

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه هنر اصفهان
دانشکده معماری و شهرسازی
گروه معماری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته معماری

طراحی پژوهشکده انرژی‌های نو دانشگاه اصفهان

استاد راهنما:

فرهاد احمدی

استاد مشاور:

دکتر احمد امین پور

پژوهشگر:

حسین رضانی

شهریور ماه ۱۳۸۹

اظهارنامه دانشجوی:

موضوع پایان نامه : طراحی پژوهشکده انرژی‌های نو دانشگاه اصفهان

استاد راهنما: فرهاد احمدی

اینجانب حسین رضایی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته معماری دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اصفهان به شماره دانشجویی ۸۶۱۱۴۰۵۱۰۷ گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان ، به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به‌علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب مصوب دانشگاه هنر اصفهان را به‌طور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان نامه کارشناسی ارشد، برای دانشگاه هنر اصفهان محفوظ است.
نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.



دانشگاه هنر اصفهان
دانشکده معماری و شهرسازی
گروه معماری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته معماری آقای حسین رضانی
با عنوان:

طراحی پژوهشکده انرژی‌های نو دانشگاه اصفهان

ارائه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای درجه‌ی کارشناسی ارشد که در تاریخ..... توسط هیأت داوران زیر بررسی و با نمره.....درجه به تصویب نهایی رسید.

- | | |
|------|--|
| امضا | ۱- استاد راهنمای اول پایان نامه آقای فرهاد احمدی با مرتبه علمی استادیار |
| امضا | ۲- استاد مشاور اول پایان نامه آقای دکتر احمد امین پور با مرتبه علمی استادیار |
| امضا | ۳- استاد داور داخل گروه آقای دکتر مجید صالحی نیا با مرتبه علمی استادیار |
| امضا | ۴- استاد داور خارج از گروه آقای دکتر رامین مدنی با مرتبه علمی استادیار |

مهر و امضای مدیر گروه

تقدیر و تشکر فراوان از: فرهاد احمدی و دکتر احمد
امین پور و تقدیر و تشکر ویژه از مهندس حسن
رمضانی و خانم مهندس سوها گل افشان

تقديم به:

پدر و مادرم

چکیده:

آلودگی هوا و بحران‌های زیست محیطی از پیامدهای مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، در دوران پس از انقلاب صنعتی، بویژه قرن بیستم بوده است. از طرفی رشد جمعیت و عمر کوتاه انرژی‌های تجدیدناپذیر نیز باعث افزایش بیش از پیش ارزش این منابع شده است. لذا گرایش به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر، رشد قابل توجهی یافته است. با توجه به سهم بسزای بخش ساختمان در سبد انرژی هر کشور، کاهش انرژی مصرفی در بخش ساختمان و گرایش به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر دارای ضرورت است.

این پژوهش ضمن بررسی منابع انرژی و روش‌های بهره‌وری از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان، شرایط اقلیمی شهر اصفهان را نیز تحلیل نموده و راهبردها و راهکارهای مربوط به کاهش مصرف انرژی و بهره‌وری از انرژی‌های تجدیدپذیر در این شهر را ارائه می‌دهد.

در ادامه نتایج حاصله در پروژه‌ای با مقیاس ملی، با عنوان مرکز پژوهش‌های انرژی‌های نو، نقش آفرین خواهد شد. این پروژه ضمن دستیابی به نتایج واقعی در زمینه استفاده از انرژی‌های نو، به عنوان عنصری نمادین، در جهت دوستی با کره زمین و به عنوان شاخصه بهره‌وری از انرژی‌های پاک در شهر اصفهان جلوه‌گر خواهد شد.

تبیین ضرورت بحث انرژی در ساختمان‌ها، آشنایی با منابع انرژی و کاربرد آن در بخش ساختمان، آشنایی با راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان، ارائه راهبردهای کلان کاهش مصرف انرژی و تعیین راهکارهای مربوط به استفاده از انرژی‌های پاک، از جمله اهداف این پژوهش بوده است.

کلید واژه ها

انرژی، انرژی‌های نو، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر، گرمایش خورشیدی ایستا، گرمایش خورشیدی پویا، سرمایش ایستا، روشنایی طبیعی، تهویه طبیعی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات تحقیق

۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- بیان مسئله
۳	۳-۱- اهمیت و ضرورت موضوع پژوهش
۳	۱-۳-۱- توزیع جمعیت
۴	۲-۳-۱- تغییرات آب و هوای
۵	۳-۳-۱- اتمسفر زمین
۶	۴-۳-۱- تولید گازهای گلخانه‌ای
۷	۵-۳-۱- تاثیرات منفی تغییرات آب و هوایی
۱۰	۶-۳-۱- عمر کوتاه منابع انرژی‌های تجدید ناپذیر
۱۱	۴-۱- اهداف پژوهش
۱۱	۵-۱- چارچوب نظری پژوهش
۱۲	۶-۱- روش پژوهش
۱۲	۷-۱- قلمرو مکانی
۱۲	۸-۱- محدودیت‌های پژوهش
۱۲	۹-۱- اصطلاحات

فصل دوم: آشنایی با انواع منابع انرژی

۱۶	۱-۲- انرژی‌های تجدید ناپذیر
۱۶	۱-۱-۲- نفت
۱۸	۲-۱-۲- گاز طبیعی
۱۹	۳-۱-۲- زغال سنگ
۲۰	۴-۱-۲- انرژی هسته‌ای
۲۱	۲-۲- انرژی‌های تجدیدپذیر
۲۱	۱-۲-۲- انرژی خورشیدی
۲۲	۲-۲-۲- انرژی باد
۲۳	۳-۲-۲- انرژی آب
۲۴	۴-۲-۲- انرژی زمین گرمایی
۲۴	۵-۲-۲- انرژی بیومس
۲۵	۶-۲-۲- انرژی هیدروژن
۲۵	۷-۲-۲- تولید جهانی انرژی از منابع تجدیدپذیر

فصل سوم: استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان

۲۹	.....	۱-۳- گرمایش
۲۹	.....	۱-۱-۳. سامانه خورشیدی ایستا
۳۰	.....	۱-۱-۱-۳. روش دریافت مستقیم
۳۲	.....	۲-۱-۱-۳. روش دریافت غیرمستقیم
۳۵	.....	۳-۱-۱-۳. روش دریافت مجزا
۳۷	.....	۴-۱-۱-۳. جهت‌گیری در سامانه‌های خورشیدی ایستا
۳۸	.....	۲-۱-۳. سیستم خورشیدی پویا
۳۹	.....	۱-۲-۱-۳. سامانه‌های خورشیدی آب گرم
۴۰	.....	۲-۲-۱-۳. گردآورهای خورشیدی هوای گرم
۴۰	.....	۳-۲-۱-۳. نکاتی در مورد طراحی سامانه خورشیدی پویا
۴۰	.....	۴-۲-۱-۳. جهت‌گیری گردآور
۴۱	.....	۵-۲-۱-۳. زاویه کجی گردآور
۴۱	.....	۶-۲-۱-۳. پیش‌گرمایش هوای تهویه
۴۱	.....	۳-۱-۳. سیستم‌های گرمایش مورد استفاده در پروژه نهایی
۴۲	.....	۲-۳- سرمایش
۴۲	.....	۱-۲-۳. سایه‌اندازی
۴۲	.....	۱-۱-۲-۳. جهت‌گیری سایه‌انداز
۴۴	.....	۲-۱-۲-۳. دوره‌های سایه‌اندازی سال
۴۵	.....	۳-۱-۲-۳. پیش‌آمدگی‌های افقی
۴۵	.....	۴-۱-۲-۳. شیشه به عنوان عنصر سایه‌اندازی
۴۸	.....	۵-۱-۲-۳. سایه‌اندازهای داخلی
۴۹	.....	۲-۲-۳. سامانه‌های سرمایش ایستا
۴۹	.....	۱-۲-۲-۳. انواع سامانه‌های سرمایش ایستا
۵۰	.....	۲-۲-۲-۳. تهویه تا حد آسایش
۵۰	.....	۳-۲-۲-۳. سرمایش از طریق تهویه شبانه
۵۲	.....	۴-۲-۲-۳. سیستم‌های تهویه طبیعی
۵۲	.....	۵-۲-۲-۳. تهویه یک طرفه
۵۴	.....	۶-۲-۲-۳. تهویه عبوری
۵۵	.....	۷-۲-۲-۳. بادخان‌ها
۵۶	.....	۸-۲-۲-۳. بادخورها
۵۹	.....	۹-۲-۲-۳. بادخان‌ها و بادخورها
۶۰	.....	۱۰-۲-۲-۳. بادگیر
۶۰	.....	۱۱-۲-۲-۳. تهویه دودکشی
۶۱	.....	۱۲-۲-۲-۳. دودکش خورشیدی
۶۱	.....	۱۳-۲-۲-۳. آتریوم

۶۲.....	۳-۲-۲-۱۴-۲-۲-۳	نمای دو پوسته.....
۶۳.....	۳-۲-۳	سرمایش تابشی.....
۶۳.....	۱-۳-۲-۳	سرمایش تابشی مستقیم.....
۶۳.....	۲-۳-۲-۳	سرمایش تابشی غیر مستقیم.....
۶۴.....	۴-۲-۳	سرمایش تبخیری.....
۶۴.....	۱-۴-۲-۳	سرمایش تبخیری مستقیم.....
۶۵.....	۲-۴-۲-۳	سرمایش تبخیری غیر مستقیم.....
۶۶.....	۵-۲-۳	سرمایش از طریق زمین.....
۶۶.....	۱-۵-۲-۳	اتصال مستقیم با زمین.....
۶۷.....	۲-۵-۲-۳	اتصال غیر مستقیم با زمین.....
۶۷.....	۶-۲-۳	سیستم های سرمایش مورد استفاده در پروژه نهایی.....
۶۸.....	۳-۳-۳	روشنایی.....
۶۸.....	۱-۳-۳	نور طبیعی.....
۷۰.....	۱-۱-۳-۳	نور بدون گرما.....
۷۱.....	۲-۱-۳-۳	ضوابط.....
۷۱.....	۳-۱-۳-۳	اهداف روشنایی طبیعی.....
۷۲.....	۴-۱-۳-۳	راهبردهای اصلی روشنایی طبیعی.....
۷۳.....	۵-۱-۳-۳	ضوابط جهت گیری.....
۷۵.....	۶-۱-۳-۳	راهبردهای اصلی روشنایی از پنجره ها.....
۷۷.....	۲-۳-۳	نورگیری از بالا.....
۷۷.....	۱-۲-۳-۳	راهبردهای مربوط به نورگیر سقفی.....
۸۰.....	۲-۲-۳-۳	پنجره های صفا، مانیتورها و نوراندازها.....
۸۰.....	۳-۲-۳-۳	راهبردهای اصلی.....
۸۳.....	۳-۳-۳	تکنیکهای خاص روشنایی طبیعی.....
۸۵.....	۴-۳-۳	دیوارها و بامهای نیمه شفاف.....
۸۶.....	۵-۳-۳	راهکارهای استفاده از نور طبیعی در پروژه نهایی.....
۸۷.....	۴-۳-۳	انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمان.....
۸۷.....	۱-۴-۳	سلول فتوولتائیک.....
۸۸.....	۱-۱-۴-۳	انواع سامانه های فتوولتائیک.....
۸۸.....	۲-۱-۴-۳	تجهیزات تعادل سامانه.....
۸۹.....	۳-۱-۴-۳	جهت گیری و زاویه کجی.....
۸۹.....	۴-۱-۴-۳	دستورالعمل طراحی.....

فصل چهارم: نمونه های موردی

۹۲.....	۱-۴	خانه اتاریک.....
۹۲.....	۲-۴	ساختمان اداری هلیکن.....
۹۳.....	۳-۴	ساختمان اداری BRE.....

۹۳	۴-۴- ساختمان بارکلی کرد.....
۹۴	۵-۴- دادگاه قانون اساسی لس آنجلس.....
۹۵	۶-۴- مجموعه اکو-بای (اکوسیستم خلیج کوچک)
۹۶	۷-۴- مرکز تحقیقات واگنیگن.....
۹۷	۸-۴- شعبه مرکزی ایگزینی.....
۹۹	۹-۴- آکادمی علوم کالیفرنیا.....

فصل پنجم: آشنایی با اطلاعات اقلیمی شهر اصفهان

۱۰۲	۱-۵- موقعیت جغرافیایی استان و شهر اصفهان.....
۱۰۲	۲-۵- توپوگرافی اصفهان.....
۱۰۴	۱-۲-۵- ارتفاعات نزدیک شهر اصفهان.....
۱۰۴	۳-۵- آب و هوای استان اصفهان.....
۱۰۴	۱-۳-۵- باد.....
۱۰۶	۲-۳-۵- اطلاعات اقلیمی.....

فصل ششم: تحلیل اطلاعات و راهبردها

۱۱۲	۱-۶- راهبردهای اقلیمی.....
۱۱۲	۱-۱-۶- راهبردهای کلی طراحی در زمستان.....
۱۲۳	۲-۱-۶- راهبردهای کلی طراحی در تابستان.....
۱۴۰	۲-۶- راهبردهای طراحی در شهر اصفهان.....
۱۴۰	۱-۲-۶- فرم.....
۱۴۰	۱-۱-۲-۶- نسبت سطح خارجی به حجم.....
۱۴۱	۲-۱-۲-۶- میزان انرژی دریافتی فرمها.....
۱۴۲	۳-۱-۲-۶- مقایسه ویژگی‌های فرمها.....
۱۴۳	۲-۲-۶- جهت‌گیری ساختمان در شهر اصفهان.....
۱۴۵	۳-۲-۶- سایه‌بان‌ها در شهر اصفهان.....
۱۵۰	۴-۲-۶- تامین شرایط آسایش در شهر اصفهان.....
۱۵۵	۳-۶- طبقه‌بندی راهکارها.....
۱۵۵	۱-۳-۶- گرمایش خورشیدی.....
۱۵۶	۲-۳-۶- تهویه تا حد آسایش.....
۱۵۷	۳-۳-۶- تهویه شبانه.....
۱۵۸	۴-۳-۶- سرمایش تبخیری و تابشی.....
۱۵۹	۵-۳-۶- سایه‌اندازی.....
۱۶۰	۶-۳-۶- سایه‌بان‌های ثابت.....
۱۶۱	۷-۳-۶- سایه‌بان‌های متحرک.....

فصل هفتم: برنامه‌ریزی عملکردی

۱۶۵	۱-۷- چارت سازمانی- اداری.....
-----	-------------------------------

۱۶۸ ۲-۷. دیاگرام ارتباطی فضاها.

فصل هشتم: بستر طرح و طراحی

۱۷۸ ۱-۸. دانشگاه اصفهان.

۱۷۹ ۲-۸. موقعیت سایت پروژه.

۱۸۲ ۳-۸. مراحل شکل گیری طرح.

۱۸۲ ۱-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱.

۱۸۲ ۲-۳-۸. آلترناتیو شماره ۲.

۱۸۳ ۳-۳-۸. آلترناتیو شماره ۳ و ۴.

۱۸۴ ۴-۳-۸. آلترناتیو شماره ۵ تا ۹.

۱۸۷ ۵-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱۰.

۱۸۸ ۶-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱۱.

۱۸۹ ۷-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱۲.

۱۹۲ ۸-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱۳.

۱۹۴ ۹-۳-۸. آلترناتیو شماره ۱۴.

۲۰۰ ۱۰-۳-۸. طرح نهایی.

۲۰۱ ۱-۱۰-۳-۸. نحوه عملکرد ساختمان در تابستان.

۲۰۱ ۲-۱۰-۳-۸. نحوه عملکرد ساختمان در زمستان.

۲۰۱ ۳-۱۰-۳-۸. فضاهای درونی.

۲۱۲ منابع پیوسته.

۲۱۳ منابع ناپیوسته.

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱) : میزان ذخائر شناسایی شده انرژی‌های فسیلی جهان.....	۱۰
جدول (۱-۳) : ضوابط تحلیل جرم حرارتی مورد نیاز در سامانه جذب مستقیم.....	۳۱
جدول (۲-۳) : ضوابط تخمین ضخامت مورد نیاز در یک دیوار تروپ.....	۳۵
جدول (۳-۳) : ضوابط تخمین جرم حرارتی مورد نیاز در سامانه‌های فضای خورشیدی.....	۳۷
جدول (۴-۳) : صرفه اقتصادی کاربردهای خورشیدی پویا.....	۳۸
جدول (۵-۳) : سرعت هوا و آسایش حرارتی.....	۵۰
جدول (۱-۵) : درصد تقریبی ارتفاعات استان اصفهان در مقایسه با کشور.....	۱۰۳
جدول (۱-۶) : میزان انرژی خورشیدی رسیده به سطوح قائم در چهار جهت.....	۱۴۴
جدول (۲-۶) : نتایج جدول بیوکلیماتیک ساختمانی شهر اصفهان.....	۱۵۴
جدول (۳-۶) : طبقه‌بندی و تحلیل راهکارهای گرمایش خورشیدی.....	۱۵۵
جدول (۴-۶) : طبقه‌بندی و تحلیل راهکارهای تهویه تا حد آسایش.....	۱۵۶
جدول (۵-۶) : طبقه‌بندی و تحلیل راهکارهای سرمایش با تهویه شبانه.....	۱۵۷
جدول (۶-۶) : طبقه‌بندی و تحلیل راهکارهای سرمایش تابشی و تبخیری.....	۱۵۸
جدول (۷-۶) : طبقه‌بندی و تحلیل راهکارهای سایه‌اندازی.....	۱۵۹
جدول (۸-۶) : مقایسه انواع سایه‌بان‌های ثابت.....	۱۶۰
جدول (۹-۶) : مقایسه انواع سایه‌بان‌های متحرک.....	۱۶۱

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱) : جمعیت جهان و پیش‌بینی افزایش آن در سه حالت حداقل، متوسط و حداکثر.....	۴
شکل (۲-۱) : تغییرات دما در طول دو قرن گذشته.....	۵
شکل (۳-۱) : افزایش بی‌رویه گاز دی اکسید کربن در طول دو قرن اخیر.....	۶
شکل (۴-۱) : مقدار نشر گاز دی اکسید کربن در کشورهای متری و ایران.....	۷
شکل (۵-۱) : حداکثر و حداقل افزایش سطح آب‌های آزاد به تراز معدل جهانی.....	۸
شکل (۶-۱) : پهناوری و وسعت یخ‌ها در طول تابستان قرن گذشته.....	۸
شکل (۱-۲) : روند تولید جهانی نفت از سال ۱۹۳۰ تا سال ۲۰۵۰.....	۱۷
شکل (۲-۲) : سهم مناطق جهان از ذخیره جهانی انرژی.....	۱۷
شکل (۳-۲) : مقایسه ذخایر گاز طبیعی شناخته شده در ایران و جهان به تراز سال ۱۳۸۵.....	۱۸
شکل (۴-۲) : روند رشد تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب.....	۲۵
شکل (۱-۳) : انواع مختلف سامانه های دریافت مستقیم بر اساس محل قرارگیری جرم حرارتی.....	۳۰
شکل (۲-۳) : دیوار ترومپ، حالت بدون دریچه.....	۳۲
شکل (۳-۳) : دیوار ترومپ، روز زمستان، دریچه‌ها باز.....	۳۳
شکل (۴-۳) : دیوار ترومپ، شب زمستان، دریچه‌ها دریچه‌ها بسته.....	۳۳
شکل (۵-۳) : دیوار ترومپ، همراه پرده عایق.....	۳۴
شکل (۶-۳) : دیوار ترومپ همراه دریچه تهویه برای تابستان.....	۳۴
شکل (۷-۳) : حالت‌های مختلف آتریوم.....	۳۶
شکل (۸-۳) : سیستم جذب مجزا با سیال هوا.....	۳۷
شکل (۹-۳) : جهت‌گیری پنجره های شرقی و غربی به سمت شمال و جنوب.....	۴۳
شکل (۱۰-۳) : پیش آمدگی افقی کرکره ای.....	۴۵
شکل (۱۱-۳) : مقایسه انواع شیشه ها از نظر عبور، جذب، انعکاس و بازتابش نور.....	۴۶
شکل (۱۲-۳) : شیشه های با ضریب انتشار پایین و با قابلیت انتخاب طیفی.....	۴۸
شکل (۱۳-۳) : تهویه طبیعی یک‌طرفه با یک بازشو و عمق تأثیر آن در فضا.....	۵۲
شکل (۱۴-۳) : توزیع فشار مثبت و منفی در اطراف ساختمان.....	۵۲
شکل (۱۵-۳) : تهویه طبیعی یک‌طرفه با دو بازشو و عمق تأثیر آن در فضا.....	۵۳
شکل (۱۶-۳) : منطقه تحت تأثیر تهویه طبیعی.....	۵۳
شکل (۱۷-۳) : تهویه طبیعی عبوری و عمق تأثیر آن در فضا.....	۵۴
شکل (۱۸-۳) : بازشوهای نامتقارن و افزایش اختلاف فشار در بازشوها.....	۵۴

- شکل (۳-۱۹) : تهویه عبوری با ترکیب پنجره و بادخان..... ۵۵
- شکل (۳-۲۰) : بادخان زانودار..... ۵۶
- شکل (۳-۲۱) : تهویه عبوری با ترکیب بادخور و منفذ خروج هوا..... ۵۷
- شکل (۳-۲۲) : قرار دادن بادخور در محوطه و کاهش دمای هوای ورودی بوسیله زمین..... ۵۷
- شکل (۳-۲۳) : ترکیب بادخور و بادخان به روش‌های مختلف..... ۵۹
- شکل (۳-۲۴) : شمای کلی بادگیر..... ۶۰
- شکل (۳-۲۵) : استفاده از اثر برنولی برای کاهش فشار هوا..... ۶۱
- شکل (۳-۲۶) : تهویه با دودکش خورشیدی در دانشگاه مکننت‌فورت..... ۶۱
- شکل (۳-۲۷) : راهکارهایی برای جذب اشعه خورشیدی در قسمت فوقانی آتریوم..... ۶۲
- شکل (۳-۲۸) : سرمایش تابشی..... ۶۳
- شکل (۳-۲۹) : نمونه ای از سرمایش تابشی غیرمستقیم..... ۶۴
- شکل (۳-۳۰) : کولرهای تبخیری با سازوکار ساده و ارزان مناسب اقلیم‌های خشک..... ۶۴
- شکل (۳-۳۱) : استفاده از بام آبی برای سرمایش تبخیری غیرمستقیم..... ۶۵
- شکل (۳-۳۲) : استفاده از عایق شناور به جای بام دوم برای سرمایش تبخیری غیرمستقیم..... ۶۶
- شکل (۳-۳۳) : سرمایش از طریق اتصال غیرمستقیم با خاک..... ۶۷
- شکل (۳-۳۴) : منابع مختلف نور طبیعی..... ۶۸
- شکل (۳-۳۵) : توزیع روشنایی در روز صاف و ابری..... ۶۹
- شکل (۳-۳۶) : ضریب بهره (لومن بر وات) برای منابع مختلف نور..... ۷۰
- شکل (۳-۳۷) : هماهنگی پنجره‌های عمودی با نور خورشید، نسبت به نورگیرهای سقفی..... ۷۱
- شکل (۳-۳۸) : انواع مختلف نورگیری از سقف..... ۷۳
- شکل (۳-۳۹) : تأثیر فرم بر درصد نور طبیعی که به ساختمان وارد می شود..... ۷۴
- شکل (۳-۴۰) : خیرگی درشیشه‌های نیمه شفاف..... ۷۶
- شکل (۳-۴۱) : انسداد نور مستقیم خورشید با کرکره‌های افقی با رنگ روشن..... ۷۶
- شکل (۳-۴۲) : پرده‌های رلی و صفحه‌های عمودی..... ۷۷
- شکل (۳-۴۳) : فاصله پیشنهادی بین نورگیرهای سقفی در ساختمان فاقد پنجره..... ۷۸
- شکل (۳-۴۴) : فاصله پیشنهادی بین نورگیرهای سقفی در ساختمان‌های دارای پنجره..... ۷۸
- شکل (۳-۴۵) : استفاده از بازتابنده‌های داخلی برای کاهش خیرگی..... ۷۹
- شکل (۳-۴۶) : فاصله‌گذاری معمول برای پنجره‌های صفا‌ی براساس ارتفاع سقف..... ۸۱
- شکل (۳-۴۷) : افزایش چشمگیر روشنایی طبیعی با سپر نورگیر در خارج پنجره شمالی..... ۸۱
- شکل (۳-۴۸) : بهبود عملکرد پنجره‌های صفا‌ی با انعکاس نور آن از یک دیوار داخلی..... ۸۲

- شکل (۳-۴۹) : پرهیز از خیرگی توسط سپرهای نوری در کتابخانه مونت آیری..... ۸۲
- شکل (۳-۵۰) : استفاده از استوانه‌های نوری برای هدایت نور به داخل..... ۸۳
- شکل (۳-۵۱) : نورگیرهای سقفی لوله‌ای..... ۸۴
- شکل (۳-۵۲) : انتقال نور طبیعی به زیرزمین در دانشگاه مینه سوتا..... ۸۴
- شکل (۳-۵۳) : فرودگاه دنور..... ۸۶
- شکل (۴-۱) : استفاده از توربین باد، گلخانه و ذخیره آب در خانه اتارک..... ۹۲
- شکل (۴-۲) : تهویه عبوری با استفاده از آتریوم در ساختمان بارکلی کارد..... ۹۴
- شکل (۴-۳) : هدایت جریان باد به داخل ساختمان قانون اساسی لس آنجلس..... ۹۴
- شکل (۴-۴) : شمای کلی مجموعه اکو- بای اکوبای..... ۹۵
- شکل (۴-۵) : ایجاد تهویه عبوری توسط آتریوم در ساختمان اکوبای..... ۹۵
- شکل (۴-۶) : گسترش فضای سبز درون ساختمان اکوبای..... ۹۶
- شکل (۴-۷) : شمایی از آتریوم مرکز تحقیقات واگنیگن..... ۹۶
- شکل (۴-۸) : آتریوم ساختمان ایگزوینی..... ۹۷
- شکل (۴-۹) : نمای جنوبی ساختمان ایگزوینی..... ۹۷
- شکل (۴-۱۰) : نمایش ساختار تهویه دودکشی در شعبه مرکزی ایگزوینی..... ۹۸
- شکل (۴-۱۱) : سایه اندازی بر نمای جنوبی در ساختمان ایگزوینی..... ۹۸
- شکل (۴-۱۲) : دید از بالا به ساختمان آکادمی علوم کالیفرنیا..... ۹۹
- شکل (۴-۱۳) : مقطع آتریوم ساختمان آکادمی علوم کالیفرنیا..... ۹۹
- شکل (۵-۱) : میانگین موارد جهت و سرعت باد در ماههای تیر تا آذر در اصفهان..... ۱۰۵
- شکل (۵-۲) : نمودار جهت و سرعت باد در اصفهان..... ۱۰۶
- شکل (۵-۳) : نمودار میانگین ماکسیمم و مینیمم درجه حرارت..... ۱۰۷
- شکل (۵-۴) : نمودار میانگین ماکسیمم و مینیمم رطوبت نسبی..... ۱۰۷
- شکل (۵-۵) : نمودار میانگین کل بارش ماهانه..... ۱۰۸
- شکل (۵-۶) : نمودار میانگین ساعات آفتابی در ماه..... ۱۰۹
- شکل (۶-۱) : دریافت بسیار کم نور خورشید در دامنه‌های شمالی..... ۱۱۲
- شکل (۶-۲) : کاهش نسبت سطح به حجم در ساختمان دانشگاه تروندهیم..... ۱۱۳
- شکل (۶-۳) : اتصال ساختمان ها به هم در پابلو آکوما..... ۱۱۳
- شکل (۶-۴) : کاهش اتلاف گرمای داخلی ساختمان با فرو بردن ساختمان در خاک..... ۱۱۴
- شکل (۶-۵) : قرار دادن فضاهای خدماتی در ضلع شمالی ساختمان خانه بروک هاون..... ۱۱۴
- شکل (۶-۶) : تعبیه کلیه پنجره ها در ضلع جنوبی خانه ژاکوب به منظورافزایش کارکرد حرارتی..... ۱۱۵
- شکل (۶-۷) : نمایش اختلاف درجه حرارت در دو طرف عایق حرارتی..... ۱۱۵
- شکل (۶-۸) : مناسب بودن بالای تپه ها تنها برای اقلیم های گرم و مرطوب..... ۱۱۶
- شکل (۶-۹) : محافظت ساختمان در برابرادهای سرد زمستانی بوسیله درختان..... ۱۱۶

- شکل (۶-۱۰) : انحراف باد های سرد زمستانی به وسیله طراحی حصار در اطراف ساختمان ها..... ۱۱۷
- شکل (۶-۱۱) : محافظت ساختمان در برابر بادهای بوسیله هماهنگی فرم بنا با عوارض زمین..... ۱۱۷
- شکل (۶-۱۲) : کاهش دیوار های در معرض باد با اتصال ساختمان ها به یکدیگر..... ۱۱۷
- شکل (۶-۱۳) : انحراف بادهای سرد بوسیله سقف های شیروانی ۱۱۸
- شکل (۶-۱۴) : محافظت فضاهای اصلی از بادهای سرد بوسیله فضاهای خدماتی..... ۱۱۸
- شکل (۶-۱۵) : انحراف باد بوسیله خاکریز ۱۱۹
- شکل (۶-۱۶) : کاهش پنجره ها در جبهه مواجه با بادهای سرد..... ۱۱۹
- شکل (۶-۱۷) : قرار دادن ساختمان ها در دامنه جنوبی برای محافظت در برابر باد های سرد..... ۱۲۰
- شکل (۶-۱۸) : پرهیز از کاشت درخت در جبهه جنوبی..... ۱۲۰
- شکل (۶-۱۹) : قرار دادن پنجره ها در جبهه جنوبی برای افزایش جذب گرمای خورشید ۱۲۱
- شکل (۶-۲۰) : نحوه عملکرد پنجره های صفه‌ای در تابستان و زمستان..... ۱۲۱
- شکل (۶-۲۱) : کاربرد پلان باز در ساختمان ۱۵۷ لاکهیر..... ۱۲۲
- شکل (۶-۲۲) : سیستم جذب مجزا ۱۲۲
- شکل (۶-۲۳) : کاربرد جرم حرارتی در ساختمان..... ۱۲۳
- شکل (۶-۲۴) : دو لایه کردن بام..... ۱۲۴
- شکل (۶-۲۵) : کاربرد سایه بان های متحرک ۱۲۵
- شکل (۶-۲۶) : سایه اندازی توسط داربست مو ۱۲۵
- شکل (۶-۲۷) : سایه بان های متحرک..... ۱۲۶
- شکل (۶-۲۸) : انواع سایه انداز های داخلی..... ۱۲۶
- شکل (۶-۲۹) : افزایش جریان عبوری هوا با چرخش پلان به سمت باد..... ۱۲۷
- شکل (۶-۳۰) : استفاده از درختان برای هدایت جریان باد..... ۱۲۷
- شکل (۶-۳۱) : تاثیر نحوه همنشینی ساختمان در جریان عبور باد ۱۲۸
- شکل (۶-۳۲) : تک لایه کردن ساختمان برای افزایش جریان عبوری هوا..... ۱۲۸
- شکل (۶-۳۳) : قرار دادن فضاهای اصلی در ارتفاعی بالاتر جهت افزایش جریان عبوری هوا ۱۲۹
- شکل (۶-۳۴) : تهویه دودکشی..... ۱۲۹
- شکل (۶-۳۵) : فضا های تک لایه و تهویه دوطرفه ۱۳۰
- شکل (۶-۳۶) : کاربرد دیوار های الحاقی در پنجره ها..... ۱۳۰
- شکل (۶-۳۷) : ایجاد اختلاف فشار در مجراهای ورود و خروج هوا با افزایش اختلاف ارتفاع..... ۱۳۱
- شکل (۶-۳۸) : جریان هوا در رواق ها..... ۱۳۱
- شکل (۶-۳۹) : نحوه عملکرد دودکش خورشیدی..... ۱۳۲

- شکل (۶-۴۰) : عایق های حرارتی..... ۱۳۳
- شکل (۶-۴۱) : عایق حرارتی بین دو دیوار..... ۱۳۳
- شکل (۶-۴۲) : استفاده از زمین به عنوان عایق حرارتی..... ۱۳۴
- شکل (۶-۴۳) : روش های مختلف کاربرد عایق حرارتی در ساختمان..... ۱۳۴
- شکل (۶-۴۴) : نمایش شیوه مناسب بهره گیری از عایق متحرک در داخل ساختمان ۱۳۵
- شکل (۶-۴۵) : سرمایش تبخیری مستقیم در ساختمان بوسیله فواره ۱۳۶
- شکل (۶-۴۶) : سرمایش تبخیری غیر مستقیم در ساختمان..... ۱۳۶
- شکل (۶-۴۷) : سرمایش تبخیری غیر مستقیم..... ۱۳۷
- شکل (۶-۴۸) : کولرهای تبخیری..... ۱۳۷
- شکل (۶-۴۹) : زهکش محوطه..... ۱۳۸
- شکل (۶-۵۰) : ایوان فضای سایه دار و رو به هوای باز..... ۱۳۹
- شکل (۶-۵۱) : تداوم جریان عبوری هوا بین ساختمان ها..... ۱۳۹
- شکل (۶-۵۲) : مقایسه میزان فشردگی فرم های مختلف با حجم برابر..... ۱۴۰
- شکل (۶-۵۳) : فرم با انحنا به سمت جنوب..... ۱۴۲
- شکل (۶-۵۴) : فرم با انحنا به سمت شمال..... ۱۴۳
- شکل (۶-۵۵) : نمودار مناسب ترین طیف جهت استقرار ساختمان در اصفهان..... ۱۴۴
- شکل (۶-۵۶) : همپوشانی نقاله سایه یاب و نقاله خورشیدی در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه..... ۱۴۵
- شکل (۶-۵۷) : تقویم نیاز اقلیمی داخل ساختمان..... ۱۴۶
- شکل (۶-۵۸) : نیاز به آفتاب و سایه در نقاله خورشیدی..... ۱۴۶
- شکل (۶-۵۹) : انطباق نقاله سایه یاب و نقاله موقعیت خورشید برای جهات چهارگانه..... ۱۴۷
- شکل (۶-۶۰) : سایه بان پنجره جنوبی..... ۱۴۸
- شکل (۶-۶۱) : سایه بان پنجره شرقی..... ۱۴۸
- شکل (۶-۶۲) : سایه بان پنجره شمالی..... ۱۴۹
- شکل (۶-۶۳) : سایه بان پنجره غربی ۱۴۹
- شکل (۶-۶۴) : جدول بیوکلیماتیک ساختمانی شهر اصفهان..... ۱۵۰
- شکل (۷-۱) : چارت سازمانی ریاست کل و زیرمجموعه ها..... ۱۶۵
- شکل (۷-۲) : چارت سازمانی معاونت پژوهشی و زیرمجموعه ها..... ۱۶۵
- شکل (۷-۳) : چارت سازمانی معاونت آموزشی و زیرمجموعه ها..... ۱۶۶
- شکل (۷-۴) : چارت سازمانی معاونت امور اداری و مالی و زیرمجموعه ها..... ۱۶۶
- شکل (۷-۵) : چارت سازمانی معاونت طرح و برنامه و زیرمجموعه ها..... ۱۶۷

- شکل (۶-۷) : چارت سازمانی معاونت اطلاع‌رسانی و انتشارات و زیرمجموعه‌ها..... ۱۶۷
- شکل (۷-۷) : دیاگرام ارتباطی ریاست مرکزی..... ۱۶۸
- شکل (۸-۷) : دیاگرام ارتباطی معاونت‌ها..... ۱۶۸
- شکل (۹-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت ارتباط با صنعت..... ۱۶۹
- شکل (۱۰-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت آموزش کارکنان..... ۱۶۹
- شکل (۱۱-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت مالی..... ۱۷۰
- شکل (۱۲-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت نیازسنجی و امکان‌سنجی..... ۱۷۰
- شکل (۱۳-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت سیاست‌گذاری و اهداف..... ۱۷۱
- شکل (۱۴-۷) : دیاگرام ارتباطی پژوهشکده‌ها..... ۱۷۱
- شکل (۱۵-۷) : دیاگرام ارتباطی آزمایشگاه..... ۱۷۲
- شکل (۱۶-۷) : دیاگرام ارتباطی مدیریت آموزش کارکنان..... ۱۷۲
- شکل (۱۷-۷) : دیاگرام ارتباطی سایت انفورماتیک..... ۱۷۳
- شکل (۱۸-۷) : دیاگرام ارتباطی نشر و انتشارات..... ۱۷۳
- شکل (۱۹-۷) : دیاگرام ارتباطی سمعی- بصری..... ۱۷۴
- شکل (۲۰-۷) : دیاگرام ارتباطی رستوران..... ۱۷۴
- شکل (۲۱-۷) : دیاگرام ارتباطی حراست..... ۱۷۵
- شکل (۱-۸) : موقعیت سایت پروژه در دل دانشگاه اصفهان..... ۱۸۱
- شکل (۲-۸) : موقعیت سایت پروژه نسبت به جانمایی باغ هزار جریب..... ۱۸۱
- شکل (۳-۸) : آلترناتیو شماره ۱..... ۱۸۲
- شکل (۴-۸) : آلترناتیو شماره ۲..... ۱۸۳
- شکل (۵-۸) : آلترناتیو شماره ۳..... ۱۸۳
- شکل (۶-۸) : آلترناتیو شماره ۴..... ۱۸۴
- شکل (۷-۸) : آلترناتیو شماره ۵..... ۱۸۵
- شکل (۸-۸) : آلترناتیو شماره ۶..... ۱۸۵
- شکل (۹-۸) : آلترناتیو شماره ۷..... ۱۸۶
- شکل (۱۰-۸) : آلترناتیو شماره ۸..... ۱۸۶
- شکل (۱۱-۸) : آلترناتیو شماره ۹..... ۱۸۷
- شکل (۱۲-۸) : آلترناتیو شماره ۱۰..... ۱۸۸
- شکل (۱۳-۸) : آلترناتیو شماره ۱۱..... ۱۸۸
- شکل (۱۴-۸) : آلترناتیو شماره ۱۲..... ۱۸۹