การเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์โดยการระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอัตโนมัติ
Enhancing the Efficiency of Solar Cells by Automatic Water Cooling

ทรงพล วิจารณ์จักร[1] และกานต์ กอมณี[1]*
Songpol Wijanjak[1] and Kan Komanee[1]*
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม
[1]Department of Mechanical Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University
*Corresponding author: kan.k@npu.ac.th
Received: May 20, 2025
Revised: July 27, 2025
Accepted: July 31, 2025

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับความนิยมในการผลิตไฟฟ้าเนื่องจากเป็นพลังงานสะอาด ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อนซึ่งอุณหภูมิอาจสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าลดลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์โดยการระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอัตโนมัติ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ขนาด 300 วัตต์ จำนวน 2 แผง คือ แผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน และแบบที่มีระบบระบายความร้อน โดยระบบควบคุมอัตโนมัติใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ปั๊มน้ำ DC 12 โวลต์ ที่มีอัตราการไหล 60 ลิตรต่อนาที มีรูสำหรับปล่อยน้ำ 24 รู และทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ คือ 50 องศาเซลเซียส และหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 40 องศาเซลเซียส โดยทดลองในช่วงเดือนเมษายน ทำการทดลองตั้งแต่เวลา 09.00-15.00 นาฬิกา ทำการบันทึกข้อมูลทุก 15 นาที ผลการทดลองพบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีประสิทธิภาพสูงกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่มีระบบระบายความร้อน คือ 20.05 และ 18.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยของเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ มีค่า 46.26 และ 61.50 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด คือ 12.00 นาฬิกา ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เท่ากับ 41.28 โวลต์ 7.30 แอมแปร์

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพ การระบายความร้อน

Abstract

Solar cells are increasingly popular for electricity generation due to their clean energy nature. However, their efficiency decreases at high temperatures, especially in hot climates where cell temperatures can reach up to 70°C, resulting in a significant reduction in power output. The objective of this research was to increase the efficiency of solar cells by automatic water cooling. It used two 300-watt monocrystalline solar panels: one without a cooling system and one with a cooling system. The automatic control system uses a microcontroller ESP8266, a 12-volt DC water pump with a flow rate of 60 liters/min, and 24 water release holes, operating based on the set temperature condition of 50°C and stopping working when the temperature drops to 40°C. The experiment was conducted during April, from 9:00 am to 3:00 pm, recording data every 15 minutes. The results showed that water-cooled solar cells had higher efficiency than those without a cooling system, at 20.05 and 18.49, respectively. The average temperature of both types of solar cells was 46.26 and 61.50°C. The time with the highest solar intensity was at 12:00 pm, with a voltage and current of 41.28 volts and 7.30 amperes.

Keywords: solar cells, efficiency, cooling

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์ถือว่าเป็นพลังงานทดแทนที่บริสุทธิ์และไม่มีวันหมด (Gupta et al., 2019) ซึ่งข้อดีของพลังงานแสงอาทิตย์ คือ ไม่ก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษทางอากาศอื่น ๆ การใช้งานพลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยทุกวินาทีดวงอาทิตย์จะปลดปล่อยพลังงานมหาศาล แต่โลกจะได้พลังงานเฉลี่ยเพียง 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร พลังงานส่วนที่เหลือจะถูกดูดซับด้วยชั้นบรรยากาศของโลกและก้อนเมฆปกคลุม สะท้อน และกระจายรังสีดวงอาทิตย์ แม้ว่าชั้นบรรยากาศจะดูดซับและสะท้อนรังสีเหล่านี้ แต่ก็ยังมีพลังงานจำนวนหนึ่งที่มาถึงพื้นผิวโลก ปริมาณแสงแดดที่กระทบพื้นโลกแตกต่างกันไปตาม ภูมิภาค ฤดูกาล เวลาของวัน สภาพภูมิอากาศ และมลพิษทางอากาศ (Ministry of Energy, 2011) ปัจจุบันมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและประจุบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนให้ไหลไปขั้วลบ และให้พาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไหลไปที่ขั้วบวก เพราะฉะนั้นจะทำให้เปิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ขั้วทั้ง 2 (Ministry of Energy, 2020)

การใช้เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้านั้นมีปัจจัยหลักหลายด้านที่ส่งต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น เงา ความเร็วลม มุมเอียง ความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์ และฝุ่น เป็นต้น (Hasan et al., 2022) โดยเฉพาะอุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะพบว่ากำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Yadav et al., 2023; Gupta et al., 2019; Kumar et al., 2023) โดยประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเฉลี่ย 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส เช่น เซลล์แสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (VOC) ที่ 45 โวลต์ ณ อุณหภูมิทดสอบตามมาตรฐาน คือ 25 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 35 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (VOC) ลดลง 2.25 โวลต์

เหลือ 42.75 โวลต์ (Al-Baghdadi et al., 2022) ซึ่งในสภาวะการใช้งานจริงตลอดวันอุณหภูมิสามารถเพิ่มขึ้นสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ปัจจุบันได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์โดยการระบายความร้อน ไม่ว่าจะเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำ (Suwapaet & Boonla, 2014) ซึ่งการระบายความร้อนด้วยน้ำได้มีการศึกษาเทคนิคการลดอุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 3 วิธี คือ เซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะปกติ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้านหน้าแผง และเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้านหลังแผง พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดอุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด 42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะปกติ (Boonsri et al.,2017) อย่างไรก็ตามการระบายความร้อนด้วยน้ำจำเป็นที่จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการตรวจวัดอุณหภูมิที่เซลล์แสงอาทิตย์และสั่งการให้ปล่อยน้ำสำหรับการระบายความร้อน ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำ microcontroller มาประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจวัดและสั่งอุปกรณ์ให้ทำงาน เช่น การวัดอุณหภูมิและการควบคุมปั๊มน้ำ อีกทั้ง microcontroller บางรุ่นสามารถควบคุมผ่าน IOT (Internet of Things) (Ramli & Jabbar, 2022; Okomba et al., 2023) แม้ว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำจะสามารถช่วยลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ แต่ปัจจุบันพบว่าระบบระบายความร้อนยังใช้การควบคุมด้วยมือหรือกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งทำให้การระบายความร้อนไม่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแบบ real-time (Hammas et al., 2025) โดยเฉพาะในประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศร้อน เช่น ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Shah e t al. (2022) ได้มีการนำระบบ ระบายความร้อนร่วมกับการทำความสะอาดแผงในเวลาเดียวกันเพื่อจัดการกับปัญหาฝุ่นละอองและคราบสกปรกที่ลดประสิทธิภาพการรับแสง ซึ่งตรงกับแนวคิดของงานวิจัยนี้ที่เสนอให้ใช้น้ำเพื่อระบายความร้อนพร้อมทำความสะอาดแผงแบบอัตโนมัติ จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าว พบว่า ยังขาดการพัฒนาและทดสอบระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอัตโนมัติที่สามารถสั่งการทำงานตามอุณหภูมิจริงบนผิว

จากสาเหตุที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์โดยการระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังถือว่าเป็นการทำความสะอาดบริเวณผิวด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ในคราวเดียวกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ชุดทดลอง

งานวิจัยนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 300 วัตต์ มีพื้นที่รับแสงอาทิตย์ 1.96 ตารางเมตร จำนวน 2 แผง คือ แผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน และแบบที่มีระบบระบายความร้อน โดยมีรายละเอียดคุณสมบัติดังแสดงในตาราง 1

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แผง มาวางยังพื้นราบและตรวจสอบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมกับผิวพื้นโลก 16 องศา โดยหันด้านหน้าแผงไปยังทิศใต้ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร (Khin et al., 2018) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีระบบระบายความร้อนจะกระบะสำหรับใส่น้ำวางอยู่ใต้โครงสร้าง ใช้ปั๊มน้ำ DC 12 โวลต์ มีอัตราการไหล 60 ลิตรต่อนาที และมีสายยางต่อไปยังบริเวณด้านบนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ด้านบนสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีการติดตั้งท่อ PVC โดยมีรูสำหรับปล่อยน้ำจำนวน 24 รู สำหรับระบายความร้อนให้ทั่วพื้นผิวของแผง ส่วนด้านล่างของแผงเซลล์

ระบบควบคุมอัตโนมัติใช้ microcontroller ESP8266 ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสามารถรับและส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็ว และยังมีโมดูล Wi-Fi ในตัว โดยสามารถโปรแกรมด้วย Arduino IDE (Ramschie et al., 2020) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สัมผัส (Non-touch IR temperature sensor) GY-906 MLX90614 มีช่วงการวัด -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส ค่าความแม่นยำ ±0.5 องศาเซลเซียส (ในช่วง 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส) สั่งเปิดการทำงานของปั๊มน้ำผ่านโมดูลรีเลย์แบบ 1 ช่อง และมีจอแสดงผล LCD แบบ I2C ดังแสดงในภาพ 2 โดยมีเงื่อนการทำงาน คือ เมื่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

ตรวจวัดได้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียส microcontroller ก็จะประมวลผลและสั่งโมดูลรีเลย์ที่ควบคุมปั๊มน้ำทำงาน และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ก็จะสั่งให้ตัดการทำงาน เนื่องจากช่วงอุณหภูมิดังกล่าวของผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์มักพบในช่วงเวลากลางวันในเขตภูมิอากาศร้อน เช่นประเทศไทย (Suwapaet & Boonla, 2014)

2. วิธีการทดลอง

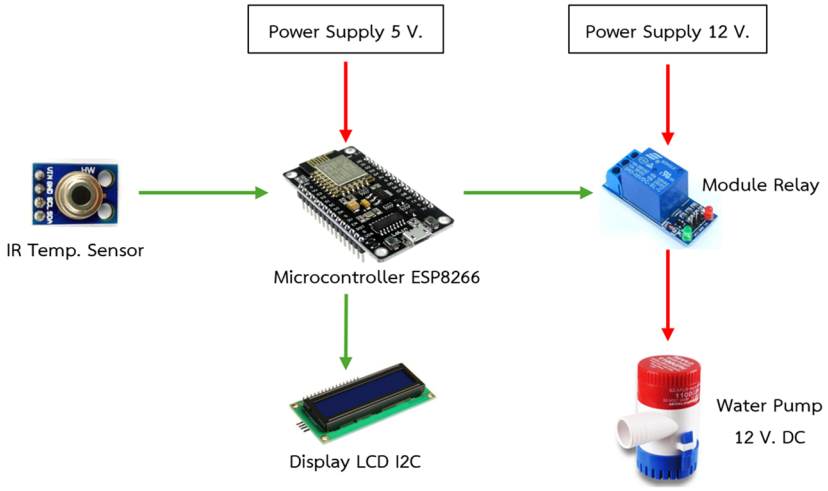
ทำการทดลอง 1 วัน ช่วงเวลาในการทดสอบเริ่มจาก 9.00-15.00 นาฬิกา โดยตรวจวัดและบันทึกข้อมูลทุก 15 นาทีการวัดแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (VOC) และกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (ISC) ใช้มัลติมิเตอร์ (UNI-T UT204+) เพื่อนำไปคำนวณหากำลังสูงสุด วัดอุณหภูมิของผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ อินฟราเรด (Fluke 561) โดยวัดจำนวน 6 จุด แล้วไปหาค่าเฉลี่ย การวัดความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ใช้ไพรานอมิเตอร์ (Kipp & Zonen SMP11) โดยมุมเอียงเท่ากันกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และวัดอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบแก้ว (SATO) โดยเครื่องมือวัดต่าง ๆ มีพิกัดและความแม่นยำ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 1

Properties solar panel

PV parameters	Value
Max Power, P_{max} (W)	300
Operating Voltage, V_{mp} (V)	36.7
Operating Current, I_{mp} (A)	8.17
Open Circuit Voltage, V_{OC} (V)	44.4
Short Circuit Current, I_{mp} (A)	8.99

ภาพ 1 ชุดระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพ 2 อุปกรณ์ของระบบควบคุมอัตโนมัติ

ตาราง 2

Range and accuracy of measure instruments

Measure Instruments	Range	Accuracy
Multimeters (UNI-T UT204+)	AC voltage 600 V.	±(0.8%+5)
	DC voltage 600 V.	±(0.5%+2)
	AC current 600 A.	±(2.5%+5)
	DC current 600 A.	±(2.5%+5)
IR Thermometer (Fluke 561)	-40 to 550 °C	±1% of reading or ±1°C
Pyranometer (Kipp & Zonen SMP11)	0 to 1600 W/m^2	±10 W/m²
Glass Thermometer (SATO)	0 to 100 °C	-

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

1. ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับพลังงานจากความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่รับแสงของแผงโซล่าเซลล์ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) (Akkanit, 2017)

$$\eta_{PV} = \frac{P_{\max}}{I\ A_c} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ η_{PV} คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (เปอร์เซ็นต์)

$P_{\max}$ คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (วัตต์)

I คือ ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

A_C คือ พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ (ตารางเมตร)

2. กำลังไฟฟ้าสูงสุดสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2) (Akkanit, 2017)

$$P_{\max} = V_{OC} \times I_{SC} \quad (2)$$

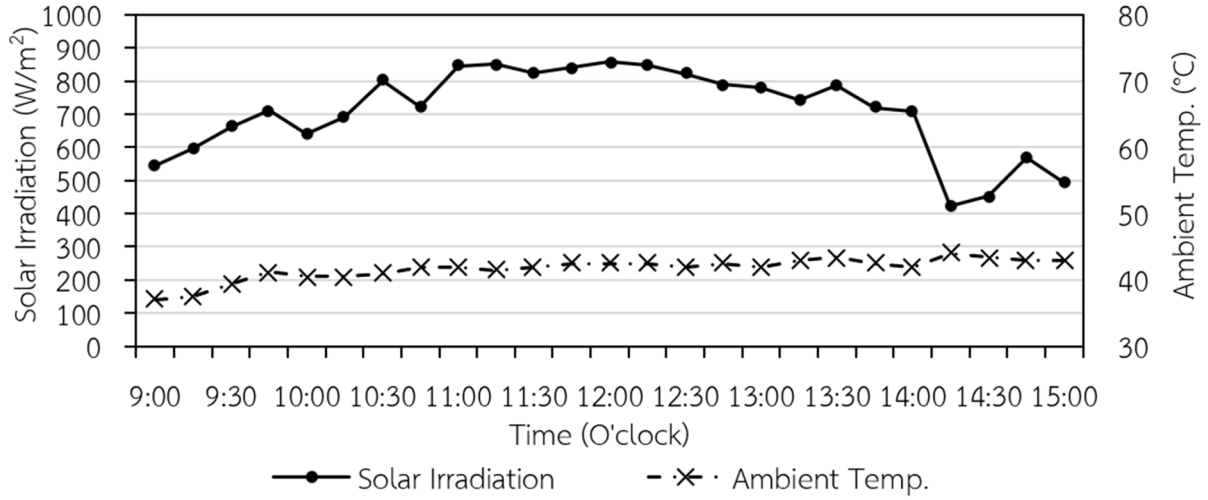
เมื่อ $P_{\max}$ คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (วัตต์)

V_{OC} คือ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (โวลต์)

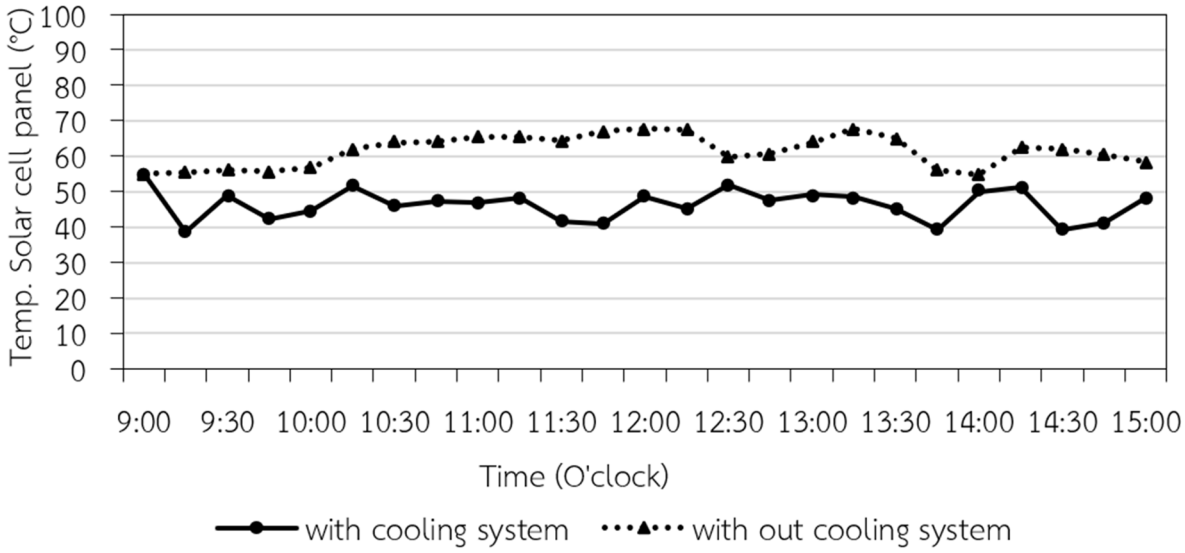
I_{SC} คือ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (แอมแปร์)

ผลการวิจัยและอภิปราย

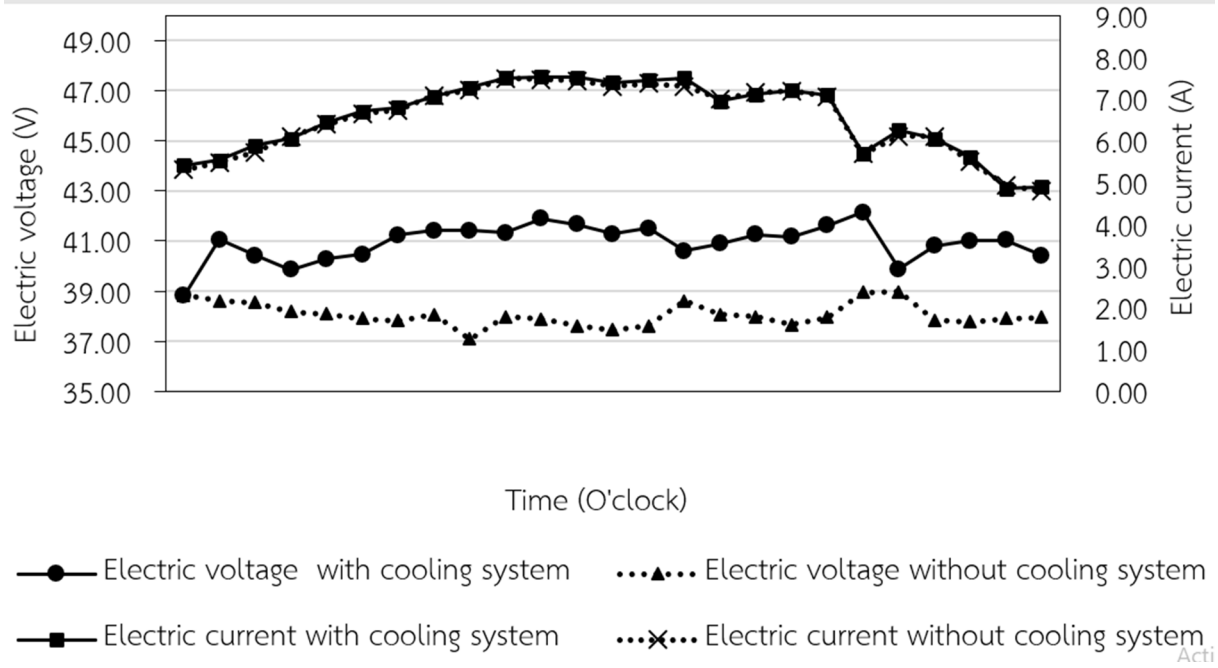
ผลการทดลอง 1 วัน ในช่วงเดือนเมษายน 2567 โดยทดลองในช่วงเวลา 09.00–15.00 น. พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันมีค่า 709 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยมีค่าสูงสุดที่เวลา 12.00 นาฬิกา คือ 856 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยระหว่างที่ทำการทดลองช่วงจะมีก้อนเมฆปกคลุม ส่งผลให้ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ลดลงบางช่วงเวลา และมีอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ย 41.73 องศาเซลเซียส ดังแสดงใน ภาพ 3 ส่วนการระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีค่า 46.26 องศาเซลเซียส และ 61.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละแผงมีค่าเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส และ 67.90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดอุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า (Boonsri et al., 2017) ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์กับเวลา



ภาพ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับเวลา

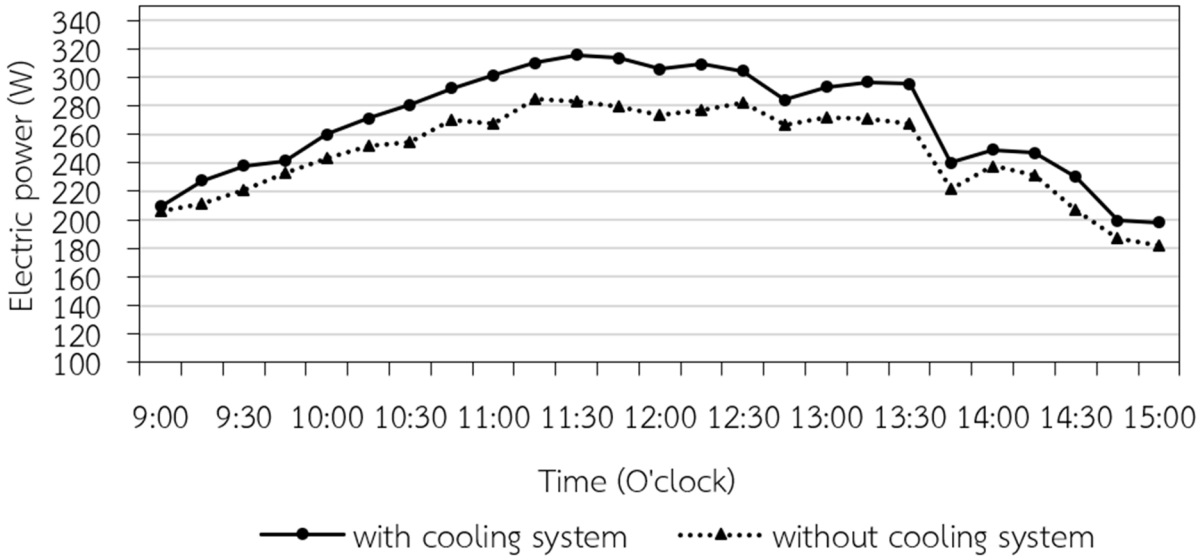


ภาพ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลา

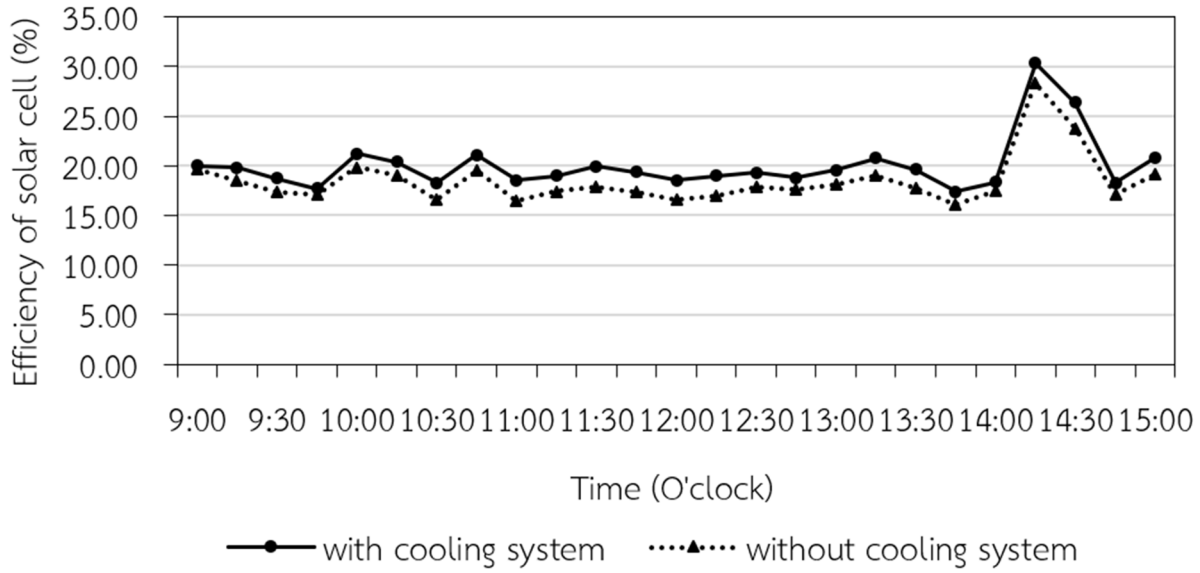
ภาพ 5 แสดงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ผลการทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แผง พบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ และแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีค่า 40.94 และ 38.05 โวลต์ จะเห็นได้ว่า แผงที่มีชุดระบายความร้อนมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า เพราะมีอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงดันไฟฟ้าไม่ได้มีเพียงแค่เงา มุมเอียง ความเข้มแสงอาทิตย์ และฝุ่น เพียงเท่านั้น อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็มีผลอย่างมาก ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ช่องว่างพลังงาน (band gap) ของสารกึ่งตัวนำแคบลง ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า (Abdul Rozak et al., 2023; Bensalem et al., 2017) ส่วนค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อน มีค่า 6.55 แอมแปร์ และแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีค่า 6.50 แอมแปร์

ส่วนค่ากำลังไฟฟ้า พบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ และแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีค่า 268.50 และ 247.17 วัตต์ โดยการระบายความร้อนด้วยน้ำนั้นสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ 8.62 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าโดยตรง ดังแสดงในภาพ 6

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์อาทิตย์จะเป็นการหาความสามารถการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ และแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 20.05 และ 18.49 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน เป็นเพราะกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นมีปริมาณสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Koohestani et al., (2023) ดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับเวลา



ภาพ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับเวลา

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์โดยการระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ microcontroller ในการควบคุมปั๊มน้ำ โดยการสั่งเปิดและปิดการทำงานตามอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจากการทดลองพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นนอกจากค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็ส่งผลมากเช่นเดียวกัน โดยค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ และแผงที่ไม่มีระบบระบายความร้อน เท่ากับ 20.05 และ 18.49 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่นำเสนอในบทความนี้มาจากการทดลองในช่วงเดือนเมษายน แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร จึงมีการนำเสนอผลการทดลองใน 1 วัน เป็นกรณีศึกษาเบื้องต้น ทั้งนี้ผลการทดลองในวันดังกล่าวอยู่ภายใต้สภาพอากาศทั่วไปของฤดูร้อน และไม่สามารถแทนค่าเฉลี่ยตลอดทั้งเดือนหรือฤดูกาลได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการทดลองทุกช่วงฤดูกาล เพื่อให้ได้ผลที่ครอบคลุม และควรศึกษาต้นทุนของระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ทางวิศวกรรมในด้านจุดคุ้มทุน และจุดคืนทุน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการทดลอง และอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ

References

Abdul Rozak, O., Zamri Ibrahim, M., Zalani Daud, M., Bakhri, S., & Muwaffiq, R. (2023). Impact of cell temperature on the performance of a rooftop photovoltaic system of 2.56 kWp at Universitas Pamulang. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 31*(2), 599. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i2.pp599-608

Akkanit, C. (2017). Optimization of water cooling system for solar cell module. *Life Sciences and Environment Journal, 18*(2), 378–386. Retrieved from https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/psru/article/view/77392 (in Thai)

Al-Baghdadi, M. A. S., Ridha, A. A., & AL-Khayyat, A. S. (2022). The effects of climate change on photovoltaic solar production in hot regions. *Diagnostyka, 23*(3), 2022303. https://doi.org/10.29354/diag/152276

Boonsri, S., Sangsuwan, S., & Hindee, I. (2017). The study temperature reduction technique of solar panels using different water cooling system. *In Proceedings of the Research and Development Institute Kamphaeng Rajabhat University 14th* (pp. 391–399). Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University (in Thai)

Gupta, V., Sharma, M., Kumar, R., Pachauri, R. K., & Babu, D. K. N. (2019). Comprehensive review on effect of dust on solar photoโวลต์aic system and mitigation techniques. *Solar Energy, 191,* 596–622. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.08.079

Hammas, M., Fituri, H., Shour, A., Khan, A. A., Khan, U. A., & Ahmed, S. (2025). A hybrid dual-axis solar tracking system: Combining light-sensing and time-based GPS for optimal energy efficiency. *Energies, 18*(1), 217. https://doi.org/10.3390/en18010217

Hasan, D. S., Farhan, M. S., & Alrikabi, H. (2022). Impact of cloud, rain, humidity, and wind velocity on PV panel performance. *Wasit Journal of Engineering Sciences, 10*(2), 34–43. https://doi.org/10.31185/ejuow.Vol10.Iss2.237

Khin, C., Buasri, P., Chatthawom, R., & Siritaratiwat, A. (2018). Estimation of Solar Radiation and Optimal Tilt Angles of Solar Photovoltaic for Khon Kaen University. *2018 International Electrical Engineering Congress (iEECON)* (pp. 1–4). Krabi: IEEE.

Koohestani, S. S., Nižetić, S., & Santamouris, M. (2023). Comparative review and evaluation of state-of-the-art photovoltaic cooling technologies. *Journal of Cleaner Production, 406*, 136953. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136953

Kumar, M. S., Balasubramanian, K. R., & Maheswari, L. (2023). Impact of temperature on the effectiveness of solar photovoltaic panels. *Research and Developments in Engineering Research, 3*, 89–96. https://doi.org/10.9734/bpi/rader/v3/4876C

Ministry of Energy, Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (2011). *Manual for development and investment in solar energy production* (2nd ed.). Retrieved from http://www.dede.go.th (In Thai)

Ministry of Energy, Energy Policy and Planning Office. (2020). *Solar cells*. Retrieved from https://www.eppo.go.th (In Thai)

Okomba, N. S., Esan, A. O., Omodunbi, B. A., Sobowale, A. A., Adanigbo, O. O., & Oguntuase, O. O. (2023). IoT base solar power pump for agricultural irrigation and control system. *Fudma Journal of Sciences, 7*(6), 192–199. https://doi.org/10.33003/fjs-2023-0706-2056

Ojak, A., Rozak, M., Ibrahim, Z., Daud, M. Z., & Bakhri, S. (2023). Impact of cell temperature on the performance of a rooftop photovoltaic system of 2.56 kWp at Universitas Pamulang. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 31*(2), 599–608. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i2.pp599-608

Ramli, R. M., & Jabbar, W. A. (2022). Design and implementation of solar-powered with IoT- enabled portable irrigation system. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 2*, 212–225. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2022.12.002

Ramschie, A. A., Makal, J. F., & Ponggawa, V. V. (2020). Implementation of the IoT concept in air conditioning control system base on Android. *International Journal of Computer Applications, 175*, 28–36. https://doi.org/10.5120/ijca2020920889

Shah, A. H., Alraeesi, A., Hassan, A., & Laghari, M. S. (2023). A novel photovoltaic panel cleaning and cooling approach through air conditioner condensate water. *Sustainability, 15*(21), 15431. https://doi.org/10.3390/su152115431

Suwapaet, N., & Boonla, P. (2014). The investigation of produced power output during high operating temperature occurrences of monocrystalline and amorphous photovoltaic modules. *Energy Procedia, 52*, 459–465. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.098

Yadav, A., Ayadi, W., & Khalid, M. (2023). The effect of temperature on photovoltaic power generation. *In International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE),* (pp. 473–477). Dubai: IEEE.