

ความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน
ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย



นาย ไพฑูรย์ กิตติสุนทร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริณญาวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-834-5

I1675b125

009341

RAINFALL INTENSITY-DURATION-FREQUENCY RELATIONSHIPS
IN CENTRAL AND EASTERN REGION OF THAILAND



Mr. Paitoorn Kitisuntorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ ของฝนในภาค
กลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ชื่อนิสิต

นายไพฑูรย์ กิตติสุนทร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์อ่ารง เปรมปรีดิ์

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา

2528



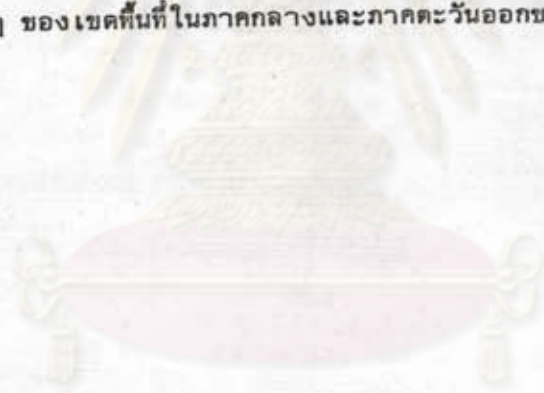
บทคัดย่อ

การออกแบบโครงสร้างชลศาสตร์สำหรับพื้นที่รับน้ำขนาดเล็กนั้น มักจะอาศัยการประเมินค่า
ค่าน้ำนองผิวดินสูงสุด จากค่าปริมาณฝนสูงสุดที่มีช่วงเวลานั้น ๆ ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ซึ่งประเมินได้
จากการวิเคราะห์ข้อมูลกราฟฝน (pluviograph) สำหรับในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ของประเทศไทยนั้น ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน ที่
มีช่วงเวลานั้น ๆ ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ไว้แล้วแต่ยังมีพื้นที่รับน้ำขนาดเล็กอีกเป็นจำนวนมาก ในเขต
ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่ยังขาดแคลนข้อมูลกราฟฝน การวิจัยครั้งนี้เป็นการ
แก้ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลกราฟฝน โดยอาศัยหลักการบางอย่างสำหรับการประเมินค่าปริมาณฝนที่
มีช่วงเวลานั้น ๆ ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง จากค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความ
น่าจะเป็นแบบต่าง ๆ และได้ว่าการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลชนิด 2-พารามิเตอร์ (2-Parameter
Lognormal) มีความเหมาะสมที่สุด จึงใช้การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลชนิด 2-พารามิเตอร์นี้วิเคราะห์
ความถี่ของข้อมูลกราฟฝน ที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และข้อมูลฝนรายวันที่มีช่วงเวลา
1, 2 และ 3 วัน แล้วนำผลการวิเคราะห์ความถี่ที่ได้มาศึกษาหาหลักการโดยทั่วไป ของความสัมพันธ์
ระหว่างความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยอาศัย
หลักการและสมมุติฐานบางอย่างที่ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยมาแล้วทั้งในและต่างประเทศ และเสนอแนะ
ไว้เป็นแนวทางสำหรับการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง(ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลกราฟฝน) จะมีความสัมพันธ์กันดีมากกับค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน(ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวัน) ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ค่ค่าปริมาณฝน 1 วันนั้น จะมีค่าแปรผันตามลักษณะของภูมิประเทศเล็กน้อย ตามหลักการที่เสนอโดย Hersfield (1962) และค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลา 15 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ค่ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงนั้น จะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่ได้ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยในครั้งนี้ กับผลวิจัยในต่างประเทศที่เสนอโดย Bell (1969) ส่วนค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี เป็นหลัก) จะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยกับผลวิจัยที่ได้ในต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้เสนอวิธีการประเมินค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลาด้าน ๆ ตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ตามจุดต่าง ๆ ของเขตพื้นที่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยไว้ด้วย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

rainfall intensity-duration-frequency relationships in Central and Eastern region of Thailand were analysed using the outcome of the frequency analysis and from some other research findings both in Thailand and elsewhere which were recommended.

