

تعیین زاویه شیب بهینه ثابت و قابل تنظیم کلکتورهای خورشیدی صفحه تخت برای شهرهای مختلف ایران

رحیم ملتسم

دانشگاه صنعتی شریف Rahim.moltames89@gmail.com

چکیده

زاویه شیب به صورت ماهانه تغییر کند. در این مقاله ابتدا زوایای شیب بهینه پنل برای فواصل مختلف زمانی (ماهانه، فصلی و نیم سال) و نیز زاویه بهینه شیب ثابت سالیانه برای شهرهای مختلف ایران با توجه به ضریب صافی هوای مربوط به هر یک از شهرها محاسبه شده و میزان افزایش تابش دریافتی پنل‌ها نسبت به حالی که از زاویه شیب ثابت استفاده شود، تعیین می‌گردد. برای تعیین ضرایب صافی هوای ماهانه هر یک از شهرها، از مقادیر مندرج در مقاله [۵] استفاده شده و مدل انرژی تابشی خورشید جهت تعیین زوایای بهینه شیب پنل در نرم افزار متلب کدنویسی شدند.

روش‌شناسی

روش‌شناسی تعیین زاویه شیب بهینه در این مقاله بر اساس محاسبه انرژی دریافتی کالکتور صفحه تخت برای زوایای مختلف شیب^۱ استوار است. بدین صورت که ابتدا انرژی تابشی دریافتی کلکتورهای صفحه تخت^۱ برای زوایای مختلف شیب (از ۲۰- تا ۹۰ درجه) محاسبه شده و زاویه‌ای که در آن انرژی دریافتی کالکتور به ترتیب برای ماه و نیم سال و سالیانه مقدار بیشینه باشد، زاویه مربوطه به عنوان زاویه شیب بهینه برای هر یک از فاصله‌های زمانی تعیین می‌گردد. جهت تعیین انرژی دریافتی کالکتور صفحه تخت ابتدا میزان انرژی تابشی فرودی بر صفحه افق در فراجو (H_0) طبق روابط ارائه شده در جدول ۱ محاسبه می‌گردد [۶]:

جدول (۱) روابط مربوط به محاسبه تابش فراجو روی صفحه افق

$$H_0 = \frac{24 \times 3600}{\pi} G_{sc} \left[1 + 0.033 \cos\left(\frac{360 \times n}{365}\right) \right] \quad (1)$$

$$\times [\cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s) + \frac{\pi \omega_s}{180} \sin(\varphi) \sin(\delta)]$$

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

$$\omega_s = \cos^{-1}[-\tan(\varphi) \tan(\delta)] \quad (3)$$

Tilt Angle^۱

یکی از مهم‌ترین پارامترهای موثر در انرژی دریافتی کلکتورهای خورشیدی، زاویه کلکتور نسبت به سطح افقی است. اگرچه تغییرات انرژی الکتریکی تولیدی نسبت به اختلاف کوچک زوایای شیب ممکن است کم باشد، ولی در آرایه‌های خورشیدی با ظرفیت بالا، تعیین دقیق زاویه شیب، صرفه‌جویی انرژی و هزینه قابل ملاحظه‌ای را به همراه دارد. تعیین زاویه بهینه کلکتورها به موقعیت جغرافیایی مکان قرارگیری کلکتور از نظر عرض جغرافیایی و نیز میزان صافی هوا در مقاطع مختلف زمانی سال بستگی دارد. در این مقاله زوایای شیب بهینه ماهانه، فصلی، نیم سال و سالیانه (ثابت) با استفاده از الگوریتم ماکزیمم انرژی خورشیدی دریافتی به ازاء واحد سطح در شهرهای مختلف ایران محاسبه شده و میزان انرژی دریافتی برای هر زاویه شیب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی

شیب بهینه، شیب کلکتور، شیب بهینه کلکتور، انرژی خورشیدی

مقدمه

از میان فناوری‌های تبدیل انرژی تجدیدپذیر، فناوری فتوولتائیک از جهت کارکرد ساده و با بهره‌وری بالا جایگاه ویژه‌ای بدست آورده است. بهره‌وری سیستم‌های فتوولتائیک به عوامل مختلفی بستگی دارد که یکی از آنها زاویه شیب پنل نسبت به سطح افقی می‌باشد [۱]. بهترین وسیله برای دریافت بیشترین تابش خورشید توسط پنل‌ها استفاده از فناوری دنبال‌کننده است که به صورت مکانیکی و اتوماتیک زاویه شیب پنل‌ها را تغییر داده و آنها را در طول روز رو به خورشید نگه می‌دارد. با این حال استفاده از این فناوری پرهزینه و نیازمند انرژی بوده و گاهی نیز غیرعملی است. لذا میتوان با تغییر زاویه شیب پنل در بازه‌های متفاوت زمانی تا حد ممکن انرژی تابشی دریافتی پنل‌ها را افزایش داد [۲]. برای این منظور در مقاله [۳] رابطه‌ای تابع از عرض جغرافیایی و داده‌های آب و هوایی محلی برای تعیین زاویه شیب بهینه توسعه داده شد. مقاله [۴] زاویه شیب بهینه برای کالکتورهای صفحه تخت را تقریباً برابر با عرض جغرافیایی هر منطقه تعیین کرده و مشخص شد که میزان دریافت انرژی در حالت زاویه شیب ثابت سالانه به میزان ۱۵ درصد کمتر از حالتی است که