

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาศมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหย ในครั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

##### 5.2 สรุปผล

##### 5.3 อภิปรายผล

##### 5.4 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.1.1 สร้างและทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงขับเคลื่อนโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

5.1.2 ศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง

5.1.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริก

#### 5.2 สรุปผล

5.2.1 การนำระบบทำความเย็นแบบระเหยมาใช้สามารถลดอุณหภูมิอากาศแวดล้อมได้ประมาณ 5.2-5.9°C มีประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยอยู่ระหว่าง 76.7-83.3%

5.2.2 เมื่ออัตราการไหลอากาศด้านร้อนเพิ่มขึ้น (อัตราการไหลอากาศด้านเย็นคงที่) อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_h$ ) มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้อัตราการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ระบบเพิ่มขึ้นด้วย

5.2.3 เมื่ออัตราการไหลอากาศด้านเย็นเพิ่มขึ้น (อัตราการไหลอากาศด้านร้อนคงที่) อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_c$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ระบบเพิ่มขึ้นด้วย

5.2.4 เมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าลดลง จาก 25.1°C ที่กระแสไฟฟ้า 1.5 A เป็น 20.6°C ที่กระแสไฟฟ้า 4.5 A แต่เมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าเป็น 5 A อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกกลับเพิ่มขึ้นเป็น 20.9°C ในขณะที่อุณหภูมิที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 31.8°C ที่กระแสไฟฟ้า 1.5 A เป็น 48.3°C ที่กระแสไฟฟ้า 5.0 A และพบว่า อัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้นด้วย โดยค่าอัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้นจาก 36.98 เป็นค่าสูงสุด 72.16 W ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 4.5 A จากนั้นมีค่าลดลง ขณะที่ COP มีค่าลดลงจาก 0.80 เป็น 0.45

5.2.5 เงื่อนไขที่เหมาะสมคือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 1.5 A อัตราการไหลอากาศด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก 0.011 kg/s อัตราการไหลอากาศด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก 0.024 kg/s และอัตราการไหลของน้ำผ่านแผงทำระเหย 7 lpm พบว่า อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_c$ ) ลดลงจาก 30.0°C เป็น 25.1°C อุณหภูมิอากาศขาออกด้านเย็น ( $T_{cao}$ ) ลดลงจาก 30.3°C เป็น 28.0°C อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_h$ ) เพิ่มขึ้นจาก 27.6°C เป็น 31.8°C อุณหภูมิอากาศขาออกด้านร้อน ( $T_{hao}$ ) เพิ่มขึ้นจาก 27.1°C เป็น 29.5°C ให้อัตราการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก 36.98 W มีค่า COP 0.80

5.2.6 ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายพลังงานได้เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องปรับอากาศเทอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหยที่ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A อัตราการไหลอากาศด้านเย็น 0.011 kg/s อัตราการไหลอากาศด้านร้อน 0.024 kg/s อัตราการไหลของน้ำผ่านแผงทำระเหย 7 lpm ซึ่งจะได้อุณหภูมิอากาศขาออกด้านเย็น ( $T_{cao}$ ) 27.4°C

5.2.7 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศเทอร์โมอิเล็กทริกแต่ละโมดูลที่ตำแหน่งต่างๆระหว่างการทดลองและการทำนาย พบว่า มีความคลาดเคลื่อน 0.46-3.59%

5.2.8 เมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าลดลง การระบายความร้อนโดยใช้การทำความเย็นแบบระเหยสามารถทำให้อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_{c\_With\ DEC}$ ) ลดลงได้ต่ำกว่าการระบายความร้อนโดยใช้อากาศแวดล้อม ( $T_{c\_Without\ DEC}$ ) โดย  $T_{c\_With\ DEC}$  ต่ำสุดคือ 20.6°C ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 4.5 A แต่  $T_{c\_Without\ DEC}$  ต่ำสุดคือ ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 3.0 A

5.2.9 เมื่อเปรียบเทียบที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าเดียวกัน พบว่า การนำระบบการทำความเย็นแบบระเหย (With DEC) มาใช้ระบายความร้อน สามารถลดอุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกได้ดีกว่าการใช้อากาศแวดล้อม (Without DEC) ค่าอัตราการทำความเย็นที่ใช้การระบายความร้อนแบบการทำความเย็นแบบระเหย ( $Q_{c\_With\ DEC}$ ) มีค่าสูงกว่าการระบายความร้อนแบบใช้อากาศแวดล้อม ( $Q_{c\_Without\ DEC}$ ) ในขณะที่การระบายความร้อนโดยใช้การทำความเย็นแบบระเหย ( $P_{\_With\ DEC}$ ) ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าการระบายความร้อนโดยใช้อากาศแวดล้อม ( $P_{\_Without\ DEC}$ )

5.2.10 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ โดยการหาระยะเวลาคืนทุน (Payback period) ของเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริกร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหยขับเคลื่อนโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า เมื่อใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบเทอร์โมอิเล็กทริก 1 เครื่อง จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.35 ปี เมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องปรับอากาศขึ้นก็จะมีระยะเวลานานขึ้น

### 5.3 อภิปรายผล

5.3.1 ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความหนาของแผงทำระเหย อัตราการไหลอากาศ อุณหภูมิอากาศแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lertsatitthanakorn และคณะ [30]

5.3.2 อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_h$ ) มีแนวโน้มลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาเพิ่มขึ้น เป็นผลให้

อัตราการทำความเย็นมีค่าเพิ่มขึ้นเพราะเมื่ออุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_h$ ) ลดลง (ขณะที่อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก) ทำให้ผลต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าน้อยลง ดังสมการ (2) และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลอากาศสูงขึ้นจึงต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์พัดลมเพิ่มขึ้น

5.3.3 อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_c$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาเพิ่มขึ้น เป็นผลให้อัตราการทำความเย็นมีค่าเพิ่มขึ้นเพราะเมื่ออุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_c$ ) เพิ่มขึ้น (ขณะที่อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก) ทำให้ผลต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าน้อยลง ดังสมการ (2) และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลอากาศสูงขึ้นจึงต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์พัดลมเพิ่มขึ้น

5.3.4 เมื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าเป็น 5 A อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกกลับเพิ่มขึ้นเป็น  $20.9^{\circ}\text{C}$  ทั้งนี้เนื่องจากผลของ Joule heating ในรูปของ  $I^2R$  ดังสมการที่ (2) มีผลมากกว่าอัตราการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกที่เพิ่มขึ้น

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4 1 ในการติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกคู่กับครีบบระบายความร้อนควรยึดให้แน่นและใช้ซิลิโคนที่มีคุณภาพทาระหว่างผิวเพื่อช่วยในการถ่ายเทความร้อนที่ดี

5.4 2 ควรมีการหุ้มฉนวนถึงน้ำ ปิดฝาถัง ท่อส่งน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความเย็น ซึ่งน่าจะช่วยให้ให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าเดิม

5.4 3 จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่ออากาศไหลผ่านพัดลมจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากความร้อนของมอเตอร์พัดลม ดังนั้นควรมีการปรับเปลี่ยนชนิดพัดลม ซึ่งน่าจะช่วยให้เครื่องปรับอากาศเทอร์โมอิเล็กทริกมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

5.4 4 ควรมีการศึกษาการระบายความร้อนที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยวิธีการอื่น เช่น การระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็น เป็นต้น