

# انرژی های نو و شهر خورشیدی

( مِهَر مِهَر بِر شَهَر اِیرانی )

دکتر ممدرضا بمانیان

دانشیار و مدیر گروه معماری دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس

دکتر هادی ممدودی نژاد

پژوهشگر دوره دکتری و مدرس دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس

انتشارات طمان

ناشر تخصصی معماری و شهرسازی

سرشناسه	: بمانیان، محمدرضا، ۱۳۳۷-
عنوان و نام پدید آور	: انرژی های نو و شهر خورشیدی: (مهر مهربر شهر ایرانی) / محمدرضا بمانیان، هادی محمودی نژاد.
مشخصات نشر	: تهران: هله: طحان، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۰ص: مصور، جدول
شابک	: ۴- ۱۲- ۸۵۳۰- ۹۶۴- ۹۷۸؛ چاپ دوم: ۲- ۵۴- ۲۹۳۲- ۹۶۴- ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: چاپ دوم: ۱۳۹۰ (فیبا)
یادداشت	: این اثر در چاپ دوم توسط انتشارات طحان منتشر خواهد شد.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۷۳- ۲۷۸
موضوع	: انرژی
موضوع	: انرژی خورشیدی - - ایران
شناسه افزوده	: محمودی نژاد، هادی، ۱۳۶۱-
رده بندی کنگره	: ۱۳۸ الف ۸ ب / QCV۳
رده بندی دویویی	: ۵۳۱/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۸۶۷۱۷۲



ناشر تخصصی معماری و شهرسازی

## انرژی های نو و شهر خورشیدی

ناشر: انتشارات طحان

تألیف: دکتر محمدرضا بمانیان - هادی محمودی نژاد

چاپخانه: پیام مدیر تولید: ابوالفضل چلاغلو

نوبت چاپ: دوم-اول ناشر ۱۳۹۱ شمارگان: ۱۵۰۰ نسخه

لیتوگرافی: امیر نقش صحافی: نوین

شابک: ۲- ۵۴- ۲۹۳۲- ۹۶۴- ۹۷۸

قیمت: ۱۰۸۰۰ تومان

تلفن های مرکز پخش: ۶۶۴۰۳۲۰۸ - ۶۶۴۰۳۱۹۱

## پیش‌گفتار

انرژی منشاء اصلی و اساس زندگی انسان هاست. دوره های مختلف تمدن بشر بر اساس کشفیات و اختراعات و چگونگی بهره گیری از منابع انرژی های گوناگون موجود شکل گرفته است و بنابراین می توان بحث انرژی را به عنوان بنیاد و اساس زندگی اجتماعی امروز بشر بررسی کرد.

تحقیقات و اختراعات و بهره گیری از انرژی های مختلف، از اساسی ترین و مهم ترین گام هایی هستند که انسان ها در طول تاریخ در راه پیشرفت جوامع خویش برداشته اند. با مطالعه در تاریخ زندگی انسان ها خواهیم دید که انرژی قابل استفاده برای انسان نخستین، تنها قدرت بدنی او بوده و مدت ها گذشت تا او توانست با رام کردن حیوانات و به خدمت گرفتن سایر انسان ها و نیز سوزاندن درختان، احتیاجات خود را بر طرف سازد، تا این که انسان با دستیابی به منابع سوخت های فسیلی مانند زغال سنگ و نفت و گاز توانست قدرت فنی و مادی خویش را به صورت بی سابقه ای افزایش دهد.

منابع انرژی های سنتی، سوخت های فسیلی و برق حاصل از شکاف هسته ای عملاً بر چگونگی سیستم عرضه انرژی در جهان امروز تسلط دارند ولی وابستگی شدید جوامع صنعتی به منابع انرژی فسیلی به خصوص نفت و گاز و به کارگیری و مصرف بی رویه آن ها ممکن است منابع عظیمی را که طی قرون متمادی در لایه های زیرین زمین تشکیل شده است، تخلیه نماید. با توجه به این که منابع انرژی زیرزمینی با سرعت فوق العاده ای مصرف می شوند و در آینده ای نه چندان دور چیزی از آن ها باقی نخواهد ماند، نسل فعلی وظیفه دارد به آن دسته از منابع انرژی که دارای عمر و پتانسیل زیادی هستند روی آورده و دانش خود را برای بهره برداری از آن ها گسترش دهد.

امروزه تأمین انرژی از اساسی ترین پیش نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به شمار می رود. تغییرات جمعیتی و رشد شهرنشینی علاوه بر ضعف در کارایی جریان تولید، انتقال، توزیع، مصرف و عدم وابستگی لازم به منابع

انرژی مطمئن و پاک، موجب افزایش تقاضای انرژی و مصرف سریع منابع آن گردیده است. در حالی که روش های تأمین و تولید انرژی خود از عوامل تعیین کننده در آلوده نمودن محیط زیست می باشند، سرعت تهی شدن منابع تجدیدناپذیر انرژی و افزایش آلودگی ها به بحران های انرژی و محیط زیست در هزاره سوم مبدل شده اند.

از ویژگی های مهم دیگری که توجه بشر امروز را به انرژی های نو (تجدید پذیر) یا به عبارتی سوخت های پاک معطوف داشته بحث آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه سوخت های فسیلی و خطرات و آسیب های بعضاً جبران ناپذیر آن بر جوامع بشری است. زباله های اتمی ناشی از نیروگاه های اتمی یکی دیگر از مشکلات بزرگ بشر امروز است به علاوه فن آوری و تکنولوژی بسیار پیشرفته جهت استفاده از انرژی هسته ای و نیز هزینه سنگین این سیستم ها به شکلی مضاعف از دیگر موانع کاربرد انرژی هسته ای است. بنابراین فناوری ساده جلوگیری از آلودگی هوا و حفظ محیط زیست و از همه مهم تر ذخیره شدن سوخت های فسیلی برای آیندگان و یا تبدیل آن ها به مواد و مصنوعات پر ارزش با استفاده از تکنیک های پتروشیمی، از عمده دلایلی هستند که لزوم استفاده از انرژی های نو و تجدید پذیر را برای کشور آشکار می سازد.

از آن جایی که تعدیل بین محیط زیست و اقتصاد انرژی در حال حاضر و در آینده مورد اهمیت قرار گرفته است و از دیگر سو امکانات بالقوه و سهمی که منابع تجدید پذیر در تأمین انرژی جهان خواهند داشت نقش کلیدی را بر مباحث آتی در انرژی بازی خواهد کرد. این منابع برای بررسی به گروه های متنوعی شامل خورشید، باد، زیست توده، زمین گرمایی، دریایی و آبی و هیدروژن تقسیم می شود.

در نتیجه رشد و به تبع آن زندگی شهر نشینی و نیز اصطلاحات اقتصادی رایج در قرن حاضر در بسیاری از کشورهای جهان مقادیر بیشتری از انرژی در سال های آتی مورد نیاز خواهد بود. بنابراین نوع تقاضاها برای انرژی، می بایست توسط نیروگاه های آبی، زغال سنگ و یا سوخت های فسیلی تأمین شود و این حداقل برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه به راحتی امکان پذیر نمی باشد در حالی که منابع زیست توده در این کشورها یا در دسترس می باشد و یا امکان بهره برداری از آن ها به سادگی وجود دارد.

مزایای بارز این انرژی ها موجب تشویق بشر در سرمایه گذاری در این راه بوده است. پیش بینی می شود که انرژی های تجدیدپذیر جایگاه ویژه ای را در تأمین انرژی قرن حاضر کسب کنند. البته حدود چهار دهه کشورهای پیشرفته

و صاحب فناوری به این مهم پرداخته‌اند تا جایی که در برنامه سالانه انرژی خود درصدی از انرژی های مورد نظر کشورشان را از طریق توربین های بادی، پیل های خورشیدی، انرژی زمین گرمایی تأمین می‌کنند.

بررسی دقیق نشان می‌دهد حتی در حال حاضر که هزینه استحصال انرژی های تجدید پذیر گرانتر از نوع فسیلی به نظر می‌آید، در مناطق دور دست روستایی و کشاورزی به دلیل مشکل انتقال سایر انرژی ها و بالا بودن هزینه آن، مقرون به صرفه اقتصادی است و با توجه به تلاش گسترده‌ای که در رابطه با استحصال انرژی هایی از این نوع شده روز به روز از توجه اقتصادی بالاتری برخوردار می‌شود.

مقایسه وضعیت انرژی ایران در سال ۱۳۸۵ با ارقام مشابه در سال ۱۳۶۵ نشان می‌دهد که جمع عرضه انرژی اولیه از ۳۹۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۶۵ به ۱۳۵۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۵ رسیده است. (رشد سالیانه ۶/۴ درصد) و کل مصرف نهایی انرژی از ۲۸۶/۶ به ۹۳۱/۶ میلیون بشکه نفت خام افزایش یافته است. (رشد سالیانه ۶/۱ درصد) این افزایش چشمگیر در مصرف نهایی انرژی، ضرورت تداوم و شتاب در اقدامات بهینه سازی در عرضه و تقاضای انرژی را بیش از پیش ضروری می‌سازد چرا که ادامه روند جاری باعث خواهد شد که علاوه بر کاهش سالانه توانایی صادرات انرژی، کشور در میان مدت به وارد کننده انرژی نیز تبدیل شود.

اثرات نامطلوب استفاده از سوخت های فسیلی در محیط زیست و چرخه طولانی برگشت پذیری طبیعی سوخت های فسیلی همراه با ضرورت حفاظت و نگه داشت محیط زیست، از جمله مواردی است که در مصرف منابع انرژی در شهر بایستی مورد التفات قرار گیرد. از یک سو، با توجه به رویکردهای نوین در معماری و شهرسازی مبتنی بر توسعه پایدار که نگاهی ویژه به حفظ حقوق و موارد آیندگان و نگه داشت محیط های طبیعی و زیست بوم شهری دارد و از سوی دیگر، گسترش و توسعه فناوری های نوین در عرصه تولید و عرضه انرژی های نو در شهرهای جهان، می‌تواند در صدد ترسیم زیربنای فکری و خردگرایی شهرهایی بود که می‌توانند انرژی خود را به صورتی خودبسنده از مواهب طبیعی کره زمین و البته غیر از سوخت های فسیلی، فراهم آورند.

مصرف گسترده و کلان انرژی حاصل از سوخت های فسیلی اگرچه رشد سریع اقتصادی جوامع پیشرفته صنعتی را به همراه داشته است اما بواسطه انتشار مواد آلاینده حاصل از احتراق و افزایش دی اکسید کربن در جو و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات روز افزونی آماده ساخته است که افزایش دمای زمین، تغییرات آب و هوایی، بالا آمدن سطح آب دریاها

و در نهایت تشدید منازعات بین المللی از جمله این پیامدها محسوب می شوند. از سوی دیگر، اتمام قریب الوقوع منابع فسیلی و پیش بینی افزایش قیمت ها بیش از پیش بر اهمیت و لزوم جایگزینی سیستم انرژی فعلی اهمیت دارد. در سال ۱۹۹۷ میلادی کنوانسیون تغییرات آب و هوایی با هدف تثبیت غلظت گازهای گلخانه ای در اتمسفر، پروتکل کیوتو را مطرح نمود که به موجب این پروتکل کشورهای صنعتی ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای شده اند و هدف اصلی از این کنوانسیون دستیابی به تثبیت غلظت گازهای گلخانه ای در اتمسفر تا سطحی است که مانع تداخل خطرناک فعالیت های بشری با سیستم آب و هوایی گردد و چنین سطحی در چهارچوب زمانی مناسب قابل اجرا خواهد بود تا اکوسیستم ها به طور طبیعی خود را با تغییر آب و هوایی تطبیق دهند و اطمینان حاصل شود که امنیت غذایی تهدید نمی شود و توسعه اقتصادی به طور پایدار ایجاد می گردد. از سوی دیگر مجموعه انرژی های تجدید پذیر روز به روز سهم بیشتری را در سیستم تأمین انرژی جهان به عهده می گیرد؛ لذا در برنامه ها و سیاست های بین المللی، نقش مهمی به منابع تجدید پذیر انرژی محول گردیده است. اما سازگار نمودن این منابع با سیستم فعلی مصرف انرژی جهانی هنوز با مشکلاتی همراه است که بررسی و حل آن ها حجم وسیعی از تحقیقات علمی جهان را در دهه های اخیر به خود اختصاص داده است.

در این میان، شهرهای بهره گیر از انرژی خورشیدی که با نام شهر خورشیدی تسمیه یافته اند، از مهم ترین و شاخص ترین مواردی به حساب می روند که می توان در چشم اندازی جامع، نسبت به استقرار و نهادینه سازی آن ها در تمامی مؤلفه های زیستی و اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی، در ایران همت گماشت.

تلاش اندک این نوشتار را نیز بایستی تنها در راستای ترسیم چنین بازنمایی از شهرهای خورشیدی که نسل آینده شهرهای جهان را تشکیل می دهند متصور شد، چرا که پرداختن به تمامی زوایای پنهان چنین شهرهایی، کاری فراگیر و سترگ و به فراخور موضوع متضمن پرداخت هایی مجزا در کلیه ابعاد معطوف به مسأله است که این اثر، نه می تواند و نه می خواهد، داعیه آن را داشته باشد چنان که طیف مخاطبان اثر حاضر که دانشجویان و وابستگان عرصه مدیریت شهری و شهرداری ها می باشند، نیز ضرورت نگارشی منسجم و آسان را طلب می کرده اند.

در هر حال، در اثر حاضر، بخش نخستین کتاب مشتمل بر شش فصل به معرفی، تاریخچه، بیان مطالبی درباره منابع، فناوری ها، کاربرد و جایگاه انرژی های نو در جهان و در عین حال در ایران به اجمال می پردازد. بخش دومین

کتاب، به شهرهای خورشیدی و انرژی خورشیدی و نحوه کاربست آن در شهر اشاره دارد و به تفصیل به مواردی چند در این رابطه در جهان و ایران اشاره می کند.

از دیدگاه نگارندگان در هر گفتمان علمی، طرفی پیروز خواهد بود که جای ندانسته ها را با دانسته هایی که از طرف مقابل دریافت می کند، عوض کند و بر اساس همین رویکرد بوده است که نگارندگان بر خود می دانند که ضمن رجاء واثق از فرهیختگان و مخاطبان اثر حاضر در کاستی ها و کمبودهای محتمل اثر، خواهان نظرات تکمیلی مخاطبان باشند. امید است که در راستای دستیابی به ایرانی بهتر و شکوه مندتر در چشم انداز ایران ۱۴۰۴ بتوان با تبدیل شهرهای ایران به شهرهای خورشیدی، امکان توسعه فرهنگ بهره برداری مطلوب از مواهب طبیعی و انرژی های نو را در کشور به طور اعم و در شهرهای دارای پتانسیل های طبیعی به طور اخص فراهم کرد.

**مهرضا بانیان**

(دانشیار و مدیر گروه معماری دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس)

**هادی محمودی نژاد**

(پژوهشگر دوره دکتری و مدرس دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس)

## فهرست مطالب

### بخش اول: انرژی های نو و شهر

#### درآمد بخش

#### فصل اول: انرژی باد

۱. انرژی باد
۲. تاریخچه
۳. منبع انرژی باد
۴. انرژی باد و توربین های بادی
- ۴-۱. توربین های بادی با محور چرخش عمودی
- ۴-۲. توربین های بادی با محور چرخش افقی
۵. کاربرد توربین های بادی
- ۵-۱. کاربردهای نیروگاهی
- ۵-۲. کاربردهای غیرنیروگاهی
۶. جایگاه انرژی باد در جهان و ایران

#### فصل دوم: انرژی زیست توده

۱. زیست توده
۲. بیوگاز

۳. تاریخچه

۴. منابع انرژی زیست توده

۴-۱. سوخت های چوبی

۴-۲. ضایعات جنگلی، کشاورزی، باغداری و صنایع

غذایی

۴-۳. جامدات شهری

۴-۴. ضایعات مایع

۴-۵. فضولات دامی

۴-۶. فضولات صنعتی

۵. فناوری های تبدیل انرژی زیست توده

۵-۱. فرآیندهای احتراق مستقیم

۵-۲. فرآیندهای ترموشیمیایی

۵-۳. فرآیندهای بیوشیمیایی

۶. کاربردهای بیوگاز

۶-۱. اجاق های بیوگازسوز

۶-۲. لامپ های بیوگاز

۶-۳. بخاری های تابشی

۶-۴. آبگرمکن های بیوگازسوز

۶-۵. یخچال



۶-۶. موتورهای بیوگازسوز

۷. جایگاه بیوگاز در جهان و ایران

## فصل چهارم: انرژی دریایی

۱. انرژی دریایی

۲. تاریخچه

۳. منابع انرژی دریایی

۴. فناوری های انرژی های دریایی

۵. جایگاه انرژی های دریایی در جهان

## فصل سوم: انرژی زمین گرمایی

۱. انرژی زمین گرمایی

۲. تاریخچه

۳. منابع انرژی زمین گرمایی

۴. فرآیند تولید برق در نیروگاه زمین گرمایی

۴-۱. نیروگاه زمین گرمایی با سیال دو فاز

۴-۲. نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز

۵. روش های استفاده مستقیم (غیر نیروگاهی)

از انرژی زمین گرمایی

۵-۱. استخرهای آب گرم

۵-۲. مراکز گلخانه ای

۵-۳. گرمایش منازل

۵-۴. حوضچه های پرورش ماهی

۵-۵. ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر

۵-۶. پمپ حرارتی

۶. جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان و ایران

۶-۱. زمین گرمایی در کشور ایسلند

۶-۲. زمین گرمایی در ایران

## فصل پنجم: انرژی هیدروالکتریک (آبی)

۱. انرژی هیدروالکتریک

۲. تاریخچه

۳. منابع انرژی هیدروالکتریک

۴. فناوری های انرژی هیدروالکتریک

۵. جایگاه انرژی هیدروالکتریک در جهان

## فصل ششم: انرژی هیدروژنی

۱. انرژی های هیدروژنی

۲. پیل سوختی

۳. تاریخچه

۴. فناوری های هیدروژن

- ۱-۲. سیستم های فتوویولوتیک
- ۲-۲. سیستم های شیمی خورشیدی
- ۳-۲. سیستم های فتولتائیک
- ۴-۲. سیستم های حرارتی خورشیدی
۳. کاربردهای فتولتائیک

- ۱-۴. فناوری تولید هیدروژن از منابع فسیلی
- ۲-۴. فناوری تولید هیدروژن از منابع غیر فسیلی
- ۳-۴. فناوری عرضه و ذخیره سازی هیدروژن
- ۴-۴. فناوری انتقال و توزیع هیدروژن
۵. کاربردهای پیل سوختی
۶. جایگاه انرژی هیدروژنی در جهان

## فصل نهم: کاربرد انرژی خورشیدی در تأسیسات شهری

۱. سیستم های جذب حرارت خورشیدی
۲. سیستم های تمرکزدهنده حرارت خورشیدی
۳. سیستم های فتولتائیک
  - ۱-۳. اجزاء سیستم فتولتائیک
  - ۲-۳. سلول های خورشیدی
  - ۳-۳. تاریخچه سلول های خورشیدی
  - ۴-۳. انواع سلول های خورشیدی
۴. کاربرد سیستم های فتولتائیک در تأسیسات شهری
  - ۱-۴. کاربردهای مستقل خود اتکاء برای مناطق دوردست
  - ۲-۴. سیستم های پمپینگ فتولتائیک در آبرسانی شهری
  - ۳-۴. کاربرد سیستم فتولتائیک در مخابرات شهری
  - ۴-۴. آبگرمکن های فتولتائیکی

## بخش دوم: شهر خورشیدی

### درآمد بخش

### فصل هفتم: انرژی خورشیدی

۱. انرژی خورشیدی
۲. تاریخچه
۳. کاربردهای انرژی خورشیدی
  - ۱-۳. کاربردهای نیروگاهی خورشیدی
  - ۲-۳. کاربردهای غیر نیروگاهی خورشیدی
  ۴. مزایای نیروگاه های خورشیدی

### فصل هشتم: سیستم های خورشیدی

۱. سیستم های خورشیدی
۲. انواع سیستم های خورشیدی

۴-۵. آب شیرین کن فتوولتائیکی

۷. طراحی، ساخت و نصب پمپ آب کشاورزی  
فتوولتائیک خورشیدی

۸. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک طالقان

۹. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک سرکویر  
معلمان/ سمنان

۱۰. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک دربید یزد

۱۱. طراحی، ساخت و نصب و راه اندازی ۳۵۰ دستگاه  
آبگرمکن خورشیدی در شهرهای بوشهر، طبس،  
یزد، بجنورد، زاهدان و اصفهان

## فصل دهم: شهر خورشیدی در جهان

۱. جایگاه انرژی خورشیدی در جهان

۲. شهر خورشیدی چین

۳. شهر خورشیدی ابوظبی

۴. شهر خورشیدی در اسپانیا

۵. دهکده خورشیدی فرایبورگ آلمان

## فصل یازدهم: نمونه های کاربردی انرژی خورشیدی در ایران

۱. برخی از پروژه های انجام شده در ایران

۲. تکنولوژی فتوولتائیک در ایران

۳. برق رسانی فتوولتائیک به روستاهای کشور

۴. پروژه طراحی و ساخت یک واحد

حمام خورشیدی

۵. تجهیز یک منطقه مرزی به کمک

سیستم های فتوولتائیک

۶. روشنایی فتوولتائیک برق منطقه ای زنجان،

تبریز و قزوین