شبيه‌سازي سرمايش جذبي آب - آمونياک دو اثره خورشيدي و بررسي عملکرد آن در شرايط مختلف آب و هوايي ايران

قاسم حيدري نژاد[i] *؛ احسان ليواني[ii]

چکيده

در اين مقاله، چرخه سرمايش جذبي دو اثره آب - آمونياک خورشيدي شبيه‌سازي شده که منبع گرمايي آن خورشيد است. چرخه دو اثره، ترکيبي از دو چرخه جذبي ساده بوده که کندانسور و اواپراتور مشترک داشته و کارايي آن بيشتر است. پس از صحت سنجي نتايج شبيه‌سازي، شهرهايي به نمايندگي از مناطق مختلف آب و هوايي ايران انتخاب شدند. با در نظر گرفتن شرايط محيطي و جغرافيايي مانند شدت تابش، دماي خشک و تر و تنظيم شرايط کارکرد چرخه با آنها، عملکرد چرخه پيشنهادي براي اين شهرها مورد ارزيابي قرار گرفت. بر اساس نتايج، چرخه دو اثره آب - آمونياک خورشيدي در شهرهاي جنوبي کشور که شدت تابش بالايي دارند، کارايي قابل قبولي داشته و مي‌تواند جايگزين مناسبي براي چرخه متداول مکانيکي باشد.

کلمات کليدي : سرمايش خورشيدي، سرمايش جذبي دو اثره آب- آمونياک، ضريب عملکرد، شدت تابش.

Simulation of Solar Double Effect Ammonia - water Cooling Systems and its Performance for Different Climates of Iran

Ghassem Heidarinejad, Ehsan Livani

ABSTRACT

In this paper, solar double-effect Ammonia-Water cooling cycle is simulated. Then, the effects of parameters on the cycle efficiency including temperature of generator and condenser, and pressure of evaporators have been analyzed. Also cooling load and COP of the cycle has been expressed as a function of the aforesaid parameters. Then cities of Iran has selected as a representative of different climates, and the performance of cycle for these cities has been analyzed using the environmental and geographical conditions such as solar radiation intensity, wet and dry bulb temperature for each city. The acceptable efficiency of the cycle for the southern cities of Iran which have the high radiant intensity is a result of this work.

KEYWORDS : Solar cooling, Ammonia-Water absorption cooling, COP, Radiant intensity.

تاريخ دريافت مقاله:۱۳۸۸/۱۰/۱۵
تاريخ اصلاحات مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۲۷

[i] * نويسنده مسئول و استاد ،بخش مهندسي مکانيک، دانشگاه تربيت مدرس، صندوق پستي۱۴۳- ۱٤۱۱۵ تهران gheidari@modares.ac.ir

[ii] فوق ليسانس مهندسی مکانيک eslivani@gmail.com

١- مقدمه

انرژي خورشيد، به عنوان تنها منبع بي‌پايان انرژي براي کره زمين، همواره بخش قابل توجهي از تحقيقات علمي و پژوهشي را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر حدود ٨٠% از انرژي مصرفي، از سوخت‌هاي فسيلي و در نتيجه منابع تجديدناپذير تامين مي‌شود[٣]. با توجه به محدود بودن منابع سوختي تجديدناپذير، جايگزيني آنها با منابع تجديدپذير ضرورتي است که مورد مطالعه بسيار قرار گرفته است. هم چنين استفاده از تجهيزات تهويه مطبوع در سال‌هاي اخير به سرعت در سراسر جهان افزايش يافته است. در کشورهاي پيشرفته، مصرف انرژي در ساختمان‌ها حدود ٤٠% از کل انرژي مورد استفاده را به خود اختصاص داده است [٤ و ٥]. اگرچه با اجراي قوانين سخت‌گيرانه در مصرف انرژي در بخش گرمايش، رشد مصرف انرژي در اين بخش تا حدودي مهار شده است، اما کل مصرف انرژي سرمايشي تا حد زيادي افزايش داشته که متاسفانه اين روند در حال ادامه است.

