

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
วิธีการศึกษา	2
1.การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า	2
2.การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม	4
3.การพยากรณ์น้ำท่าโดยความสัมพันธ์ระดับน้ำ	7
ผลการศึกษา	8
1.ผลการคาดการณ์น้ำท่าโดยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม	8
2.ผลการพยากรณ์น้ำท่าโดยความสัมพันธ์ระดับน้ำ	11
สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	19
เอกสารอ้างอิง	21

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา
และโครงข่ายใยประสาทเทียม กรณีลุ่มน้ำภาคเหนือของประเทศไทย

ดร.ทองเปลว กองจันทร์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการคาดการณ์และวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

ดร.ทองเปลว กองจันทร์

บทนำ

น้ำท่าถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญยิ่งต่อการบริหารจัดการน้ำทั้งในระดับลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำ สำหรับกิจกรรมต่างๆ เช่น การอุปโภค-บริโภค การเกษตรกรรม การคมนาคม-ขนส่ง การชลประทาน นอกจากนี้ น้ำท่ายังเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ทั้ง 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ในปัจจุบันการแปรปรวนและผันแปรของสภาพภูมิอากาศมีผลต่อปริมาณน้ำฝน น้ำท่าอย่างมาก ทำให้แนวโน้มของอุทกภัย หรือภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ จะมีความถี่และความรุนแรงมากกว่าในอดีต ดังนั้นในการทราบถึงปริมาณน้ำท่าในลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ล่วงหน้า รวมไปถึงการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า จึงมีความสำคัญในการนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการวางแผนและการจัดการในพื้นที่ลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำต่อไป

ปัจจุบันการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเกิดขึ้น อย่างมากมายและใช้วิธีการที่หลากหลาย ตามวิวัฒนาการและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการคาดการณ์และพยากรณ์ อาทิ การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph หรือ Unit graph) ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANNs) และการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ (State Correlation) อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองที่เลียนแบบกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ที่มีความซับซ้อนและมีความเกี่ยวเนื่องของปัจจัยต่างๆ เป็นเรื่องที่มีความยุ่งยาก

ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้ จึงได้แสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ได้แก่ การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม และการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ และนำผลที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง โดยได้คัดเลือกลุ่มน้ำภาคเหนือ คือลุ่มแม่น้ำปิง ที่สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ สำหรับการประยุกต์ใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม และลุ่มน้ำยมที่สถานี Y.20 จังหวัดแพร่ สำหรับการประยุกต์ใช้โดยความสัมพันธ์ระดับน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของแต่ละลุ่มน้ำมีความแตกต่างกัน แบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าของแต่ละลุ่มน้ำ จึงมีความ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ได้แก่ การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม และการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ

2. เพื่อเสนอแนะแนวทางการนำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ ในประเทศไทย

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ตามลักษณะของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph หรือ Unit graph)

กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสุทธิ (Excess rainfall หรือ Net rainfall) และ ปริมาณน้ำท่า (Direct runoff) ซึ่งกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเป็นกราฟน้ำท่าที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนสุทธิที่มีความแรงสม่ำเสมอในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Duration) ที่ทำให้เกิดน้ำท่าที่มีปริมาตรเมื่อคิดเป็นความสูงของน้ำท่าทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1 หน่วย (หนึ่งนิ้วหรือหนึ่งเซนติเมตร) โดยมีกฎเกณฑ์และข้อสมมติฐานของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ (สันติ ทองพำนัก, 25...) คือ

- 1) ปริมาณน้ำฝนสุทธิมีความแรงสม่ำเสมอและเกิดจากพายุฝนที่ตกปกคลุมทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ
- 2) ปริมาตรของน้ำฝนสุทธิเท่ากับปริมาตรของน้ำท่า (Direct runoff)

3) พิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกันและปริมาณน้ำฝนสุทธิที่มีช่วงเวลา (Duration) เท่ากัน ถึงแม้ว่าความแรงของฝนจะต่างกัน ปริมาณน้ำฝนแต่ละลูกจะทำให้เกิดกราฟน้ำท่าที่มีระยะเวลาที่ฐาน เท่ากัน (Time base)

4) พิจารณากราฟน้ำท่าสองลูกที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนสุทธิที่มีช่วงเวลา (Duration) เท่ากันและพื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกัน อัตราส่วนของอัตราการไหลที่เวลาที่กำหนดให้ต่อความแรงของฝนจะมีค่า เท่ากัน หมายถึงว่าถ้าความแรงของฝน (i) ทำให้เกิดอัตราการไหลที่เวลา t เท่ากับ p ฉะนั้นความแรงของ ฝน n_1 ย่อมทำให้เกิดอัตราการไหลที่เวลา t เท่ากับ $n_2 p$ หรือจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า อัตราการไหลที่เวลา ใดๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณน้ำฝนสุทธิ

5) กราฟน้ำท่าที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนสุทธิมากกว่าหนึ่งลูกเป็นผลรวมของกราฟน้ำท่าที่ เกิดจากปริมาณน้ำฝนสุทธิแต่ละลูกรวมกันตามเวลา

ดังนั้นการหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Derivation of the unit hydrograph) ต้องใช้ข้อมูล ของกราฟน้ำท่ารวมและน้ำฝนที่ทำให้เกิดกราฟน้ำท่านั้น กราฟน้ำท่าได้จากการวัดอัตราการไหลอย่าง ต่อเนื่องของสถานีวัดน้ำ โดยต้องเลือกกราฟน้ำท่าที่มีน้ำท่าผิวดิน (Surface runoff) เกิดขึ้น และควรเป็น กราฟน้ำท่าที่เกิดจากพายุฝนลูกเดี่ยวๆและความแรงของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ ตกปกคลุมทั่วทั้งพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนอยู่ในรูปของ Hyetograph สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ (เกิน 5,000 ตร.กม.) การที่ฝน พายุจะตกปกคลุมไปทั่วพื้นที่เป็นไปได้ยาก ในกรณีนี้ควรแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยตามสภาพลุ่มน้ำ และ ทำการหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของแต่ละพื้นที่ย่อย ซึ่งมีขั้นตอนในการหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า คือ

(1) แยก Base flow ออกจากกราฟน้ำท่ารวม จะได้กราฟน้ำท่าของ Direct runoff

(2) หาปริมาณน้ำฝนสุทธิจากปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ทำให้เกิดกราฟน้ำท่ารวม วิธีหาได้ ดังกล่าวไว้ในเรื่องของอัตราการซึมผ่านผิวดิน

