หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ผลการวิจัยและวิจารณ์

6.1 ความถูกต้องของผลวิเคราะห์ความถี่

ในการวิจัยครั้งนี้ที่เกี่ยวกับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่ต้องการนั้น ความถูกต้องของผลวิเคราะห์จะมีมากเพียงใดย่อมขึ้นกับ

6.1.1 ความคลาดเคลื่อนของค่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินี้ ความเที่ยงตรงของข้อมูลขึ้นกับ ชนิดของเครื่องวัดน้ำฝน การติดตั้งกราฟฝน การตรวจการทำงานของเครื่องอยู่เสมอ และคนอ่านค่าปริมาณฝนที่ได้จากกราฟฝน นอกจากนี้ยังขึ้นกับช่วงเวลาของค่าปริมาณฝนด้วย กล่าวคือค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาสั้น ย่อมมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก

จากสถานีฝนที่ถูกเลือกมาทำการวิจัยจำนวน 17 สถานีนั้น มีอยู่เพียง 3 สถานีที่ผู้วิจัยสามารถอ่านค่าปริมาณสูงสุด ที่มีช่วงเวลา 5 และ 10 นาที ได้โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่มากเกินไป ส่วนข้อมูลจากสถานีฝนที่เหลืออีก 14 สถานีนั้น สามารถอ่านค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาสั้นที่สุดได้เพียง 15 นาที เพราะถ้ามีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาทีแล้วจะมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก

2. ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 วันที่ได้จากข้อมูลฝนรายวันนี้ โดยทั่วไปแล้วความคลาดเคลื่อนจะขึ้นกับผู้ที่ทำการวัดอ่านค่าปริมาณฝน

6.1.2 จำนวนปีที่เก็บข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ความถี่จะเป็นที่น่าเชื่อถือได้เพียงใด ย่อมขึ้นกับจำนวนปีที่เก็บข้อมูลเอามาวิเคราะห์ด้วย ดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.6.1

1. สำหรับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่ได้จากกราฟฝนนั้น ผู้วิจัยได้พยายามเก็บข้อมูลให้ได้จำนวนปีมากที่สุดแต่ก็ยังได้จำนวนปีที่เก็บข้อมูลกราฟฝนโดยเฉลี่ยแล้วเพียง 13 ปี ซึ่งมีค่าน้อยเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารอบปีที่ต้องใช้กับงานออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์ (โดยทั่วไปต้องใช้ค่ารอบปีอย่างต่ำ 50 ปี) ดังนั้นจึงเป็นธรรมดาที่ผลวิเคราะห์ความถี่ที่มีค่ารอบปีสูง ๆ เช่น 100 ปี หรือ 200 ปี ของข้อมูลฝนบางช่วงเวลาของบางสถานี ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ข-2.1 จึงผิดจากความเป็นจริงไปบ้าง ตัวอย่างเช่นผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนจากสถานีฝน (12061) คลองสวนหมาก จ.กำแพงเพชร นั้นจะเห็นได้ว่าค่าปริมาณฝน 200-ปี, 6-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 153.2 ม.ม. น้อยกว่าค่าปริมาณฝน 200-ปี, 3-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 162.6 ม.ม. ซึ่งเมื่อเอาผลวิเคราะห์นี้ไปเสนอเป็นผลวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ แผนที่แสดงเส้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากัน และแผนที่แสดงเส้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน เป็นต้น ผู้วิจัยจะแก้ไขผลวิเคราะห์ที่ผิดความจริงนี้ด้วย โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อ 6.2.3 หัวข้อ 6.5.2.1 และหัวข้อ 6.5.2.2 แต่อย่างไรก็ตาม ผลวิเคราะห์ที่ผิดความจริงเหล่านี้มีอยู่น้อยมาก ดังนั้นจึงไม่เป็นปัญหาสำหรับการวิจัย

2. สำหรับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่ได้จากข้อมูลฝนรายวันนั้น ผู้วิจัยเก็บข้อมูลฝนโดยมีปีที่เก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 สิ้นสุดปี พ.ศ. 2522 เฉลี่ยแล้วมีจำนวนปีที่เก็บข้อมูล 26.4 ปี ซึ่งเป็นจำนวนปีที่ค่อนข้างน้อย จึงทำให้ผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนที่มีค่ารอบปีสูง ๆ ของบางสถานีและบางช่วงเวลามีค่าผิดไปจากความเป็นจริงอยู่บ้าง (แต่มีน้อยมาก) ซึ่งเมื่อเอาผลวิเคราะห์นี้ไปเสนอเป็นผลวิจัยในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ จำเป็นต้องแก้ค่าของผลวิเคราะห์ที่ผิดไปจากความเป็นจริง ซึ่งได้กล่าวถึงวิธีการแก้ไขไว้ในหัวข้อ 6.2.4

3. รูปที่ ค-1.1 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝน เมื่อมีจำนวนปีที่เก็บข้อมูลแตกต่างกัน ซึ่งในรูปที่ ค-1.1 ได้มาจากผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1, 3 และ 5 วัน จากตารางที่ ข-3.1 ของสถานีฝน 3 สถานีคือ (07013) อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (08013) อ.เมือง จ.เชียงราย และ (39013) อ.เมือง จ.พิษณุโลก ในรูปที่ ค-1.1 นี้เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ความ

ถี่เมื่อมีปีที่เก็บข้อมูลอยู่ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 ถึง พ.ศ. 2522 (จำนวนปีที่เก็บข้อมูล 28 ปี) กับ ผลวิเคราะห์ความถี่เมื่อมีปีที่เก็บข้อมูลอยู่ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2463 ถึง พ.ศ. 2522 (จำนวนปีที่เก็บข้อมูล 57 ปี) จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าจะมีจำนวนปีที่เก็บข้อมูลแตกต่างกันอย่างมาก แต่ผลวิเคราะห์ความถี่ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งจากการเปรียบเทียบนี้เป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในการเอาผลวิเคราะห์ความถี่จากข้อมูลฝนรายวันจำนวน 79 สถานีที่แสดงไว้ในตารางที่ ก-2.2 (ซึ่งมีจำนวนปีที่เก็บข้อมูล 28 ปี) มาใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝน

6.1.3 ทฤษฎีการแจกแจงความถี่

การเลือกทฤษฎีการแจกแจงที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความถี่ย่อมทำให้ผลวิเคราะห์ที่ได้มีช่วงความเชื่อมั่นที่แคบที่สุด [Vevjevich (1972)] ดังนั้นผลวิเคราะห์จะเป็นที่น่าเชื่อถือได้มากเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นกับการเลือกทฤษฎีการแจกแจงที่จะเอามาวิเคราะห์ที่เหมาะสมด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความถี่ ซึ่งเหตุผลที่เลือกการแจกแจงแบบนี้ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.3.3 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เลือกสถานีฝน 3 สถานี คือสถานีฝน (07013) อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (08013) อ.เมือง จ.เชียงราย และ (39013) อ.เมือง จ.พิษณุโลก เพื่อเอาข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันคือ $\frac{1}{2}$, 2, 6, 24 ชั่วโมง, 1, 3 และ 5 วัน ที่ได้จากสถานีฝน 3 สถานีนี้ มาวิเคราะห์ความถี่ด้วยทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบลลอกนอร์มอล ชนิด 2-พารามิเตอร์ และลอก-เพียร์สันชนิดที่ 3 มาเปรียบเทียบดูความแตกต่างของผลวิเคราะห์โดยสังเขป ในรูปแบบดังนี้

1. ตารางที่ ข-7.2 แสดงผลการทดสอบผลความเหมาะสมโดยวิธีทดสอบไคสแควร์ ซึ่งจากผลการทดสอบเป็นเพียงเปรียบเทียบว่า จากทฤษฎีการแจกแจงทั้ง 3 วิธีที่กล่าวถึงนั้น ทฤษฎีการแจกแจงแบบใดจะเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความถี่มากกว่ากัน และสรุปได้ว่ายังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าทฤษฎีการแจกแจงแบบใดที่ใช้วิเคราะห์ความถี่กับสถานีฝนในภาคเหนือของประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมที่สุด

2. รูปที่ ค-1.2 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนที่ได้จากทฤษฎีการแจกแจงแบบต่าง ๆ คือ ทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล ลอกนอร์มอล ชนิด 2-พารามิเตอร์ และ ลอก-เพียร์สันชนิดที่ 3 ซึ่งสรุปได้โดยสังเขปว่า

- โดยทั่วไปแล้วค่าปริมาณฝนในรอบปีตั้งแต่ 2 ถึง 50 ปี ที่วิเคราะห์ได้จากทฤษฎีการแจกแจงทั้ง 3 ทฤษฎี ไม่แตกต่างกันมากเกินไป

- ค่าปริมาณฝนที่มีค่ารอบปีตั้งแต่ 2 ถึง 200 ปี ที่วิเคราะห์ได้จากทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล มักจะมีค่าสูงกว่าค่าปริมาณฝนที่วิเคราะห์ได้จากทฤษฎีการแจกแจงแบบบลอกนอร์มอล ชนิด 2-พารามิเตอร์ และ ลอก-เพียร์สัน ชนิดที่ 3

6.1.4 ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิต

การวิจัยครั้งนี้เกี่ยวกับการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาต่าง ๆ กันนั้น ค่าปริมาณฝนที่ได้เป็นเพียงค่ากะประมาณ ซึ่งบางครั้งวิศวกรอาจจำเป็นต้องทราบความเที่ยงตรงของค่ากะประมาณนี้ในรูปแบบของช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของค่ากะประมาณที่ได้ แต่การวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของค่าปริมาณฝนที่วิเคราะห์ได้นี้ ไม่ได้อยู่ในขอบข่ายของการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจะวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตโดยสังเขปเท่านั้น กล่าวคือ ทำการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของค่าปริมาณฝนที่มีค่ารอบปีต่าง ๆ กันและมีช่วงเวลาดังนี้คือ $\frac{1}{2}$, 2, 6, 24 ชั่วโมง, 1, 3 และ 5 วัน ของสถานีฝน 3 สถานี คือ (07013) อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (08013) อ.เมือง จ.เชียงราย และ (39013) อ.เมือง จ.พิษณุโลก

การเสนอผลวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตได้แสดงในรูปแบบดังนี้

1. ตารางที่ ข-8.1 และตารางที่ ข-8.2 ได้แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและลิมิตความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันที่มีช่วงเวลา $\frac{1}{2}$, 2, 6, 24 ชั่วโมง 1, 3 และ 5 วัน ที่วิเคราะห์จากทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล

2. รูปที่ ค-1.2 แสดงเส้นกราฟลิมิตความเชื่อมั่นของผลวิเคราะห์ที่พล็อตได้โดยเอามาจากค่าที่วิเคราะห์ได้จากตารางที่ ข-8.1 และตารางที่ ข-8.2

3. จากข้อ 1. และ 2. สรุปได้ว่า

- โดยทั่วไปแล้วเส้นกราฟของค่าปริมาณฝนที่วิเคราะห์โดยทฤษฎีการแจกแจงอีก 2 ทฤษฎี คือการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2-พารามิเตอร์ และการแจกแจงแบบลอก-เพียร์สันชนิดที่ 3 จะอยู่ในพื้นที่ความเชื่อมั่น (confidence region)

- เมื่อต้องการทราบช่วงความเชื่อมั่นโดยประมาณของค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนด ตามจุดต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น เราอาจจะสามารถเอาผลที่ได้จากข้อ 1. และ 2. ไปใช้ได้

6.2 หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ในภาคเหนือของประเทศไทย (Generalized Rainfall-Duration-Frequency Relationships in Northern Region of Thailand)

หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ ในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น ผู้วิจัยจะเน้นหนักเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง และเป็นความสัมพันธ์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การประเมินค่าปริมาณฝน ตามบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลกราฟฝนในภาคเหนือของประเทศไทย

วิธีการหาหลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ ผู้วิจัยกระทำโดยศึกษาผลวิจัยที่ได้กระทำมาแล้ว เช่นผลวิจัยของ Bell (1964), Bell (1969), Goswami (1972), Hershfield & Wilson (1957), Pierrehumbert (1974) และ Reich (1963) เป็นต้น โดยศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันจนถือได้ว่าเป็นหลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ แล้วเอามาเป็นแนวทางเพื่อเปรียบเทียบกับผลวิจัยที่ได้จากผลวิเคราะห์ข้อมูลในภาคเหนือของประเทศไทย

หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยจะเสนอมี

6.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กัน (Relationships Between Rainfalls of Different Durations)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันนี้ ผู้วิจัยได้เสนอ

ในรูปแบบของอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา หรือในรูปแบบของเปอร์เซนต์ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งคุณสมบัติของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาที่ได้จากการศึกษาผลการวิจัยที่ได้กระทำมาแล้วนั้น ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.8.1

ในการวิจารณ์ผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาในภาคเหนือของประเทศไทยที่ได้จากตารางที่ ข-5.1 และตารางที่ ข-5.2 นั้น ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อออกเป็นดังนี้

6.2.1.1 อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาทีเป็นหลัก

1. ผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาทีเป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 5 และ 10 นาที (ซึ่งเขียนในรูปของสัญญลักษณ์เป็น P_T^5/P_T^{15} และ P_T^{10}/P_T^{15} ตามลำดับ) ของสถานีฝน 3 สถานี ในภาคเหนือของประเทศไทย คือ สถานีฝน (07341) แม่กวง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ (59121) แก่งหลวง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย และ (70131) น้ำปาด อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ ข-5.1 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ทั้ง 3 สถานีฝน แสดงไว้ในตารางที่ ข-5.2

2. เสนอและวิจารณ์ผลวิจัยในรูปแบบดังนี้

- รูปที่ ค-2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่มีช่วงเวลา 15 นาที เป็นหลัก) ของสถานีฝนแต่ละสถานีที่กล่าวไว้แล้วในข้อ 1. จากรูปที่ ค-2.1 นี้จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ของแต่ละสถานีฝนทั้ง 3 สถานีมีค่าใกล้เคียงกันมาก

- รูปที่ ค-2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (ของค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี และ 200 ปี) ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเส้นกราฟที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยทั้ง 3 สถานีฝน (ที่กล่าวไว้ในข้อ 1.) เมื่อเปรียบเทียบเส้นกราฟที่ได้จากค่าปริมาณฝนในรอบ 2 ปี กับเส้นกราฟที่ได้จากค่าปริมาณ

ฝนในรอบปี 200 ปี จะเห็นได้ว่าเกือบไม่มีความแตกต่างกันเลย

- รูปที่ ค-2.3 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเป็นความสัมพันธ์เฉลี่ยจากสถานีฝนทั้ง 3 สถานี จากการพล็อตจุดที่ได้จากค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 5 และ 10 นาที กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที โดยมีค่ารอบปีเดียวกัน ลงบนแผ่นกราฟ จะเห็นได้ว่าจุดที่พล็อตได้เกาะกลุ่มกับเส้นกราฟความสัมพันธ์ดีมาก

- รูปที่ ค-2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนประมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (โดยเฉลี่ยทุกค่ารอบปีที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กัน) จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟที่ได้จากรูปที่ ค-2.4 นี้ จะอยู่ระหว่างเส้นกราฟ 2 เส้นที่ได้จากรูปที่ ค-2.2

- รูปที่ ค-2.5 เปรียบเทียบเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (โดยเฉลี่ยทุกค่ารอบปี) ที่ได้จากออสเตรเลียและภาคเหนือของประเทศไทย

จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟทั้ง 2 เส้นนี้แสดงความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

3. สรุปผลวิจัยที่ได้จากข้อ 2. ได้ว่า จากเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้จากรูปที่ ค-2.1, ค-2.2, ค-2.4, ค-2.5 มีค่าใกล้เคียงกัน และจากรูปที่ ค-2.3 แสดงให้เห็นว่าจุดที่พล็อตได้เกาะกลุ่มกับเส้นกราฟดีมาก นอกจากนี้สถานีฝนที่เอาข้อมูลมาวิเคราะห์นี้ทั้ง 3 สถานีอยู่ในตำแหน่งที่ค่อนข้างเหมาะสม กล่าวคือ สถานีฝน (07341) แม่กวง อ.ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของภาคเหนือ สถานี (59121) แก่งหลวง อ.ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย ตั้งอยู่ทางตอนใต้ และสถานีฝน (70131) อ.น้ำปาด จ. อุตรดิตถ์ ตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของภาคเหนือ ดังนั้นถึงแม้ว่าจะมีข้อมูลที่เอามาวิเคราะห์เพียง 3 สถานี ผู้วิจัยจึงเสนอว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากรูปที่ ค-2.4 อาจจะสามารถเอาไปใช้ประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที กับสถานีที่มีข้อมูลค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำสุด 15 นาทีได้ ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลฝน

6.2.1.2 อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง เป็นหลักในการเปรียบเทียบ

1. ผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 5, 10, 15, 30 และ 120 นาที (ซึ่งเขียนในรูปของสัญญลักษณ์เป็น P_T^5/P_T^{60}, P_T^{10}/P_T^{60}, P_T^{15}/P_T^{60}, P_T^{30}/P_T^{60} และ P_T^{120}/P_T^{60} ตามลำดับ) ของแต่ละสถานีฝนจำนวน 17 สถานีฝนในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ ข-5.1 ส่วนค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยทั้ง 17 สถานีในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น แสดงไว้ในตารางที่ ข-5.2

2. เอาผลวิเคราะห์จากข้อ 1. มาเสนอและวิจารณ์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- ตารางที่ ค-3.1 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ที่ได้จากสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย รัสเซีย และภาคเหนือของประเทศไทย โดยค่าอัตราส่วนที่ได้จาก สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และรัสเซีย ได้มาจาก Bell (1969) และ Goswami (1972)

- รูปที่ ค-3.1 แสดงความสัมพันธ์ อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 5, 10, 15, 30 และ 120 นาที) ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่มีช่วงเวลา 5, 10, 15, 30 และ 120 นาที กับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง

- รูปที่ ค-3.2 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 5, 15 และ 120 นาทีในภาคเหนือของประเทศไทย โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 5, 15 และ 120 นาที กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 60 นาที ในรอบปีเดียวกัน

- รูปที่ ค-3.3 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 10 นาที ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณที่มีช่วงเวลา 10 นาที กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 60 นาทีในรอบปีเดียวกัน

- รูปที่ ค-3.4 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 30 นาที ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 60 นาที ในรอบปีเดียวกัน

- รูปที่ ค-3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี, 5 ปี และ 200 ปี ที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ในภาคเหนือของประเทศไทย

- รูปที่ ค-3.6 เปรียบเทียบเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ 2 เส้นคือ

(ก) เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (โดยเฉลี่ยทุกค่ารอบปี)

(ข) เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง เป็นหลัก)

จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ทั้ง 2 เส้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก

- รูปที่ ค-3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลา (โดยเฉลี่ยทุกค่ารอบปี) ของสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และภาคเหนือของประเทศไทย โดยเป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์เฉลี่ยของสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และภาคเหนือของประเทศไทย

3. สรุปผลวิจัยที่ได้จากข้อ 2. ดังนี้

- ค่าอัตราส่วนที่ได้จากสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และรัสเซีย ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศหลาย ๆ แบบ ดังนั้น การเอาผลวิจัยที่ได้จากประเทศต่าง ๆ เหล่านี้เป็นพื้นฐานและแนวทางย่อมทำให้การสรุปผลวิจัยที่ได้ในภาคเหนือของประเทศไทยดีขึ้น

- จากรูปที่ ค-3.1 จะเห็นได้ว่าจุดที่พล็อตได้จะเกาะกลุ่มกับเส้นกราฟดีมาก แต่สำหรับรูปที่ ค-3.2 ค-3.3 และ ค-3.4 จุดที่พล็อตได้บางจุดจะกระจายออกไปมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลวิจัยที่ได้จากสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย คือจากรูปที่ 3-3 นั้น เมื่อพิจารณาโดยสายตาแล้วจะมีจุดที่พล็อตได้ เกาะกลุ่มกับเส้นกราฟดีกว่า ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากจำนวนปีที่เก็บข้อมูลฝนจากสถานีฝนในภาคเหนือของประเทศไทย เมื่อเอามาวิเคราะห์นี้มีน้อยเกินไปก็เป็นได้

- แต่อย่างไรก็ตาม การเอาความสัมพันธ์ที่ได้ในภาคเหนือของประเทศไทย ไปใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลฝนที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว หรือทางด้านทิศตะวันตกของภาคเหนือ ย่อมมีความมั่นใจดีกว่าการเอาความสัมพันธ์ที่ได้จากสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย

6.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันนี้ ผู้วิจัยได้เสนอในรูปแบบของอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.8.2 ผลการวิจัยเกี่ยวกับอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (โดยเอาค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี เป็นหลัก) ในรอบปีต่าง ๆ กัน จำนวน 17 สถานีฝนในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ ข-6.1 ส่วนค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่โดยเฉลี่ยทั้ง 17 สถานีฝน ในภาคเหนือของประเทศไทย แสดงไว้ในตารางที่ ข-6.2 ดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 5.4

2. เอาผลวิเคราะห์ที่ได้จากข้อ 1. มาเสนอในรูปแบบดังนี้

- ตารางที่ ค-4.1 เป็นการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่ได้จากสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และภาคเหนือของประเทศไทย โดยที่ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่ได้จากสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลียนั้น ได้มาจากผลวิจัยของ Bell (1969) ซึ่งวิเคราะห์มาจากค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ในภาคเหนือของประเทศไทย ที่แสดงไว้ในตารางที่ ค-4.1 นี้ได้มาจากตารางที่ ข-6.2

- รูปที่ ค-4.1 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง) ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเส้นกราฟความสัมพันธ์เป็นค่าเฉลี่ยของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ส่วนจุดที่พล็อตได้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนในรอบปี 5, 50 และ 200 ปี กับค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี โดยมีช่วงเวลาเดียวกันคือ 1 ชั่วโมง

- รูปที่ ค-4.2 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง) ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเส้นกราฟความสัมพันธ์เป็นค่าเฉลี่ยของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ส่วนจุดที่พล็อตได้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนในรอบปี 2, 25 และ 100 ปี กับค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี โดยมีช่วงเวลาเดียวกันคือ 1 ชั่วโมง

3. สรุปผลวิจัยที่ได้จากข้อ 2. ดังนี้

- เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ โดยเฉลี่ยที่ได้จากสหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย กับภาคเหนือของประเทศไทย ดังแสดงไว้ในตารางที่ ค-2 จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

- จากรูปที่ ค-4.1 และ ค-4.2, นั้นจะเห็นได้ว่าจุดที่พล็อตได้เกาะกลุ่มกันดีมาก

- เมื่อพิจารณาถึงการศึกษาผลวิจัยที่ได้จาก Bell (1969) ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.8.2 แล้วพิจารณาจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเสนอว่าการเอาค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ของค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ ที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ได้จากตารางที่ ข-6.2 รูปที่ ค-4.1 และรูปที่ ค-4.2 ไปใช้กับการประเมินค่าปริมาณฝนใน

รอบปีต่าง ๆ ที่มีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ในภาคเหนือของประเทศไทย หรือภูมิภาคใกล้เคียงที่ยังขาดแคลนข้อมูลฝน ควรจะเอาไปใช้ได้

- แต่การเอาอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ไปใช้ประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ ที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 2 ชั่วโมง ถึง 24 ชั่วโมง ในภาคเหนือของประเทศไทยหรือภูมิภาคใกล้เคียง ควรเอาค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ที่ได้จากสถานีฝนใกล้เคียงไปใช้

6.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่

1. ผลวิเคราะห์ที่จะเอามาหาความสัมพันธ์ ได้มาจากผลวิเคราะห์ค่าความเข้มฝนในรอบปีต่าง ๆ กันคือ 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี โดยมีช่วงเวลา 5, 10, 15, 30 นาที , 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง จากข้อมูลกราฟฝนของสถานีฝนจำนวน 17 สถานี ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ ข-2.1

2. เอาผลวิเคราะห์จากข้อ 1. มาเสนอความสัมพันธ์ในรูปแบบเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ในรูปที่ ค-5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของแต่ละสถานีฝนจำนวน 17 สถานีฝนในภาคเหนือของประเทศ โดยความสัมพันธ์มีรายละเอียดดังนี้

- เส้นกราฟแต่ละเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาในรอบปีต่าง ๆ ที่กำหนด คือ 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี

- ช่วงเวลาที่แสดงจะอยู่ในช่วง 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ยกเว้นสถานีฝน (07341) แม่กวง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ (59121) แก่งหลวง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย และ (70131) น้ำปาด อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ ซึ่งจะมีช่วงเวลาที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง

3. สรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากข้อ 2. ดังนี้

- โดยทั่วไปแล้วเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ที่ค่ารอบปีต่าง ๆ กันจะขนานกัน เส้นกราฟมีลักษณะเรียบ (smooth) และรูปร่างเส้นกราฟ มีลักษณะเช่นเดียว

กับผลวิจัยที่กระทำมาแล้วภายในประเทศและต่างประเทศ กับผลวิจัยของ ธำรง เปรมปรีดี (พ.ศ. 2520), Mustonen (1969), Anukularmphai (1980) และ Pierrehumbert (1974)

- แต่มีเส้นกราฟบางเส้นของบางสถานีฝนที่ลักษณะเส้นฟราฟไม่ค่อยเรียบ (smooth) นัก ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับเส้นกราฟที่มีค่ารอบปีสูง ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากจำนวนปีที่เก็บข้อมูลเอามาวิเคราะห์น้อยเกินไป ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 6.1.2 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ไขโดยการปรับเส้นกราฟให้เรียบขึ้น

6.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่

1. ผลวิเคราะห์ที่จะเอามาหาความสัมพันธ์นี้ ได้มาจากผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันคือ 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ที่มีช่วงเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน จากข้อมูลฝนรายวัน ซึ่งรายละเอียดของผลวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ ข-3.1

2. เอาผลวิเคราะห์ที่ได้จากข้อ 1. มาเสนอในรูปแบบเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ในรูปที่ ค-5.2 เป็นตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของสถานีฝนจำนวน 18 สถานีในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งส่วนมากสถานีฝนที่ถูกเลือกมักจะเป็นสถานีฝนที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง โดยความสัมพันธ์มีรายละเอียดดังนี้

- เส้นกราฟแต่ละเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนกับค่ารอบปีในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่กำหนด คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน

- ค่ารอบปีที่แสดงในรูปที่ ค-5.2 นี้ จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.01 ปี ถึง 200 ปี

- เส้นกราฟทุกเส้นจะเป็นเส้นตรง ทั้งนี้เป็นคุณสมบัติโดยทั่วไปที่การเอาผลวิเคราะห์ความถี่โดยทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล มาพล็อตลงบนกระดาษกราฟแบบกัมเบล (Gumbel paper) จะได้เส้นกราฟเป็นเส้นตรง

- จุดที่พล็อตได้บางจุดของสถานี ได้มาจากผลวิเคราะห์ที่ผิดปกติ เช่น ผลวิเคราะห์ที่ได้จากสถานีฝน (59013) อ.เมือง จ.สุโขทัย นั้นค่าปริมาณฝน 200-ปี, 5-วัน มีค่า = 320.5 ม.ม. น้อยกว่าค่าปริมาณฝน 200-ปี, 4-วัน ซึ่งมีค่า = 322.7 ม.ม.

ดังนั้นต้องปรับเส้นกราฟใหม่ เพื่อให้เส้นกราฟทุกเส้นที่ปรากฏในรูปไม่ตัดกัน โดยอย่างน้อยก็ควรจะเท่ากัน ซึ่งวิธีการเช่นนี้ Mustonen (1969) ได้เอาไปใช้กับการวิจัยของเขา

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟฝนกับข้อมูลฝนรายวัน

ค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (จากข้อมูลกราฟฝน) ย่อมมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 วัน (จากข้อมูลฝนรายวัน) และทำนองเดียวกันค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง ย่อมมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 2, 3, 4 และ 5 วัน ตามลำดับ ดังได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.9

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟฝน กับข้อมูลฝนรายวันนั้น รายละเอียดของการวิจัยมีดังนี้

1. ผลวิเคราะห์แสดงในรูปแบบอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา โดยเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลักในการเปรียบเทียบ ดังนี้

- ตารางที่ ข-5.1 ได้แสดงอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (โดยเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลักในการเปรียบเทียบ) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง (ที่วิเคราะห์จากข้อมูลกราฟฝน) ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน (ที่วิเคราะห์จากข้อมูลฝนรายวัน) ในรอบปีเดียวกัน ของแต่ละสถานีฝน จำนวน 17 สถานีในภาคเหนือของประเทศไทย

- ตารางที่ ข-5.2 ได้แสดงอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (โดยเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลักในการเปรียบเทียบ) ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนโดยเฉลี่ยจากทุกสถานีฝนจำนวน 17 สถานีที่ได้จากตารางที่ ข-5.1 และนอกจากนี้ ตารางที่ ข-5.2 ยังได้แสดงอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง โดยเอาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลักในการเปรียบเทียบด้วย

2. เอาผลวิเคราะห์จากข้อ 1. มาเสนอผลวิจัยในรูปแบบของ แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากัน โดยแสดงค่าอัตราส่วนของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา

ต่าง ๆ กันตั้งแต่ 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ในรอบปีเดียวกัน คือในรอบปี 2 ปี กับ 50 ปี ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไปในหัวข้อ 6.5.2.1

3. จากผลที่ได้ 1. และ 2. นั้น วิจารณ์ได้ดังนี้

- จากการเสนอผลวิจัยในข้อ 2. คาดว่าสามารถเอาไปใช้ประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง โดยการใช้ข้อมูลฝนรายวัน ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 6.5.2.1

- เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนโดยเฉลี่ย ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ของสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และภาคเหนือของประเทศไทย แสดงไว้ดังนี้

สหรัฐอเมริกา มีค่าอัตราส่วน = 1.13 จาก Hershfield (1962)

ออสเตรเลีย มีค่าอัตราส่วน = 1.115 จาก Australia, Institute of Engineers (1958)

ภาคเหนือของประเทศไทย มีค่าอัตราส่วน = 1.10

- สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง (จากข้อมูลกราฟฝน) กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 2, 3, 4 และ 5 วัน (จากข้อมูลฝนรายวัน) นั้น ไม่ได้ทำการวิจัยไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า จากการศึกษาผลการวิจัยที่ได้กระทำมาแล้วของ Australia, Institution of Engineer (1958) พบว่าค่าปริมาณฝนที่ได้จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงไว้ดังนี้

ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 48 ชั่วโมง = ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน×1.06

ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 72 ชั่วโมง = ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน×1.05

ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 96 ชั่วโมง = ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน×1.05

- การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง ในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น สามารถเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 2, 3, 4 และ 5 วัน ไปใช้ได้เลย เพราะคาดว่าโดยทั่วไปแล้ว จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 24 ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วันนั้น จำเป็นต้องคูณด้วยค่าอัตราส่วนของความสัมพันธ์ที่ได้จากรูปที่ ง-1.15 และ ง-1.16

6.4 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีที่ต้องการ ที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ตามบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลฝน ในภาคเหนือของประเทศไทย

การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ในบริเวณที่ไม่มีข้อมูลกราฟฝนอยู่เลย หรือมีข้อมูลกราฟฝนอยู่น้อยมาก จำเป็นต้องเอาค่าปริมาณฝนจากสถานีฝนที่มีอยู่ตามบริเวณใกล้เคียง และความสัมพันธ์ที่สามารถใช้ได้โดยทั่วไปมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา

ถ้าเป็นบริเวณพื้นที่ราบ เช่น พื้นที่ส่วนมากในภาคกลางของประเทศไทยนั้น ค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดของบริเวณใกล้เคียงกันจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นการเอาค่าปริมาณที่มีอยู่ตามบริเวณใกล้เคียงมาใช้แก้ปัญหานั้นอาจจะมีบทบาทมากกว่าการเอาหลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์มาใช้แก้ปัญหา แต่สำหรับพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยส่วนมากจะเป็นภูเขา ซึ่งตามเขตพื้นที่ที่เป็นภูเขานั้นบริเวณใกล้เคียงกันอาจจะมีค่าปริมาณฝนที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นการที่จะเอาค่าปริมาณฝนจากบริเวณใกล้เคียงมาใช้นั้นย่อมมีโอกาสที่มีความคลาดเคลื่อนสูง จึงจำเป็นต้องเอาหลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์บางอย่างมาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อทำให้การประเมินค่าปริมาณฝนในบริเวณที่ขาดแคลนข้อมูลกราฟฝนเป็นไปอย่างเหมาะสมขึ้น

หัวข้อนี้เป็นการเสนอแนวความคิดแบบต่าง ๆ โดยการศึกษาผลการวิจัยที่กระทำมาแล้วทั้งในและต่างประเทศ (ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.10) ควบคู่กับ การศึกษาผลวิเคราะห์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อเอามาประยุกต์ในการเสนอแนวความคิดที่คาดว่าจะสามารถเอาไปใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ ที่กำหนดและมีช่วงเวลาตั้งแต่ 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งการเสนอแนวความคิดต่าง ๆ มีดังนี้

6.4.1 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีที่กำหนดและมีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 15 นาที ในภาคเหนือของประเทศไทย เมื่อทราบค่าปริมาณฝนในรอบปีเดียวกันและมีช่วงเวลา 15 นาที

เมื่อทราบค่าปริมาณฝนในรอบปีที่ต้องการ ซึ่งมีช่วงเวลา 15 นาที แต่ไม่มีสถิติข้อมูลค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เดียวกันและมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 15 นาที สามารถกระทำได้โดยใช้ความสัมพันธ์ที่ได้จากรูปที่ ค-2.4 ส่วนเหตุผลที่เอาความสัมพันธ์นี้มาใช้ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 6.2.1.1

6.4.2 การประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวัน

เมื่อต้องการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวันนั้น อาจจะสามารถกระทำได้ เมื่อทราบค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองในแต่ละปี (mean annual number of thunderstorm days) และค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 วัน (mean of maximum annual observational-day pricipitation) ก็สามารถประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Hershfield & Wilson ที่แสดงไว้ในรูปที่ 3-6

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Hershfield & Wilson กับผลการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง โดยการวิเคราะห์ความถี่ด้วยทฤษฎีการแจกแจงแบบกัมเบล กับข้อมูลกราฟฝนโดยตรง ดังแสดงไว้ในตารางที่ ข-4.1 ซึ่งจากการทดสอบสมมติฐานโดยมีระดับความมีนัยสำคัญ "α" = 0.05 และ 0.20 สรุปได้ว่าผลวิเคราะห์ทั้งสองวิธีไปแตกต่างกัน ดังที่ได้แสดงผลวิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ 5.2.2 ดังนั้นจึงเป็นไปได้ถ้าจะเอากราฟความสัมพันธ์ของ Hershfield & Wilson ที่แสดงไว้ในรูปที่ 3-6 มาใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง ในภาคเหนือของประเทศไทย และภูมิภาคใกล้เคียง ซึ่งวิธีการแบบนี้ Reich (1963) ได้เอาไปใช้ในอัฟริกาใต้ และ Goswami (1972) เอาไปใช้ในประเทศอินเดีย แต่ในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น จำนวนสถานีฝนที่มีการบันทึกข้อมูลจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองในแต่ละปียังมีจำนวนสถานีอยู่น้อยมาก เช่น จากสถานีฝนที่มีข้อมูลกราฟฝนที่ถูกเลือกเอามาวิจัยจำนวน 17 สถานีนี้จะมีสถานีฝนที่มีการบันทึกจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองอยู่เพียง 8 สถานีเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า แต่ละสถานีฝนที่อยู่ในเขตภาคเหนือตอนบนที่ถูกเลือกเอามาวิจัยนั้น มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองในแต่ละปีมีค่าเกิน 80 วันต่อปี จากรูปที่ 3-6 นั้นเส้นกราฟเส้นบนได้แสดงความสัมพันธ์ในการประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง เมื่อมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่มีอายุฟ้าคะนองตั้งแต่ 80 วันต่อปีขึ้นไป ดังนั้นผู้วิจัยได้

เสนอรูป ค-6.1 (โดยดัดแปลงมาจากรูปที่ 3-6) เพื่อใช้สำหรับประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง เมื่อมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองเกิน 80 วันต่อปี

ถ้าตั้งสมมติฐานว่าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียงนั้นมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่มีพายุฟ้าคะนองในแต่ละปีเกิน 80 วัน ก็จะสามารถเอาเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์จากรูปที่ ค-6.1 มาใช้ประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมงได้ โดยเพียงแต่ทราบค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีที่มีช่วงเวลา 1 วัน จากข้อมูลฝนรายวัน

6.4.3 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันตั้งแต่ 2 ถึง 200 ปี และมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝน 2-ปี,1-ชั่วโมง

การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันตั้งแต่ 2 ถึง 200 ปี และมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝน 2-ปี 1-ชั่วโมงนั้น ควรใช้วิธีการเดียวกับการวิจัยของ Goswami (1972) แต่ต่างกันตรงที่ Goswami เอาความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา และอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ของสหรัฐอเมริกามาใช้ในประเทศอินเดีย ส่วนการประเมินค่าปริมาณฝนในภาคเหนือของประเทศไทย ควรใช้ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา และค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ จากตารางที่ ข-5.1 หรือ ข-5.2 และตารางที่ ข-6.1 หรือ ข-6.2 ตามลำดับ

6.4.4 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันตั้งแต่ 2 ถึง 200 ปี และมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวัน

การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีต่าง ๆ กันตั้งแต่ 2 ถึง 200 ปี และมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวันในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น ผู้วิจัยได้เอาแนวความคิดของ Bell (1964), Pierrehumbert (1974) และ Reich (1963) มาประยุกต์ เพื่อเสนอการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ส่วนวิธีการประเมินค่าปริมาณฝนจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อที่ 6.5.2

6.5 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน ในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนดในภาคเหนือของประเทศไทย

6.5.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการเสนอแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งเสนอไดอาแกรมบางรูป ก็เพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบที่ต้องการทราบค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี ถึง 200 ปี และมีช่วงเวลาตั้งแต่ 5 นาที ถึง 120 ชั่วโมง ตามจุดต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย สามารถประเมินค่าปริมาณฝนได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และน่าเชื่อถือได้

6.5.2 การเสนอแผนที่และไดอาแกรม

6.5.2.1 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากัน

1. ข้อมูลที่เอามาพล็อตบนแผนที่นั้น เป็นผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (โดยเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลัก) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ในรอบปีเดียวกัน คือในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ผลวิเคราะห์ที่ได้นี้เอามาจากตารางที่ ข-5.1 ซึ่งเป็นผลวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา จำนวน 17 สถานี

2. รูปที่ ง-1.1 ถึง ง-1.16 เป็นแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากัน ที่เขียนเส้นชั้นขึ้นมาจากค่าอัตราส่วนที่พล็อตลงในแผนที่ในข้อ 1.

3. ตารางที่ ง-1.1 แสดงค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง จากสถานีฝนที่มีเครื่องตรวจวัดน้ำฝนแบบธรรมดาจำนวน 79 สถานี ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาที่ได้นี้ได้มาจากการอ่านค่าในแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากัน จากรูปที่ ง-1.1 ถึง ง-1.16

4. ตารางที่ ง-1.2 แสดงค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ของสถานีฝนจำนวน 79 สถานี ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งคำนวณจากการเอาค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ที่ได้จากตารางที่ ง-1.1) คูณด้วย ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ในรอบปีเดียวกัน (ที่ได้จากตารางที่ ข-3.1)

5. สำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนโดยวิธีในข้อ 4. นั้น เป็นปัญหาสำหรับผู้วิจัยว่าผลที่ได้จะเป็นที่น่าเชื่อถือได้เพียงใด แต่เมื่อพิจารณาดังนี้

- วิธีการนี้เป็นวิธีการที่เอาผลวิเคราะห์จากข้อมูลกราฟฝนมาใช้ร่วมกับผลวิเคราะห์จากข้อมูลฝนรายวัน ย่อมน่าเชื่อถือได้ดีกว่าการเอาผลวิเคราะห์จากข้อมูลกราฟฝนมาใช้แต่เพียงอย่างเดียว

- วิธีการนี้เป็นการประยุกต์วิธีการของ Pierrehumbert (1974) ที่เสนอว่า "แต่ละเขตพื้นที่จะมีค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาคงที่" และวิธีการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 24 ชั่วโมง จากผลวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวัน และค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาของแต่ละเขตพื้นที่ ซึ่งถ้าวิธีการของ Pierrehumbert เป็นที่ยอมรับแล้ว การประเมินค่าปริมาณฝนที่แสดงไว้ในตารางที่ ง-1.2 ควรจะเป็นที่น่าเชื่อถือได้

6.5.2.2 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้เสนอเป็น 2 แบบ ซึ่งใช้วิธีการที่แตกต่างกัน

1. รูปที่ ง-2.1 ถึง ง-2.16 เป็นแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปี 2 และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยที่ข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่นั้นเป็นผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนจำนวน 17 สถานีฝนจากตารางที่ ข-2.1 ซึ่งเป็นผลวิเคราะห์ความถี่จากข้อมูลกราฟฝนโดยตรง

2. รูปที่ ง-3.1 ถึง ง-3.16 เป็นแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน ในรอบปี 2 และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6,

12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยที่ข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่นั้น เป็นผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนจำนวน 79 สถานีซึ่งได้จากตารางที่ ง-1.2

จากแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝน ที่ได้จากข้อ 1. และ 2. ผู้วิจัยเสนอว่าแผนที่ในข้อ 2. ควรจะใช้ประเมินค่าปริมาณฝนได้ดีกว่าแผนที่ที่ได้จากข้อ 1. ด้วยเหตุผลดังนี้

ผลดีผลเสียจากการประเมินค่าปริมาณฝนตามจุดต่าง ๆ โดยการอ่านค่าจากแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน ตามแบบวิธีข้อ 1. คือ

- ข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่นั้น เป็นผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนจากข้อมูลกราฟฝนโดยตรง ทำให้เมื่อพิจารณาโดยผิวเผินแล้วดูเหมือนว่าน่าเชื่อถือได้

- จำนวนปีของข้อมูลที่ได้จากแต่ละสถานีที่เอามาวิเคราะห์นั้นมีค่าแตกต่างกัน จึงย่อมเป็นไปได้ที่แนวเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันที่แสดงบนแผนที่ จะแตกต่างไปจากที่ควรจะเป็น

- ความหนาแน่นของสถานีฝนมีน้อยเกินไป คือเพียง 17 สถานีฝนเท่านั้น ซึ่งน้อยเกินไปเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขา

- ทางด้านทิศตะวันตกของภาคเหนือของประเทศไทย เกือบไม่มีข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่เลย ทำให้ไม่สามารถลากแนวเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันได้อย่างมีเหตุผล จึงทำให้ยากแก่การประเมินค่าปริมาณฝนในพื้นที่แถบนั้น

ผลดีผลเสียจากการประเมินค่าปริมาณฝนตามจุดต่าง ๆ โดยการอ่านค่าจากแผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน ตามแบบวิธีข้อ 2. คือ

- ข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่ ไม่ได้เอาผลวิเคราะห์จากข้อมูลกราฟฝนมาใช้โดยตรง ทำให้เมื่อพิจารณาโดยผิวเผินแล้ววิธีแบบข้อ 1. จะน่าเชื่อถือได้มากกว่า วิธีแบบข้อ 2.

- ข้อมูลที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่ เป็นผลวิเคราะห์ที่ใช้วิธีการที่เอาแนวความคิดของ Pierrehermbert (1974) มาประยุกต์ใช้ ดังที่ได้วิจารณ์ไว้แล้วในหัวข้อที่ 6.5.2.1 ดังนั้นจึงเป็นผลวิเคราะห์ที่ควรยอมรับได้

- ผลวิเคราะห์ที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่ มีจำนวนสถานี 79 สถานี ซึ่งเป็นจำนวนมากเพียงพอ นอกจากนี้จำนวนปีและปีที่เก็บข้อมูลฝนรายวันนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกัน และปีที่เริ่มจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บข้อมูลนั้นโดยทั่วไปจะพร้อมกัน จึงทำให้แนวเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันน่าเชื่อถือได้มากขึ้น

- ผลวิเคราะห์ที่เอามาพล็อตลงบนแผนที่ ได้มาจากการพิจารณาผลวิเคราะห์ข้อมูลกราฟฝนควบคู่กับผลวิเคราะห์จากข้อมูลฝนรายวัน ซึ่งยังคงรักษาคุณสมบัติเดิมของผลวิเคราะห์ที่ได้จากข้อมูลกราฟฝนและข้อมูลฝนรายวันไว้อย่างเดิม จึงควรจะเพิ่มความมั่นใจขึ้นดีกว่าวิธีแบบข้อ 1.

- ตามแบบวิธีข้อ 2. จะแก้ปัญหาการประเมินค่าปริมาณฝนในบริเวณทางด้านทิศตะวันตกของภาคเหนือของประเทศไทย ได้ดีกว่าวิธีการแบบข้อ 1.

6.5.2.3 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 1, 2, 3 และ 5 วัน

ในรูปที่ ง-4.1 ถึง ง-4.8 เป็นแผนที่แสดงเส้นค่าปริมาณฝนเท่ากันในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 1, 2, 3 และ 5 วัน โดยที่ข้อมูลที่พล็อตลงบนแผนที่เป็นผลวิเคราะห์ค่าปริมาณฝนในรอบปีและช่วงเวลาที่กำหนด จากข้อมูลฝนรายวันจำนวน 79 สถานีฝน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ ข-3.1

6.5.2.4 กราฟความสัมพันธ์ สำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที

รูปที่ ง-5.1 (ซึ่งเป็นรูปเดียวกับรูปที่ ค-2.4) เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อเอาค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาทีเป็นหลัก) กับ ช่วงเวลา ซึ่งจากรูปที่ ง-5.1 ทำให้สามารถประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที ในรอบปีใด ๆ ได้ เมื่อทราบค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ในรอบปีเดียวกัน

6.5.2.5 ไดอาแกรมปริมาณฝน-ความถี่ (Rainfall-frequency Diagram)

ในรูปที่ ง-5.2 เป็นกราฟสำหรับหาค่าปริมาณฝนในรอบปีที่ต้องการ เมื่อทราบค่าปริมาณฝนในรอบปีที่กำหนด 2 ค่า ที่มีช่วงเวลาเดียวกัน รูปที่ ง-5.2 นี้เป็นกราฟที่ประยุกต์มาจากกระดาษแบบกัมเบล และ Reich (1963) ก็ใช้วิธีนี้เหมือนกัน ลักษณะของกราฟนั้น แกนราบแสดงช่วงของการเกิดซ้ำ (รอบปี) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าปริมาณฝน (ม.ม.)

6.5.3 ข้อเสนอแนะในการใช้แผนที่

6.5.3.1 การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที เมื่อทราบค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ในรอบปีเดียวกัน ควรใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับ ช่วงเวลา จากรูปที่ ง-5.1

6.5.3.2 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที, 1, 2, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง ควรใช้แผนที่ในรูปที่ ง-3.1 ถึง ง-3.14 ซึ่งควรจะมีความน่าเชื่อถือได้ดีกว่า และมีเหตุผลกว่าการใช้แผนที่ในรูปที่ ง-2.1 ถึง ง-2.14 ดังที่วิจารณ์ไว้แล้วในหัวข้อที่ 6.5.2.2

6.5.3.3 การประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 24-ชั่วโมง และ 50-ปี, 24-ชั่วโมง ควรใช้แผนที่ในรูปที่ ง-3.15 และ ง-3.16 ดีกว่าการใช้แผนที่ในรูปที่ ง-4.1 และ ง-4.2 ซึ่งเป็นค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-วัน และ 50-ปี, 1-วัน

6.5.3.4 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปี 2 ปี และ 50 ปี ที่มีช่วงเวลา 48, 72 และ 120 ชั่วโมง ควรใช้แผนที่ในรูปที่ ง-4.3 ถึง ง-4.8 ซึ่งถึงแม้ว่าในรูปที่ ง-4.3 ถึง ง-4.8 จะเป็นแผนที่ ที่เอาผลวิเคราะห์มาจากข้อมูลฝนรายวัน ก็ตาม แต่ก็คาดว่าสามารถเอาไปใช้ประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 48, 72 และ 120 ชั่วโมงได้โดยไม่แตกต่างกันมากนัก ดังที่ได้วิจารณ์ไว้แล้วในหัวข้อที่ 6.3

6.5.3.5 การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาใด ๆ ที่อยู่ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาที่กำหนด 2 ค่า ในรอบปีเดียวกัน เช่นการประเมินค่าปริมาณฝน

2-ปี, 10-ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝน 2-ปี, 6-ชั่วโมง และ 2-ปี, 12-ชั่วโมง (ที่เราสามารถอ่านค่าได้จากแผนที่) อาจจะสามารถกระทำได้โดยการเทียบสัดส่วนแบบธรรมดา (Simple Linear Interpolation) ซึ่งวิธีการแบบนี้ Bell (1964) ก็ได้เอาไปใช้กับการเสนอการวิจัยของเขา

6.5.3.6 การประเมินค่าปริมาณฝนในรอบปีใด ๆ เมื่อทราบค่าปริมาณฝนในรอบปีที่กำหนด 2 ค่า ที่มีช่วงเวลาเดียวกัน เช่นการประเมินค่าปริมาณฝน 100-ปี, 6-ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝน 2-ปี, 6-ชั่วโมง และ 50-ปี, 6-ชั่วโมง เป็นต้น สามารถกระทำได้โดยใช้กราฟที่แสดงไว้ในรูปที่ ง-5.2

6.5.3.7 ตัวอย่างการประเมินค่าปริมาณฝนโดยการใช้แผนที่และไดอาแกรม เช่น

- การประเมินค่าปริมาณฝน 20-ปี, 12-นาที ที่สถานีฝน (08082) อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย กระทำดังนี้

ค่าปริมาณฝน 2-ปี, 15-นาที (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.1)
= 27.6 ม.ม. .....(1)

ค่าปริมาณฝน 50-ปี, 15-นาที (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.2)
= 53.4 ม.ม. .....(2)

เอาค่าที่ได้จาก 1. และ 2. พล็อตลงในรูปที่ ง-5.2 แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดทั้งสอง อ่านค่าปริมาณฝน 20-ปี, 15-นาที ได้
= 46.5 ม.ม. .....(3)

จากรูปที่ ง-5.1 อ่านค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 12 นาที มีค่า
= 0.87 .....(4)

ดังนั้นค่าปริมาณฝน 20-ปี, 12-นาที = (3)×(4) = 46.5×0.87
= 40.5 ม.ม.

- การประเมินค่าปริมาณฝน 40-ปี,10-ชั่วโมง ที่สถานีฝน (08022) อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย กระทำดังนี้

ค่าปริมาณฝน 2-ปี,6-ชั่วโมง (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.11) = 76.1 ม.ม. .....(5)

ค่าปริมาณฝน 2-ปี,12-ชั่วโมง (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.13) = 88.4 ม.ม. .....(6)

ค่าปริมาณฝน 50-ปี,6-ชั่วโมง (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.12) = 173.7 ม.ม. .....(7)

ค่าปริมาณฝน 50-ปี,12-ชั่วโมง (อ่านค่าได้จากตารางที่ ง-1.2 หรือจากแผนที่รูปที่ ง-3.14) = 200.4 ม.ม. .....(8)

เอาค่าที่ได้จากสมการ 5. และ 7. พล็อตลงรูปที่ ง-5.1 แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดทั้งสอง ดังนั้นค่าปริมาณฝน 40-ปี,6-ชั่วโมง

= 167.5 ม.ม. .....(9)

เอาค่าที่ได้จากสมการ 6. และ 8. พล็อตลงในรูปที่ ง-5.1 แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดทั้งสอง ดังนั้น ค่าปริมาณฝน 40-ปี,12-ชั่วโมง

= 193.5 ม.ม. .....(10)

เอาค่าที่ได้จากสมการ 9. และ 10. เทียบสัดส่วนแบบธรรมดา (Simple Linear Interpolation) จะได้ค่าปริมาณฝน 40-ปี,10-ชั่วโมง

$$= 193.5-\{(193.5-167.5)\times\frac{(12-10)}{(12-6)}\} \text{ ม.ม.}$$

= 184.8 ม.ม.