فناوري که بيشتر براي سرمايش در تابستان به‌کار مي‌رود، استفاده از الکتريسيته و تبديل آن به کار مکانيکي براي متراکم نمودن بخار مبرد است که انرژي زيادي را مصرف مي‌نمايد. مهم‌ترين ايده‌اي که در سال‌هاي اخير مورد توجه قرار گرفته، استفاده از انرژي خورشيد در سرمايش به روش‌هاي مختلف است. معمول‌ترين آن، استفاده از فناوري گرمايي خورشيدي است که هنوز در مرحله ابتدايي توسعه قرار دارد. در اين روش‌ها، سرمايش از راه تبديل انرژي گرمايي خورشيد ايجاد مي‌شود که نسبت به روش‌هاي معمول سرمايش تراکمي، صرفه‌جويي زيادي در مصرف انرژي دارد. خوشبختانه، بيش‌ترين نياز به سرمايش در زمان و مکاني احساس مي‌شود که بيش‌ترين ميزان تابش خورشيد نيز وجود دارد و اين از نکات مثبت روش‌هاي سرمايش خورشيدي است. در اين روش، از انرژي گرمايي خورشيد براي راه‌اندازي يک چرخه ترموديناميکي استفاده مي‌شود که بوسيله‌ي آن مي‌توان سرمايش مورد نياز را در دماي دلخواه براي کاربردهاي صنعتي و يا مسکوني تامين نمود. با استفاده از اين روش، صرفه‌جويي در مصرف الکتريسته تا حدود ٩٥% نيز گزارش شده است [٣].

سيستم‌هاي سرمايش جذبي، اولين نوع از سيستم‌هاي تهويه مطبوع هستند که براي تعديل هواي محيط‌هاي خانگي استفاده شده‌اند. چون در سيستم‌هاي جذبي، بيش‌ترين انرژي مورد نياز در مقايسه با الکتريسيته گرما است، امکان جايگزين شدن انرژي مورد نياز از راه خورشيد وجود دارد. بيش‌ترين ورودي اين سيستم‌ها انرژي گرمايي است که براي جداسازي سيال مبرد از سيال حلال به ژنراتور، وارد مي‌شود. نياز به الکتريسيته در اين نوع سيستم‌ها فقط براي پمپ‌هاي موجود در سيستم است که براي ايجاد گردش سيال از آنها استفاده مي‌شود و به کار مکانيکي بسيار کمي احتياج دارند. الکتريسيته لازم، در مقايسه با سيستم‌هاي تراکمي که نياز به کمپرسور با کار مکانيکي بسيار بالايي داشته و فقط با ورودي الکتريسيته کار مي‌کنند، مقدار بسيار کمي است.

ايده توليد سرما با سيستم هاي جذبي در طي سالهاي ١٨٦٠-١٨٥٩ شکل گرفت. اولين دستگاه جذبي را يک مخترع فرانسوي به نام فرديناند کاره[1] با استفاده از ميل ترکيبي آب و آمونياک اختراع نمود. دستگاه کاره به‌وسيله چندين دانشمند ديگر تکميل گرديد تا اينکه در سال ١٩٣٩ اولين چيلر جذبي ساخته شد. توليد آن بصورت صنعتي در سال ١٩٦٨ به‌وسيله شرکت آرکلا[2] آغاز شد و بعدها گروه روبر[3] آنرا ادامه دادند. هم‌اکنون چيلر جذبي را شرکت هاي مختلف داخلي و خارجي توليد مي‌نمايند. سرمايش و گرمايش خورشيدي از سال ١٩٧٧ در دستور کار آژانس بين المللي انرژي[4] قرار گرفت. اولين بحران انرژي که باعث تأسيس آژانس شد، انگيزه لازم براي پيش بردن تحقيقات نظام‌مند درباره سيستم‌هاي سرمايش و گرمايشي خورشيدي را فراهم نمود [١]. در حال حاضر از چيلرهاي جذبي خورشيدي در کشورهاي آسيايي مانند ژاپن، چين، هند و کشورهاي اروپايي و امريکا استفاده مي‌شود. از نمونه‌هاي آن در ژاپن، مي‌توان از بيمارستان توياما در شمال اين کشور نام برد که ظرفيت برودتي چيلر آن ٥٠ تن تبريد با سطح شبکه خورشيدي٤١٠ متر مربع است. نمونه ديگر، يک ساختمان تجاري در ساکرومنتو کاليفرنيا با سيستم تهويه مطبوع با ظرفيت تبريد ٢٠ تن برودتي مجهز به جمع‌کننده سهموي[5] است[١].

از تحقيقاتي که در زمينه سرمايش جذبي آب - آمونياک انجام گرفت مي توان به درويش و همکاران [٦] اشاره نمود. در اين تحقيق، چرخه سرمايش جذبي - بازياب آب و آمونياک با استفاده از نرم‌افزار شبيه سازي اسپن[6] طراحي شد.

