بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

تولید آب شیرین از هوای مرطوب با سیستم سرمایش زیرزمینی

استاد راهنما : دکتر محمدحسین حامدی

نگارش

علی محمدی

آذر ۱۳۹۱

چکیده

باتوجه به وضعیت اقلیمی کشور ، تأمین آب شیرین یکی ازمهمترین مسائل ، مخصوصاً در مناطق خشک به شمارمی‌رود. وجود منابع آب شور دراین مناطق امکان شیرین سازی آب را فراهم می‌نماید. روش های معمول شیرین سازی آب که بیشتر برای ظرفیت های بالا کاربرد دارند، شامل روش تقطیرناگهانی چند مرحله ای و اسمزمعکوس، تراکم بخار، تقطیر چند مرحله ای هستند . اما دربخش های وسیعی از کشور نیازبه تولیدآب شیرین ظرفیت بالا وجود نداشته و از نظر اقتصادی نیز به صرفه نمی‌باشد، به خصوص درنقاط کوچک وکم جمعیت که ظرفیت‌های پایین، پاسخگوی نیاز خواهد بود. در این تحقیق از انرژی خورشید برای رطوبت زنی هوا و از سرمای زمین برای رطوبت‌زدایی استفاده می‌گردد ، به این طریق که هوای مرطوب به داخل رطوبت زن خورشیدی هدایت می‌گردد و به صورت تقریباً اشباع از آن خارج شده، سپس به داخل لوله‌هایی که در زیر زمین کار گذاشته شده‌اند رفته و با انتقال حرارتی که با محیط اطراف لوله (خاک) انجام می‌دهد دمایش کاهش یافته و تقطیر آغاز می‌گردد. این روش توان رقابت با روش‌های بالا را ندارد ولی می‌توان از آن در مناطق کوچک با صرف هزینه اندک بهره برد. معادلات حاکم با روش تفاضل محدود و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB حل گردیده‌اند.

به منظور اعتبار سنجی نتایج ابتدا آن‌ها با یک مقاله معتبر مقایسه شده‌اند و سپس امکان پیاده سازی این سیستم برای دو استان ایران بررسی شدند. در استان هرمزگان با توجه به دما و رطوبت بالای هوا نتایج خوبی حاصل گردیده‌است که به طور میانگین از هر لوله ۵۰ متری در طول ۱۲ ساعت می‌توان ۸۱ کیلوگرم آب به‌دست آورد ، این مقدار در استان گیلان ۴۸ کیلوگرم می‌باشد.

بر روی روش رطوبت زنی- رطوبت زدایی هوا (HD) برای تولید آب شیرین ، در داخل کشور، فعالیت‌هایی صورت گرفته است و نو آوری تحقیق حاضر در قسمت رطوبت زدایی می‌باشد که تا کنون فعالیتی در این زمینه صورت نگرفته است.

فهرست عناوین

صفحه

۱ مروری بر جایگاه سیستم های آب شیرین کن و انواع آن ۱
۱.۱ مقدمه ۲
۲.۱ انواع روش های نمک زدایی ۴
۱.۲.۱ تقطیر خورشیدی ۵
۲.۲.۱ اسمز معکوس ۷
۳.۲.۱ تقطیر ناگهانی چند مرحلهایMSF ۸
۳.۱ منابع آب در ایران ۹
۴.۱ مفاهیم اولیه ترکیبات جو و داده های هواشناسی ۱۰
۱.۴.۱ ترکیبات جو ۱۰
۱.۱.۴.۱ هوای خشک ۱۱
۲.۱.۴.۱ بخار آب ۱۲
۵.۱ شناسایی و بررسی اولیه استحصال آب از رطوبت ۱۳
۶.۱ توزیع زمانی و فضایی تشکیل رطوبت هوا ۱۵
۷.۱ ترمودینامیک و مبانی هوای مرطوب ۱۷
۱.۷.۱ مفاهیم ترمودینامیک جو ۱۷
۱.۱.۷.۱ معادله حالت گازکامل وهوای مرطوب ۱۷
۲.۱.۷.۱ ماهیت و رفتار بخار آب ۱۸
۲.۷.۱ قوانین گازها ۲۰
۱.۲.۷.۱ قانون بویل ۲۰
۲.۲.۷.۱ قانون شارل ۲۰
۳.۲.۷.۱ قانون گی لوساک ۲۱
۸.۱ پیشینه پژوهش ۲۱

۲ هدف از تحقیق ۲۴
۱.۲ شرح مسئله ۲۵
۲.۲ دستگاه رطوبت زن خورشیدی ۲۷
۳.۲ تخمین مقدار آب شیرین قابل حصول ۲۹
۴.۲ طول لوله و گرمایش خاک ۳۰
۵.۲ معادلات حاکم ۳۱
۱.۵.۲ انتقال حرارت جابجایی ۳۲
۲.۵.۲ انتقال جرم و حرارت تقطیر ۳۴
۳.۵.۲ تخمین طول بازه ۳۷
۶.۲ انتخاب فن ۳۹

۷.۲ هزینه تولید آب ۴۱
۱.۷.۲ توان و انرژی الکتریکی مورد نیاز فن ۴۱
۲.۷.۲ هزینه آب ۴۲
۸.۲ دودکش خورشیدی ۴۳
۳ مدل سازی عددی ۵۰
۱.۳ تحلیل جریان ۵۱
۲.۳ مقایسه روشهای حل معادلات مکانیک سیالات ۵۲
۳.۳ شبکه بندی ۵۵
۴.۳ شرایط مرزی ۵۹
۵.۳ مقدار دهی اولیه ۶۰
۶.۳ الگوریتم عددی ۶۱
۷.۳ گسسته سازی معادلات حاکم ۶۲
۸.۳ تحلیل پایداری ۶۲
۹.۳ توزیع حرارت در خاک ۶۵
۴ نتایج مدل سازی ۶۸
۱.۴ فرضیات ۶۹
۲.۴ نرخ تولید آب شیرین ۷۰
۳.۴ توزیع دما در خاک ۷۱
۴.۴ دمای سیال ۷۳
۵.۴ آنالیز حساسیت ۷۴
۱.۵.۴ تاثیر ضریب هدایت حرارتی ۷۴
۲.۵.۴ تاثیر سرعت ورودی ۷۵
۳.۵.۴ تاثیر رطوبت نسبی ۷۶
۴.۵.۴ تاثیر دمای سیال ورودی ۷۷
۵.۵.۴ تاثیر قطر لوله ۷۸
۶.۴ بررسی امکان پیاده سازی در ایران ۷۸
۱.۶.۴ استان های هرمزگان و گیلان ۷۸
۷.۴ نتیجه گیری ۸۰

صفحه

فهرست اشکال

شکل ۱.۱ نمونه ای از دستگاه تولید آب از رطوبت هوا ۱۴
شکل ۲.۱ نمونه ای از دستگاه تولید آب از رطوبت هوا..... ۱۴
شکل ۲.۱ دستگاه تولید آب از رطوبت هوا با سیستم جذب ۱۵
شکل ۳.۱ تولید آب با سرمایش زیرزمینی..... ۲۳
شکل ۱.۲ ورود هوای مرطوب به داخل لوله های مدفون..... ۲۶
شکل ۲.۲ ضریب افت فشار ناشی از انشعابات..... ۴۱
شکل ۳.۲ دودکش خورشیدی ۴۳
شکل ۴.۲افت فشار ناشی از خم..... ۴۶
شکل ۱.۳ روند حل یک مسئله با CFD..... ۵۴
شکل ۲.۳ شبکه سه بعدی..... ۵۷
شکل ۳.۳ نمای دو بعدی شبکه..... ۵۸
شکل ۴.۳ شماتیک مسئله ۵۹
شکل ۱.۴ نمودار مقدار آب تولیدی در یک دوره ۱۲ ساعته ۷۰
شکل ۲.۴ کانتور دمای خاک در سومین ساعت..... ۷۲
شکل ۳.۴ کانتور دمای خاک در ششمین ساعت..... ۷۲
شکل ۴.۴ کانتور دمای خاک در آخرین ساعت..... ۷۲
شکل ۵.۴ نمودار دمای سیال در ساعتهای مختلف..... ۷۳
شکل ۶.۴ نمودار تاثیر سرعت در مقدار آب تولیدی ۷۴
شکل ۷.۴ نمودار تاثیر سرعت در مقدار آب تولیدی ۷۵
شکل ۸.۴ نمودار تاثیر رطوبت نسبی در مقدار آب تولیدی..... ۷۶
شکل ۹.۴ نمودار تاثیر دمای سیال ورودی در مقدار آب تولیدی..... ۷۷
شکل ۱۰.۴ نمودار تاثیر قطر لوله در مقدار آب تولیدی..... ۷۸
شکل ۱۱.۴ مقدار آب تولیدی در دو استان کشور..... ۷۹

فهرست جداول

صفحه

جدول ۱.۱ گازهای تشکیل دهنده جو ۱۱
جدول ۲.۱ تغییر میزان ظرفیت حمل بخار آب در هوا با دما ۱۶
جدول ۱.۳ مقایسه روش های حل مسائل مکانیک سیالات ۵۳
جدول ۱.۴ ضریب هدایت حرارتی برای خاک های مختلف ۷۴

اختصارات	
EC	قیمت انرژی الکتریکی
SFEC	هزینه تولید هر متر مکعب آب

متغیرها و پارامترها	
P	فشار سیال
V	حجم سیال
M	جرم هوای مرطوب
R	ثابت جهانی گازها
T	دمای سیال
R	نسبت مخلوط، فاصله شعاعی از سطح لوله
h	آنتالپی بر واحد جرم یا مول، ضریب انتقال حرارت
W	رطوبت مطلق، انرژی مصرفی فن
N	تعداد لوله
C	سرعت جریان
D	قطر لوله، ضریب پخش جرمی آب و هوا
Q	شار حرارتی
A	مساحت رطوبت‌زن خورشیدی
S	فاصله بین لوله‌ها
H	مقدار آب حاصل شده در واحد سطح و روز
L	گرمای نهان تبخیر، طول انرژی لئونارد جونز
Re	عدد رینولدز
ϑ	لزجت سینماتیکی
Nu	عدد ناسلت
F	ضریب اصطکاک
Pr	عدد پرانتل
k	رسانائی حرارتی سیال
MW	جرم مولی
α	ضریب پخش حرارتی
U	ضزیب انتقال حرارت کلی
Z	طول بازه حرارتی

I	تعداد روزهای یک دوره

علائم یونانی	
η	بازده فن
ζ	ضریب افت فشار ناشی از انقباض
ρ	چگالی
φ	رطوبت نسبی
Ω	انتگرال برخورد پخش

فصل اول

۱ مروری بر جایگاه سیستم های آب شیرین کن و انواع آن

۱.۱ مقدمه

هر سرزمینی در مرحله نخست به اعتبار توان‌ها و موهبت های طبیعی‌اش ، پایداری و بقای ساکنین خود را تضمین می‌کند . شناخت خصوصیات طبیعی و به خصوص اقلیمی یا آب و هوایی از یک طرف می‌تواند موجب وسعت بینش از محیط گشته و از طرف دیگر امکان هر گونه حرکت سنجیده و موثر در محیط در صورت بروز تنگناها برای اعمال مدیریت به محیط را فراهم می‌سازد . یکی از راههای توسعه کشورها و حرکت آن‌ها به سوی تمدن و رفاه عمومی استفاده بهینه وکارا از منابع طبیعی و خدادادی است . اگر کشوری بخواهد با کاروان تمدن و توسعهٔ علمی حرکت کند ناچار است از منابع طبیعی خود استفاده لازم و مطلوب را بنماید . یکی از منابع بسیار مهم وحیاتی که در زندگی روزمره انسان‌ها ، کشورها و تداوم تولیدات نقش فوق‌العلاده دارد ، منابع آبی است . اگر از این ماده حیاتی که خداوند به صورت رایگان و احیاناً بی‌هزینه در خدمت انسان‌ها قرار داده است ، استفاده مطلوب شود ، بسیاری از مشکلات کشورها حل خواهد شد .

آب منشأ حیات و سرچشمه زندگی است . تمایل به بهداشت و گوارا بودن آب انگیزه‌ای برای تصفیه آب در حد مطلوب به شمار می‌آید . آب آشامیدنی علاوه بر تأمین آب مورد نیاز بدن ، به مفهوم مطلق آن ، دربرگیرندهٔ املاح و عناصر معدنی و ضروری برای بدن است که کمبود پاره‌ای از آن بعضاً به ایجاد بیماری‌های مختلفی منجر می‌شود ، به طور مثال کمبود فلوئور موجب پوسیدگی دندان و یا افزایش آن به اسکلروزیس منجر خواهد شد . علاوه بر مواد شیمیایی مختلف میکروارگانیسم‌های گوناگونی نیز در آب پیدا می‌شوند که بغضی از آن‌ها بیماری‌زا بوده و در صورت نبود درمان صحیح و به موقع موجب تلفات زیادی می‌گردند . استفاده از سیستم‌های تصفیه در محل مصرف از جمله روش‌هایی است که در نیل به اهداف ومقررات جدید آب آشامیدنی مطرح شده‌اند . بهداشت آب موضوعی بسیار مهم در بهداشت عمومی و مدیریت سلامت می‌باشد . قبل از پرداختن به راهکارهای عملی استحصال ، انتقال ، بهسازی و توزیع آب ، لازم است این عنصر حیاتی و مؤثر بر سلامت و مرتبط با توسعهٔ پایدار شناخته شود .

شناخت آب از نظر کمیت و کیفیت و چگونگی حصول آن یک عامل اساسی در جهت بهینه-سازی مصرف آن می‌باشد . اگرچه بیش از سه چهارم کره زمین را آب فرا گرفته است ولی سهم کمی از آب‌های موجود برای مصارف بهداشتی و کشاورزی قابل استفاده هستند . آب اقیانوس‌ها ، دریاها و اغلب ذریاچه‌ها به علت شوریهٔ بیش از حد و ذاشتن املاح معدنی ، برای مقاصد بهداشتی ، کشاورزی و صنعتی غیر قابل استفاده می‌باشند . بیش از یک میلیارد نفر از هفت میلیارد جمعیت انسانی در کره زمین دسترسی به آب شرب مناسب ندارند . دو و نیم میلیارد نفر نیز دسترسی به آب تصفیه شده کافی ندارند . همه ساله به دلیل آلودگی‌ها و بیماری‌های ناشی از آب غیر بهداشتی هزاران نفر جان خود را از دست می‌دهند . ۷۰ ٪ از کل سطح زمین با آب پوشیده شده است اما بیشتر این آب‌ها شور می‌باشند ، آب‌های شیرین تنها ۳۰٪ از سطح زمین را دربرمی‌گیرند که بیشتر آن‌ها در مناطق یخزده واقع شده‌اند[۱]. انسان‌ها آب شیرین مورد نیاز خود را رودخانه‌ها ، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی تأمین می‌نمایند .

با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و ثابت بودن منابع آبی و یا حتی کاهش آن‌ها می‌توان نتیجه گرفت معضل کمبود آب مشکلی تبدیل خواهد شد . در نتیجه باید راهکارهای جدید و مطمئنی برای حفظ منابع آبی در دسترس و همچنین تولید و تصفیه آب در پیش گرفته شود . بر اساس گزارش منتشر شده موسسه پاسیفیک اوکلند کالیفرنیا در صورت عدم اتخاذ تصمیمی پیشگیرانه بیش از ۷۶ میلیون نفر در سال ۲۰۲۰ در اثر بیماری‌های ناشی از آب‌های آلوده جان خود را از دست خواهند داد[۱] . در این گزارش به صراحت ذکر شده که بیماری-های ناشی از آب‌های آلوده بیشتر از ایدز سلامت جامعه جهانی را تهدید می‌نماید . لذا استفاده از فن‌آوری‌ها و راهکارهای نوین جهت تهیه آب شیرین امری ضروری محسوب می‌گردد . به منظور استفاده از آب‌های غیرقابل شرب می‌بایست املاح و مواد محلول در آن را به طریقی از آب جدا نمود .

۲.۱ انواع روش های نمک زدایی

نمک‌زدایی[۱] ، فرآیند تصفیه آب به منظور حذف نمک از آب است و توسط روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد این روش‌ها را می‌توان از دیدگاه‌های مختلفی تقسیم بندی نمود ، که متداول-ترین آن‌ها تقسیم بندی بر اساس نوع عملکرد سیستم ، شامل فرآیندهای گرمایی ، غشایی و سایر فرآیندها می‌باشد که نتیجه تمام این روش‌ها تولید آب شیرین از آب دریا یا آب لب‌شور می‌باشد . بیش از ۶۰٪ آب نمک‌زدایی شده دنیا به‌وسیله گرما و از طریق آب دریا تولید می-شود که فن‌آوری‌های گرمایی شامل روش‌های تقطیر ناگهانی چند مرحله‌ای[۲]تقطیر موثر چند مرحله‌ای[۳]و تقطیر تراکمی‌تبخیری[۴] هستند که در این روش‌ها به آب شور حرارت داده شده و به بخار تبدیل می‌گردد و پس از میعان به آب شیرین تبدیل می‌گردد[۲] .

فن‌آوری‌های غشایی شامل روش‌های الکترودیالیز[۵] ، الکترودیالیز معکوس[۶] و اسمز معکوس[۷] هستند که در روش‌های الکترودیالیزی از پتانسیل الکتریکی غشاها برای حذف نمک‌ها از میان غشا استفاده می‌شود و آب شیرین باقی می‌ماند ولی در فرآیند اسمز معکوس از فشار برای جداسازی از طریق اجازه عبور دادن به آب شیرین از غشا و باقی ماندن نمک‌ها در پشت غشا استفاده می‌شود . با توجه به مقایسه‌های صورت گرفته و بررسی مزایا ، معایب و کاربرد این روش‌ها روش‌هایMSF و RO روش‌های شناخته شده‌تری هستند و بیشترین کاربرد را دارند و به ترتیب ۴۴٪ و ۴۲٪ از کل واحدهای نمک‌زدایی در دنیا را به خود اختصاص می‌دهند[۲] .

در ادامه به توضیح مختصری از روش‌های تقطیر خورشیدی ،RO ، MSFمی‌پردازیم .

---

[1]Desalination

[2]Multi Stage Flash (MSF)

[3]Multi Effect Distillation (MED)

[4]Vapor Compression Distillation (VC)

[5]Electro Dialysis (ED)

[6]Electro Dialysis Reverse (EDR)

[7]Reverse osmosis (RO)

۱.۲.۱ تقطیر خورشیدی

روش تقطیر خورشیدی روشی ساده و قابل ساخت در ابعاد کوچک است که هزینه اندکی نیز به خود اختصاص می‌دهد . این روش برای تأمین آب خانه‌ها و مناطق جمعیتی کوچک کاربرد دارد . این روش از انرژی خورشید به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و آب را تصفیه می‌کند . در این روش آب تبخیر شده و پس از سرد نمودن بخار آب ، آب شیرین حاصل حاصل می-گردد . در بیشتر سیستم‌های آب شیرین کن از انرژی‌هایی نظیر الکتریسیته و یا سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود ولی در تحقیق حاضر از انرژی خورشیدی که یک انرژی در دسترس ، مطمئن و کم‌هزینه می‌باشد بهره می‌برد . در این روش آب شیرین از آب لب‌شور و یا کاملاً شور استحصال می‌شود . در طبیعت نیز تأمین آب سالم به همین شیوه صورت می‌گیرد . طرح اساسی چرخه آب شامل تبخیر آب از سطوح دریا و اقیانوس‌ها ، انتقال بخار توسط باد ، سرد شدن بخار آب و تقطیر آن می‌باشد . آب شور وارد دستگاه شده و تحت تاثیر اشعه خورشید عبوری از سطح شیشه‌ای دستگاه گرم می‌شود . زمانی‌که آب داخل دستگاه تبخیر می‌گردد نمک ، میکروب وسایر ذرات محلول در آب در تشتک باقی مانده و بخار آب عاری از این مواد می‌تواند به سمت بالا حرکت کرده و در سطح زیرین شیشه تقطیر گردد . قطرات تشکیل شده از آن‌جا به سمت ظرف جمع کننده آب تصفیه شده هدایت می‌گردند . فن‌آوری تقطیر خورشیدی مزایایی مانند حل معضلات آب‌های غیر بهداشتی و استحصال آب تصفیه شده بهداشتی برای مصرف‌کنندگان ایجاد می‌کند . آب شیرین‌کن خورشیدی می‌تواند عوامل بیماری‌زای موجود در آب ، نمک‌ها و فلزات سنگین را که در برخی از روش‌های تصفیه امکان جداسازی آن‌ها ممکن نبود را از آب جدا نماید . در این سیستم میزان استحصال آب تصفیه شده تابعی از میزان انرژی خورشیدی ، میزان عایق‌کاری و دمای محیط بیرون است . انرژی خورشیدی توسط بستر تیره رنگ موسوم به آستر تشتک یا همان کلکتورها جذب و مقداری از تابش خورشید از سطح ظرف و سطح آب به بیرون دستگاه منعکس می‌شود ، بخش عمده‌ای از انرژی جذب شده و توسط ظرف به آب شور تحت انتقال حرارت جابجایی و هدایت منتقل می‌شود ، سهم کمی نیز از ظرف تحت تاثیر انتقال حرارت هدایت به بیرون منتقل می‌شود . سطح آب شور گرم شده توسط سه مکانیزم انرژی خود را به سطح شیشه دستگاه منتقل می-کند که سهم عمده‌ای از آن به‌وسیله تبخیر صورت می‌پذیرد . به‌وسیله نفوذ و جابجایی بخار

به سطح شیشه هدایت شده و حرارت نهان خود را پس از تماس با شیشه به محیط بیرون منتقل کرده و بدین صورت تقطیر صورت می‌گیرد .

سهم دیگری از حرارت توسط جابجایی آزاد از سطح آب شور به شیشه منتقل می‌شود و سومین سهم مربوط به تابش از سطح آب شور به شیشه است . عملکرد آب شیرین‌کن خورشیدی ساده بوده و نیاز به قرار گرفتن دستگاه در مقابل خورشید ظهرگاهی دارد .
آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی دارای مشکلاتی نیز می‌باشند که محدودیت‌هایی را جهت استفاده ار این روش در مقیاس بزرگ ایجاد می‌کند . از جمله مشکلات آب شیرین‌کن خورشیدی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود[۳] :

۱ – نیاز به سطح زیاد جذب انرژی خورشیدی

۲ – هزینه اولیه بالا

۳ – آسیب پذیری در مقابل عوامل محیطی

محاسبات سرانگشتی در مورد این آب‌شیرین‌کن نشان می‌دهد که به ازای هر متر مربع سطح جذب‌کننده انرژی خورشیدی می‌توان در روز چهار لیتر آب تصفیه شده جمع‌آوری کرد ، لذا می‌توان نتیجه گرفت برای تامین آب در مکانهای پرجمعیت سطح بسیار زیادی جمع‌کننده انرژی لازم است . آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی ادرای هزینه اولیه تولید و ساخت نسبتاً بالایی هستند ولی هزینه انرژی آن‌ها رایگان است ، البته برای انتقال آب شور به محل دستگاه و انتقال آب پاک از دستگاه به بیرون نیاز به کار پمپ می‌باشد و همچنین این دستگاه نیاز به مراقبت و نگهداری همیشگی دارد تا از خوردگی و تشکیل رسوب حفظ گردد و از نشتی دستگاه وخروج بخار از آن جلوگیری شود . به صورت عملی این دستگاه برای تصفیه آب در مقیاس‌های خانگی بیشترین کاربرد را داشته و همچنین برای روستاهای دور افتاده و محروم مناسب می‌باشد . امروزه تلاش‌های زیادی جهت افزایش بازده آب‌شیرین‌کن‌ها به انجام رسیده است و به همین دلیل با تمهیدات خاص نظیر تغییرات در طراحی ، استفاده از فن‌آوری‌های جانبی و استفاده از مواد متخلخل سعی بر افزایش میزان آب پاک استحصال شده از دستگاه-های آب‌شیرین‌کن می‌شود . آب شیرین‌کن‌های خورشیدی در مناطق گرم که نیاز به آب کمتر از سه متر مکعب در روز می‌باشد کارآیی خوبی دارند . به دلیل هزینه بالای انتقال آب و

همچنین هزینه‌های بالای تامین سوخت استفاده از این روش توجیه پذیر می‌باشد . شرایطی که استفاده از این روش را منطقی و مقرون به صرفه می‌کند شامل موارد زیر می‌باشند :

۱ – آب شور در دسترس

۲ – نیاز به آب بهداشتی کمتر از پنج متر مکعب در روز

۳ – آب و هوای گرم

۴ – میزان بارش سالانه کمتر از نیم‌متر در سال

توصیه می‌شود میزان آب شور ورودی به دستگاه سه برابر آب بهداشتی استحصال شده باشد تا نمک‌های به‌جا مانده به بیرون هدایت شوند . مزایای آب شدرین‌کن خورشیدی نسبت به سایر روش‌های تقطیری به شرح ذیل می‌باشند :

۱ – تولید آب خالص

۲ – عدم نیاز به تجهیزات جانبی برای راه‌اندازی سیستم

۳ – عدم نیاز به انرژی‌های متداول

۴ – عدم نیاز به اپراتور متخصص برای راه‌اندازی و نگهداری سیستم

۵ – هزینه پایین

۶ – امکان تهیه آب شیرین حتی از آب مقطر

۲.۲.۱ اسمز معکوس

در پدیده اسمز ، یکی از اجزای محلول از غشای نیمه تراوا عبور کرده ولی جز یا اجزای دیگر از غشا عبور نمی‌کنند . این عمل تا جایی ادامه می‌یابد که غلظت اجزا در دو طرف غشا برابر شوند . در یک دستگاه اسمزی محلول توسط غشا از حلال خالص جدا می‌شود . ای غشا نسبت به حلال تراوا می‌باشد ولی نسبت به مهده حل شده چنین وضعیتی ندارد . در این حالت تمایل طبیعی برای حرکت حلال به سمت محلول وجود دارد . با وارد کردن فشاری به عنوان فشار اسمزی بر محلول می‌توان با این روند مقابله نمود . در صورتی که فشار بیشتری وارد کنیم جهت جریان تغییر خواهد کرد و حلال از سمت محلول به طرف حلال خالص می‌رود (عکس پدیده اسمز) که به این عمل اسمز معکوس می‌گویند . غشاهای اسمز معکوس نسبت به آب بسیار تراوا هستند که این موضوع به خاصیت شیمیایی ماده سازنده غشا بازمی‌گردد و

به همین دلیل نسبت به مواد محلول در آب بسیار نفوذناپذیر هستند . از جمله عواملی که در قابلیت جداسازی موثر هستند مقاومت غشا است که به ضخامت ، قطر منافذ و سطح حاوی منافذ غشا بستگی دارد . عامل دیگر مقاومت و پایداری در مقابل انتقال ماده است ، هنگامی که ماده جدا شده بر روی سطح فیلتر رسوب می‌کند به عنوان غشای ثانویه عمل کرده و در نتیجه جریان مایعات از جداره غشا کاهش می‌یابد که این روند مطلوب نمی‌باشد بنابراین باید غشایی انتخاب نمود که تا حد امکان از گرفتگی‌اش ممانعت به عمل آید .
اخیراً چند سیستم در مقیاس متوسط که از انرژی خورشید استفاده می‌کنند پیاده‌سازی شده-اند ، در این روش معمولاً از کلکتورهای سهموی برای جمع‌آوری انرژی خورشید استفاده می-گردد [۳] .

۳.۲.۱ تقطیر ناگهانی چند مرحله‌ایMSF

در حال حاضر MSF متداول‌ترین و ساده‌ترین روش نمک‌زدایی در مقیاس بزرگ می‌باشد که روزانه تقریباً ده میلیون تن آب تازه با این روش تولید می‌گردد . در این سیستم آب دریا تحت فشار به درون لوله‌های بسته جریان می‌یابد و با بخار در حال تقطیر تبادل حرارت می‌کند . زمانی‌که آب دریا تا درجه خاصی گرم می‌گردد به محفظه کم‌فشار هدایت می‌شود آن به واسطه تشعشع تبخیر می‌گردد ، سپس بخار حاصل سرد سده و در یک تانک آب تازه جمع می‌شود .
در مقایسه دو روش RO و MSF باید گفت که هزینه بهره‌برداری و نگهداری روش RO نسبت به MSF کمتر بوده و همچنین نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه کمتری دارد و به دلیل کارکرد در دمای پایین در روش RO سرعت خوردگی در دستگاه‌ها کاهش می‌یابد . شایان ذکر است که مصرف انرژی در روش RO سه‌چهارم تا یک‌دوم برابر مصرف انرژی در روش MSF می‌باشد .

۳.۱ منابع آب در ایران

در کشور ما دو منطقه اقلیمی_ رطوبتی وجود دارد :

الف) منطقه گرم و مرطوب سواحل و جزایر جنوب کشور

ب) منطقه معتدل مرطوب شمالی

منطقه اول خشک و کم‌باران بوده و منطقه دوم بسیار پر باران می‌باشد . نوار ساحلی جنوب ایران که از دماغه گواتر در سرحد پاکستان شروع شده و یا اروند ادامه دارد از منطقه رطوبتی نوع اول می‌باشد . این نوار مسافتی برابر با ۲۰۰۰ کیلومتر را در بر می‌گیرد که در دو بخش سواحل خلیج فارس و دریای عمان قابل تفکیک است . برخورداری از شرایط آب و هوایی گرم و خشک و تاثیر فشار زیاد مجاور حاره‌ای اقیانوس هند و بلدهای آنالیزه ، میزان کم ریزش‌های جوی سالیانه می‌باشد لذا محدودیت‌هایی را به وجود آورده که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از :

۱ – عدم جریان‌های سطحی دائمی (رودخانه‌ها)

۲ – کاهش دربیلان آب زیرزمینی

۳ – سیلاب‌های فصلی و غیرقابل کنترل در اثر رگباری بودن بارش‌ها در کوتاه‌مدت که حجم بسیار زیادی از روان آب به وجود آمده و در نتیجه از دسترس خارج شده وبه دریا منتقل می-گردد .

۴ – تبخیر در هنگام آبیاری اراضی کشاورزی که حجم بالایی از آب استحصال شده در اثر تبخیر تلف می‌شود .

از دیگر ویژگی‌های اقلیمی این منطقه وجود رطوبت نسبی بالای هوا به خصوص نزدیک به ساحل است که این خود نیز خوشبختانه در دماهای زیر نقطه شبنم باعث تغذیه خاک از رطوبت هوا می‌شود . این مقدار رطوبت که به باران جن (پنهان) موسوم است بر ضریب خشکی حقیقی موثر بوده و تا حدی جبران کمبود باران می‌نماید . در نواحی ساحلی رطوبت نسبی هوا بالا بوده و در ضمن با توجه به اینکه جهت بادهای غالب جنوبی بوده و دامنه نوسان آن نیز زیاد نمی‌باشد ، چنان‌چه منابع آبی این مناطق برای مصارف کشاورزی و شرب کفایت نکند می‌توان از رطوبت هوا به‌خصوص در فصل تابستان که به آب بیشتری نیاز بوده آب قابل توجهی جوع‌آوری و مورد استفاده قرار داد . در این منطقه تصفیه آب شور دریا که با هزینه بالا همراه بوده کفایت لازم را ندارد و حمل آب توسط شناورها به جزایر نیز با سختی‌های

زیادیصورت می‌گیرد . در فصل گرما رطوبت نسبی هوا در این منطقه به‌ویژه هنگام تاثیر جریان‌های موسمی هندوستان به حدود ۸۰٪ می‌رسد و می‌توان از این موقعیت استفاده نمود .

۴.۱ مفاهیم اولیه ترکیبات جو و داده های هواشناسی

ترکیب هوای خشک وبخار آب با تغییر حالت خود به مایع و جامد در فرآیندهای ترمودینامیکی نقش عمده‌ای را در آب و هوا ایفا می‌نماید . به‌همین منظور در این قسمت به شناخت ترکیبات جو و متغیرهایی که در تعیین وضعیت هوا تاثیر دارند می‌پردازیم .

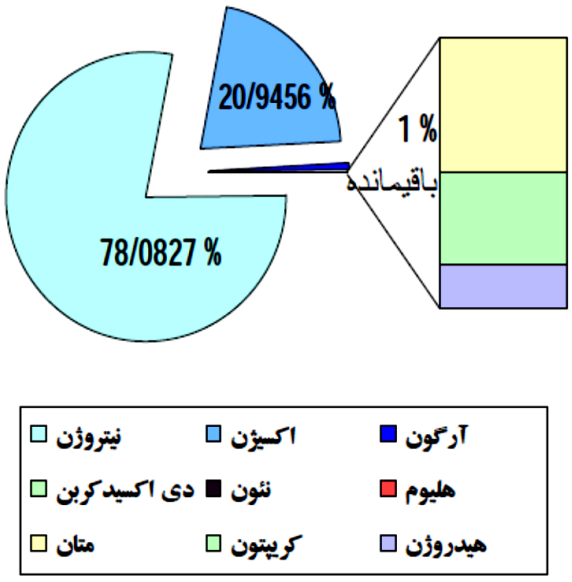
۱.۴.۱ ترکیبات جو

جو زمین لایه‌ای از گازها است که زمین را احاطه کرده‌اند . اگرچه جو زمین ظاهراً به دلیل ماهیت گازی‌شکل خود بی‌وزن به نظر می‌رسد ، ولی دارای جرمی به مقدار ۱۱۰۴ * ۵.۶ تن می‌باشد . این گازها به‌وسیله نیروی ثقل یا جاذبه زمین نگه داشته شده اند. ذرات جامد و مایع ریز معلق نیز در جو یا جو زمین وجود دارند. جو زمین، موجودات روی زمین را از طریق جذب اشعه فرابنفش خورشید و کم کردن دمای بالای بین روز و شب محافظت می‌کند. ترکیبات تشکیل دهنده جو در زیر آمده است.

۱.۱.۴.۱ هوای خشک

در جو زمین اختلاطی از گازها شکل گرفته است. حدود ۹۹ ٪ حجم هوای زمین را دو گاز عمده ازت و اکسیژن تشکیل می دهد که ازت با ۷۸ ٪، پیکره اصلی جو زمین می باشد، بعد از آن اکسیژن قرار دارد، و سایر گازها فقط یک درصد حجم آن را شامل می‌شوند . گازهای تشکیل دهنده جو در یک هوای خشک (بدون بخار آب و آلاینده ها) بصورت حجمی در سطح دریا در جدول ۱.۱ نشان داده شده است.

در بین ترکیبات جو ، اکسیژن از ثبات بیشتری برخوردار است و در شرایط متعارف دستخوش نوسان کمتری قرار می‌گیرد و اختلاف مقدار حداکثر تابستانی و حداقل زمستانی آن حتی به۰.۱ حجم نرمال آن در جو هم نمی‌رسد.



گازهای جو	نرمال درصد	مطالعات NASA
نیتروژن	۷۸/۰۸۲۶۸۷	۷۸/۰۸۴۰۰۰
اکسیژن	۲۰/۹۴۵۶۴۸	۲۰/۹۴۶۰۰۰
آرگون	۰/۹۳۳۹۸۴	۰/۹۳۴۰۰۰
دی‌اکسیدکربن	۰/۰۳۴۹۹۹	۰/۰۳۵۰۰۰
نئون	۰/۰۰۱۸۱۸	۰/۰۰۱۸۱۸
هلیوم	۰/۰۰۰۵۲۴	۰/۰۰۰۵۲۴
متان	۰/۰۰۰۱۷۰	۰/۰۰۰۱۷۰
کریپتون	۰/۰۰۰۱۱۴	۰/۰۰۰۱۱۴
هیدروژن	۰/۰۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۵۵

جدول ۱.۱ گازهای تشکیل دهنده جو

این ثبات در حالی حفظ می‌شود که فتوسنتز گیاهان، اکسیژن را تولید و تنفس و سوختآن را مصرف می‌کنند. بررسی های مختلف نشان می‌دهد که تعادل نسبی این گاز در طبیعت تاکنون حفظ شده است و انسان با ثبات وضعیت آن چنان مانوس است که در شرایط ۲۰ ٪ کاهش آن (مثلاً در فضای مسدود و پر ازدحام) عکس العمل نشان می_دهد .

۲.۱.۴.۱ بخار آب

در مقیاس جهانی به طور میانگین ۱٪ حجم جو زمین را بخار آب تشکیل می‌دهد. اما عملاً ممکن است در یک مکان، هوا فاقد بخار آب و در نقطه دیگر(مناطق ساحلی حاره ای) تا ۴ ٪ بخار آب وجود داشته باشد. گر چه وزن مولکولی بخار آب از وزن سایر عناصر تشکیل دهنده جو کمتر است، با این وجود بخار آب عمدتاً در لایه های پایین جو متمرکز می باشد. بیشترین مقدار بخار آب در لایه مجاور سطح زمین بوده و با افزایش ارتفاع، به شدت از میزان آن کاسته می شود. بالا بودن مقدار بخار آب در نزدیکی سطح زمین دارای دو علت اصلی بوده که عبارتند از:

۱- به دلیل وجود دریا و اقیانوسها که منبع اصلی تامین بخار آب است .

۲- سرد بودن لایه های فوقانی جو که مانع از نفوذ و نگه داشت بخار آب می شوند.

۳- با وجودی که بخار آب دارای خواص تابش ویژه ای است، در بسیاری از فرآیندهای فیزیکی همانند سایر گازهای جو رفتار می‌کند. به خصوص از دیدگاه ترمودینامیک، به دلیل نقشی که تغییر آن در فازهای جامد، مایع و گاز در ارتباط با تغییرات دمای جو دارد و نیز به دلیل ارزش حیاتیآن برای موجود زنده مهم است.