บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์รูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน 2) พัฒนารูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน 3) การศึกษาผลการทดลองใช้ระบบพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน และ 4) ศึกษาการยอมรับระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน การวิจัยดำเนินการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การสังเคราะห์รูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลพบว่า 1) ด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย เป็นข้อมูลระหว่างปี 2533 - 2560 จำนวน 9,300 รายการประกอบด้วย ปริมาณน้ำคงอยู่ ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากเขื่อน และ อัตราการละเหย การวิเคราะห์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดการเรียนรู้ และ ชุดการทดสอบ 2) โมเดลที่ใช้ในทดสอบการพยากรณ์ 5 โมเดล คือ แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี แบบจำลอง ซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนส์ แบบจำลองต้นไม้แบบสุ่ม แบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และ 3) วิธีการทดสอบหาประสิทธิ์ภาพ 2 วิธี คือการทดสอบแบบชุดข้อมูลร้อยละ และ การทดสอบแบบแบ่งข้อมูล 10 ส่วน หรือ 10-fold Cross Validation ผลจากการทดสอบความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ทั้ง 5 โมเดลด้วยโปรแกรม WEKA พบว่า แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ผู้วิจัยได้เลือกวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี นำไปพัฒนาระบบพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนกิ่วลม

5.1.2 การพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยนำเทคนิควิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี มาเป็นโมเดลในการออกแบบและพัฒนาระบบ ดังนี้ 1) การออกแบบโมดูลการจัดการระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ประกอบด้วย 5 ระบบ คือ ระบบการจัดการข้อมูลผู้ใช้ ระบบการจัดการข้อมูลน้ำรายวัน ระบบการจัดการอัตราการละเหย ระบบการค้นหาข้อมูลน้ำ และระบบการจัดทำรายงานการพยากรณ์ 2) การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการพยากรณ์ประมาณน้ำในเขื่อนกิ่วลม มีส่วนประกอบการทำงาน 3 ส่วน คือ การนำเข้าข้อมูล การประมวลผล และการจัดทำรายงาน 3) การพัฒนาระบบ 4) การทดสอบระบบกับข้อมูลปริมาณน้ำจริงระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2560 เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าน้ำที่ได้จากการพยากรณ์จากระบบ พบว่าความคลาดเคลื่อนของค่าการพยากรณ์ต่ำกว่าช่วงทดสอบโมเดลและ 5) การ

ประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5.1.3 การทดลองใช้ระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนผู้วิจัยนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่ สำนักงานเขื่อนกิ่วลม จำนวน 10 คน ระยะเวลา 2 เดือน คือ เดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2560 และสอบถามความความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากที่สุด

5.1.4 การศึกษาการยอมรับระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนผู้วิจัยนำระบบที่พัฒนาขึ้นพร้อมคู่มือการใช้ระบบ และแบบสอบถามการยอมรับระบบให้เจ้าหน้าที่สารสนเทศที่ดูแลระบบ จำนวน 4 คนทดลองใช้ระบบและสอบถามการยอมรับระบบ พบว่า การยอมรับระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 การสังเคราะห์รูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า

5.2.1.1 ด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย เป็นข้อมูลระหว่างปี 2533-2560 จำนวน 9,300 รายการ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำคงอยู่ ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากเขื่อน และ อัตราการละเหย การวิเคราะห์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดการเรียนรู้ และ ชุดการทดสอบ

5.2.1.2 โมเดลที่ใช้ในทดสอบการพยากรณ์ 5 โมเดล คือ แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี แบบจำลองซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนส์ แบบจำลองต้นไม้แบบสุ่ม แบบจำลองวิเคราะห์การถดถอย และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

5.2.1.3 วิธีการทดสอบหาประสิทธิ์ภาพ 2 วิธี คือ การทดสอบแบบชุดข้อมูลร้อยละ และการทดสอบแบบแบ่งข้อมูล 10 ส่วน หรือ 10 - fold Cross Validation ผลการวิจัย พบว่า การทดสอบความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ทั้ง 5 โมเดล ด้วยโปรแกรม WEKA แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดสอดคล้องกับงานวิจัยของ ระวีเวช จาติเกตุ และ ชูโชค อายุพงศ์ (2558) ในงานวิจัยชื่อ การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแม่กวงอุดมธารา และ งานวิจัยของ นิธินันท์ มาตา และ แสงดาว นพพิทักษ์ (2556) ในชื่องานวิจัย การพยากรณ์การควบคุมประตู ระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยจรเข้มาก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีและวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พีมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5.2.2 การพัฒนาระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล จากระบบที่พัฒนาขึ้นผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของระบบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทั้งนี้

เนื่องมาจาก ผู้วิจัยนำเทคนิควิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี ที่มีการทดสอบโมเดลว่ามีความคลาดเคลื่อนต่ำมาก่อนแล้วและใช้โมเดลดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ และดำเนินการออกแบบองค์ประกอบเพื่อพัฒนาระบบ ที่ประกอบไปด้วย การออกแบบโมดูลการจัดการระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ ส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้ ส่วนการจัดการข้อมูลน้ำรายวัน ส่วนการจัดการข้อมูลอัตราการละเหย ส่วนการค้นหาข้อมูลน้ำ และ ส่วนการจัดทำรายงานข้อมูลการพยากรณ์ และนำไปออกแบบส่วนประกอบของระบบเพื่อการพยากรณ์ประมาณน้ำในเขื่อนกิ่วลม โดยมีส่วนประกอบการทำงาน 3 ส่วน คือ การนำเข้าข้อมูล การประมวลผล และการจัดทำรายงาน หลังจากนั้นดำการพัฒนาระบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และทดสอบระบบกับข้อมูลปริมาณน้ำจริงระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2560 ปรับปรุงระบบให้เหมาะสม และเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าน้ำที่ได้จากการพยากรณ์และ นำระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5คน สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนา ที่ได้ดำเนินการวิเคราะห์ระบบ ออกแบบระบบ พัฒนาระบบ ทดสอบ และประเมินระบบ ที่ดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ทำการพัฒนาระบบการพยากรณ์น้ำ พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก มีความถูกต้องในการทำงาน และ สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.3 การทดลองใช้ระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนพบว่าความความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นโดยรวมมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากที่สุด เพราะงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบโดยคำนึงถึงข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผล การคำนวณ และการแสดงรายงานของระบบ ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยเป็นข้อมูลจริงที่ได้จากระบบ ระหว่างปี 2533 -2560 จำนวน 9,300 รายการ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำในเขื่อน ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากเขื่อน และอัตราการละเหย ทำการวิเคราะห์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดการเรียนรู้ และ ชุดการทดสอบ และเลือกโมเดลที่ใช้ในทดสอบการพยากรณ์ ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดจาก 5 โมเดล ได้แก่แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี แบบจำลองซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนส์ แบบจำลองต้นไม้แบบสุ่ม แบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี เป็นโมเดลที่มีการนำมาใช้มากที่สุด และผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม WEKA แบบจำลองต้นไม้ เอ็มไฟว์พี มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ผู้วิจัยได้เลือกวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี นำไปพัฒนาระบบโดยออกแบบระบบการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานของผู้ใช้ ที่ประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วน คือ การนำเข้าข้อมูล การประมวลผล และการจัดทำรายงาน และทดสอบระบบกับข้อมูลปริมาณน้ำจริงระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2560 เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าน้ำที่ได้จากการพยากรณ์จากระบบ และทำการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองใช้หลังจากนั้นประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกับวรปภา อารีราษฎร์ (2558) ได้พัฒนานวัตกรรมการจัดกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลที่มีอยู่ใน

ระบบมาวิเคราะห์ ออกแบบ และนำมาสู่การพัฒนาระบบ โดยออกแบบการโต้ตอบของระบบให้สอดคล้องกับคามต้องการของผู้ใช้ และนำมาทดสอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ ปรับปรุงระบบก่อนที่จะให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินระบบ จำนวน 3 คน หลังจากนั้น นำระบบไปให้กลุ่มเหมาย ที่เป็นผู้ใช้ระบบและสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น กระบวนการพัฒนาระบบดังกล่าวสอดคล้องกับการพัฒนานวัตกรรมโดย ได้กล่าวถึงระบบหรือนวัตกรรมที่ผู้ใช้ยอมรับและพอใจใช้ระบบ จะเป็นระบบที่ออกแบบไม่ซับซ้อน สะดวกในการ ใช้งาน สอดคล้องหรือเข้ากันได้กับระบบหรือข้อมูลที่มีอยู่เดิม จะส่งผลให้ผู้ใช้หรือกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาทดแทนระบบงานที่ทำอยู่ต่อไป

5.2.4 การศึกษาการยอมรับระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนพบว่า กลุ่มตัวอย่างให้การยอมรับระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเนื่องมาจาก ผู้วิจัยนำระบบที่พัฒนาขึ้น พร้อมคู่มือการใช้ระบบ และแบบสอบถามการยอมรับระบบให้ผู้ใช้ระบบของสำนักงานเขื่อนกิ่วลม ที่เคยทำการพยากรณ์ระบบน้ำมาแล้ว จำนวน 10 คนได้ทดลองใช้ระบบการพยากรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และสอบถามการยอมรับระบบหลังจากได้ทดลองใช้ระบบแล้ว โดยระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ สามารถนำมาใช้กับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบเดิม ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ของหน่วยงาน ผู้ใช้สามารถเข้าใจข้อมูล วิธีการป้อนข้อมูล ทำรายงาน และกระบวนการประมวลผลของระบบ ที่มีการทำงานไม่ซับซ้อน ส่งผลให้ผู้ใช้ระบบยอมรับและนำระบบไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนกิ่วลม โดยหลักการดำเนินงานดังกล่าวสอดคล้องกับการพัฒนานวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่ผู้ใช้ให้การยอมรับ สอดคล้องกับ มณฑลี ศาสน์นันทน์ กล่าวว่า การยอมรับนวัตกรรมจะต้องเกิดจากนความน่าเชื่อถือ ความสะดวกในการปฏิบัติงานและการเห็นคุณค่าของนวัตกรรม

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

งานวิจัยนี้ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 25 ปี ที่เก็บโดยสำนักงานชลประทานที่ 2 จังหวัดลำปางซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลเขื่อนกิ่วลม โดยแยกข้อมูลพยากรณ์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการจัดเก็บข้อมูลไว้แล้ว การป้อนข้อมูลนำเข้าระบบผู้ใช้จะต้องกรอกรายวันแบบต่อเนื่อง เมื่อป้อนข้อมูลลงในระบบ ระบบจะทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำเป็นรายวัน รายสัปดาห์ และ รายเดือน ในการทำวิจัยที่พยากรณ์ระดับน้ำในเขื่อนอื่นที่มีลักษณะงานวิจัยที่ใกล้เคียงกันสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับการพยากรณ์ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลักจากการติดตั้งระบบลงเครื่องแม่ข่าย ผู้ใช้งานต้องเตรียมประกอบด้วย

5.3.1.1 การติดตั้งฐานข้อมูล เพื่อเป็นชุดข้อมูลการเรียนรู้ของระบบ โดยเป็นชุดข้อมูลปัจจัยนำเข้าของโปรแกรมที่เป็นข้อมูลย้อนหลัง ทั้งนี้ข้อมูลควรมีจำนวนที่เหมาะสม เพื่อความแม่นยำในการพยากรณ์ ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 25 ปี จำนวน 9,300 รายการ

5.3.1.2 การสำเนาชุดติดตั้ง จะต้องสำเนาไว้ที่เครื่องแม่ข่าย

5.3.1.3 การบันทึกข้อมูล ควรบันทึกข้อมูลรายวันตามลำดับแบบต่อเนื่อง โดยไม่ควรเว้นรายการบันทึกของแต่ละวัน หรือบันทึกข้อมูลสลับวัน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 25 ปี ที่เก็บโดยสำนักงานชลประทานที่ 2 จังหวัดลำปางซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลเขื่อนกิ่วลม โดยแยกข้อมูลพยากรณ์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการจัดเก็บข้อมูลไว้แล้ว การป้อนข้อมูลนำเข้าระบบผู้ใช้จะต้องกรอกรายวันแบบต่อเนื่อง เมื่อป้อนข้อมูลลงในระบบ ระบบจะทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำเป็นรายวัน รายสัปดาห์ และ รายเดือน ในการทำวิจัยที่พยากรณ์ระดับน้ำในเขื่อนอื่นที่มีลักษณะงานวิจัยที่ใกล้เคียงกันสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับการพยากรณ์ โดยอาจมีการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม นำข้อมูลที่เป็นปัจจัยเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง เช่นปริมาณน้ำฝน เพื่อนำไปสู่ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำและมีความเหมาะสมมากขึ้น