



# آب شیرین کن های خورشیدی

نویسندگان:

سعید فرساد

(عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی بیرجند)

امین بهزاد مهر

(عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان)

وهب اکاتی



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: فرساد، سعید  
عنوان و نام پدیدآور: آب شیرین کن های خورشیدی / مولفان ، سعید فرساد، امین بهزادمهر، وهب اکاتی.  
مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۶.  
مشخصات ظاهری: ۱۳۵ ص.: مصور ، جدول ، نمودار (رنگی).  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۶۰-۶  
وضعیت فهرست نویسی: فیپا  
موضوع: آب شیرین کن های خورشیدی  
موضوع: Solar stills  
شناسه افزوده: امین بهزادمهر ، ۱۳۴۶ - شناسه افزوده: اکاتی، وهب، ۱۳۶۷ -  
رده بندی کنگره: ۱۳۹۶ ب۹ / ۲ / ۱۵۹ TP  
رده بندی دیویی: ۶۶۰ / ۲۸۴۲۵  
شماره کتابشناسی ملی: ۴۵۹۷۴۵۳

نام کتاب:

## آب شیرین کن های خورشیدی

نویسندگان:	سعید فرساد - امین بهزادمهر	تاریخ نشر:	بهار ۱۳۹۶
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
صفحه آرابی:	انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۷۵۰ جلد
طراحی روی جلد:	انتشارات آوای قلم با همکاری وهب اکاتی	قیمت:	۱۱۰۰۰۰ ریال
		شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۶۰-۶

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه

داوود آبادی شرقی - پلاک ۴ - زنگ دوم

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

وب سایت: [www.avapublisher.com](http://www.avapublisher.com)

فروشگاه اینترنتی: [www.khaniranshop.com](http://www.khaniranshop.com)

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.  
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	مقدمه ناشر
۷	مقدمه نویسندگان
	<b>فصل اول: مقدمه ای بر آب شیرین کن ها</b>
۱۲	۱-۱- مقدمه
۱۹	۲-۱- تعریف و طبقه بندی فرآیندهای شیرین سازی آب
۲۵	مراجع
	<b>فصل دوم: انواع فرآیندهای شیرین سازی آب</b>
۲۸	۱-۲- مقدمه
۳۲	۲-۲- خلاصه ای از عملکرد انواع فناوری شیرین سازی آب
۳۳	۱-۲-۲- شیرین سازی آب به روش انجماد
۳۳	۲-۲-۲- شیرین سازی به روش اسمز معکوس
۳۴	۳-۲-۲- فرایند شیرین سازی الکترو دیالیز
۳۵	۴-۲-۲- روش شیرین سازی ناگهانی چند مرحله ای
۳۶	۵-۲-۲- روش تقطیر چند اثره
۳۸	۶-۲-۲- روش تقطیر بخار فشرده
۳۹	۷-۲-۲- روش رطوبت زنی-رطوبت زدایی
۴۰	۳-۲- آب شیرین کن های خورشیدی
۴۲	مراجع
	<b>فصل سوم: انواع آب شیرین کن های خورشیدی</b>
۴۶	۱-۳- مقدمه
۵۱	۲-۳- انواع آب شیرین کن های خورشیدی
۵۱	۱-۲-۳- آب شیرین کن های تک حوضچه ای
۵۲	۲-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی تک فتیله ای
۵۳	۳-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی نوع پخشی

۵۳	۴-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی از نوع دودکشی
۵۴	۵-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی دو حوضچه‌ای
۵۵	۶-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی با پوشش نازک
۵۶	۷-۲-۳- آب شیرین کن خورشیدی با بازتابنده
۵۶	۳-۳- آب شیرین کن خورشیدی-گلخانه‌ای
۶۳	۱-۳-۳- بازدهی و سودمندی آب شیرین کن‌های خورشیدی
۶۴	۲-۳-۳- دورنما و محدودیت‌ها
۷۰	مراجع

## فصل چهارم: انرژی‌های تجدیدپذیر در آب شیرین کن‌ها

۷۴	۱-۴- مقدمه
۷۴	۱-۱-۴- مروری بر استفاده از انرژی تجدیدپذیر در آب شیرین کن‌ها
۷۷	۲-۴- انتخاب فرایند
۸۲	۳-۴- انواع کلکتورهای حرارتی خورشیدی
۸۳	۱-۳-۴- کلکتورهای بدون حرکت
۹۷	۲-۳-۴- کلکتورهای تجمعی با ردیاب خورشید
۱۱۳	۴-۴- آب شیرین کن‌های خورشیدی غیر مستقیم
۱۱۴	۱-۴-۴- فرایند تقطیر ناگهانی چند مرحله‌ای (MSF)
۱۱۵	۲-۴-۴- فرایند جوشش چند اثره (MEB)
۱۱۷	۳-۴-۴- فرایند متراکم سازی بخار (VC)
۱۱۹	۴-۴-۴- فرایند اسمز معکوس (RO)
۱۲۰	۵-۴-۴- الکترودیالیز (ED)
۱۲۱	۵-۴- نمونه عملی آب شیرین کن خورشیدی حرارتی
۱۲۲	۱-۵-۴- نمونه واقعی یک واحد آب شیرین کن خورشیدی حرارتی با پتانسیل بالا
۱۲۴	۲-۵-۴- کلکتور خورشیدی
۱۲۵	۳-۵-۴- آکومولاتور حرارتی
۱۲۶	۴-۵-۴- برج تبخیر
۱۲۹	علائم
۱۳۰	مراجع

## تقدیم به

### انسانهایی که

### به فردایی بهتر

می اندیشند.

## مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌داند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راههای تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقربش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده‌ام به خصوص آقایان سعید فرساد، امین بهزادمهر و وهب اکاتی (نویسندگان) و علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

**مهدی خانی**

**مدیر مسئول انتشارات آوای قلم**



**وهب اُکاتی**

دانشجوی دکتری دانشگاه  
صنعتی شاهرود



**امین بهزادمهر**

عضو هیات علمی دانشگاه  
سیستان و بلوچستان



**سعید فرساد**

عضو هیات علمی دانشگاه  
صنعتی بیرجند

### پیشگفتار نویسندگان:

منابع آب زیادی در طبیعت وجود دارد، که حدود هفتاد درصد از سطح زمین را پوشانده است. ۹۷٪ از این منابع آبی شور و بدمزه و ۲٪ نیز در قطب‌ها و یخچال‌های طبیعی به صورت یخ و دور از دسترس قرار گرفته‌اند. تنها ۱٪ از این منابع در دسترس بوده و مناسب برای آشامیدن و استفاده‌های خانگی، کشاورزی و... می‌باشد. همین منابع محدود نیز بصورت یکنواخت متناسب بر روی زمین توزیع پخش نشده‌اند و کشورهای زیادی از جمله ایران با مشکل کمبود آب مواجه هستند. سازمان ملل متحد تخمین زده که تا سال ۲۰۲۵ در حدود ۱۸۰۰ میلیون انسان در سراسر جهان با کمبود شدید آب مواجه خواهند شد. بنابراین گسترش منابع آب پاک و سالم بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به کمبود منابع آب شیرین در ایران و بسیاری از مناطق دیگر جهان، نیاز به تأمین منابع آب شرب با استفاده از فرایندهای شیرین‌سازی رو به افزایش است و این در حالی است که همه این فرایندها به میزان قابل توجهی انرژی نیاز دارند. با توجه به هزینه بالا منابع انرژی فسیلی و تاثیرات مخرب زیست محیطی آنها منابع انرژی تجدیدپذیر، به ویژه انرژی خورشیدی برای تأمین انرژی مورد نیاز آب شیرین‌کن‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به آنچه گفته شد ضرورت استفاده از انرژی خورشیدی، در آب شیرین‌کن‌ها اخیراً مورد توجه بسیاری از محققین و پژوهشگران قرار گرفته است و در این رابطه مقالات و کتاب‌های مختلفی منتشر و پژوهش‌های بسیاری در سراسر جهان انجام گرفته است. در ایران نیز مطالعات مختلفی در این زمینه انجام گرفته اما به نظر می‌رسد هنوز تحقیق و پژوهش در این زمینه باید ادامه داشته و کاربردی شود. از این‌رو بر آن شدیم کتابی را منتشر تا انواع آب شیرین‌کن‌ها و کاربرد انرژی خورشیدی در این تاسیسات را به خواننده معرفی کنیم. کتاب پیش‌رو شامل چهار فصل می‌باشد؛ در فصل اول با عنوان مقدمه، ضرورت استفاده از روش‌های شیرین‌سازی آب مطرح و فرآیندهای مختلف آن طبقه‌بندی شده است. در فصل دوم انواع فرآیندهای شیرین‌سازی تشریح می‌شود. فصل سوم انواع آب شیرین‌کن‌های خورشیدی و فرایندهای مختلف آن را مورد بحث قرار می‌دهد؛ در نهایت در فصل چهارم توضیحات دقیق و کاملی مرتبط با کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در آب شیرین‌کن‌ها مطرح خواهد شد.

بر خود لازم می‌دانیم، سپاس خود را از تلاش و زحمات ارزشمند انتشارات آوای قلم و همچنین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان خراسان جنوبی در مورد پیشبرد اهداف این کتاب اعلام نماییم. در ضمن این نوشتار خالی از اشکال و ایراد نبوده لذا راهنمایی‌ها و پیشنهادات صاحب‌نظران امر می‌تواند نقش مؤثری در بهبود مطالب چاپ‌های بعدی این کتاب داشته باشد. در انتها خداوند رحمان را سپاس می‌گزاریم که ما را در لحظات بسیار سخت یاری نمود و همه توفیق خود را مدیون لطف و کرم بی‌اندازه محضرش می‌دانیم.

### وهب اُکاتی

دانشجوی دکتری دانشگاه  
صنعتی شاهرود

### امین بهزاد مهر

عضو هیات علمی دانشگاه  
سیستان و بلوچستان

### سعید فرساد

عضو هیات علمی دانشگاه  
صنعتی بیرجند



تقدیم بہ

پیامبرِ پاکِ ما و مہربانیِ ما، حضرت محمد مصطفیٰ (ص)