(3) หาความแรงเฉลี่ยและช่วงเวลา (Duration) ที่เกิดปริมาณน้ำฝนสุทธิและปริมาณน้ำฝน สุทธิ

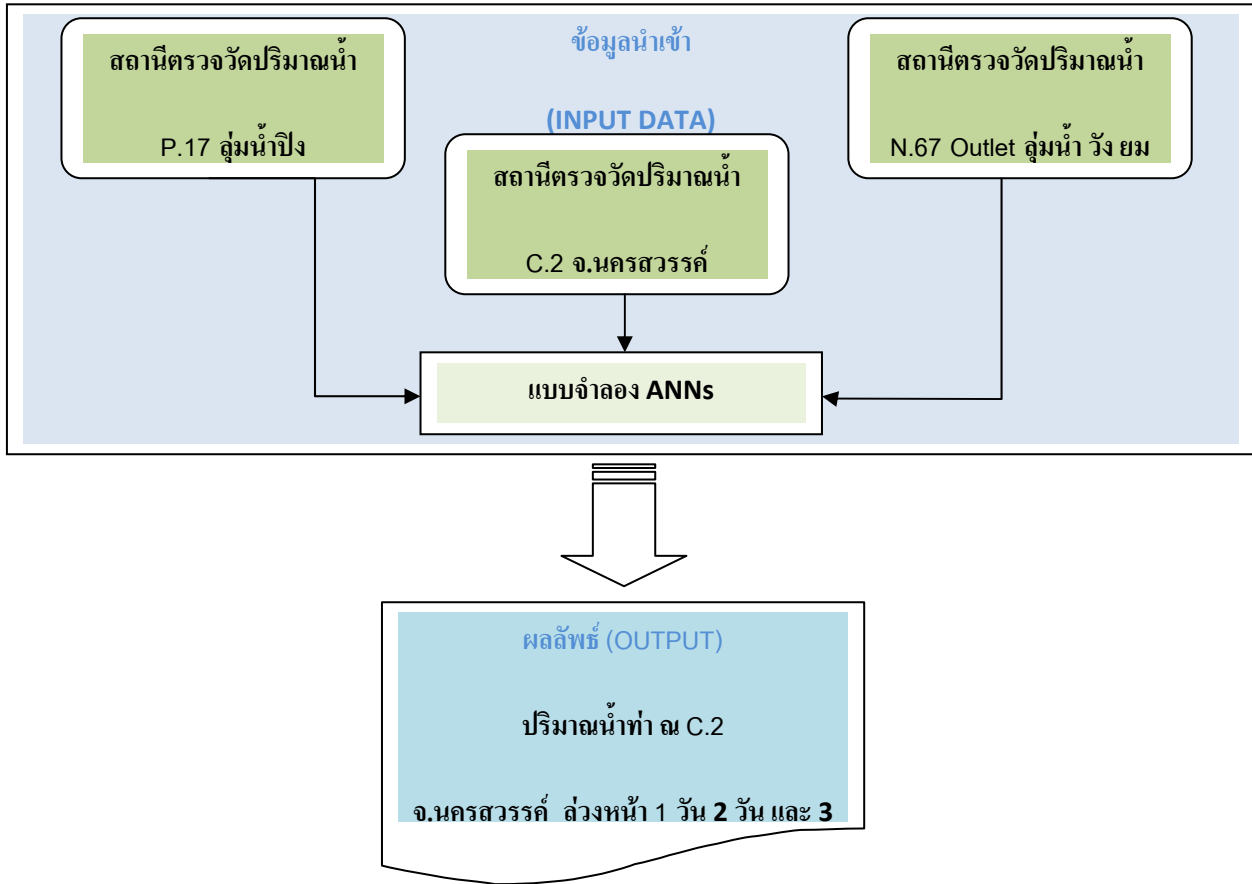
(4) ทำการตรวจสอบปริมาณน้ำฝนสุทธิและปริมาณของ Direct runoff ค่าทั้งสองควรจะ เท่ากัน ถ้าไม่เท่ากันต้องมีการปรับแก้ค่าใดค่าหนึ่ง

(5) นำปริมาตรทั้งของ Direct runoff ที่แสดงในหน่วยเทียบเป็นความลึกเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ ไปหาร Ordinate ทุกตัวของกราฟน้ำท่าของ Direct runoff จะได้ Ordinate ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่มี Duration เท่ากับ Duration ของปริมาณน้ำฝนสุทธิ

2.การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANNs)

ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม เป็นแนวคิดที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล (Processing elements) ที่มีเซลล์หลายๆ ตัวทำหน้าที่คล้ายกับเซลล์สมองของมนุษย์ โดยที่แต่ละเซลล์จะโยงใยติดต่อกันโดยส่งสัญญาณเป็นเอาต์พุต (Output) ผ่านส่วนที่เรียกว่า ไซแนปส์ (Synapses) กลายมาเป็นอินพุต (Input) ของส่วนที่เรียกว่า เดนไดรต์ (Dendrites) และเมื่อผ่านกระบวนการการประมวลผลจะได้เอาต์พุตออกมาในส่วนที่เรียกว่า แอ็กซอน (Axon) ในแต่ละเซลล์จะรับรู้ข้อมูลจากหลายทาง แล้วส่งต่อไปยังเซลล์อื่นๆ โดยใช้หลักการทำงาน Synaptic Strength ของการเชื่อมโยงเซลล์สมอง ซึ่งมีวิธีการในการประยุกต์ใช้เพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ณ สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ ดังนี้

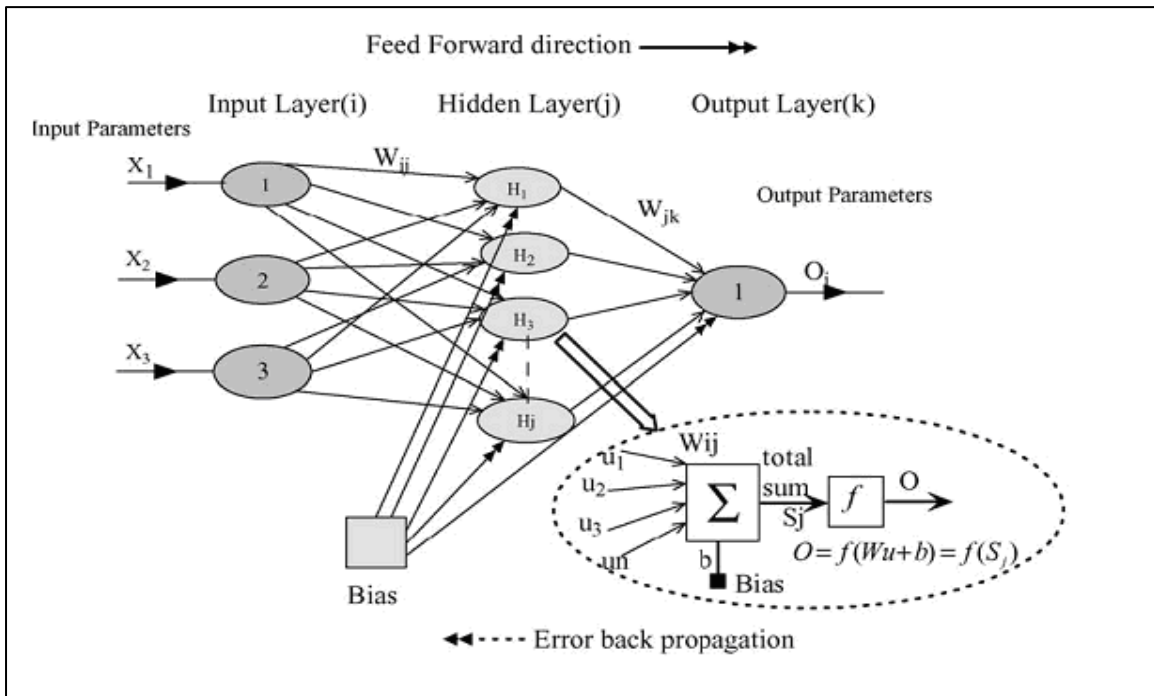
1) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันของสถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ P.17 และ N.67 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2538 – 2549 เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในกระบวนการของปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม และสอนให้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียมเกิดการเรียนรู้ (Training) รวมไปถึงใช้ในการทดสอบแบบจำลอง (Testing) โดยมีกรอบแนวคิดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม คาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ณ สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์

2) นำปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.17 และ N.67 มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับ ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.2 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis) คือ วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ซึ่งเป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม เพื่อเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญคือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง โดยในทางด้านอุทกวิทยายอมรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.60 (วีรพล แต่สมบัติ, 2531) ถ้าหากตัวแปรใดมีค่าค่าสหสัมพันธ์ ต่ำกว่า 0.60 ก็จะถูกตัดออกไปจากแบบจำลอง

3) กำหนดปัจจัยที่มีความสำคัญมาใช้ในปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียมแบบ Multilayer Feed Forward: MLFF และใช้การเรียนรู้แบบ Back Propagation learning: BP ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในงานวิจัย (Sarangi, 2005)

4) การออกแบบปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียมใช้วิธีการ ลองผิดลองถูก (Trail and Error) โดยมีขั้นตอนในการออกแบบดังต่อไปนี้ (วรารุช วุฒินิชย์, 2544)

(1) กำหนด Neurons ในแต่ละ Layer โดยกำหนดให้ Layer แรกคือ Input Layer ซึ่งเป็นชั้นของข้อมูลนำเข้าของตัวแปรอิสระและตัวแปรควบคุมของการศึกษา และ Layer สุดท้ายคือ Output Layer ซึ่งเป็นชั้นของตัวแปรตามของการศึกษา ส่วน Layer ที่อยู่ตรงกลางเรียกว่าชั้นซ่อน (Hidden Layer) โดยอาจมี 1 หรือมากกว่า 1 ชั้นก็ได้ขึ้นกับการลองผิดลองถูกเพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยที่สุด จำนวน Neurons ใน Input Layer จะเท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระและตัวแปรควบคุม ส่วนใน Neurons จะเท่ากับจำนวนตัวแปรตาม และในชั้นซ่อนจะมี Neurons ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลเพื่อแปลง Input เป็น Output

(2) กำหนดการเชื่อมโยง (Connection) ระหว่าง Neurons ซึ่งอยู่ต่าง Layer และ Neurons ใน Layer เดียวกัน ซึ่งในการศึกษาค้างนี้กำหนดความเชื่อมโยงแบบ fully connected คือ Neuron แต่ละตัวในชั้นที่ 1 จะเชื่อมต่อกับ Neuron ทุกตัวในชั้นที่ 2

(3) สอนโครงข่ายประสาทเทียมให้เรียนรู้ (Learning) ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและผลลัพธ์ที่ต้องการเพื่อสร้างค่า น้ำหนักของการเชื่อมโยง (Connection Weight) ที่เหมาะสม โดยใช้การเรียนรู้แบบ Back Propagation learning ใช้ชุดข้อมูลที่เรียกว่า Training Data Set ซึ่งมีจำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณทั้งหมดของชุดข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา หลังจากนั้นทำการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมด้วยชุดข้อมูล Testing Data Set ซึ่งก็คือชุดข้อมูลที่เหลืออีก 20 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณทั้งหมดของชุดข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั่นเอง

5) การกำหนดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

เป็นขั้นตอนในการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (เสรี ศุภราทิพย์, 2544) ซึ่งใช้วิธีการทางสถิติ คือ ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error: RMSE)

6) นำค่าน้ำหนัก (Weight) ที่ได้จาก ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียมมา สร้างแบบจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.2 โดยการเขียนโปรแกรม โดยใช้ภาษา VBA ในโปรแกรม Excel

3.การพยากรณ์น้ำท่าโดยความสัมพันธ์ระดับน้ำ (State Correlation)

ความสัมพันธ์ระดับน้ำมีหลักการเบื้องต้น คือการคัดเลือกกลุ่มน้ำที่มีสถานีวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลเป็นรายชั่วโมง และเพื่อให้รู้ข้อมูลล่วงหน้าจำเป็นต้องมีสถานีวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลเป็นรายชั่วโมงอีกสถานีหนึ่ง ซึ่งอยู่ทางเหนือน้ำ โดยทั้งสองสถานีนั้น ในอดีตมีข้อมูลระดับสูงสุด (Momentary Peak) สามารถจำแนกเป็นระดับต่างๆ ได้ โดยมีวิธีการศึกษา คือ

1) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำในสถานีต้นน้ำ และสถานีปลายน้ำ โดยได้คัดเลือกกลุ่มน้ำยมตอนบน ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ซึ่งมีสถานีวัดระดับน้ำ Y.1C ที่บ้านน้ำโค้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ โดยห่างออกไปทางเหนือน้ำตามลำน้ำประมาณ 91 กิโลเมตร จะมีสถานีวัดระดับน้ำ Y.20 ที่บ้านห้วยสัก อำเภอ

2) สร้างสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Regression) จากสมการ $y = Ax + B$ โดย y คือ ระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.1C (ท้ายน้ำ) x คือ ระดับน้ำสูงสุด ที่สถานี Y.20 (เหนือน้ำ) A, B คือ ค่าคงที่ของสมการเชิงเส้นตรง พร้อมทั้งหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของระดับน้ำ (R)

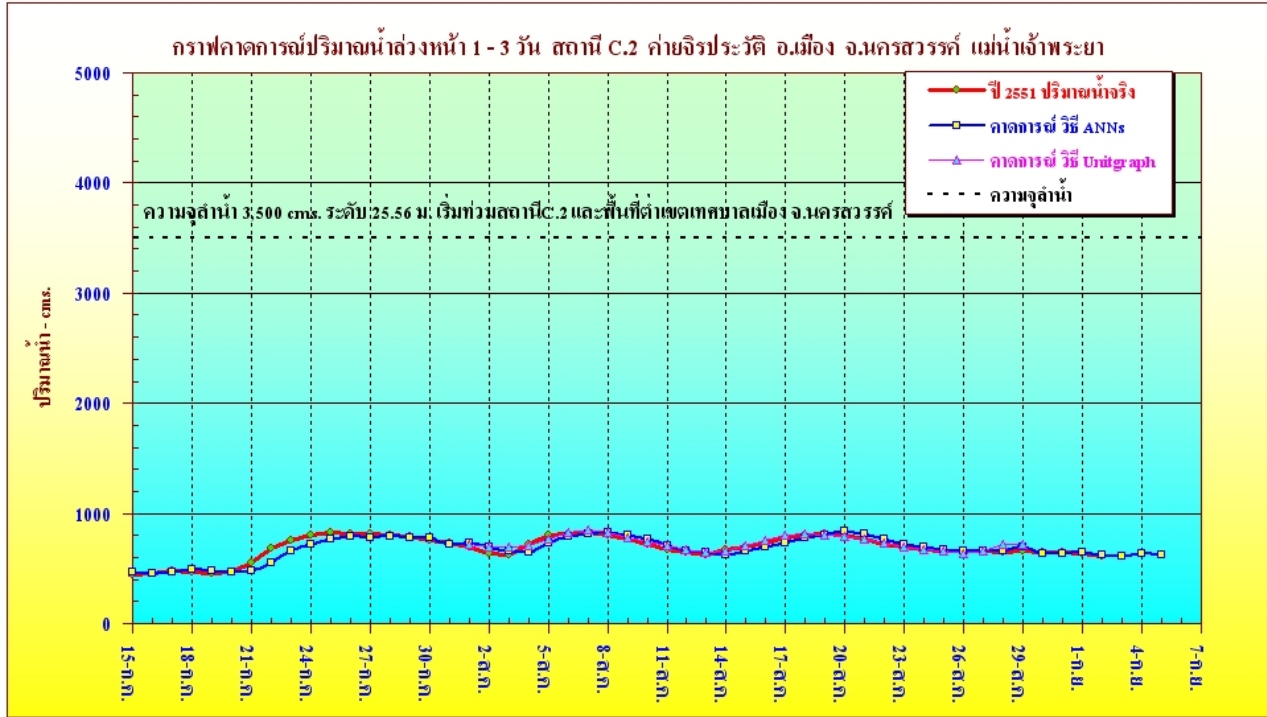
3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาเดินทางของน้ำกับความสูงของระดับน้ำ เพื่อให้รู้ถึงเวลาในการเดินทางของน้ำ โดยการสร้างเส้นความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 (เหนือน้ำ) กับระยะเวลาในการเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 (เหนือน้ำ) ไปถึงสถานี Y.1C (ท้ายน้ำ) โดยคำนวณเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C จากสถิติข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

3.4 พยากรณ์ระยะเวลาเดินทางของน้ำ จากสมการของความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C ตามความสูงของระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20

ผลการศึกษา

1.ผลการคาดการณ์น้ำท่าโดยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ โครงข่ายประสาทเทียม

ผลการคาดการณ์น้ำท่า ที่สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ โดยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม สามารถแสดงรูปเชิงเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 1

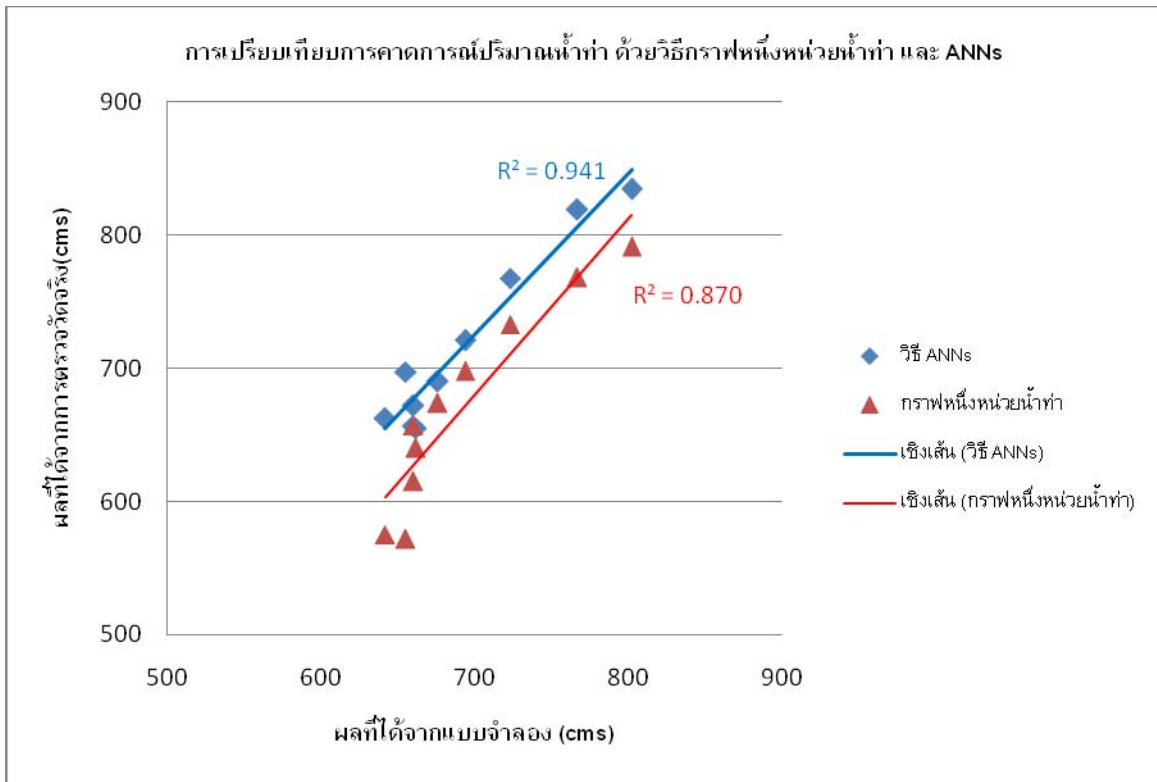


รูปที่ 3 แสดงผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำ ณ สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและ ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม

ตารางที่ 1 ผลการคาดการณ์น้ำท่า ที่สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ โดยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายประสาทเทียม

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำท่า ณ สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ (cms)		
	ตรวจวัดจริง	วิธี ANNs	วิธีการกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า
20 ส.ค. 51	802.0	834.4	791.0
21 ส.ค. 51	767.0	818.9	768.0
22 ส.ค. 51	723.0	767.5	733.0
23 ส.ค. 51	694.0	720.9	698.0
24 ส.ค. 51	676.0	690.4	674.0
25 ส.ค. 51	660.0	672.1	657.0
26 ส.ค. 51	662.0	655.0	640.0
27 ส.ค. 51	660.0	657.1	615.0
28 ส.ค. 51	642.0	662.1	575.0
29 ส.ค. 51	655.0	697.4	572.0

ซึ่งจากตารางที่ 1 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของแบบจำลอง ของแบบจำลอง ANNs และ กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า เท่ากับ 0.941 และ 0.870 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง ANNs และวิธีการใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่สูงตามลำดับ



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ด้วยวิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และ ANNs

2. ผลการพยากรณ์น้ำท่าโดยความสัมพันธ์ระดับน้ำ (State Correlation)

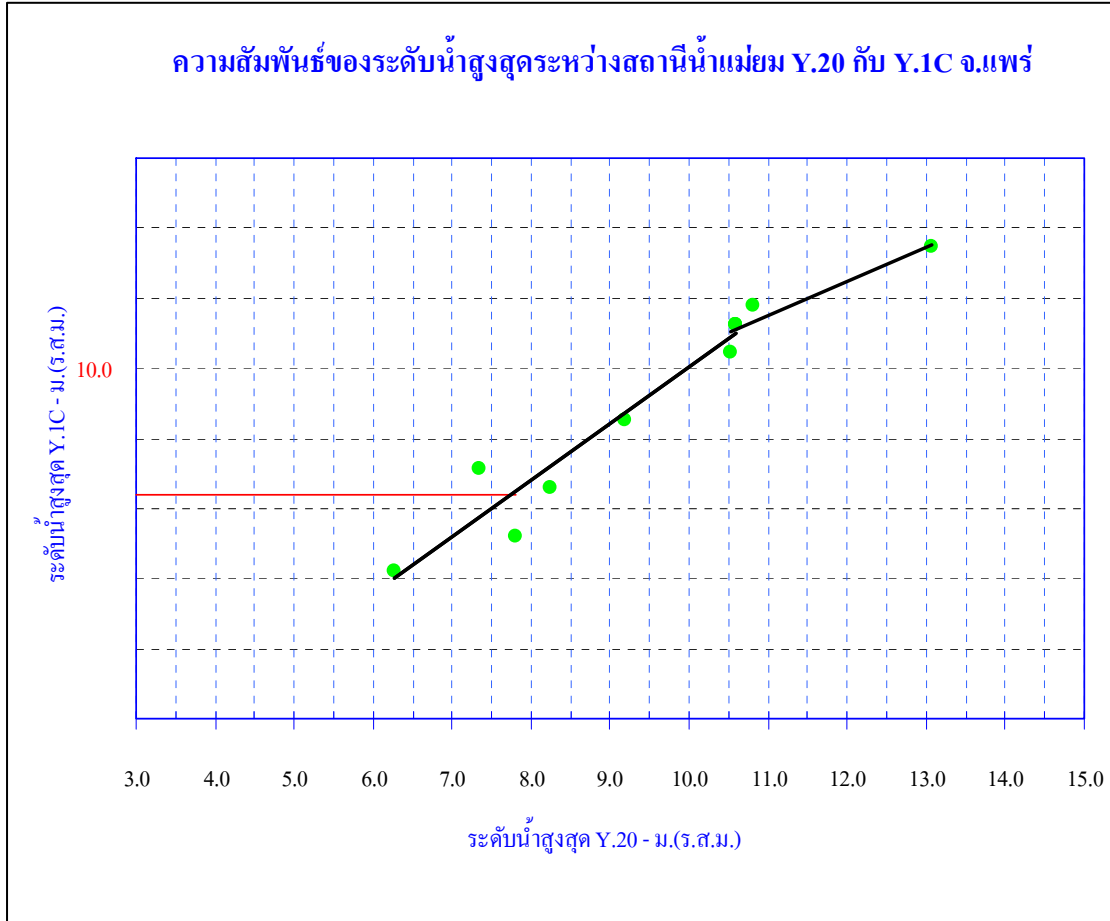
1) ผลความสัมพันธ์ของระดับน้ำ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำ ณ สถานีวัดระดับน้ำ Y.1C ที่บ้านน้ำโค้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และสถานีวัดระดับน้ำ Y.20 ที่บ้านห้วยสัก อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งทั้งสองสถานีมีการบันทึกข้อมูลเป็นรายชั่วโมง และครอบคลุมข้อมูลระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้น ตั้งแต่ระดับต่ำ ๆ จนถึงระดับน้ำสูงสุด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลระดับสูงสุดของสถานี Y.20 และ Y.1C ปี พ.ศ. 2537 – 2538

ระดับน้ำ Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	วัน เดือน ปี	เวลา	ระดับน้ำ Y.1C ม. (ร.ส.ม.)	วัน เดือน ปี	เวลา
10.52	1 ส.ค. 37	13.00	10.22	2 ส.ค. 37	17.00
10.60	15 ส.ค. 37	24.00	10.62	17 ส.ค. 37	01.00
7.35	31 ส.ค. 37	04.00	8.56	1 ก.ย. 37	14.00
6.26	16 ก.ย. 37	13.00	7.11	17 ก.ย. 37	08.00
7.80	1 ส.ค. 38	20.00	7.61	3 ส.ค. 38	07.00
9.18	7 ส.ค. 38	07.00	9.25	8 ส.ค. 38	13.00
8.25	23 ส.ค. 38	10.00	8.30	24 ส.ค. 38	13.00
13.08	1 ก.ย. 38	01.00	11.73	1 ก.ย. 38	16.00

ซึ่งจากสถิติข้อมูลระดับน้ำสูงสุดของสถานีทั้งสองในตารางที่ 1 สามารถสร้างความสัมพันธ์ ด้วยสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Regression) ได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำ ณ สถานีวัดระดับน้ำ Y.1C และสถานีวัดระดับน้ำ Y.20

จากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างสถานี Y.1C และ Y.20 จะมีเส้นตรง 2 เส้น เนื่องจากลำน้ำยมที่สถานี Y.1C เมื่อน้ำเริ่มล้นตลิ่ง จะมีพื้นที่รูปตัดขวางของลำน้ำ เพิ่มความจุได้มากขึ้น และเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่ากว่าสถานี Y.20 ซึ่งไม่มีน้ำล้นตลิ่ง ทำให้สถานี Y.1C มีระดับน้ำเกินระดับ 10.50 เมตร จะมีสมการเส้นตรงอีกค่าหนึ่ง ตามรูปภาพที่ 5

2) ผลการพยากรณ์ระดับน้ำ

การคาดการณ์ระดับน้ำสูงสุดที่จะเกิดขึ้นที่สถานี Y.1C ซึ่งเป็นพื้นที่ขอเขตเทศบาลเมืองแพร่ สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้จากข้อมูลระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่สถานี Y.20 โดยใช้เส้นความสัมพันธ์ระดับน้ำของทั้งสถานีตามรูปภาพที่ 5 หรือคำนวณจากสมการ

(1) กรณีระดับน้ำสถานี Y.20 สูงกว่า 10.50 เมตร

$$\text{ระดับน้ำสถานี Y.1C} = \text{ระดับน้ำที่สถานี Y.20} \times 0.5232 + 4.8919$$

(2) กรณีระดับน้ำสถานี Y.20 ต่ำกว่า 10.50 เมตร

$$\text{ระดับน้ำสถานี Y.1C} = \text{ระดับน้ำที่สถานี Y.20} \times 0.7595 + 2.3045$$

ซึ่งสามารถพยากรณ์ระดับน้ำได้ทุกกระยะ 20 เซนติเมตรดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับน้ำสูงสุดของสถานี Y.20 สำหรับพยากรณ์ระดับน้ำสูงสุดที่จะเกิดขึ้นที่สถานี Y.1C

ระดับน้ำสูงสุด Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	ระดับน้ำสูงสุด Y.1C ม. (ร.ส.ม.)	ระดับน้ำสูงสุด Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	ระดับน้ำสูงสุด Y.1C ม. (ร.ส.ม.)	ระดับน้ำสูงสุด Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	ระดับน้ำสูงสุด Y.1C ม. (ร.ส.ม.)
7.00	7.62	9.40	9.44	11.80	11.07
7.20	7.77	9.60	9.60	12.00	11.17
7.40	7.92	9.80	9.75	12.20	11.27
7.60	8.08	10.00	9.90	12.40	11.38
7.80	8.23	10.20	10.05	12.60	11.48
8.00	8.38	10.40	10.20	12.80	11.59
8.20	8.53	10.60	10.44	13.00	11.69
8.40	8.68	10.80	10.54	13.20	11.80
8.60	8.84	11.00	10.65	13.40	11.90
8.80	8.99	11.20	10.75	13.60	12.01
9.00	9.14	11.40	10.86	13.80	12.11
9.20	9.29	11.60	10.96	14.00	12.22

จากข้อมูลระดับตลิ่งต่ำสุดของลำน้ำยมที่สถานี Y.1C เมื่ออ่านระดับน้ำได้ 8.20 เมตร น้ำจะเริ่มท่วมฝั่ง และหากระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นพื้นที่น้ำท่วมก็จะสูงขึ้นตามลำดับ จากตารางที่ 2 จะพบว่าหากระดับน้ำที่สถานี Y.1C อ่านได้ 8.20 เมตร ซึ่งเป็นระดับน้ำเต็มตลิ่งนั้น ข้อมูลระดับน้ำที่สถานีทางเหนือน้ำ คือสถานี Y.20 มีระดับน้ำสูง 7.80 เมตร ดังนั้นกรณีที่จะไม่เกิดน้ำท่วมในเทศบาลเมืองแพร่ คือระดับน้ำที่อ่านได้สูงสุดของสถานี Y.20 ต้องไม่เกิน 7.80 เมตร เมื่อระดับน้ำสูงสุดที่อ่านได้จากสถานี Y.20 สูงมากขึ้น การพยากรณ์ล่วงหน้าเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมก็สามารถคาดการณ์ได้จากตารางที่ 2 เช่น หากระดับน้ำที่สถานี Y.20 อ่านได้สูงสุด 12.00 เมตร จะคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดน้ำท่วมที่สถานี Y.1C อยู่ที่ระดับ 11.17 เมตร

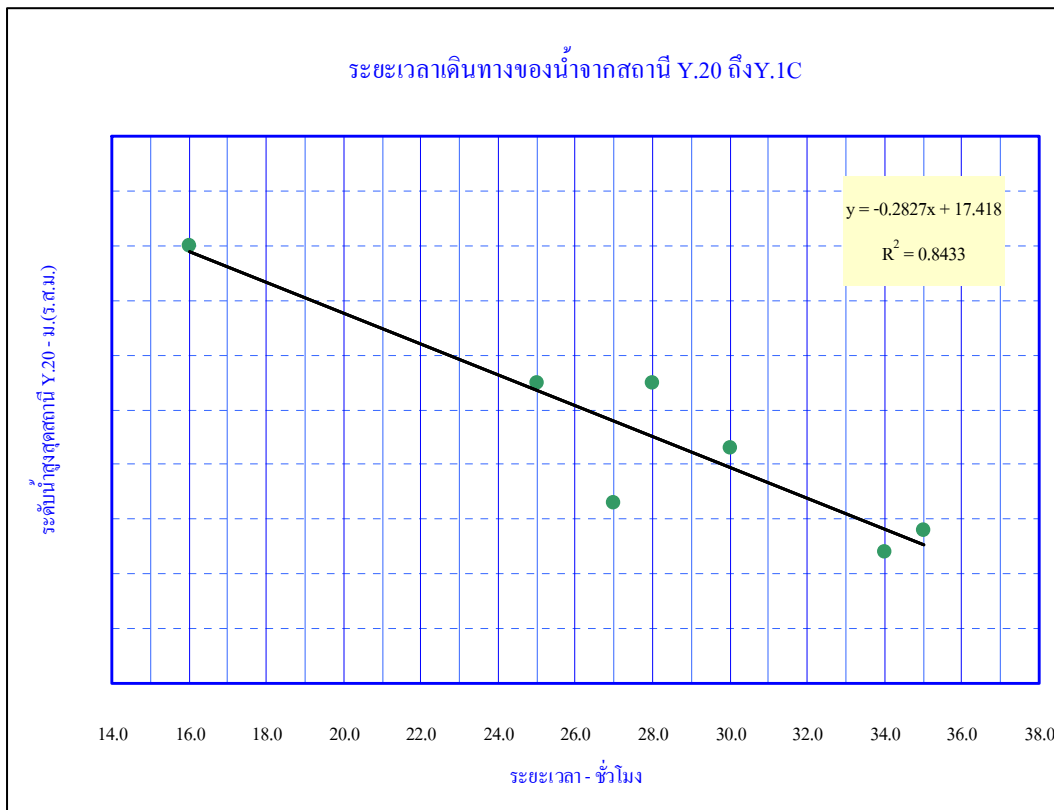
3) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาเดินทางของน้ำกับความสูงของระดับน้ำ

ในการพยากรณ์ระดับน้ำดังกล่าวทำให้ทราบเพียงระดับความสูงของระดับน้ำ แต่เพื่อให้มีเวลาในการเตรียมตัวล่วงหน้า จึงจำเป็นต้องสร้างเส้นความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 (เหนือน้ำ) กับระยะเวลาในการเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 (เหนือน้ำ) ไปถึงสถานี Y.1C (ท้ายน้ำ) โดยคำนวณเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C จากสถิติข้อมูลในอดีต ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C

ระดับน้ำ Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	วัน เดือน ปี	เวลา	ระดับน้ำ Y.1C ม. (ร.ส.ม.)	วัน เดือน ปี	เวลา	เวลาเดินทางของน้ำจาก Y.20 ถึง Y.1C (ชั่วโมง)
10.52	1 ส.ค. 37	13.00	10.22	2 ส.ค. 37	17.00	28
10.60	15 ส.ค. 37	24.00	10.62	17 ส.ค. 37	01.00	25
7.35	31 ส.ค. 37	04.00	8.56	1 ก.ย. 37	14.00	34
7.80	1 ส.ค. 38	20.00	7.61	3 ส.ค. 38	07.00	35
9.18	7 ส.ค. 38	07.00	9.25	8 ส.ค. 38	13.00	30
8.25	23 ส.ค. 37	10.00	8.30	24 ส.ค. 38	13.00	27
13.08	1 ก.ย. 38	01.00	11.73	1 ก.ย. 38	17.00	16

จากตารางที่ 3 จากความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 กับเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C เป็นรายชั่วโมง สามารถสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำสูงสุด Y.1C และระยะเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึง สถานี Y.1C

4) ผลการพยากรณ์ระยะเวลาเดินทางของน้ำ

เมื่อได้สมการของความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C ตามความสูงของระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 แล้ว การพยากรณ์ระยะเวลาการเดินทางของน้ำสูงสุดสามารถแสดงได้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การพยากรณ์ระยะเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C ตามความสูงของระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20

ระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 ม. (ร.ส.ม.)	ระยะเวลาเดินทางของน้ำจากสถานี Y.20 ถึงสถานี Y.1C ปริมาณ - ชั่วโมง
7.00 – 8.00	33 – 36
8.00 – 9.00	30 – 33
9.00 – 10.00	26 – 30
10.00 – 11.00	23 – 26
11.00 – 12.00	20 – 23
12.00 – 13.00	16 – 20
13.00 – 14.00	14 - 16

การกำหนดระยะเวลาเดินทางของน้ำขึ้นอยู่กับความสูงของระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 เช่น ระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 วัดได้ระหว่าง 8.00 – 9.00 เมตร หมายถึงระดับน้ำสูงสุดนี้จะเคลื่อนตัวไปทำynnน้ำ และใช้เวลาในการเดินทางถึงสถานี Y.1C ประมาณ 30 – 33 ชั่วโมง หรือหากกระดับน้ำที่สถานี Y.20 สูงประมาณ 13-14 เมตร จะใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 14-16 ชั่วโมง กล่าวได้ว่าเมื่อระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 มีระดับน้ำสูงขึ้น ระยะเวลาในการเดินทางของน้ำจะสั้นลง

5) ผลการพยากรณ์เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม

การเตือนภัยน้ำท่วมเมืองแพร่จึงใช้แนวทางของการเกิดน้ำท่วมในอดีตมาเป็นเกณฑ์การเตือนภัย ทั้งนี้ต้องทราบข้อมูลระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.20 แล้วพยากรณ์ ระดับน้ำสูงสุดที่จะเกิดขึ้นที่สถานี Y.1C และแจ้งระยะเวลาการเดินทางของน้ำตามตารางที่ 2 และตารางที่ 4 ซึ่งการเผยแพร่การพยากรณ์และ

(1) ขนาดของภัยเล็ก

หมายถึง ระดับน้ำที่สถานี Y.20 สูงประมาณ 8 – 9 เมตร ระยะเวลาเดินทางของน้ำใช้เวลาประมาณ 30 ชั่วโมง และทำให้น้ำเต็มตลิ่งและท่วมเมืองแพร่เล็กน้อย

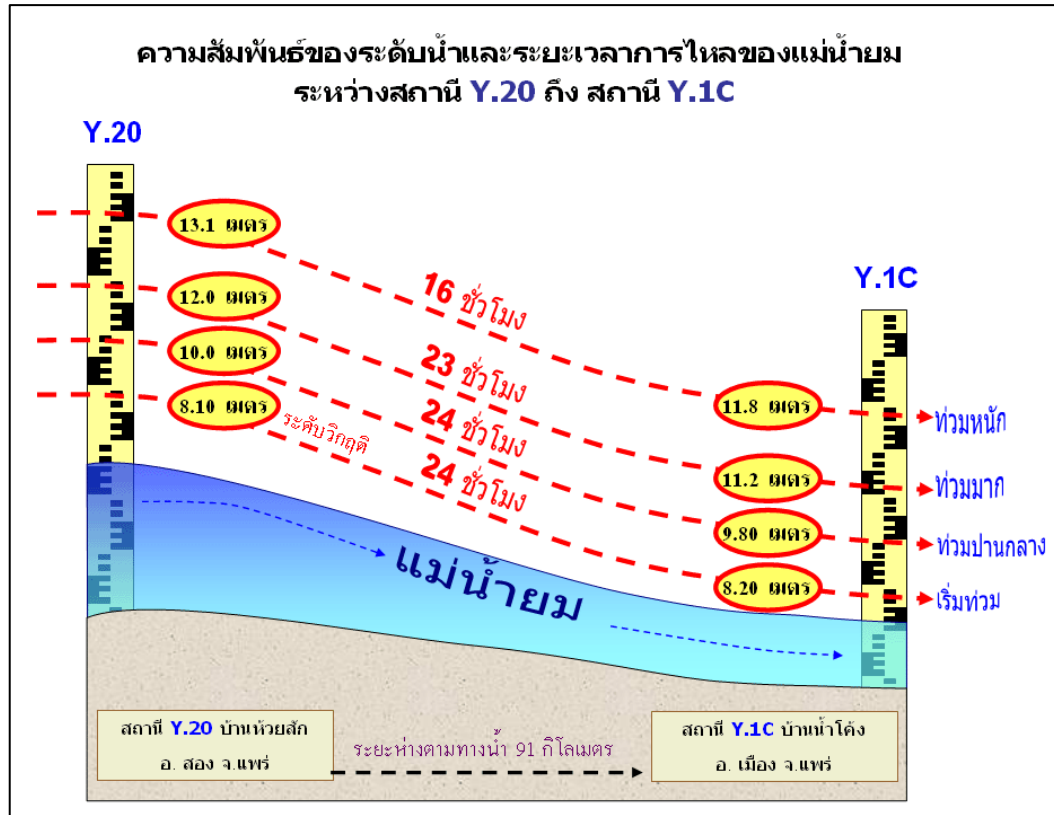
(2) ขนาดของภัยขนาดปานกลาง

หมายถึง ระดับน้ำที่สถานี Y.20 สูงประมาณ 9 – 11 เมตร ระยะเวลาเดินทางของน้ำใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง และทำให้เกิดน้ำท่วมเมืองแพร่แต่ไม่รุนแรงมาก โดยมีความสูงของระดับน้ำสูงสุดที่สถานี Y.1C ไม่เกิน 11 เมตร เช่น ปี 2537 ระดับน้ำที่สถานี Y.20 อ่านได้ 10.60 เมตร และระดับน้ำที่สถานี Y.1C วัดได้สูงสุด 10.62 เมตร

(3) ขนาดของภัยขนาดใหญ่

หมายถึง ระดับน้ำที่สถานี Y.20 สูงเกินกว่า 11 เมตร ระยะเวลาเดินทางของน้ำน้อยกว่า 24 ชั่วโมง และจะทำให้เกิดน้ำท่วมที่เมืองแพร่มีความเสียหายอย่างรุนแรง เช่น ปี 2538 ระดับน้ำที่สถานี Y.20 อ่านได้สูงสุด 13.08 เมตร และระดับน้ำที่สถานี Y.1C วัดได้สูงสุด 11.73 เมตร

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำทั้งสองสถานีนั้น อาจจะมีข้อจำกัด หากระหว่างสถานีทั้งสองมีลำน้ำสาขามีประมาณน้ำมากกว่า 30% ของลำน้ำหลัก เพราะจะทำให้การพยากรณ์คลาดเคลื่อนไปมาก แต่โดยภาพรวมหากการเลือกกลุ่มน้ำเหมาะสมกับการศึกษาดังกล่าว การใช้ความสัมพันธ์ของระดับน้ำมาพยากรณ์เพื่อแจ้งเตือนภัย สามารถสื่อความหมายแก่ประชาชนทั่วไปได้ ให้เป็นที่เข้าใจได้ง่าย ดังตัวอย่างในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเตือนภัยน้ำท่วมจากผลการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ

สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า 3 แบบจำลอง คือ การใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph หรือ Unit graph) ปัญญาประดิษฐ์โครงข่ายใยประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANNs) และ การพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ (State Correlation) ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง ANNs และกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีความสามารถในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ณ สถานี C.2 จังหวัดนครสวรรค์ได้ทั้งสองแบบจำลอง ซึ่งสามารถดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของแบบจำลอง ANNs และกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีค่าเท่ากับ 0.941 และ 0.870 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ควรมีการพิจารณาให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งแต่ละลุ่มน้ำมีความแตกต่างกันตามลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลอง โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำท่า ที่ต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องและข้อมูลที่จัดเก็บมีมาตรฐานของข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้ เนื่องจากการพัฒนาแบบจำลองข้อมูลนำเข้ามีความสำคัญอย่างมาก

ส่วนผลที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ (State Correlation) แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการคาดการณ์แบบจำลอง ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการใช้เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งมีความแม่นยำสูง ทั้งนี้ในการเลือกสถานะเพื่อนำมาใช้ในแบบจำลองควรคัดเลือกสถานะต้นน้ำ และท้ายน้ำที่มีความสัมพันธ์ต่อกันสูง เพราะจะเป็นการยืนยันถึงการส่งผลกระทบของสถานะต้นน้ำต่อสถานะปลายน้ำ ซึ่งจะทำให้การคาดการณ์น้ำท่า มีความแม่นยำสูงและสามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

อย่างไรก็ตามในการประยุกต์ใช้แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้ารายวัน มีข้อควรพิจารณาใน 3 ประเด็น กล่าวคือ

- 1) การเลือกใช้แบบจำลองนั้นจะต้องพิจารณาถึงข้อมูลที่มีอยู่ ทั้งข้อมูลในอดีตและข้อมูลปัจจุบัน เนื่องจากหากข้อมูลที่มีไม่สมบูรณ์ หรือไม่ตรงกันตามที่ต้องการในแบบจำลองแล้ว จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่มีความละเอียด ถูกต้องและความเสถียรภาพต่อแบบจำลอง ดังนั้นแบบจำลองต้องเป็นแบบจำลองอย่างง่ายและใช้ได้กับข้อมูลที่มีอยู่

- 2) บุคลากรที่จะพัฒนาและใช้แบบจำลองจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติพอสมควร ตลอดจนรู้ถึงข้อจำกัด และข้อเด่นของแบบจำลอง

- 3) การติดตามและประเมินผลลัพธ์จากแบบจำลอง เพื่อการปรับแก้พารามิเตอร์ต้องมีอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

ทองเปลว กองจันทร์. (2546).กระบวนการการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อการจัดสรรน้ำจากระบบอ่างเก็บน้ำ กรณีศึกษาในกลุ่มน้ำมูลตอนบน .วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรารุช วุฒินิชย์ .(2544). Artificial Neuron Network ชลกร ฉบับชุกชาติ.สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์, 89-102

วีรพล แต่สมบัติ.(2531).อุทกวิทยาประยุกต์ .ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.139 – 188.

สันติ ทองพำนัก. (25...).อุทกวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

เสรี สุภราทิตย์ .(2544). คู่มือการพยากรณ์น้ำโดยโครงข่ายประสาทเทียม . สถาบันพัฒนาการชลประทาน ปากเกร็ด ,นนทบุรี.

Sarangi, A. and Bhattacharya, A.K.(2005). Comparison of Artificial Neural Network and regression models for sediment loss prediction from Banha watershed in India. *Water Technology Centre, IARI, Pusa Campus, New Delhi 110012, India. Agricultural Water Management.*