It was found also that the relationship between rainfall depth for 15 minutes to 24 hours duration from frequency analyses of pluviograph records and daily rainfall depth from frequency analyses of maximum annual daily rainfall has a very good correlation. Depth-duration ratios based on 1 day duration for 15 minutes to 24 hours duration varied slightly from locality to locality as suggested by Hersfield (1962), and depth-duration ratios based on 1 hour for 15 minutes to 2 hours duration of Central and Eastern region of Thailand was similar to findings in other countries as suggested by Bell (1969). Depth-frequency ratios based on 10 years return period showed slight differences with findings in other countries.

Some methods are also presented to estimate rainfall of 5 minutes to 24 hours duration at any location in Central and Eastern region of Thailand.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ดำรง เปรมปรีดิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักริฉัย และอาจารย์ ดร.สุจริต ฑูตธนกุลวงศ์ ซึ่งได้กรุณาแนะแนวทางและให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้ และผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์เสถียร ชลาชีวะ และศาสตราจารย์จักรี จัตุทะศรี ที่ได้กรุณาร่วมให้คำแนะนำแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนึ่งผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทานที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณคำรัส ช่องคารากุล หัวหน้างานวิเคราะห์และสถิติ กองอุตุนิยมวิทยาอุทก กรมอุตุนิยมวิทยา คุณมันทนา พฤกษ์วัน นักอุตุนิยมวิทยา กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา คุณบุญญา คันทสันติสกุล นายช่างโยธา กองวางโครงการ กรมชลประทาน ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ คุณชาติ กิตติสุนทร ซึ่งเป็นผู้พิมพ์วิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณแต่อาจารย์ปราโมทย์ สุชะตุงคะ อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, อาจารย์ ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา คนปัจจุบัน(พ.ศ.2528) ในนามของภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร ไทชूरย์ กิตติสุนทร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ฅ
สารบัญตาราง	ด
สารบัญภาพ	ถ
ความหมายของสัญลักษณ์	ธ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบข่ายของการวิจัย	4
1.4 การสำรวจผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
1.4.1 การสำรวจผลการวิจัยที่ได้กระทำมาแล้วภายในประเทศ	6
1.4.2 การสำรวจผลการวิจัยที่ได้กระทำมาแล้วในต่างประเทศ	11
1.5 แผนการดำเนินการวิจัย	16
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
2. ลักษณะโดยทั่วไปของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	19
2.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์	19
2.2 ลักษณะภูมิประเทศ	19
2.3 สภาพภูมิอากาศ	22
2.3.1 ฤดูกาล	22
2.3.2 อุณหภูมิ	23
2.3.3 การกระจายของฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	23

3. ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ	28
3.1 หลักการเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและสถิติที่เกี่ยวข้อง	28
3.1.1 ตัวแปรทางสถิติ	28
3.1.2 พหุคูณเคอร์ทางสถิติ	29
3.1.3 การประเมินค่าพหุคูณเคอร์	33
3.2 แนวความคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในทางอุทก	35
3.2.1 ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	35
3.2.2 คำอธิบาย	36
3.2.3 ความเสี่ยง	36
3.3 ตัวคูณค่าความถี่	37
3.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการกะประมาณ	37
3.5 ทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็น	39
3.5.1 การแจกแจงแบบทวินเคทนอนอร์มอล	39
3.5.2 การแจกแจงแบบลอกนอนอร์มอลชนิด 2-พหุคูณเคอร์	40
3.5.3 การแจกแจงแบบเพียร์สัน ชนิดที่ 3	43
3.5.4 การแจกแจงแบบลอกเพียร์สัน ชนิดที่ 3	44
3.5.5 การแจกแจงแบบกัมเบล	44
3.6 การทดสอบควายเทขายสม	45
3.6.1 การทดสอบแบบไคสแคว	46
3.6.2 การทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov	48
3.6.3 การทดสอบแบบ Sum of Square of Difference Between Calculated and observed Events	49
3.7 การถดถอยและสหสัมพันธ์	50
3.7.1 การถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย	51
3.7.2 สหสัมพันธ์	52

3.8 การกะประมาณ	52
3.8.1 การกะประมาณแบบจุด	53
3.8.2 การกะประมาณแบบช่วง	53
3.9 ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์	55
3.9.1 จำนวนปีที่ใช้ในการวิเคราะห์	55
3.9.2 ทฤษฎีการแจกแจงที่ใช้ในการวิเคราะห์ความถี่	56
3.9.3 ความเที่ยงตรงของข้อมูล	56
4. หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน	59
4.1 อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา	59
4.2 อัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่	62
4.3 สมการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน	65
4.4 สมการสำหรับการประเมินค่าความเข้มฝน และค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ จากความเข้มฝนและปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลายาวกว่า	68
4.5 การประเมินค่าความเข้มฝนและปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ ในพื้นที่ที่ขาดแคลนข้อมูลฝน	70
4.5.1 การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ ในพื้นที่ซึ่งขาดแคลนข้อมูลฝน ที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ มาก	70
4.5.2 การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ ในพื้นที่ที่พอมีข้อมูลอยู่บ้าง	71
4.5.3 การประเมินค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาดำเนิน ๗ สำหรับพื้นที่ซึ่งมีข้อมูลมากพอ	72
4.6 การเสนอผลวิจัยเพื่อการประเมินค่าปริมาณฝนในพื้นที่และภูมิภาคที่ต้องการ	72
4.7 การพิจารณาข้อมูลฝน	73
5. ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	76
5.1 ตัวเลขรหัสที่ใช้แทนชื่อสถานีฝน	77
5.2 ข้อมูลจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ	78

บทที่

หน้า

5.2.1	การเลือกสถานีฝน	78
5.2.2	ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี	79
5.3	ข้อมูลจาก เครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดา	80
5.3.1	การเลือกสถานีฝน	80
5.3.2	ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี	80
6.	การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์	82
6.1	การทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงความถี่	82
6.1.1	การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่กับ ข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุดจากกราฟฝน	82
6.1.2	การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่กับ ข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด	83
6.2	ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจง	
6.2.1	ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุด ที่ได้จากกราฟฝน	84
6.2.2	ความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงกับข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวัน สูงสุด	86
6.3	การวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลค่าปริมาณฝนสูงสุด	86
6.4	อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา	87
6.5	ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลากับช่วงเวลา	89
6.6	อัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่	90
6.7	ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาค่าง ๆ กัน	91
6.8	สมการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่าง-ความ เข้ม-ช่วงเวลา- ความถี่ของฝน	92
6.9	ช่วงความ เชื่อมั่นและลิมิตของการวิเคราะห์ความถี่	93
7.	ผลการวิจัยและวิจารณ์	94
7.1	ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ความถี่	94

บทที่

หน้า

7.1.1	ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	94
7.1.2	จำนวนปีที่เก็บข้อมูล	95
7.1.3	ทฤษฎีการแจกแจงความถี่	96
7.1.4	ช่วงความเชื่อมั่นและลิมิตของการวิเคราะห์ความถี่	97
7.2	หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	97
7.2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลาด่าง ๆ กัน	97
7.2.2	ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่มีค่ารอบมีด่างกัน	102
7.2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน	103
7.3	ความสัมพันธ์ของข้อมูลกราฟฝนและข้อมูลฝนรายวัน	104
7.3.1	อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเมื่อใช้ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 วัน เป็นหลัก	105
7.3.2	ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝนที่ได้จากกราฟฝน และฝนรายวัน	105
7.4	แผนที่ เส้นชั้นค่า เท่ากัน	106
7.4.1	แผนที่ เส้นชั้นค่าปริมาณฝน เท่ากัน	106
7.4.2	แผนที่ เส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา เท่ากัน	107
7.4.3	การประเมินค่าปริมาณฝนจากแผนที่ เส้นชั้น เท่ากัน	107
8.	สรุปและ เสนอแนะ	109
8.1	สรุปผลการศึกษา	109
8.1.1	สภาพทั่วไปของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	109
8.1.2	การศึกษาวิเคราะห์	109
8.1.3	ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ความถี่	110
8.1.4	หลักการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	111
8.1.5	การ เสนอผลวิจัย เพื่อการประเมินค่าปริมาณฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	112

บทที่

ท

หน้า

8.2 ข้อเสนอแนะ	113
8.2.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการประเมินค่าปริมาณฝน ในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	113
8.2.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในชั้นต่อไป	114
8.2.3 ข้อเสนอแนะทั่วไป	115
เอกสารอ้างอิง	116
ภาคผนวก ก.	122
ภาคผนวก ข.	140
ภาคผนวก ค.	205
ภาคผนวก ง.	284
ภาคผนวก จ.	340
ประวัติผู้เขียน	350

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1 คำรอบปีที่ใช้ในการออกแมงงานต่าง ๆ โดย Nemeč (1972)	2-3
2 ภูมิอากาศของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	24
3-1 คำเปอร์เซนโตลซ์ของการแจกแจงแบบโคสแคว โดย Hann (1977)	57
3-2 คำวิกฤตสำหรับการทดสอบสถิติแบบ Kolmogorov-Smirnov โดย Hann (1977)	58
4-1 เปรียบเทียบคำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ระหว่างสหรัฐกับ ออสเตรเลีย โดย Bell (1969)	60
4-2 เปรียบเทียบพิสัยคำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ระหว่างสหรัฐกับ ออสเตรเลีย โดย Bell (1969)	61
4-3 เปรียบเทียบคำอัตราส่วนปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง ต่อคำปริมาณฝน 2-ปี, 24-ชั่วโมง ของประเทศอินเดีย ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา โดย Goswami (1972)	62
4-4 เปรียบเทียบคำอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (โดยใช้คำปริมาณฝนใน รอบปี 10 ปีเป็นหลัก) ระหว่างสหรัฐกับออสเตรเลีย โดย Bell (1969)	63
4-5 เปรียบเทียบผลวิเคราะห์จากอนุกรมข้อมูลแบบ annual series กับ partial series โดย Hershfield & Wilson (1957)	74
4-6 เปรียบเทียบคำรอบปีสำหรับอนุกรมข้อมูลแบบ annual series กับ partial series โดย Kite (1977)	75
ก-1 คำปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี (มม.) ที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันตั้งแต่ 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และ 1 วัน	124
ข-1.1.1 ผลการทดสอบความเหมาะสม โดยสรุปของการทดสอบแบบ Chi-Square ของสถานี (๐๑๐1๑) อ.เมือง จ.ชลบุรี	141

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
ข-1.1.2 ผลการทดสอบความเหมาะสม โดยสรุปของการทดสอบแบบ Chi-Square ของสถานี (41013) กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ	141
ข-1.2 สรุปผลการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงแบบค้ำง ๆ กับข้อมูลค่าปริมาณฝนรายวันสูงสุด	142
ข-2.1 ค่าปริมาณฝน (มม.) ในรอบปีและช่วงเวลาดำง ๆ กัน (วิเคราะห์จากข้อมูลกราฟฝน โดยทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอรั้มอลชนิด 2-พารามิเตอร์	143
ข-2.2 ค่าปริมาณฝน (มม.) ในรอบปีและช่วงเวลาดำง ๆ กัน (วิเคราะห์จากข้อมูลฝนรายวันสูงสุด โดยทฤษฎีการแจกแจงแบบลอกนอรั้มอลชนิด 2-พารามิเตอร์	156
ค-1.1.1 ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน ช่วงเวลาของสถานีฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย (โดยใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก)	206
ค-1.1.2 ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลาและค่ารอบปีต่าง ๆ กัน โดยเฉลี่ยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก)	212
ค-1.1.3 ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กัน โดยเฉลี่ยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก)	212
ค-1.1.4 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ที่ได้จากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียง, กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ, ภาคเหนือของประเทศไทย, สหรัฐอเมริกา, รัสเซีย, และออสเตรเลีย	213

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
ค-1.2.1 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝน 24 ชั่วโมง) ของสถานีฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียง ออกของประเทศไทย	215
ค-1.2.2 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝน 24 ชั่วโมง) ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียง ออกของประเทศไทย	219
ค-1.2.3 เปรียบเทียบคำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (ของฝน 2 ปี, 1 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝน 2 ปี 24 ชั่วโมง) ของผลที่ได้ในภาค กลางและภาคตะวันออกเฉียงออกของประเทศไทย, อินเดีย, แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา	219
ค-1.3.1 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาของสถานีฝนในภาคกลางและ ภาคตะวันออกเฉียงออกของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 วัน เป็นหลัก)	220
ค-1.3.2 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลาและค่ารอบปีต่าง ๆ กัน โดยเฉลี่ยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงออกของประเทศไทย (เมื่อ ใช้ค่าปริมาณฝน 1 วันเป็นหลัก)	229
ค-1.3.3 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา ที่มีช่วงเวลาด่าง ๆ โดยเฉลี่ย ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงออกของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 วันเป็นหลัก)	229
ค-2.1.1 คำอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ของสถานีฝนในภาคกลางและภาค ตะวันออกเฉียงออกของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปี เป็นหลัก)	233

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

- ค-2.1.2 ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่มีช่วงเวลาและค่ารอบปีต่างๆกัน โดยเฉลี่ยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก) 246
- ค-2.1.3 ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ ที่รอบปีต่าง ๆ โดยเฉลี่ยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก) 246
- ค-2.1.4 สรุปค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก) ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย 249
- ค-2.1.5 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก) ระหว่างค่าที่ได้ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียง, ภาคเหนือของประเทศไทย, สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย 249
- ค-4.1 สมการสำหรับการประเมินค่าความเข้มฝน ในรูปแบบของสมการที่ (4-1) ของสถานีฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย 260
- ค-4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการประเมินค่าความเข้มฝนแบบต่าง ๆ ตามรูปแบบของสมการที่ (4-2), (4-3) และ (4-4) ของสถานีฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย 275

รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2-1 แผนที่แสดงภูเขาในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	25
2-2 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	26
2-3 แผนที่แสดงกระแสอากาศที่กระทำต่อประเทศไทย โดย Anukularmphai (1980)	27
4-1 ความสัมพันธ์ปริมาณฝน-ช่วงเวลา ของสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย โดย Bell (1969)	61
4-2 ความสัมพันธ์ปริมาณฝน-ความถี่ สำหรับค่ารอบปี 1 ปี, 5 ปี และ 50 ปี โดย Bell (1969)	64
4-3 ความสัมพันธ์ปริมาณฝน-ความถี่ สำหรับค่ารอบปี 2 ปี, 25 ปี และ 100 ปี โดย Bell (1969)	64
4-4 ความสัมพันธ์สำหรับประเมินค่าปริมาณฝน 2-ปี, 1-ชั่วโมง จากข้อมูลฝนรายวัน โดย Reich (1963)	66
4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ a_1, b_1 และ c_1 กับค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา 1 ชั่วโมง คือ 24 ชั่วโมง โดย Chen (1983)	69
ก-1 แผนที่แสดงที่ตั้งของสถานีฝน ที่มีเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ถูกเลือกมาทำการวิจัยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	123
ค-1.1 ความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมงเป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที และ 2 ชั่วโมง ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	214
ค-1.2 ความสัมพันธ์อัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝน 1 วันเป็นหลัก) ที่ช่วงเวลา 15, 30 นาที, 12, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	230

รายการภาพประกอบ

รูปที่

ท

หน้า

ค-1.3 ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนที่มีช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเป็นหลัก)กับช่วงเวลาที่ช่วงเวลา 15-120 นาที	232
ค-2.1 ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (เมื่อใช้ค่าปริมาณฝนในรอบปี 10 ปีเป็นหลัก) ที่รอบปี 2,5,25,50 และ 100 ปี ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	247
ค-3.1.1 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที,1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝน 1 วัน ของสถานีฝนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	250
ค-3.1.2 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที,1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝน 1 วัน (โดยเฉลี่ย) ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	263
ค-3.2 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที และ 2 ชั่วโมง กับค่าปริมาณฝน 1 ชั่วโมง (โดยเฉลี่ย) ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	265
ง-1.1-1.6 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าปริมาณฝนเท่ากัน ของค่าปริมาณฝน (มม.) 2 ปี ถึง 100 ปี, 1 วัน ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย	285
ง-2.1.1-2.8.6 แผนที่แสดงเส้นชั้นค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลาเท่ากันของค่าปริมาณฝน 2 ปี ถึง 100 ปี ที่มีช่วงเวลา 15,30 นาที 1,2,3,6,12 และ 24 ชั่วโมง ต่อค่าปริมาณฝน 1 วัน ในรอบปีเดียวกัน	291
ง-3 ไคอะแกรมปริมาณฝน-ความถี่	339

สัญลักษณ์และความหมาย

สัญลักษณ์

ความหมาย

CL	ค่าลิมิตของช่วงชั้น (class limits)
C_v	สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน
D_n	ค่า Kolmogorov-Smirnov statistic
E_j	ความถี่ที่คาดว่าจะได้ (expected number) ในช่วงชั้นที่ j
I_T^t	ค่าความเข้มข้นในรอบปี T-ปี, ช่วงเวลา t-นาทิต
K	ตัวคูณค่าความถี่ (frequency factor)
k	จำนวนช่วงชั้นของการทดสอบความเหมาะสม
L	ลิมิตความเชื่อมั่นล่าง (lower confidence Limit)
M.D.	ความเบี่ยงเบนเฉลี่ย ของกลุ่มประชากร
m.d.	ความเบี่ยงเบนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
O_j	ความถี่ที่ได้จากการสังเกต (observed number) ในช่วงชั้นที่ j
$P(t')$	ความน่าจะเป็นสะสม (cumulative probability) ของ t'
$P_o(x)$	ความน่าจะเป็นสะสมที่คาดว่าจะได้ในแต่ละช่วงชั้น
$P(X \geq x)$	ความน่าจะเป็นสะสม (cumulative distribution) ของตัวแปรสุ่ม ทุก ๆ ค่าที่มีค่ามากกว่าและเท่ากับ x
$P(X \leq x)$	ความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรสุ่มทุก ๆ ค่าที่มีค่าน้อยกว่า และเท่ากับ x
$p(x)$	ฟังก์ชันของความน่าจะเป็น (probability function) โดยทั่วไป
P_T^t	ค่าปริมาณฝนที่ช่วงเวลา t (นาทิตหรือชั่วโมง), ในรอบปี T ปี
$P_T^t / P_T^{t_1}$	ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ช่วงเวลา (depth-duration ratios) ของ ฝนที่มีช่วงเวลา t (นาทิต, ชั่วโมง) ใด ๆ ต่อค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลา t_1 (นาทิต, ชั่วโมง, วัน) ตามกำหนด
$P_T^t / P_{T_1}^t$	ค่าอัตราส่วนปริมาณฝน-ความถี่ (depth-frequency ratios) ของ ฝนในรอบปี T (ปี) ใด ๆ ต่อค่าปริมาณฝนในรอบปี T_1 (ปี) ตาม กำหนด

สัญลักษณ์

ความหมาย

R	ความเสี่ยง (risk)
r	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)
S (หรือ S.D.)	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของกลุ่มตัวอย่าง
S ²	ความแปรปรวน (variance) ของกลุ่มตัวอย่าง
SE _j	ค่าผลรวมของผลต่างกำลังสอง ของค่าจากการคำนวณ และค่าจากการ ลงจุด (sum of square of differences between calculated and observed events)
S _T	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ (standard error of estimate)
T	คำรอบปี (return period)
t	ช่วงเวลา (duration)
t'	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานปกติ (standard normal deviation)
U	ขีดความเชื่อมั่นบน (upper confidence limit)
X	ตัวแปร (variable)
x	ค่าของตัวแปร (variate)
\bar{x}	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmatic mean) ของตัวแปรที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
\hat{x}	ค่าเหตุการณ์ที่มีความถี่ต่าง ๆ
x _T	ค่าเหตุการณ์ในรอบปี T ปี
Y	เท่ากับ ln(x) เมื่อ x เป็นค่าของตัวแปร
μ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวแปรที่เป็นประชากร
μ_y	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอนุกรม y
μ'_r	โมเมนต์อันดับที่ r ใด ๆ รอบจุดกำเนิด (origin)
σ	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
σ^2	ความแปรปรวนของประชากร

สัญลักษณ์

ความหมาย

σ_y	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนุกรม y
δ	พารามิเตอร์สำหรับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (parameter for use in standard error)
α	ระดับความมีนัยสำคัญ (level of significant)
ν	องศาของคววมเสรี (degree of freedom)
γ	ความเบ้ (skewness) ของกลุ่มตัวอย่าง
$\hat{\gamma}$	ความเบ้ของประชากร (coefficient of skew)
γ_1	สัมประสิทธิ์ของความเบ้ (coefficient of skew)
χ^2	ค่าไคสแควร์ (chi-square)
$\hat{\theta}$	ค่าประมาณของพารามิเตอร์ของประชากร θ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย