บทที่ 6

การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์

6.1 <u>การทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงความถี่</u> (Test of Goodness of Fit of Distribution)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่ ที่นิยมใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยา 5 ทฤษฎีคือ การแจกแจงแบบทรันเคทนอร์มอล, ลอกนอร์มอล ชนิด 2 พารามิเตอร์, เพียร์สันชนิดที่ 3, ลอกเพียร์สันชนิดที่ 3 และกัมเบล ดังมีรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.5 และ 3.6 และในการทดสอบความเหมาะสมครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยทดสอบทั้งข้อมูลกราฟฝนและข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวัน

6.1.1 ทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดจากกราฟฝน

ข้อมูลค่าปริมาณฝนที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที และ 1, 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง นั้นมีรายละเอียดการทดสอบความเหมาะสมดังต่อไปนี้

(ก) ทดสอบโดยวิธีไคสแคว การทดสอบโดยวิธีนี้ควรมีจำนวนช่วงชั้นไม่น้อยกว่า 5 ช่วงชั้น [Markovic (1965), Yevjevich (1977), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ (2523) "ความน่าจะเป็นและสถิติ"] และในแต่ละช่วงชั้นควรจะมีค่าที่คาดหวังไม่น้อยกว่า 5 ค่า ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.6.1 ดังนั้นชุดข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี (maximum annual rainfall) ที่จะนำมาทดสอบความเหมาะสมโดยวิธีไคสแควได้นั้น จะต้องมีข้อมูลสมบูรณ์ไม่น้อยกว่า 25 ปี ซึ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้มีสถานีฝนที่มีข้อมูลกราฟฝนสมบูรณ์ ถึง 25 ปี เพียง 2 สถานีเท่านั้น คือสถานี 09013 อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีข้อมูล 25 ปี และสถานี 41013 กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ มีข้อมูล 46 ปี ฉะนั้นในการทดสอบโดยวิธีไคสแควนี้จะทำการทดสอบเพียง 2 สถานี โดยกำหนดให้มีช่วงชั้น 5 ช่วงชั้น สำหรับสถานี 09013 อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และให้มีช่วงชั้น 7 ช่วงชั้น สำหรับสถานี 41013 กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ โดยคำนวนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ดังมีรายละเอียดโปรแกรมดังแสดงใน

ภาคผนวก จ โปรแกรม ที่ จ-1.1 สำหรับผลการทดสอบโดยสรุปนั้นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1.1.1 และตารางที่ ข-1.1.2 ตามลำดับ

(ข) ทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov การทดสอบแบบนี้มีรายละเอียดดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.6.2 โดยกำหนดจำนวนช่วงชั้นเท่ากับ n ช่วงชั้น (เมื่อ n = จำนวนปีของข้อมูลที่มี) และได้ทำการทดสอบความเหมาะสมสำหรับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที 1, 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง และ 1 วัน ของทั้ง 26 สถานี ด้วยการทดสอบวิธีนี้โดยคำนวนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ดังมีรายละเอียดโปรแกรมแสดงในภาคผนวก จ โปรแกรมที่ จ-1.2

(ค) การทดสอบโดยวิธีผลรวมของผลต่างกำลังสอง ของค่าจากการคำนวนและค่าจากการสังเกต ซึ่งมีวิธีการและรายละเอียดดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.6.3 จะกระทำเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกทฤษฎีการแจกแจงที่เหมาะสม ในกรณีที่ผลการทดสอบ 2 วิธีแรก ไม่สามารถแสดงความแตกต่าง ของความเหมาะสมเท่านั้น สำหรับการคำนวนนั้นจะทำการคำนวนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ดังมีรายละเอียดโปรแกรมแสดงในภาคผนวก จ โปรแกรมที่ จ-1.3

6.1.2 การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความถี่ของฝนที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดาที่มีช่วงเวลา 1, 2 และ 3 วันด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน นั้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าปริมาณฝนและความเข้มฝน ที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ด้วย (รายละเอียดและวิธีการประมาณค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง นั้นจะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อ 6.4) เพื่อแก้ปัญหาในการขาดแคลนข้อมูลกราฟฝนในเขตพื้นที่ของภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยต่อไป

