บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำพร้อมระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำและการทดลองในขั้นตอนการดำเนินงานได้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบกับงานวิจัยเดิม [11] ที่เคยพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกที่ระบายความร้อนด้วยอากาศไว้ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพชุดโมดูลเซลล์ความร้อนดัดแปลงที่สร้างขึ้นใช้เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (Thermoelectric cooler) เบอร์ TEC 1-12710 ต่ออันดับกัน 24 ตัว ที่มีแหล่งความร้อนเดียวกัน และใช้ระบบระบายความร้อนต่างกันแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการระบายความร้อนด้วยน้ำสูงกว่าการระบายด้วยอากาศมากและช่วยให้ชุดเซลล์ความร้อนผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นมากกว่าประมาณ 4 เท่า

5.1.2 ผลการพัฒนาแหล่งความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยการผลิตน้ำร้อนไหลเวียนตามธรรมชาติแบบย้อนกลับต้มใหม่ (Reboiling thermosyphon) ที่ปริมาตรน้ำ 36 ลิตร ขนาดกำลังไฟฟ้า 6 kW พบว่าต้องใช้ระยะเวลาการต้มน้ำ 30 นาที มีแรงดันในหม้อต้ม 1-2 psi และมีลักษณะถ่ายความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับผนังเซลล์ด้านร้อนจากกสภาวะเดือดกึ่งไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ ให้อุณหภูมิทางเข้า 102 ^{o}C ทางออก 98 ^{o}C เมื่อเทียบกับระบบเดิมที่ใช้ไอน้ำผลการกระจายความร้อน อุณหภูมิที่ผนังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะแตกต่างมากกว่าแต่ใช้พลังงานน้อยกว่าและน้ำจะอยู่ในระบบปิด

5.1.3 การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกในงานวิจัยนี้ตั้งเป้าหมายจากการคำนวณขยายสเกลไว้ที่ 100 W แต่ในการพัฒนาระบบในทางปฏิบัติผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพียง 62 W และได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกที่พัฒนาขึ้นพบว่ามีลักษณะเฉพาะดังนี้

ลักษณะเฉพาะทางไฟฟ้า

ความแตกต่างอุณหภูมิผนังเซลล์เฉลี่ย	50	องศาเซลเซียส
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงวงจรเปิด	335	โวลต์
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร	0.75	แอมแปร์

กำลังไฟฟ้าสูงสุด	62	วัตต์
แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด	163	โวลต์
กระแสไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด	0.376	แอมแปร์
ความต้านทานภายในโมดูล	420	โอห์ม
ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบ	1.03	เปอร์เซ็นต์
ระบายความร้อนด้วยน้ำในอัตรา	18	ลิตร/นาที

ลักษณะเฉพาะทางกายภาพ

ขนาดพื้นที่หน้าตัด	65 x 45	ตารางเซนติเมตร
ความหนาของโมดูล	3.7	เซนติเมตร
น้ำหนักรวมของโมดูล	60	กิโลกรัม
ขนาดหัวต่อท่อทางเข้าน้ำร้อน	2.54	เซนติเมตร
ขนาดท่อระบายน้ำร้อนขาออก	2.54	เซนติเมตร
จำนวนเซลล์ความร้อน	192	เซลล์
อุณหภูมิแหล่งความร้อนเฉลี่ย	100	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิที่ผนังเซลล์ด้านร้อนเฉลี่ย	90	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิที่ผนังเซลล์ด้านเย็นเฉลี่ย	40	องศาเซลเซียส
ต้องการปริมาณความร้อนของชุดเซลล์ความร้อน	5,504.53	วัตต์

5.1.4 จากการประเมินผลการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกที่พัฒนาขึ้นใหม่ พบว่ามีกำลังการผลิตไฟฟ้า 62 วัตต์ต่อระบบ ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย 6.44 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง (เชื้อเพลิงได้เปล่า) ประสิทธิภาพสูงกว่างานวิจัยเดิมมากกว่า 100 % และมีราคาต้นทุน 1,289 บาท/วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ใหม่กับงานวิจัยที่พัฒนาไว้เดิมที่กำลังการผลิตไฟฟ้า 15 วัตต์/ระบบ ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย 12.5 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง (เชื้อเพลิงได้เปล่า) และต้นทุน 2,500 บาท/วัตต์

5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

5.2.1 จากการวิเคราะห์ผลการผลิตไฟฟ้าที่ไม่สามารถเป็นไปตามการออกแบบที่ 100 วัตต์ได้ เนื่องจากผลของการระบายความร้อนด้วยน้ำประปามีอัตราไหลไม่เพียงพอ จึงทำให้ความแตกต่างอุณหภูมิผนังเซลล์ความร้อน (ΔT) ไม่ถึงค่าที่คาดหวัง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบ

ประสิทธิภาพของระบบกับงานวิจัยเดิมที่ระบายความร้อนด้วยพัดลมแล้ว ยังคงให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่า หรือ 100%

5.2.2 การผลิตน้ำร้อนระบบไหลเวียนตามธรรมชาติ ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายให้กับเครื่องสูบ และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อนผลิตน้ำเป็นไอน้ำในงานวิจัยเดิม พบว่าการต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอใช้พลังงานมากกว่า และต้องปล่อยน้ำที่เกิดจากการควบแน่นทิ้งโดยเปล่าประโยชน์

5.2.3 ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้พื้นที่น้อยลงมาก ราคาต้นทุนต่อวัตต์ลดลง แต่มีน้ำหนักต่อวัตต์ค่อนข้างสูง การพัฒนาระบบแลกเปลี่ยนความร้อนทั้งด้านผนังด้านร้อนและผนังด้านเย็นของเซลล์ความร้อนยังคงเป็นประเด็นปัญหาที่ต้องปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การระบายความร้อนด้านเย็น ควรมีการพัฒนาระบบทำความเย็นแบบ Absorption ที่ใช้แหล่งพลังงานความร้อนในการระเหยน้ำยาด้วยความร้อนเหลือทิ้ง จะทำให้ได้ความแตกต่างอุณหภูมิผนังเซลล์ความร้อนสูงขึ้น โดยไม่ต้องพึ่งระบบน้ำใช้ในกิจวัตร

5.3.2 แหล่งผลิตน้ำร้อนหากไม่ใช้กับความร้อนเหลือทิ้ง สามารถใช้เชื้อเพลิงเศษไม้ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต้มน้ำร้อนด้วยเตาเผาชนิด Cross-Draft Gasifier แทนการเผาทิ้งโดยเปล่าประโยชน์

5.3.3 จากข้อมูลการประเมินต้นทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อนที่อาศัยกระบวนการย้อนกลับการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ พบว่าขณะนี้ยังมีต้นทุนสูงอยู่ แต่ในอนาคตเชื่อว่าต้นทุนจะลดลงเนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ ซึ่งจะมีผลให้ระยะเวลาคุ้มทุนจะสั้นลงด้วย