بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **محمد امین حسین پور ستوبادی** متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است ، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و ماخذ ذکر گردیده است . این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است . در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد .

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد .

نام و نام خانوادگی دانشجو

محمد امین حسین پور ستوبادی

امضاء

تهران- لویزان- کدپستی ۱۶۷۸۸- صندوق پستی ۱۶۳-۱۶۷۸۵ – تلفن ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰ (داخلی ۲۳۴۷) نمابر ۲۲۹۷۰۰۱۱ پست الکترونیکی
sru@sru.ac.ir

دانشکده معماری و شهرسازی

بررسی عوامل موثر بر بهبود رفتار حرارتی نماهای دوپوسته در اقلیم شهر تهران

و طراحی یک ساختمان اداری با نمای دوپوسته

نگارش:

محمد امین حسین پور ستوبادی

استاد راهنما : دکتر حمید قنبران

اساتید مشاور : دکتر محمدرضا حافظی و دکتر باقر حسینی

پایان نامه برای در یافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی معماری

فروردین۱۳۹۱

تاییدیه هیات داوران

تشکر و قدر دانی :

سپاس خدای را که حق ستایش او بالاتر از حد ستایشگران است و نعمت هایش فوق اندیشه شمارشگران . (نهج البلاغه ، خطبه اول)

بدینوسیله از تمام بزرگورانی که ما رادر انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی می کنم، بویژه اساتید محترم دکتر حمید قنبران ، دکتر محمد رضا حافظی و دکتر باقر حسینی که چون همیشه از هیچگونه مساعدتی دریغ نکردند و با بزرگواری خود، صبورانه اینجانب را در فهم مطالب و پیشبرد آن یاری رساندند.

همچنین بر خود لازم می دانم که صمیمانه ترین تشکر وقدردانی خود را نسبت به آقای دکتر محمد تحصیلدوست که با راهنمایی هایشان مسیر تحقیق را برایم روشن نمودند ،داشته باشم.

همچنین مراتب قدردانی و سپاس خود را نسبت به اساتید گرانقدر دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید رجایی که در طول دوره کارشناسی ارشد ما را از دانش خود بهره مند ساختند اعلام می داریم و امیدواریم که این رساله که حاصل دسترنج سالها تلاش آنهاست موجبات رضایت خاطر ایشان را از شاگردانشان فراهم آورد.

قدردانی ویژه تقدیم به والدین مهربانم که انجام این رساله بدون پشتیبانی آنها مقدور نبود.

چکیده :

پوسته ساختمان به عنوان جداکننده فضای داخلی و محیط خارجی نقش مهمی در رفتار حرارتی ساختمان دارد. این بخش از ساختمان بعنوان مهمترین منبع دریافت نور و انرژی خورشیدی، تاثیر بر گرمایش و سرمایش، تهویه تعمدی و ناخواسته، کنترل نوفه های صوتی، کیفیت طراحی و اجرا و ابعاد زیبایی شناسی، تاثیر قابل توجهی در مقایسه با سایر اجزا ساختمان دارد.

پوسته ساختمان به شکل سنتی بعنوان حائلی بین فضای داخلی و شرایط آب و هوایی متغیر خارجی ساختمان بوده است و ارزیابی عملکرد آن با توجه به توانایی تفکیک فضای داخلی و خارجی ساختمان صورت می گرفته است. در حالیکه ایده های نوین طراحی، به پوسته ساختمان به عنوان حائلی که موجب ایجاد تعادل بین فضای داخلی و محیط خارجی ساختمان می گردد، نگاه می کند.

یکی از این ایده ها استفاده از نماهای دوپوسته می باشد. بمنظور بررسی کارایی ایده نمای دوپوسته در اقلیم شهر تهران، یک ساختمان اداری در گزینه های مختلف با و بدون نمای دوپوسته مدل سازی و عملکرد انرژی آن بوسیله نرم افزار شبیه سازیeQUEST شبیه سازی گردید . در این شبیه سازی، تاثیر عوامل لایه بندی نما، شفافیت و جهت نما بر نیاز انرژی سیستم HVAC ساختمان مقایسه گردید. بر اساس نتایج شبیه سازی می توان گفت که استفاده از نمای دوپوسته در مقایسه با نمای تک پوسته، منجر به کاهش ۱۳ الی ۲۱٪ مصرف انرژی سیستم HVAC ساختمان می گردد. با این حال توجه به عوامل مهم دیگر نما از قبیل تهویه، استراتژی کنترل، اجزاء سایه انداز و ... نقش تاثیر گذاری در بهبود عملکرد انرژی ساختمان خواهد داشت.

واژگان کلیدی :

نمای دوپوسته ؛ شبیه سازی ؛ رفتار حرارتی نما؛ پوسته ساختمان؛عملکرد انرژی ساختمان

فهرست مطالب

چکیده ..... و

فهرست مطالب ..... ز

فهرست جداول ..... ع

فهرست نمودارها ..... ف

فهرست شکل ها ..... ش

۱- کلیات تحقیق ۱

۱-۱- مقدمه و بیان مساله ۲

۱-۲- ضرورت و اهمیت تحقیق..... ۳

۱-۳- اهداف تحقیق..... ۴

۱-۴- قلمرو تحقیق ۴

۱-۵- سوالات و فرضیات تحقیق ۴

۱-۶- متغیرها ۵

۱-۷- ساختار تحقیق..... ۵

۲- مرور ادبیات موضوع ۷

۲-۱- مقدمه..... ۸

۲-۱-۱- تعاریف نمای دوپوسته ۹

۲-۱-۲- ایده نمای دوپوسته..... ۱۲

۲-۱-۳- واژه شناسی نمای دوپوسته ۱۳

۲-۱-۴- تاریخچه نمای دوپوسته ۱۵

۲-۲- دسته بندی نمای دوپوسته ۱۷

۲-۲-۱- منشاء جریان هوا در حفره میانی ۱۷
۲-۲-۲- نوع تهویه پوسته ۱۸
۲-۲-۳- تقسیم بندی اجزای ساختاری نما ۱۹
۲-۲-۴- سایر موارد ۲۴
۲-۳- بررسی ساختار اجرایی نماهای دوپوسته ۲۵
۲-۳-۱- اصول حاکم بر بازشو ها ۲۵
۲-۳-۱-۱- حفره میانی هوا ۲۵
۲-۳-۱-۲- بازشو های نمای داخلی ۲۷
۲-۳-۱-۳- بازشو های نمای خارجی ۲۷
۲-۳-۲- انتخاب مصالح ۲۸
۲-۳-۲-۱- شیشه ۲۹
۲-۳-۲-۲- انتخاب سایه اندازها ۳۰
۲-۴- تاثیرات استفاده از نمای دوپوسته بر ساختمان ۳۱
۲-۴-۱- مقدمه ۳۱
۲-۴-۲- جریان هوا ۳۱
۲-۴-۳- عملکرد حرارتی نماهای دوپوسته ۳۴
۲-۴-۴- عملکرد انرژی نماهای دوپوسته ۳۵
۲-۴-۴-۱- تعامل نماهای دوپوسته با استراتژی HVACساختمان ۳۵
۲-۴-۴-۲- روش های مختلف ترکیب نمای دوپوسته با استراتژی HVACساختمان ۳۶
۲-۴-۴-۳- نمونه هایی از ترکیب نمای دوپوسته و سیستم HVAC ۳۹
۲-۴-۴-۴- استراتژی کنترل ۴۳
۲-۵-تحقیقات انجام شده در زمینه شبیه سازی نماهای دوپوسته ۴۴
۲-۶- مزایا و معایب استفاده از نماهای دوپوسته ۴۶
۲-۶-۱- مزایای نماهای دوپوسته ۴۷

۲-۶-۱-۱- عایق حرارتی ۴۷
۲-۶-۱-۲- تهویه شبانه ۴۸
۲-۶-۱-۳- عایق بندی صوتی و آکوستیکی ۴۸
۲-۶-۱-۴- محافظت بهتر از سایه اندازها و سیستم نورپردازی ۴۹
۲-۶-۱-۵- کاهش تاثیر فشار باد ۴۹
۲-۶-۱-۶- شفافیت – طراحی معماری ۴۹
۲-۶-۱-۷- تهویه طبیعی ۵۰
۲-۶-۱-۸- هزینه ساخت پایین تر ۵۰
۲-۶-۱-۹- کاهش مقادیر ضریب انتقال حرارتی سطحی ۵۰
۲-۶-۲- معایب نماهای دوپوسته ۵۱
۲-۶-۲-۱- هزینه ی ساخت بالاتر ۵۱
۲-۶-۲-۲- محافظت در برابر حریق ۵۱
۲-۶-۲-۳- کاهش سطح مفید ساختمان ۵۱
۲-۶-۲-۴- مشکل گرمایش بیش از حد ۵۲
۲-۶-۲-۵- افزایش سرعت جریان هوا ۵۲
۲-۶-۲-۶- افزایش وزن ساختمان ۵۲
۲-۶-۲-۷- نور روز ۵۲
۲-۶-۲-۸- رفتار صوتی ۵۳
۲-۶-۳- مقایسه مزایا و معایب نماهای دوپوسته در گونه های مختلف آن ۵۳
۳- روش شناسی تحقیق ۵۵
۳-۱- مقدمه ۵۶
۳-۲- روش تحقیق ۵۶
۳-۳- جمع آوری اطلاعات ۵۷
۳-۳-۱- اطلاعات آب و هوایی ۵۷

۳-۳-۲- اطلاعات ساختمانی ۵۷
۳-۴- ابزار شبیه سازی ۵۸
۳-۵- طراحی نمونه پایه ۶۴
۳-۵-۱- مشخصات عمومی نمونه پایه ۶۵
۳-۵-۲- مشخصات فیزیکی نمای نمونه پایه ۶۵
۳-۵-۳- خروجی های نرم افزار ۶۶
۳-۶- طرح مساله مصرف انرژی و ارائه راه حل آن ۶۶
۳-۷- ارائه گزینه های جایگزین نمای شیشه ای ۶۷
۳-۸- معرفی گزینه های نمای دوپوسته ۶۸
۳-۹- شبیه سازی گزینه ها ۶۸
۳-۱۰- تحلیل نتایج ۶۹
۳-۱۱- تبیین اصول طراحی نمای دوپوسته در شهر تهران ۶۹
۴- تحلیل اطلاعات ۷۰
۴-۱- مقدمه ۷۱
۴-۲- معرفی نمونه پایه ۷۱
۴-۲-۱- کلیات ۷۱
۴-۲-۲- سیستم تاسیسات مکانیکی و تهویه مطبوع ۷۳
۴-۳- بررسی نمونه پایه ۷۴
۴-۳-۱- مقاطع دیوارها (بخش غیر شفاف) ۷۵
۴-۳-۲- محاسبه مقاومت حرارتی دیوار ۷۵
۴-۳-۳- محاسبه ضریب انتقال حرارتی دیوار ۷۶
۴-۳-۴- مشخصات پنجره ها ۷۶
۴-۴- حالات سه گانه نمونه پایه ۷۷
۴-۵- نتایج شبیه سازی نمونه پایه ۷۸

۴-۵-۱- خلاصه نتایج شبیه سازی نمونه پایه ۹۶
۴-۶- بررسی گزینه اول نمای دوپوسته (DSF1) ۹۸
۴-۶-۱- محاسبه مقاومت حرارتی دیوار ۹۹
۴-۶-۲- محاسبه ضریب انتقال حرارتی دیوار ۱۰۰
۴-۶-۳- مشخصات پنجره ها ۱۰۰
۴-۷- حالات سه گانه گزینه اول نمای دوپوسته (DSF1) ۱۰۱
۴-۸- نتایج شبیه سازی گزینه اول نمای دوپوسته (DSF1) ۱۰۲
۴-۸-۱- خلاصه نتایج شبیه سازی گزینه اول نمای دوپوسته (DSF1) ۱۲۰
۴-۹- بررسی گزینه دوم نمای دوپوسته (DSF2) ۱۲۲
۴-۹-۱- محاسبه مقاومت حرارتی دیوار ۱۲۳
۴-۹-۲- محاسبه ضریب انتقال حرارتی دیوار ۱۲۴
۴-۹-۳- مشخصات پنجره ها ۱۲۴
۴-۱۰- حالات سه گانه گزینه دوم نمای دوپوسته (DSF2) ۱۲۵
۴-۱۱- نتایج شبیه سازی گزینه دوم نمای دوپوسته (DSF2) ۱۲۶
۴-۱۱-۱- خلاصه نتایج شبیه سازی گزینه دوم نمای دوپوسته (DSF2) ۱۴۴
۵- بحث و نتیجه گیری ۱۴۶
۵-۱- مقدمه ۱۴۷
۵-۲- بحث در خصوص نتایج شبیه سازی ۱۴۷
۵-۲-۱- بررسی تاثیر عامل لایه بندی نما ۱۴۷
۵-۲-۲- بررسی تاثیر عامل نسبت سطح شیشه به سطح کل نما بر مصرف انرژی سیستم HVAC ۱۵۵
۵-۲-۳- بررسی تاثیر نمای دوپوسته در کاهش پیک بار سرمایش و گرمایش در جهات مختلف ساختمان ۱۵۶
۵-۳- محدودیت های تحقیق ۱۵۷

۵-۴- راهنمای طراحی ۱۵۸
۵-۴-۱- اهداف طراحی نمای دوپوسته ۱۵۸
۵-۴-۲- عوامل موثر در طراحی ۱۶۱
۵-۴-۲-۱- مصالح ۱۶۱
۵-۴-۲-۲- طراحی فیزیکی ۱۶۲
۵-۵- خلاصه نتایج ۱۶۴
۵-۶- پیشنهادات و تحقیقات آتی ۱۶۴
۶- معرفی طرح ۱۶۶
۶-۱- مقدمه ۱۶۷
۶-۲- معرفی بستر طرح و آنالیز سایت ۱۶۷
۶-۲-۱- مطالعات جغرافیایی بستر طرح (شهر تهران) ۱۶۷
۶-۲-۱-۱- آلودگی هوا.....۱۶۸
۶-۲-۱-۲- شبکه حمل و نقل و دسترسی‌های شهری.....۱۶۸
۶-۲-۱-۳- مطالعات زمین شناسی ۱۶۹
۶-۲-۲- مطالعات اقلیمی بستر طرح (شهر تهران) ۱۶۹
۶-۲-۲-۱- مشخصات اقلیمی ۱۶۹
۶-۲-۲-۲- موقعیت جغرافیایی..... ۱۷۰
۶-۲-۲-۳- دما ۱۷۰
۶-۲-۲-۴- رطوبت نسبی ۱۷۰
۶-۲-۲-۵- بارندگی..... ۱۷۰
۶-۲-۲-۶- تابش ۱۷۱
۶-۲-۲-۷- باد ۱۷۲
۶-۲-۲-۸- نیاز های حرارتی فضاهای داخلی ساختمان ۱۷۳
۶-۲-۲-۹- توصیه های طراحی ۱۷۴

۶-۲-۳- آنالیز سایت ۱۷۴
۶-۲-۳-۱- موقهیت شهری و منطقه ای ۱۷۴
۶-۲-۳-۲- بررسی معابر و دسترسی های منطقه ای ۱۷۵
۶-۲-۳-۳- تقاطع های مهم اطراف سایت ۱۷۶
۶-۲-۳-۴- کانونهای جاذب جمعیت و نقاط شاخص اطراف سایت ۱۷۷
۶-۲-۳-۵- مساحت و اندازه سایت، جهات جغرافیایی و توپوگرافی ۱۷۸
۶-۲-۳-۶- دسترسی های سایت ۱۷۸
۶-۲-۳-۷- همجواریها ۱۷۹
۶-۲-۳-۸- چشم اندازها ۱۷۹
۶-۲-۳-۹- کاربری های اطراف سایت ۱۸۰
۶-۲-۳-۱۰- عوارض مصنوع موجود در سایت ۱۸۱
۶-۳- بررسی استانداردها و ضوابط طراحی ۱۸۳
۶-۳-۱- مقدمه ۱۸۳
۶-۳-۲- اصول کلی و ملاحظات برنامه ریزی ۱۸۳
۶-۳-۳- موقعیت هسته میانی ۱۸۶
۶-۳-۳-۱- هسته در مرکز پلان ۱۸۶
۶-۳-۳-۲- هسته خارج از مرکز ۱۸۶
۶-۳-۳-۳- هسته در شکاف میانی ۱۸۷
۶-۳-۳-۴- هسته خارجی ۱۸۸
۶-۳-۴- عملکردهای اصلی و پشتیبانی در فضاهای اداری ۱۸۸
۶-۳-۵- ارزیابی فضاها در ساختمانهای اداری ۱۹۱
۶-۳-۵-۱- فضاهای هسته مرکزی ۱۹۱
۶-۳-۵-۲- ایستگاه های کار ۱۹۱
۶-۳-۵-۳- اتاق های جلسات و کنفرانس ۱۹۲

۶-۳-۵-۴- فضای پذیرش ۱۹۳
۶-۳-۶- ابعاد و اندازه ها در فضاهای اداری ۱۹۳
۶-۳-۶-۱- دفاتر خصوصی ۱۹۳
۶-۳-۶-۲- دفاتر نیمه خصوصی ۱۹۳
۶-۳-۶-۳- فضاهای اداری باز ۱۹۴
۶-۳-۷- مبلمان ۱۹۸
۶-۳-۸- ملاحظات محیطی ۱۹۹
۶-۳-۸-۱- نور مصنوعی ۲۰۰
۶-۳-۸-۲- نور طبیعی ۲۰۳
۶-۳-۸-۳- آکوستیک ۲۰۶
۶-۳-۹- ضوابط حریق ۲۰۶
۶-۴- برنامه فیزیکی پروژه ۲۰۷
۶-۵- معرفی طرح ۲۰۹
۶-۵-۱- تحلیل معماری طرح ۲۰۹
۶-۵-۲- سازمان فضایی طرح ۲۱۱
۶-۵-۳- تحلیل پلان ها ۲۱۲
۶-۵-۴- تحلیل نماها ۲۱۳
۶-۵-۵- تحلیل ارتباط کاربری ها ۲۱۴
۶-۵-۶- انعطاف پذیری طرح ۲۱۵
۶-۵-۷- مونومنتال بودن حجم به عنوان نشانه شهری ۲۱۶
۶-۵-۸- ملاحظات سازه ای ۲۱۷
۶-۵-۹- معماری سبز ۲۱۹
۶-۵-۱۰- کنترل اقلیمی جداره های ساختمان ۲۲۰
پیوست ۱ ..... ۲۲۲

پیوست ۲ ..... ۲۲۶
پیوست ۳ ..... ۲۳۰
پیوست ۴ ..... ۲۳۴
پیوست ۵ ..... ۲۳۸
پیوست ۶ ..... ۲۶۶
منابع و ماخذ ها ۲۷۸

فهرست جداول

جدول ۲-۱ تأثیر نوع پنجره های داخلی در تهویه نسبی ۲۷

جدول ۲-۲ مشخصات شیشه های بکار رفته در گونه های مختلف نمای دو پوسته ۳۰

جدول۲-۳ مقایسه مزایا و معایب نماهای دوپوسته در گونه های مختلف ۵۴

جدول ۳-۱- مقایسه قابلیت های عمومی مدل سازی نرم افزارهای مختلف ۵۹

جدول ۳-۲- مقایسه قابلیت تحلیل بارهای حرارتی در نرم افزارهای مختلف ۶۰

جدول ۳-۳- مقایسه قابلیت برآورد انرژی در نرم افزارهای مختلف ۶۰

جدول ۳-۴- مقایسه قابلیت تعبیه اطلاعات آب و هوایی در نرم افزارهای مختلف ۶۰

جدول ۳-۵- مقایسه گزارش دهی ها و خروجی ها در نرم افزارهای مختلف ۶۱

جدول ۳-۶- مقایسه قابلیت دسترسی به برنامه در نرم افزارهای مختلف ۶۲

جدول ۴-۱- نسبت سطوح کاربری ها در طبقات ۷۲

جدول ۴-۲- محاسبه مقاومت حرارتی دیواره آجری نمونه پایه ۷۶

جدول ۴-۳- مشخصات پنجره های نمونه پایه ۷۷

جدول ۴-۴ – محاسبه مقاومت حرارتی دیوار در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۰۰

جدول ۴-۵ – مشخصات پنجره ها در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۰۱

جدول ۴-۶- محاسبه مقاومت حرارتی دیوار در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۲۴

جدول ۴-۷- مشخصات پنجره ها در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۲۵

جدول ۶-۱- جهت و رتبه بادهای غالب شهر تهران ۱۷۲

جدول ۶-۲- استانداردهای فضایی جهت ساختمان های اداری ۱۹۶

جدول ۶-۳- برنامه فیزیکی پروژه (سطوح کلی) ۲۰۸

فهرست نمودارها

نمودار ۲-۱- مقایسه خواص فیزیکی شیشه های گوناگون ۲۸
نمودار ۴-۱- مصرف انرژی الکتریکی حالت BC-50 ..... ۷۹
نمودار ۴-۲- مصرف انرژی گازی حالت BC-50 ..... ۸۰
نمودار ۴-۳- مصرف انرژی سالانه حالتBC-50 ..... ۸۱
نمودار ۴-۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت BC-50 ..... ۸۲
نمودار ۴-۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت BC-50 ..... ۸۳
نمودار ۴-۶- مصرف انرژی الکتریکی حالت BC-70 ..... ۸۴
نمودار ۴-۷- مصرف انرژی گازی حالت BC-70 ..... ۸۵
نمودار ۴-۸- مصرف انرژی سالانه حالتBC-70 ..... ۸۶
نمودار ۴-۹- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالتBC-70 ..... ۸۷
نمودار ۴-۱۰- پیک نیاز انرژی گازی حالت BC-70 ..... ۸۸
نمودار ۴-۱۱- مصرف انرژی الکتریکی حالت BC-90 ..... ۸۹
نمودار ۴-۱۲- مصرف انرژی گازی حالت BC-90 ..... ۹۰
نمودار ۴-۱۳- مصرف انرژی سالانه حالت BC-90 ..... ۹۱
نمودار ۴-۱۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت BC-90 ..... ۹۲
نمودار ۴-۱۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت BC-90 ..... ۹۳
نمودار ۴-۱۶- مصرف انرژی سیستم HVAC در نمونه پایه ۹۴
نمودار ۴-۱۷- مصرف انرژی الکتریکی سیستمHVACدر نمونه پایه ۹۴

نمودار ۴-۱۸- مصرف انرژی گاز سیستمHVACدر نمونه پایه ۹۴
نمودار ۴-۱۹- پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در نمونه پایه ۹۵
نمودار ۴-۲۰- پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در نمونه پایه ۹۵
نمودار ۴-۲۱- مصرف انرژی الکتریکی حالتDSF1-50..... ۱۰۳
نمودار ۴-۲۲- مصرف انرژی گازی حالت DSF1-50..... ۱۰۴
نمودار ۴-۲۳- مصرف انرژی سالانه حالت DSF1-50..... ۱۰۵
نمودار ۴-۲۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF1-50..... ۱۰۶
نمودار ۴-۲۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت DSF1-50..... ۱۰۷
نمودار ۴-۲۶- مصرف انرژی الکتریکی حالت DSF1-70..... ۱۰۸
نمودار ۴-۲۷- مصرف انرژی گازی حالت DSF1-70..... ۱۰۹
نمودار ۴-۲۸- مصرف انرژی سالانه حالت DSF1-70..... ۱۱۰
نمودار ۴-۲۹- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF1-70..... ۱۱۱
نمودار ۴-۳۰- پیک نیاز انرژی گازی حالتDSF1-70..... ۱۱۲
نمودار ۴-۳۱- مصرف انرژی الکتریکی حالت DSF1-90..... ۱۱۳
نمودار ۴-۳۲- مصرف انرژی گازی حالت DSF1-90..... ۱۱۴
نمودار ۴-۳۳- مصرف انرژی سالانه حالت DSF1-90..... ۱۱۵
نمودار ۴-۳۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF1-90..... ۱۱۶
نمودار ۴-۳۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت DSF1-90..... ۱۱۷
نمودار ۴-۳۶- مصرف انرژی سیستمHVAC در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۱۸
نمودار ۴-۳۷- مصرف انرژی الکتریکی سیستمHVAC در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۱۸
نمودار ۴-۳۸- مصرف انرژی گاز سیستمHVAC در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۱۸
نمودار ۴-۳۹- پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۱۹
نمودار ۴-۴۰- پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه اول نمای دوپوسته ۱۱۹

نمودار ۴-۴۱- مصرف انرژی الکتریکی حالت DSF2-50 ..... ۱۲۷
نمودار ۴-۴۲- مصرف انرژی گازی حالت DSF2-50 ..... ۱۲۸
نمودار ۴-۴۳- مصرف انرژی سالانه حالت DSF2-50 ..... ۱۲۹
نمودار ۴-۴۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF2-50 ..... ۱۳۰
نمودار ۴-۴۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت DSF2-50 ..... ۱۳۱
نمودار ۴-۴۶- مصرف انرژی الکتریکی حالتDSF2-70 ..... ۱۳۲
نمودار ۴-۴۷- مصرف انرژی گازی حالت DSF2-70 ..... ۱۳۳
نمودار ۴-۴۸- مصرف انرژی سالانه حالت DSF2-70 ..... ۱۳۴
نمودار ۴-۴۹- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF2-70 ..... ۱۳۵
نمودار ۴-۵۰- پیک نیاز انرژی گازی حالت DSF2-70 ..... ۱۳۶
نمودار ۴-۵۱- مصرف انرژی الکتریکی حالت DSF2-90 ..... ۱۳۷
نمودار ۴-۵۲- مصرف انرژی گازی حالت DSF2-90 ..... ۱۳۸
نمودار ۴-۵۳- مصرف انرژی سالانه حالت DSF2-90 ..... ۱۳۹
نمودار ۴-۵۴- پیک نیاز انرژی الکتریکی حالت DSF2-90 ..... ۱۴۰
نمودار ۴-۵۵- پیک نیاز انرژی گازی حالت DSF2-90 ..... ۱۴۱
نمودار ۴-۵۶- مصرف انرژی سیستم HVAC در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۴۲
نمودار ۴-۵۷- مصرف انرژی الکتریکی سیستم HVAC در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۴۲
نمودار ۴-۵۸- مصرف انرژی گاز سیستم HVAC در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۴۲
نمودار ۴-۵۹- پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۴۳
نمودار ۴-۶۰- پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه دوم نمای دوپوسته ۱۴۳
نمودار ۵-۱- مقایسه مصرف انرژی در گزینه های با نمای ۵۰٪ شیشه ای ۱۴۸
نمودار ۵-۲- مقایسه پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۵۰٪ شیشه ای ۱۴۹

نمودار ۵-۳- مقایسه پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۵۰٪ شیشه ای ۱۴۹
نمودار ۵-۴- مقایسه مصرف انرژی در گزینه های با نمای ۷۰٪ شیشه ای..... ۱۵۰
نمودار ۵-۵- مقایسه پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۷۰٪ شیشه ای ۱۵۰
نمودار ۵-۶- مقایسه پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۷۰٪ شیشه ای ۱۵۱
نمودار ۵-۷- مقایسه مصرف انرژی در گزینه های با نمای ۹۰٪ شیشه ای..... ۱۵۱
نمودار ۵-۸- مقایسه پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۹۰٪ شیشه ای ۱۵۲
نمودار ۵-۹- مقایسه پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های با نمای ۹۰٪ شیشه ای ۱۵۲
نمودار ۵-۱۰- مقایسه مصرف انرژی الکتریکی سیستم HVAC در گزینه های تحقیق ۱۵۳
نمودار ۵-۱۱- مقایسه مصرف انرژی گاز طبیعی سیستم HVAC در گزینه های تحقیق ۱۵۳
نمودار ۵-۱۲- مقایسه مصرف انرژی سیستم HVAC در گزینه های تحقیق ۱۵۴
نمودار ۵-۱۳- مقایسه پیک بار سرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های تحقیق ۱۵۴
نمودار ۵-۱۴- مقایسه پیک بار گرمایش فضاهای طبقات میانی در گزینه های تحقیق ۱۵۴