

مبانی و اصول طراحی ساختمان

با خالص انرژی صفر

گردآوری و تدوین:

دکتر علی حیدری

استادیار گروه تبدیل انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان

سرشناسه: حیدری، علی، ۱۳۶۳.

عنوان و نام پدیدآور: مبانی و اصول طراحی ساختمان با خالص انرژی صفر.

Fundamentals of net zero energy building design

گردآوری و تدوین: علی حیدری.

مشخصات نشر: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری: ز، ۱۷۰ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.

شابک: ۱-۴۵۱۵-۱۰-۹۶۴-۹۷۸: ۱۴۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: ساختمان‌های پایدار / ساختمان‌سازی پایدار / انرژی‌های پایان‌ناپذیر / ساختمان‌های

پایدار-طرح و ساختمان/ معماری و صرفه‌جویی در انرژی

شناسنامه افزوده دانشگاه آزاد اسلامی. واحد سمنان.

رده‌بندی کتبی: م ۲۱۱/ح ۹/ ۸۸۰ TH

رده‌بندی دیویی: ۷۲۰/۷

شماره کتاب شناسی: ۴۵۱۵

نام کتاب: مبانی و اصول طراحی ساختمان با خالص انرژی صفر

گردآوری و تدوین: دکتر علی حیدری

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی

چاپ اول: ۱۳۹۶

تیراژ: ۲۰۰۰

قطع: وزیری

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

طراح جلد: صنم طلوع

ویراستار: زهرا کواکبیان

قیمت: ۱۴۰۰۰ تومان

شابک: ۱-۴۵۱۵-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه محفوظ است.

نشانی: سمنان - مجتمع دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان - صندوق پستی ۳۵۱۴۵-۱۷۹

تلفن: ۰۲۳۳۳۶۵۴۰۴۰ نمابر: ۰۲۳۳۶۵۴۰۳۶

صفحه	عنوان
۵	پیشگفتار
۱	فصل ۱- مقدمه
۶	فصل ۲- مفاهیم ساختمانهای انرژی صفر
۷	شکل ۱-۲ اصول خانه‌های انرژی صفر
۹	۱-۲- نمونه خانه انرژی صفر در آمریکا
۱۳	۲-۲- مکانیزم‌های مصرف انرژی در خانه‌های انرژی صفر
۱۴	۳-۲- مکانیزم‌های تولید انرژی کم‌هزینه در خانه‌های انرژی صفر
۱۴	۱-۳-۲- سیستم‌های ترکیبی خورشیدی
۱۵	۲-۱-۳-۲- آب گرم‌کن‌های خورشیدی
۱۵	۳-۱-۳-۲- سیستم‌های ترکیبی خورشیدی
۱۶	۴-۲- فناوری‌های سیستم‌های فتوولتائیک (PV)
۱۸	۱-۴-۲- اجزای سیستم فتوولتائیک
۱۸	۲-۴-۲- انواع سامانه‌های فتوولتائیک
۱۹	۳-۴-۲- مزایای استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک
۲۰	۴-۴-۲- معایب استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک
۲۰	۵-۴-۲- جهت‌گیری پنل‌های فتوولتائیک
۲۱	۶-۴-۲- فتوولتائیک یکپارچه ساختمان (Bipv)
۲۴	۵-۲- توربینهای بادی خانگی
۲۸	۶-۲- انرژی زمین‌گرمایی / سرمایی
۳۱	۷-۲- جمع‌بندی
۳۴	فصل ۳- کارهای انجام‌شده در زمینه خانه‌های انرژی صفر
۴۰	۱-۳- جمع‌بندی
۴۳	فصل ۴- محاسبه بار حرارتی و برودتی ساختمان

۴۴	۴-۱- محاسبه بار حرارتی ساختمان
۴۴	۴-۱-۱- بار حرارتی جداری
۴۶	۴-۱-۲- بار حرارتی نفوذ
۵۲	۴-۱-۳- بار حرارتی ناشی از آب گرم مصرفی
۵۳	۴-۲- محاسبه بار برودتی ساختمان
۵۷	۴-۳- جمع بندی
۵۹	فصل ۵- تأمین انرژی ساختمان
۵۹	۵-۱- محاسبات سیستم خورشیدی
۵۹	۵-۲- انرژی تابشی دریافتی توسط ککتورها
۶۲	۵-۳- انرژی حرارتی دریافتی در پنجره های غربی و جنوبی
۶۶	۵-۴- طراحی سیستم ترکیبی گرمایش خورشیدی
۶۷	۵-۴-۱- طراحی بار آب گرم کن خورشیدی
۶۹	۵-۴-۲- طراحی ککتور خورشیدی
۷۱	۵-۴-۳- طراحی من ذخیره حرارتی
۷۲	۵-۴-۴- یکجای حرارتی
۷۲	۵-۵- انرژی دریافتی توسط سلول های فتوولتائیک
۷۲	۵-۵-۱- انواع سلول های فتوولتائیک
۷۴	۵-۵-۲- روش های استفاده از برق تولیدی توسط سلول های فتوولتائیک
۷۶	۵-۵-۳- مفاهیم کاربردی سلول های فتوولتائیک
۷۸	۵-۵-۴- تأثیر شرایط محیطی بر عملکرد سلول های فتوولتائیک
۸۰	۵-۵-۴-۱- نصب پنل های خورشیدی
۸۱	۵-۵-۵- محاسبات یک سیستم جدا از شبکه (Off Grid)
۸۴	۵-۵-۶- استفاده از انرژی بادی
۸۵	۵-۶-۱- انتخاب مکان مناسب برای توربین باد
۸۵	۵-۶-۲- اجزای سیستم توربین باد
۸۵	۵-۶-۳- برآورد تأمین انرژی توربین باد

۸۹	۵-۷- استفاده از انرژی زمین
۹۱	۵-۷-۱- تقسیم‌بندی بر اساس سیکل حرارتی
۹۳	۵-۷-۲- پمپ حرارتی با منبع زمینی
۹۵	۵-۷-۳- انواع سیستم‌های پمپ حرارتی زمینی
۹۷	۵-۷-۴- کاربرد پمپ‌های حرارتی
۹۸	۵-۷-۵- مراحل انجام پروژه‌های پمپ حرارتی زمین گرمایی
۱۰۰	۵-۸- جمع‌بندی
۱۰۳	فصل ۶- بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان
۱۰۳	۶-۱- مقدمه
۱۰۴	۶-۲- ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی
۱۰۴	۶-۳- روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان
۱۰۷	۶-۴- بخش اول: عایق‌کاری و بهای انرژی و بهای انرژی حرارتی
۱۰۸	۶-۴-۱- عایق‌کاری ساختمان
۱۱۶	۶-۴-۲- انتخاب مصالح ساختمانی
۱۱۷	۶-۵- بخش دوم: طرح هوشمندسازی ساختمان
۱۲۰	۶-۵-۱- ساختمان مسکونی
۱۲۴	۶-۵-۲- ساختمان اداری
۱۲۷	۶-۶- بخش سوم: معماری و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان
۱۲۹	۶-۶-۱- طراحی معماری غیرفعال
۱۳۴	۶-۶-۲- طراحی معماری اقلیمی
۱۳۴	۶-۶-۲-۱- اصول طراحی اقلیمی
۱۳۴	۶-۶-۲-۲- موقعیت ساختمان در پلان
۱۴۱	۶-۷- جمع‌بندی
۱۴۳	پیوست ۱- کاتالوگ‌های پنل‌های خورشیدی
۱۴۹	پیوست ۲- کاتالوگ‌های توربین‌های بادی خانگی
۱۵۳	پیوست ۳- آب گرم‌کن‌های خورشیدی

- شکل ۱-۲ اصول خانه‌های انرژی صفر ۷
- شکل ۲-۲ تجهیزات مورد نیاز یک خانه انرژی صفر ۸
- شکل ۳-۲ مقایسه انرژی مصرفی خانه‌های مسکونی معمولی و خانه‌های مسکونی انرژی صفر ۹
- شکل ۴-۲ خانه نمونه ۱۱
- شکل ۵-۲ ساختمان دیواره‌های عمودی و خرابای چوبی به کاررفته ۱۲
- شکل ۶-۲ مدار شماتیک سیستم ترکیبی خورشیدی نمونه ۱۶
- شکل ۷-۲ نمونه دیگر مدار شماتیک سیستم ترکیبی خورشیدی ۱۶
- شکل ۸-۲ نمونه یک کندانسور و کمپرسور اسپلیت خورشیدی ۱۷
- شکل ۹-۲ شماتیک استفاده از سیستم فتوولتائیک ۱۸
- شکل ۱۰-۲ ریزش بادی ساخته شده با مصرف خانگی ۲۵
- شکل ۱۱-۲ اجزای تشکیل دهنده توربین بادی ۲۷
- شکل ۱۲-۲ انواع کاربردهای انرژی زمین گرمایی ۲۹
- شکل ۱۳-۲ شماتیک استفاده از زمین - بهت - رمایش و گرمایش در فصول گرم و سرد ۳۰
- شکل ۱۵-۲ استفاده از پمپ حرارتی زمینی (سرمایش در تابستان و گرمایش در زمستان) ۳۱
- شکل ۱-۳ نمودار مصرف انرژی بر اساس هزینه تمام شده با تعداد جدارهای مختلف شیشه (همان) ۳۵
- شکل ۲-۳ نمودار هزینه بر اساس سطح پنجره برای تعداد جدارهای مختلف شیشه و گازهای پر شده متفاوت (همان) ۳۵
- شکل ۳-۳ مصرف انرژی بر اساس استراتژیهای مختلف کنترلی ۳۶
- شکل ۴-۳ عملکرد بر اساس متغیرهای ورودی (Lu et al., 2013) ۴۰
- شکل ۵-۱ زاویه‌های مختلف برای یک صفحه ۶۰
- شکل ۵-۲ اشعه تابشی بر سطح افقی و شیب دار ۶۱
- شکل ۵-۳ میزان عبور نور از پنجره‌های چندجداره ۶۵

پیشگفتار

کشور ما در حال توسعه بوده و با رشد فزاینده جمعیت روبه‌روست. پیشرفت و توسعه کشور در گروی دانش و تکنولوژی و استفاده از فناوری‌های نوین است. در حالی که در بیست سال آینده روند تولید انرژی با توقف صادرات نفتی کند شده و ضرورت استفاده از انرژی‌های نوین احساس می‌شود. رشد مصرف فرآورده‌های نفتی و انرژی نیز اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. صنعت ساختمان در نگاه کلی یکی از مصرف‌کنندگان بزرگ انرژی بوده و مصرف انرژی در آن نیازمند بازنگری است.

منظور ارتقاء استفاده بهینه انرژی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری می‌توان به فوایدی جدید رو آورد و در این رابطه از به‌کارگیری روش‌های صحیح مهندسی ساختمان بهره برد. بهترین شیوه ارتقاء بازده انرژی در ساختمان‌ها و منازل مسکونی جلوگیری از جریان هوا و عایق‌بندی درها و پنجره‌ها و استفاده از ترموستات‌های جدید در شومیزها، ایجاد سقف کاذب و عایق‌بندی ساختمان است. این اقدامات به‌تنهایی موجب کاهش ۴۰ درصد از هزینه‌های مرتبط با سرمایش و گرمایش ساختمان می‌شود. از طرف دیگر با استفاده از لوازم خانگی که مصرف یا ایجاد تغییرات اساسی در معماری ساختمان امکان کاهش مصرف و صرفه‌جویی در هزینه‌ها وجود دارد. در استان‌هایی که دارای لوله‌کشی گاز طبیعی هستند نیز می‌توان با نصب مشعل گازسوز جدید در تأسیسات گرمایشی ساختمان سالیانه حدود ۲۰ درصد از مصرف گاز طبیعی صرفه‌جویی کرد. امکان صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های نوساز بسیار زیاد بوده و می‌توان در این راستا با به‌کارگیری طرح‌های مناسب علاوه‌بر فراهم کردن آسایش بیشتر شهروندان، بازده انرژی ساختمان را نیز افزایش داد و حدود ۵۰ درصد از هزینه‌های سرمایشی و گرمایشی کاست. در ساختمان‌های تجاری بهترین روش برای افزایش بازده انرژی جایگزین کردن و بهینه‌سازی سیستم‌های روشنایی با استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف است که می‌توان از روشن ماندن این گونه چراغ‌ها و تجهیزات در طول شبانه‌روز به شیوه علمی ممانعت به‌عمل آورد. در ساختمان‌های صنعتی نیز بسته به نوع کاربری مصرف انرژی، می‌توان مصرف انرژی را بهینه کرد. باتوجه‌به موارد فوق هنگام طراحی ساختمان، حتماً باید مقوله‌های مربوط به اصول اتلاف انرژی در ساختمان و راه‌های جلوگیری از آن و به‌تبع آن بهینه‌سازی

انرژی در ساختمان را مد نظر قرار داد. از طرف دیگر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و نو از جمله انرژی خورشید، باد و گرمای زمین، این امکان را می‌دهد که بتوان سهم عمده انرژی مصرفی ساختمان را از این منابع رایگان به‌دست آورد.

در راستای جهت‌گیری نظام جمهوری اسلامی ایران در حوزه انرژی و با توجه به مزیت‌های گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر، اولویت‌دادن به توسعه این انرژی‌های پاک که دارای منافع گوناگون اقتصادی و زیست‌محیطی هستند، جزء اولویت‌های دولتمردان و سیاست‌گذاران است. در این میان باید توجه کرد ارتقاء آگاهی شهروندان درخصوص مزایای انرژی‌های نو، مسیر توسعه انرژی‌های پاک در کشور را تسهیل خواهد کرد. هدف در این کتاب شناسایی راهکارهای طراحی خانه‌های با مصرف انرژی کم و تأمین‌کننده انرژی خود است. در این راستا اهدافی در نظر گرفته شده است که به آن‌ها به‌صورت طرح سؤال پرداخته می‌شود:

- چرا باید به سمت پیاپی سازی خانه‌های انرژی صفر حرکت کرد؟
 - مزایا و معایب اجرای خانه انرژی صفر چیست؟
 - برای اجرای خانه‌های انرژی صفر با چه چالش‌هایی روبه‌رو می‌شویم؟
 - موارد مصرف و تولید انرژی در یک خانه انرژی صفر به چه صورت است؟
 - راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان چیست؟
- در فصل‌های مختلف این کتاب سعی شده است به پرسش‌های فوق حتی‌المقدور پاسخ داده شود. در ابتدا مقدمه‌ای درخصوص انرژی و در مد انرژی مصرفی در صنعت ساختمان و ضرورت بهینه‌سازی مصرف بیان می‌شود. سپس به ماهیم خانه‌های انرژی صفر و مروری بر کارهای انجام‌شده در این زمینه پرداخته می‌شود. در ادامه نیز انرژی موردنیاز یک ساختمان در فصول گرم و سرد محاسبه شده و در انتها راه‌های تأمین انرژی موردنیاز ساختمان، طراحی سیستم‌های تولید انرژی و راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان ارائه می‌شود. گفتنی است که این کتاب مبانی و چارچوب کلی طراحی خانه‌های انرژی صفر را آموزش داده و استفاده از بخش‌های مختلف آن مستلزم به‌کارگیری خلاقیت و طرح ایده است.

دکتر علی حیدری