مشخصه‌هاي کارکرد چرخه مانند ضريب عملکرد[7] آن، سرمايش ايجاد شده به‌وسيله اوپراتور، گرماي مورد نياز در ژنراتور، نسبت جرمي آب - آمونياک در محلول و غيره بررسي شد. کولونا و گابريلي [١٤] شبیه‌سازی چرخه آب – آمونیاک را برای چرخه ١ اثره با استفاده از انرژی‌های بازیافتی در ژنراتور به عنوان انرژی ورودی، به کمک نرم افزار سايکل تمپو[8] انجام دادند. کيم و مايکلسون

[۷] سیستم‌هاي سرمایش جذبي خورشیدي خنک شونده به‌وسیله هوا را از نظر هزینه و کارایي مورد بررسي قرار داده و متوجه شدند که سیستم آمونیاک - نیترات نقره بهترین نتیجه را دارد. میتال و همکاران [۸] مدل‌سازي چرخه سرمایش جذبي لیتیوم برماید خورشیدي با استفاده از جذب‌کننده تخت براي روستاي باهال در هندوستان انجام داده و اثر دماي آب گرم ورودي در ضریب عملکرد چرخه را بررسي نمودند. دزیدري و همکاران [۳] سرمایش جذبي خورشیدي از نوع لیتیوم برماید و آب را بصورت تجربي براي دو مطالعه موردي در کشور ایتالیا بررسي نمودند. در پایان انرژي مصرف شده در ماه‌هاي مختلف سال بدست آمد و سیستم از نظر اقتصادي مورد بررسي قرار گرفت.

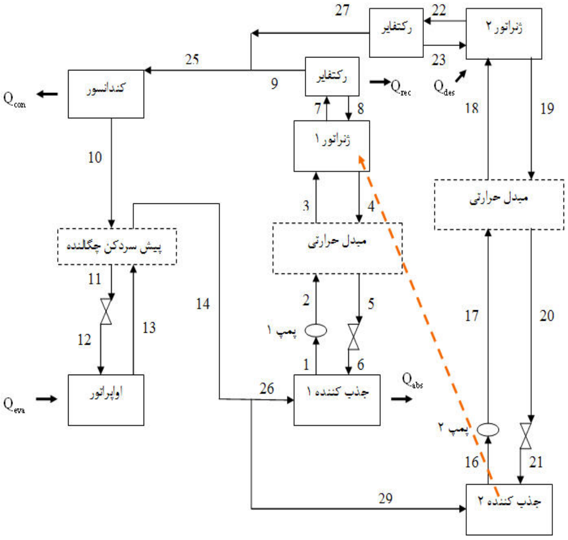
بن ازینه و همکاران [۹] مدل‌سازي ترمودینامیکي و تحلیل قانون اول و دوم ترمودینامیک را براي سرمایش جذبي آب - آمونیاک خورشیدي با دو ژنراتور انجام داده و اثر مشخصه‌هاي مختلف چرخه بر بازده چیلر را بررسي نمودند. از فعالیت‌هاي انجام گرفته در داخل کشور در این زمینه مي‌توان به کار اردهالي و همکاران [۱۰] در شبیه‌سازي نمونه‌اي براي بررسي چرخه جذبي لیتیوم برماید خورشیدي و کار مظلومي همکاران [۱۱] در شبیه‌سازي چرخه جذبي خورشیدي لیتیم برماید با جمع‌کننده سهموي براي شهر اهواز اشاره نمود.

در این پژوهش براي اولین بار یک چرخه سرمایش جذبي دواثره آب - آمونیاک خورشیدي با استفاده از نرم‌افزار *EES* شبیه‌سازي شد و براي شرایط آب و هوایي ایران مورد تحلیل قرار گرفت. چرخه از ترکیب دو چرخه جذبي که داراي کندانسور و اواپراتور مشترک هستند تشکیل شده است. یک ژنراتور و جذب‌کننده در دماي بالاتري قرار دارند که گرماي دفع شده از جذب‌کننده دما بالا به ژنراتور دما پایین منتقل مي‌شود. بدین وسیله انرژي دفع شده براي یک چرخه دیگر مورد استفاده قرار گرفته و بازده آن بالا مي‌رود. براي محاسبه‌ي خواص مخلوط آب - آمونیاک در نقاط مختلف چرخه، از برنامه *EES* استفاده شده است. با توجه به اینکه یکي از اهداف، در نظر گرفتن شرایط مختلف آب و هوایي ایران است، بنابراین برخلاف کولونا و گابریلي [۱۲] که فشار بالاي چرخه را به عنوان یکي از شرایط ورودي در نظر گرفته بودند، در این تحقیق به جاي آن، دماي خروجي کندانسور به عنوان شرط ورودي چرخه در نظر گرفته شده است. اثر دما و رطوبت محیط بیرون در عملکرد کندانسور در نظر گرفته شده و با دانستن میزان تابش خورشید و بازده براي جمع‌کننده، میزان گرماي ورودي به چرخه نیز محاسبه شده است. ضمن بررسي اثر عوامل موثر در ضریب عملکرد چرخه و دانستن دما و شدت تابش خورشید براي ۶ شهر تبریز، رامسر، تهران، یزد، اهواز و بندر عباس از سازمان هواشناسي، ضریب عملکرد چرخه و میزان سطح جمع‌کننده مورد نیاز براي بار سرمایش مشخص در هر کدام از این شهرها محاسبه شده است.

۲- معرفي چرخه

چرخه دو اثره بررسي شده در این مقاله، یک چرخه دو مرحله‌اي است که براي افزایش کارایي کلي چرخه از آن استفاده مي‌شود. یکي از مشخصه‌هاي این چرخه، قابلیت کار در دماهاي ورودي بالا است. در یک تعریف مناسب از چرخه دواثره، مي‌توان گفت که گرماي ورودي داده شده به این چرخه، دو بار در طول فرایند سرمایش براي تولید بخار مبرد مورد استفاده قرار مي‌گیرد. در ادامه به بررسي دقیق‌تر از چگونگي عملکرد این چرخه پرداخته مي‌شود.

با توجه به شکل (۱) سیستم جذبي دو اثره مورد مطالعه از دو جذب‌کننده، یک اواپراتور، دو ژنراتور بخار که هر یک داراي یک بویلر و ستون تقطیر (یکسوکننده[۹]) مي‌باشند، یک کندانسور، دو شیر انبساط و دو پمپ تشکیل مي‌شود. بخش سمت چپ این شکل همان چرخه یک اثره است. علاوه بر کندانسور و اواپراتور، یک مبدل گرمایي نیز به عنوان پیش سردکن چگالنده[۱۰] قبل از اواپراتور وجود دارد که در سیستم تک مرحله‌اي نیز مي‌تواند وجود داشته باشد. مهم‌ترین ویژگي این چرخه منبع گرمایي ژنراتور ۱ است که انرژي گرمایشي لازم را از کندانسور دما بالاي ۲ دریافت مي‌نماید. در این چرخه، اواپراتور و کندانسور به طور همزمان دو وظیفه دارند زیرا اواپراتور نماینده ۲ اواپراتور و کندانسور نیز نماینده ۲ کندانسور است.



شکل (۱) : چرخه جذبي دواثره

۳- معادلات حاكم

معادلات به كار رفته شامل معادلات بقاي جرم كل، بقاي جرم براي آمونياک و بقاي انرژي هستند كه براي اجزاي مختلف چرخه نوشته مي‌شوند.

$$\sum \dot{m}_e = \sum \dot{m}_i$$ (۱)

$$\sum \dot{m}_e x_e = \sum \dot{m}_i x_i$$ (۲)

$$q = \sum \dot{m}_e h_e - \sum \dot{m}_i h_i$$ (۳)

در اين روابط $\dot{m}$ و x و h به ترتيب گذر جرمي، نسبت جرمي آب به آمونياک و آنتالپي محلول هستند كه پايين‌نويس هاي i و e نمايانگر ورودي و خروجي هستند.

كارايي چرخه بر اساس نسبت انرژي مورد نياز به انرژي هزينه شده به صورت رابطه (٤) تعريف مي‌شود:

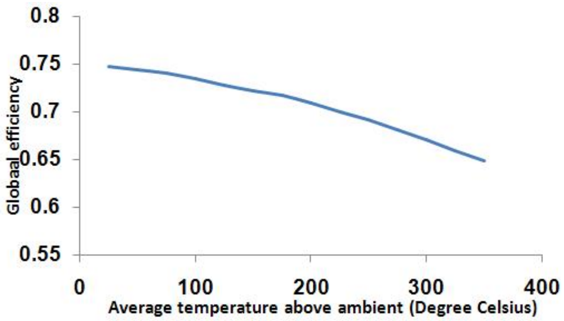
$$COP = \frac{Q_{eva}}{Q_{gen}}$$ (٤)

كه در آن Q_{eva} و Q_{gen} به ترتيب بار سرمايشي اواپراتور و گرماي ورودي ژنراتور هستند.

٤- روند شبيه سازي

در طراحي يک چرخه جذبي، بعضي از عوامل مانند دماي كندانسور، فشار بالاي چرخه و دماي اواپراتور در اثر جبر شرايط محيط و شرايط طراحي تحميل مي‌شوند و برخي ديگر نيز مانند دماي ژنراتور، گذر حجمي پمپ و فشار اواپراتور (فشار پايين) قابل تغيير هستند. آنچه در اين مقاله دنبال مي‌شود شبيه‌سازي يک چرخه سرمايش جذبي دواثره خورشيدي براي شرايط آب و هواي ايران است. بنابراين دماي كندانسور تابع دماي خشک شهر مورد نظر و هم‌چنين دماي اواپراتور وابسته به دماي شرايط آسايشي طراحي شده براي اتاق هستند كه با در نظر گرفتن كارايي براي كندانسور و اواپراتور به دست مي‌آيند. فشار بالا نيز از روي دماي كندانسور و با معلوم بودن كيفيت و نسبت جرمي بخار مبرد از روي خواص محلول دوگانه آب- آمونياک قابل محاسبه هستند. با توجه به بالا بودن دماي لازم براي ژنراتور (حدود ۲۰۰ درجه سانتي‌گراد) اين دما به وسيله جمع‌كننده سهموي قابل دسترسي است، بنا بر اين با معلوم بودن شدت تابش و در نتيجه انرژي دريافتي در شهر موردنظر و با اعمال ضريب كارايي براي جمع‌كننده، ميزان گرماي ورودي به چرخه محاسبه مي‌شود. چون با تنظيم گذر حجمي پمپ نصب شده بر روي جذب كننده مي‌توان دماي سيال خروجي را تنظيم نمود، در اين كار دماي سيال خارج شده از ژنراتور معلوم و مقدار آن قابل كنترل فرض شده است. با معلوم بودن اين دما و فرض مايع اشباع، مقدار فشار بالا در كندانسور معلوم بوده (از افت فشار در قسمت پر فشار چشم‌پوشي شده است) و بنابراين مي‌توان ساير خواص محلول خارج شده از كندانسور (محلول ضعيف) را به دست آورد. براي به دست آوردن خواص محلول قوي نيز با فرض مايع اشباع براي محلول خروجي از جذب‌كننده و برابر گرفتن دماي جذب‌كننده با كندانسور و با توجه به اينكه فشار پايين نيز قابل تنظيم است، خواص محلول به‌دست مي‌آيد.

براي به دست آوردن خواص ترموديناميكي محلول دوگانه آب - آمونياک، با دانستن شرايط هر نقطه به‌كمک نرم افزار *EES* اين خواص به دست آمده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با دانستن تفاوت دماي ميان سيال خروجي جمع‌كننده و دماي محيط مي‌توان با استفاده از شكل (۲) بازده جذب جمع‌كننده را محاسبه نمود [۱۳].



شكل (۲) : بازده جمع‌كننده سهموي بر حسب اختلاف دماي سيال خروجي با محيط

انرژي جذب شده به‌وسيله جمع‌كننده به‌طوركامل به ژنراتور منتقل مي‌گردد، بنابراين براي محاسبه انرژي ژنراتور از رابطه (۵) استفاده مي‌شود:

$$Q_{gen} = \varepsilon_c W''$$ (۵)

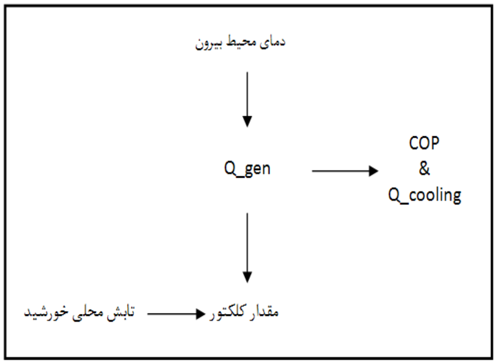
در آن ε_c بازده جمع‌كننده و W'' شدت تابش بر واحد سطح هستند.

در اينجا طراحي بر مبناي متوسط تابش خورشيدي و دما در يكي از روزهاي ماه مرداد انجام شده است. دليل اين امر آن است كه كارايي سيستم در يكي از گرمترين و بحراني‌ترين شرايط مورد ارزيابي قرار گيرد. بديهي است كه طراحي و تحليل اين چرخه براي ساعتهاي آفتابي روز و هم‌چنين براي ماههاي مختلف سال با توجه به شبيه‌سازي انجام گرفته قابل دستيابي است اما با توجه به هدفي كه در اين تحقيق پيگيري شده است، متوسط دما براي يكي از ساعت‌هاي گرم سال در

نظر گرفته شده‌است.

با معلوم بودن شرايط آب و هوايي هر شهر مانند شدت تابش، دماي محيط و رطوبت، عملكرد چرخه در اين شهر مورد ارزيابي قرار گرفته و سطح جمع‌کننده مورد نياز براي سرمايشي، معادل با یک تن تبريد محاسبه شده است. شدت تابش، تابع عرض جغرافيايي و شرايط محيطي از جمله ميزان صافي هوا است. اطلاعات مربوط به شدت تابش براي متوسط تابش خورشيدي در یک ساعت در يكي از روزهاي ماه مرداد از سازمان هواشناسي و دماي خشك و مرطوب هر شهر از دستورالعمل انتخاب شرايط محيط بيرون براي استفاده در طراحي سيستم‌هاي حرارتي و تهويه مطبوع براي شهرهاي ايران چاپ شده به‌وسيله مركز تحقيقات ساختمان و مسكن [۲] استخراج شده‌اند.

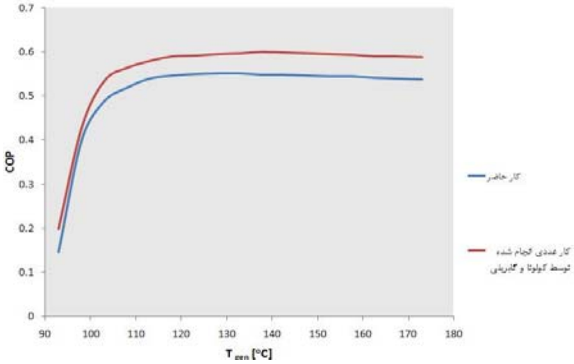
در حقيقت آنچه كه در اين تحقيق از راه شبيه‌سازي به‌دست آمد ميزان سطح جذب‌كننده و كارايي چرخه براي شرايط مشخص آب و هوايي شهرهاي ايران است. شكل (۳) شماتيكي از الگوريتم استفاده شده در شبيه‌سازي، ورودي‌ها و خروجي‌هاي نهايي است.



شكل (۳) : الگوريتم حل

۵- نتيجه

براي بررسي درستي شبيه‌سازي انجام گرفته، مقايسه‌اي بين نتايج به دست آمده از شبيه‌سازي با نتايج مقاله‌هاي معتبري كه در شرايط يكسان به دست آمده‌اند، صورت گرفته است. با توجه به اينكه از چرخه دو اثره آب - آمونياك نتايج مرتبطي در دست نبود، ابتدا شبيه‌سازي براي چرخه يك اثره صورت گرفت. سپس نتايج با نتايج به دست آمده به‌وسيله كولونا و گابريلي [۱۲] مقايسه شده و در شكل (٤) آمده است.



شكل (٤) : صحت‌سنجي بر شبيه‌سازي انجام شده براي چرخه يک اثره

در شكل (٤) ضريب عملكرد سيستم به صورت تابعي از دماي خروجي ژنراتور رسم شده است. شرايطي كه براي چرخه در نظر گرفته شده است در جدول (۱) ديده مي‌شود.

جدول (۱) : شرايط كاركرد چرخه يك اثره براي صحت‌سنجي

x_{rect}	T_{abs}(°C)	T_{con}(°C)	T_{eva}(°C)	P_{min}(bar)	P_{max}(bar)
۰/۹۹۶۹	۴۰	۴۱	-۱۰	۲/۸۳	۱۷/۲۸

با توجه به صحت‌سنجي انجام شده، ديده مي‌شود كه جواب‌ها همخواني قابل قبولي با جواب به دست آمده توسط كولونا و گابريلي دارند. بيش‌ترين ضريب عملكرد در دماي حدود ۱۳۵ درجه سانتي‌گراد رخ مي‌دهد و بيش‌ترين درصد خطاي به‌دست آمده در جواب حدود ٦/۷ است و درستي جواب‌هاي به دست آمده با اين روش در محدوده قابل قبولي قرار مي‌گيرد.

شبيه‌سازي چرخه بر اساس مناطق آب و هوايي ايران براي شهرهاي تبريز، رامسر، تهران، يزد، اهواز و بندرعباس به نمايندگي از شرايط مختلف صورت گرفته است. طبق شكل (۵)، تبريز به نمايندگي از آب و هواي كوهستاني، رامسر به نمايندگي از آب و هواي معتدل و مرطوب، تهران به عنوان پايتخت ايران، يزد به نمايندگي از آب و هواي گرم و خشك و اهواز و بندر عباس به نمايندگي از آب و هواي گرم و مرطوب انتخاب شده‌اند.

شكل (۵) : شهرهاي انتخاب شده روي نقشه ايران

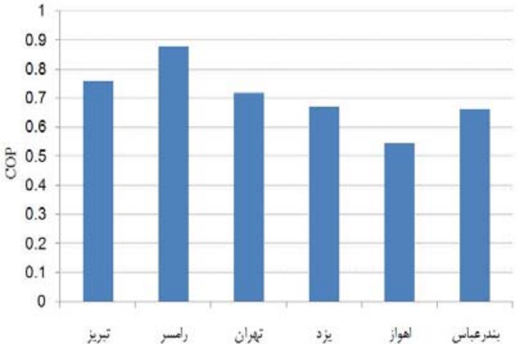
براي يك تن تبريد سرمايش، مقدار سطح جمع‌كننده مورد نياز براي هر يك از شهرها به دست آمده است. نتايج در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲) : مقايسه كاركرد چرخه سرمايش جذبي خورشيدي دواثره براي شهرهاي ايران

دبي جرمي هوا در كندانسور (كيلوگرم بر ثانيه)	گرماي دفع شده از كندانسور (كيلو وات)	سطح كلكتور (متر مربع)	COP	رطوبت نسبي (درصد)	دماي مرطوب (درجه سانتيگراد)	دماي خشك (درجه سانتيگراد)	ميزان تابش (كيلو وات بر متر مربع)	عرض جغرافيايي		شهر
								دقيقه	درجه	
۰/۰۶۵۳	۳/۵۴۲	۳/۱۹۲	۰/۷۵۷	۲۲/۸۶	۲۰/۳	۳۶	۲/۰۵۹	۵	۳۸	تبريز
۰/۰۲۱۵	۳/۵۱۷	۳/۴۳۳	۰/۸۷۵	۷۴/۴۲	۲۶/۴	۳۰/۲	۱/۶۳۳	۵۴	۳۶	رامسر
۰/۰۶۲۸	۳/۵۴۱	۳/۱۳۷	۰/۷۱۷	۲۴/۷۳	۲۲/۵	۳۸/۵	۲/۲۳۴	۴۲	۳۵	تهران
۰/۰۷۲۱	۳/۵۵۳	۲/۵۸۴	۰/۶۶۹	۱۷/۲۶	۲۱/۹	۴۱/۳	۲/۸۷۲	۵۴	۳۱	يزد
۰/۰۴۴۵	۳/۴۹۹	۳/۴۰۳	۰/۵۴۴	۲۶/۹۵	۲۹/۷	۴۷/۹	۲/۶۶۰	۲۰	۳۱	اهواز
۰/۰۳۰۱	۳/۵۴۹	۲/۶۶۸	۰/۶۶۰	۴۹/۱۷	۳۱/۶	۴۱/۸	۲/۸۱۸	۱۳	۲۷	بندر عباس

۵-۱- ضريب عملكرد چرخه براي هر يك از شهرها

يكي از عوامل مهم براي ارزيابي عملكرد يك چرخه ضريب عملكرد آن است. در شكل (٦) نمودار ستوني ضريب عملكرد به‌دست آمده از شبيه‌سازي براي شهرهاي منتخب ديده مي‌شود.

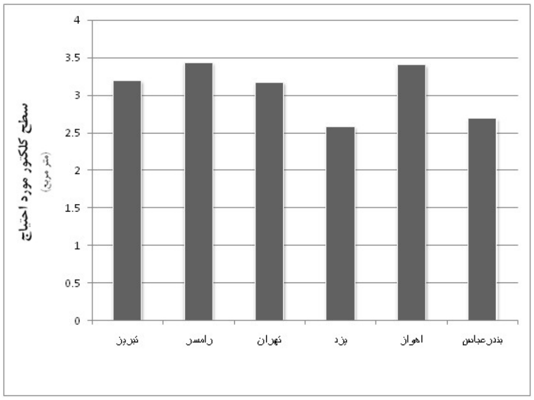


شكل (٦) : نمودار ضريب عملكرد براي شهرهاي مختلف ايران

همان‌طور كه مشاهده مي‌شود ضريب عملكرد با توجه به ثابت فرض شدن دماي ژنراتور، كه فرض موجهي است و با تنظيم پمپ نصب شده در جمع‌كننده به دست مي‌آيد كه فقط تابع دماي كندانسور است؛ بنابراين بيش‌ترين ضريب عملكرد مربوط به رامسر است كه پايين‌ترين دماي خشك را دارد. به همين نسبت پايين‌ترين ضريب عملكرد مربوط به شهر اهواز است كه بالاترين دماي خشك را دارد. اما بايد توجه داشت كه اگرچه در شهرهاي جنوبي و مركزي به واسطه دماي خشك بالاتر ضريب عملكرد چرخه پيشنهادي پايين‌تر است، اما به دليل مجاني بودن انرژي خورشيد و بالا بودن ميزان تابش، به همان نسبت انرژي ورودي و سرمايش بيش‌تري توليد خواهد شد.

۵-۲- ميزان جمع‌كننده مورد نياز براي هر يك از شهرها

شكل (۷) ميزان سطح مورد نياز جمع‌كننده براي هر يك از شهرها را نشان مي‌دهد. همان‌طور كه ديده مي‌شود كمترين سطح جمع‌كننده مربوط به شهر يزد است كه بيش‌ترين تابش خورشيد را دارد. شهري مانند بندرعباس كه تابش بالايي دارد، در مقايسه با ساير شهرها به سطح جمع‌كننده كمتري نياز دارد. با توجه به نمودار، شهر اهواز با اينكه نسبت به تبريز از تابش خورشيدي بالاتري برخوردار است، اما به دليل ضريب عملكرد پايين‌تر به سطح جمع‌كننده بالاتري نياز دارد. با توجه به پايين بودن ساعات آفتابي و شدت تابش خورشيد در شمال ايران، در مقايسه با ساير شهرها، سطح جمع‌كننده زيادي براي شهرهاي شمالي مورد نياز است.



شكل (۷) : سطح جمع‌كننده مورد نياز براي یک تن تبريد شهرهاي ايران

٦- جمع‌بندي

در اين پژوهش يک چرخه سرمايش جذبي آب - آمونياک دواثره خورشيدي شبيه سازي شده و براي کارکرد آن طبق شرايط آب و هوايي ايران مورد استفاده قرار گرفت. ديده شد که اين چرخه براي شهرهاي ايران با کارايي بين ۰/٦ تا ۰/۸۵ قابل استفاده است. با توجه به اينکه براي چرخه آب - آمونياک بيش‌تر ضريب عملکرد در محدوده ۰/۷ است، ضريب عملکرد به‌دست آمده در فعاليت حاضر براي يک چرخه جذبي، کارايي بالاتري را نشان مي‌دهد. براي شهرهاي جنوبي، اگرچه به دليل بالا بودن دماي کندانسور کارايي پايين است اما به دليل تابش بالاي خورشيد، سطح جمع‌کننده کمتري لازم است. بنابراين با توجه به رايگان بودن انرژي ورودي خورشيد، اگرچه مقدار ضريب عملکرد براي اين شهرها پايين است اما به دليل کم بودن سطح جمع‌کننده، هزينه اوليه کمتر و ميزان بالاي تابش اين چرخه انتخاب مناسبي است. همچنين براي شهرهاي شمالي ايران به دليل کم بودن ميزان تابش و ساعات آفتابي، بر خلاف ضريب عملکرد قابل قبول، اين چرخه توصيه نمي‌شود.

۷- مراجع

[۱] شهريار بزرگمهري و حميدرضا لاري، بررسي سيستم‌هاي تهويه مطبوع خورشيدي و ارزيابي فني و اقتصادي چيلرهاي جذبي خورشيدي، سومين همايش بهينه سازي مصرف سوخت در ساختمان، ۱۳۸۲.

[۲] قاسم حيدري نژاد، شهرام دلفاني، "دستورالعمل انتخاب شرايط محيط بيرون جهت استفاده در طراحي سيستم‌هاي حرارتي و تهويه مطبوع براي شهرهاي ايران"، مرکز تحقيقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸٦.

[۳] Umberto Desideri, Stefania Proietti and Paolo Sdringola, “Solar-powered cooling systems: Technical and economic analysis on industrial refrigeration and air-conditioning applications”, Applied Energy, 2009.

[۴] Dong Seon Kim, Carlos Infant Ferreira, Gianloca Tanda and Pepijn Pronk, Optimization of solar ammonia-water absorption cooling system, DTU, 2002.

[۵] Abdeen Mustafa Omer, ”Energy, environment and sustainable development”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2007.

[۶] N.A. Darwish, S.H. Al-Hashimi and A.S. Al-Mansoori, “Performance analysis and evaluation of a commercial absorption–refrigeration water–ammonia (ARWA) system”, International Journal of Refrigeration, 2008.

[۷] D.S. Kim and C.H.M. Machielsen,” Evaluation of air cooled solar absorption cooling systems”, ISHPC ’02, Proc. Of the Int. Sorption Heat Shanghai, China, 2002.

[۸] V Mittal, KS Kasana and NS Thakur, “The study of solar absorption air-conditioning systems”, Journal of Energy in Southern Africa , 2005.

[۹] N. Ben Ezzine, M. Barhoumi, Kh. Mejbri, S. Chemkhi and A. Bellagi, “Solar cooling with the absorption principle: First and Second Law analysis of an ammonia-water double-generator absorption chiller”, Desalination, 2004.

[۱۰] M.M. Ardehali, M. Shahrestani and Charles C. Adams, “Energy simulation of solar assisted absorption system and examination of clearness index effects on auxiliary heating”, Energy Conversion and Management, 2007.

[۱۱] Mehrdad Mazloumi, Mohammad Naghashzadegan and Kourosh Javaherdeh, “Simulation of solar Lithium Bromide-Water absorption system with parabolic through collector” Energy Conversion and Management, Journal 24th, March 2008.

[۱۲] Piero Colonna and Sandro Gabrielli, “Industrial trigeneration using ammonia–water absorption refrigeration systems (AAR)”, Applied Thermal Engineering, 2002.

[۱۳] Michael Geyer and Eckhard Lüpfert, “EUROTROUGH - Parabolic Trough Collector Developed for Cost Efficient Solar Power Generation”, 11th Int'l. Symposium on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Technologies, 2002.

۸- زيرنويس‌ها

---

[١] Ferdinand Carre

[٢] ARKLA

[٣] Rubour

[٤] IEA

[٥] Integrated compound parabolic collectors

[٦] Aspen

[٧] Coefficient Of Performance

[٨] Cycle tempo

[٩] Rectifier

[١٠] Condensate pre-cooler