



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



بررسی اثر سه نوع صفحه جاذب در عملکرد جمع کننده هوای صفحه تخت

حامد کرمی^۱، اسماعیل میرزایی قلعه^{۲*} و علی نجات لرنستانی^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی

* ایمیل مکاتبه کننده: esmaeilmirza@gmail.com

چکیده

با توجه به اتمام سوخت‌های فسیلی در آینده نزدیک که امروزه منابع اصلی تامین انرژی هستند، باعث شده تا استفاده از انرژی‌های تجدید شونده مانند انرژی خورشیدی افزایش یابد. جمع‌کننده‌های انرژی خورشیدی وسایلی هستند که برای به دست آوردن انرژی مفید حرارتی از انرژی تابشی خورشید به کار می‌روند. برای انجام آزمایش‌ها جمع‌کننده صفحه تخت پره دار با مساحت مفید 0.98 m^2 استفاده شد. در جمع‌کننده اولی سطح صفحه جاذب با رنگ روغنی تیره، سطح صفحه جاذب دوم با پودر مس و قلع و رنگ روغنی تیره و در جمع‌کننده سوم سطح صفحه جاذب آن با ترکیب اکسید تیتانیوم و رنگ روغنی تیره پوشش داده شد. آزمایشها در سه روز آفتابی، نیمه ابری و ابری انجام شد. با توجه به نتایج بدست آمد بیشترین مقدار افزایش در دما در جمع‌کننده سوم بدست آمد و همچنین در مواقعی که شرایط جوی نامساعد می‌باشد جمع‌کننده دوم کارایی بهتری دارد. پس بنظر می‌رسد با ترکیب مواد بکار رفته در جمع‌کننده دوم و سوم بتوان نوعی از صفحه جاذب‌ها را ساخت که بیشترین بازده را در شرایط آب و هوایی مختلف بدست آورد.

واژه‌های کلیدی: جمع‌کننده انرژی خورشیدی، صفحه جاذب تخت پره‌دار، اکسید تیتانیوم

مقدمه

در طی سال‌های گذشته تحقیقات و پیشرفت‌های زیادی در برخی کشورهای جهان در راستای به کارگیری انرژی خورشیدی در بخش‌های مختلف به ویژه در عملیات خشک کردن صورت گرفته است. در ایران به علت فراوانی سوخت‌های فسیلی متأسفانه آنچنان‌که باید به این موضوع اهمیت داده نشده است. اگرچه تحقیقات و پیشرفت‌هایی در استفاده از انرژی خورشیدی برای خشک کردن، در مراکز علمی و پژوهشی ایران به چشم می‌خورد اما در بازار مصرف پیشرفت آن‌چنانی ایجاد نشده است. این در حالی است که بیشتر مناطق ایران از لحاظ آب و هوایی شرایط بسیار مساعدی برای استفاده از انرژی خورشیدی را ایجاد می‌کند زیرا تعداد روزهای تمام آفتابی نقاط مختلف ایران زیاد و روزهای ابری آن کم است. همچنین کم



بودن رطوبت هوا و بالا بودن ارتفاع از سطح دریا در فلات ایران باعث افزایش شدت انرژی تابشی در اغلب نقاط ایران شده است (Ekechukwu and Norton, 1999).

بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام گرفته در اداره هواشناسی، کرمانشاه به عنوان یک شهر با آب و هوای معتدل کوهستانی دارای متوسط تابش خورشید برای سطح افقی در حدود ۲۵ تا ۲۸ مگاژول بر متر مربع در روز برای ماه‌های تابستان است (Anonymous, 2014). این مقدار قطعاً در شهرهای گرم‌سیری کویری و حاشیه کویر که درصد بزرگی از مساحت ایران را تشکیل می‌دهند به مراتب بیشتر است. پس پتانسیل ایران برای استفاده از انرژی خورشیدی در مقایسه با بسیاری از کشورهای آمریکایی و اروپایی بیشتر است (کرمی، ۱۳۹۳)

در سال‌های اخیر با توجه به این که منابع انرژی تجدید ناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سال ۲۰۰۶ حدود ۱۸٪ از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی‌های تجدید پذیر بدست آمد. سهم زیست توده به طور سنتی حدود ۱۳٪، که بیشتر جهت حرارت دهی و ۳٪ انرژی آبی بود. ۴/۲٪ باقی مانده شامل نیروگاه‌های آبی کوچک، زیست توده مدرن، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین‌گرمایی و سوخته‌های زیستی می‌باشد که به سرعت در حال گسترش هستند (Ekechukwu and Norton, 1999).

جمع‌کننده‌ها دمای هوایی که از آن عبور می‌کند را افزایش می‌دهند اما این افزایش دما ثابت نبوده و به عواملی از جمله میزان تابش، دمای محیط، سرعت باد و ... بستگی دارد. استفاده از مواد مناسب در سطح جمع‌کننده‌ها و سیستم‌های کنترل، برای ثابت کردن دمای هوای خروجی از آنها و بالا بردن بازده خشک‌کن بسیار مفید می‌باشد. سطوح مختلف، با توجه به جنس، رنگ و براقی یا کدری سطحشان، مقادیر متفاوتی از این تابش را جذب و باقی را بازتاب می‌کنند (Duffie and Beckman, 1991).

جمع‌کننده‌های انرژی خورشیدی وسایلی هستند که برای به دست آوردن انرژی مفید حرارتی از انرژی تابشی خورشید به کار می‌روند و می‌توانند به دو صورت کلی متمرکزکننده^۱ و یا صفحه تخت^۲ باشند. انواع جمع‌کننده‌های متمرکزکننده در درجه حرارت بالاتری نسبت به انواع تخت کار می‌کنند (کرمی، ۱۳۹۳)

یک جمع‌کننده تخت دارای صفحه جاذب انرژی^۳ می‌باشد که معمولاً سطح آن با پوشش تیره مات پوشانده شده است و انرژی را از تابش خورشید گرفته و به صورت انرژی حرارتی به سیال مورد استفاده که معمولاً آب یا هوا است، انتقال می‌دهد. جمع‌کننده‌های انرژی خورشیدی که برای گرم کردن هوا استفاده می‌شوند به طور کلی می‌توانند به دو نوع «صفحه بدون پوشش شفاف»^۴ و «صفحه پوشش دار»^۵ تقسیم بندی شوند (کرمی، ۱۳۹۳)

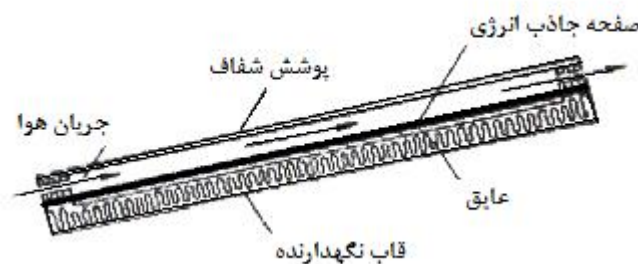
همچنین جمع‌کننده‌های صفحه تخت از نظر شکل صفحه جاذب دارای انواع متفاوتی هستند. صفحه تخت ممکن است کاملاً ساده (ورق تخت) باشد. در نوعی دیگر به صفحه تخت پره‌هایی اضافه می‌شود تا سطح تبادل حرارتی صفحه جاذب با هوا بیشتر شود به این نوع جمع‌کننده نوع فین دار گفته می‌شود. سومین نوع جمع‌کننده دارای صفحه جمع‌کننده موجدار یا چین دار است که شکل سطح مقطع صفحه ممکن است مثلثی یا دوزنقه‌ای باشد.

- 1- Solar Concentrators
- 2- Flat-plate Collectors
- 3- Absorber Plate
- 4- Bare-plate
- 5- Covered-plate



تلفات گرمایی از سطح صفحه جاذب به وسیله استفاده از یک یا تعداد بیشتری پوشش شفاف که در قسمت بالا و معمولاً موازی با سطح صفحه جاذب نصب می‌شود، به کمترین مقدار خود می‌رسد. مواد معمول مورد استفاده برای پوشش جمع‌کننده، شیشه، پلکسی‌گلس و پلاستیک شفاف می‌باشند. پوشش شفاف از تلفات گرمایی همرفتی صفحه جاذب جلوگیری کرده، تلفات گرمایی تابشی (تسعه‌شی) با امواج بلند را کاسته و از خنک شدن صفحه جاذب در اثر بارش‌های اتفاقی جلوگیری می‌کند. پوشش‌های مناسب باید نسبت به طول موج‌های بلند تیره باشند. از آن‌جا که مواد مورد استفاده در پوشش نسبت به ضربه آسیب‌پذیر هستند، هزینه‌های ننگه‌داری این جمع‌کننده‌ها نیز افزایش می‌یابد. جمع‌کننده‌های پوشش‌دار عموماً برای افزایش دمای هوا در محدوده ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد توصیه می‌شوند (کریمی، ۱۳۹۲).

جمع‌کننده پوشش‌دار با عبور هوا از بالای صفحه جاذب^۱، این نوع جمع‌کننده (شکل ۱) هوا از مجرای بین پوشش و صفحه جاذب (که پشت آن عایق کاری شده است) عبور می‌کند و بنابراین انتقال حرارت از صفحه جاذب به جریان هوا از طریق سطح بالایی صفحه جاذب انجام می‌شود.



شکل ۱: جمع‌کننده پوشش‌دار با عبور هوا از بالای صفحه جاذب (Ekechukwu and Norton, 1999).

مواد و روش‌ها

شیب جمع‌کننده

برای این که حداکثر انرژی خورشیدی جذب جمع‌کننده شود باید سطح جمع‌کننده کاملاً عمود بر جهت تابش خورشید باشد. در این صورت بازتابش از سطح جمع‌کننده کم‌ترین و انرژی بیشتری توسط صفحه جاذب به دست می‌آید. بر این اساس زاویه شیب جمع‌کننده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Ekechukwu and Norton, 1999):

$$\beta = \phi - \delta \quad (1)$$

که در این رابطه β زاویه شیب جمع‌کننده نسبت به افق، ϕ عرض جغرافیایی منطقه و δ زاویه میل^۲ خورشید است و عبارت از زاویه‌ای است که اشعه خورشید در ظهر خورشیدی^۳ با صفحه استوا می‌سازد و توسط رابطه زیر به دست می‌آید (Ekechukwu and Norton, 1999)

1- Front-pass Covered-plate Collectors
2- Declination Angle
3- Solar Noon



$$\delta = 23.45 \sin\left(360 \frac{284+n}{365}\right) \quad (2)$$

در این رابطه n شماره روز سال نسبت به اول ماه ژانویه است. با استفاده از روابط ۱ و ۲ زاویه بهینه جمع‌کننده خورشیدی برای هر روز از سال در یک منطقه قابل محاسبه است ولی از آنجا که امکان تغییر زاویه جمع‌کننده به طور روزانه وجود ندارد، لذا از متوسط ماهانه و یا حتی از متوسط سالانه که برابر عرض جغرافیایی منطقه است استفاده می‌شود (Ekechukwu and Norton, 1999). عرض جغرافیایی کرمانشاه $34/21^\circ$ است.

ساخت جمع‌کننده انرژی خورشیدی

در ساخت جمع‌کننده از پروفیل آلومینیومی به عنوان قاب جمع‌کننده استفاده شده است. چهار قطعه قاب با استفاده از نبشی‌های آلومینیومی به هم متصل شده‌اند. برای زیر جمع‌کننده از کاناپلاست $0/5\text{mm}$ استفاده شده است. برای عایق کاری زیر جمع‌کننده بین صفحه جاذب و صفحه زیری از عایق پشم شیشه با ضخامت 6cm که پس از فشرده شدن برابر 2cm شد استفاده شده است (Duffie and Beckman, 1991).

صفحه جاذب انرژی ورق آلومینیومی به ضخامت $0/5\text{mm}$ بوده و از دو طرف جانبی به قاب جمع‌کننده توسط پرچ متصل شده است. تعداد ۴ نبشی آلومینیومی به ابعاد $20 \times 20 \times 1/5\text{mm}$ روی صفحه جاذب متصل شده‌اند و به عنوان پره برای صفحه جاذب عمل می‌کنند (شکل ۲).



شکل ۲: کلکتور خورشیدی پره دار صفحه تخت

سه صفحه جاذب انرژی متفاوت در نظر گرفته شد، صفحه جاذب اول که تنها با رنگ تیره پوشانده شد، صفحه جاذب دوم که با مخلوط کردن پودر مس، پودر قلع و رنگ روغنی تیره با نسبت (به ترتیب) ۳، ۱ و ۶ تهیه شد و صفحه جاذب نوع سوم



از مخلوط کردن اکسید تیتانیوم، با رنگ روغنی تیره آماده استفاده شده و پس از استفاده پوشش زیر تیره‌ای در سطح قطعه به وجود می‌آورد. سطح صفحه جاذب دو مرتبه با این پوشش‌ها رنگ شد.

از شیشه ساختمانی با ضخامت 4mm به عنوان صفحه شفاف پوشش جمع‌کننده استفاده شد. علت انتخاب شیشه، ارزان و در دسترس بودن آن نسبت به پلاستیک‌های شفاف است ولی در عوض دارای معایبی مانند شکننده بودن و سنگین بودن در مقایسه با پلاستیک‌های شفاف است. جهت جلوگیری از شکستن شیشه و عمل درزبندی بین شیشه و قاب جمع‌کننده از نوار لاستیکی دو طرفه استفاده شده است. برای ثابت کردن شیشه به جمع‌کننده از زوار آلومینیومی استفاده شده است. برای جلوگیری از نفوذ آب (نزولات جوی) به داخل جمع‌کننده و نشت هوا از جمع‌کننده، درزهای بین شیشه و زوار با چسب سیلیکونی (که ضد آب است) پر شده است (کرمی، ۱۳۹۳).

فاصله بین صفحه جاذب و صفحه پوشش شیشه‌ای 45mm است و بر این اساس مجرای ورود و خروج هوا در جمع‌کننده تقریباً با این عرض برابر گرفته شده است تا مسیر عبور هوا در جمع‌کننده یکنواخت‌تر باشد.

ارزیابی جمع‌کننده‌ها

آزمایش‌ها به ترتیب در سه روز با آب و هوای متفاوت (خورشیدی، نیمه ابری و ابری) انجام شد. و سه کلکتور با صفحه جاذب‌های مختلف که از این پس نوع ۱، ۲ و ۳ نامیده می‌شود مورد ارزیابی قرار گرفت.

داده‌ها (دمای صفحه جاذب، دمای هوای ورودی و خروجی جمع‌کننده) از روی صفحه نمایش جعبه کنترلی که برای هر جمع‌کننده در نظر رفته شده بود به فاصله هر نیم ساعت یادداشت شد. دمای خشک و تر هوا، سرعت باد و انرژی تابشی خورشید در اداره هواشناسی کرمانشاه به صورت شبانه روزی اندازه‌گیری و ثبت می‌شود که در محاسبات از این نتایج استفاده شد. انرژی تابشی خورشید در این مرکز توسط شیدسنج^۱ مدل Kipp & Zonen اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. این شیدسنج مقدار انرژی تابشی را در سطح افقی اندازه‌گیری می‌کند. برای محاسبه بازده جمع‌کننده باید انرژی تابشی را در زاویه شیب جمع‌کننده داشته باشیم.

محاسبه میزان تابش انرژی خورشیدی در سطح جمع‌کننده

برای محاسبه بازده جمع‌کننده، باید انرژی تابش خورشیدی رسیده به سطح شیب دار جمع‌کننده را از مقادیر انرژی تابشی رسیده به سطح افقی که توسط شیدسنج اندازه‌گیری شده، محاسبه کنیم. در محاسبات انرژی تابشی و بازده جمع‌کننده‌ها معمولاً میزان انرژی و بازده را در بازه‌های زمانی یک ساعته محاسبه می‌کنند. به این دلیل در محاسبات انرژی تابشی در این بخش و بازده (ها) در بخش‌های بعد انرژی و بازده را به طور ساعتی محاسبه شدند. برای محاسبه انرژی تابشی در سطح شیب دار ابتدا تابش I_0 را از رابطه ۳ حساب شد (Ekechukwu and Norton, 1999):

1- Pyranometer



$$I_o = \frac{12 \times 3600}{\pi} G_{SC} \left[1 + 0.033 \cos \frac{360n}{360} \right] \left[\cos \phi \cos \delta (\sin \omega_2 - \sin \omega_1) + \frac{2\pi(\omega_2 - \omega_1)}{360} \sin \phi \sin \delta \right] \quad (3)$$

I_o : انرژی تابشی روی سطح افقی در غیاب اتمسفر^۱ (در بازه یک ساعته)، G_{SC} (J/m^2): ثابت خورشیدی^۲ (w/m^2)، n شماره روز سال نسبت به اول ماه ژانویه، ϕ عرض جغرافیایی منطقه، δ زاویه میل خورشیدی و ω_1 و ω_2 به ترتیب زاویه ساعت^۳ برای ساعت شروع و خاتمه بازه یک ساعته (زاویه ساعت برای ساعت ۱۲ ظهر صفر، به ازای هر یک ساعت بیشتر از ۱۲، $+15^\circ$ و هر یک ساعت کمتر از ۱۲، -15° است).

K_T ضریب صافی آسمان^۴ در طول یک ساعت بوده و چنین تعریف می‌شود (Ekechukwu and Norton, 1999):

$$k_T = \frac{I}{I_o} \quad (4)$$

در این رابطه I انرژی تابشی در واحد سطح است که به وسیله شیدسنج اندازه‌گیری شده و I_o مربوط به رابطه (۳) می‌باشد. انرژی تابشی در سطح زمین از دو جزء تشکیل شده است یکی تابش مستقیم^۵ (I_b) که به طور مستقیم از خورشید به جسم می‌رسد و جزء دیگر انرژی تابشی پراکنده^۶ (I_d) که در اثر بازتابش از سطوح و اشیاء دیگر به جسم می‌رسد. پس برای محاسبه تابش کل از تابش مستقیم خواهیم داشت (Ekechukwu and Norton, 1999):

$$\frac{I_b}{I} = 1 - \frac{I_d}{I} \quad (5)$$

برای سهم تابش پراکنده از تابش کل معادلات زیر پیشنهاد شده اند (Ekechukwu and Norton 1999):

$$\frac{I_d}{I} = \begin{cases} 1 - 0.249k_T \rightarrow k_T < 0.35 \\ 1.557 - 1.84k_T \rightarrow 0.35 < k_T < 0.75 \\ 0.177 \rightarrow k_T > 0.75 \end{cases} \quad (6)$$

R_b ، نسبت تابش مستقیم کل به تابش مستقیم دریافت شده کل از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Ekechukwu and Norton, 1999):

$$R_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cos \delta \cos \omega + \sin(\phi - \beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta} \quad (7)$$

ω زاویه ساعت برای ساعت متوسط ابتدا و انتهای بازه یک ساعته و β زاویه شیب سطح جمع‌کننده است. و در نهایت I_T (تابش کل روی سطح با زاویه β در طول یک ساعت) از رابطه (۸) به دست می‌آید (Ekechukwu and Norton, 1999):

-
- 1- Extraterrestrial Radiation
 - 2- Solar Constant
 - 3- Hour Angle
 - 4- Sky Clearness
 - 5- Beam Radiation
 - 6- Diffuse Radiation

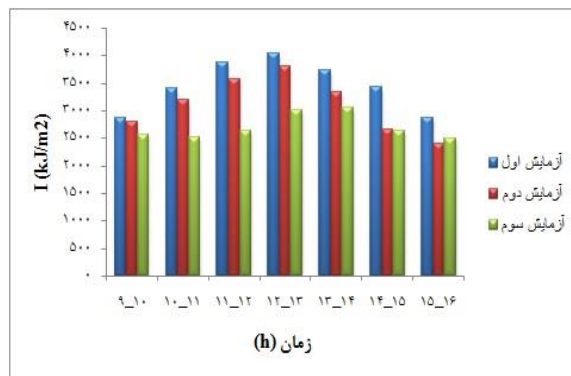


$$I_T = I_b R_b + I_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + (I_b + I_d) \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \rho \quad (8)$$

در این رابطه ρ ضریب بازتابش پراکنده^۱ سطح زمین است که برای زمین بدون برف مقدار $0/2$ و برای سطح زمین پوشیده با برف تازه مقدار $0/7$ در نظر گرفته می‌شود (Ekechukwu and Norton, 1999).

نتایج و بحث

همان‌طور که در بخش (۲-۴) ذکر شد، مقادیر انرژی خورشیدی در سطح افقی (انرژی رسیده به سطح افقی) را از اداره هواشناسی دریافت شد. آزمایش‌ها به ترتیب در سه روز خورشیدی، نیمه ابری و ابری انجام شد و مقادیر انرژی تابشی در سطح افقی (I) در طول ساعات آزمایش در شکل (۳) مشاهده می‌شوند. در اداره هواشناسی مقادیر انرژی به صورت دقیقه‌ای و ساعتی ثبت شده که از مقادیر ساعتی استفاده شد. در نمودار شکل (۳) مقادیر I با واحد kJ/m^2 آورده شده‌اند.



شکل ۳: انرژی تابشی در سطح افقی (I) در ساعات آزمایش

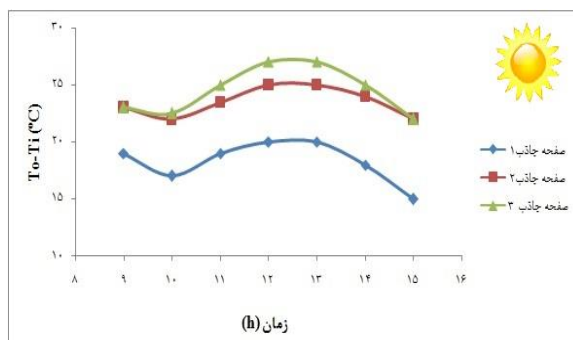
هر قدر زاویه صفحه دریافت انرژی (صفحات پوشش و جاذب) نزدیک به صفحه عمود بر پرتوهای تابش قرار گیرد، بازتابش از سطح کم‌تر می‌شود. حداکثر مقدار انرژی دریافتی هنگامی است که صفحه دریافت کننده انرژی کاملاً عمود بر پرتوهای تابش خورشید باشد. بنابراین تابش دریافت شده در سطح افقی و در سطح زاویه‌دار برابر نیستند. برای تبدیل مقدار تابش در سطح افقی (I) به مقدار تابش زاویه شیب جمع کننده (I_T) از رابطه ۸ استفاده شد.

در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نمودار تغییرات دما ساعتی جمع کننده در طی ساعات‌های مختلف آزمایش آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در هر سه آزمایش بازده جمع کننده در ساعت دوم آزمایش‌ها نسبت به ساعت اول کاهش یافته، در ساعت سوم به اوج خود رسیده و سپس به تدریج کم می‌شود. در ساعت اول آزمایش انتظار بازده کمتری نسبت به ساعت دوم آزمایش داریم زیرا در ساعت اول زاویه سمت خورشید با صفحه جمع کننده نسبت به ساعت دوم بیشتر است در نتیجه

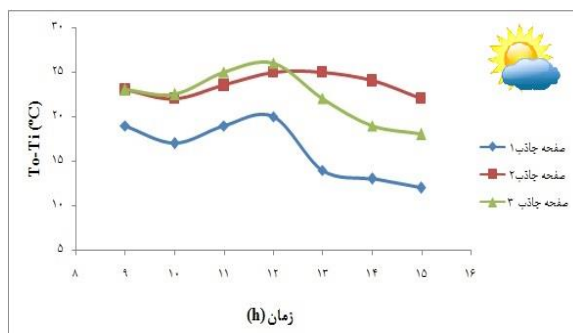


بازتابش بیشتر خواهد بود. بنابراین بازده ساعت اول باید کمتر از ساعت دوم باشد در حالی که طبق نمودار نتیجه کاملاً عکس تصور ماست. علت این امر را می‌توان انباشت انرژی گرمایی در جمع‌کننده قبل از شروع آزمایش دانست زیرا از هنگام طلوع خورشید تا شروع آزمایش‌ها (ساعت ۹) فن خاموش بوده پس هیچ‌گونه عبور هوا از جمع‌کننده وجود نداشته در نتیجه انرژی گرمایی در جمع‌کننده تا حد امکان انباشته شده است. پس، از نقاط اول نمودارها را می‌توان به عنوان نقاط استثناء نمودارها یاد کرد.

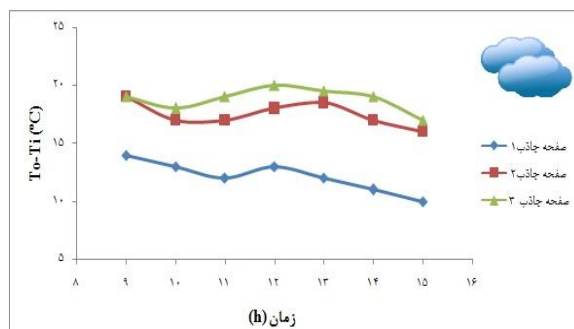
بالا بودن بازده در ساعت چهارم نسبت به سایر ساعت‌ها طبیعی است. زیرا ساعت چهارم آزمایش (۱۲ تا ۱۳) دارای بیشترین تابش در طول روز بوده و از طرفی زاویه سمت خورشید با صفحه جمع‌کننده بسیار کم است (در ظهر خورشیدی زاویه سمت برابر صفر است). همچنین مشاهده می‌شود بازده از ساعت دوم آزمایش تا ظهر روند صعودی را طی می‌کند و از ظهر تا انتهای آزمایش روند نزولی دارد. پایین آمدن بازده در آزمایش دوم ناشی از ابری شدن هوا و شرایط نامساعد جوی است.



شکل ۴: نمودار تغییرات افزایش دمای هوا در جمع‌کننده (To-Ti) در طول آزمایش



شکل ۵: نمودار تغییرات افزایش دمای هوا در جمع‌کننده (To-Ti) در طول آزمایش



شکل ۶: نمودار تغییرات افزایش دمای هوا در جمع کننده (To-Ti) در طول آزمایش

همانطور که مشاهده می شود در شکل ۴ که هوا کاملاً آفتابی است بازده جمع کننده ای که با اکسید تیتانیوم (صفحه جاذب ۳) پوشانده شده است بالاتر از جمع کننده ای است که توسط مس و قلع (صفحه جاذب ۲) پوشانده شده است. در شکل ۵ که هوا نیمه ابری است بازده جمع کننده ای که با مس و قلع پوشانده شده است برخلاف دو جمع کننده دیگر دچار کاهش نشده است علت این امر را می توان قابلیت ذخیره انرژی گرمایی توسط مس و قلع دانست. همچنین در شکل ۶ که هوا کاملاً ابری است هر سه جمع کننده دچار کاهش دما شده اند و در این حالت بازده جمع کننده ای که با اکسید تیتانیوم پوشانده شده است بالاتر از دو جمع کننده دیگر می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها، استفاده از اکسید تیتانیوم و رنگ روغنی تیره در سطح جمع کننده توانست انرژی حرارتی خورشید را برای بالا بردن دمای صفحه جاذب به مقدار زیادی جذب کند و دما افزایش یابد و در طرف مقابل استفاده از پودر مس و قلع و رنگ روغنی تیره در سطح صفحه جاذب در ساعاتی که انرژی تابشی خورشید پایین می آید (ابری شدن ناگهانی هوا و ساعات پایانی روز)، در خود ذخیره کند و بازده جمع کننده افزایش یابد. پس بنظر می رسد با ترکیب نسبت‌های مختلف اکسید تیتانیوم، پودر مس، قلع و رنگ روغنی تیره، بتوان نوعی از صفحه جاذب‌ها را ساخت که بیشترین بازده را در شرایط آب و هوایی مختلف بدست آورد.

مراجع

۱. کرمی، ح. ۱۳۹۲. طراحی، ساخت و ارزیابی جمع کننده خورشیدی دنبال کننده هوشمند خورشید برای خشک کن‌های خورشیدی"، ششمین همایش یافته‌های پژوهشی کشاورزی دانشگاه کردستان.
۲. کرمی، ح. ۱۳۹۳. طراحی، ساخت و ارزیابی خشک کن هیبریدی برای گیاهان دارویی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه، ۱۵۴ ص.
3. Anonymous. 2014. Weather report of the year 2014. Data processing Center of Iran, p: 40766.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



4. Duffie J.A. and Beckman, W.A. 1991. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons, New York.
5. Ekechukwu, O.V. and Norton, B. 1999. Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology. Energy Conversion & Management, 40:615-655.
6. Ekechukwu O.V. and Norton B. 1999. Review of solar-energy drying systems III: low temperature air-heating solar collectors for crop drying applications. Energy Conversion & Management, 40:657-667.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Effects of three types of plate in the air collectors flat plate absorber

Abstract

While fossil fuels source are decreasing use of sustainable energies e.g. solar energy is increasing as a substitute. Solar collectors are devices to obtaining useful thermal energy are used from solar radiation energy. Flat plate collector for testing finned useful area was 0.98 m^2 . The first collector plate absorber surface with oil color dark, The second absorber plate with copper and tin powder and dark oil color And at the third surface of the absorber plate was covered with a combination of titanium oxide and dark oil color. The test in three days, sunny, cloudy and overcast done. According to the results obtained with the maximum temperature achieved in the third collector And also when the weather conditions are unfavorable second collector has better performance. So it seems that the combination of materials used in the second and third collector Can be kind of absorbent plate to make the highest efficiency achieved in different weather conditions.

Keywords: Solar collector, Flat absorbent plate finny, titanium oxide