บทที่ 1
บทนำ

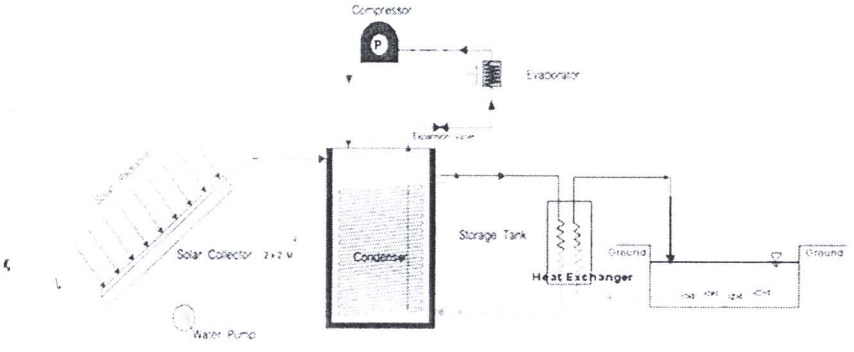
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในการเลี้ยงปลาให้มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องนั้น อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของปลา ดังนั้นการอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาอนุบาลให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของปลานั้นเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่อากาศหนาวเย็นของฤดูหนาวและฤดูฝนในจังหวัดเชียงใหม่ อุณหภูมิน้ำภายในบ่อเพาะเลี้ยงจะมีอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ปลาที่ทำการเพาะเลี้ยงกินอาหารน้อยลง เนื่องจากปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นซึ่งระบบการย่อยและขับถ่ายจะทำงานช้าลงที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงยาวนาน กว่าที่น้ำหนักตัวของปลาที่ทำการเพาะเลี้ยงมีค่าพอที่จะนำออกจำหน่ายได้ ทำให้มีเศษอาหารตกค้าง และส่งผลให้ต้นทุนในการเพาะเลี้ยงสูงเกินความจำเป็น ถ้ามีเทคโนโลยีในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมและสม่ำเสมอไม่เย็นจนเกินไป จะช่วยทำให้ปลาที่ทำการเพาะเลี้ยงกินอาหารได้มากขึ้น เจริญเติบโตเร็วและช่วยลดระยะเวลาในการเพาะเลี้ยง โดยทั่วไปพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นจะอยู่ที่ 28-30°C (Whangchai N., 2007) และในการที่จะควบคุมอุณหภูมิให้ได้ดังที่กล่าวมา ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์น่าจะเป็นคำตอบที่ดีของปัญหาข้างต้น

ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เป็นระบบที่ผลิตน้ำร้อนจากพลังงานสะอาด มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำและเป็นระบบที่มีความสำคัญในสถานประกอบการหลายประเภท เช่น สถานเลี้ยงเด็กอ่อนก่อนวัยเรียน โรงแรม โรงพยาบาล สระว่ายน้ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตามระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ไม่สามารถทำงานได้ในกรณีที่รังสีอาทิตย์ไม่เพียงพอในช่วงฤดูฝนหรือในเวลากลางคืนดังนั้นระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับระบบทำน้ำร้อนประเภทอื่นเพื่อที่จะช่วยในการผลิตน้ำร้อนได้ทุกช่วงเวลา เช่น ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์ไฟฟ้า แต่การทำน้ำร้อนโดยใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายสูง จึงได้มีการพัฒนาระบบทำน้ำร้อนที่ประหยัดพลังงานขึ้นโดยอาศัยระบบปั๊มความร้อน ซึ่งเป็นระบบที่สามารถประหยัดพลังงานและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้เพราะปั๊มความร้อนจะใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 25-20% เท่านั้นเมื่อเทียบกับกรณีใช้ลวดไฟฟ้าให้ความร้อนและยังสามารถทำงานได้ทุกช่วงเวลาแม้ไม่มีแสงแดด

การทำงานของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลามีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1.1 น้ำในถังเก็บน้ำทำหน้าที่เป็นตัวเก็บสะสมความร้อนโดยรับความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์เพื่อทำให้อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำมีค่าตามที่ตั้งไว้ ใน

กรณีที่ความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ไม่เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำมีค่าตามที่ตั้งไว้ระบบปั๊มความร้อนจะดึงความร้อนจากอากาศโดยรอบมาป้อนความร้อนแก่น้ำในถังเก็บน้ำเพื่อทำให้อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำมีค่าตามที่ตั้งไว้ น้ำร้อนที่ได้จากถังเก็บน้ำจะนำมาป้อนความร้อนให้กับน้ำในบ่อเลี้ยงปลาโดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาให้อยู่ที่ประมาณ 30°C



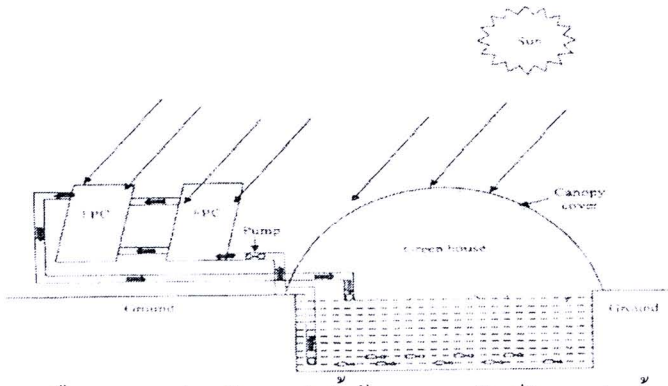
รูปที่ 1.1 แผนผังการให้ความร้อนสู่บ่อเลี้ยงปลาโดยระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อน

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทความหรือเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. การใช้พลังงานหมุนเวียนในการให้ความร้อนแก่บ่อปลา 2. การใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการให้ความร้อน

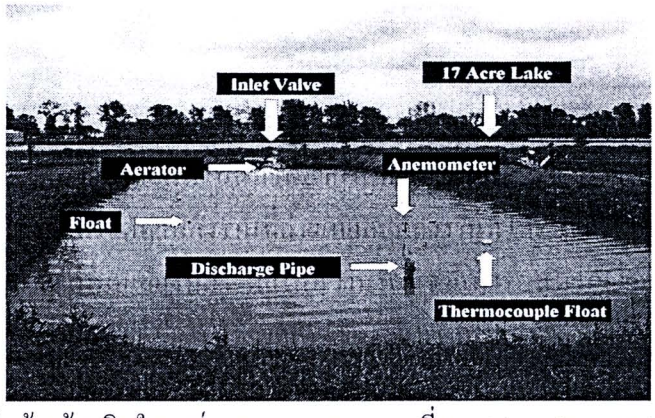
1.2.1 การใช้พลังงานหมุนเวียนในการให้ความร้อนแก่บ่อปลา

Das Tribeni et al. (2006) ได้วิจัยและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายอุณหภูมิของบ่อปลาในฤดูหนาวของอินเดีย (ธันวาคม 2005) ในการวิจัยใช้ระบบเรือนกระจกร่วมกับการทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในการอุ่นน้ำบ่อปลา ดังรูปที่ 1.1 และการคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใช้โปรแกรม MATLAB 7.0 ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการสมดุลทางพลังงานที่คำนึงถึงผลกระทบ ของ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสี และการระเหยของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ระบบเรือนกระจกร่วมกับการทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในการอุ่นน้ำบ่อปลาอุณหภูมิของบ่อปลาเพิ่มขึ้น 4.13 – 6.92°C เมื่อใช้ระบบเรือนกระจกในการอุ่นน้ำบ่อปลาอุณหภูมิของบ่อปลาเพิ่มขึ้น 3.12 – 5.64°C และน้ำหนักของปลาทั้งสองระบบมีค่าที่มากกว่าบ่อปลาที่เปิดสู่สภาพอากาศปกติ



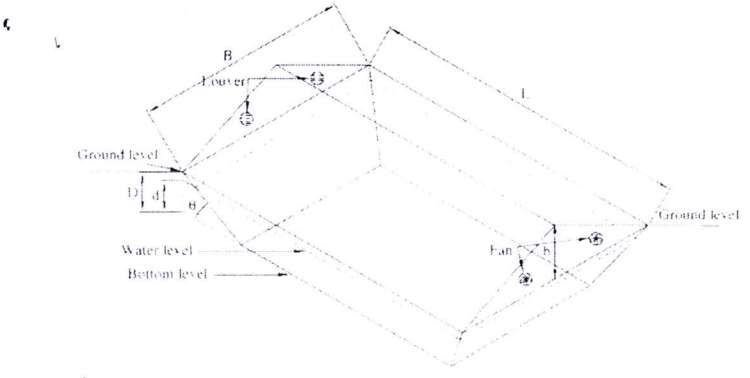
รูปที่ 1.2 การใช้ระบบเรือนกระจกร่วมกับการทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในการอุ่นน้ำบ่อเลี้ยงปลาของ Das Tribeni et al. (2006)

Lamoureux Jonathan et al. (2005) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายค่าอุณหภูมิของบ่อปลาที่สร้างด้วยดินในสภาพอากาศที่ Louisiana ดังรูปที่ 1.2 การคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้หาพลังงานที่ถ่ายเทและพลังงานที่ได้รับของบ่อปลาที่สร้างด้วยดิน ในการทำวิจัยจะอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาโดยให้ความร้อนจากน้ำร้อนที่ได้จากความร้อนใต้พิภพ ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิของบ่อปลาที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่วัดจริง พบว่าเมื่อไม่มีการปล่อยน้ำร้อนเข้าสู่บ่อปลาค่าอุณหภูมิของบ่อปลาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่าการวัด 0.7°C และ เมื่อมีการปล่อยน้ำร้อนเข้าสู่บ่อปลาค่าอุณหภูมิของบ่อปลาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่าการวัด 2.6°C เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เข้านั้นมีค่าไม่คงที่ส่งผลต่อความผิดพลาดในการคำนวณ



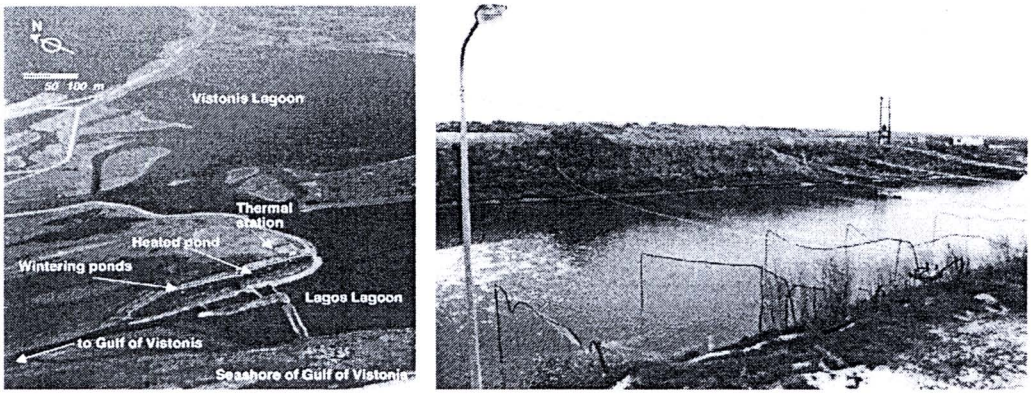
รูปที่ 1.3 บ่อปลาที่สร้างด้วยดินในสภาพอากาศนอกอาคารที่ Louisiana State University Agricultural Center Aquaculture Research Station ของ Lamoureux Jonathan et al. (2005)

Dilip Jain (2005) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายอุณหภูมิของบ่อปลาที่ได้รับความร้อนจากระบบเรือนกระจก ทำการวิจัยที่ Delhe (Latitude : 28°35'N) ของประเทศอินเดียในช่วงฤดูหนาว (เดือนมกราคม) ในการวิจัยจะออกแบบบ่อเลี้ยงปลารูปสี่เหลี่ยมคางหมูหุ้มด้วยเรือนกระจกดังรูปที่ 1.3 โดยค่า ความกว้าง ความยาว ความลึก ความเอียงของผนังบ่อปลาและการเปลี่ยนของอากาศในเรือนเป็นค่าตัวแปรต้นที่ใช้ป้อนในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของระบบอุ่นน้ำบ่อเลี้ยงปลา ผลจากการวิจัยพบว่าที่ ความกว้างของบ่อ 16 m ความยาวของบ่อ 30 m ความลึก 1 m และผนังของบ่อปลาทำมุมเอียง 75° การเปลี่ยนของอากาศภายในเรือนกระจก 8 ครั้งต่อชั่วโมงจะทำให้ได้อุณหภูมิสูงสุดประสิทธิภาพในการรับอุณหภูมิมากสุดและระดับการเปลี่ยนแปลงภาระความร้อนน้อยสุด



รูปที่ 1.4 บ่อปลาที่ทำการให้ความร้อนโดยระบบเรือนกระจกของ Dilip Jain (2005)

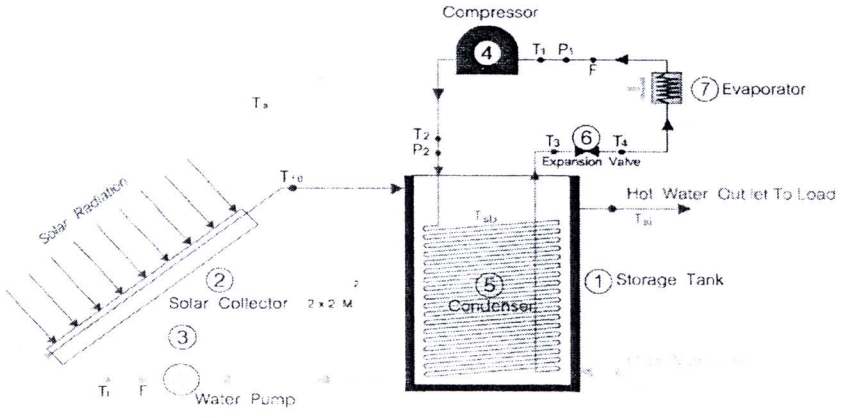
Gelegenis John et al. (2005) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการให้ความร้อนในบ่อเลี้ยงปลาโดยใช้น้ำร้อนใต้พิภพอุณหภูมิต่ำที่ Porto Lagos , Greece ขั้นตอนการทำวิจัยคือการให้ความร้อนจากน้ำร้อนใต้พิภพอุณหภูมิต่ำเพื่อป้องการการแข็งตัวของน้ำในบ่อปลาที่เชื่อมต่อกับน้ำทะเลที่ปลาต่างๆใช้อยู่อาศัยในฤดูหนาว ดังรูปที่ 1.4 น้ำร้อนใต้พิภพอุณหภูมิต่ำที่อัตราการไหลที่พอเหมาะสามารถทำให้อุณหภูมิของบ่อปลาเพิ่มขึ้น 5°C และป้องกันการแข็งตัวของน้ำในชั้นผิวน้ำช่วยแก้ปัญหาการลดลงของจำนวนปลาได้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ถูกพัฒนามาจากแบบจำลองพฤติกรรมอุณหภูมิของสระน้ำทั่วไป การเก็บข้อมูลจะเก็บอุณหภูมิที่ความลึกใดๆและขนาดของบ่อปลา ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าสามารถใช้ร่วมกันกับแบบจำลองพฤติกรรมอุณหภูมิของสระน้ำทั่วไปได้ ถึงแม้ว่าจะมีสภาพอากาศต่างกัน



รูปที่ 1.5 บ่อปลาที่เชื่อมต่อกับน้ำทะเลที่ปลาต่างๆใช้อยู่อาศัยในฤดูหนาวใน Porto Lagos , Greece ของ Gelegenis John et al. (2005)

1.2.2 การใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการให้ความร้อน

มารุต บูรพา (2009) ได้วิเคราะห์สมรรถนะระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีปั๊มความร้อนเสริมในการวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย เพื่อใช้ทำนายสมรรถนะการทำงานของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีปั๊มความร้อนเป็นอุปกรณ์ทำความร้อนเสริมดังรูปที่ 1.5 ในการออกแบบใช้ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ขนาด 2 m^2 มีค่า $F_R(\tau\alpha)$= 0.8 และ $F_R U_L$ = 10.4 W/m^2K ถังเก็บน้ำร้อนขนาดความจุ 0. 80 m^3 ใช้ R-134a เป็นสารทำงานในปั๊มความร้อน คอมเพรสเซอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 380 W ปั๊มความร้อนจะทำงานเมื่อน้ำร้อนจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอเพื่อรักษาอุณหภูมิของถังเก็บน้ำไว้ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาในสภาวะที่มีการดึงน้ำออกไปที่อัตราการไหลต่างๆและไม่มีการใช้น้ำ ผลจากการทดลองพบว่าค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพ (EER) จะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และในการเลือกอัตราการไหลที่เหมาะสม จะทำให้อุณหภูมิน้ำร้อนที่ถูกนำไปใช้งาน มีค่าค่อนข้างคงที่ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาแล้วถูกนำไปจำลองใช้งานในการผลิตน้ำร้อนของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่อาคารเด็กอ่อนก่อนวัยเรียน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลจากการจำลองการทำงานเพื่อหาขนาดพื้นที่ตัวเก็บรังสีและขนาดถังเก็บน้ำร้อนที่เหมาะสมอยู่ที่ 4 m^2 และ 0.36 m^3 ตามลำดับ ซึ่งจะมีผลตอบแทนในการลงทุนประมาณ 61.76% และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1.61 ปีเมื่อเทียบกับการทำน้ำร้อนด้วยลวดไฟฟ้า



รูปที่ 1.6 ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีปั๊มความร้อนเสริม ของ มารุต บูรพาและคณะ (2009)

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ระบบที่สามารถนำมาอุ่นน้ำบ่อเลี้ยงปลานั้นมีหลายระบบ เช่น ระบบเรือนกระจก ระบบเรือนกระจกร่วมกับระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์และการใช้ความร้อนจากน้ำร้อนใต้พิภพ เป็นต้น แต่การอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาโดยใช้ความร้อนใต้พิภพสามารถทำได้เพียงบางสถานที่เท่านั้น การให้ความร้อนแก่บ่อเลี้ยงปลาโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์นั้นสามารถให้ความร้อนได้เพียงช่วงเวลากลางวันเท่านั้น ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะหาระบบที่สามารถอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาได้ตลอดเวลา และจากงานวิจัยของ มารุต บูรพา ได้ใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 55°C และยังสามารถผลิตน้ำร้อนได้ตลอดเวลา ระบบนี้จึงน่าจะนำมาประยุคต์ใช้กับการอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาให้ได้อุณภูมิประมาณ 30°C ได้ เพราะปั๊มความร้อนสามารถดึงความร้อนจากอากาศโดยรอบมาให้ความร้อนเสริมในเวลาที่ไม่มีแสงแดดหรือในตอนกลางคืนได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์การใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนมาให้ความร้อนแก่บ่อเลี้ยงปลา

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองพฤติกรรมของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาให้อยู่ 28-30°C

1.3.2 เพื่อประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และหาขนาดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมกับระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถทำนายพฤติกรรมของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาและสามารถรักษาอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ 28-30°C ได้

1.4.2 ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ เพื่อเลือกขนาดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมกับระบบและสามารถคิดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

โครงการนี้ได้ใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลา โดยบ่อเลี้ยงปลาที่ทำการทดสอบอยู่ที่ คณะเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.5.1ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีปั๊มความร้อนเสริม

-ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นกระจกชั้นเดียวขนาด 2 m^2 จำนวน 2 แผ่นต่อขนานกันมีค่า $F_R U_L$ = 10.52 W/m^2K และ $F_R(\tau\alpha)e$ = 0.72 ในการทดสอบ

-ใช้ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 0.3 m^3 ในระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อน

-ใช้ปั๊มความร้อนขนาด 3.5 kW ชนิดอัดไอ ที่มี R-22 เป็นสารทำงาน

1.5.2 บ่อปลา

-บ่อเลี้ยงปลามีขนาดอยู่ที่กว้าง 5 x 5 x 0.8 m^3 (กว้างxยาวxลึก)

-ใช้ปลาดุกบิ๊กอุยในการเพาะเลี้ยงระยะเวลาการเติบโต 3-5 เดือน

1.5.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

-การคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่คิดการถ่ายเทความร้อนจากดินเพราะอุณหภูมิของดินและน้ำในบ่อปลามีค่าใกล้เคียงกันมาก

-ไม่คิดมวลของปลาดุกเพราะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับมวลของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา

-ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา