخته می‌شود.

Inner surface	
20.00mm	Ceramic(not to scale)
25.00mm	Cement mortar(not to scale)
65.00mm	Concrete, cast - lightweight
250.00mm	Composite steel concrete precast beam
50.00mm	EPS Expanded Polystyrene (Standard)
20.00mm	Plaster Cement(not to scale)
20.00mm	Plaster (Dense)(not to scale)
Outer surface	

شکل (۴-۲۵) مصالح به کار رفته در کف طبقات خارجی

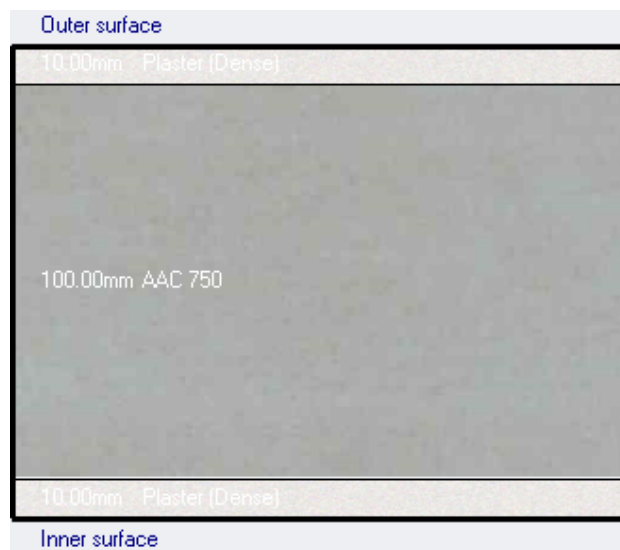
جدول (۴-۴) مصالح به کار رفته در کف طبقات خارجی

لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	سرامیک	۲	۱۷۰۰	۸۵۰	۰.۸	-
۲	ملات ماسه سیمان	۲.۵	۱۸۶۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۳	بتن سبک	۶.۵	۵۰۰	۸۴۰	۰.۱۷	-
۴	تیرچه بلوک	۲۵	-	-	-	۰.۲۵
۵	پلی استایرن	۵	۱۵	۱۴۰۰	۰.۰۴	-
۶	پلاستر سیمان	۲	۱۸۰۰	۱۰۰۰	۱.۱۵	-

-	۰.۵	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۲	اندود گچ	۷
۲.۲۰۹	-	-	-	۴۵	-	کل

۴-۲-۵- مصالح به کار رفته در دیوار (داخلی):

در دیوار (داخلی) شش لایه به کار رفته است که در مجموع ضخامت آن به ۱۲ سانتی متر می رسد. دیوارهای (داخلی) که حدّ فاصله بین واحدهای مختلف می باشند، ضخامت بلوک بتنی هوادار اتوکلاو شده به ۲۰ سانتی متر می رسد. در شکل و جدول به معرفی دقیق تر این لایه های پرداخته می شود.



شکل (۴-۲۶) مصالح به کار رفته در دیوار داخلی

جدول (۴-۵) مصالح به کار رفته در دیوار داخلی

لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	اندودن گچ	۱	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۰.۵	-
۲	بتن هوادار اتوکلاو	۱۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۴	-
۳	اندودن گچ	۱	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۰.۵	-
کل	-	۱۲	-	-	-	۰.۷۱۷

۴-۲-۶- مصالح به کار رفته در دیوار (خارجی) با آجرنما:

دیوار (خارجی) ساختمان که حد فاصل فضای درونی و بیرونی ساختمان می‌باشد، نیاز به عایق حرارتی دارد. در دیوار (خارجی) شش لایه به کار رفته است که در مجموع ضخامت آن به ۳۲ سانتی‌متر می‌رسد. این قسمت لایه‌های دیوار (خارجی) با آجرنما تعریف شده است. در شکل و جدول به معرفی دقیق‌تر این لایه‌های پرداخته می‌شود.



شکل (۴-۲۷) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با آجرنما

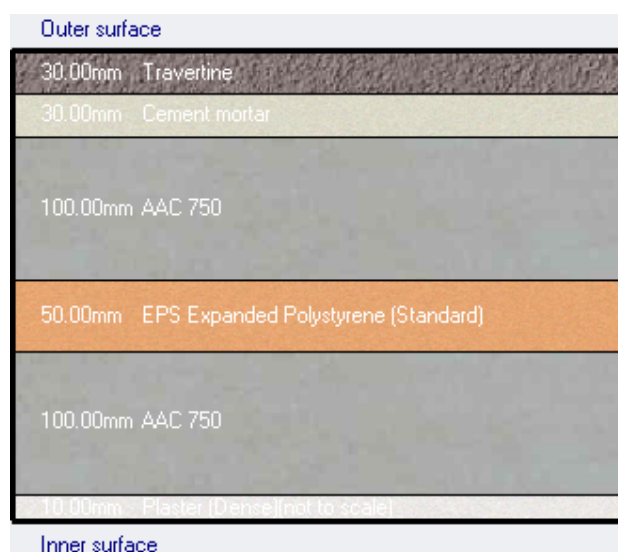
جدول (۴-۶) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با آجرنما

لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	آجرنما	۳	۱۹۲۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۲	ملات ماسه سیمان	۳	۱۸۶۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۳	بتن هوادار اتوکلاو	۱۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۴	-
۴	پلی استایرن	۵	۱۵	۱۴۰۰	۰.۰۴	-
۵	بتن هوادار اتوکلاو	۱۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۴	-
۶	اندود گچ	۱	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۰.۵	-

۲.۳۵۷	-	-	-	۳۲	-	کل
-------	---	---	---	----	---	----

۴-۲-۷- مصالح به کار رفته در دیوار (خارجی) با سنگ‌نما:

ضخامت و تک‌تک لایه‌های این دیوار مشابه دیوار (خارجی) با آجرنما است، به جز بیرونی‌ترین سطح آن که با سنگ‌نما تعریف شده است. در شکل و جدول به معرفی دقیق‌تر این لایه‌های پرداخته می‌شود.



شکل (۴-۲۸) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با سنگ‌نما

جدول (۷-۴) مصالح به کار رفته در دیوار خارجی با سنگ‌نما

لایه	مصالح	ضخامت cm	چگالی kg/m ³	دمای ویژه J/(kg.K)	ضریب انتقال حرارت W/(m.K)	مقاومت حرارتی (m ² .k)/W
۱	سنگ‌نما (تراورتن)	۳	۲۶۰۰	۱۰۰۰	۲.۳	-
۲	ملات ماسه سیمان	۳	۱۸۶۰	۸۴۰	۰.۷۲	-
۳	بتن هوادار اتوکلاو	۱۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۴	-
۴	پلی استایرن	۵	۱۵	۱۴۰۰	۰.۰۴	-
۵	بتن هوادار اتوکلاو	۱۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۰.۲۴	-
۶	اندود گچ	۱	۱۳۰۰	۱۰۰۰	۰.۵	-
کل	-	۳۲	-	-	-	۲.۳۲۸

۴-۳- شبیه سازی تحلیلی رایانه ای:

۴-۳-۱- نتایج شبیه سازی:

بعد از وارد کردن مشخصات مصالح تک تک لایه‌های به کار رفته در سربرج ساخت نرم‌افزار دیزاین بیلدر، به سربرج شبیه سازی مراجعه کرده و با وارد کردن دستورات شبیه سازی سالانه و تعیین خروجی‌های مورد نظر به نرم‌افزار داده‌ها به صورت جدول و نمودار به دست آمد. با بررسی و مقایسه داده‌های نرم‌افزار، جدول

۴-۷ و ۴-۸ شکل گرفت. این جداول نشان دهنده بار سرمایش، گرمایش و کل ساختمان در طی ماههای سال می باشند.

جدول (۴-۸) انرژی مصرفی سرمایش، گرمایش و کل آجرنما

ماه	بار سرمایش بر حسب کیلووات ساعت	بار گرمایش بر حسب کیلووات ساعت	بار کل بر حسب کیلووات ساعت
فروردین	۷.۴۴	۱۱۳.۸۴	۱۲۱.۲۸
اردیبهشت	۵۷۵.۹۶	۱.۳۹	۵۷۷.۳۵
خرداد	۲۶۰۷.۱۹	۰	۲۶۰۷.۱۹
تیر	۷۸۳۰.۴۷	۰	۷۸۳۰.۴۷
مرداد	۹۳۹۳.۰۳	۰	۹۳۹۳.۰۳
شهریور	۹۶۳۲.۱۷	۰	۹۶۳۲.۱۷
مهر	۵۹۹۲.۱۳	۰	۵۹۹۲.۱۳
آبان	۸۰۹.۷	۰	۸۰۹.۷
آذر	۱۳۲.۸	۵۶.۴۱	۱۸۹.۲۱
دی	۰.۱	۱۳۹۳.۷۴	۱۳۹۳.۸۴
بهمن	۰.۰۲	۲۴۴۳.۸۴	۲۴۴۳.۸۶
اسفند	۰.۰۳	۱۴۱۱.۹۷	۱۴۱۲
کل	-	-	۴۲۴۰۲.۲۳

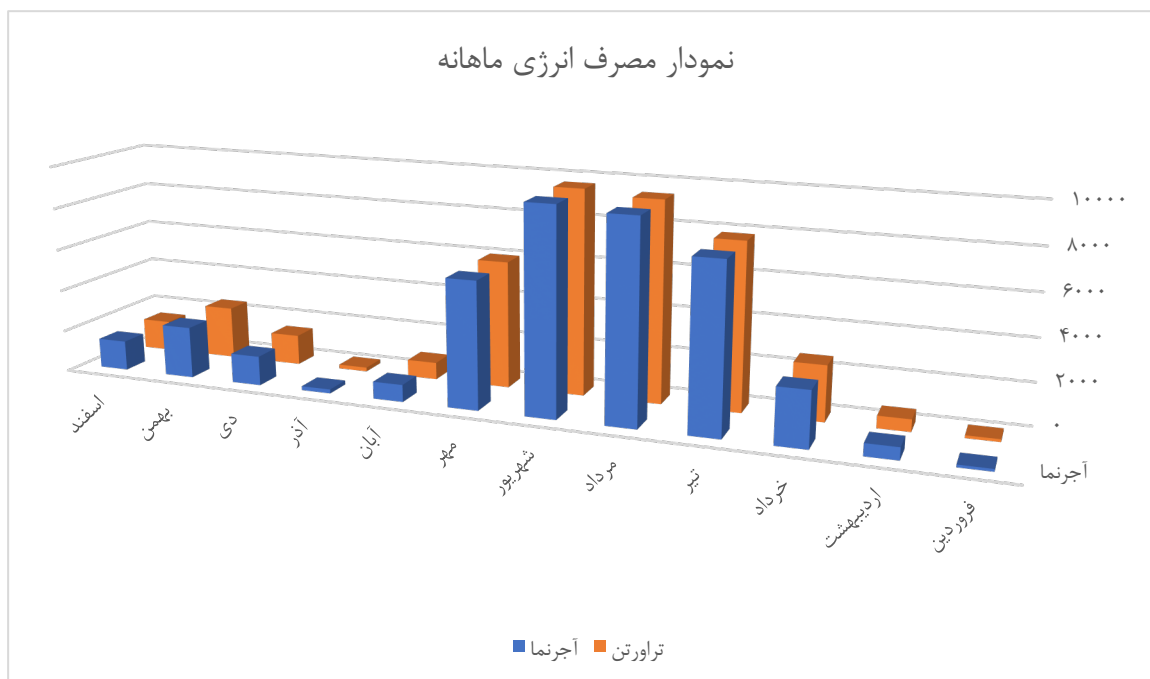
جدول (۹-۴) انرژی مصرفی سرمایش، گرمایش و کل سنگ‌نما

ماه	بار سرمایش بر حسب کیلووات ساعت	بار گرمایش بر حسب کیلووات ساعت	بار کل بر حسب کیلووات ساعت
فروردین	۷.۴۹	۱۲۱.۳۳	۱۲۸.۸۲
اردیبهشت	۵۷۳.۴۶	۱.۶۵	۵۷۵.۱۱
خرداد	۲۶۱۰.۷۵	۰	۲۶۱۰.۷۵
تیر	۷۸۴۶.۹۲	۰	۷۸۴۶.۹۲
مرداد	۹۴۱۷.۶۹	۰	۹۴۱۷.۶۹
شهریور	۹۶۶۸.۱۹	۰	۹۶۶۸.۱۹
مهر	۶۰۱۲.۳۶	۰	۶۰۱۲.۳۶
آبان	۸۰۷.۱۶	۰	۸۰۷.۱۶
آذر	۱۲۹.۸	۵۸.۹۶	۱۸۸.۷۶
دی	۰.۱۲	۱۴۳۴.۳۶	۱۴۳۴.۴۸
بهمن	۰.۰۱	۲۴۸۷.۰۸	۲۴۸۷.۰۹
اسفند	۰.۰۲	۱۴۵۶.۱۴	۱۴۵۶.۱۶
کل	-	-	۴۲۶۳۳.۴۹

با مقایسه جداول ۸-۴ و ۹-۴ نکات کلیدی نمایان شد. بار سرمایش آجرنما در ماه‌های اردیبهشت، آبان و آذر در مقایسه با سنگ‌نما بر حسب کیلووات ساعت بیشتر شبیه سازی شده است، ولی در همان ماه‌ها بار گرمایش آجرنما کمتر از سنگ‌نما می‌باشد. و در انتها مجموع بار کل سرمایش و گرمایش آجرنما از سنگ‌نما کمتر می‌باشد.

۴-۳-۲- نمودار (شکل ۴-۲۹):

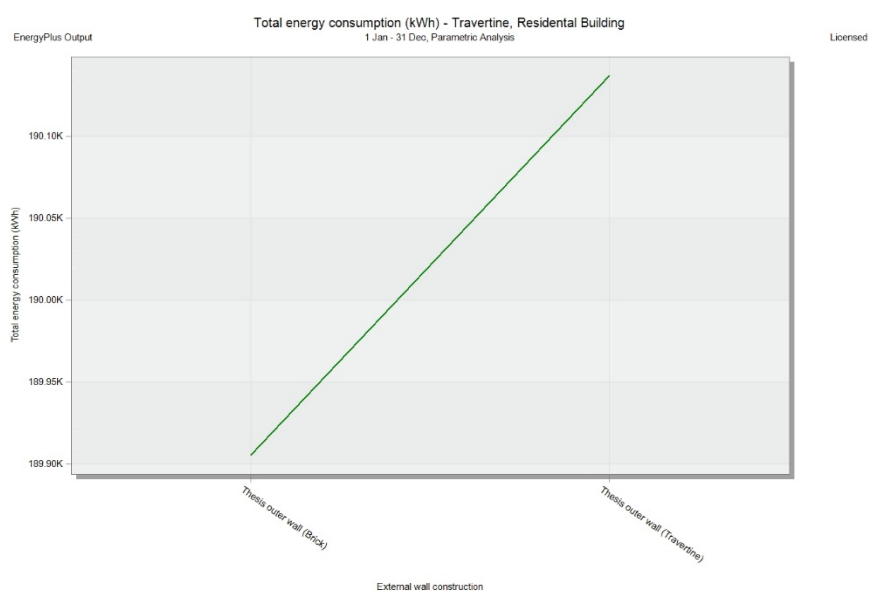
با توجه به جداول ۸-۴ و ۹-۴ شکل گرفته است، که نشان دهنده بار سرمایش، گرمایش و کل ساختمان در طی ماه‌های سال بر حسب کیلووات ساعت می‌باشند.



شکل (۴-۲۹) مقایسه مصرفی انرژی ماهانه

۳-۳-۴- شبیه سازی پارامتریک:

در انتها با استفاده از شبیه سازی پارامتریک و تعریف کردن سوال پژوهش برای نرم افزار سیستم انرژی پلاس مصرف انرژی کل سالانه آجرنما و سنگ تراورتن با هم مقایسه گردید و نتایج این آزمایش در نمودار زیر مشخص می باشند.



شکل (۳۰-۴) نتیجه شبیه سازی پارامتریک

فصل پنجم

نتیجه گیری و مشاهدات

۵-۱- تفسیر یافته‌ها و تبدیل آن‌ها به تئوری:

راه‌های مصرف انرژی برای برقرار کردن شرایط آسایش در ساختمان‌ها زیاد است. بنابراین، قبل از هر کاری باید میزان این انرژی مصرفی سنجیده شود. یکی از راه‌های به دست آوردن مقدار آن استفاده از برنامه‌های شبیه سازی مصرف انرژی است. در گذشته، این کار بسیار زمان بر بود و با خطای بسیاری مواجه می‌شد اما امروزه به کمک برنامه‌های شبیه ساز که با دقت بالا و با صرف زمان کمتر انجام و نتایج مطلوبی در اختیار ما می‌گذارند.

انتخاب مصالح مناسب در هر اقلیم امری ضروری است، به طوری که مصالح با ظرفیت حرارتی مختلف کارکرد متفاوتی در هر اقلیم دارند، با انتخاب مصالح با جرم حرارتی مناسب به میزان قابل توجهی از مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان کاسته شده و در حین ایجاد آسایش ساکنان، صرفه جویی در مصرف انرژی را ممکن می‌سازد. امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی، دامنه تولید مصالح مختلف با ویژگی های حرارتی متفاوت روز به روز در حال گسترش است که این، معماران را در انتخاب صحیح مصالح ترغیب و یاری می‌کند.

انتخاب مصالح سازگار با اقلیم میزان مصرف انرژی را در ساختمان ها به میزان قابل توجهی کنترل کرده و می تواند سهم بزرگی در کم کردن اثرات منفی زیست محیطی داشته باشد.

۵-۲- گزارش در خصوص اهداف:

هدف کلان این پژوهش بررسی عملکرد ساختمان پنج طبقه مسکونی پوشیده از آجرنما در مقایسه با سنگنما در اقلیم تهران بود. با توجه به جداول ۴-۷، ۴-۸ با اینکه بار سرمایشی در ماه های اردیبهشت، آبان و آذر در سنگنما به ترتیب ۰.۴۴٪، ۰.۳۲٪ و ۰.۲۶٪ از آجرنما کمتر است، ولی مقایسه عملکرد آجرنما و سنگنما با ۰.۵۴٪ صرفه جویی انرژی بار کل سرمایش و گرمایش سالانه نشان دهنده برتری آجرنما به عنوان نمای بهتر برای ساختمان مسکونی در اقلیم مورد نظر می باشد. طبق نتایج شبیه سازی پارامتریک (شکل ۸-۴) استفاده آجرنما در مقایسه با سنگنما باعث ۰.۱۴٪ صرفه جویی در کل انرژی مصرفی ساختمان مذکور می شود.

اهداف جزئی این پژوهش توجه به تطابق مصالح ساختمان با اقلیم خاص منطقه موجود در آن و بهره گیری از شرایط مطلوب رطوبت، دما و نور خارج در فصول مختلف برای داخل بنا بود. طبق نتایج به دست آمده از شبیه ساز نرم افزار دیزاین بیلدر که نشان دهنده برتری آجرنما در مقایسه با سنگنما است، آجرنما همچنین به عنوان مصالح بومی منطقه شناخته شده می باشد.

۵-۳- پاسخ به سوالات:

در پاسخ به سؤال های پژوهش باید گفت فاکتورهای مؤثر زیادی در عملکرد حرارتی جداره های خارجی بنا نقش دارند؛ برخی از این فاکتورها شامل انرژی ناشی از نور خورشید، انرژی همرفتی، میزان بازشوها، تأثیر باد، جهت گیری ساختمان، رنگ ساختمان، بازخورد حرارتی مصالح که شامل پوشش های داخلی و خارجی علاوه

بر مصالح میانی جدار، اثاثیه و افراد داخل هستند. در پژوهش حاضر با کمک گرفتن از نرم‌افزار شبیه ساز دیزاین‌بیلدر، به ارزیابی دو مصالح رایج نما در ساختمان‌های مسکونی شهر تهران پرداخته شده است. در نهایت کار بر طبق بهینه سازی پارامتریک، نمای بهینه‌تر برای ساختمان مسکونی ۵ طبقه در شهر تهران آجرنما بود. آجرنما نه تنها باعث صرفه جویی انرژی می‌شود، بلکه از مصالح بومی منطقه می‌باشد. همچنین از نگاه منظر شهری هویت شهر تهران شناخته می‌شود.

انتخاب درست مصالح ساختمانی و همچنین بهره گیری از روشنایی روز، از تکنیک های بسیار عالی برای کاهش مصرف انرژی ساختمان است. جداره خارجی اگر به درستی طراحی شود می تواند مانعی قوی در مقابل اتلاف انرژی باشد، در چنین وضعیتی هزینه‌های مربوط به سوخت گرمایش و سرمایش فضاها کاهش می یابد. با توجه به اینکه امروزه بیشترین مصرف سوخت‌ها در دنیا مربوط به بخش مسکونی است، هر اقدام کوچک در این زمینه باعث صرفه جویی چشمگیری در این حوزه خواهد شد.

۵-۴- فرضیه آزمایی:

با توجه به اینکه این پژوهش سوال محور بود. در همین راستا و برای اطمینان از صحت نتایج خروجی نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر از دو مدل شبیه‌سازی ساده و پارامتریک این برنامه استفاده شد. و در هر دو روش برتری آجرنما به نسبت سنگ‌نما برای ساختمان مسکونی ۵ طبقه در تهران اثبات شد.

۵-۵- پیشنهادات برای تحقیق آتی:

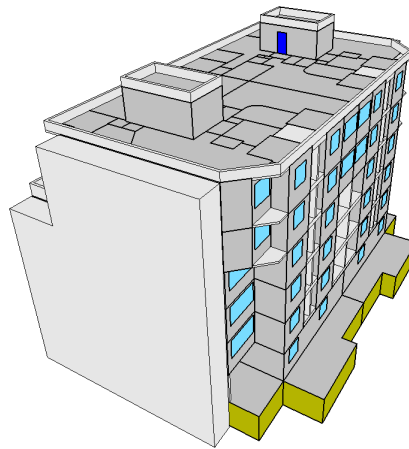
در حال حاضر، بهینه سازی انرژی در همه حوزه‌ها در دنیا مطرح است. لزوم کنترل مصرف انرژی و بهینه کردن آن امروزه به علت محدود بودن ذخایر فسیلی و همچنین آلودگی های ناشی از مصرف این سوخت‌ها،

بیش از پیش احساس می شود. در ادامه این پژوهش می توان به بررسی عوامل تأثیرگذار دیگر مانند باد، تهویه، نور، جهت گیری ساختمان و میزان بازشوها که متناسب با اقلیم منطقه باشند، پرداخت.

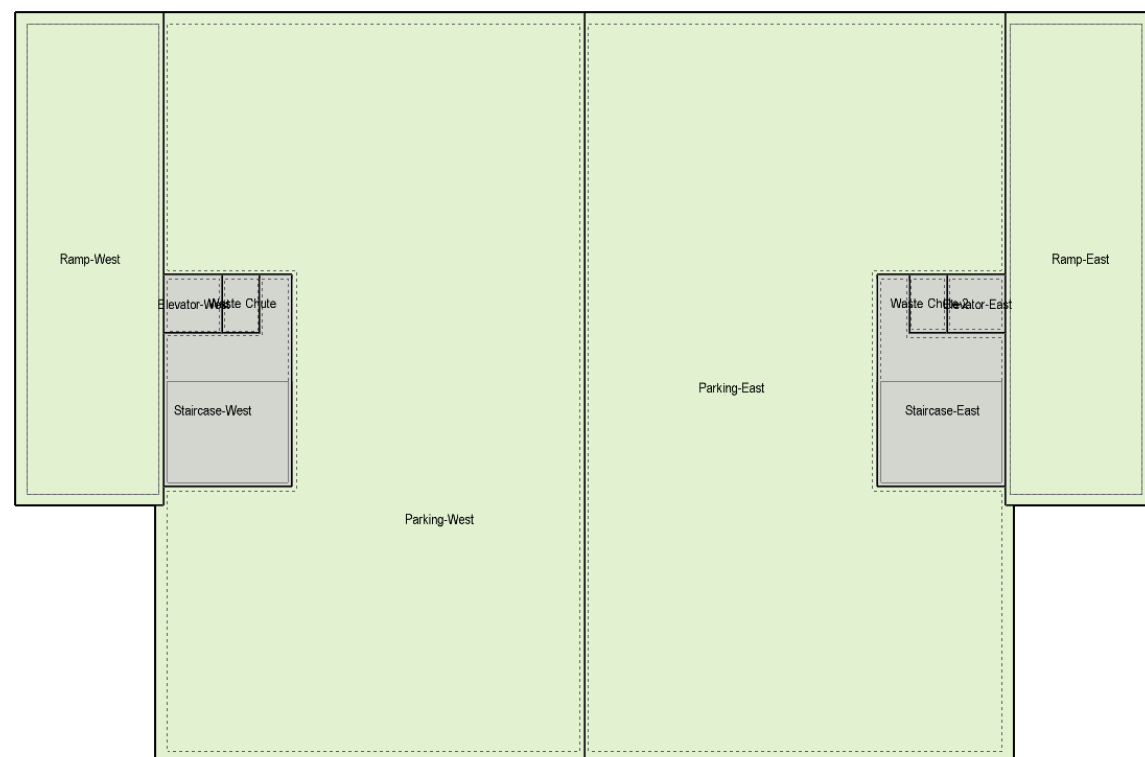
۵-۶- بیان نوآوری های پژوهش:

در این ساختمان مسکونی از مصالح آجر مجوف استفاده شده بود. با توجه به مطالعات کتابخانه ای انجام شده در حوزه مصالح مناسب منطقه، بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده جایگزین آجر مجوف شد. و همچنین استفاده از سایه بان افقی در سربلک بازشو نیز باعث بهینه سازی انرژی ساختمان شد که این دو تغییر پیش از بررسی عملکرد مصرف انرژی آجرنما در مقایسه با سنگنما صورت گرفت.

۵-۷- مدارک ساختمان:



شکل (۵-۳۱) فرم شبیه سازی ساختمان بر حسب حوزه های انرژی

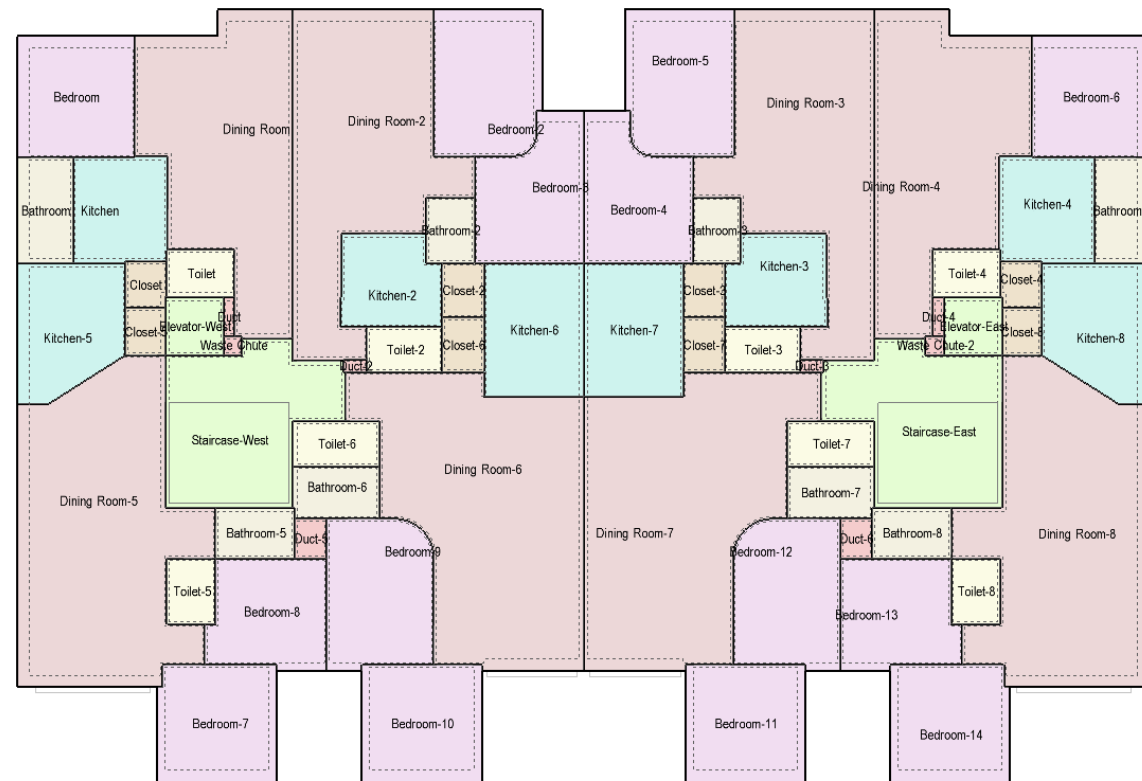


شکل (۳۳-۵) نقشه طبقه همکف

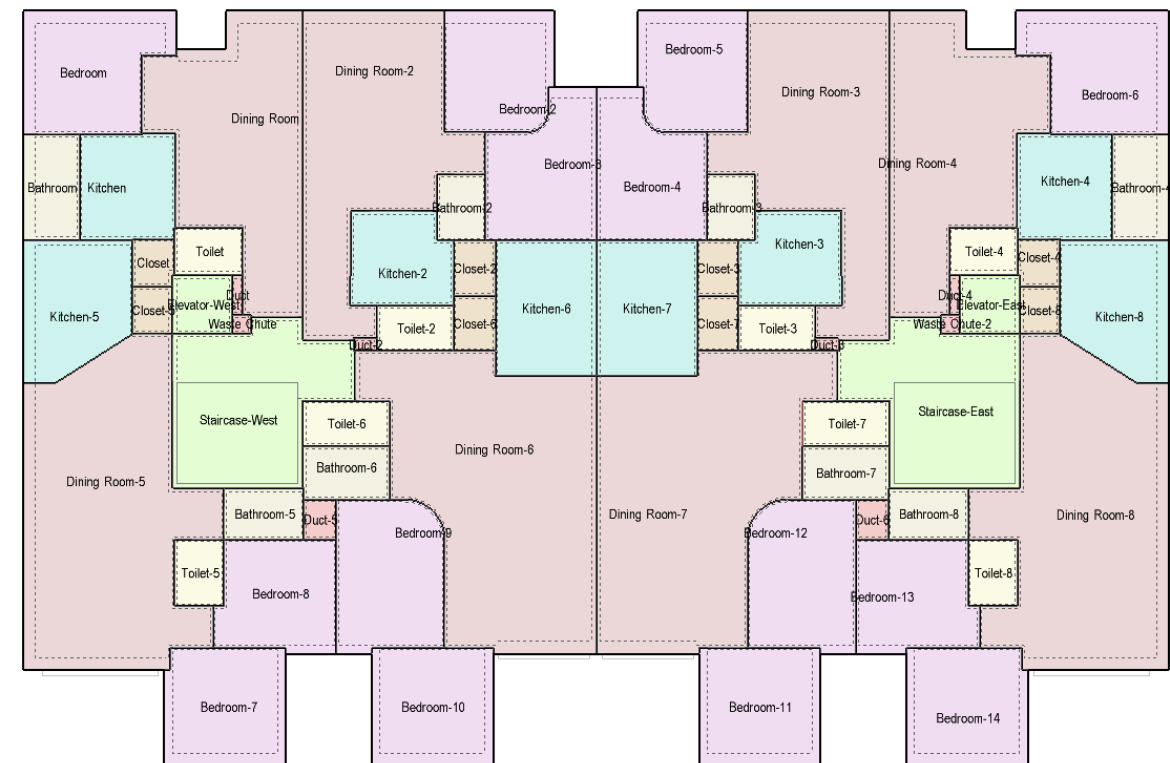


شکل (۳۲-۵) نقشه طبقه زیرزمین

- Domestic Dining room
- Domestic Toilet
- Common circulation areas
- Domestic Bathroom
- Domestic Kitchen
- Domestic Bedroom
- Domestic Circulation
- <None>

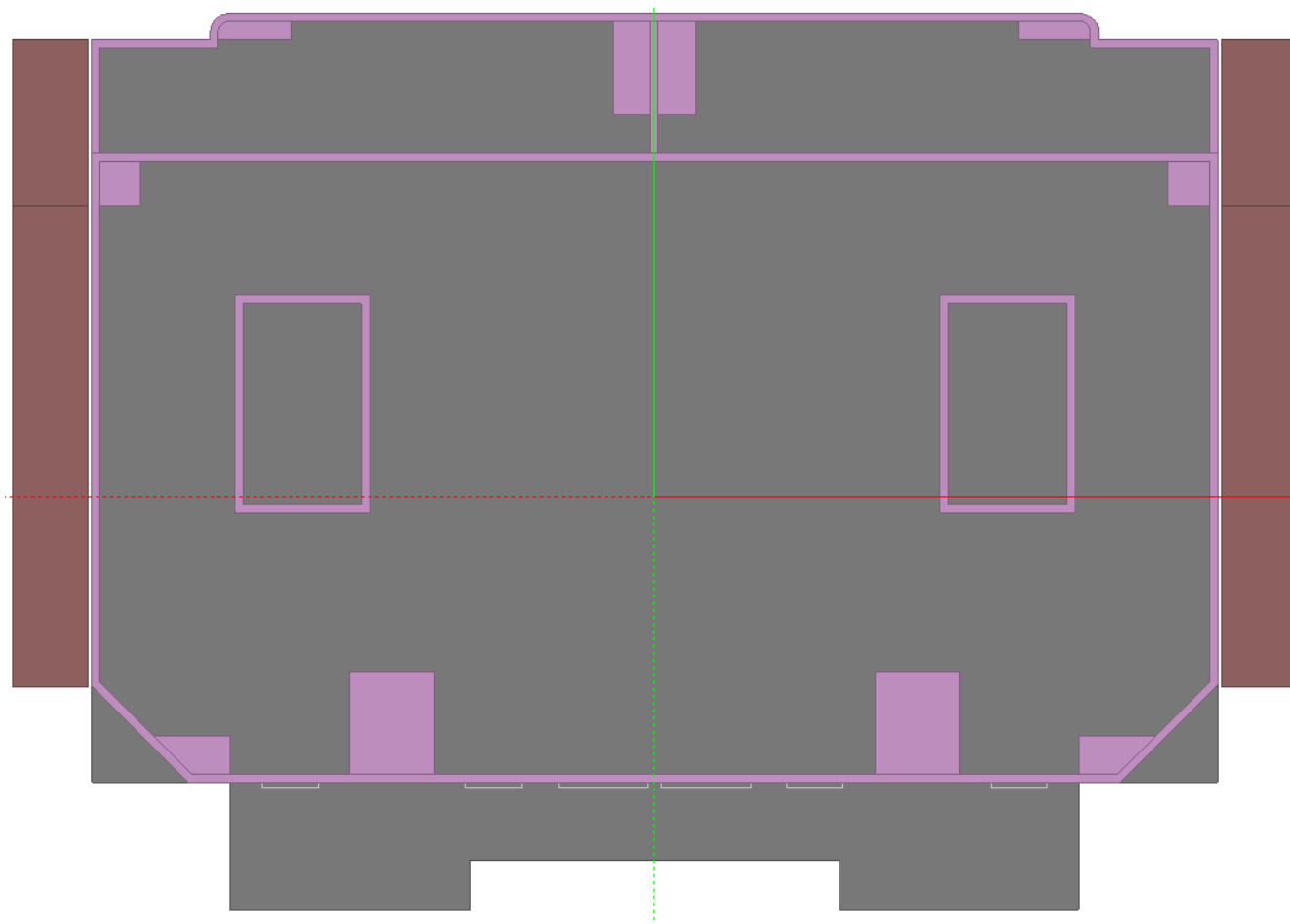


شکل (۵-۳۵) نقشه طبقه دوم و سوم

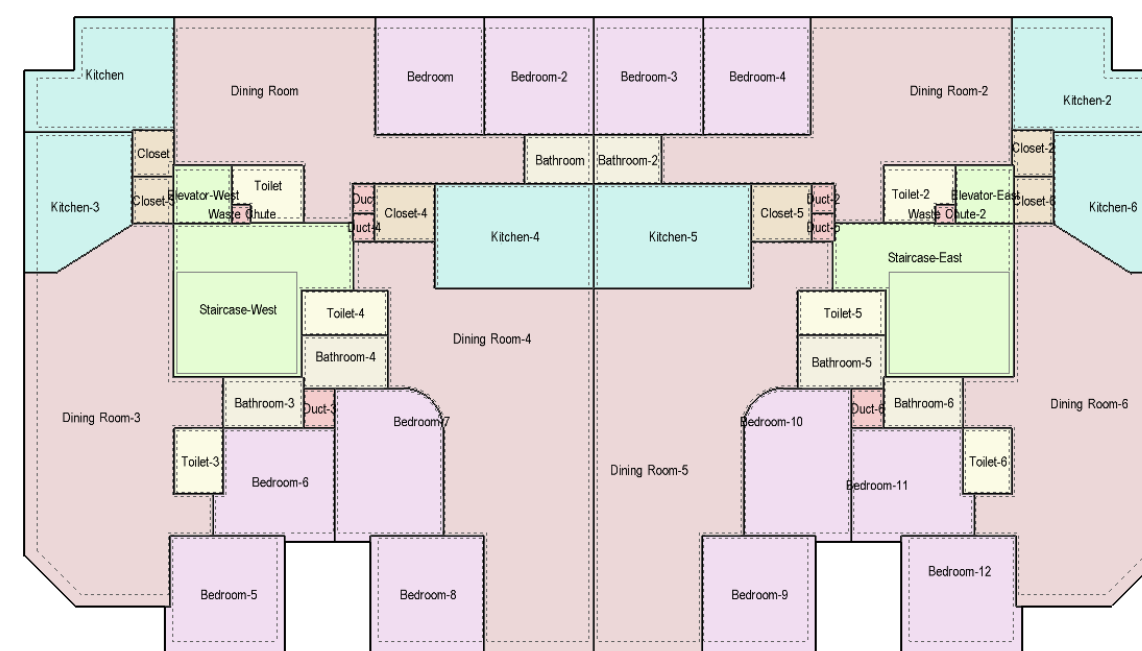


شکل (۵-۳۴) نقشه طبقه اول

- Domestic Dining room
- Domestic Toilet
- Common circulation areas
- Domestic Bathroom
- Domestic Kitchen
- Domestic Bedroom
- Domestic Circulation
- <None>



شکل (۵-۳۷) نقشه بام

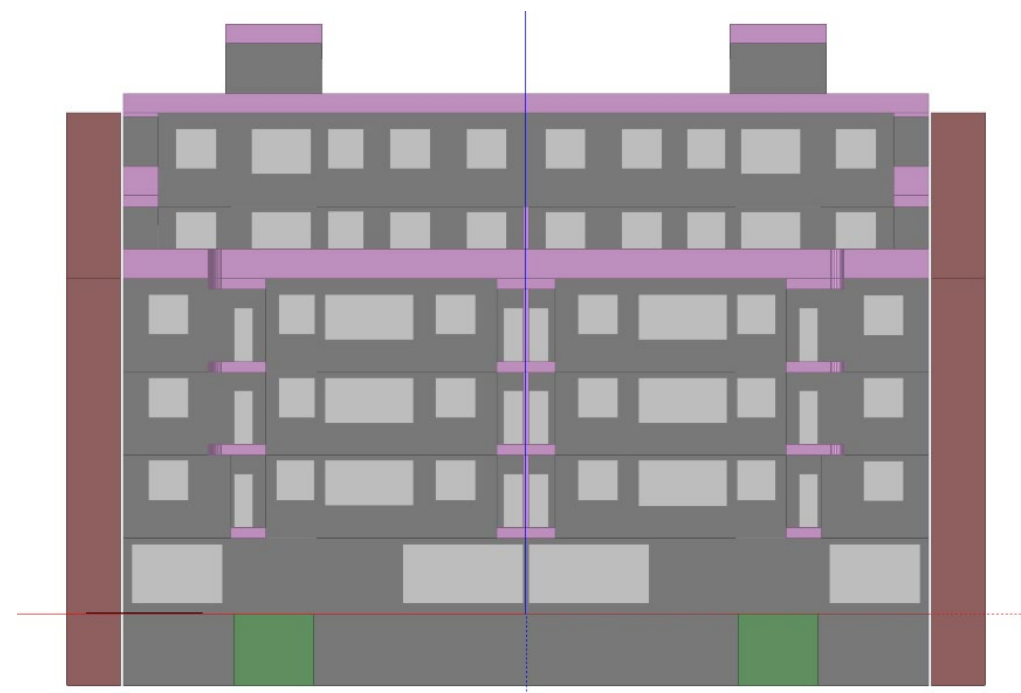


شکل (۵-۳۶) نقشه طبقه چهارم و پنجم

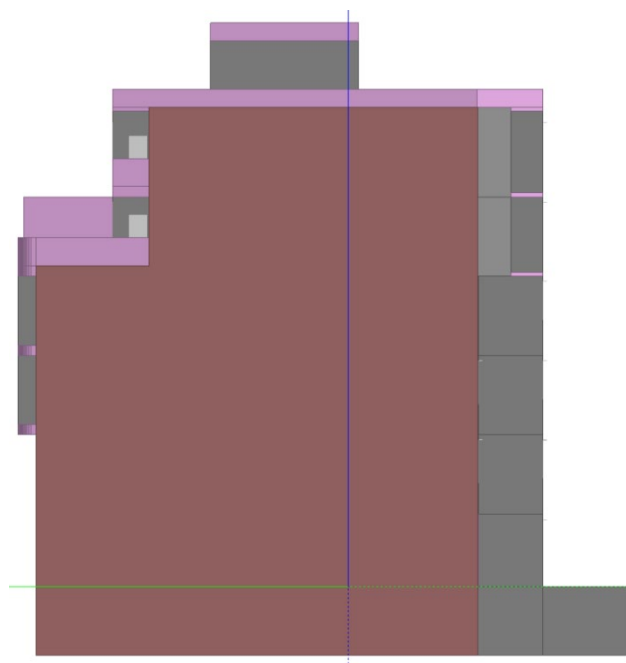
- Domestic Dining room
- Domestic Toilet
- Common circulation areas
- Domestic Bathroom
- Domestic Kitchen
- Domestic Bedroom
- Domestic Circulation
- <None>



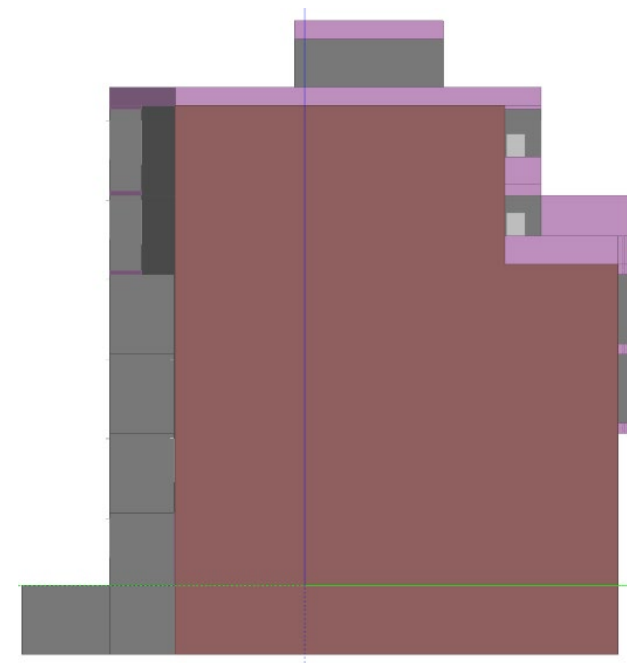
شکل (۳۹-۵) نمای جنوبی



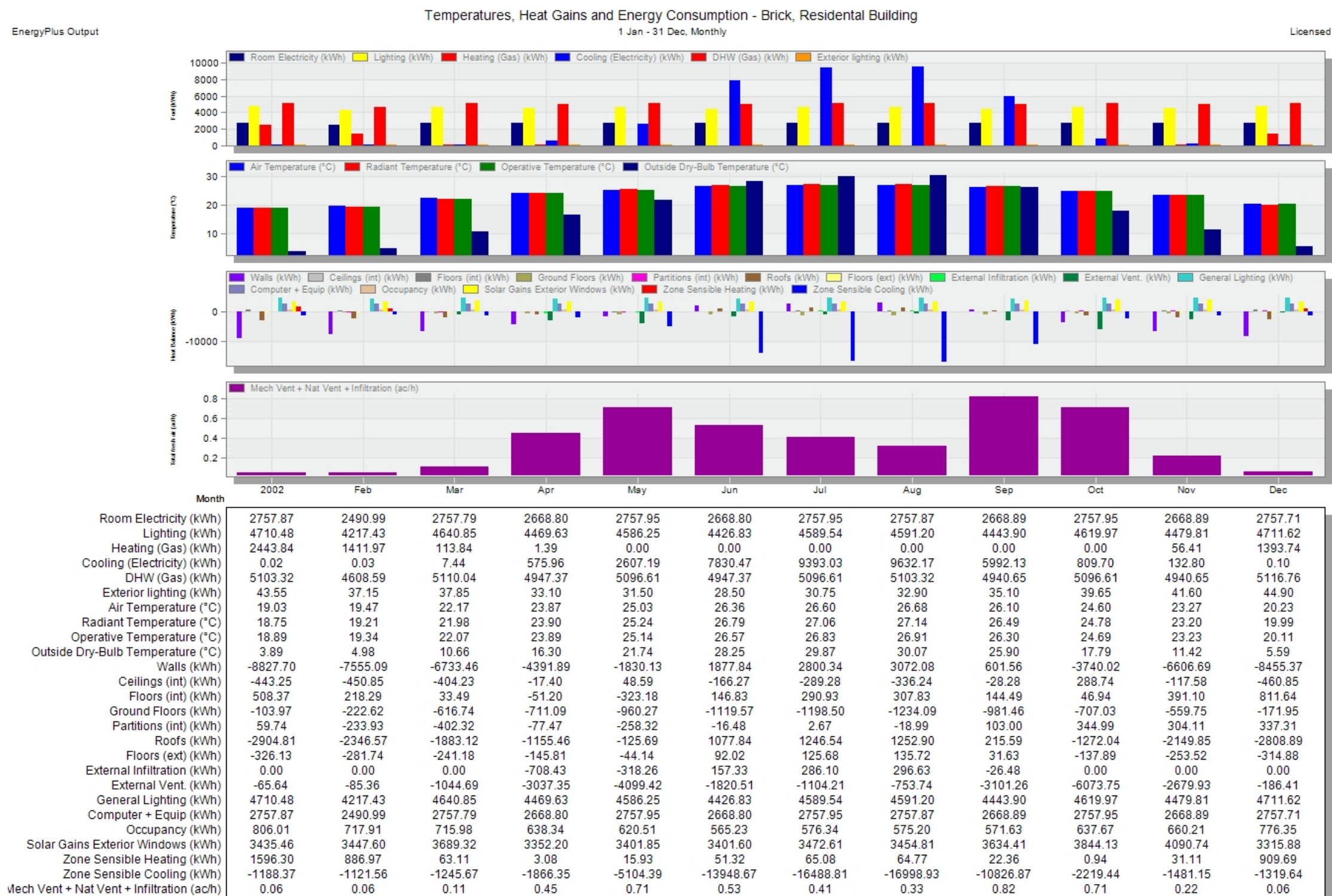
شکل (۳۸-۵) نمای شمالی



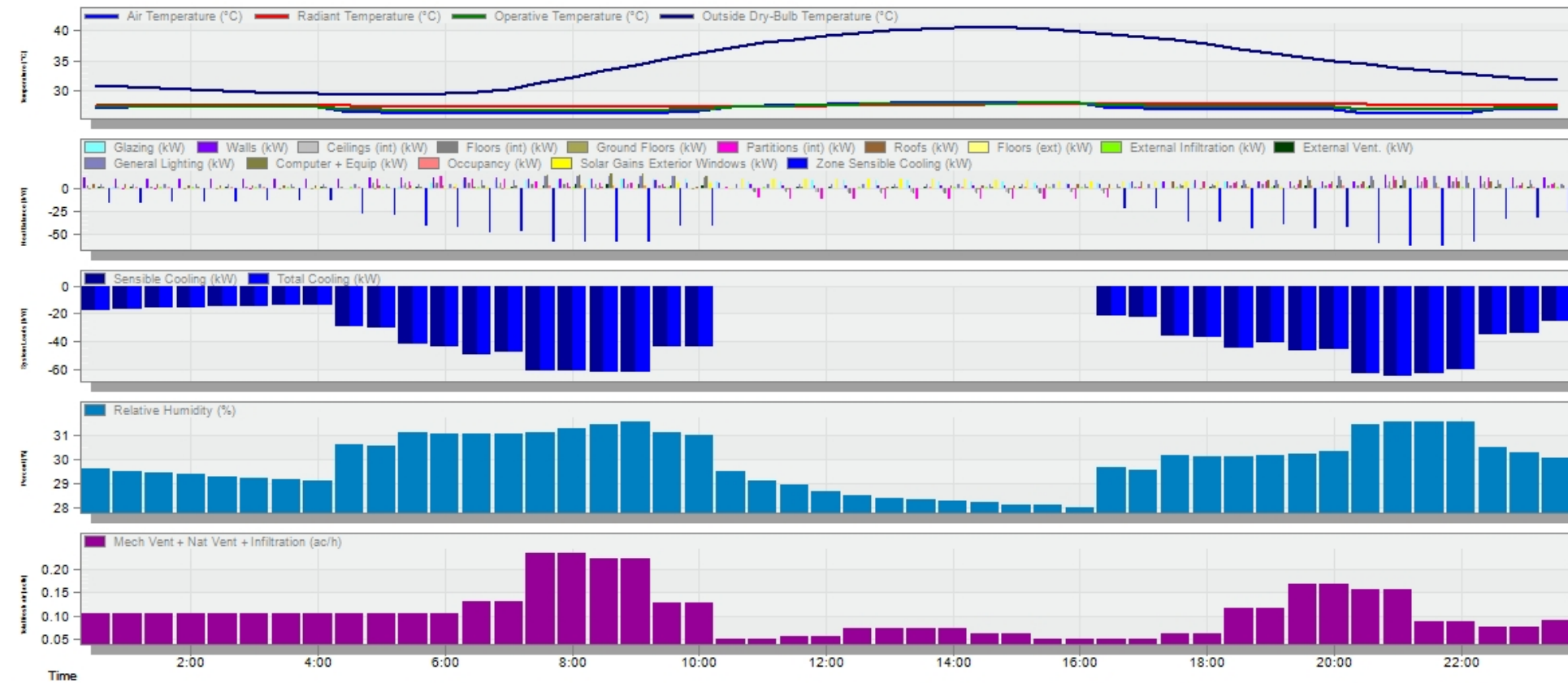
شکل (۴۱-۵) نمای شرقی



شکل (۴۰-۵) نمای غربی



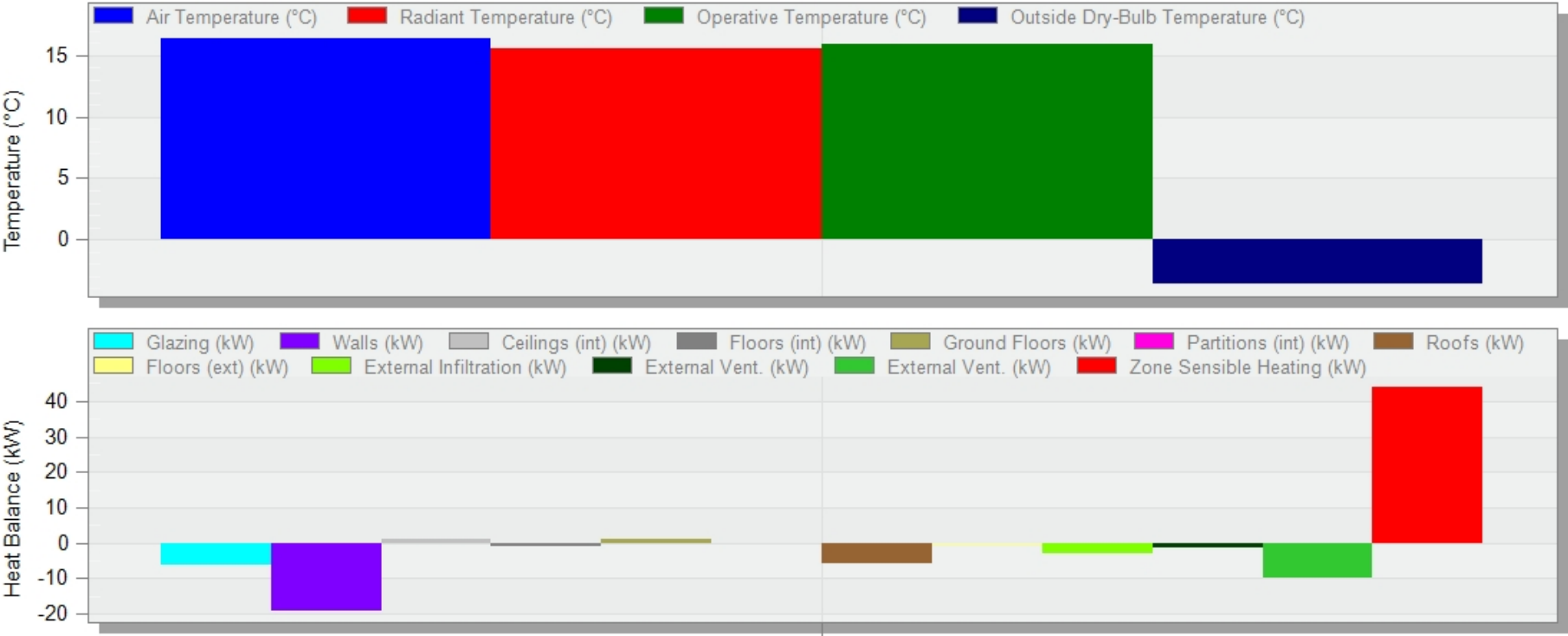
Temperature and Heat Gains - Brick, Residential Building 15 Jul, Sub-hourly



Time	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
Air Temperature (°C)	27.34	27.36	26.22	26.26	26.63	27.82	28.05	28.14	26.91	26.95	26.28
Radiant Temperature (°C)	27.53	27.52	27.39	27.31	27.30	27.50	27.70	27.88	27.85	27.76	27.60
Operative Temperature (°C)	27.43	27.44	26.80	26.78	26.97	27.66	27.88	28.01	27.38	27.35	26.94
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	30.20	29.52	29.52	32.21	36.24	39.04	40.50	39.83	37.81	34.90	32.88
Glazing (kW)	0.01	-0.15	4.63	8.41	9.65	7.45	7.19	5.38	5.35	1.23	0.91
Walls (kW)	9.73	9.09	11.40	9.38	5.52	2.90	2.58	3.08	7.44	7.04	12.58
Ceilings (int) (kW)	-0.17	-0.43	1.96	0.49	-1.06	-4.35	-5.06	-4.33	0.04	0.31	2.69
Floors (int) (kW)	0.52	0.45	5.39	3.79	0.51	-5.63	-6.11	-5.69	1.53	2.12	6.28
Ground Floors (kW)	-1.93	-1.89	-1.92	-1.91	-1.89	-1.93	-2.04	-2.00	-2.13	-2.05	-1.98
Partitions (int) (kW)	-1.56	-1.16	11.75	5.73	-0.52	-12.05	-12.90	-11.55	6.09	3.46	10.84
Roofs (kW)	2.96	1.70	1.85	0.71	0.12	0.06	1.74	3.79	7.06	7.27	7.36
Floors (ext) (kW)	0.26	0.20	0.44	0.31	0.26	-0.03	0.09	0.25	0.78	0.74	0.69
External Infiltration (kW)	0.34	0.26	0.39	0.71	1.14	1.32	1.45	1.37	1.28	0.94	0.79
External Vent. (kW)	0.69	0.60	0.60	3.08	2.12	0.16	0.69	0.01	0.28	2.67	0.72
General Lighting (kW)	3.44	3.44	3.40	12.65	11.69	3.16	3.20	3.27	3.44	12.87	12.87
Computer + Equip (kW)	1.05	1.05	1.05	14.12	11.87	1.09	1.09	1.09	1.59	7.38	5.78
Occupancy (kW)	0.77	0.77	0.77	2.53	1.05	0.07	0.26	0.01	0.14	1.61	0.52
Solar Gains Exterior Windows (kW)	0.00	0.00	3.62	1.64	5.06	9.84	9.17	6.81	6.17	0.00	0.00
Zone Sensible Cooling (kW)	-15.01	-13.25	-42.76	-58.47	-41.79	0.00	0.00	-0.54	-36.84	-43.01	-59.42
Sensible Cooling (kW)	-15.69	-13.85	-43.36	-61.34	-43.78	0.00	0.00	-0.54	-36.85	-45.32	-60.13
Total Cooling (kW)	-15.69	-13.85	-43.36	-61.34	-43.78	0.00	0.00	-0.54	-36.85	-45.32	-60.13
Relative Humidity (%)	29.34	29.09	31.04	31.25	30.96	28.63	28.24	27.96	30.08	30.31	31.53
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	0.10	0.10	0.10	0.24	0.13	0.05	0.07	0.05	0.06	0.17	0.09

پیوست ب - انرژی مصرفی سیستم سرمایش آجرنما

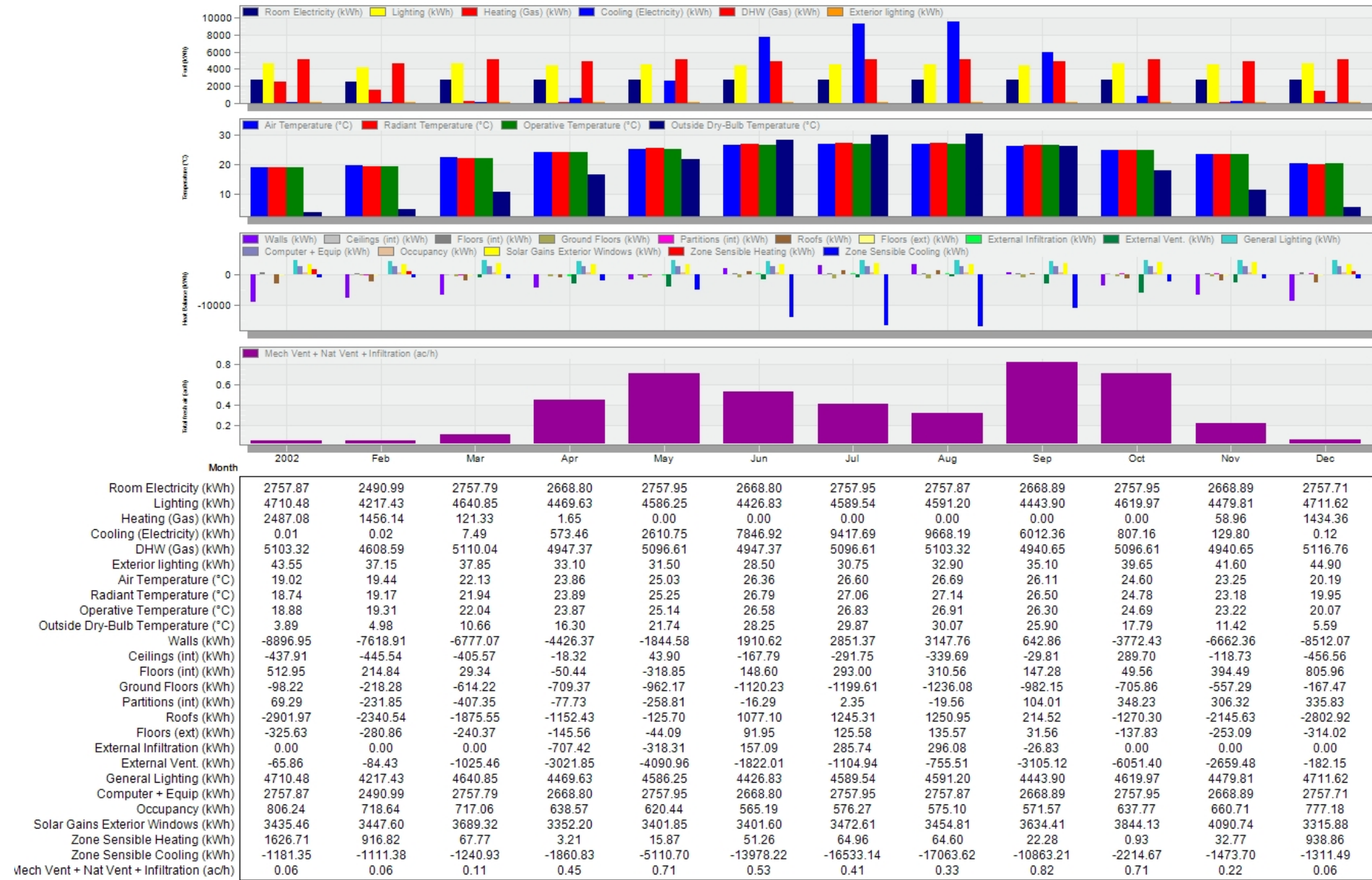
Temperature and Heat Loss



Air Temperature (°C)	16.38
Radiant Temperature (°C)	15.52
Operative Temperature (°C)	15.95
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-3.60
Glazing (kW)	-6.05
Walls (kW)	-18.99
Ceilings (int) (kW)	1.01
Floors (int) (kW)	-0.82
Ground Floors (kW)	1.11
Partitions (int) (kW)	-0.18
Roofs (kW)	-5.82
Floors (ext) (kW)	-0.64
External Infiltration (kW)	-2.73
External Vent. (kW)	-1.16
External Vent. (kW)	-9.61
Zone Sensible Heating (kW)	43.86

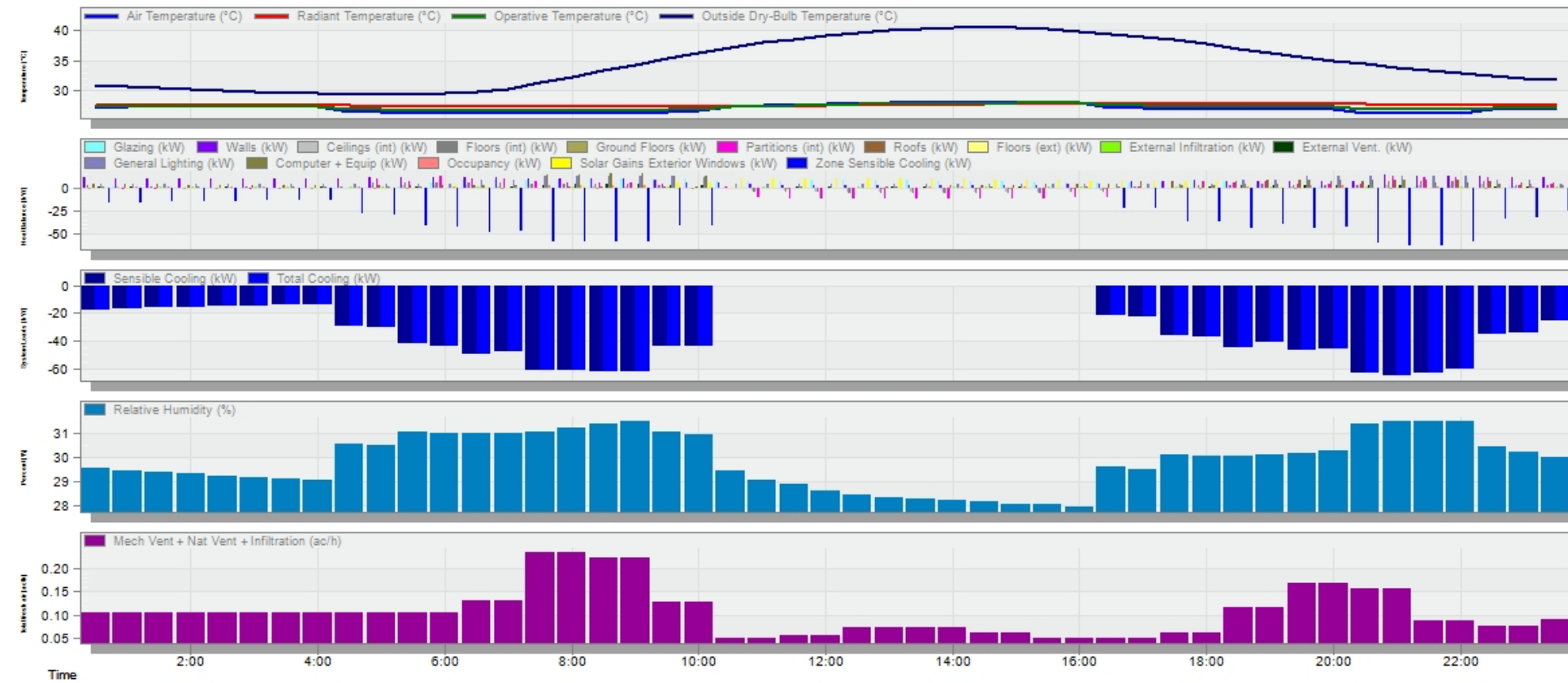
پیوست پ - انرژی مصرفی سیستم گرمایش آجرنما

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Travertine, Residential Building 1 Jan - 31 Dec, Monthly



پیوست ت - کل انرژی مصرفی سالانه سنگنما

Temperature and Heat Gains - Travertine, Residential Building 15 Jul, Sub-hourly



Time	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
Air Temperature (°C)	27.35	27.37	26.22	26.26	26.63	27.82	28.06	28.15	26.91	26.95	26.28
Radiant Temperature (°C)	27.53	27.52	27.40	27.31	27.31	27.50	27.71	27.88	27.86	27.77	27.60
Operative Temperature (°C)	27.44	27.45	26.81	26.79	26.97	27.66	27.88	28.02	27.38	27.36	26.94
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	30.20	29.52	29.52	32.21	36.24	39.04	40.50	39.83	37.81	34.90	32.88
Glazing (kW)	0.01	-0.15	4.63	8.41	9.65	7.45	7.19	5.38	5.35	1.23	0.91
Walls (kW)	9.81	9.19	11.52	9.50	5.61	2.98	2.64	3.13	7.48	7.07	12.63
Ceilings (int) (kW)	-0.17	-0.44	1.95	0.49	-1.07	-4.37	-5.07	-4.34	0.04	0.32	2.70
Floors (int) (kW)	0.53	0.45	5.40	3.80	0.51	-5.65	-6.12	-5.69	1.55	2.14	6.31
Ground Floors (kW)	-1.93	-1.89	-1.92	-1.91	-1.90	-1.94	-2.04	-2.00	-2.13	-2.05	-1.98
Partitions (int) (kW)	-1.57	-1.18	11.77	5.74	-0.52	-12.08	-12.93	-11.57	6.12	3.49	10.88
Roofs (kW)	2.96	1.70	1.85	0.70	0.11	0.06	1.73	3.79	7.06	7.27	7.36
Floors (ext) (kW)	0.26	0.20	0.44	0.31	0.26	-0.03	0.09	0.25	0.78	0.74	0.69
External Infiltration (kW)	0.34	0.26	0.39	0.71	1.13	1.32	1.45	1.37	1.28	0.94	0.79
External Vent. (kW)	0.69	0.60	0.60	3.08	2.12	0.16	0.69	0.01	0.28	2.67	0.72
General Lighting (kW)	3.44	3.44	3.40	12.65	11.69	3.16	3.20	3.27	3.44	12.87	12.87
Computer + Equip (kW)	1.05	1.05	1.05	14.12	11.87	1.09	1.09	1.09	1.59	7.38	5.78
Occupancy (kW)	0.77	0.77	0.77	2.53	1.05	0.07	0.26	0.01	0.14	1.61	0.52
Solar Gains Exterior Windows (kW)	0.00	0.00	3.62	1.64	5.06	9.84	9.17	6.81	6.17	0.00	0.00
Zone Sensible Cooling (kW)	-15.06	-13.30	-42.90	-58.60	-41.86	0.00	0.00	-0.54	-36.93	-43.08	-59.54
Sensible Cooling (kW)	-15.74	-13.90	-43.49	-61.47	-43.86	0.00	0.00	-0.54	-36.94	-45.38	-60.25
Total Cooling (kW)	-15.74	-13.90	-43.49	-61.47	-43.86	0.00	0.00	-0.54	-36.94	-45.38	-60.25
Relative Humidity (%)	29.33	29.08	31.04	31.25	30.95	28.62	28.22	27.95	30.08	30.30	31.52
Mech Vent + Nat Vent + Infiltration (ac/h)	0.10	0.10	0.10	0.24	0.13	0.05	0.07	0.05	0.06	0.17	0.09

پیوست ث - انرژی مصرفی سیستم سرمایش سنگنما

Temperature and Heat Loss



Air Temperature (°C)	16.38
Radiant Temperature (°C)	15.51
Operative Temperature (°C)	15.94
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-3.60
Glazing (kW)	-6.05
Walls (kW)	-19.18
Ceilings (int) (kW)	1.01
Floors (int) (kW)	-0.82
Ground Floors (kW)	1.11
Partitions (int) (kW)	-0.18
Roofs (kW)	-5.82
Floors (ext) (kW)	-0.64
External Infiltration (kW)	-2.72
External Vent. (kW)	-1.16
External Vent. (kW)	-9.61
Zone Sensible Heating (kW)	44.04

فهرست مراجع و منابع

- [۱] نصراللهی، فرشاد، ۱۳۹۰، ضوابط معماری و شهرسازی کاهش دهنده مصرف انرژی ساختمان‌ها، نشست کمیته ملی ایران.
- [۲] خداکرمی، جمال، قبادی، پریسا، ۱۳۹۵، بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری مجهز به سیستم مدیریت هوشمند، نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی، سال ششم، شماره ۲، صفحه ۱۲-۲۳.
- [۳] گرجی مهربانی، یوسف، یاران، علی، پروردی‌نژاد، سمیرا، اسکندری، منیژه، ۱۳۹۰، ارزیابی معماری همساز با اقلیم در خانه‌های کاشان آرمان‌شهر، دوره چهارم، شماره ۷، ۳۱-۴۰.
- [۴] لبز، کنت، واتسون، دونالد، ۱۳۹۲، طراحی اقلیمی: اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان، ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۵] پوردیهیمی، شهرام، گسیلی، بهرام، ۱۳۹۴، بررسی شناسه‌های حرارتی جداره‌های پوسته خارجی بنا؛ مطالعه موردی: مناطق روستایی اردبیل، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۵۰، صفحه ۵۳-۷۰.
- [۶] غفاری جباری، شهلا، غفاری جباری، شیوا، صالح، الهام، ۱۳۹۲، راهکارهای طراحی مسکن در بهینه‌سازی مصرف انرژی شهر تهران، مجله پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی، سال یکم، شماره ۱، صفحه ۱۱۵-۱۳۲.
- [۷] میراحمد، علی، صدر عاملی، مجتبی، ۱۳۹۴، مطالعه عددی و شبیه‌سازی عملکرد یک مبدل حرارتی پرشده با ماده تغییر فاز برای سامانه تهویه مطبوع یک ساختمان مسکونی در مناطق گرم و خشک ایران، نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی، سال پنجم، شماره ۲، صفحه ۴۲-۵۱.
- [۸] معرفت، مهدی، ذوالفقاری، علیرضا، امیدوار، امیر، ۱۳۸۵، طراحی مناسب نما و پوسته خارجی ساختمان، روشی مؤثر برای جلوگیری از رخداد میعان در سیستم‌های سرمایش تابشی سقفی، دوره دهم، شماره ۲۶، صفحات ۳-۱۸، نشریه انرژی ایران.

- [۹] شمس، مجید، خداکرمی، مهنّاز، ۱۳۸۹، بررسی معماری سنتی همساز با اقلیم سرد؛ مطالعه موردی: شهر سنندج، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۰، صفحه ۹۱-۱۱۴.
- [۱۰] محمد، شقایق، ۱۳۹۲، مطالعه رفتار حرارتی مصالح رایج در ساخت دیوار؛ مطالعه موردی: ساختمان‌های مسکونی شهر تهران، هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دوره هجدهم، شماره ۱، صفحه ۶۹-۷۸.
- [۱۱] ابراهیم‌پور، عبدالسلام، کریمی واحد، یوسف، ۱۳۹۱، روش‌های مناسب بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان دانشگاهی در تبریز، نشریه علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس، دوره دوازدهم، شماره ۴، صفحه ۹۱-۱۰۴.
- [۱۲] خاک زند، مهدی، محمدی، مریم، ۱۳۹۳، شناسایی عوامل موثر بر طراحی بدنه‌های شهری با تأکید بر ابعاد زیبایی شناسی و زیست محیطی، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات شهری، صفحه ۱۵.
- [۱۳] گلکار، کوروش، ۱۳۸۲، از تولید تا بلوغ طراحی شهری نشریه علمی پژوهشی، صفحه ۸-۲۳.
- [۱۴] طباطبایی، ملک، ۱۳۹۰، جداره‌های شهری و نقش آن‌ها در فضای شهری (معیارهای نماسازی در فضای شهری)، انتشارات آرمان شهر، چاپ اول.
- [۱۵] احمدی، یوسف، ۱۳۸۸، دانش نما، صفحه ۱۷۴ و ۱۷۵، شماره ۱۰.
- [۱۷] زمردیان، زهراسادات، تحصیل‌دوست، محمد، ۱۳۹۴، اعتبار سنجی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در ساختمان؛ با رویکرد تجربی و مقایسه‌ای، نشریه انرژی ایران، شماره ۴.
- [۱۸] شعبی، هدی، ترکاشوند، عباس، ۱۳۹۳، ارائه راهکارهای معمارانه جهت کاهش مصرف انرژی در طراحی ساختمان، چهارمین همایش ملی سلامت، محیط‌زیست و توسعه پایدار، بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.
- [۱۹] نجم‌الدین، ۱۳۶۹، شهر اسلامی؛ ترجمه‌ی دکتر محمدحسین حریری و منیژه اسلامبولچی، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.

[۲۰] شایگان، داریوش، ۱۳۷۸، آسیا در برابر غرب، انتشارات امیرکبیر.

[۲۱] پاکزاد، جهانشاه، ۱۳۷۸، فرم، شکل، گشتالت، فصلنامه‌ی معماری و فرهنگ شماره ۱.

[۲۲] مجله ساختمان، خرداد ۱۳۹۶، شماره ۷۴.

[۲۳] مغربی، مجتبی، ۱۳۸۲، جایگزین کردن مصالح سبک و ارزان به جای آجر، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران.

[۲۴] حسینی، حسین، ۱۳۹۰، اثرات عایق‌سازی حرارتی جداره‌های ساختمانی ساخته شده با مصالح جدید در کاهش مصرف سوخت، اولین همایش منطقه‌ای عمران و معماری.

[16] Carwley, Drury B., et al. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs, Building and environment 43(4), 661-673, 2008.

پیوست‌ها:

- پیوست الف - کل انرژی مصرفی سالانه آجرنما ۸۲
- پیوست ب - انرژی مصرفی سیستم سرمایش آجرنما ۸۳
- پیوست پ - انرژی مصرفی سیستم گرمایش آجرنما ۸۴
- پیوست ت - کل انرژی مصرفی سالانه سنگنما ۸۵
- پیوست ث - انرژی مصرفی سیستم سرمایش سنگنما ۸۶
- پیوست ج - انرژی مصرفی سیستم گرمایش سنگنما ۸۷

Abstract:

Although the building's exterior is a parameter that architects usually choose and considers the aesthetics and appearance of the building, research shows that the facade is one of the factors affecting the thermal conditions of the building's interior. This is especially important in the case of walls exposed to environmental conditions. The building facade's radiant heat absorption coefficient affects the building's thermal conditions more than its other properties. In this research, the annual energy simulation and analysis of a five-story new building in Tehran with two familiar facades of brick facade and stone facade are performed. For this purpose, a three-dimensional model of the building is made in the software builder's design, and its thermal simulation is performed for one year. The maximum heat and cold load and all heat losses, and the annual energy demand for heating, cooling, and hot water are calculated.

Keywords: facade, energy calculation, energy reduction, design-builder software.