หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาคเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 157,000 ตารางกิโลเมตร ส่วนมากเป็นเขตภูเขา หุบเขา และลุ่มน้ำตอนบน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของยอดน้ำลำธารหลายสายของประเทศ บริเวณหุบเขาที่มีแม่น้ำลำธารเหล่านี้ไหลผ่าน จะเกิดที่ราบดินตะกอนที่เหมาะสมในการเพาะปลูกอย่างยิ่ง และมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น

ถึงแม้ว่าภาคเหนือจะเป็นภาคที่มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยประมาณ 1,200 มิลลิเมตรต่อปีซึ่งเป็นค่าปริมาณน้ำฝนที่มากพอสมควร แต่การที่มีฝนตกไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปีจึงทำให้บางครั้งจะมีน้ำไม่เพียงพอสำหรับการเกษตรกรรม หรือบางครั้งน้ำมากเกินไปจนไหลลงแม่น้ำลำคลองไม่ทัน จึงเกิดน้ำหลากทำความเสียหายต่อการเกษตรกรรม สิ่งก่อสร้างทางโครงสร้างชลศาสตร์และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ด้วย

มีงานก่อสร้างสำหรับการพัฒนาชนบทในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งกระทำโดยหน่วยงานของราชการหลายหน่วยงาน เช่นสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (ร.พ.ช.) และโครงการสร้างงานในชนบท (ก.ส.ช.) เป็นต้น งานส่วนหนึ่งคืองานเกี่ยวกับโครงสร้างชลศาสตร์ที่เป็นงานเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละงานใช้เงินไม่มากและเร่งรีบกระทำ จึงเป็นปัญหาสำหรับวิศวกรที่จะออกแบบอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

งานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์ เช่น ท่อลอดถนน ช่องลอดสะพาน ฝายกั้นน้ำ คลองส่งน้ำ และแม้กระทั่งระบบป้องกันน้ำท่วมของพื้นที่ทำการเกษตรหรืออุตสาหกรรมนั้น โดยทั่วไปแล้ววิศวกรผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบอัตราการไหลของน้ำในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการ หรือค่ารอบปีที่อาจเกิดซ้ำของอัตราการไหลของน้ำที่มีช่วงเวลาที่กำหนด การที่วิศวกรจะทราบค่าเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำเหล่านั้นเป็นเวลาหลาย ๆ ปี แต่ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำเล็ก ๆ นี้มีอยู่น้อยมาก จึงจำเป็นต้องเอาข้อมูลน้ำฝนมาใช้ในการประเมินอัตราการไหลของน้ำ ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ว

ในเบื้องต้นของงานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์นั้น วิศวกรจำเป็นต้องทราบค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนด หรือค่ารอบปีสำหรับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาที่กำหนด

การประเมินค่าปริมาณฝนที่ใช้ออกแบบสูงเกินไป (overdesign) นั้น เมื่อพิจารณาถึงงานออกแบบจำนวนมากแล้ว จะเป็นการสิ้นเปลืองทางเศรษฐกิจอย่างมาก ส่วนการประเมินค่าปริมาณฝนที่ใช้ออกแบบต่ำเกินไป (underdesign) อาจทำให้โครงสร้างชลศาสตร์เสียหายเร็วเกินไป และอาจเป็นต้นเหตุทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินอื่นมากมาย

สำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาเกิน 1 วัน จะไม่เป็นปัญหามากนัก เพราะมีจำนวนสถานีฝนมากเพียงพอ กล่าวคือมีจำนวนสถานีฝน (ที่มีสถิติฝนรายวัน) อยู่เป็นจำนวน 259 สถานี ซึ่งสถานีฝนที่มีจำนวนปีที่เก็บข้อมูลถึง 25 ปี มีอยู่ประมาณ 100 สถานี แต่สำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง (ต้องวิเคราะห์จากสถิติน้ำฝนที่ได้จากสถานีฝนที่มีเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ) ยังมีปัญหามาก เพราะจำนวนสถานีฝนที่มีเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติมีอยู่น้อยมาก กล่าวคือในภาคเหนือของประเทศไทยมี

- สถานีฝนที่มีจำนวนปีของข้อมูลกราฟฝนที่สมบูรณ์เพียงพอถึง 10 ปี มีจำนวน 17 สถานี
- สถานีฝนที่มีจำนวนปีของข้อมูลกราฟฝนที่สมบูรณ์เพียงพอถึง 15 ปี มีจำนวน 4 สถานี
- สถานีฝนที่มีจำนวนปีของข้อมูลกราฟฝนที่สมบูรณ์เพียงพอถึง 20 ปี มีจำนวน 3 สถานี

การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมงนั้น มีความจำเป็นต่องานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์ที่มีพื้นที่รับน้ำฝนขนาดเล็ก ดังนั้นการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน เพื่อศึกษาและเสนอผลวิจัยที่คิดว่าดีที่สุดสำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่องานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์และเป็นประโยชน์โดยตรงต่องานพัฒนาชนบทในภาคเหนือของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ก. ศึกษาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ จากสถิติข้อมูลฝนของแต่ละสถานีฝนในภาคเหนือของประเทศไทย

ข. ศึกษาหาหลักการโดยทั่วไปจากความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ ในภาคเหนือของประเทศไทย พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับผลวิจัยที่ได้กระทำมาแล้ว

ค. เสนอผลวิจัยในรูปแบบของการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการตามจุดต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทยที่ยังขาดแคลนข้อมูลฝน

ง. เสนอวิธีการที่คาดว่าสามารถเอาไปใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมงจากข้อมูลฝนรายวัน ตามภูมิภาคที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับภาคเหนือของประเทศไทยที่ยังขาดแคลนข้อมูลกราฟฝน เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และสาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพพม่า

1.3 ขอบข่ายของการวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้มีขอบข่ายของการวิจัยดังนี้

ก. ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์นั้นจะใช้ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมงสำหรับข้อมูลกราฟฝน และช่วงเวลา 1 วัน ถึง 5 วันสำหรับข้อมูลฝนรายวันในภาคเหนือของประเทศไทย

ข. จะเลือกเอาทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล (Gumbel's distribution) เป็นหลักสำหรับการวิเคราะห์ความถี่ข้อมูลฝนทั้งหมด ส่วนทฤษฎีการแจกแจงแบบอื่นคือทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2-พารามิเตอร์ (two-parameter lognormal distribution) และการแจกแจงแบบลอก-เพียร์สันชนิดที่ 3 (log-pearson type three distribution) จะใช้วิเคราะห์เพียงเพื่อเปรียบเทียบโดยสังเขป ซึ่งกระทำโดยการทดสอบความเหมาะสมของการใช้ทฤษฎีการแจกแจงทั้ง 3 ทฤษฎีด้วยวิธีทดสอบไคสแควร์ เพียงบางสถานีฝน

ค. การเสนอหลักการบางอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนนี้จะเป็นการเสนอหลักการเฉพาะค่าปริมาณฝนที่มีค่ารอบปี 2 ปี ถึง 200 ปี ที่มีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมงเท่านั้น

ง. การเสนอผลวิจัยสำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดนั้น เป็นการประเมินค่าปริมาณฝนเฉพาะจุด (point rainfall) เท่านั้น และใช้ประเมินค่าฝนที่มีค่ารอบปี 2 ปี ถึง 200 ปี ที่มีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 5 วันในภาคเหนือของประเทศไทย

จ. ความเที่ยงตรงของผลวิเคราะห์ความถี่ฝน กระทำโดยการหาช่วงความเชื่อมั่นและลิมิต (confidence intervals and limits) จะวิเคราะห์โดยสังเขปเพื่อประกอบผลวิจัยเท่านั้น

1.4 การสำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยบางเรื่องที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้วทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ถูกเลือกเอามาเป็นพื้นฐานและแนวทางสำหรับเอามาประยุกต์ใช้กับการวิจัยนี้ เพื่อให้การเสนอผลวิจัยมีแนวความคิดที่กว้างขึ้น ซึ่งจะกล่าวถึงการสำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยสังเขปดังนี้

1.4.1 การสำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้วภายในประเทศ

Mustonen (1969) ผู้เชี่ยวชาญจาก World Meteorological Organization (W.M.O.) ทำงานร่วมกับเจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย เสนอผลวิจัยซึ่งเป็นการศึกษาเบื้องต้นของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน จากสถานีวัดน้ำฝน 14 สถานี ของประเทศไทย (ซึ่งมีอยู่ 2 สถานี ที่อยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย คือสถานีฝน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และ อ.เมือง จ.พิษณุโลก) โดยเสนอผลในรูปแบบของเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ ของแต่ละสถานีฝน

Ertuna (1970) วิจัยเกี่ยวกับการแจกแจงความถี่ของสถิติข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ (คือ 0.5, 1 และ 2 ชั่วโมง) ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยแบ่งพื้นที่ของประเทศออกเป็น 6 ภูมิภาค และตั้งสมมติฐานว่าพื้นที่ที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันต้องมีลักษณะเป็น homogeneous region แล้วทำการวิเคราะห์การแจกแจงด้วย

ก. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบกัมเบล (Gumbel's probability distribution)

ข. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบแกมม่า (Gamma probability distribution)

ค. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบลอกนอร์มอล (Lognormal probability distribution)

ง. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเพียร์สัน (Pearson's probability distribution)

เพื่อหาว่าการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบใดเหมาะสมกับภูมิภาคใด โดยทดสอบความเหมาะสม (goodness of fit test) ของการแจกแจงด้วยวิธีการทดสอบไคสแควร์ (chi-square test)

Ketratanabovorn (1973) ศึกษาการประเมินค่าความเข้มฝนที่มีช่วงเวลาสั้นมาก ๆ (ต่ำกว่า 5 นาที) ของสถานีวัดน้ำฝนในกรุงเทพ โดยใช้สมการ $I_s = aI_1^b$ เมื่อ I_s เป็นค่าความเข้มฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ (ต่ำกว่า 5 นาที) I_1 เป็นค่าความเข้มฝนที่มีช่วงเวลายาวกว่า (ในการวิจัยใช้ช่วงเวลา 5 นาทีเป็นหลัก) a, b เป็นค่าคงที่สำหรับช่วงเวลาที่กำหนด ข้อมูลค่าปริมาณฝนที่ช่วงเวลา 1 นาที ถึง 5 นาทีนั้น ได้มาจากเครื่องวัดน้ำฝนชนิดชั่งน้ำหนักแบบเฟอร์กูสสัน (Fergusson type of weighting raingage) ที่ A.I.T. โดยใช้วิธีปรับให้ chart drum ของเครื่องหมุน 1 รอบ ต่อ 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการขยายสเกลเวลา (expanding the time scale)

ธำรง เปรมปรีดิ์ (2520) ศึกษาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน จากสถานีวัดน้ำฝน 8 สถานีในภาคเหนือของประเทศไทย

โดยเสนอผลวิจัยในรูปแบบของเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีพร้อมทั้งเสนอหลักการบางอย่างด้วย

Anukularmphai (1980) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลฝนและการระเหยของน้ำในประเทศไทยเพื่อความสะดวกในการเอาไปใช้งาน เช่น งานวางแผนทางด้านแหล่งน้ำ การเพิ่มผลผลิตทางด้านการเกษตรและการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม เป็นต้น สำหรับการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้คือ ได้มีการเสนอแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณเท่ากันในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดคือ ในรอบปี 2 ปี ถึง 1000 ปี ที่มีช่วงเวลา 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลฝนที่ได้จากกราฟฝนนั้นได้เสนอผลในรูปของเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ของแต่ละสถานีเป็นจำนวน 6 สถานี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 12 ชั่วโมง

1.4.2 การสำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้วในต่างประเทศ

Hershfield & Wilson (1957) พิจารณาข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนในทวีปอเมริกาเหนือ เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาหลักการโดยทั่วไป ซึ่งเสนอผลวิจัยในรูปแบบของตารางและไดอาแกรมสำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี 1 ปี ถึง 100 ปี และช่วงเวลา 20 นาที ถึง 24 ชั่วโมง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับค่าปริมาณฝน (area-depth) และกราฟแสดงความสัมพันธ์สำหรับการเอาข้อมูลฝนรายวันไปใช้ประเมินค่าปริมาณฝน 2 ปี,1-ชั่วโมง เป็นต้น

Australia,Institution of Engineers (1958) ศึกษาเกี่ยวกับน้ำฝนและน้ำท่าในประเทศออสเตรเลีย สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับน้ำฝนนั้นได้ศึกษาข้อมูลจากกราฟฝนที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 6 นาที ถึง 96 ชั่วโมง และข้อมูลฝนรายวันที่มีช่วงเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน โดยเสนอผลวิจัยเพื่อใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการในประเทศออสเตรเลียในรูปแบบของแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าคงที่ (constant) เท่ากัน ควบคู่กับสมการของความสัมพันธ์คือ

$$I_T^t = I_1^t \cdot F_{Tt}$$

และ $I_1^t = \frac{c}{(t+b)^n}$

เมื่อ I_T^t คือ ความเข้มฝน (นิ้ว/ช.ม.) ในรอบปี T ปี และช่วงเวลา t นาที

I_1^t คือ ความเข้มฝน (นิ้ว/ช.ม.) ในรอบปี 1 ปี และช่วงเวลา t นาที

F_{Tt} คือ ฟังก์ชั่นของความถี่

c, b, n คือ ค่าคงที่ของแต่ละสถานีฝน

Hershfield (1962) วิเคราะห์ข้อมูลค่าปริมาณฝนที่มีค่าสูง (extreme rainfall data) บนพื้นฐานของพายุฝนแต่ละครั้งและความถี่ในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อตั้งความสัมพันธ์โดยเฉลี่ย เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนกับพื้นที่ การแจกแจงของค่าปริมาณฝนกับเวลา และค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ได้จากข้อมูลฝน (the maximum observed rainfall) กับค่าสถิติที่ได้จากอนุกรมค่าปริมาณฝนที่มีค่าสูง (series of extreme rainfalls) เป็นต้น

Reich (1963) ศึกษาหาวิธีการในการประเมินค่าความเข้มฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ ตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ในบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลฝนในประเทศแอฟริกาใต้ โดยเสนอผลวิจัยในรูปแบบของแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปี 2 ปี ช่วงเวลา 1 ชั่วโมง และในรอบปี 2 ปี ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่เท่ากันของค่าปริมาณฝนในรอบปี 100 ปี ต่อ รอบปี 2 ปี ควบคู่กับกราฟแสดงความสัมพันธ์ และ diagram Reich ได้ใช้วิธีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนในสหรัฐอเมริกา และศึกษาความสัมพันธ์นี้จากข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนในแอฟริกาใต้ (ซึ่งมีข้อมูลฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ เพียง 15 สถานี) จำนวนปีของการบันทึกข้อมูลโดยเฉลี่ย 15 ปี และพบว่าความสัมพันธ์บางอย่างเหมือนกัน ซึ่งความสัมพันธ์นี้สามารถเอาข้อมูลฝนรายวัน (จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดา) จำนวน 210 สถานีในแอฟริกาใต้มาใช้ประเมินค่าปริมาณฝนที่ช่วงเวลาสั้น ๆ ได้ และ Reich ยังได้เสนอว่าความสัมพันธ์บางอย่างที่กล่าวถึงนี้สามารถเอาไปใช้ในทุกภูมิภาคของโลก

Bell (1964) เสนอผลวิจัยในรูปแบบของแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดในประเทศออสเตรเลีย คือ ในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 8, 24 และ 72 ชั่วโมง ควบคู่กับ diagram บางรูป ซึ่งทำให้สามารถประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการในประเทศออสเตรเลียได้

Lambor (1967) ศึกษาข้อมูลฝนจากกราฟฝนและฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนในประเทศโปแลนด์จำนวน 11 สถานี ซึ่งแต่ละสถานีตั้งอยู่ในสภาพภูมิประเทศและระดับความสูงที่แตกต่างกัน เพื่อวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ในประเทศโปแลนด์ โดยเสนอผลวิจัยในรูปแบบของสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ

$$I = \frac{(38-12\text{Log}Pr)H^{0.28}}{(t+c)^{n}}$$

$$n = 0.779-0.164H$$

$$c = \frac{1}{1000}\,(20.92\ H.Pr^{0.345}-0.15\ Pr - 2.0)$$

I = ความเข้มฝน (ม.ม./ช.ม.)

Pr = ความน่าจะเป็น (เปอร์เซนต์)

H = ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนประจำปี (mean annual precipitation) (ม.ม.)

t = ช่วงเวลา (ชั่วโมง)

จากสมการจะทำให้สามารถประเมินค่าความเข้นฝนในรอบปีและเวลาที่ต้องการได้จากค่าเฉลี่ยของฝนประจำปี

Bell (1969) พยายามสรุปหลักการทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนสำหรับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ คือ ตั้งแต่ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง โดยการศึกษาผลวิจัยในประเทศต่าง ๆ คือ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย

รัสเซีย และอัฟริกาใต้ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกัน เช่นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (depth-duration ratio) ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (depth-frequency ratio) และสมการ empirical แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่

Goswami (1972) เสนอผลวิจัยในรูปแบบของแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดในประเทศอินเดีย โดยมีค่ารอบปี 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี ที่มีช่วงเวลา 5, 10, 15, 30 และ 60 นาที เนื่องจากความขาดแคลนข้อมูลฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ ในประเทศอินเดีย ดังนั้นวิธีการวิจัยของ Goswami ได้เอาผลวิจัยที่กระทำมาแล้วในต่างประเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน (ที่ช่วงเวลาสั้น ๆ) และวิธีการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวัน เอามาประยุกต์ใช้ในประเทศอินเดียทำให้สามารถประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ จากข้อมูลฝนรายวันของประเทศอินเดียได้

Pierrehumbert (1974) วิจัยเพื่อแก้ไขปรับปรุงผลวิจัยเรื่อง "Auatralian Rainfall and Run-off" ของ Australia, Institution of Engineers (1958) ให้ดีขึ้นด้วยการเพิ่มจำนวนปีของข้อมูลฝนมากขึ้น และเพิ่มจำนวนสถานีฝนให้มากขึ้น โดยวิจัยการประเมินค่าฝนในรอบปี 1 ปี ถึง 50 ปี และช่วงเวลา 6 นาที ถึง 72 ชั่วโมง พร้อมทั้งเสนอความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาของแต่ละสถานีและแต่ละค่ารอบปี ในรูปแบบสมการ polynomial คือ

$$\ln I = a + b\ln t + c(\ln t)^2 + d(\ln t)^3 + e(\ln t)^4 + f(\ln t)^5 + g(\ln t)^6$$

I = ความเข้มฝน (ม.ม./ช.ม.)

t = ช่วงเวลา (ชั่วโมง)

a, b, c, d, e, f และ g เป็นค่าคงที่

และยังเสนอวิธีการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ในบริเวณที่ไม่มีข้อมูลกราฟฝน

1.5 การดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

1. ศึกษาวิธีการวิจัยและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้กระทำมาแล้วทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางและการเปรียบเทียบ

2. ศึกษาคุณลักษณะโดยทั่วไปในภาคเหนือของประเทศไทย เช่น ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ลักษณะภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ

3. เลือกสถานีวัดน้ำฝนที่จะเอาข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์

4. รวบรวมข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดของแต่ละปี ที่มีช่วงเวลาที่ต้องการจากข้อมูลกราฟฝน และข้อมูลฝนรายวัน นอกจากนี้ได้รวบรวมข้อมูลจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองในแต่ละปี

5. วิเคราะห์ข้อมูล

6. ศึกษาผลวิเคราะห์ที่ได้ โดยใช้ผลวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้วเป็นแนวทางและเปรียบเทียบ

7. เสนอผลวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสามารถเอาไปใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี และช่วงเวลาที่กำหนด ในบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลฝนในภาคเหนือของประเทศไทย

8. สรุปผลวิจัย

9. เสนอแนะสำหรับการวิจัยในขั้นต่อไป

10. เสนอแนะการเอาผลวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในภูมิภาคใกล้เคียง ที่ยังขาดแคลนข้อมูลฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ในภาคเหนือของประเทศไทย และการเสนอผลวิจัยเพื่อใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการ (ในรอบปี 2 ปี ถึง 200 ปี และช่วงเวลา 5 นาที ถึง 5 วัน) คาดว่ามีประโยชน์ดังนี้

1. ประหยัดเวลาสำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการ พร้อมทั้งแก้ปัญหาการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ในบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลกราฟฝน (จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ) ซึ่งจะมีส่วนทำให้งานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์ในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

2. หลักการบางอย่างของความสัมพันธ์ที่วิจัยได้ คาดว่าสามารถเอาไปใช้ในภูมิภาคใกล้เคียง (เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว) เพื่อที่สามารถประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ๆ จากข้อมูลฝนรายวันที่มีอยู่

3. เป็นแนวทางสำหรับการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย