

## بررسی تجربی تاثیر تابش خورشید بر روی کندانسور کولر

**چکیده:** یکی از پرمصرف ترین وسایل الکتریکی، سیستم های تبرید تراکمی یا همان کولرها هستند که نوع اسپلیت آن، جزء کاربردی ترین کولر در مناطق گرم می باشد. در این گونه کولرها، کندانسور نقش کلیدی در میزان کارایی کولر دارد. در این تحقیق، هدف بررسی تاثیر تابش خورشیدی و عوامل محیطی چون دما رطوبت و سرعت باد بر روی میزان مصرف انرژی الکتریکی کولر اسپلیت است. مطالعه به صورت تجربی در فصول بهار و تابستان انجام شده است. به منظور بررسی اثر تابش خورشیدی، سه زاویه مختلف برای قرارگیری کندانسور در نظر گرفته شده که شامل جنوب جغرافیایی، ۴۵ درجه به سمت چپ و راست و همچنین به سمت شرق در صبح و به سمت غرب در بعدظهر است، می باشد. نتایج بررسی نشان می دهد هنگامی که کندانسور در حالت ۹۰ درجه یعنی به صورت شرقی-غربی قرار دارد، به دلیل کاهش تابش رسیده، میزان مصرف انرژی حداکثر تا ۶٪ در مقایسه با زاویه صفر درجه و موازی با جنوب، کاهش می یابد.

**واژه های راهنما:** اسپلیت، مصرف انرژی، تابش خورشیدی، عوامل محیطی.

### مجتبی مروج\*

استادیار، گروه مهندسی مکانیک،  
دانشگاه پیام نور

مقاله علمی پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸

**Mojtaba Moravej\***  
Assistant Professor,  
Mechanical Engineering  
Department,  
Payame Noor University

## Experimental study of the effect of solar radiation on air conditioner condenser

**Abstract:** One of the most widely used electrical appliances is compression refrigeration systems or air conditioners, the split type of which is one of the most used air conditioners in hot areas. In such coolers, condenser plays a key role in its efficiency. The aim of this study was to investigate the effect of solar radiation and environmental factors such as temperature, humidity and wind speed on the amount of electrical energy consumption of split air conditioners. The study was conducted experimentally in spring and summer. In order to study the effect of solar radiation, three different angles have been considered for the location of the condenser, which include south latitude, 45 degrees to the left and right, as well as east in the morning and west in the afternoon. The results show that when the condenser is in the 90 degrees position (east-west) due to reduced radiation, the amount of energy consumption is reduced by up to 6% compared to the zero degrees angle and parallel to the south.

**Keywords:** Split air conditioner, energy consumption, solar radiation, environmental factors.

## ۱- مقدمه

ورودی هوا به کندانسور کولر مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی‌ها نشان دادند که با این روش مصرف انرژی برق بیش از ۱۲٪ و ضریب عملکرد قریب ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. ولی و همکاران [۱۰] در یک پژوهش تأثیر پیش‌سرمایش هوای ورودی به کندانسور را بر روی عملکرد واحد تبرید مورد مطالعه قرار دارند و نشان دادند که توان مصرفی کمپرسور حتی تا ۲۰٪ نیز کاهش می‌یابد.

حاجی دولو و اقتداری [۱۱] به مطالعه در مورد تأثیرات محیطی بر روی کارایی کولرهای گازی اسپلیت پرداختند. در مطالعه ایشان از کندانسور تبخیری به جای کندانسور هوایی و حتی تا دمای ۴۹ درجه سلسیوس دمای محیط مورد استفاده قرار گرفت. نتایج بررسی حاکی از کاهش ۲۱٪ در مصرف برق و افزایش ضریب عملکرد به بیش از ۵۰٪ بود. الساید و حریری [۱۲] به بررسی میزان جریان هوا در کندانسور و تأثیر آن بر بازده کولر اسپلیت پرداختند و نشان دادند که اگر جریان هوا در کندانسور حدود ۵۰٪ افزایش یابد، میزان برق مصرفی کمپرسور ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

یان و لیو [۱۳] تحقیقی جامع را برای پیش‌بینی میزان مصرف انرژی الکتریکی در کولرهای گازی مورد استفاده در ساختمان‌های با تراکم جمعیت بالا انجام دادند و ضمن بررسی اثر پارامترهای مختلف از جمله زمان و دما، مدلی بهینه را برای پیش‌بینی مصرف ارائه نمودند. واسیم و همکاران [۱۴] پژوهشی را پیرامون فناوری کولرها و سیستم‌های تهویه مطبوع و میزان مصارف بالای آنها در کاربردهای مسکونی و تجاری انجام داده و مدل‌ها و دستگاههای متفاوتی را بررسی نمودند. ایشان گزارش کردند بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه مطبوع و کنترل آنها می‌تواند به عنوان بزرگترین برنامه کاهش مصرف انرژی در ساختمان به کار آیند. علیلی [۱۵] سیستم سرمایش هیبریدی خورشیدی را مورد مطالعه قرار دادند. در تحقیق ایشان از یک سیستم کمکی خورشیدی و سیستم دیسکانکت استفاده شده بود و نتایج بررسی نشان داد استفاده از این سیستم کمکی باعث افزایش کارایی سیستم سرمایش می‌شود.

با توجه به اینکه کولرهای اسپلیت کاربرد زیادی در مناطق گرم با دریافت تابش خورشیدی بالا دارند و به نوعی بیشترین مصرف انرژی الکتریکی را در میان وسایل برقی دارند و همچنین با عنایت به عدم بررسی تأثیر تابش بر این‌گونه کولرها در تحقیقات پیشین، در این تحقیق تأثیر تابش خورشیدی بر میزان مصرف انرژی الکتریکی در جنوب ایران و در فصول گرما مورد بررسی تجربی و آزمایشگاهی قرار گرفته است. بررسی‌ها شامل تأثیرات پارامترهای محیطی علاوه بر تابش و در سه زاویه مجزا برای کندانسور می‌باشد.

به‌طور کلی می‌توان جانمایی کولر اسپلیت را در یک اتاق معمولی در مصرف خانگی یا تجاری و اداری به‌صورت شکل ۱ نمایش داد. در کولرهای اسپلیت، اواپراتور در محل اتاق و لوله‌های رابط بین اواپراتور باعث چرخش جریان و انتقال مبرد به کمپرسور، کندانسور و شیر انبساطی است. در واقع یک کولر اسپلیت شامل یک بخش درونی و یک مجموعه بیرونی است که مجموعه بیرونی آن که شامل کندانسور است در هوای آزاد و در فضای محیط نصب می‌شود و در معرض تابش خورشید قرار داد. به منظور بررسی دقیق و آزمایشگاهی، از یک دستگاه کولر

تابش نور خورشید در کشور ما از نظر میزان و شدت در جاهای مختلف متفاوت بوده و عمده فلات مرکزی و جنوب ایران آب و هوای گرم و بسیار گرم را در فصل تابستان تجربه می‌کنند. در واقع در این مناطق هم شدت و میزان دریافت انرژی خورشیدی و هم دمای هوا بالاست. بنابراین در این نقاط از سیستم‌های تبریدی برای تهویه مطبوع و سرمایش استفاده می‌گردد. در طی سالیان متمادی هر بخش از مناطق گرم کشور بر حسب فرهنگ و معماری تدابیری خاص برای خنک‌سازی محل سکونت و یا تولید سرما و به عبارت بهتر کاهش گرما می‌اندیشیده است.

چنانچه در یزد و نقاط مرکزی از بادگیرها و هوای خنک ناشی از وزش نسیم استفاده شده و در بخش‌هایی از خوزستان دالان‌های زیرزمین به‌عنوان محل سکونت استفاده گردید که اختلاف دمای بالایی با سطح زمین دارد. در نیم قرن اخیر و با همه‌گیری توزیع برق و نیز رشد فناوری تبرید بویژه کولرهای سیکل تبرید تراکمی شاهد گسترش استفاده از این دستگاه‌ها در بخش کثیری از مصارف خانگی صنعتی و تجاری بوده‌ایم. به‌گونه‌ای که در بسیاری از منازل و ادارات مناطق گرمسیری، عملاً استفاده از این کولرها اعم از کولرهای معمولی یا اسپلیت اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به میزان بالای مصرف انرژی این کولرها، عملاً می‌توان گفت که پرمصرف‌ترین دستگاه در هر خانوار یا هر سازمان است و لذا بهینه‌سازی آن به هر طریق می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی به میزان قابل توجهی شود. تاکنون تحقیقات مختلفی در خصوص این کولرها انجام شده است [۳-۱]. چنانچه رحمتی و همکاران [۴] به بررسی اثر مبرد در سیکل‌های تبرید تراکمی دو مرحله‌ای دارای مخزن تفکیک پرداختند. نتایج بررسی ایشان نشان داد که مبرد R125 دارای بهترین ضریب عملکرد و مبرد R717 بهترین نوع مبرد از دیدگاه محیط زیست بوده است. میسرا [۵] در یک پژوهش جالب در سرمایش با سیکل تراکمی، از ترکیب R134 و نانوسیال آلومینا استفاده نمود و اثبات کرد که ضریب عملکرد سیکل قریب ۲۰٪ افزایش می‌یابد.

آقازاده و محمودی [۶] به بررسی عملکرد سیکل تبرید تراکمی-آبشاری با استفاده از اجکتور پرداختند. ایشان بررسی خود را با استفاده از نرم‌افزار EES انجام دادند و نتیجه گرفتند که با فرض ظرفیت تبرید برابر برای هر دو سیکل با و بدون اجکتور، افزودن اجکتور باعث افزایش ضریب عملکرد و بازده انرژی تا حدود ۵٪ می‌شود.

کشکولی و همکاران [۷] تحقیقی جامع بر روی سیستم بیرونی کولر اسپلیت انجام دادند. در تحقیق ایشان جریان هوای ناشی از ۵ فن کندانسور و تأثیر پنجره مشبک به این جریان مورد مطالعه عددی قرار گرفت. نتایج بررسی حاکی از این بود که پنجره مشبک میزان جریان هوای خروجی را کاهش داده و باعث افزایش در فشار پشت پروانه و تعداد گردابه‌ها می‌شود.

بری و همکاران [۸] تحلیل ترمودینامیکی و اقتصادی بر روی کولرهای اسپلیت انجام دادند و ضمن بررسی مصرف انرژی، شرایط بهینه را برای آن از ترمو اقتصادی ارائه نمودند.

از گلی و نیایی [۹] عملکرد انرژی در کولر گازی اسپلیت را با یک سیستم بهبود دهنده با استفاده از لایه تبخیری مربوط در

جدول ۱ مشخصات دستگاه کولر گازی اسپلیتر

مشخصه	واحد
نوع دستگاه	کولر گازی اسپلیتر 12000 BTU/h
مدل	Hisense-HS12CVG
مبرد	R22-0.95kg
وزن	29kg

## ۲-۱- معادلات حاکم

همانند کلیه سیستم‌های مهندسی در سیستم‌های سرمایشی و کولرهای مبحث کارایی و بازدهی سیستم وجود دارد. می دانیم که سیستم های سرمایشی سیکلی از سیستم‌های ترمودینامیکی هستند لذا با توجه به قانون اول ترمودینامیک داریم [۱۸-۱۶]:

$$Q_H = Q_L + W \quad (1)$$

در این رابطه  $Q_H$  گرمای کل خروجی از سیستم سرمایشی،  $Q_L$  سرمایش کسب شده و  $W$  کار داده شده به سیستم است.

$$COP = \frac{Q_L}{W} \quad (2)$$

در رابطه (۲) COP ضریب عملکرد سیستم سرمایشی که در اینجا همان کولر اسپلیت هست ارائه شده که برابر سرمایش کسب شده به کار داده شده تعریف می‌گردد. لذا با استفاده از رابطه (۱) رابطه (۲) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$COP = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \quad (3)$$

در کولرهای تراکمی که با برق کار می‌کنند در واقع کار داده شده به سیستم همان انرژی الکتریکی یا توان برقی است که برای جریان مستقیم به صورت رابطه (۴) و برای جریان متناوب به صورت رابطه (۵) ارائه می‌گردد.

$$P = VI \quad (4)$$

$$P = vI \cos \phi \quad (5)$$

در این روابط  $P$  توان سیستم،  $V$  ولتاژ،  $I$  جریان الکتریکی و  $\phi$  ضریب توان شبکه است. برای محاسبه سرمایه کسب شده نیز طبق آنچه در تعریف سیکل سرمایش ترمودینامیکی است برابر با اختلاف آنتالپی دو طرف اواپراتور در میزان دبی جرمی است که در رابطه (۶) نمایش داده شده است. برای یافتن دبی جرمی از رابطه (۷) یعنی دبی حجمی استفاده شده که در تحقیق حاضر مستقیماً اندازه‌گیری شده است.

$$Q_L = \dot{m}(\Delta h_{ev}) \quad (6)$$

$$\dot{m} = \rho A V_a \quad (7)$$

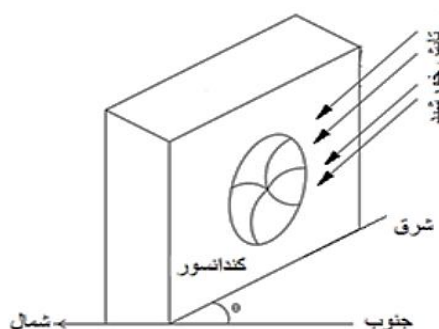
$$Q_L = \rho A V_a C_p \Delta T \quad (8)$$

در روابط فوق  $h$  آنتالپی،  $\rho$  چگالی هوا،  $A$  مساحت دریچه خروجی اواپراتور،  $V_a$  سرعت هوای خروجی،  $C_p$  گرمای ویژه هوا و  $T$  دما است.

اسپلیت با مشخصات درج شده در جدول ۱، استفاده شده که در دانشگاه پیام نور در شهرستان آغاچاری نصب گردیده و مورد آزمایش قرار گرفته است. در شکل ۲ عکس صفحه آزمایش و محل نصب کولر را نمایش می‌دهد. آزمایشات در هوای صاف و بدون ابر انجام شده و مکرراً تکرار شده است. برای بررسی دقیق، کولر اسپلیت در محل موردنظر نصب شده و به جریان برق شهر جهت بهره‌برداری متصل می‌شود. به منظور اندازه‌گیری تابش کندانسور کولر که در فضای آزاد قرار دارد در سه زاویه مختلف نسبت به جنوب قرار گرفته و میزان مصرف انرژی در هر یک از این سه زاویه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- روش انجام آزمایش



شکل ۱ شماتیک تابش خورشید به سطح کندانسور در جهت شرق

روش انجام آزمایش به این صورت است که کندانسور کولر بر اساس تعیین محل جغرافیایی بر اساس زاویه نسبت به جنوب قابل تغییر است. به این صورت که زاویه ۰ درجه در امتداد جنوب و لذا کندانسور کاملاً رو به خورشید با بیشینه دریافت روبرو خواهد شد و در زاویه ۹۰ درجه یعنی کندانسور شرقی-غربی بوده و در واقع کمترین مساحت رو به خورشید را دارد. علاوه بر این زاویه ۴۵ درجه نیز که بین این دو زاویه است نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این زوایا در شکل ۳ نمایش داده شده است. همچنین کمیت های مختلف اعم از دمای محیط، رطوبت هوا، سرعت باد، میزان تابش، زمان و میزان مصرف برق کولر اندازه‌گیری و مورد تحلیل قرار گرفته اند.



شکل ۲ عکس دستگاه در حین آزمایش

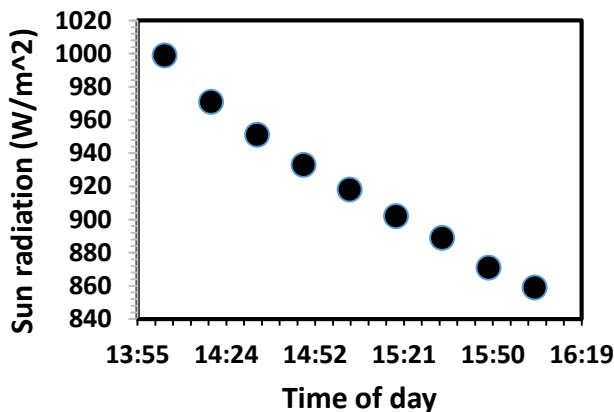
### ۲-۳- دقت اندازه گیری و آنالیز عدم قطعیت

به منظور بررسی دقیق و اندازه گیری قابل قبول از وسایل توضیح داده شده در جدول ۲ برای جمع آوری داده ها استفاده شده است. کلیه وسایل قبل از بکارگیری کالیبره شده و پاکیزه شده اند. کلیه داده برداری ها در محوطه داخل و محیط خارج به صورت مرتب و با اختلاف زمانی کمتر از ۳ دقیقه انجام گردیده است. داده برداری مرتباً انجام شده و مکرراً تکرار شده و داده ها جهت بررسی و تحلیل ارائه شده اند. از آنجایی که انجام آزمایشات علمی بدون خطا نیست در این تحقیق نیز آنالیز عدم قطعیت بر اساس رابطه زیر انجام شده است.

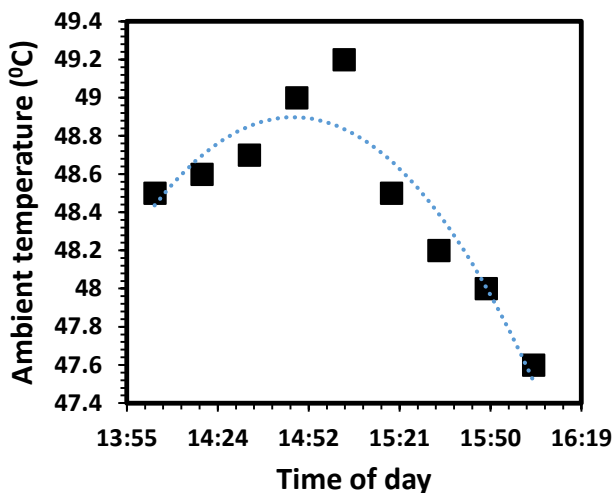
$$s = f(rad, wi, hu, T, E, \dots) \quad (9)$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{\Delta u_1}{u_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta u_2}{u_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta u_3}{u}\right)^2 + \dots} \quad (10)$$

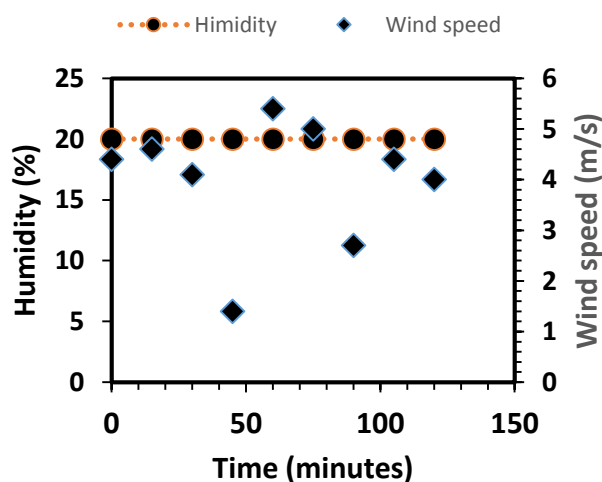
Radiation



شکل ۳ نمودار میزان تابش در محل مورد آزمایش



شکل ۴ نمودار تغییرات دمای محیط در بازه زمانی آزمایش



شکل ۵ نمودار تغییرات سرعت باد و رطوبت نسبی هوای محیط در بازه زمانی آزمایش

جدول ۲ دستگاه های اندازه گیری

نام و مدل دستگاه	نام کمیت اندازه گیری	واحد اندازه گیری	دقت اندازه گیری
Voltcraft-slx-300	تابش خورشیدی	W/m <sup>2</sup>	۱
KIMO ktt 310	دما	°C	۰٫۱
Lutron LM81AM	سرعت باد	m/s	۰٫۱
Thermoclock-TA218A	رطوبت هوا	%	۱
گونیا و متر معمولی	طول و عرض و تعیین زاویه	m	۰٫۰۰۱

با ترکیب دو رابطه ۳ و ۴ خواهیم داشت:

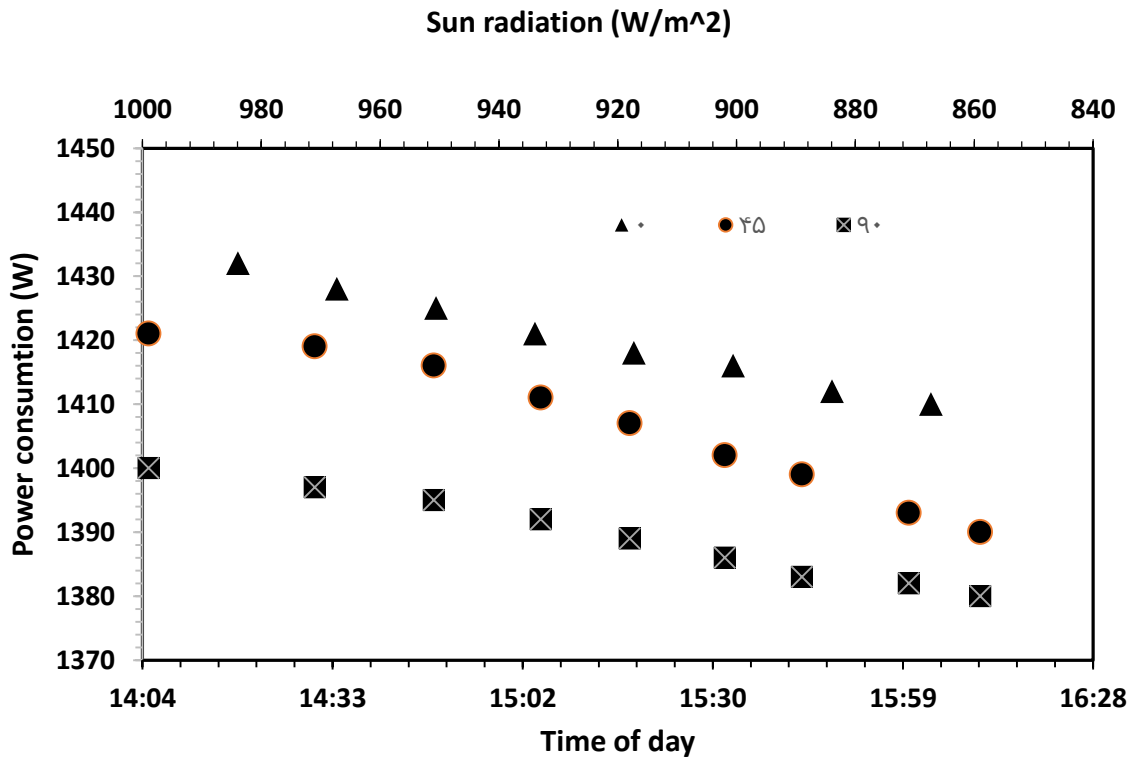
$$(11)$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{\Delta rad}{rad}\right)^2 + \left(\frac{\Delta wi}{wi}\right)^2 + \left(\frac{\Delta hu}{hu}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E}{E}\right)^2}$$

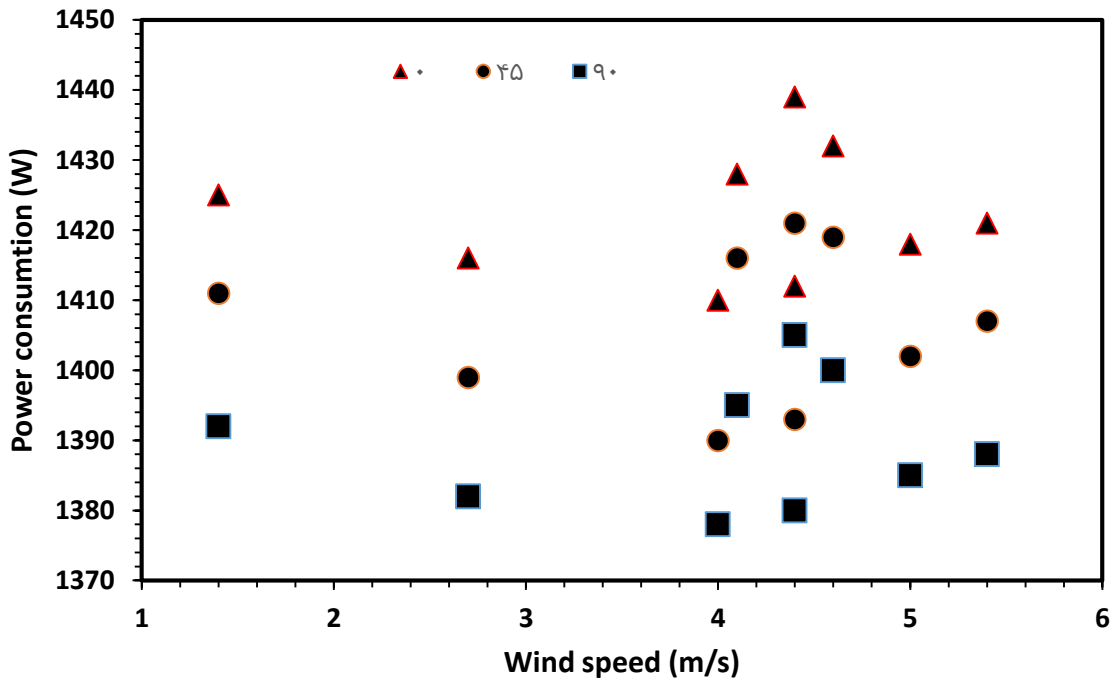
با توجه به اندازه گیری انجام شده عدم قطعیت داده فوق برابر ۱٫۱، ۰٫۲، ۰٫۲، ۰٫۲، ۰٫۱/۵ به ترتیب برای تابش، سرعت باد، رطوبت، دما و انرژی مصرفی است. و لذا عدم قطعیت آزمایشات برابر ۲٫۷٪ است.

### ۳- نتایج و بحث

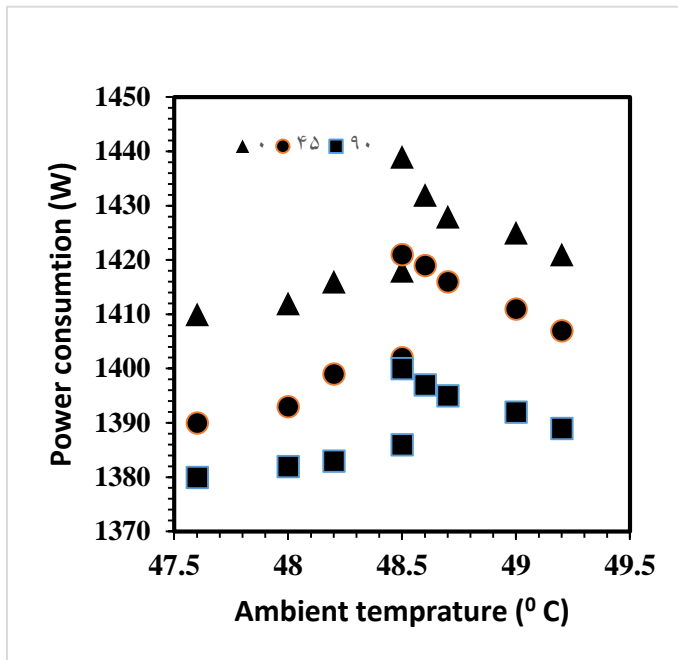
آزمایشات در بهار و تابستان ۲۰۲۱ و در شهرستان آغاچاری به صورت مکرر انجام شده است. آزمایشات در شرایط محیطی رایج و در زمانهای غیر شرجی (رطوبت نرمال) و هوای صاف و غیر ابری انجام شده و داده ها هر ۲۰ دقیقه یکبار ثبت و گزارش شده اند. میزان کمیت های محیطی شامل تابش خورشید، سرعت باد و میزان رطوبت بر اساس مدت زمان آزمایش ارائه شده است. همه این کمیت ها در هوای صاف و بدون ابر ثبت شده است.



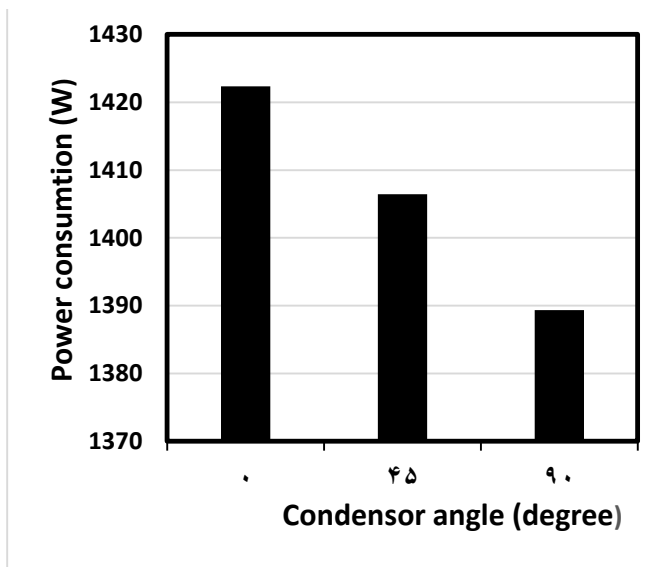
شکل ۶ نمودار میزان انرژی مصرفی کولر براساس میزان تابش خورشیدی



شکل ۷ نمودار میزان انرژی مصرفی کولر براساس سرعت باد



شکل ۸ نمودار میزان مصرف برق کولر بر اساس دمای هوای محیط



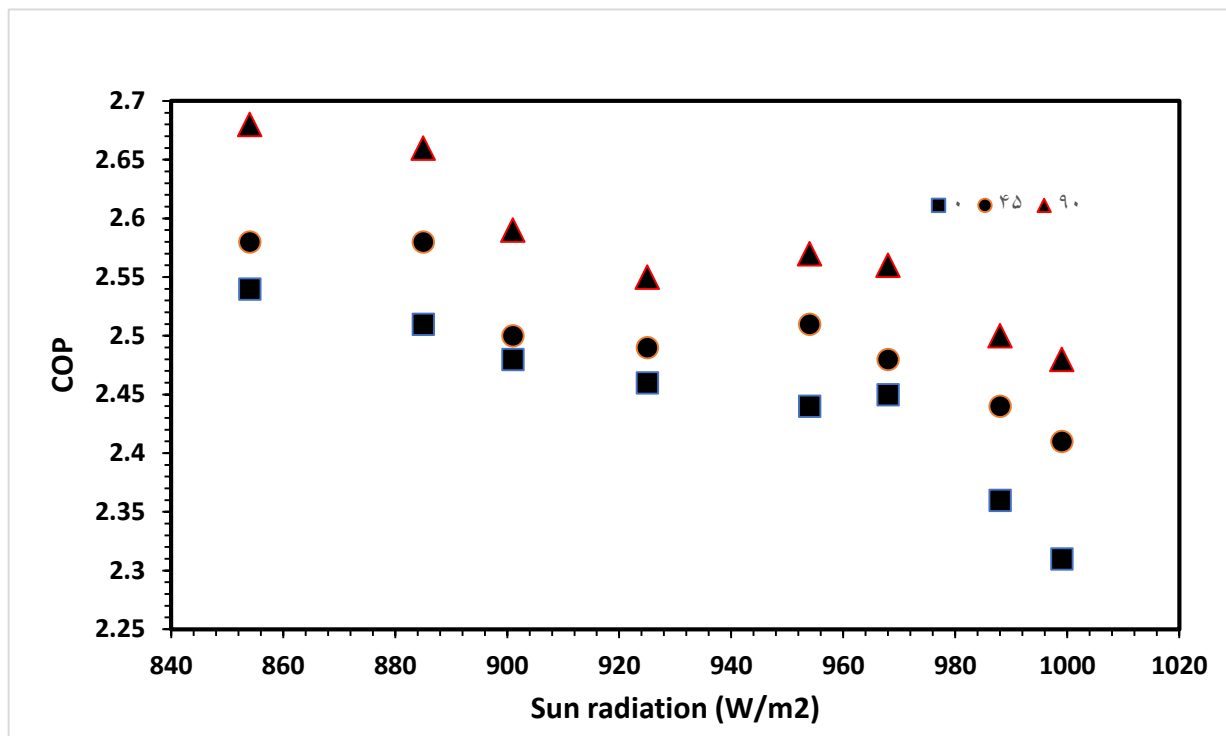
شکل ۹ نمودار میانگین مصرف انرژی الکتریکی کولر در زوایای مختلف نصب کندانسور

در شکل ۵ نمودار مربوط به تغییر در رطوبت نسبی هوای محیط و همچنین سرعت باد در بازه زمانی آزمایش در فاصل ۲ متری از کندانسور ارائه شده است. نکته مهم این نمودار این است که به دلیل گرم و خشک بودن محل آزمایش رطوبت نسبی در طول زمان داده برداری تغییر نداشته و هوای خشک و غیر قابل تحملی را گزارش می‌کند. همچنین در محور دوم عمودی این نمودار، همزمان سرعت باد ترسیم و نمایش داده شده است. با توجه به خارج از شهر بودن دانشگاه و محل تست، سرعت باد متاثر از ساختمان و یا درختان اطراف نبوده و عدد خالصی را ارائه می‌دهد. در شکل ۶ میزان انرژی مصرفی کولر بر اساس تابش خورشیدی در سه وضعیت ۰ درجه با جنوب یعنی به موازات جنوب، ۴۵ درجه با جنوب و ۹۰ درجه یعنی حالت شرقی-غربی و عمود بر راستای جنوب جغرافیایی برای کندانسور مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این نمودار می‌توان گفت که هنگامی که کندانسور در راستای جنوب و در زاویه ۰ درجه قرار دارد نسبت به حالت ۴۵ درجه و حالت عمود بر جنوب میزان انرژی الکتریکی بیشتری مصرف می‌نماید. دلیل آن نیز دریافت بیشتر تابش خورشیدی در حالت موازی با جنوب است. هرچه میزان تابش بیشتر می‌شود این میزان اختلاف مصرف انرژی بین حالت موازی و عمود بودن با جنوب نیز بیشتر می‌گردد.

در شکل ۷ میزان تاثیر سرعت باد بر انرژی مصرفی کولر ارائه شده است. با توجه به اینکه سرعت باد مانند آنچه در مورد رطوبت اتفاق افتاد، عدد ثابتی نیست و مرتبا در همه جهات در حال تغییر است. اما آنچه از این نمودار قابل درک است، اینکه در زاویه ۹۰ درجه و در سرعت بالای باد کمترین میزان مصرف انرژی نمایان می‌گردد به گونه ای که در سرعتهای بالای باد میزان دفع حرارت از کندانسور سهولت می‌یابد.

در شکل ۸ نمودار مصرف انرژی کولر بر اساس کمیت دمای هوای محیط ترسیم و نمایش داده شده است. با توجه به این نمودار هرچه دما بیشتر شود میزان برق مصرفی نیز افزایش می‌یابد.

در شکل ۹ میزان مصرف میانگین انرژی در کولر بر اساس وضعیت و زاویه قرار گیری کندانسور ارائه شده است. با توجه به این شکل می‌توان گفت که بین حالت صفر درجه و حالت عمودی قریب ۳۳ وات اختلاف در مصرف انرژی وجود دارد به عبارت دیگر اگر صرفا زاویه قرار گیری کندانسور در محیط نسبت به جنوب ۹۰ درجه باشد میزان مصرف انرژی الکتریکی حدود ۶٪ در مقایسه با حالت موازی با جنوب کاهش می‌یابد که در درازمدت می‌تواند هزینه برق مصرفی به نحو مطلوبی کاهش دهد. در شکل ۱۰ با استفاده از رابطه (۷) ضریب عملکرد کولر براساس داده‌های اندازه‌گیری شده، و براساس تابش خورشیدی محاسبه و نمایش داده شده است. با توجه به این شکل اگرچه در برخی حالات ضریب عملکرد در دو زاویه مشابه بوده ولی در مجموع هنگامی که کندانسور عمود بر جهت تابش یعنی در زاویه ۹۰ درجه قرار دارد، کولر ضریب عملکرد بهتری از خود نمایش می‌دهد. در جدول ۳ مقایسه‌ای از تحقیقات پیشین با پژوهش حاضر ارائه شده است.



شکل ۱۰ بررسی تاثیر تابش خورشیدی بر ضریب عملکرد کولر

جدول ۳ مقایسه نتایج تحقیقات پیشین با پژوهش حاضر

مرجع	نوع تحقیق	نتایج به دست آمده
آقازاده و سید محمودی [۶]	تاثیر افزودن اجکتور بر عملکرد سیکل تراکمی	۸٪ کاهش تلفات انرژی
ازگلی و نیاکی [۹]	استفاده از لایه تبخیری مرطوب در هوای ورودی به کندانسور	۱۲٪ بهبود مصرف انرژی الکتریکی
الساید و حریری [۱۲]	تاثیر میزان جریان هوای ورودی به کندانسور	۱۰٪ کاهش مصرف انرژی کمپرسور
امیدوار و همکاران [۱۹]	مدلسازی تاثیر تابش خورشیدی بر عملکرد کولرهای تبخیر مستقیم	اگر تابش حذف شود حدود ۵٪ افزایش راندمان
تحقیق حاضر	تاثیر تابش خورشیدی بر بازدهی کولر اسپلیت	۶٪ کاهش مصرف انرژی الکتریکی

#### ۴- نتیجه گیری

جغرافیایی، ۴۵ بسمت چپ و راست و همچنین به سمت شرق در صبح و به سمت غرب در بعدظهر است، می باشد. نتایج بررسی نشان می دهد هنگامی که کندانسور در حالت ۹۰ درجه و شرقی- غربی قرار دارد به دلیل کاهش تابش رسیده، میزان مصرف انرژی حداکثر تا ۶٪ در مقایسه با زاویه موازی با جنوب کاهش می یابد.

یکی از پرمصرف ترین وسایل الکتریکی، سیستم های تبرید تراکمی یا همان کولرها هستند که نوع اسپلیت آن، جزء کاربردی ترین کولر در مناطق گرم می باشد. در این تحقیق هدف بررسی تاثیر تابش خورشیدی و عوامل محیطی چون دما رطوبت و سرعت باد بر روی میزان مصرف انرژی کولر اسپلیت است. مطالعه به صورت تجربی و در دانشگاه پیام نور در شهرستان آغاچاری در جنوب ایران در بهار و تابستان انجام شده است. به منظور بررسی اثر تابش خورشیدی، سه زاویه مختلف برای قرارگیری کندانسور در نظر گرفته شده که شامل جنوب

#### علائم انگلیسی

A	مساحت دریچه (m <sup>2</sup> )
C <sub>p</sub>	گرمای ویژه هوا (J/m <sup>2</sup> K)
COP	ضریب عملکرد کولر
E	انرژی

[8] Barreira, E. M., Negrão, C. O., Hermes, C. J. Thermo-economic analysis and optimization of residential split-type air conditioners, *Applied Thermal Engineering*, 50(1): 629-636, (2013).

[۹] ازگلی، حسنعلی و سیدی نیکی، کیوان. ارزیابی تجربی یک سیستم بهبود دهنده عملکرد انرژی در کولر گازی اسپلیت. نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، ۳۶۵-۳۸۰: (۲)۵۲، ۲۰۲۰.

[10] Waly, M., Chakroun, W., and Al-Mutawa, N. K. Effect of pre-cooling of inlet air to condensers of air-conditioning units. *International journal of energy research*, 29(8): 781-794, (2005).

[11] Hajidavalloo, E., and Eghtedari, H. Performance improvement of air-cooled refrigeration system by using evaporatively cooled air condenser. *International journal of refrigeration*, 33(5): 982-988. (2010).

[12] Elsayed, A. O., Hariri, A. S., Effect of condenser air flow on the performance of split air conditioner, *Proceeding of World Renewable Energy Congress, Linköping, Sweden*, Linköping University Electronic Press, 2134-2141, (2011).

[13] Waseem, M., Lin, Z., Ding, Y., Wen, F., Liu, S., Palu, I. Technologies and practical implementations of air-conditioner based demand response, *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, (2020).

[14] Yan, L., Liu, M. A simplified prediction model for energy use of air conditioner in residential buildings based on monitoring data from the cloud platform, *Sustainable Cities and Society*, 60, 102194, (2020).

[15] Al-Alili, A., Hwang, Y., Radermacher, R. A hybrid solar air conditioner: Experimental investigation, *International journal of refrigeration*, 39, 117-124, (2014).

[۱۶] قاضی‌زاده احسانی، حسین و موحدی، سینا. ارزیابی عملکرد سیکل تبرید منبع زمینی انبساط مستقیم دی‌اکسید کربن. علمی مهندسی مکانیک، ۳۰(۱): ۳-۱۲، ۱۴۰۰.

[17] Sharif, M. Z., Azmi, W. H., Mamat, R., Shaiful, A., Mechanism for improvement in refrigeration system performance by using nanorefrigerants and nanolubricants—A review, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 92, 56-63, (2018).

[18] Phukan, M. B. J., Deb, S. K., Performance Improvement of Split Air Conditioner Using Evaporative Cooling Method in the Climatic Condition of GUWAHATI, ASSAM, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(2), (2018).

[۱۹] امیدوار، امیر، شایانی، حامد، رضایی، عباس. مدلسازی تأثیر تابش خورشیدی بر عملکرد کولرهای تبخیری مستقیم و ارزیابی اثربخشی سایبانهای رایج. مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز (مقالات در انتظار چاپ، ۱۳۹۹).

hu رطوبت نسبی هوای محیط (/.)

I جریان الکتریکی (A)

Q گرما (J)

T دما (K)

rad تابش خورشیدی ( $W/m^2$ )

$V_a$  سرعت هوای خروجی از اواپراتور (m/s)

P توان (W)

V ولتاژ (V)

W کار داده شده (J)

wi سرعت باد (m/s)

علایم یونانی

$\rho$  چگالی ( $kg/m^3$ )

$\varphi$  ضریب شبکه

زیرنویس

L سرما

H گرم

مراجع

[1] Malik, A., Haghdadi, N., MacGill, I., Ravishankar, J., Appliance level data analysis of summer demand reduction potential from residential air conditioner control, *Applied energy*, 235, 776-785, (2019).

[2] Chen, R., Wu, J., and Duan, J., Performance and refrigerant mass distribution of a R290 split air conditioner with different lubricating oils, *Applied Thermal Engineering*, 162, 114225, (2019).

[3] Mishra, R., Chaulya, S. K., Prasad, G. M., Mandal, S. K., Banerjee, G., Design of a low cost, smart and stand-alone PV cold storage system using a domestic split air conditioner, *Journal of Stored Products Research*, 89, 101720, (2020).

[۴] رحمتی، احمدرضا، دریکوند، محمد امامی فر، آرمین. بررسی اثر میرد بر سیکل‌های تبرید تراکمی دو مرحله‌ای. مجله علمی مهندسی مکانیک ۲۸(۴): ۲۵-۴۸، ۱۳۹۸.

[5] Mishra, R. S., Methods for Improving Thermodynamic Performance of Vapour Compression Refrigeration System, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4, 291-297, (2014).

[۶] آقازاده، دامون و سید محمودی، سید محمد. تأثیر افزودن اجکتور بر عملکرد سیکل تبرید تراکمی - آبشاری. علمی مهندسی مکانیک، ۲۲(۲): ۳۲-۴۸، ۱۳۹۲.

[۷] مرادی کشکولی، فرشاد، منصوره مهریان، سید عبدالله، زارع سلطانی، محمد حسین. بررسی عددی جریان هوای خروجی واحد بیرونی کولر گازی دو تکه و مطالعه‌ی تأثیر پنجره مشبک بر شدت جریان و فاصله پرتاب هوای خروجی. مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز، ۴۸(۳): ۲۹۱-۳۰۰، ۲۰۱۸.