บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่รับลมและความเร็วลมกับปริมาตรของน้ำที่ถูกยกขึ้นมาจากบ่อเก็บน้ำ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพของกังหันลมแกนตั้งซึ่งทำจากวัสดุเหลือทิ้งหรือถังพลาสติก การศึกษานี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำ (Q), ความเร็วลม (v), ขนาดของใบกังหันลม (A) และระยะดูดในการสูบน้ำ (h) ผลการศึกษาแสดงความสัมพันธ์ของ A (m^2) และ Q (m^3/s) ซึ่งขนาดของใบกังหันลมเพิ่มขึ้นจาก A1 = 0.895 m^2, A2 = 1.790 m^2, A3 = 2.685 m^2, และ A4 = 3.580 m^2 จะทำให้กังหันลมสามารถสูบน้ำได้มากขึ้นเท่ากับ 0.201 m^3/s, 0.305 m^3/s, 0.486 m^3/s, 0.530 m^3/s, และ 0.561 m^3/s ตามลำดับ นั่นคืออัตราการสูบน้ำจะแปรผันตรงกับขนาดของใบกังหันลม ตามสมการ $Q = 0.1152 (A) - 0.0555$ ด้วย $R^2 = 0.798$ ที่ค่าเฉลี่ยของความเร็วลมต่ำสุด 2.17 เมตรต่อวินาที และระยะดูด 0.20 เมตร ผลการศึกษายังได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม 2.170 m/s, 2.573 m/s, 2.893 m/s กับอัตราการสูบน้ำซึ่งได้เท่ากับ 0.323 m^3/s, 0.530 m^3/s, 0.561 m^3/s ตามลำดับ นั่นคือ เมื่อความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการสูบน้ำเพิ่มขึ้นตามด้วยดังสมการ $Q = 0.337 (v) - 0.3865$ ด้วย $R^2 = 0.89$ ที่ขนาดพื้นที่ของใบกังหันลม 3.58 ตารางเมตรและระยะดูด 0.20 เมตร และผลการศึกษายังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะดูด (h) และอัตราการสูบน้ำ (Q) โดยเมื่อระยะดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำลดลงจาก h4 = 0.85 เมตร, h3 = 0.60 เมตร, h2 = 0.45 เมตร, h1 = 0.20 เมตร ตามลำดับ กังหันลมแกนตั้งจะสามารถสูบน้ำได้มากขึ้น ซึ่งนั่นคืออัตราการสูบน้ำของกังหันลมแกนตั้งจะแปรผกผันกับระยะดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำ และอัตราการสูบน้ำของกังหันลมแนวตั้งนี้แปรผันตรงกับขนาดของใบกังหันลมและความเร็วลม

5.2 การประเมินแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรน้ำ

ผลการศึกษาการประเมินแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรน้ำแสดงผลของการใช้พืชในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา บนสมมติฐานของงานวิจัยที่คาดว่าพืชสามารถใช้สารอาหารที่เจือปนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งน้ำเสียจะถูกบำบัดด้วยเทคโนโลยีเติมอากาศที่ระยะเวลาเก็บกัก (HRTs) 1, 3, 5, และ 7 วัน โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP), โปรแตสเซียมทั้งหมด(TK),

ของแข็งทั้งหมด (TS), ของแข็งแขวนลอย (SS), ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS), และCOD ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย ผลของการวิเคราะห์พารามิเตอร์แสดงว่า ค่า pH ของน้ำออกอยู่ในช่วง7.33-8.0 ที่อุณหภูมิ 27-29 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วงของ pH และอุณหภูมิที่พบมีผลกระทบน้อยมากหรือไม่มีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาเก็บกัก 1, 3, 5, และ 7 วันทำให้ ค่า TDS, COD, TKN, TP และ TK ลดลงอยู่ในช่วงจาก 20.4%-70.0%, 52.0%-79.0%, 12.23%-50.56%, 8.33%-33.33%,และ 0%-44.44%, ตามลำดับ แสดงว่าพืชสามารถบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลาโดยอาศัยกังหันลมในการรดน้ำพืชและระบายน้ำล้นกลับลงสู่บ่อปลาคืน และผลการศึกษายังแสดงว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสียอยู่ในช่วง 33.33%-66.67% ที่ระยะเวลาเก็บกัก 1, 3, 5, และ 7 วัน ซึ่งผลของการศึกษาแสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำสารอาหารที่อยู่ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลามาใช้ในการปลูกพืชได้

นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังได้ประเมินศักยภาพของการจัดการทรัพยากรน้ำด้วยกังหันลมแกนตั้ง ผลการศึกษาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำและปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ในการปลูกพืช 3 ชนิดคืออ้อย, มันสำปะหลัง และข้าวโพด ชนิดละหนึ่งไร่ในหนึ่งวัน (ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อไร่) พบว่าปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกอ้อย, มันสำปะหลัง และข้าวโพดคือ 4.299, 6.776, และ 4.346 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อไร่ ตามลำดับ ผลการศึกษายังแสดงอีกว่าอัตราการสูบน้ำสูงสุดของกังหันลมแกนตั้งคือ 0.561 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่ความเร็วลม 2.893 เมตรต่อวินาที และระยะดูด 0.20 เมตร โดยใช้พื้นที่ของขนาดใบกังหัน 3.580 ตารางเมตร นอกจากนี้การศึกษายังได้ทำการเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยระบบชลประทานน้ำหยดและระบบพ่นน้ำฝอย ซึ่งอาศัยการสูบน้ำจากกังหันลม พบว่า ระบบชลประทานน้ำหยดด้วยกังหันลมแกนตั้งนี้ มีศักยภาพและข้อดีหลายประการคือต้องการใช้ความดันน้ำน้อย, ให้ผลผลิตในการปลูกพืชชนิดเดียวกันสูงกว่าโดยมีพื้นที่การปลูกเท่ากัน ระบบชลประทานน้ำแบบพ่นฝอยที่ทำการศึกษาและประหยัดน้ำมากกว่า

5.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชด้วยการใช้กังหันลมแนวตั้ง

งานวิจัยนี้ยังได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชด้วยการใช้กังหันลมแนวตั้ง กับต้นทุนของการสูบน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำชนิดไฟฟ้าหรือน้ำมันแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลประโยชน์ที่ได้รับและต้นทุนค่าก่อสร้างรวมทั้งพลังงานจากการใช้กังหันลมแนวตั้งสูบน้ำปลูกพืชกับการสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแบบปกติ พบว่าค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานในการสูบน้ำเช่นน้ำมันหรือไฟฟ้า ดังนั้นการสูบน้ำปลูกพืชโดยใช้กังหันลมจึงประหยัดกว่า ซึ่งผลของการศึกษาประเมินความคุ้มค่าทาง

เศรษฐศาสตร์ของการใช้กังหันลมแนวตั้งในการสูบน้ำปลูกพืชแสดงค่า IRR เท่ากับ 14.24%ต่อปี, อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนเท่ากับ 2.42 และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.36 ปี นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชด้วยระบบน้ำหยดและพ่นฝอยโดยการใช้กังหันลมแนวตั้งพบว่า ระบบชลประทานน้ำหยดมีศักยภาพในการปลูกพืชดีกว่าระบบพ่นน้ำฝอย เมื่อวิเคราะห์ระบบชลประทานน้ำหยดในเชิงเศรษฐศาสตร์บนความเสี่ยงและค่าเสื่อมราคา 1 ปีพบว่าค่า PI มีค่ามากกว่า 1.0 โดยมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่า 2 ปี และมีผลตอบแทนจากการลงทุน IRR เท่ากับ 23.28%ของปีแรก

ดังนั้นจากผลการศึกษาของงานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า พลังงานลมสามารถถูกนำมาใช้ในการสูบน้ำสำหรับทำการเกษตรด้วยกังหันลมแกนตั้งที่ทำการศึกษานี้ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อมีความต้องการปริมาณน้ำสำหรับการทำการเกษตรที่มากขึ้น กังหันลมสูบน้ำแกนตั้งนี้เพียงตัวเดียวจะไม่เพียงพอเพราะนอกจากปัจจัยเรื่องของความสามารถในการสูบน้ำแล้วยังมีปัจจัยเรื่องของแรงลมหรือความเร็วลมในพื้นที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นเมื่อต้องการใช้น้ำในปริมาณที่มากขึ้นให้เพิ่มจำนวนของกังหันลมแนวตั้งนี้ การสูบน้ำโดยใช้กังหันลมแนวตั้งนี้สามารถที่จะช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศ, ปัญหาโลกร้อนจากการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือน้ำมันในการสูบน้ำแบบเดิม และปัญหาจากขยะหรือเศษของเหลือทิ้งโดยนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกังหันลมสำหรับการสูบน้ำ