



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

ارائه راهکارهای استفاده همزمان از سیستمهای گرمایش و سرمایش خورشیدی و متداول در ساختمانهای مسکونی نقاط مختلف کشور

مجری:

شهرام دلفانی

همکاران:

مریم کرمی، جعفر اسماعیلیان

آسیه عطاردی، سیدسجاد غرضی

فرید بصیر شبستری، ساره ایزدی

مژده زرگران، محمدحسین ماجدی اردکانی، نوید نوری

شماره نشر: گ- ۱۰۳۳

چاپ اول: ۱۴۰۲

سرشناسه	دلفانی، شهرام، ۱۳۵۲
عنوان و نام پدیدآور	ارایه راهکارهای استفاده همزمان از سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی و متداول در ساختمانهای مسکونی نقاط مختلف کشور/ مجری شهرام دلفانی؛ همکاران مریم کرمی... (و دیگران).
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	ذ. ۲۲۱ ص: مصور، نقشه، نمودار؛ ۲۹×۲۲ س.م.
فروست	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: گ-۱۰۳۳
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۴۴۶-۳
وضعیت فهرستویی	فیا
موضوع	انرژی خورشیدی -- ایران -- عوامل اقلیمی
موضوع	Solar energy -- Climatic factors -- Iran
موضوع	گرمایش خورشیدی -- طراحی و ساخت
موضوع	Solar heating -- Design and construction
موضوع	تأسیسات -- ایران -- طراحی و ساخت
موضوع	Buildings -- Mechanical equipment -- Iran -- Design and construction
موضوع	سیستم‌های فتوولتایی یکپارچه ساختمان -- ایران
موضوع	Building-integrated photovoltaic systems -- Iran
شناسه افزوده	کرمی، مریم، ۱۳۶۱-
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی کنگره	TJ81۰
رده بندی دیویی	۶۲۷/۴۷
شماره کتابشناسی ملی	۹۴۰۱۲۷۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیا

www.ketab.ir



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: ارائه راهکارهای استفاده همزمان از سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی و متداول در ساختمانهای مسکونی نقاط مختلف کشور
 مجری: شهرام دلفانی
 همکاران: مریم کرمی، جعفر اسماعیلیان، آسیه عطاردی، سید سجاد غرضی، فرید بصیرشبهستری، ساره ایزدی، مزده زرگران، محمدحسین ماجدی
 اردکانی، نوید نوری
 شماره نشر: گ-۱۰۳۳
 ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
 نوبت چاپ: اول
 تیراژ: ۲۰
 قطع: رحلی
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
 قیمت: ۳۱۰۰۰۰۰ ریال
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۴۴۶-۳

ISBN: 978-600-113-446-3

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.
 کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی:
 دورنگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲
 تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶
 پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir
 فروش الکترونیکی: http://pub.bhrc.ac.ir

پیشگفتار

گرمایش و سرمایش همواره به عنوان یک نیاز اساسی مورد توجه بشر بوده است. اهمیت این موضوع موجب شده تا سیستم‌های متنوعی متناسب با شرایط آب و هوایی، فرهنگی و اقتصادی در مکان‌های مختلف، مورد استفاده قرار گیرد. امروزه، علاوه بر اهمیت ویژه این نیاز، در نظر گرفتن فاکتورهای مهمی چون چگونگی و مقدار مصرف انرژی، تجدیدپذیری، سازگاری با محیط زیست و هزینه‌های اولیه، نگهداری و بهره‌برداری در انتخاب تجهیزات بسیار اهمیت دارد.

انرژی خورشیدی منحصربه‌فردترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان بوده و منبع اصلی تمامی انرژی‌های موجود در زمین است. ایران با داشتن حدود ۳۰۰ روز آفتابی در سال، جزو بهترین کشورهای دنیا در زمینه پتانسیل انرژی خورشیدی است و با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و پراکندگی روستایی در کشور، استفاده از انرژی خورشیدی یکی از مهمترین عواملی است که باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین استفاده از انرژی خورشیدی علاوه بر کاهش هزینه استفاده از سوخت‌های فسیلی، اثرات زیست‌محیطی بسیار مناسبی در پی خواهد داشت.

اگر چه تلاش‌های زیادی در جهت ترویج و توسعه انرژی خورشیدی در کشور صورت گرفته ولی این تلاش‌ها بیشتر در جهت ارائه اصول و مبانی، انتقال تکنولوژی و بیشتر متمرکز بر تجهیزات جذب انرژی خورشیدی بوده است و کمتر به نحوه استفاده عملی و ارائه جزئیات طرح و اجرای این تجهیزات در انواع سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمان به خصوص در شرایط اقلیمی کشور پرداخته شده است. بنابراین مصرف‌کنندگان، مهندسان و ناظران الگوی مناسبی برای طراحی، اجرا و همچنین نظارت بر اجرای این سیستم‌ها ندارند.

گزارش حاضر به منظور ارائه جزئیات در طرح و اجرای سیستم خورشیدی و تلفیق آن با سیستم‌های گرمایش و سرمایش متداول در کشور تعریف شده و امید است نتایج حاصل از آن، خلا موجود در جامعه مهندسی کشور را پر نماید.

محمد مهدی حیدری

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پتانسیل تابش خورشیدی در ایران
۱-۱	مقدمه
۲	پتانسیل تابش خورشیدی در ایران
۳-۱	برآورد میزان تابش خورشیدی در ایران
۱۹	انواع کلکتورهای خورشیدی
۱-۲	مقدمه
۲-۲	کلکتور صفحه تخت
۳-۲	کلکتور لوله خلاء
۴-۲	کلکتور استخری
۵-۲	کلکتور- مخزن ذخیره یکپارچه
۶-۲	مقایسه کلکتورهای مختلف
۳۵	سایر اجزای سیستمهای خورشیدی
۱-۳	سیال عامل
۲-۳	لوله و اتصالات
۳-۳	مخزن ذخیره سیستم خورشیدی
۴-۳	پمپها و گردش آب
۵-۳	کنترلرها برای ایمنی، راندمان و اطلاعات
۶-۳	مبدل‌های حرارتی
۷-۳	منابع گرمای پشتیبان
۵۵	گرمایش خورشیدی
۱-۴	مقدمه
۲-۴	تعاریف
۳-۴	سیستمهای خورشیدی گرمایش آب مصرفی
۴-۴	سیستمهای خورشیدی گرمایش ساختمان
۵-۴	روشهای انتقال گرما

۸۰	سیستمهای اینرسی - بالا	۶-۴
۸۳	دسته بندی و معرفی سیستمهای ترکیبی خورشیدی مورد استفاده در دنیا	۷-۴
۱۱۵	اندازه گذاری سیستم خورشیدی گرمایش آب مصرفی	۸-۴
۱۲۰	اندازه گذاری سیستم خورشیدی گرمایش فضای داخلی	۹-۴
۱۲۵	سرمایش خورشیدی	
۱۲۵	مقدمه	۱-۵
۱۲۷	سرمایش متداول	۲-۵
۱۲۷	سرمایش حرارتی	۳-۵
۱۳۸	سرمایش با برق خورشیدی: سیستمهای فوتوولتایی	۴-۵
۱۴۱	طراحی و اندازه گذاری	۵-۵
۱۶۷	نصب، راه اندازی، تعمیر و نگهداری سیستمهای گرمایش/سرمایش خورشیدی	
۱۶۷	مقدمه	۱-۶
۱۶۷	نصب سیستم	۲-۶
۱۸۳	مراحل راه اندازی سیستم خورشیدی	۳-۶
۱۸۵	نگهداری سیستم خورشیدی	۴-۶
۱۹۷	تحلیل اقتصادی	
۱۹۷	مقدمه	۱-۷
۱۹۷	کلیات	۲-۷
۱۹۹	تحلیل اقتصادی با استفاده از ارزش خالص فعلی	۳-۷
۲۰۹	پیوست الف: برنامه سرمایش و گرمایش آژانس بین المللی انرژی (IEA)	
۲۱۰	پیوست ب: نرم افزارهای طراحی	
۲۱۴	پیوست پ: نمونه طراحی سیستم سرمایش خورشیدی	

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱ موقعیت خورشید، جو و زمین.....
۳	شکل ۲-۱ مقایسه میزان تابش خورشیدی کشور ایران با سایر کشورها.....
۳	شکل ۳-۱ پتانسیل تابش و نقشه تابش خورشید در ایران.....
۴	شکل ۴-۱ زاویه اوج، ارتفاع خورشیدی و زاویه جنوبی خورشید.....
۵	شکل ۵-۱ زاویه جنوبی دیواره برای صفحات مایل.....
۶	شکل ۶-۱ زاویه انحراف خورشیدی.....
۷	شکل ۷-۱ عرض جغرافیایی.....
۸	شکل ۸-۱ تابش خورشید به زمین و موقعیت مدارها.....
۹	شکل ۹-۱ طول جغرافیایی.....
۹	شکل ۱۰-۱ زاویه ساعت.....
۱۱	شکل ۱۱-۱ صفحه تلاقی.....
۱۱	شکل ۱۲-۱ شکل صفحه افقی.....
۲۰	شکل ۱-۲ طرحواره یک کلکتوره هوایی با پنشه.....
۲۱	شکل ۲-۲ (الف) طرحواره و (ب) تصویر یک کلکتور سه‌سوی ترکیبی.....
۲۳	شکل ۳-۲ (الف) تصویر و (ب) طرحواره اجزای یک کلکتور خورشیدی صفحه تخت.....
۲۴	شکل ۴-۲ انواع صفحات جاذب بکار رفته در کلکتورهای خورشیدی.....
۲۸	شکل ۵-۲ (الف) طرحواره عملکرد و (ب) تصویری از یک کلکتور خورشیدی لوله خلاء نوع لوله حرارتی.....
۲۹	شکل ۶-۲ اجزای اصلی کلکتور لوله سیدنی خلاء.....
۳۰	شکل ۷-۲ کلکتور خورشیدی استخری (الف) بستهبندی به صورت رول (ب) نحوه نصب روی بام.....
۳۱	شکل ۸-۲ کلکتور ICS نوع مخزنی.....
۳۱	شکل ۹-۲ کلکتور ICS نوع لوله‌های.....
۳۲	شکل ۱۰-۲ کارایی کلکتورهای مختلف.....
۳۶	شکل ۱-۳ یک سیستم گرمایش خورشیدی به همراه اجزای متداول.....
۳۷	شکل ۲-۳ استفاده از شکستنج و چسب‌های pH برای تعیین کیفیت سیال عامل.....
۳۸	شکل ۳-۳ اتصالات متداول برای لوله‌های مسی در سیستمهای خورشیدی.....
۴۰	شکل ۴-۳ قرارگیری مخزن در نقاط مختلف.....
۴۱	شکل ۵-۳ مخزن آب گرم از پایین توسط خورشید و از بالا توسط دیگ (یا پکیج) گرم می‌شود.....
۴۱	شکل ۶-۳ مثالهایی از اتصال مناسب سیستم خورشیدی به مخزن آب گرم برای راندمان بهتر.....
۴۳	شکل ۷-۳ قسمتهای مختلف یک مخزن با چندین منبع انرژی.....
۴۴	شکل ۸-۳ نمونه‌هایی از پمپ‌های الکتریکی AC گردش آب.....

- شکل ۳-۹ نمونه‌هایی از پمپ‌های الکتریکی DC گردش آب ۴۴
- شکل ۳-۱۰ مشخصات یک پمپ گردش آب در مقایسه با نیاز سیستم ۴۵
- شکل ۳-۱۱ قرارگیری کلکتور در پایین مخزن برای ایجاد ترموسیفون طبیعی ۴۵
- شکل ۳-۱۲ ساختار کنترلر پمپ توسط خواندن اختلاف دما ۴۶
- شکل ۳-۱۳ یک کنترلر ترموستاتیک اختلاف دما (DTC) ۴۷
- شکل ۳-۱۴ شیر سهرابه برای تامین دمای مناسب در خروجی ۴۸
- شکل ۳-۱۵ دیسنج برای تنظیم دقیق دبی سیال ۴۸
- شکل ۳-۱۶ انواع شیر یکطرفه برای مقابله با حرکت طبیعی گرما به سمت کلکتور در شب ۴۹
- شکل ۳-۱۷ مخزن با مبدل حرارتی در جداره خارجی ۵۰
- شکل ۳-۱۸ یک مخزن داخل مخزن دیگر ۵۰
- شکل ۳-۱۹ یک مخزن دو جداره ۵۱
- شکل ۳-۲۰ یک مبدل مستقل لوله- پوسته با لوله‌های دو جداره ۵۱
- شکل ۳-۲۱ استفاده از مبدل حرارتی با لوله‌های دو لایه در سیستم جابجایی طبیعی ۵۲
- شکل ۳-۲۲ مبدلهای حرارتی مستقل الف) مبدل لوله پیوسته ب) مبدل صفحه‌ای فشرده ۵۲
- شکل ۴-۱ سیستم تحت فشار با انرژی الکتریکی ترموستاتیک ۵۹
- شکل ۴-۲ سیستم تحت فشار با منبع برق AC ۶۰
- شکل ۴-۳ سیستم تخلیه برگشتی ۶۱
- شکل ۴-۴ سیستم تخلیه برگشتی با مبدل حرارتی در مخزن ۶۲
- شکل ۴-۵ سیستم ICS ۶۳
- شکل ۴-۶ استفاده از یک مخزن بزرگ ۶۹
- شکل ۴-۷ مخزن گرمایشی سیستم تخلیه - برگشتی ۷۰
- شکل ۴-۸ سیستم تخلیه برگشتی با مخزنهای ذخیره چندتایی ۷۱
- شکل ۴-۹ بار مجازی اتوماتیک ۷۵
- شکل ۴-۱۰ سیستم خورشیدی به همراه توزیع اینرسی - بالا ۸۱
- شکل ۴-۱۱ جزئیات سیستم اینرسی - بالا با بستر ماسهای ۸۱
- شکل ۴-۱۲ طرحواره سیستم ۱: گرمایش کفی خورشیدی ۸۹
- شکل ۴-۱۳ طرحواره سیستم ۲: مبدل حرارتی بین حلقه کلکتور و حلقه گرمایش فضا ۹۰
- شکل ۴-۱۴ طرحواره سیستم ۳: گرمایش کفی خورشیدی پیشرفته ۹۱
- شکل ۴-۱۵ طرحواره سیستم ۴: مخزن آب گرم به عنوان مخزن ذخیره گرمایش فضا ۹۲
- شکل ۴-۱۶ طرحواره سیستم ۵: مخزن آب گرم به عنوان مخزن ذخیره گرمایش فضا با قابلیت تخلیه - برگشتی ۹۳
- شکل ۴-۱۷ طرحواره سیستم ۶: ذخیره گرما در مخزن آب گرم و مخزن تخلیه برگشتی کلکتور ۹۴
- شکل ۴-۱۸ طرحواره سیستم ۷: مخزن ذخیره گرمایش فضا با یک مبدل حرارتی برای آب گرم مصرفی ۹۵
- شکل ۴-۱۹ طرحواره سیستم ۸: مخزن ذخیره گرمایش فضا با دو مبدل حرارتی برای آب گرم مصرفی ۹۷

- شکل ۴-۲۰: طرحواره سیستم ۹: مخزن ذخیره آب گرم کوچک در مخزن ذخیره گرمایش فضا..... ۹۸
- شکل ۴-۲۱: طرحواره سیستم ۱۰: مخزن ذخیره آب گرم کوچک در مخزن ذخیره گرمایش فضا (پیشرفته)..... ۹۹
- شکل ۴-۲۲: طرحواره سیستم ۱۱: مخزن ذخیره گرمایش فضا با مبدل(های) حرارتی آب گرم مصرفی و منبع پشتیبان خارجی..... ۱۰۰
- شکل ۴-۲۳: طرحواره سیستم ۱۲: مخزن ذخیره گرمایش فضا با مبدل(های) حرارتی آب گرم مصرفی و منبع پشتیبان خارجی..... ۱۰۱
- شکل ۴-۲۴: طرحواره سیستم ۱۳: دو مخزن ذخیره (سری)..... ۱۰۲
- شکل ۴-۲۵: طرحواره سیستم ۱۴: دو مخزن ذخیره (موازی) (BP)..... ۱۰۳
- شکل ۴-۲۶: طرحواره سیستم ۱۴: دو مخزن ذخیره (موازی) (BMI)..... ۱۰۴
- شکل ۴-۲۷: طرحواره سیستم ۱۵: دو لایه لایه ساز در مخزن ذخیره گرمایش فضا با یک مبدل حرارتی خارجی برای آب گرم مصرفی..... ۱۰۵
- شکل ۴-۲۸: طرحواره سیستم ۱۶: لایه لایه ساز مخروطی در مخزن ذخیره گرمایش فضا با مبدل حرارتی برای آب گرم مصرفی..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۹: طرحواره سیستم ۱۷: مخزن باز به اتمسفر با سه مبدل حرارتی..... ۱۰۹
- شکل ۴-۳۰: طرحواره سیستم ۱۸: مبدل حرارتی موازی، تولید حرارت مرکزی، آب گرم مصرفی لوله فیندار در لایه لایه ساز..... ۱۱۰
- شکل ۴-۳۱: طرحواره سیستم ۱۹: تولید حرارت مرکزی، بار حرارتی توزیع شده، مخزن ذخیره لایه لایه..... ۱۱۱
- شکل ۴-۳۲: طرحواره سیستم ۲۰: مخزن در مخزن بزرگ برای ذخیره گرمای فصلی..... ۱۱۳
- شکل ۴-۳۳: طرحواره سیستم ۲۱: مخزن لایه لایه بزرگ برای ذخیره گرمای فصلی، سیستم گرمایش هوا..... ۱۱۴
- شکل ۵-۱: ارتباط بین تابش خورشیدی و تقاضای سرمایشی/ گرمایشی برای یک نقطه در جنوب اروپا..... ۱۲۵
- شکل ۵-۲: نمای کلی از فناوریهای سرمایش خورشیدی..... ۱۲۶
- شکل ۵-۳: طرحواره چرخه سرمایش تراکمی..... ۱۲۷
- شکل ۵-۴: طبقه بندی سیستمهای سرمایش حرارتی..... ۱۲۸
- شکل ۵-۵: الف طرحواره سیستم دسیکنت (در حالت سرمایش)..... ۱۳۰
- شکل ۵-۶: چرخ های دسیکنت مختلف برای سیستم DEC جامد..... ۱۳۲
- شکل ۵-۷: طرحواره فرآیند یک سیستم دسیکنت مایع..... ۱۳۳
- شکل ۵-۸: نمونه هایی از سیستمهای سرمایش دسیکنت مایع..... ۱۳۳
- شکل ۵-۹: مروری بر چیلرهای جذبی در دسترس تجاری..... ۱۳۵
- شکل ۵-۱۰: مروری بر چیلرهای جذب سطحی در دسترس تجاری در بند ۳-۹..... ۱۳۶
- شکل ۵-۱۱: نمونههای فناوریهای دفع حرارت: به ترتیب از چپ به راست: برج خنککن مرطوب؛ کندانسور تبخیری و کندانسور هوایی..... ۱۳۸
- شکل ۵-۱۲: طرحواره سیستم PV مستقل از شبکه با باتری ذخیره..... ۱۳۹
- شکل ۵-۱۳: زیرسیستمهای تهویه مطبوع خورشیدی..... ۱۴۱
- شکل ۵-۱۴: انواع سیستمهای سرمایش کمکی برقی و حرارتی خورشیدی: فقط برای سرمایش..... ۱۴۵

- شکل ۱۵-۵ انواع سیستمهای سرمایش کمکی برقی و حرارتی خورشیدی: برای سرمایش و گرمایش ۱۴۶
- شکل ۱۶-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتور خورشیدی مایع ۱۴۷
- شکل ۱۷-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتور خورشیدی مایع ۱۴۸
- شکل ۱۸-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتورهای خورشیدی مایع ۱۴۹
- شکل ۱۹-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتورهای خورشیدی هوایی ۱۵۰
- شکل ۲۰-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتورهای خورشیدی هوایی ۱۵۱
- شکل ۲۱-۵ سیستم سرمایش خورشیدی با کلکتورهای خورشیدی هوایی ۱۵۲
- شکل ۲۲-۵ بازده کلکتور برای کلکتورهای خورشیدی متداول ۱۵۳
- شکل ۲۳-۵ طرحواره یک سیستم سرمایش شبانه ۱۵۴
- شکل ۲۴-۵ طرحواره کلی سیستم سرمایش خورشیدی ۱۵۶
- شکل ۲۵-۵ روش طراحی مرجع برای سیستمهای سرمایش خورشیدی (تنها برای مطالعات امکانسنجی اولیه و همچنین ارزیابی اولیه قیمت) ۱۵۹
- شکل ۲۶-۵ روش اتصال تیچلمن ۱۶۲
- شکل ۲۷-۵ نمونههای از کنترل سیستم سرمایش خورشیدی با مدار کاملاً بسته با چهار مدار کنترلی مختلف ۱۶۴
- شکل ۱-۶ نمونه نصب کلکتور به صورت توکار روی سقف شیدار ۱۷۰
- شکل ۲-۶ نمونه نصب کلکتور به صورت توکار، روی سقف شیدار ۱۷۱
- شکل ۳-۶ مراحل نصب کلکتور صفحه تخت روی بام افقی ۱۷۲
- شکل ۴-۶ نمونه مهار کلکتور روی بام با استفاده از وزنه ۱۷۳
- شکل ۵-۶ روشهای نصب کلکتور روی نما ۱۷۴
- شکل ۶-۶ آرایش موازی با اتصال Z ۱۷۵
- شکل ۷-۶ آرایش سری ۱۷۵
- شکل ۸-۶ ترکیب آرایش سری و موازی ۱۷۶
- شکل ۹-۶ نحوه صحیح اتصال کلکتورها ۱۷۶
- شکل ۱۰-۶ سیفون مانع سیرکولاسیون طبیعی ۱۸۰
- شکل ۱۱-۶ دیاگرام روش تخلیه و پر کردن سیستم خورشیدی ۱۸۴
- شکل ۱۲-۶ نمونههای ترکیدن کلکتور بر اثر یخ زدن ۱۸۷
- شکل ۱۳-۶ نمونههای تخریب عایق در اثر عوامل جوی ۱۸۷
- شکل ۱۴-۶ شیر هواگیر خودکار نامناسب و جای غلط حسگر ۱۸۸
- شکل ۱۵-۶ نصب غلط منبع انبساط ۱۸۸
- شکل ۱-۷ روند کار محاسبات تحلیل اقتصادی ۲۰۰
- شکل ۲-۷ طراحی یک نمونه سیستم خورشیدی برای محاسبات تحلیل اقتصادی ۲۰۱
- شکل ۳-۷ طراحی یک سیستم آبگرمکن معمولی بعنوان مرجع مقایسه تحلیل اقتصادی ۲۰۱

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱ ضریب ابرناکی میانگین ماهانه در شهرهای مختلف ایران.....	۱۵
جدول ۲-۱ میانگین ماهانه شاخص صافی روزانه هوا (\bar{K}_T) پیشنهاد شده برای شهرهای مختلف ایران.....	۱۷
جدول ۱-۲ انواع کلکتورهای خورشیدی.....	۲۲
جدول ۲-۲ مشخصات یک کلکتور صفحه تخت رایج.....	۲۵
جدول ۳-۲ مشخصات یک کلکتور لوله خلا رایج.....	۲۶
جدول ۱-۴ ویژگیهای دو بار گرمایی متفاوت (گرمایش فضا و آب گرم مصرفی).....	۶۶
جدول ۲-۴ مشخصه های دسته بندی سیستمهای ترکیبی.....	۸۵
جدول ۳-۴ دسته بندی سیستمهای خورشیدی ترکیبی.....	۸۶
جدول ۴-۴ علائم بکاررفته در طرحواره سیستمهای خورشیدی ترکیبی.....	۸۷
جدول ۵-۴ خلاصه بندی سیستمهای خورشیدی ترکیبی.....	۱۱۵
جدول ۶-۴ میزان مصرف آب گرم برحسب نوع ساختمان و نوع وسایل بهداشتی (لیتر در ساعت).....	۱۱۷
جدول ۷-۴ روش اندازه گذاری ساده برای آبگرمکنهای خورشیدی.....	۱۱۹
جدول ۱-۵ فناوریهای سرمایه‌گذاری و تهیه مطبوع.....	۱۲۹
جدول ۲-۵ بررسی اجمالی پارامترهای چیلر جذبی.....	۱۳۵
جدول ۳-۵ بررسی اجمالی پارامترهای چیلر جذب سطحی.....	۱۳۷
جدول ۴-۵ بررسی اجمالی فناوریهای دفع حرارت برای سیستمهای خورشیدی.....	۱۳۷
جدول ۵-۵ مرور مقایسه‌های فناوریهای سرمایه‌گذاری خورشیدی.....	۱۴۰
جدول ۶-۵ محاسبات سرانگشتی برای طراحی و اندازه گذاری اولیه سیستم سرمایه‌گذاری خورشیدی.....	۱۵۵
جدول ۷-۵ محاسبه پارامترهای لازم برای روش طراحی جامع.....	۱۶۰
جدول ۱-۶ ضریب انبساط طولی مواد ساختمانی.....	۱۶۸
جدول ۲-۶ مشخصات عایق های حرارتی دما بالا.....	۱۷۹
جدول ۱-۷ پارامترهای طراحی سیستم آبگرمکن خورشیدی مثال برای محاسبات تحلیل اقتصادی.....	۲۰۲
جدول ۲-۷ پارامترهای طراحی سیستم مرجع مثال برای محاسبات تحلیل اقتصادی.....	۲۰۳
جدول ۳-۷ هزینه های سرمایه گذاری سیستم خورشیدی بر حسب ریال.....	۲۰۳
جدول ۴-۷ هزینه های سرمایه گذاری سیستم مرجع.....	۲۰۳
جدول ۵-۷ هزینه های بهره برداری و نگهداری هر دو سیستم.....	۲۰۴
جدول ۶-۷ محاسبات ارزش خالص فعلی برای هر دو سیستم.....	۲۰۵
جدول ۷-۷ فرضیات مالی/فنی برای محاسبات ارزش خالص فعلی در جدول.....	۲۰۶
جدول ۸-۷ مقایسه ارزش خالص فعلی سیستم سرمایه‌گذاری خورشیدی و سیستم مرجع.....	۲۰۶

چکیده

در سالهای اخیر، اگرچه تلاشهای زیادی در جهت ترویج و توسعه انرژی خورشیدی در کشور صورت گرفته ولی این تلاشها بیشتر در جهت ارائه اصول و مبانی، انتقال فناوری و بیشتر متمرکز بر تجهیزات جذب انرژی خورشیدی بوده است و کمتر به نحوه استفاده عملی و ارائه جزئیات طرح و اجرای این تجهیزات در انواع سیستمهای گرمایش و سرمایش ساختمان به خصوص در شرایط اقلیمی کشور پرداخته شده است. بنابراین مصرفکنندگان، مهندسان و ناظران الگوی مناسبی برای طراحی، اجرا و همچنین نظارت بر اجرای این سیستمها ندارند. در همین راستا و با هدف رفع خلاء موجود در جامعه مهندسی کشور، پروژه حاضر به ارائه جزئیات در طرح و اجرای سیستم خورشیدی و تلفیق آن با سیستمهای گرمایش و سرمایش متداول در کشور می‌پردازد. در فصل اول این گزارش، درباره پتانسیل تابش خورشیدی در ایران صحبت شده و دو روش عددی جهت محاسبه میزان تابش در شهرهای مختلف ارائه شده است. فصل دوم به معرفی و مقایسه کلکتورهای خورشیدی، اختصاص یافته و در فصل سوم، سایر اجزای بکاررفته در سیستم های خورشیدی، معرفی شده است. در فصل چهارم، ابتدا به دستبندی و ارائه جزئیات سیستمهای گرمایش آب گرم مصرفی پرداخته شده و سپس، انواع سیستمهای ترکیبی خورشیدی دو منظوره (تامین گرمایش فضا و آب گرم مصرفی) که تاکنون در دنیا طراحی و نصب شده است، مورد بررسی قرار گرفته است. فصل پنجم به روشهای سرمایش خورشیدی اختصاص داده شده است و انواع و جزئیات این سیستمها مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل ششم، روشهای نصب، راهاندازی، تعمیر و نگهداری سیستمهای خورشیدی ارائه شده است و فصل پایانی به تحلیل اقتصادی سیستمهای خورشیدی اختصاص یافته است.