ดังนั้นการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจง กับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดรายวัน จึงจำเป็นต้องกระทำเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ความถี่ มีความน่าเชื่อถือในการนำไปใช้ ซึ่งได้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

(ก) ทดสอบโดยวิธีไคสแคว ข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุดที่รวบรวมได้ในครั้งนี้มีจำนวน 196 สถานี แต่มีสถานีที่มีข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด ในแต่ละปี (maximum

annual daily rainfall) สมบูรณ์ถึงปัจจุบันไม่น้อยกว่า 25 ปี อยู่ทั้งสิ้น 157 สถานี ฉะนั้น ในการทดสอบโดยวิธีนี้จะกระทำเฉพาะสถานีที่มีข้อมูลยาวนานถึง 25 ปีเท่านั้น โดยกำหนดช่วงชั้นเท่ากับ 5 ช่วงชั้น เพื่อให้มีค่าที่คาดหวังในแต่ละช่วงชั้นไม่ต่ำกว่า 5 ค่า ดังมีวิธีการและรายละเอียดแสดงไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.6.1 สำหรับการคำนวนทำการคำนวนด้วยโปรแกรมที่ จ-1.1สำหรับผลการทดสอบได้สรุปผลการทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ข. ตารางที่ ข-1.2.1

(ข) ทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov เนื่องจากการทดสอบโดยวิธีนี้ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนช่วงชั้น และค่าที่คาดว่าจะได้ในแต่ละช่วงชั้น ดังมีรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.6.2 ฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุดของทั้ง 196 สถานี โดยทำการแบ่งช่วงชั้น สำหรับการทดสอบเป็น n ช่วงชั้น สำหรับการคำนวนใช้โปรแกรมที่ จ-1.2 และผลการทดสอบได้สรุปผลแสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1.2.1

(ค) การทดสอบโดยวิธีผลรวมของผลต่างกำลังสอง ของค่าที่ได้จากการคำนวนและค่าจากการสังเกต ซึ่งมีวิธีการและรายละเอียดดังแสดงไว้ในหัวข้อที่ 3.6.3 และสำหรับการวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบ เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกทฤษฎีการแจกแจงที่เหมาะสม เมื่อผลการทดสอบจาก 2 วิธี แรกไม่แสดงความแตกต่างเท่านั้น โดยคำนวนด้วยโปรแกรมที่ จ-1.3

6.2 ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจง

การวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลฝนในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์โดยทฤษฎีการแจกแจงที่เหมาะสมที่สุดเพียงวิธีเดียว สำหรับการสรุปผลความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีนั้น จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ว่าทฤษฎีการแจกแจงที่เหมาะสมที่สุดจะต้องถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับจำนวนชุดข้อมูลน้อยที่สุด (หรือยอมรับความเหมาะสมกับจำนวนชุดข้อมูลมากที่สุด) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 (หรือ 5%)

6.2.1 ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ได้จากกราฟฝน

ในการพิจารณาความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่ กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และ 1 วัน ที่ได้จากกราฟฝนในครั้งนี้ พิจารณาที่ระดับความมีนัย สำคัญเท่ากับ 0.05(5%) ซึ่งผลการทดสอบโดยวิธีไคสแควและ Kolmogorov-Smirnov สรุปผลโดยอาศัยตารางค่าวิกฤติดังแสดงในตาราง 3-1 และ 3-2 ได้ดังนี้

(ก). ผลการทดสอบโดยวิธีไคสแคว จากภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1.1.1 และตารางที่ ข-1.1.2 สามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์ มีความเหมาะสมที่สุดคือสามารถยอมรับความเหมาะสมกับทุกชุดข้อมูลของสถานี 09013 อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และสถานี 41013 กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ

การแจกแจงแบบทรันเคทนอร์มอล ถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับชุดข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ช่วงเวลา 30 นาที 3, 6 ชั่วโมง ของสถานี 09013 และที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ของสถานี 41013

การแจกแจงแบบเพียร์สันชนิดที่ 3 ถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับชุดข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที และ 3 ชั่วโมง ของสถานี 09013

การแจกแจงแบบลอกเพียร์สันชนิดที่ 3 และการแจกแจงแบบกัมเบลถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับชุดข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุด ที่ช่วงเวลา 15 และ 30 นาที ของสถานี 09013

(ข) ผลการทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov สรุปได้ว่าทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์, เพียร์สันชนิดที่ 3 และกัมเบล มีความเหมาะสมกับทุกชุดข้อมูล

การแจกแจงแบบทรันเคทนอร์มอล ถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับชุดข้อมูล ค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ช่วงเวลา 30 นาที ของสถานี 41013 กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ

การแจกแจงแบบลอกเพียร์สันชนิดที่ 3 ถูกปฏิเสธความเหมาะสมกับชุดข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ช่วงเวลา 12 ชั่วโมง ของสถานี 13271 ตำบลวังใหญ่ อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

สรุปผลการทดสอบทั้งสองวิธีนี้ ผลการทดสอบโดยวิธีไคสแควนั้นการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์ จะมีความเหมาะสมที่สุด (แต่จำนวนชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบไคสแควยังมีอยู่น้อยคือในภาคกลางมี 1 สถานีคือ สถานี 41013 กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ และภาคตะวันออกมี 1 สถานีคือ 09013 อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี) ส่วนการทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov นั้นผลความเหมาะสมยังใกล้เคียงกันมาก คือทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด2 พารามิเตอร์, เพียร์สันชนิดที่ 3 และกัมเบลมีความเหมาะสมเท่ากัน (ส่วนการทดสอบแบบ sum

of square of differences between calculated and observed events จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกันมาก)

6.2.2 ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด

การพิจารณาความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจง กับข้อมูลฝนรายวันสูงสุดที่มีช่วงเวลา 1, 2 และ 3 วัน ในครั้งนี้ใช้หลักการพิจารณาเช่นเดียวกับหัวข้อ 6.2.1

(ก) ผลการทดสอบโดยวิธีไคสแควจะได้ว่า ทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์ มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งได้สรุปผลการทดสอบไว้ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1.2

(ข) ผลการทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov จะได้ว่าทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์เหมาะสมที่สุดเช่นกัน ดังได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1.2

ผลการทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ ผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบไคสแควนั้นให้ผลความเหมาะสมที่สุดที่ค่อนข้างเด่นชัด แต่ผลการทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov นั้น ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน (ส่วนการทดสอบแบบ sum of differences between calculated and observed events จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกันมาก)

และจากผลที่ได้ในข้อ 6.2.1 และ 6.2.2 นั้น ผู้วิจัยจึงเลือกทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลชนิด 2 พารามิเตอร์ ใช้ในการวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลค่าปริมาณฝน ทั้งที่ได้จากกราฟฝน และข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุดในแต่ละปี สำหรับการวิจัยครั้งนี้

6.3 <u>การวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุด</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง และ 1, 2, 3 วัน ด้วยทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ชนิด 2 พารามิเตอร์ ตามเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 6.2 สำหรับวิธีการและรายละเอียดของการวิเคราะห์ความถี่ของทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ชนิด 2 พารามิเตอร์นั้น ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.5.2 และทำการวิเคราะห์โดยคำนวนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ซึ่งมีรายละเอียดของโปรแกรม ดังแสดงในภาคผนวก จ โปรแกรมที่ จ-2 ผลการวิเคราะห์ความถี่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ ข-2.1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความถี่ ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 3, 6,12, 24 ชั่วโมง และ 1 วัน โดยมีค่ารอบปี 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ของข้อมูลที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 5.2 ทั้ง 26 สถานี

ตารางที่ ข-2.2 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความถี่ข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด ในแต่ละปีที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดา ที่มีช่วงเวลา 1, 2 และ 3 วัน โดยมีค่ารอบปี 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ของข้อมูลที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 5.3 ทั้ง 196 สถานี

6.4 <u>อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา</u>

การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลานี้ มีรายละเอียดดังแสดงไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.1 และในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 2 ชั่วโมง เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก และค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วันเป็นหลัก โดยใช้ผลวิเคราะห์ความถี่ค่าปริมาณฝนที่ได้ในข้อ 6.3 มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ค-1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ค-1.1.1 แสดงรายละเอียดของผลวิเคราะห์ ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที และ 2 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งมีค่ารอบปีเดียวกัน ของแต่ละสถานีทั้ง 26 สถานี พร้อมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของทุกค่ารอบปีที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ไว้ด้วย

ตารางที่ ค-1.1.2 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1 และ 2 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ค่ารอบปีเดียวกัน เฉลี่ยทั้ง 26 สถานี โดยวิเคราะห์จากค่าที่ได้ในตารางที่ ค-1.1.1 พร้อมทั้งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานไว้ด้วย

ตารางที่ ค-1.1.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1 และ 2 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงของทั้ง 26 สถานี และทุกค่ารอบปี

รูปที่ ค-1.1 แสดงเส้นกราฟความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที และ 2 ชั่วโมง เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง เป็นหลักโดยเฉลี่ยทั้ง 26 สถานี และทุกค่ารอบปี โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ความถี่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ค-1.1.1

ตารางที่ ค-1.2.1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ของสถานีฝนที่มีเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ แต่ละสถานีทั้ง 26 สถานี ในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ความถี่ ดังแสดงในตารางที่ ข-2.1

ตารางที่ ค-1.2.2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย (เฉลี่ยทั้ง 26 สถานี) โดยวิเคราะห์จากผลที่ได้ในตารางที่ ค-1.2.1

ตารางที่ ค-1.3.1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 3, 6, 12, 24 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ซึ่งมีค่ารอบปีเดียวกันของแต่ละสถานีทั้ง 26 สถานี พร้อมทั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของทุกค่ารอบปี ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ไว้ด้วย

ตารางที่ ค-1.3.2 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ที่ค่ารอบปีเดียวกัน เฉลี่ยทั้ง 26 สถานี โดยวิเคราะห์จากค่าที่ได้ในตารางที่ ค-1.3.1 พร้อมทั้ง แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานไว้ด้วย

ตารางที่ ค-1.3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ของค่าอัตราส่วน-ปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ของทั้ง 26 สถานี และทุกค่ารอบปี

รูปที่ ค-1.2 แสดงเส้นกราฟความสัมพันธ์ ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที 1, 2, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 วัน เป็นหลัก โดยเฉลี่ยทั้ง 26 สถานี และทุกค่ารอบปี โดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ความถี่ที่แสดงไว้ในตาราง ข-2.1

6.5 <u>ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลากับช่วงเวลา</u>

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา กับช่วงเวลาในครั้งนี้ เพื่อจะหาวิธีการประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลกราฟฝน ที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 15 นาที ดังกล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.2.2 โดยอาศัยหลักการทั่วไปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ซึ่งได้มีผู้ทำการวิจัยและเสนอหลักการไว้ต่าง ๆ กันเช่น Bell (1969) เสนอว่าในทุกภูมิภาคของโลก ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของฝน 5-120 นาที เมื่อใช้ฝน 1 ชั่วโมง เป็นหลัก จะมีค่าไม่ขึ้นกับค่ารอบปี (ที่รอบปี 2-100 ปี) และจะมีค่าแปรผันเล็กน้อยในทุกภูมิภาคของโลก และ Pierrehumbert (1974) ได้เสนอว่าค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาของฝน ที่มีช่วงเวลาต่ำกว่า 1 ชั่วโมง เมื่อใช้ฝน 1 ชั่วโมง เป็นหลักจะไม่ขึ้นกับที่ตั้งทางภูมิศาสตร์เป็นต้น ดังกล่าวแล้วในหัวข้อที่ 4.1

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยหลักการที่เสนอโดย Bell (1969) ตามสมการที่ (4-5) มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของฝน 5-120 นาที เมื่อใช้ฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) กับช่วงเวลาของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาของฝนที่มีช่วงเวลา 15, 30, 60 และ120 นาที ต่อค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง ในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย เปรียบเทียบกับสมการ (4-5) ที่เสนอโดย Bell (1969)โดยประยุกต์ใช้วิธีของการถดถอยแบบยกกำลัง ซึ่งดัดแปลงมาจากการถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย แล้วจัดให้ข้อมูลอยู่ในรูปของค่าลอก (log unit) คือ

$$P_T^t / P_T^{60} = a_1 . t^{b_1} - 0.5$$

$$\log(P_T^t / P_T^{60} + 0.5) = \log(a_1) + b_1 . \log(t)$$

เมื่อ P_T^t / P_T^{60} คือค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา t (5-120 นาที) ต่อค่าปริมาณฝน 60 นาที ที่คาบอบปี T (2-100 ปี)

สำหรับการหาค่า $\log(a_1), b_1$ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นสามารถหาค่าได้โดยวิธีการ ของการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายดังกล่าวแล้วในข้อที่ 3.7.1 และ 3.7.2 และข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นจะทำการวิเคราะห์จากผลการวิเคราะห์ ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา เมื่อใช้ฝน 1 ชั่วโมง เป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ ค-1.1.1 และมีผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ ค-1.3

รูปที่ ค-1.3 แสดงเส้นกราฟและสมการความสัมพันธ์ ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของฝนที่มีช่วงเวลา 15-120 นาที เมื่อใช้ฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) กับช่วงเวลา (15-120 นาที) โดยเฉลี่ยทั้ง 26 สถานี ในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย เปรียบเทียบกับผลวิจัยที่เสนอโดย Bell (1969) ในสมการที่ (4-5)

6.6 อัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่

การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่นั้น ได้กล่าวไว้แล้วโดยละเอียดในหัวข้อที่ 4.2 ในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่คาบอบปี 2-100 ปี โดยใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ความถี่ ค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ข-2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่ได้ในครั้งนี้มีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ค-2.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ค-2.1.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่รอบปี 2, 5,10, 25,50 และ 100 ปี ต่อค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี ที่มีช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละสถานีทั้ง 26 สถานี พร้อมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานไว้ด้วย

ตารางที่ ค-2.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่รอบปี 2, 5,10,25,50 และ 100 ปี ต่อค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี ที่มีช่วงเวลาเดียวกัน เฉลี่ยทั้ง 26 สถานี โดยวิเคราะห์จากค่าที่ได้ในตารางที่ ค-2.1.1 พร้อมทั้งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานไว้ด้วย

ตารางที่ ค-2.1.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่รอบปี 2,5,10,25,50 และ 100 ปี เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลักของทั้ง 26 สถานี และทุกช่วงเวลาโดยวิเคราะห์จากผลที่ได้ในตารางที่ ค-2.1.1

รูปที่ ค-2.1 แสดงเส้นกราฟของความสัมพันธ์ ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่รอบปี 2,5,25,50 และ 100 ปี เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก โดยเฉลี่ยทั้ง 26 สถานี และทุกช่วงเวลา

6.7 <u>ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กัน</u>

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝน จากกราฟฝนกับฝนรายวัน ในครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที-24 ชั่วโมง กับฝน 1 วัน และค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที และ 2 ชั่วโมง กับฝน 1 ชั่วโมง โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการและกราฟ การถดถอยแบบยกกำลัง (Power Regression) ซึ่งดัดแปลงมาจากการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายคือ

$$P_t = A \cdot P_{1day}^{B}$$

เมื่อ P_t = ปริมาณฝนที่ช่วงเวลาตามกำหนด t (15 นาที-24 ชั่วโมง)

P_{1day} = ปริมาณฝนที่ช่วงเวลา 1 วัน

A,B = สัมประสิทธิ์ของการถดถอย

การวิเคราะห์ทำการวิเคราะห์โดยทฤษฎีการถดถอยเชิงเส้น โดยแปลงรูปสมการให้อยู่ในรูปเชิงเส้น โดยอาศัยกฎของลอกคือ

$$\log P_t = \log A + B \cdot \log P_{1day}$$

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นนั้น ได้กล่าวไว้แล้วโดยละเอียดในหัวข้อที่ 3.7 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือผลจากการวิเคราะห์ความถี่ค่าปริมาณฝนที่ช่วงเวลาต่างๆ ในตารางที่ ข-2.1 และมีผลการวิเคราะห์คือ

รูปที่ ค-3.1.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15, 30 นาที 1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ในรูปแบบของเส้น

กราฟและสมการถดถอยแบบยกกำลัง ของแต่ละสถานีทั้ง 26 สถานี โดยวิเคราะห์จากข้อมูล ในตารางที่ ข-2.1

รูปที่ ค-3.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที 1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน ในรูปแบบของเส้นกราฟและสมการถดถอยแบบยกกำลัง พร้อมทั้งแสดงลิมิตความเชื่อมั่น 95% ของการวิเคราะห์การถดถอยที่ค่าใด ๆ ของภาคกลางและภาคตะวันออก โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ข-2.1

รูปที่ ค-3.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15, 30 และ 120 นาที กับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ในรูปแบบของเส้นกราฟและสมการความสัมพันธ์ถดถอยแบบยกกำลัง พร้อมทั้งแสดงลิมิตความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของการวิเคราะห์การถดถอยที่ค่าใด ๆ ของภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย (เฉลี่ยทั้ง 26 สถานี) โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ความถี่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ข-2.1

6.8 <u>สมการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน</u>

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ในครั้งนี้จะวิเคราะห์ในรูปของสมการ empirical โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ความถี่ของค่าปริมาณฝน ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ค-1 มาวิเคราะห์ด้วยสมการที่นิยม ใช้กันโดยทั่วไป จำนวน 4 สมการคือ สมการที่ (4-1), (4-2), (4-3) และ (4-4) ดังมีรายละเอียดแสดงไว้ในหัวข้อที่ 4.3 เพื่อเลือกมาใช้สำหรับการประมาณค่าความเข้มฝน ที่สัมพันธ์กับช่วงเวลา และค่ารอบปีในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย

สมการที่เลือกมาทำการวิเคราะห์ในครั้งนี้ สามารถหาค่าคงที่ต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ สมการที่ (4-1) ค่าคงที่ b หาได้โดยการสมมุติค่าแล้วคำนวนหาค่า a และ c โดยวิธีของทฤษฎีกำลังสองน้อยที่สุด (least square) โดยค่า b ที่ดีที่สุดนั้นจะหาได้โดยวิธี optimization แบบ steepest descent ส่วนค่าคงที่ a, b และ c ของสมการที่ (4-2), (4-3) และ (4-4) นั้น สามารถหาค่าได้โดยวิธีการของทฤษฎีกำลังสองน้อยที่สุดได้โดยตรง และมีผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ค-4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ค-4.1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ของสมการ (4-1) พร้อมทั้งได้แสดงค่าเฉลี่ยของผลต่างของค่าจากการคำนวน โดยสมการกับค่าจากการวิเคราะห์ความถี่ของปริมาณฝน (ตามวิธีการของผลรวมของผลต่างกำลังสอง) ที่ช่วงเวลา 15,30 นาที 1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง ของแต่ละสถานี ทั้ง 26 สถานี

ตารางที่ ค-4.2 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ของสมการ (4-2),(4-3), และ (4-4) พร้อมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยของผลต่างของค่าจากการคำนวน โดยสมการกับค่าจากการวิเคราะห์ความถี่ของปริมาณฝน (ตามวิธีการของผลรวมของผลต่างกำลังสอง) ที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที 1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง ของแต่ละสถานี ทั้ง 26 สถานี

6.9 <u>ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของการวิเคราะห์ความถี่</u>

ในการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของการวิเคราะห์ความถี่ ของข้อมูลค่าปริมาณฝน ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ตามที่กำหนดนั้น จะทำการวิเคราะห์ในรูปของความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของการกะประมาณ ดังมีรายละเอียดในหัวข้อ 3.4 และรายละเอียดของผลการวิเคราะห์นั้นได้แสดงไว้กับผลการวิเคราะห์ความถี่ ในตารางที่ ข-2.1 และ ข-2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย