# การวิเคราะห์เฟนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

โดย

ผศ.ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์

โครงการวิจัย เลขที่ 30G – CE – 2530
ทุนส่งเสริมการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ปี 2530

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพ ฯ

มีนาคม 2532

จฬ
วศ. 15
005148

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ไม่รับผิดชอบต่อผลเสียใดๆ อันอาจเกิดจากการนำความคิดเห็นในเอกสารฉบับนี้ไปใช้ ความคิดเห็นที่ปรากฏในเอกสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียนซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นความคิดเห็นของสถาบันฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# การวิเคราะห์ฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

โดย

ผศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์

โครงการวิจัยเลขที่ 30G - CE - 2530
ทุนส่งเสริมการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ปี 2530

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ

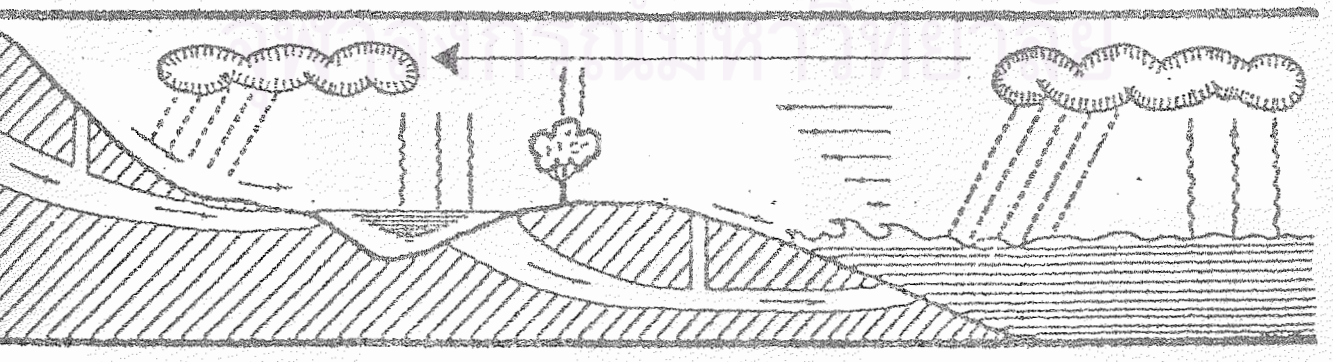
มีนาคม 2532

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# การวิเคราะห์ฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

โดย

ผศ.ดร.สุจริต คูณมุลวงศ์



มีนาคม 2532

# คำนำ

งานวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์ฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย" เป็นผลงานวิจัยทางอุทกศาสตร์ของแขนงวิชาวิศวกรรมโยธา ทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำ โดยนำข้อมูลฝนรายวันที่มีการบันทึกตามสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาทำการวิเคราะห์หาการกระจายของระยะฝนทั้งช่วงที่เกิดขึ้นในระหว่างฤดูการผลิต (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) อันเป็นช่วงเวลาที่สำคัญในการเพาะปลูกพืชโดยเฉพาะข้าว อันเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อชาวชนบทภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้อมูลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำโดยเฉพาะแหล่งน้ำขนาดเล็ก และกำหนดกลยุทธในการแก้ปัญหาความขาดแคลนน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้นตามความรุนแรงของปัญหาในพื้นที่ต่าง ๆ ภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อันเป็นพื้นที่ที่ยังต้องการการแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำอย่างมากต่อไป

ผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการ นักวางแผนและผู้สนใจทั่วไป อันจะมีส่วนกระตุ้นให้มีการศึกษาวิจัย ในการแก้ปัญหาเรื่องน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไปอย่างต่อเนื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

ปัญหาเรื่องฝนทิ้งช่วงในฤดูการเพาะปลูก เป็นอุปสรรคสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตโดยเฉพาะข้าวตกต่ำ อันจะก่อให้เกิดปัญหาสังคมและเศรษฐกิจตามมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคหนึ่งของประเทศก็ประสบปัญหาดังกล่าวมาตลอด การแก้ไขปัญหาดังกล่าว จำจะต้องหาน้ำที่มีชต้องการมาชดเชยจากแหล่งอื่น ซึ่งอาจจะมาจากเขื่อน, ฝาย, บึงหนอง หรือสระน้ำที่ขุดขึ้น และในปัจจุบันยังไม่มีการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวนฝนทิ้งช่วงพื้นฐานภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นข้อมูลหนึ่งที่จำเป็นในการวางแผนออกแบบและจัดการโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำข้อมูลฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนกว่า 85 สถานีภายในภาคมาวิเคราะห์หาจำนวนวันฝนทิ้งช่วง และฝนน้อย และหาการกระจายของจำนวนวันฝนทิ้งช่วงดังกล่าว เคยได้ทดสอบการกระจายกับสมการการกระจายทั้งหมด 7 สมการ คือ สมการ Truncated Normal, 2 parameter lognormal, 3 parameter lognormal, Type I extremal, Pearson Type III, Logpearson Type III, Type III extremal พร้อมกันนั้นก็หาช่วงเวลาที่เกิดฝนทิ้งช่วงด้วย

ผลการศึกษาพบว่า สมการการกระจายแบบ 3 parameter lognormal ในค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด ภาวะฝนทิ้งช่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโอกาสเกิดมากที่สุดในเดือนมิถุนายน และมีจำนวนวันระหว่าง 10-45 วัน แล้วแต่พื้นที่และโอกาสเกิด พื้นที่ของภาคสามารถแบ่งออกเป็น 4 เขต ได้ตามความรุนแรงของภาวะฝนทิ้งช่วง ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ลงให้แผนที่แสดงจำนวนวันที่ฝนจะทิ้งช่วงหรือตกน้อย (น้อยกว่า 10,20,30 มม) ในโอกาสเกิดต่าง ๆ เช่น 50,20,10 เปอร์เซนต์ เพื่อใช้ในการประมาณจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วทั้งภาค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Abstract

Dry spell during cultivation period is important obstacle to rice cultivation and the phenomena decrease the rice production yield. The phenomena make a great impact on farmers in rural area especially on socioeconomical aspect. Northeastern Thailand is an area which suffer from dry spell problem. The counter measure is to find supplementary water from other sources i.e, dam, weir, swamp or digged pond. At present there is no systematic analysis on dry spell phenomena in Northeastern area. This data is necessary for water resources planning design and management.

This study analysed observed daily rainfall from 85 rainfall stations in the study area to find dry spell duration distribution. Seven distribution equations e.g. Truncated Normal, 2 parameter lognormal, 3 parameter lognormal, Type I Extremal, Pearson Type III, Logpearson Type IV, Type IV extremal equations, were tested to find their fitness.

The results show that 3 parameter lognormal distribution equation is most suited to the observed data compared to the results from other six distribution equations. The dry spell in the Northeast area tends to occur during June with the range of 10-45 days depending on area and occurance percentage. The study area can be divided into four subarea due to the dry spell intensity. The results obtained from the study were plotted in map with dry spell of less than 0, 10, 20, 30 mm and occurence percentage of 50, 20, 10. This map can be used to interpolate the dry spell duration in the Northeastern area.

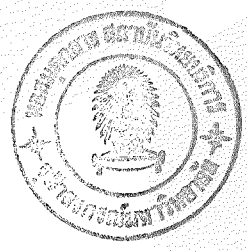
## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้ จากเงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดินปี 2530 การวิจัยครั้งนี้ได้รับข้อคิดเห็นจาก ศ.ธำรง เปรมปรีดิ์ ในฐานะที่ปรึกษา และได้รับความช่วยเหลือ จาก นายสำรวย สันติป่าตี นิสิตปริญญามหาบัณฑิต ในการคำนวณ และวิเคราะห์ ตลอดจนจัดทำแผนที่ ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมชลประทาน การไฟฟ้าภูมิภาค สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ที่ให้ความร่วมมือในด้านข้อมูลเป็นอย่างดี การคำนวณของงานวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอุปการะจากศูนย์คอมพิวเตอร์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| คำนำ | ก |
| บทคัดย่อ | ข |
| Abstract | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูป | ช |
| สัญญลักษณ์และหน่วยที่ใช้ | ซ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 คำนำ | 1 |
| 1.2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา | 2 |
| 1.3 การศึกษาที่ผ่านมา | 5 |
| 1.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย | 8 |
| 1.5 แนวทางการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้ | 9 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานในการศึกษา | 11 |
| 2.1 คำนิยาม | 11 |
| 2.2 สมการการกระจายและการหาตำแหน่งพารามิเตอร์ | 13 |
| 2.3 สมการความคลาดเคลื่อน | 19 |
| บทที่ 3 ผลการทดสอบสมการการกระจาย | 21 |
| 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ | 21 |
| 3.2 วิธีการทดสอบ | 21 |
| 3.3 ผลการทดสอบ | 22 |
| 3.4 ข้อสรุป | 22 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ | 35 |
| 4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ | 35 |
| 4.2 วิธีวิเคราะห์ | 35 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ | 35 |
| บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ | 62 |
| บรรณานุกรม | 64 |


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 ผลการทดสอบสมการการกระจายแบบต่าง ๆ ในสถานีทั้ง 19 แห่ง 23
3.2 การเปรียบเทียบผลจากสมการการกระจายตัวอย่าง 33
3.3 จำนวนสถานีในลำดับความเหมาะสมต่าง ๆ 33
4.1 รายชื่อสถานีที่ใช้ในการศึกษา 37
4.2 ค่าฝนทิ้งช่วงที่คำนวณได้ในคาบปีกลับต่าง ๆ 44
4.3 จำนวนวันฝนทิ้งช่วงในปริมาณฝนและโอกาสเกิดต่าง ๆ 46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า


รูปที่

1.1 ลมมรสุมที่มีผลต่อฤดูกาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3

1.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

2.1 คำนิยามของฝนทิ้งช่วง 12

2.2 ช่วงเวลาที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วง 12

3.1 เปรียบเทียบค่าผิดพลาดจากสมการการกระจายต่าง ๆ 34

4.1 ตำแหน่งของสถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 36

4.2 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน = 0, โอกาสเกิด 50 %) 48

4.3 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน = 0, โอกาสเกิด 20 %) 49

4.4 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน = 0, โอกาสเกิด 10 %) 50

4.5 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <10, โอกาสเกิด 50 %) 51

4.6 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <10 มม, โอกาสเกิด 20 %) 52

4.7 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <10 มม, โอกาสเกิด 10 %) 53

4.8 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <20 มม, โอกาสเกิด 50 %) 54

4.9 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <20 มม, โอกาสเกิด 20 %) 55

4.10 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <20 มม, โอกาสเกิด 10 %) 56

4.11 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <30 มม, โอกาสเกิด 50 %) 57

4.12 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <30 มม, โอกาสเกิด 20 %) 58

4.13 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <30 มม, โอกาสเกิด 10 %) 59

4.14 สภาพความรุนแรงของภาวะฝนทิ้งช่วงตามพื้นที่ต่าง ๆ 60

4.15 ช่วงโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วง 61



เลขหมู่ ๑๙ ๑๙๑5

เลขทะเบียน 005148

วัน.เดือน.ปี 24 ก.ค. 32

## สัญญลักษณ์และหน่วยที่ใช้

| สัญญลักษณ์ | นิยาม | หน่วย |
|---|---|---|
| a | lower boundery ในสมการการกระจาย | วัน |
| Dn | Kolmogorov error | - |
| K | ค่าดัชนีความถี่ | - |
| p(x),p(t) | ค่าความเป็นไปได้ | - |
| Ri | ปริมาณฝนรวม | มม. |
| $S_x$ | Root mean square | - |
| $S_r$ | Standard error | - |
| Ti | จำนวนวันฝนทั้งช่วงของแต่ละปี | วัน |
| t | Standard normal deviate | - |
| X | ค่าเฉลี่ยของข้อมูล | วัน |
| Xi | ค่าข้อมูลจากการวัด | วัน |
| XT | ค่าข้อมูลที่มีคาบกลับ | วัน |
| Yi | ค่าข้อมูลจากการคำนวณโดยสมการการกระจาย | วัน |
| Zt | จำนวนวันฝนทั้งช่วงมากที่สุดของแต่ละปี | วัน |
| $\alpha$ | ค่าพารามิเตอร์ของ scale ที่ใช้ในสมการการกระจาย | - |
| $\beta$ | ค่าพารามิเตอร์ของ shape ที่ใช้ในสมการการกระจาย | - |
| $\gamma$ | ค่า พารามิเตอร์ของ location ที่ใช้ในสมการการกระจาย | - |
| $\sigma$ | ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน | วัน |
| $\gamma_x$ | สัมประสิทธิ์ของความเบ้ | - |
| $\delta$ | ค่าพารามิเตอร์ในการหา Standard error | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 คำนำ

สภาวะความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลกระทบอย่างมากต่อชาวเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งนี้เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดำรงชีพอยู่ด้วยการเกษตรโดยอาศัยน้ำฝน พื้นที่ประมาณ 3 ล้านไร่ในจำนวนพื้นที่ทั้งหมด 106 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ชลประทาน ความแห้งแล้งของภาคอีสานได้รับการกล่าวขวัญมานานโดยเฉพาะความแห้งแล้งในปี 2529/30 ซึ่งเป็นปีที่แห้งแล้งที่สุดปีหนึ่ง ยังคงเป็นเหตุการณ์ที่อยู่ในความทรงจำ หลายหน่วยงานต้องช่วยกันขนน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ไปช่วยบรรเทาปัญหา จนเกิดเป็นโครงการอีสานเขียวขึ้น นี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของน้ำในภูมิภาคนี้ดังคำกล่าวในอดีตว่า ผู้ใดครองน้ำ ผู้นั้นคือผู้ครองนคร

จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสออกไปดูงานในการประกวดโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กของสำนักนายกรัฐมนตรี และจากการวิจัยในโครงการทดลองการพัฒนาต้นแบบแบบผสมผสานของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2527-2531) ทำให้ได้พบสภาพความขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้และน้ำเพื่อการเกษตรในภาคต่าง ๆ ของประเทศ แม้แต่ในภาคใต้ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นภาคที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีสูงมากแต่ก็ยังมีสภาพปัญหาขาดแคลนน้ำเช่นกัน ลักษณะของปัญหาของขาดแคลนน้ำ น่าจะมองได้ 2 ลักษณะกล่าวคือ การขาดแคลนน้ำเฉพาะช่วง และการขาดแคลนน้ำรายปี การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในสองลักษณะนี้ไม่เหมือนกัน การคิดความต้องการน้ำ และระยะเวลาที่ต้องการก็ไม่เหมือนกัน การสร้างสระ, ฝาย หรือภาชนะเก็บกักเป็นมาตราการช่วยสำหรับการขาดแคลนน้ำเฉพาะช่วง ขณะที่การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำขนาดกลางใหญ่จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำรายปี ปัจจุบันนี้การแก้ปัญหาในเชิงงานออกแบบทางวิศวกรรมต่อการแก้ปัญหาขาดแคลนน้ำดูจะมีสองลักษณะ โครงการแหล่งน้ำขนาดเล็กคงจะทำได้เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำเกษตรเฉพาะช่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างฤดูการผลิต ความต้องการน้ำจึงควรพิจารณาเฉพาะช่วงที่ขาดในระหว่างฤดูผลิต นั่นคือระยะฝนทิ้งช่วงนั้นเป็นที่มาของการเริ่มของงานวิจัยครั้งนี้ การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำรายปีจะต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ต่อไป และการแก้ไขจำเป็นจะต้องมีการวางโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลางและใหญ่

ปัญหาความแห้งแล้ง มีการถกเถียงกันมากเริ่มตั้งแต่เรื่องของนิยามของความแห้งแล้งซึ่งแตกต่างกันไปแล้วแต่นักวิชาการสาขาใดจะเป็นผู้พิจารณา แต่อย่างไรก็ตามการมองเฉพาะปัญหาความแห้งแล้งอย่างเดียวอาจจะไม่ครบระบบและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ดี จำจะต้องดูผลกระทบและมาตรการอื่น ๆ ประกอบ เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาได้อย่างเหมาะสม ประเด็นที่ควรพิจารณาในเรื่องของการจัดการเพื่อป้องกันผลเสียหายจากปัญหาความแห้งแล้งมีดังนี้

1. ศึกษาลักษณะการเกิดของความแห้งแล้ง จำจะต้องมีการวิเคราะห์เพื่อทำนายการเกิดให้ได้แม่นยำ
2. หามาตรการการควบคุมภาวะขาดแคลนน้ำ
3. หามาตรการการควบคุมความต้องการน้ำในภาวะขาดแคลนน้ำ
4. หามาตราการการลดผลกระทบต่อธรรมชาติและสังคมอันเนื่องมาจากภาวะขาดแคลนน้ำ
5. กำหนดกลยุทธและการจัดการสำหรับภาวะขาดแคลนน้ำ

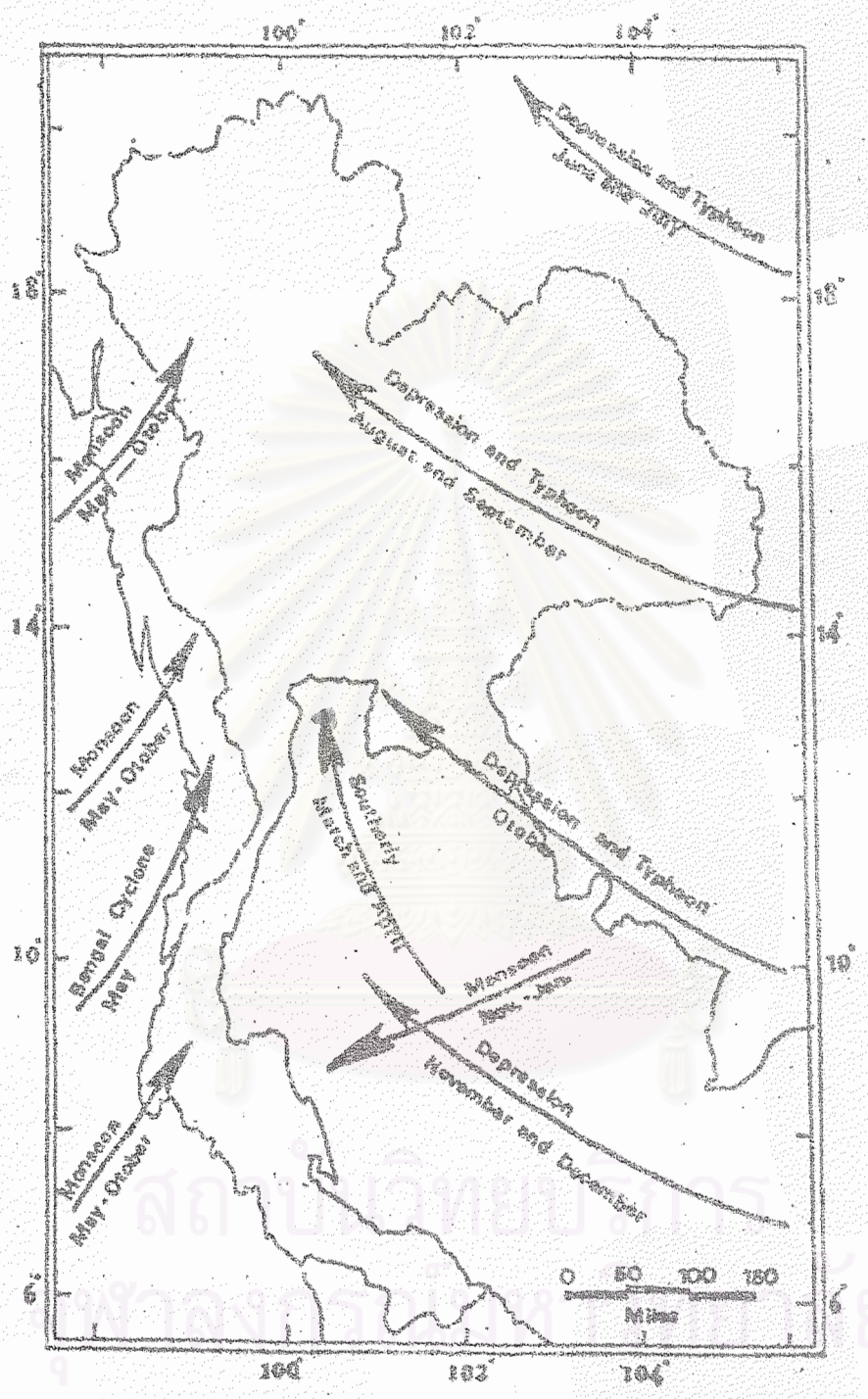
จะเห็นว่าการแก้ปัญหาให้ได้ดีจะต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ โดยรอบ เพื่อจะให้สามารถกำหนดนโยบาย กลยุทธ วิธีการที่เหมาะสมได้ ซึ่งคงจะไม่สามารถได้คำตอบจากการวิจัยเล็ก ๆ เช่นครั้งนี้

รายงานครั้งนี้ได้สรุปผลการวิจัยทางอุทกวิทยาพื้นฐาน ในเรื่องการวิเคราะห์สภาพฝนทั้งช่วงที่เกิดขึ้นในฤดูการผลิต (พ.ย.-ต.ค.) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมดเพื่อให้ทราบจำนวนวันต่อเนื่องสูงสุดที่เกิดภาวะฝนทั้งช่วงในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคในคาบปีต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการออกแบบและจัดการโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็ก

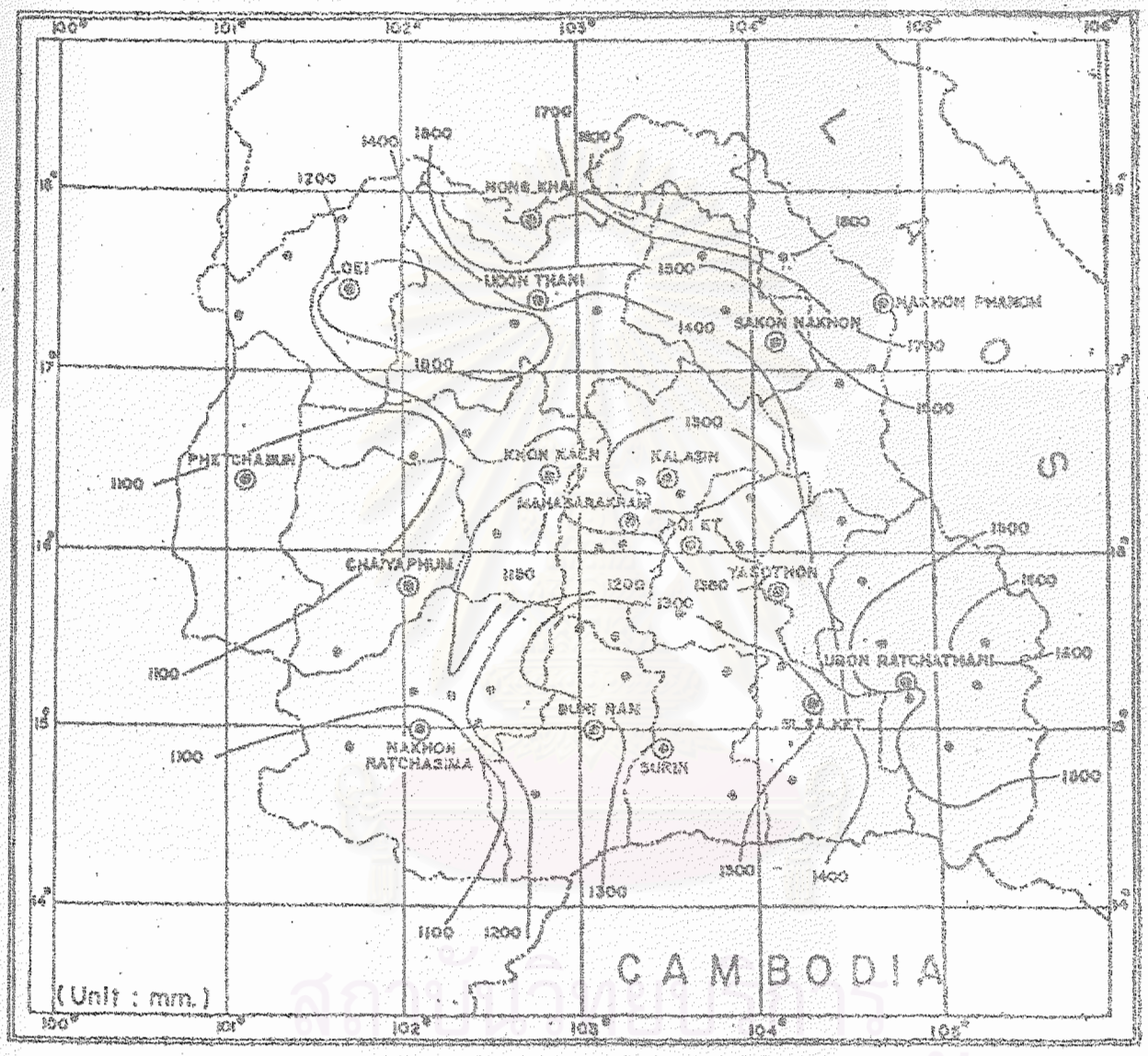
## 1.2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 ถึง 18 องศาของซีกโลกเหนือและเส้นแวงที่ 100 ถึง 106 องศาตะวันออก ประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ 17 จังหวัด มีความสูงของภูมิภาคเฉลี่ยระหว่าง 200-300 เมตร จากระดับน้ำทะเล พื้นที่มีภูเขาล้อมรอบสูงประมาณ 400 เมตรทางทิศใต้ และ 1300 เมตรทางทิศตะวันตก นอกจากนั้นจะมีแนวเขาภูพานอยู่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของภาค ภูมิประเทศของภาคส่วนหนึ่งประกอบด้วยพื้นที่สูงขรุขระไม่สม่ำเสมอ พื้นที่ราบ และเป็นลูกคลื่นไม่สม่ำเสมอ เป็นที่ราบสูงที่ลาดลงสู่แม่น้ำโขงทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของภาคพื้นที่เป็นที่ราบสูงที่มีชื่อเรียกว่าที่ราบสูงโคราช มีลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบด้วยหินทรายเนื้อละเอียด มีหินชั้นซึ่งถูกทับถมในที่ต่ำจากการตกตะกอนและมีชั้นของหินทรายที่มีการไหลซึมของน้ำได้ดีอยู่ชั้นบน

ภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน ฤดูฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามปกติจะเริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม โดยมีการกระจายของฝนเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงแรกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน เป็นฝนที่ได้อิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และพายุหมุนที่เกิดจากทะเลจีนใต้ ซึ่งจะมีประมาณ ปีละ 3-4 ครั้ง (ดูรูปที่ 1.1) ฝนช่วงหลังจะมีปริมาณมากกว่าและมีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอกว่าฝนที่ตกในช่วงแรก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่ (ดูรูปที่ 1.2) สามารถแบ่งออกเป็น 3 เขต คือ เขตฝนตกมาก (มากกว่า 1400 มม.ต่อปี) อยู่ทางตอนเหนือและตะวันออกของภาค , เขตฝนตก




รูปที่ 1.1 ลมมรสุมที่มีผลต่อฤดูกาล ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ




รูปที่ 1.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปานกลาง (ระหว่าง 1200-1400 มม.ต่อปี) อยู่เขตกึ่งกลางระหว่าง 2 เขต และ เขตฝนน้อย (ต่ำกว่า 1200 มม.ต่อปี) อยู่บริเวณตะวันตกของภาค

ฤดูหนาวของภาคจะเริ่มจากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากภาคพื้นทวีปเอเชีย ลมมรสุมนี้อาจก่อให้เกิดฝนตกได้บ้างเล็กน้อยเนื่องจากเกิดแนวปะทะอากาศหนาวหรือเกิดแนวปะทะอากาศอุ่นตามแต่โอกาส

ฤดูร้อนของภาคจะเริ่มจากเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม อากาศจะร้อนสุดประมาณสัปดาห์สุดท้ายของเดือนเมษายน เมื่อเริ่มฤดูร้อนอาจจะมีฝนตกบ้างเล็กน้อยและนาน ๆ ครั้ง ซึ่งเป็นฝนที่เกิดจากการพาความร้อนของอากาศ ในช่วงหลังของฤดูจะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีอากาศร้อนและความชื้นจึงทำให้เกิดฝนตกเนื่องจากการพาความร้อนของอากาศได้มากขึ้น

การเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วยการปลูกพืชเป็นหลัก ส่วนการเลี้ยงสัตว์นั้นมีบ้างเล็กน้อยเฉพาะภายในครัวเรือน การปลูกพืชของเกษตรกรส่วนใหญ่จะพยายามปลูกข้าวให้ได้มากที่สุด พื้นที่ที่ปลูกข้าวไม่ได้ จึงจะปลูกพืชไร่ พื้นที่ปลูกข้าวมีถึง 33,750,000 ไร่ ขณะที่พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่าง ๆ มีแต่ 8,750,000 ไร่ ผักต่าง ๆ อีก 400,000 ไร่ และผลไม้ต่าง ๆ อีก 200,000 ไร่ พื้นที่ที่เหลือเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ รวมทั้งส่วนที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้อีก เนื่องจากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีความแปรปรวนทั้งสภาพดินฟ้าอากาศ จึงมีผลต่อการเพาะปลูกของเกษตรกรมาก ปีใดที่มีฝนตกดีสม่ำเสมอตั้งแต่ต้นฤดูฝน การผลิตข้าวก็จะมีมาก แต่ตรงกันข้าม หากพื้นที่ใดประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงตั้งแต่ตอนต้นฤดูฝน พื้นที่ปลูกข้าวก็จะลดลง พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อพื้นที่จึงแปรเปลี่ยนไปตามสภาพพื้นดินและอากาศอย่างมาก

## 1.3 การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาที่ผ่านมาในเรื่องของการวิเคราะห์ความแห้งแล้ง (Drought Analysis) ในส่วนที่นิจาฒมาการเกิดหรือโอกาสจะเกิดเหตุการณ์ชนิดนี้ มุ่งใช้วิธีทางสถิติ และความเป็นไปได้มาอธิบายการวิเคราะห์ความแห้งแล้งและจะวิเคราะห์แยกเป็นสองเรื่อง คือการวิเคราะห์ฝนและการวิเคราะห์อัตราการไหล (low flow) ทั้งนี้เพราะเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คล้ายคลึงกัน ในที่นี้จะขอแบ่งเรื่องการศึกษาที่ผ่านมาเป็นสองส่วนคือ การศึกษาเรื่องต่างประเทศ และการศึกษาเรื่องประเทศไทย และเนื่องจากมีการวิจัยในเรื่องดังกล่าวโดยเฉพาะในต่างประเทศมากจึงขอกล่าวเฉพาะส่วนสำคัญในที่นี้

1.3.1 การศึกษาในต่างประเทศ

Nicholas (1963) วิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำรายเดือนและอัตราการไหลต่ำช่วง 1 วันและ 7 วัน เพื่อดูการกระจาย และพบว่าข้อมูลของฝนมีลักษณะการกระจายแบบ random ในขณะที่ข้อมูลของอัตราการไหลมีลักษณะกระจายแบบ non random และสามารถทดแทนโดยใช้วิธีการของ first order Markov

Huff and et.al (1963) วิเคราะห์สภาพอากาศแห้งแล้งของรัฐอิลินอยส์ โดยวิเคราะห์การกระจายของความแห้งแล้ง ช่วง 3 ถึง 60 เดือน จากข้อมูลฝนระหว่างปี 1906-1955 เขาพบว่าความแห้งแล้งระยะยาวและรุนแรงจะตามมาด้วยความแห้งแล้งระยะสั้นและรุนแรง การวิเคราะห์ความแห้งแล้งช่วง 3,6,และ 12 เดือน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเข้าใจการตกของฝนในรัฐอิลลินอยส์ ในการศึกษายังได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างความแห้งแล้งและแฟคเตอร์ทางภูมิอากาศอื่น และหาความสัมพันธ์ระหว่างความแห้งแล้งของฝนและอัตราการไหลต่ำด้วย

Maher (1967) ได้วิเคราะห์ข้อมูลฝนในประเทศออสเตรเลียโดยแบ่งเป็นรายเดือน และพยายามกำหนดดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Indices) ออกเป็น 10 ระดับเทียบจากค่าเฉลี่ยของฝน

Millan (1972) ได้สร้างโมเดลเพื่อหาผลกระทบของการเกิดความแห้งแล้งต่อเศรษฐกิจของภูมิภาค ซึ่งประกอบด้วยโมเดลของปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Natural Model) และโมเดลทางเศรษฐกิจ (Economy Model) ในส่วนของโมเดลของปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ใช้ทฤษฎีความเป็นไปได้ในการเกิดความแห้งแล้งที่นานที่สุดในรอบปี ซึ่งเป็น first order linear autoregressive model of dependence ในการทำนายการเกิดความแห้งแล้งในแต่ละปี

Fok and et.al (1976) วิเคราะห์ข้อมูลการไหลรายเดือนในฤดูแห้งแล้งโดยใช้ Stochastic เพื่อใช้ทำนายการเกิดความแห้งแล้งบนเกาะ Maui ฮาวาย ข้อมูลการทำนายนี้จะถูกนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการอีกที ในการทำแบบจำลองทาง Stochastic พบว่าค่าผิดพลาดจากสมการการกระจายแบบ Peason Type III ให้ผลน้อยกว่าค่าจากสมการการกระจายแบบ Normal เล็กน้อย

Norlo (1976) สร้างโมเดลเพื่อหาความกว้างของพื้นที่แห้งแล้งตามเวลาเป็นรายเดือน โดยใช้สมมุติฐานว่าตัวแปรผันจากการวิเคราะห์ Stochastic จะหาจาก expotential decay function ในระหว่างตำแหน่งของสถานี โมเดลนี้จะสามารถบอกพื้นที่รวมที่ถูกกระทบ และความรุนแรงของความแห้งแล้งในแต่ละพื้นที่ได้

Yevjevich (1977) ได้สรุปประเด็นผลการศึกษาวิจัยในเรื่อง Drought ในการประชุมเรื่อง "Drought Research Needs" นอกจากนี้ยังได้สรุปปัญหาในการวิจัย แนวทางการวิเคราะห์ที่ผ่านมาได้อย่างดี ข้อสรุปที่สำคัญเริ่มตั้งแต่เรื่องคำนิยาม, ดัชนีของความแห้งแล้งยังไม่สามารถกำหนดร่วมกันได้ แต่การเกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ขนาดใหญ่ถือเป็นปรากฏการณ์แบบ random ได้ เป็นต้น

Santos (1983) ได้เสนอคำนิยามของความแห้งแล้งระดับภูมิภาค (Regional Drought) และใช้ทฤษฎีความเป็นไปได้ทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย, ความแปรปรวน, การกระจายของตัวแปร random เพื่อให้เข้าใจลักษณะของความแห้งแล้งระดับภูมิภาค (ได้แก่ระยะเวลา ความรุนแรงในพื้นที่ที่จะเกิด) กรณีของประเทศปอร์ตุเกสถูกใช้เป็นกรณีตัวอย่างในการศึกษา

UNESCO (1985) ได้จัดสรุปปัญหาและสภาพความแห้งแล้งของประเทศต่าง ๆ ในโลก และได้เสนอให้มีการศึกษาต่อไปในเรื่องดัชนีความแห้งแล้ง, การทำนายความแห้งแล้งทั้งในแง่พื้นที่และเวลา, กลไกการเกิดความแห้งแล้ง, การสำรวจ, และผลที่เกิด รวมทั้งความร่วมมือกันระหว่างประเทศเพื่อบรรเทาอุทกภัยจากความแห้งแล้ง

Zelenhasic (1987) ใช้ทฤษฎี Supremum of a random number of random variables ในแบบจำลอง Stochastic เพื่อวิเคราะห์อัตราการไหลรายวันเพื่อให้ได้ลักษณะการเกิด low flow อาทิเช่น ปริมาณ จำนวนวัน เกิดสูงสุด หรือในช่วงเวลาที่กำหนดให้ เป็นต้น ในการสร้าง random number ใช้กฎของ Poisson Probability โมเดลที่สร้างขึ้นใช้ประยุกต์กับแม่น้ำ Sava (ข้อมูล 58 ปี) และแม่น้ำ Tisa (ข้อมูล 52 ปี) ในประเทศยูโกสลาเวีย ซึ่งปรากฏว่า ผลจากทฤษฎีนี้และจากสมการ empirical distribution ให้ค่าใกล้เคียงกัน

การศึกษาในต่างประเทศในเรื่องความแห้งแล้งเริ่มจากการวิเคราะห์ฝน เพื่อหาโอกาสเกิดในตามเวลาต่าง ๆ หลังจากนั้นก็จะขยายไปสู่การการใช้ Stochastic Model เพื่อทำนาย คำนิยามในเรื่องความแห้งแล้งจะขยายวงจากปริมาณฝนไปสู่เรื่องการขาดแคลน (shortage) ทำให้ความหมายของคำว่า "แห้งแล้ง" ยังไม่มีข้อสรุปร่วมกัน บางส่วนมีความพยายามจะเชื่อมโมเดลทำนายเข้ากับโมเดลของผลกระทบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินเพื่อหามาตราการบรรเทาผลเสียหายที่จะเกิดขึ้นให้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบันนี้การวิจัยเพื่อจะหาความแห้งแล้งในลักษณะพื้นที่ (spatial) จากข้อมูลที่มีในสถานีซึ่งเป็นข้อมูลของแต่ละตำแหน่ง (point) กำลังดำเนินอยู่และข้อมูลที่ใช้ก็เพิ่มจากรายปี เป็นรายเดือนและลงรายวันแล้วเพิ่มความละเอียดในการทำนายให้สูงขึ้น

1.3.2 การศึกษาเกี่ยวกับประเทศไทย

Mekong (1974) ได้ศึกษาสภาพฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแบ่งพื้นที่เป็น 12 polygons และหาการกระจายของฝนรายเดือน, แนวโน้มของฝนรายปี, ลักษณะของฝนและพื้นที่ และ Effective Rainfall สำหรับข้าวและน้ำฝน ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้วิเคราะห์จำนวนวันฝนไม่ตก จำนวนวันฝนไม่ตกต่อเนื่องสูงสุด โดยหาการกระจายเป็นรายเดือนในช่วงฤดูฝนของสถานีต่าง ๆ เพื่อหาความต้องการน้ำสำหรับข้าว และประเมินผลกระทบของการขาดฝนกับผลผลิตต่อพื้นที่ (yield)

AIT (1978) ได้วิเคราะห์น้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลฝนจาก 58 สถานี เพื่อหาการกระจายทั้งในเรื่องพื้นที่และแกนเวลา พร้อมกันนี้ก็หา effective rainfall สำหรับการชลประทานในนาข้าวของภาคด้วย การศึกษาได้สรุปว่า gamma distribution ใช้ได้ดีกับการกระจายของฝนรายปี ขณะที่ leaky law ใช้ได้ดีกับฝนรายเดือน พื้นที่ที่มีฝนชุกที่สุด คือ บริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือของภาค เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุด คือเดือนกันยายน ในการคำนวณหาวันแล้ง (Drought day) โดยใช้ balance type model แบบง่ายเพื่อหาจำนวนวันที่ระดับน้ำในนาข้าวเป็นศูนย์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาจำนวนวันแล้งทั้งหมด และจำนวนวันแล้งต่อเนื่องสูงสุดในแต่ละเดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนต่อไป ในการศึกษาครั้งที่ได้มีการวิเคราะห์อัตราการไหลต่ำ (Low Flow Analysis) ของแม่น้ำหลักในภาคประกอบด้วย

Blanchard (1980) วิเคราะห์ฝนแล้งของสถานีกาฬสินธุ์ โดยใช้ข้อมูลรายวันจำนวน 24 ปี เพื่อหาจำนวนวันฝนแล้ง โดยใช้วิธีของ First-order Markov process ในการวิเคราะห์และทำนายเพื่อการวางแผนการใช้น้ำ

Vorasoot (1985) ทำการวิเคราะห์น้ำฝนจาก 80 สถานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเลือกวิธีวิเคราะห์แบบ Gamma distribution และ Markov Chain First order probability analysis เพื่อใช้คาดคะเนโอกาสเป็นเปอร์เซนต์ที่ฝนจะตกเป็นรายสัปดาห์ในรอบปี สำหรับวางแผนการปลูกพืช

Hoshigawa (1985) ใช้ Time series Analysis วิเคราะห์หาลักษณะของฤดูกาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่าความแปรปรวนของการเริ่มฤดูฝนในภาคมีสูง บางพื้นที่ต่างกันถึง 2 เดือน แต่ภาพรวมฤดูฝนค่อนข้างจะคงที่คือปลายเดือนตุลาคม ในระหว่างฤดูฝนจะปรากฏเหตุการณ์ "ฝนทิ้งช่วง (Dry Spell)" ขึ้น ซึ่งก็มีความแปรปรวนตามปีและพื้นที่มาก ลักษณะของอัตราการไหลในแม่น้ำสำคัญจะคล้ายกับของฝนคือขึ้นสูงสุดเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในภาคมีผลต่อการทำเกษตรโดยเฉพาะข้าวในภาคเป็นอย่างมาก

โดยสรุปแล้วในการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวกับประเทศไทยมุ่งเน้นการวิเคราะห์น้ำฝน เพื่อหาความต้องการน้ำเสริมสำหรับการเพาะปลูก ข้อมูลการทำนายจึงแบ่งและวิเคราะห์ออกเป็นรายเดือน หรือรายวัน โดยบอกเป็นเปอร์เซนต์ของโอกาสเกิด ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์จะเป็นข้อมูลจริงหรือทำนายจากแบบจำลองทางสถิติ

## 1.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มุ่งวิเคราะห์สภาวการขาดฝนในฤดูเพาะปลูก จากข้อมูลจริงในสนามและใช้สถานีจำนวนให้มาก เพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมดได้ดีขึ้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาได้กำหนดไว้ดังนี้

1. ทดสอบเปรียบเทียบสมการการกระจายต่าง ๆ เพื่อหาความเหมาะสมของสมการการกระจายสำหรับการวิเคราะห์ระยะเวลาฝนทั้งช่วงในฤดูกาลเพาะปลูก
2. วิเคราะห์การกระจายและจัดทำแผนที่การกระจายของระยะเวลาฝนทั้งช่วงในช่วงเวลาและคาบเวลาต่าง ๆ กันของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ frequency เพื่อหาจำนวนวันที่มีโอกาสฝนไม่ตกหรือตกน้อย คือ ปริมาณฝนรวมน้อยกว่า 10, 20, และ 30 มม. ในคาบเวลาต่าง ๆ กัน โดยยังไม่มีวัตถุประสงค์ในการทำแบบจำลองเพื่อการทำนาย

ในการศึกษาจึงได้คัดเลือกข้อมูลฝนรายวันจากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถานี รวม 85 สถานี (ดูตารางที่ 4.1 ประกอบ) และเลือกระยะเวลาของฤดูกาลเพาะปลูกจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในการเลือกข้อมูลจะใช้เฉพาะจำนวนวันที่ฝนไม่ตกต่อเนื่องและนานที่สุดในระหว่างฤดูเพาะปลูกในแต่ละปีมาทำการวิเคราะห์ และใช้ข้อมูลระหว่างปี 1952 ถึง 1984 สมการการกระจายที่ใช้ในการทดสอบความเหมาะสมได้เลือกมา 7 สมการ ได้แก่ สมการการกระจายของ Normal, 2, 3 parameter Log-Normal, Type I extremal, Pearson's Type III, Log-Pearson's Type III และ Type III extremal

## 1.5 แนวทางการวิเคราะห์และวิธีที่ใช้

การวิเคราะห์เริ่มจากการคัดเลือกสถานีตัวแทนจากข้อมูลทั้งหมด 419 สถานี โดยมีหลักเกณฑ์ว่าจะต้องมีข้อมูลรายวันอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงปีที่กำหนด จากข้อมูลฝนของสถานีที่เลือกจะทำการหาจำนวนวันต่อเนื่องที่ปริมาณฝนตกรวมในช่วงดังกล่าวเท่ากับหรือน้อยกว่า 0, 10, 20, และ 30 มม. ขึ้นมา และจะเลือกค่าจำนวนวันต่อเนื่องที่มากที่สุดไว้เป็นตัวแทนของปีนั้น (โดยบันทึกช่วงเวลาที่เกิดไว้ด้วย) เนื่องจากมีข้อมูลอยู่มากในการทดสอบสมการการกระจาย ได้เลือกใช้เฉพาะข้อมูลจากสถานีหลัก 17 สถานี (ดูตารางที่ 4.1) เป็นตัวแทนในการเลือก ในการพิจารณาดู

ความคลาดเคลื่อนได้ใช้วิธีของ chi-square Test., Kolmogorov-Smirov Test และ Standard Error sum square เข้าประกอบการพิจารณาเพื่อเลือกสมการการกระจายที่เหมาะสมที่สุด (ดูบทที่ 3) หลังจากนั้นจะใช้สมการการกระจายที่คัดเลือกแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เลือกมาจากสถานีต่าง ๆ ทั่วทั้งภาค เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ โดยวิธี Maximum Likelihood Method ซึ่งค่าเริ่มต้น (Initial value) ในการหาค่าพารามิเตอร์จะใช้ค่าที่ได้จากวิธี Moment จากสมการการกระจายที่ได้ก็ทำให้สามารถคำนวณจำนวนวันฝนน้อยต่อเนื่องสูงสุดในปริมาณ 0-30 มม. ในคาบเวลาต่าง ๆ ได้ จากข้อมูลที่คำนวณได้ดังกล่าวก็จะนำไปลงในแผนที่ของภาคเพื่อเขียนเส้น Isohyte ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2

## ทฤษฎีพื้นฐานในการศึกษา

### 2.1 คำนิยาม

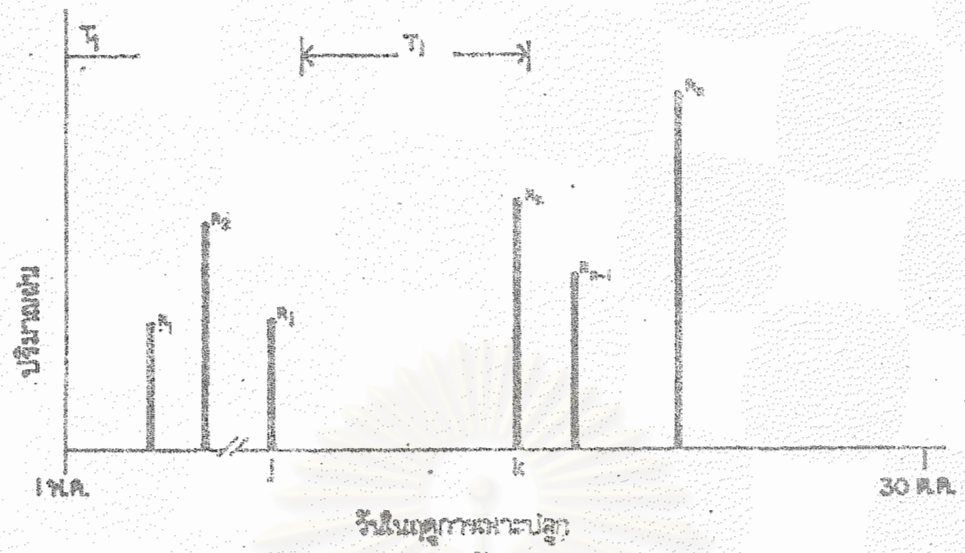
ความหมายของคำว่า "แห้งแล้ง(Drought)" ได้มีการถกเถียงและพยายามจะกำหนดคำจำกัดความอยู่ แต่ก็ยังไม่มีข้อสรุปร่วม ซึ่งในการประชุมเรื่อง Drought Research Needs ในปี 1977 และหนังสือเรื่อง "Hydrological aspects of Drought" ในปี 1985 ก็ได้กำหนดความหมายกว้าง ๆ ว่า Drought คือการขาดแคลน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อปริมาณน้ำต้องการ (Water Demand) มีมากกว่าปริมาณน้ำที่หาได้ (Water Supply) แต่ในรายละเอียด ทั้งความต้องการน้ำและปริมาณน้ำที่หาได้ก็ยังแตกต่างกันไป แล้วแต่ว่าจะมองจากมุมไหน อาทิเช่น ด้านชลประทาน, ด้านน้ำประปา หรือ น้ำเพื่ออุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ การแปลความหมายจากข้อมูลเฉพาะจุด (point) มาเป็นพื้นที่ (spatial) เพื่อหาพื้นที่แห้งแล้งก็ยังเป็นประเด็นวิจัยกันอยู่

ในการศึกษาครั้งนี้จึงจะพิจารณาความแห้งแล้งจากปริมาณฝนที่ตก แต่อย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงด้านความต้องการ(Demand) และมุ่งพิจารณาจำนวนวันต่อเนื่องนานที่สุดที่ผลรวมของปริมาณฝนในระยะเวลาดังกล่าวน้อยกว่าปริมาณที่กำหนดให้และในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกของแต่ละปีเท่านั้น ซึ่งเรียกเป็น "maximum continuous days of dry spell" หรือ "ช่วงระยะเวลาฝนทิ้งช่วง" (ดูรูปที่ 2-1) ดังสมการ

$$T_j = j-k \quad \text{when} \quad \sum_{j}^{k} R_{ij} \leq R_{min}$$

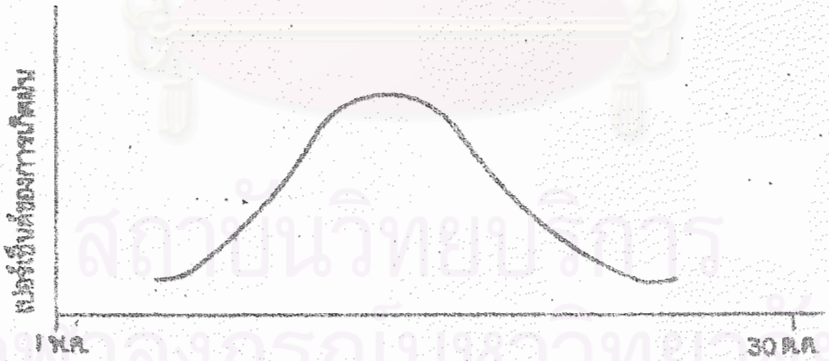
$$Z_t = \max \{ T_j \}$$

เมื่อ J และ k เป็นวันที่ในแต่ละปีในช่วงฤดูเพาะปลูก ตั้งแต่เดือน พ.ค.ถึงเดือน ต.ค. i เป็นจำนวนครั้งที่เกิดฝนทิ้งช่วงในรอบปี และ t เป็นจำนวนปีที่พิจารณา Ti เป็นจำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วงในแต่ละเหตุการณ์ ในที่นี้ค่า Rmin ซึ่งเป็นค่าผลรวมของฝนต่ำสุดในช่วงเวลาทิ้งช่วง ในที่นี้กำหนดให้แปรเปลี่ยนจาก 0-30 มม.




รูปที่ 2.1 ตำบียามของฝนทิ้งช่วง

ค่า Zt ที่ได้หนึ่งค่าที่สูงสุดในแต่ละปีจะนำมาคำนวณด้วยสมการการกระจายดูเพื่อหาสมการการกระจายที่เหมาะสมต่อไป ช่วงเวลาที่เกิดฝนทิ้งช่วงต่อเนื่องยาวเส้นนี้แต่ละปีเมื่อนำมาสรุปรวมตลอดจำนวนปีทั้งหมดที่พิจารณาก็จะได้ "กราฟของช่วงการเกิดฝนทิ้งช่วง (Dry Spell Occurrence Curve)" การวิเคราะห์นี้จึงจะสามารถหาจำนวนวันสูงสุดที่จะเกิดฝนทิ้งช่วงอย่างต่อเนื่องในพื้นที่กลับต่าง ๆ และได้ช่วงโอกาสที่จะเกิดฝนทิ้งช่วงนานด้วยในเวลาเดียวกัน




รูปที่ 2.2 ช่วงเวลาที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วง

จากข้อมูลการกระจายของฝนทิ้งช่วงเฉพาะจุดเมื่อมาพิจารณาเป็นพื้นที่ (spatial) ในการศึกษาครั้งนี้จะสมมุติว่า ความสัมพันธ์ของแต่ละจุดที่วิเคราะห์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงและใช้ในการลากเส้น Isohyte ในแผนที่ เส้น Isohyte ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นเส้นโดยประมาณในพื้นที่จากสมมติฐานดังกล่าว และแสดงจำนวนวันฝนทิ้งช่วงโดยประมาณในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

## 2.2 สมการการกระจายและการหาค่าพารามิเตอร์

การกระจายของจำนวนวันฝนทั้งช่วงสามารถจะแทนได้ด้วยสมการการกระจายต่าง ๆ ในที่นี้ได้เลือกสมการการกระจาย 7 ชนิด มาทดสอบดูความเหมาะสม ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะกับสมการการกระจายนั้นจะใช้วิธีของ Maximum Likelihood รายละเอียดของทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์สามารถหาได้จากแบบเรียนเรื่องสถิติทางอุทกวิทยาได้ ในที่นี้จะกล่าวสรุปเฉพาะสมการสำคัญที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ในการคำนวณทางสถิติขั้นพื้นฐานไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอะไรเราจะเริ่มจากการหาค่าพื้นฐานของข้อมูลก่อน ค่าพื้นฐานเหล่านี้ได้แก่

$$\bar{x} = \Sigma x/n \qquad 2\text{-}1$$

$$\sigma = \left[ \Sigma(x-\bar{x})^2/(n-1) \right]^{\frac{1}{2}} \qquad 2\text{-}2$$

$$\gamma_x = n \Sigma (x-\bar{x})^3/[(n-1)(n-2)\ \sigma^3] \qquad 2\text{-}3$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล , $x$ = ข้อมูลตัวอย่าง , $n$ = จำนวนข้อมูลทั้งหมด
$\sigma$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล , $\gamma_x$ = สัมประสิทธิ์ของความเบ้ (skew coefficient)

สมการการกระจายทุกชนิดสามารถแปลงรูปเป็นสมการเส้นตรงมาตรฐานได้ดังสมการต่อไปนี้

$$x_T = \bar{x} + K.\sigma \qquad 2\text{-}4$$

โดยที่ค่า $x_T$ = ค่าที่คาบพิสัยกลับหรือระดับความเป็นไปได้ที่ต้องการ
$K$ = ค่าตัวแปรความถี่ (Frequency Factor) ที่คาบพิสัยกลับที่ต้องการ และได้จากการคำนวณสมการการกระจายที่เลือกใช้ ซึ่งจะกล่าวละเอียดในหัวข้อต่อไป

เนื่องจากค่า $K$ ที่ต้องการจะมีค่าแตกต่างกันแล้วแต่ว่าจะเลือกใช้สมการการกระจายแต่ละสมการก็แตกต่างกัน ในที่นี้จะขอสรุปสมการที่ใช้ในแต่ละสมการการกระจายดังนี้

1) การกระจายแบบปรกติ (Normal Distribution)

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ (probability density function) ของการกระจายแบบปรกติ สามารถในรูปปรกติและในรูป Standard เขียนได้ดังนี้

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma}\right]$$

$$\text{or } p(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-t^2/2} \qquad 2\text{-}5$$

โดยวิธี Maximum Likelihood ค่าพารามิเตอร์ x และ สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i/n \qquad 2\text{-}6$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2/n \qquad 2\text{-}7$$

จากสมการที่ 2-4 ถ้าเราต้องการรู้ค่า K (Freguency factor) เราจะได้ค่า K เท่ากับค่า stamdard normal devlatet ของสมการ 2-5

$$K = \frac{x_T - \bar{x}}{\sigma} \qquad 2\text{-}8$$

$$= t$$

การหาค่า K หรือ t นี้จากสมการ 2-5 โดยใช้วิธี polynomial appvorimation จะได้

$$t = w - \frac{C_0 + C_1 w + C_2 w^2}{1 + d_1 w + d_2 w^2 + d_3 w^3} \qquad 2\text{-}9$$

ในที่นี้ C0 = 2.515517 d1 = 1.432788

C1 = 0.802853 d2 = 0.189269

C2 = 0.010328 d3 = 0.001308

โดยที่ $w = \sqrt{\ln(\frac{1}{p2})}$ และ P = 1/T เมื่อ p คือค่าความเป็นไปได้ที่กำหนดและ T คือคาบอุบัติซ้ำกลับ (return period)

ในสมการที่ 2-9 นี้ เมื่อค่า p สูงกว่า 0.5 ให้ใช้ค่า (1-p) แทน เพื่อให้เครื่องหมายของ t ใช้ได้

2) การกระจายแบบ Two-parameter log normal

สมการการกระจายแบบ two parameter log normal คล้ายคลึงกับสมการการกระจายแบบ Normal เพียงแต่ใช้ค่า log ของตัวแปรแทนที่ สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้จึงเท่ากับ

$$P(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{\ln (x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right] \qquad 2\text{-}10$$

ค่าพารามิเตอร์จากวิธี Maximum Likelihood สามารถหาได้จากสมการ

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \ln x_i/n \qquad 2\text{-}11$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} (\ln x_i - \bar{x})^2/n \qquad 2\text{-}12$$

ค่า K (Frequency factor) ในสมการที่ 2-4 ในกรณีของสมการการกระจายแบบ two-parameter lognormal จะได้จากสมการต่อไปนี้

$$K = \frac{\ln x_T - \bar{x}}{\sigma}$$

$$= \frac{\exp (\sigma t - \sigma y^2/2) - 1}{(\exp \sigma^2 - 1)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{\exp \left(\ln(1+z^2)^{\frac{1}{2}} \cdot t - [\ln(1+z)^2]\right)/2 - 1}{z} \qquad 2\text{-}13$$

เมื่อ t คือ Standard normal deviate ดังสมการที่ 2-9 และค่า z คือ variation coefficient เท่ากับ $[\exp (\gamma^2) - 1]^{\frac{1}{2}}$

3) การกระจายแบบ Three parameter lognormal

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ของการกระจายแบบ three parameter lognormal สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp[-(\ln(x-a) - \bar{x})^2/2\sigma^2] \qquad 2\text{-}14$$

เมื่อค่า a เป็น lower boundary ซึ่งต้องหาค่า โดยวิธีของ Maximum likelihood ค่าพารามิเตอร์ในสมการข้างบนนี้จะเท่ากับ

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \ln(x_i - a)/n \qquad 2\text{-}15$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} [\ln(x_i - a) - \bar{x}]^2/n \qquad 2\text{-}16$$

และ $$\sum_{i=1}^{n} (x_i - a)^{-1} (\bar{x} - \sigma^2) = \sum_{i=1}^{n} [(1/(x_i - a)) \ln(x_i - a)] \qquad 2\text{-}17$$

การหาค่าตัวพารามิเตอร์ $\bar{x}$, $\sigma^2$ และ a จากสมการทั้งสามต้องใช้วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลขเข้าช่วย การเริ่มก้าหนดค่า a โดยใช้วิธี Moment ซึ่งให้เท่ากับ $\bar{x}(0.99-50z^2)$ จะช่วยให้การคำนวณเร็วขึ้น

ค่าดัชนีความถี่ K (frequency factor) จะหาได้จากสมการที่ 2-4 ดังนี้

$$k = \frac{x_T - \bar{x}}{\sigma}$$

เมื่อ $x_T = a+\exp(\bar{x}+t\delta)$

และจะได้

$$x = \frac{\exp[[\ln(1+z_2^2)]^{\frac{1}{2}}.t-[\ln(1+z_2^2)]/2)-1.0}{z_2} \qquad 2\text{-}18$$

เมื่อ $z_2 = \sigma/(\bar{x}-a)$ และ t เป็นค่าจากสมการที่ 2-9

4) การกระจายแบบ Pearson type III

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ของการกระจายแบบ Pearson type III สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P(x) = \frac{1}{\alpha M(\beta)} \left\{\frac{x-\gamma}{\alpha}\right\}^{\beta-1} \exp\{-(x-\gamma)/\alpha\} \qquad 2\text{-}19$$

เมื่อให้ $y = (x-\gamma)/\alpha$ จะได้สมการ

$$p(y) = \frac{y^{\beta-1}.\exp(-y)}{M(\beta)}$$

เมื่อ $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องหาค่า และ $M(\beta)$ เป็นฟังก์ชั่นของแกรมม่าซึ่งเท่ากับ $\int_0^\infty y^{\beta-1}.e^{-y}.dy$ โดยวิธี Maximum likelihood ค่าพารามิเตอร์คือ $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ สามารถหาได้โดยประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลขแก้ทั้ง 3 สมการดังนี้

$$\frac{1}{\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma) - \frac{n\beta}{\alpha} = 0 \qquad 2\text{-}20$$

$$-n\frac{M(\beta)}{M(\beta)}' - \sum_{i=1}^{n}\ln(x_i-\gamma) - n\ln\alpha = 0 \qquad 2\text{-}21$$

$$\frac{n}{\alpha} - (\beta-1)\sum_{i=1}^{n}(1/(x_i-\gamma)) = 0 \qquad 2\text{-}22$$

ฟังก์ชั่นของแกมม่าสามารถแก้ได้ในรูปของสมการ asymptotic ถ้าเริ่มต้นของการแก้สมการที่ 2-20 ถึง 2-22 จะใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยวิธี Moment

ค่าดัชนีความถี่ K จะหาได้จากสมการ

$$K = t + (t^2 + 1)\frac{\gamma 1}{b} + \frac{1}{3}(t^3 - bt)\left(\frac{\gamma 1}{b}\right)^2$$

$$-(t^2 - 1)\left(\frac{\gamma 1}{b}\right)^3 + t\left(\frac{\gamma 1}{b}\right)^4 + \frac{1}{3}\left(\frac{\gamma 1}{b}\right)^5 \qquad 2\text{-}23$$

เมื่อ $\gamma 1$ คือ Coefficent of skew เท่ากับ $3z + z^3$ และ $z = [\exp \sigma^2 - 1)^{\frac{1}{3}}$ และ t เป็นค่า standard normal deviate ดังสมการที่ 2-9 ซึ่งจะหาได้ก็ต้องมีค่า p คือค่าความเป็นไปได้ที่ต้องการ

5) การกระจายแบบ Log Pearson Type III

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ของการกระจายแบบ Log Pearson Type III สามารถเขียนได้ดังนี้

$$p(x) = \frac{1}{\alpha x M(\beta)}\left\{\frac{\ln x - \gamma}{\alpha}\right\}^{\beta-1} \cdot \exp\left[-(\ln x - \gamma)/\alpha\right] \qquad 2\text{-}24$$

เมื่อ $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ เป็นพารามิเตอร์ของ Scale, Shape และ location และ $M(\beta)$ คือฟังก์ชั่นแกมม่า โดยวิธี Maximum likelihood ค่าพารามิเตอร์ทั้งสามสามารถหาได้โดยการแก้สมการทั้งสามนี้โดยวิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข

$$\sum_{i=1}^{n} (\ln X_i - \alpha) = n\alpha\beta \qquad 2\text{-}25$$

$$\sum_{i=1}^{n} \{\ln [(\ln x - \gamma)/\alpha] = n\alpha(\beta) \qquad 2\text{-}26$$

$$\alpha(\beta - 1) \sum_{i=1}^{n} 1/(\ln X_i - \gamma) = n \qquad 2\text{-}27$$

ค่าดัชนีความถี่ K (frenquency factor) สามารถหาได้จากสมการ

$$Y_T = \ln X_T = M_y + K.\sigma_Y \qquad 2\text{-}28$$

เมื่อค่า $M_y$ และ $\sigma_y$ เป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของค่า log ของข้อมูล x และ K จะได้จากสมการที่ 2-23 เมื่อให้ $\gamma 1 = \gamma\gamma$ และ $\gamma$ คือค่า สป.ส.ของความเบ้ (Skew Coefficient) ของค่า log ของข้อมูล x

6) การกระจายแบบ Type I External (Gumbel)

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ของการกระจายแบบ Type I Extremal สามารถเขียนได้ดังนี้

$$p(x) = \alpha.\exp\{-\alpha(x-\beta)-\exp(-\alpha(x-\beta))\} \qquad 2\text{-}29$$

เมื่อ $\alpha$, $\beta$ เป็นพารามิเตอร์ของ concentration และ central tendency ที่ต้องหาค่าโดยวิธี Maximum likelihood method เราจะได้ค่าของ $\alpha$, $\beta$ จากวิธี Iteration ดังสมการ

$$\sum_{i=1}^{n} x_i.e^{-\alpha.x_i} - (\bar{x}-\frac{1}{\alpha})\sum_{i=1}^{n} e^{-\alpha.x_i} = 0 \qquad 2\text{-}30$$

$$\beta = \frac{1}{\alpha}\ln\left[n/\sum_{i=1}^{n}\exp.(-\alpha x_i)\right] \qquad 2\text{-}31$$

ค่าดัชนีความถี่ K สามารถหาได้โดยการแทนค่าพารามิเตอร์ $\alpha$, $\beta$ จากวิธีของ Moment ซึ่งก็จะได้ค่าโดยประมาณดังสมการ

$$K = -\{0.45+0.7797\ln(-\ln[1-\frac{1}{T}])\} \qquad 2\text{-}32$$

7) การกระจายแบบ Type III Extermal

สมการความหนาแน่นของความเป็นไปได้ของการกระจายแบบ Type III Extermal สามารถเขียนได้ดังนี้

$$p(x) = \frac{\alpha}{\beta-\gamma}.y^{(\alpha-1)/\alpha}.\exp(-y) \qquad 2\text{-}33$$

เมื่อให้ค่า $y = (x-\gamma)^{\alpha}/\beta-\gamma$ และ $\alpha$ เป็นพารามิเตอร์ของ scale, $\beta$ เป็นพารามิเตอร์ของ Central value และ $\gamma$ เป็นลิมิตต่ำสุดของข้อมูล x พารามิเตอร์ทั้งสามค่านี้ จะหาได้โดยวิธี Maximum likelihood และแก้สมการโดยวิธี Newton's method ดังสมการ

$$(\alpha-1)\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{-1} - \frac{n\alpha\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{\alpha-1}}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{\alpha}} = 0 \qquad 2\text{-}34$$

$$n + \alpha\sum_{i=1}^{n}\ln(x_i-\gamma) - \frac{n\alpha\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{\alpha}\ln(x_i-\gamma)}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{\alpha}} = 0 \qquad 2\text{-}35$$

$$\beta = \gamma + \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\gamma)^{\alpha}\right]^{1/\alpha}}{n} \qquad 2\text{-}36$$

ค่าดัชนีความถี่ K (frequency factor) สามารถหาได้จากสมการ

$$K = A_\alpha + B_\alpha\{[-\ln(1-1/t)]^{1/\alpha}-1\} \qquad 2\text{-}37$$

เมื่อ $A_\alpha = (\beta-\bar{x})/\sigma$ และ $B_\alpha = (\beta-\gamma)/\sigma$

2.3 สมการความคลาดเคลื่อน

ในการหาสมการการกระจายต่าง ๆ มาแทนข้อมูลจริงที่สังเกตุหรือวัดมาย่อมเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนนี้อาจจะเกิดจากลักษณะ random ของตัวข้อมูลเอง ผลของการหาค่าพารามิเตอร์ของสมการการกระจาย ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตาม ค่าของความคลาดเคลื่อนนี้ก็เป็นตัวบ่งชี้ว่าสมการการกระจายนั้น ๆ สามารถแทนข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ได้ดีมากน้อยเพียงใด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนจากสมการการกระจายต่าง ๆ หลายวิธี เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกสมการการกระจายที่เหมาะสมที่สุดกับการกระจายของฝนทั้งช่วง วิธีเปรียบเทียบที่ใช้มีดังนี้

1. การเปรียบเทียบ Standard Error of T-year Events
2. Chi-Square Test
3. Kolmogorov-Smirnov Test
4. การเปรียบเทียบ Sum of root mean squares of differences between observed and computed event magnitude

รายละเอียดของสมการการหาความคลาดเคลื่อนโดยวิธีต่าง ๆ กันจะหาได้จากแบบเรียนทางอุทกวิทยา ในที่นี้จะเสนอเฉพาะสมการหลักที่ใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อน Standard error

$$ST = \sigma(\sigma^2/n)^{1/2} \qquad 2\text{-}38$$

เมื่อ $\delta$ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหา Standard Error มีค่าต่างกันไปตามจำนวนข้อมูล n และสมการการกระจายที่ใส่ , และ $\sigma$ คือค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของข้อมูลสมการการหาค่า $S_T$ ของแต่ละสมการการกระจายจะมีรูปแบบต่าง ๆ กันซึ่งจะใช้วิธี Maximum likelihood ช่วยในการหา Chi-Square Test

$$X^2 = \sum_{j=i}^{K} \frac{(O_j-E_j)^2}{E_j} = \frac{k}{n}\sum_{j=1}^{n} O_j^2 - n$$

$$= \frac{k}{n}\sum_{j=1}^{n} O_j^2 - n \qquad 2\text{-}39$$

เมื่อค่า $O_j$ เป็นจำนวนข้อมูลวัดเร้งในช่วงที่ J และ $E_j$ เป็นจำนวนที่คาดว่าจะมีจากสมการการ

กระจายที่ช่วงเดียวกัน และ n,k คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดและจำนวนช่วงที่กำหนดขึ้นตามลำดับ จำนวนช่วงที่ใช้แตกต่างไปตามสมการการกระจายที่ใช้

Kolmogorov-Smirov Test

$$Dn = \max | P(x) - Po(x) | \qquad 2\text{-}40$$

เมื่อ Dn คือ Kolmogorov statistic, P(x) คือ Sample distribution function และ Po(x) คือ hypothetical drstribution function ค่า Dn ที่ได้ควรจะน้อยกว่าค่าในตาราง Dn ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ

Root Mean square

$$S_E = [\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2/n]^{1/2} \qquad 2\text{-}41$$

เมื่อค่า $x_i$ เป็นข้อมูลวัดจริง ค่า $y_i$ เป็นข้อมูลจากการคำนวณโดยสมการการกระจาย และ n คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

## ผลการทดสอบสมการการกระจาย

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาในเรื่องฝนทิ้งช่วงกับสมการการกระจายมาก่อน ในบทนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อพิจารณาดูว่าสมการการกระจายทั้ง 7 ชนิดที่เสนอในบทที่ 2 สมการใดจะสามารถแสดงการกระจายของข้อมูลฝนทิ้งช่วงได้ดีที่สุด

### 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลฝนรายวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนทั้งสิ้นกว่า 300 สถานี การจะใช้ข้อมูลทั้งหมดมาพิจารณาความเหมาะสมจะเป็นการสิ้นเปลืองอย่างยิ่ง ในที่นี้จึงได้เลือกเฉพาะสถานีที่มีข้อมูลต่อเนื่อง และมีการกระจายในพื้นที่ทั่วทั้งภาคจำนวนทั้งสิ้น 85 สถานี (ดูรายชื่อในตารางที่ 4-1) และถือเป็นสถานีตัวแทนในการพิจารณาความเหมาะสมของสมการการกระจาย ปริมาณฝนในระยะฝนทิ้งช่วงที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดให้ใช้ปริมาณฝนที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 มม. เป็นตัวแทน

### 3.2 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบสมการการกระจายนั้น ในขั้นต้นได้ทำการอ่านข้อมูลฝนรายวันจากแต่ละสถานี และให้หาค่าฝนรายวันเฉลี่ย เพื่อจะให้สามารถกำหนดระยะเวลาของฤดูฝนจากข้อมูลได้ ซึ่งก็ปรากฏว่าจากข้อมูลฝนรายวันที่บันทึกไว้ข้อมูลฤดูฝน (ที่จะใช้ได้ในเชิงการเกษตร) จะเริ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งทำให้ในการศึกษาครั้งนี้จะถือระยะเวลาช่วงเดือนดังกล่าวเป็นช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

หลังจากอ่านข้อมูลฝนรายวันแล้ว ก็จะทำการหาช่วงจำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วง หรือตกรวมแล้วน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ ขึ้นในช่วงเดือนที่กล่าวมาแล้วในแต่ละปี จากนั้นจะนำค่าที่มากที่สุดของแต่ละปีมาวิเคราะห์กับสมการการกระจายต่าง ๆ ต่อไป ในการคำนวณการกระจายก็จะมีการคำนวณหาค่าเฉลี่ย : ค่า Variance, ค่า สปส.ความเบ้, ค่าพารามิเตอร์ของสมการการกระจาย, ค่า Standard Error, ค่า chi-square, ค่า Kolmogarov และค่า root mean square ไปด้วย เมื่อนำค่าผิดพลาดจากการคำนวณของสมการการกระจายต่าง ๆ มาเปรียบเทียบก็สามารถจะหาสมการการกระจายที่เหมาะสมที่สุดได้

## 3.3 ผลการทดสอบ

ค่าคำนวณจากข้อมูลรายวันจากสถานีตัวอย่างทั้ง 85 สถานี แสดงไว้ในตารางที่ 3-1 จากการดูสมการความคลาดเคลื่อนที่ใช้ทั้ง 4 พบว่า ค่า Sum square จะเป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสม (goodness of fit) ได้ดีกว่าความผิดพลาดในลักษณะอื่น ตัวอย่างการคำนวณในรูปที่ 3-1 และตารางที่ 3-2 แสดงให้เห็นว่าสมการการกระจายที่ให้ค่า Sum square ต่ำจะเป็นสมการที่ให้ค่าใกล้เคียงกับยอดข้อมูลจริงมากที่สุด ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นกับค่าของ chi-square และ Kolmogarov เช่นกัน การศึกษาครั้งนี้จึงจะเลือกใช้ค่า Sum square เป็นเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมเปรียบเทียบในแต่ละสมการการกระจาย

การพิจารณาความเหมาะสมของสมการการกระจายโดยใช้ Sum square นั้นพบว่า ในแต่ละสถานี อาจจะมีความเหมาะสมแตกต่างกันบ้าง ในการพิจารณาความเหมาะสม จะจัดลำดับความเหมาะสม โดยดูความคลาดเคลื่อนของแต่ละสมการการกระจาย และจัดลำดับจากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยไปสู่มาก ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนสถานีทดสอบที่ใช้ในลำดับความเหมาะสมที่ 1,2,3 ซึ่งจะเห็นว่าสมการ 3 Parameter lognormal เป็นสมการที่ใช้แทนการกระจายของระยะเวลาฝนทั้งช่วงได้ดีที่สุด ทั้งในแง่ลำดับและจำนวนสถานีรวมรองลงมาคือสมการ Pearson type III

## 3.4 ข้อสรุป

ในการพิจารณาหาสมการการกระจายที่เหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลฝนทั้งช่วงนั้น จะเห็นว่า ในช่วงคาบกลับ 2,5,10 ปีนั้น ความแตกต่างของค่าที่ได้จากสมการการกระจายต่าง ๆ ไม่ให้ค่าที่แตกต่างกันมาก แต่ในช่วงคาบกลับมากปี ความแตกต่างของค่าที่ได้จากสมการการกระจายต่างกัน จะให้ค่าที่ต่างกันมาก ซึ่งจากการเทียบกับข้อมูลจริงแล้ว ค่าผิดพลาดจาก Sum square เป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสมที่ดี และสมการการกระจายแบบ 3 Parameter lognormal เป็นสมการการกระจายที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนวันฝนทั้งช่วง เมื่อเปรียบเทียบกับสมการการกระจายอื่น

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบสมการการกระจายแบบต่าง ๆ ในสถานีทั้ง 19 แห่ง

| ชื่อสถานี 11012 (อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.738 | 0.858 | 0.996 | 1.174 | 1.301 | 1.430 | 1.533 | 1.640 | 992 | 0.970 | 1.524 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.715 | 1.026 | 1.327 | 1.758 | 2.099 | 2.452 | 2.816 | 3.190 | 992 | 0.970 | 1.206 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.869 | 1.138 | 1.314 | 2.596 | 3.788 | 5.267 | 6.949 | 8.880 | - | - | - |
| 4. | Type I extremal | 0.601 | 0.922 | 1.183 | 1.533 | 1.800 | 2.068 | 2.338 | 2.609 | - | - | - |
| 5. | Pearson type III | 0.626 | 1.275 | 1.798 | 2.513 | 3.069 | 3.638 | 4.218 | 4.808 | - | - | - |
| 6. | Log Pearson type III | 0.605 | 1.341 | 2.184 | 3.752 | 5.366 | 7.445 | 10.100 | 13.471 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | 0.608 | 1.142 | 1.503 | 1.946 | 2.261 | 2.565 | 2.858 | 3.142 | - | - | - |

| ชื่อสถานี 11032 (อ.กาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.867 | 1.008 | 1.170 | 1.379 | 1.528 | 1.669 | 1.801 | 1.926 | 992 | 0.970 | 1.139 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.834 | 1.215 | 1.585 | 2.119 | 2.565 | 2.989 | 3.448 | 3.922 | 992 | 0.939 | 0.947 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.916 | 1.253 | 1.685 | 2.477 | 3.210 | 4.040 | 4.956 | 5.952 | 992 | 0.939 | 0.947 |
| 4. | Type I extremal | 0.856 | 1.313 | 1.685 | 2.183 | 2.563 | 2.945 | 3.330 | 3.716 | 992 | 0.939 | 0.950 |
| 5. | Pearson type III | 0.89 | 1.321 | 1.774 | 2.471 | 3.045 | 3.648 | 4.275 | 4.921 | 992 | 0.939 | 0.971 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.992 | 1.227 | 1.599 | 2.348 | 3.096 | 3.980 | 4.990 | 6.119 | 992 | 0.939 | 0.947 |
| 7. | type III extremal | 0.773 | 1.210 | 1.463 | 1.769 | 1.940 | 2.115 | 2.279 | 2.433 | 992 | 0.939 | 0.968 |

| ชื่อสถานี 14013 (อ.เมือง จ.ยโสธร) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.752 | 0.875 | 1.015 | 1.197 | 1.326 | 1.447 | 1.562 | 1.671 | 930 | 0.938 | 0.6093 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.736 | 1.033 | 1.322 | 1.732 | 2.053 | 2.382 | 2.719 | 3.062 | 992 | 0.969 | 0.7350 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | - | - | - | - | - | - | - | - | 992 | 0.969 | 0.7350 |
| 4. | Type I extremal | 0.816 | 1.253 | 1.607 | 2.083 | 2.465 | 2.810 | 3.177 | 3.545 | 992 | 0.969 | 0.9620 |
| 5. | Pearson type III | 0.312 | 0.481 | 0.748 | 1.183 | 1.546 | 1.921 | 2.309 | 2.705 | 992 | 0.969 | 0.7330 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.871 | 0.956 | 1.115 | 1.566 | 2.049 | 2.612 | 3.230 | 3.889 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | - | - | - | - | - | - | - | - | 930 | 0.938 | 0.5690 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชื่อสถานี 14022 (อ.บัตรพิ ร.ลพบุรี)

| ชนิดการกระจาย | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.770 | 2.059 | 2.388 | 2.816 | 3.121 | 3.407 | 3.677 | 3.933 | 992 | 0.970 | 3.367 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.627 | 2.570 | 3.497 | 4.890 | 6.048 | 7.290 | 8.614 | 10.019 | 992 | 0.939 | 2.256 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.587 | 2.960 | 4.650 | 7.821 | 10.946 | 14.725 | 19.195 | 24.401 | 992 | 0.939 | 1.426 |
| 4. Type I extremal | 1.478 | 2.265 | 2.909 | 3.769 | 4.426 | 5.086 | 5.750 | 6.417 | 992 | 0.939 | 2.648 |
| 5. Pearson type III | 1.573 | 2.753 | 3.810 | 5.319 | 6.519 | 7.760 | 9.035 | 10.341 | 992 | 0.939 | 1.755 |
| 6. Log Pearson type III | 1.518 | 2.886 | 4.632 | 8.123 | 11.835 | 16.670 | 22.861 | 30.690 | 992 | 0.939 | 1.792 |
| 7. Type III extremal | 1.510 | 2.648 | 3.363 | 4.204 | 4.788 | 5.338 | 5.862 | 6.362 | 992 | 0.939 | 1.781 |

ชื่อสถานี 14052 ( อ.ท่าวุ้ง ร.ลพบุรี)

| ชนิดการกระจาย | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 0.757 | 0.881 | 1.022 | 1.205 | 1.335 | 1.458 | 1.573 | 1.683 | 930 | 0.968 | 0.705 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 0.739 | 1.046 | 1.345 | 1.770 | 2.104 | 2.449 | 2.801 | 3.163 | 930 | 0.968 | 0.785 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | - | - | - | - | - | - | - | - | 930 | 0.968 | 0.785 |
| 4. Type I extremal | 0.791 | 1.214 | 1.558 | 2.018 | 2.370 | 2.724 | 3.079 | 3.436 | 930 | 0.968 | 0.951 |
| 5. Pearson type III | 0.816 | 0.517 | 0.803 | 1.265 | 1.648 | 2.049 | 2.461 | 2.883 | 930 | 0.968 | 0.755 |
| 6. Log Pearson type III | 0.850 | 1.020 | 1.265 | 1.752 | 2.272 | 2.886 | 3.569 | 4.315 | - | - | - |
| 7. Type III extremal | 0.689 | 0.993 | 1.359 | 1.340 | 1.459 | 1.566 | 1.664 | 1.756 | - | - | - |

ชื่อสถานี 14073 ( อ.วังม่วง ร.สระบุรี)

| ชนิดการกระจาย | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.341 | 1.561 | 1.810 | 2.135 | 2.365 | 2.582 | 2.787 | 2.981 | 756 | 0.966 | 2.013 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.266 | 1.923 | 2.566 | 3.508 | 4.279 | 5.093 | 5.949 | 6.847 | 756 | 0.931 | 1.345 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.275 | 2.277 | 3.503 | 5.783 | 8.005 | 10.463 | 13.275 | 17.366 | 756 | 0.931 | 0.838 |
| 4. Type I extremal | 1.179 | 1.810 | 2.322 | 3.008 | 3.532 | 4.060 | 4.589 | 5.121 | 756 | 0.931 | 1.499 |
| 5. Pearson type III | 1.234 | 2.289 | 3.191 | 4.457 | 5.634 | 6.479 | 7.529 | 8.603 | 756 | 0.931 | 0.861 |
| 6. Log Pearson type III | 1.212 | 2.207 | 3.457 | 5.899 | 8.433 | 11.664 | 15.710 | 20.719 | 756 | 0.931 | 1.088 |
| 7. Type III extremal | 1.168 | 1.993 | 2.520 | 3.138 | 3.566 | 3.968 | 4.350 | 4.715 | 756 | 0.931 | 1.043 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สถานี 14052 ( อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี)

| ชื่อการวิเคราะห์ | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 2.160 | 2.514 | 2.916 | 3.438 | 3.810 | 4.160 | 4.489 | 4.802 | 602 | 0.963 | 3.504 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.877 | 3.216 | 4.566 | 6.681 | 8.308 | 10.529 | 12.745 | 15.160 | 602 | 0.889 | 2.038 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 2.031 | 3.501 | 5.295 | 8.611 | 11.813 | 15.613 | 20.026 | 25.074 | 650 | 0.926 | 1.799 |
| 4. Type I extremal | - | - | - | - | - | - | - | - | 602 | 0.889 | 2.795 |
| 5. Pearson type III | - | - | - | - | - | - | - | - | 702 | 0.963 | 1.800 |
| 6. Log Pearson type III | - | - | - | - | - | - | - | - | 602 | 0.889 | 2.068 |
| 7. type III extremal | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

สถานี 18032 ( อ.ห้วยน้ำขาว จ.เลย)

| ชื่อการวิเคราะห์ | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.297 | 1.509 | 1.750 | 2.064 | 2.287 | 2.497 | 2.695 | 2.882 | 826 | 0.970 | 2.741 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.198 | 1.878 | 2.546 | 3.543 | 4.373 | 5.258 | 6.199 | 7.196 | 932 | 0.989 | 2.083 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.168 | 2.060 | 3.104 | 5.076 | 6.987 | 9.261 | 11.909 | 14.947 | 992 | 0.939 | 1.704 |
| 4. Type I extremal | 1.063 | 1.631 | 2.092 | 2.711 | 3.183 | 3.658 | 4.136 | 4.615 | 932 | 0.909 | 2.309 |
| 5. Pearson type III | 1.157 | 2.006 | 2.772 | 3.870 | 4.745 | 5.650 | 6.581 | 7.535 | 992 | 0.939 | 1.760 |
| 6. Log Pearson type III | 1.118 | 1.968 | 3.044 | 5.169 | 7.379 | 10.187 | 13.683 | 17.978 | 992 | 0.939 | 1.845 |
| 7. type III extremal | 1.097 | 1.957 | 2.504 | 3.152 | 3.605 | 4.033 | 4.441 | 4.833 | 992 | 0.939 | 1.766 |

สถานี 18052 ( อ.ห้วยน้ำขาว จ.เลย)

| ชื่อการวิเคราะห์ | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 0.737 | 0.858 | 0.995 | 1.173 | 1.300 | 1.419 | 1.532 | 1.639 | 932 | 0.970 | 1.197 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 0.715 | 1.025 | 1.326 | 1.757 | 2.099 | 2.452 | 2.815 | 3.189 | 992 | 0.939 | 0.870 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 0.704 | 1.198 | 1.801 | 2.914 | 3.985 | 5.253 | 6.721 | 8.395 | 992 | 0.939 | 0.531 |
| 4. Type I extremal | 0.647 | 0.992 | 1.273 | 1.650 | 1.937 | 2.226 | 2.516 | 2.808 | 992 | 0.939 | 0.864 |
| 5. Pearson type III | 0.691 | 1.169 | 1.578 | 2.203 | 2.704 | 3.225 | 3.762 | 4.313 | 992 | 0.939 | 0.597 |
| 6. Log Pearson type III | 0.673 | 1.167 | 1.766 | 2.883 | 3.960 | 5.350 | 6.993 | 8.956 | 1,056 | 0.970 | 1.023 |
| 7. type III extremal | 0.647 | 1.067 | 1.320 | 1.610 | 1.808 | 1.993 | 2.166 | 2.330 | 992 | 0.939 | 0.652 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รหัสสถานี 21012 ( อ.เมือง จ.มหาสารคาม)

| สมการการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.112 | 1.296 | 1.501 | 1.770 | 1.961 | 2.142 | 2.311 | 2.472 | 872 | 0.969 | 2.386 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.055 | 1.583 | 2.097 | 2.850 | 3.460 | 4.102 | 4.774 | 5.475 | 872 | 0.938 | 1.874 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.025 | 1.651 | 2.416 | 3.811 | 5.140 | 6.692 | 8.467 | 10.465 | 872 | 0.906 | 1.491 |
| 4. Type I extremal | 0.931 | 1.428 | 1.832 | 2.374 | 2.787 | 3.203 | 3.621 | 4.041 | 872 | 0.906 | 1.875 |
| 5. Pearson type III | 1.014 | 1.653 | 2.263 | 3.158 | 3.879 | 4.630 | 5.405 | 6.202 | 872 | 0.906 | 1.576 |
| 6. Log Pearson type III | 0.993 | 1.401 | 2.360 | 3.823 | 5.291 | 7.090 | 9.251 | 11.808 | 872 | 0.906 | 1.566 |
| 7. type III extremal | 0.967 | 1.659 | 2.052 | 2.532 | 2.861 | 3.169 | 3.460 | 3.738 | 872 | 0.938 | 1.641 |

รหัสสถานี 24022 ( อ.ชาลุยมน จ.นครราชสีมา)

| สมการการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 0.737 | 0.856 | 0.995 | 1.174 | 1.300 | 1.420 | 1.532 | 1.639 | 278 | 0.939 | 1.483 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 0.713 | 1.028 | 1.335 | 1.774 | 2.126 | 2.486 | 2.860 | 3.245 | 932 | 0.939 | 1.182 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 0.721 | 1.028 | 1.412 | 2.113 | 2.765 | 3.509 | 4.336 | 5.243 | 932 | 0.939 | 1.068 |
| 4. Type I extremal | 0.659 | 1.012 | 1.298 | 1.682 | 1.975 | 2.269 | 2.566 | 2.863 | 932 | 0.939 | 1.061 |
| 5. Pearson type III | 0.718 | 0.990 | 1.304 | 1.816 | 2.234 | 2.686 | 3.153 | 3.638 | 932 | 0.939 | 1.153 |
| 6. Log Pearson type III | 0.711 | 1.019 | 1.407 | 2.157 | 2.896 | 3.769 | 4.784 | 5.938 | 932 | 0.939 | 1.095 |
| 7. type III extremal | 0.663 | 0.917 | 1.053 | 1.197 | 1.291 | 1.375 | 1.451 | 1.521 | 932 | 0.939 | 1.327 |

รหัสสถานี 24032 ( อ.พิมาย จ.นครราชสีมา)

| สมการการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 0.762 | 0.886 | 1.029 | 1.212 | 1.343 | 1.466 | 1.583 | 1.693 | 932 | 0.970 | 1.005 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 0.732 | 1.069 | 1.395 | 1.867 | 2.245 | 2.637 | 3.046 | 3.465 | 932 | 0.909 | 0.672 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 0.764 | 1.219 | 1.775 | 2.791 | 3.756 | 4.881 | 6.164 | 7.607 | 1,056 | 0.970 | 0.557 |
| 4. Type I extremal | 0.705 | 1.082 | 1.387 | 1.798 | 2.111 | 2.426 | 2.742 | 3.060 | 992 | 0.939 | 0.688 |
| 5. Pearson type III | 0.742 | 1.255 | 1.728 | 2.412 | 2.959 | 3.527 | 4.111 | 6.711 | 1,056 | 0.970 | 0.546 |
| 6. Log Pearson type III | 0.744 | 1.186 | 1.736 | 2.791 | 3.844 | 5.128 | 6.660 | 8.464 | 1,056 | 0.970 | 0.628 |
| 7. type III extremal | 0.665 | 1.103 | 1.369 | 1.675 | 1.883 | 2.078 | 2.261 | 2.435 | 992 | 0.939 | 0.553 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สถานีอากาศ 24082 ( อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี )

| ที่มาการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.680 | 0.791 | 0.918 | 1.082 | 1.199 | 1.309 | 1.413 | 1.512 | 556 | 0.962 | 1.077 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.651 | 0.967 | 1.276 | 1.725 | 2.087 | 2.467 | 2.864 | 3.276 | 554 | 0.885 | 0.845 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.682 | 1.017 | 1.431 | 2.185 | 2.892 | 3.705 | 4.618 | 5.630 | 554 | 0.885 | 0.771 |
| 4. | Type I extremal | 0.625 | 0.959 | 1.230 | 1.593 | 1.871 | 2.150 | 2.431 | 2.713 | 556 | 0.885 | 0.829 |
| 5. | Pearson type III | 0.682 | 1.454 | 2.060 | 2.881 | 3.517 | 4.165 | 4.825 | 5.497 | 650 | 0.962 | 0.898 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.295 | 0.494 | 0.939 | 1.764 | 2.555 | 3.482 | 4.557 | 5.776 | 554 | 0.885 | 0.803 |
| 7. | type III extremal | 0.597 | 0.980 | 1.210 | 1.473 | 1.653 | 1.819 | 1.975 | 2.126 | - | - | - |

สถานีอากาศ 25013 ( อ.เมือง จ.นครราชสีมา )

| ที่มาการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.605 | 0.706 | 0.816 | 0.962 | 1.066 | 1.164 | 1.257 | 1.344 | 1,056 | 0.970 | 0.536 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.598 | 0.815 | 1.027 | 1.324 | 1.553 | 1.785 | 2.019 | 2.256 | 1,056 | 0.970 | 0.621 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.671 | 0.758 | 0.920 | 1.236 | 1.531 | 1.857 | 2.201 | 2.564 | - | - | - |
| 4. | Type I extremal | 0.566 | 1.026 | 1.413 | 1.930 | 2.321 | 2.713 | 3.106 | 3.500 | - | - | - |
| 5. | Pearson type III | 0.251 | 0.345 | 0.539 | 0.863 | 1.137 | 1.421 | 1.713 | 2.010 | - | - | - |
| 6. | Log Pearson type III | 0.745 | 0.662 | 0.760 | 1.138 | 1.548 | 1.992 | 2.447 | 2.901 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | 0.672 | 0.684 | 0.783 | 0.974 | 1.136 | 1.302 | 1.468 | 1.630 | - | - | - |

สถานีอากาศ 30012 ( อ.เมือง จ.หนองคาย )

| ที่มาการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.899 | 1.066 | 1.213 | 1.431 | 1.585 | 1.731 | 1.868 | 1.998 | 992 | 0.970 | 1.957 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.839 | 1.294 | 1.739 | 2.399 | 2.942 | 3.519 | 4.128 | 4.770 | 992 | 0.970 | 1.544 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.812 | 1.474 | 2.286 | 3.841 | 5.284 | 7.065 | 9.158 | 11.580 | 992 | 0.939 | 1.173 |
| 4. | Type I extremal | 0.755 | 1.159 | 1.487 | 1.927 | 2.263 | 2.600 | 2.940 | 3.280 | 992 | 0.939 | 1.594 |
| 5. | Pearson type III | 0.866 | 1.519 | 2.015 | 3.664 | 5.463 | 7.580 | 9.948 | 12.525 | 992 | 0.939 | 1.246 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.778 | 1.446 | 2.287 | 3.933 | 5.653 | 7.858 | 10.639 | 14.106 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | 0.732 | 1.389 | 1.825 | 2.356 | 2.734 | 3.097 | 3.447 | 3.787 | 992 | 0.939 | 1.346 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชื่อสถานี 49013 ( อ.เมือง จ.ไฮหเอ็ด)

| ลักษณะการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 0.705 | 0.821 | 0.952 | 1.123 | 1.244 | 1.356 | 1.466 | 1.568 | 932 | 0.939 | 0.960 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 0.686 | 0.976 | 1.258 | 1.659 | 1.976 | 2.303 | 2.638 | 2.982 | 1,056 | 0.970 | 0.823 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 0.751 | 0.970 | 1.263 | 1.807 | 2.307 | 2.868 | 3.480 | 4.138 | 1,056 | 0.970 | 0.823 |
| 4. Type I extremal | 0.715 | 1.098 | 1.408 | 1.824 | 2.142 | 2.462 | 2.783 | 3.105 | 1,056 | 0.970 | 0.820 |
| 5. Pearson type III | 0.738 | 0.946 | 1.216 | 1.673 | 2.066 | 2.487 | 2.927 | 3.384 | 992 | 0.939 | 0.857 |
| 6. Log Pearson type III | 0.759 | 0.965 | 1.223 | 1.754 | 2.283 | 2.904 | 3.605 | 4.379 | 932 | 0.939 | 0.945 |
| 7. type III extremal | 0.631 | 0.809 | 0.900 | 0.993 | 1.052 | 1.104 | 1.151 | 1.194 | - | - | - |

ชื่อสถานี 49032 ( อ.สุวรรณภูมิ จ.ไฮหเอ็ด)

| ลักษณะการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.591 | 1.850 | 2.146 | 2.531 | 2.804 | 3.062 | 3.305 | 3.535 | 932 | 0.970 | 3.632 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.418 | 2.340 | 3.258 | 4.669 | 5.867 | 7.173 | 8.586 | 10.109 | 932 | 0.909 | 2.618 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.381 | 2.433 | 3.719 | 6.105 | 8.421 | 11.183 | 14.408 | 18.114 | 992 | 0.939 | 1.996 |
| 4. Type I extremal | 1.264 | 1.960 | 2.489 | 3.226 | 3.786 | 4.351 | 4.919 | 5.489 | 932 | 0.909 | 3.002 |
| 5. Pearson type III | 1.616 | 2.973 | 3.733 | 6.732 | 10.203 | 14.367 | 19.071 | 24.227 | - | - | - |
| 6. Log Pearson type III | 1.340 | 2.355 | 3.652 | 6.280 | 9.061 | 12.633 | 17.118 | 22.663 | - | - | - |
| 7. type III extremal | 1.320 | 2.443 | 3.174 | 4.054 | 4.675 | 5.267 | 5.836 | 6.385 | - | - | - |

ชื่อสถานี 49062 (อ.โพนทอง จ.ไฮหเอ็ด)

| ลักษณะการแจกแจง | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.899 | 2.210 | 2.563 | 3.023 | 3.349 | 3.656 | 3.946 | 4.221 | 932 | 0.970 | 4.273 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.671 | 2.806 | 3.943 | 5.706 | 7.216 | 8.873 | 10.677 | 12.631 | 932 | 0.939 | 2.999 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.616 | 2.926 | 4.532 | 7.526 | 10.454 | 13.968 | 18.096 | 22.871 | 932 | 0.939 | 2.323 |
| 4. Type I extremal | 1.475 | 2.264 | 2.904 | 3.763 | 4.418 | 5.078 | 5.741 | 6.406 | 932 | 0.939 | 3.670 |
| 5. Pearson type III | 1.626 | 2.771 | 3.820 | 5.332 | 6.541 | 7.793 | 9.083 | 10.405 | 932 | 0.939 | 2.687 |
| 6. Log Pearson type III | 1.549 | 2.844 | 4.519 | 7.953 | 11.647 | 16.473 | 22.642 | 30.412 | 932 | 0.939 | 2.490 |
| 7. type III extremal | 1.611 | 2.873 | 3.675 | 4.626 | 5.289 | 5.916 | 6.514 | 7.089 | 932 | 0.939 | 2.500 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชื่อสถานี 49092 (อ.เสาธง จ.ร้อยเอ็ด)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.730 | 0.849 | 0.985 | 1.162 | 1.287 | 1.605 | 1.517 | 1.623 | 992 | 0.939 | 0.629 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.711 | 1.009 | 1.297 | 1.709 | 2.033 | 2.367 | 2.709 | 3.056 | 1,056 | 0.970 | 0.811 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,056 | 0.970 | 0.811 |
| 4. | Type I extremal | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,056 | 0.970 | 1.033 |
| 5. | Pearson type III | 1.616 | 2.973 | 3.733 | 6.732 | 10.203 | 14.367 | 19.071 | 24.227 | - | - | - |
| 6. | Log Pearson type III | 0.855 | 0.930 | 1.082 | 1.534 | 2.023 | 2.591 | 3.213 | 3.874 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | 0.667 | 0.891 | 1.008 | 1.131 | 1.209 | 1.279 | 1.342 | 1.400 | - | - | - |

ชื่อสถานี 50013 (อ.เมือง จ.สกลนคร)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.876 | 1.019 | 1.182 | 1.394 | 1.544 | 1.686 | 1.820 | 1.946 | 992 | 0.970 | 1.583 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.826 | 1.250 | 1.664 | 2.272 | 2.767 | 3.289 | 3.837 | 4.412 | 992 | 0.970 | 1.233 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.838 | 1.421 | 2.132 | 3.442 | 4.702 | 6.192 | 7.916 | 9.880 | 992 | 0.939 | 1.064 |
| 4. | Type I extremal | 0.775 | 1.189 | 1.526 | 1.977 | 2.321 | 2.668 | 3.016 | 3.365 | 992 | 0.939 | 1.269 |
| 5. | Pearson type III | 0.816 | 1.418 | 1.961 | 2.737 | 3.356 | 3.995 | 4.653 | 5.327 | 992 | 0.939 | 1.095 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.809 | 1.372 | 2.080 | 3.458 | 4.865 | 6.626 | 8.778 | 11.380 | 992 | 0.939 | 1.112 |
| 7. | type III extremal | 0.759 | 1.286 | 1.689 | 1.985 | 2.243 | 2.484 | 2.712 | 2.929 | 992 | 0.939 | 1.136 |

ชื่อสถานี 50032 (อ.พรรณานิคม จ.สกลนคร)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.041 | 1.211 | 1.405 | 1.657 | 1.835 | 2.004 | 2.163 | 2.314 | 992 | 0.970 | 2.160 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.961 | 1.508 | 2.043 | 2.849 | 3.515 | 4.227 | 4.985 | 5.788 | 992 | 0.939 | 1.610 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.952 | 1.586 | 2.358 | 3.778 | 5.139 | 6.741 | 8.587 | 10.681 | 992 | 0.939 | 1.307 |
| 4. | Type I extremal | 0.868 | 1.333 | 1.710 | 2.215 | 2.601 | 2.990 | 3.380 | 3.771 | 992 | 0.939 | 1.738 |
| 5. | Pearson type III | 0.946 | 1.514 | 2.065 | 2.881 | 3.542 | 4.230 | 4.942 | 5.674 | 992 | 0.939 | 1.474 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.922 | 1.546 | 2.333 | 3.890 | 5.496 | 7.510 | 9.982 | 12.970 | 992 | 0.939 | 1.366 |
| 7. | type III extremal | 0.916 | 1.508 | 1.865 | 2.274 | 2.553 | 2.812 | 3.056 | 3.287 | 992 | 0.939 | 1.493 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่สถานี 57052 (อ.ราหิโล่ จ.สุรินทร์)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.571 | 1.828 | 2.120 | 2.500 | 2.770 | 3.025 | 3.265 | 3.492 | 992 | 0.970 | 4.131 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1.416 | 2.303 | 3.182 | 4.524 | 5.655 | 6.882 | 8.203 | 9.619 | 992 | 0.939 | 3.309 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 1.373 | 2.177 | 3.158 | 4.953 | 6.656 | 8.635 | 10.891 | 13.424 | 992 | 0.939 | 3.073 |
| 4. | Type I extremal | 1.241 | 1.905 | 2.443 | 3.166 | 3.717 | 4.272 | 4.830 | 5.390 | 992 | 0.939 | 3.487 |
| 5. | Pearson type III | 1.382 | 2.107 | 2.848 | 3.970 | 4.888 | 5.850 | 6.867 | 7.874 | 992 | 0.939 | 3.285 |
| 6. | Log Pearson type III | 1.387 | 2.332 | 3.646 | 6.563 | 9.789 | 14.030 | 19.451 | 26.256 | 992 | 0.939 | 3.109 |
| 7. | type III extremal | 1.392 | 2.267 | 2.790 | 3.387 | 3.792 | 4.167 | 4.520 | 4.854 | 992 | 0.939 | 3.296 |

ที่สถานี 62013 (อ.เมือง จ.สุรินทร์)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.827 | 2.126 | 2.465 | 2.907 | 3.221 | 3.517 | 3.796 | 4.060 | 762 | 0.968 | 5.152 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1.633 | 2.690 | 3.742 | 5.357 | 6.727 | 8.220 | 9.836 | 11.575 | 870 | 0.935 | 2.052 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 1.714 | 2.946 | 4.468 | 7.223 | 9.900 | 13.075 | 16.759 | 20.969 | 930 | 0.970 | 1.773 |
| 4. | Type I extremal | 1.570 | 2.410 | 3.092 | 4.006 | 4.704 | 5.406 | 6.112 | 6.820 | 762 | 0.935 | 2.516 |
| 5. | Pearson type III | 1.681 | 2.892 | 3.992 | 5.573 | 6.835 | 8.140 | 9.484 | 10.861 | 870 | 0.935 | 1.838 |
| 6. | Log Pearson type III | 1.734 | 2.853 | 4.271 | 7.236 | 10.396 | 14.422 | 19.404 | 25.450 | 930 | 0.970 | 1.967 |
| 7. | type III extremal | 1.582 | 2.689 | 3.370 | 4.161 | 4.705 | 5.214 | 5.695 | 6.154 | 870 | 0.935 | 1.924 |

ที่สถานี 67013 (อ.เมือง จ.อุบลราชธานี)

| สมการกระจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 0.818 | 0.952 | 1.104 | 1.302 | 1.442 | 1.574 | 1.699 | 1.818 | 992 | 0.970 | 1.878 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 0.775 | 1.160 | 1.532 | 2.074 | 2.512 | 2.972 | 3.452 | 3.953 | 992 | 0.939 | 1.561 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 0.769 | 1.179 | 1.681 | 2.598 | 3.462 | 4.460 | 5.589 | 6.846 | 992 | 0.939 | 1.411 |
| 4. | Type I extremal | 0.706 | 1.083 | 1.390 | 1.801 | 2.115 | 2.431 | 2.748 | 3.066 | 992 | 0.939 | 1.510 |
| 5. | Pearson type III | 0.759 | 1.179 | 1.599 | 2.230 | 2.744 | 3.281 | 3.838 | 4.412 | 992 | 0.939 | 1.458 |
| 6. | Log Pearson type III | 0.768 | 1.144 | 1.638 | 2.597 | 3.552 | 4.709 | 6.076 | 7.667 | 992 | 0.939 | 1.439 |
| 7. | type III extremal | 0.723 | 1.175 | 1.465 | 1.752 | 1.961 | 2.154 | 2.336 | 2.508 | 992 | 0.939 | 1.509 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| รหัสสถานี 67022 (อ.พิมูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการการะจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.532 | 1.783 | 2.068 | 2.438 | 2.702 | 2.950 | 3.184 | 3.405 | 758 | 0.966 | 2.862 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1.380 | 2.251 | 3.116 | 4.438 | 5.554 | 6.765 | 8.072 | 9.474 | 758 | 0.933 | 1.952 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 1.353 | 2.629 | 4.210 | 7.205 | 10.190 | 13.835 | 18.190 | 23.308 | 870 | 0.966 | 1.329 |
| 4. | Type I extremal | 1.264 | 1.939 | 2.488 | 3.224 | 3.786 | 4.351 | 4.919 | 5.489 | 758 | 0.933 | 2.371 |
| 5. | Pearson type III | 1.323 | 2.566 | 3.597 | 5.026 | 6.144 | 7.290 | 8.462 | 9.657 | 758 | 0.900 | 1.410 |
| 6. | Log Pearson type III | 1.296 | 2.553 | 4.193 | 7.557 | 1.122 | 1.612 | 2.225 | 3.079 | 870 | 0.966 | 1.551 |
| 7. | type III extremal | 1.267 | 2.346 | 3.048 | 3.895 | 4.492 | 5.061 | 5.608 | 6.135 | 758 | 0.933 | 1.558 |

| รหัสสถานี 67032 (อ.อำนาจเจริญ จ.อุบลราชธานี) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการการะจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.401 | 1.631 | 1.891 | 2.231 | 2.472 | 2.699 | 2.913 | 3.115 | 606 | 0.964 | 2.276 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1.292 | 2.041 | 2.779 | 3.886 | 4.807 | 5.795 | 6.848 | 7.967 | 702 | 0.928 | 1.571 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 1.367 | 2.159 | 3.125 | 4.892 | 6.566 | 8.513 | 10.730 | 13.215 | 702 | 0.928 | 1.408 |
| 4. | Type I extremal | 1.248 | 1.916 | 2.458 | 3.185 | 3.740 | 4.299 | 4.860 | 5.423 | 702 | 0.928 | 1.734 |
| 5. | Pearson type III | 1.349 | 2.956 | 4.199 | 5.877 | 7.173 | 8.492 | 9.834 | 11.198 | 756 | 0.964 | 1.650 |
| 6. | Log Pearson type III | 1.377 | 2.130 | 3.067 | 4.976 | 6.952 | 9.403 | 12.356 | 15.844 | 702 | 0.928 | 1.688 |
| 7. | type III extremal | 1.213 | 2.060 | 2.581 | 3.187 | 3.603 | 3.992 | 4.360 | 4.711 | 702 | 0.928 | 1.519 |

| รหัสสถานี 67082 (อ.ศรีสะเกษ จ.อุบลราชธานี) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สมการการะจาย | | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. | Truncated Normal | 1.653 | 1.923 | 2.231 | 2.631 | 2.915 | 3.183 | 3.435 | 3.674 | 90.000 | 0.818 | 1.722 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1.589 | 2.461 | 3.315 | 4.585 | 5.631 | 6.744 | 7.922 | 9.165 | 90.000 | 0.818 | 1.487 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 1.551 | 3.454 | 5.896 | 10.698 | 15.683 | 21.989 | 29.782 | 39.243 | 90.000 | 0.818 | 1.022 |
| 4. | Type I extremal | 1.439 | 2.208 | 2.833 | 3.671 | 4.311 | 4.954 | 5.601 | 6.250 | 90.000 | 0.818 | 1.796 |
| 5. | Pearson type III | 1.569 | 2.693 | 3.709 | 6.742 | 9.932 | 13.643 | 17.762 | 22.225 | 90.000 | 0.818 | 2.210 |
| 6. | Log Pearson type III | 23.223 | 31.253 | 36.650 | 43.484 | 48.559 | 53.686 | 58.816 | 64.025 | - | - | - |
| 7. | type III extremal | 1.409 | 2.465 | 3.128 | 3.907 | 4.468 | 4.957 | 5.441 | 5.905 | 90.000 | 0.818 | 1.307 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สถานี 68032 (อ.หนองหาร จ.อุดรธานี)

| ชื่อการกระจาย | Standard Error | | | | | | | | Chi Square | Kol Smir | sum Square |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | | | |
| 1. Truncated Normal | 1.996 | 2.323 | 2.696 | 3.177 | 3.520 | 3.843 | 4.148 | 4.437 | 930 | 0.969 | 4.953 |
| 2. 2-Parameter Lognormal | 1.713 | 2.968 | 4.239 | 6.243 | 7.983 | 9.916 | 12.043 | 14.370 | 938 | 0.938 | 3.732 |
| 3. 3-Parameter Lognormal | 1.758 | 2.982 | 4.407 | 7.085 | 9.655 | 12.687 | 16.185 | 20.163 | 939 | 0.938 | 3.544 |
| 4. Type I extremal | 1.614 | 2.477 | 3.178 | 4.117 | 4.836 | 5.556 | 6.281 | 7.009 | 938 | 0.938 | 4.207 |
| 5. Pearson type III | 1.735 | 3.815 | 5.421 | 7.587 | 9.260 | 10.963 | 12.694 | 14.454 | 938 | 0.938 | 3.411 |
| 6. Log Pearson type III | 1.772 | 2.956 | 4.428 | 7.508 | 10.805 | 15.020 | 20.248 | 26.604 | 930 | 0.938 | 3.737 |
| 7. type III extremal | 1.649 | 3.080 | 4.017 | 5.151 | 5.953 | 6.719 | 7.455 | 8.168 | 930 | 0.938 | 3.706 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

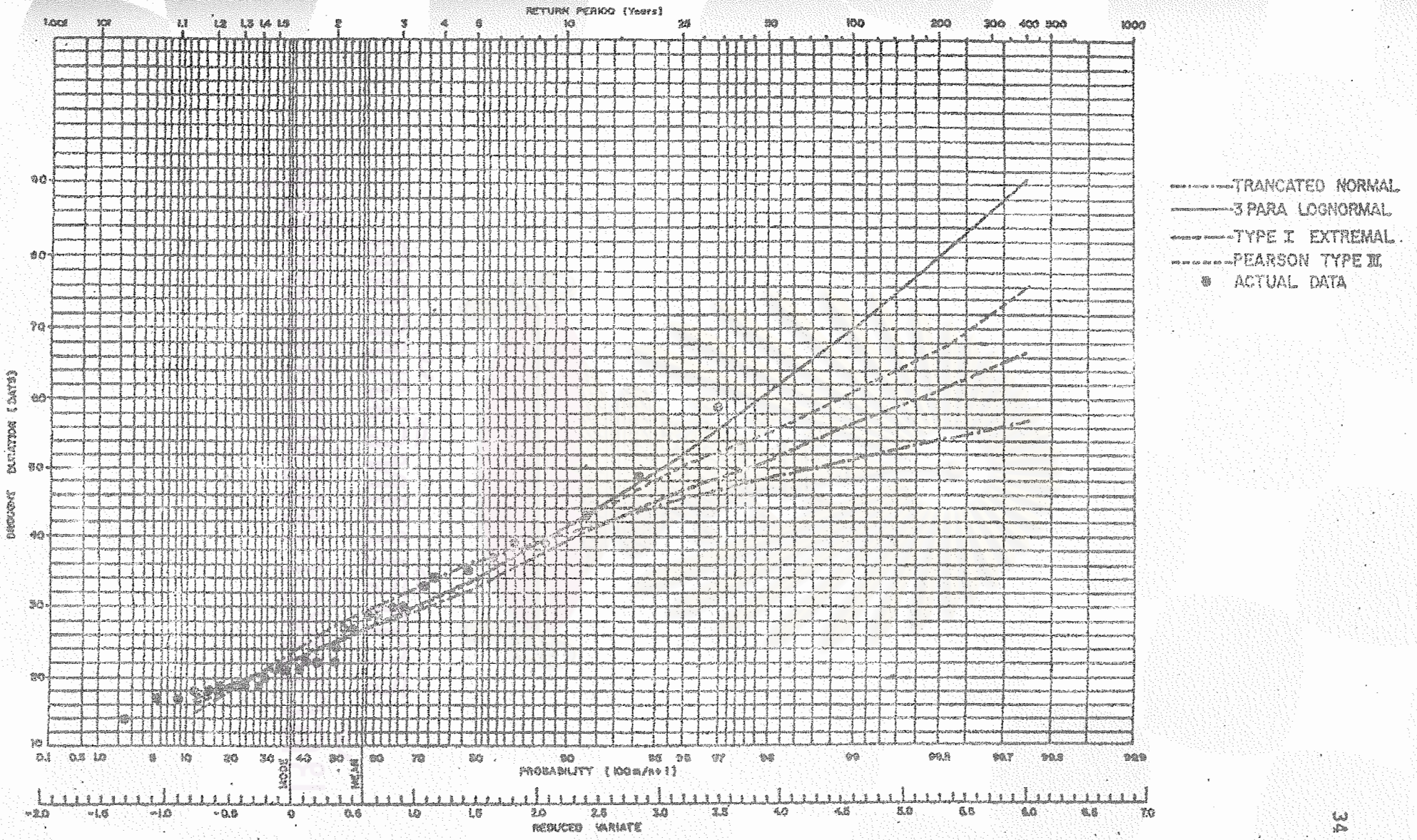
ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบผลจากสมการการกระจายตัวอย่าง

| Return period (years) | distribution functions | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Truncated Normal | 3-Parameter Lognormal | Type I extremal | Pearson type III |
| 1.2 | 15.3 | 17.5 | 17.5 | 17.2 |
| 2 | 27.5 | 24.6 | 25.6 | 25.1 |
| 5 | 36.2 | 34.2 | 33.8 | 34.6 |
| 10 | 40.7 | 41.6 | 39.2 | 41.1 |
| 25 | 45.6 | 52.1 | 46.1 | 49.4 |
| 50 | 48.7 | 60.7 | 51.2 | 55.6 |
| 100 | 51.5 | 70.0 | 56.2 | 61.7 |
| 200 | 54.1 | 80.0 | 61.3 | 67.7 |
| 400 | 56.5 | 90.7 | 66.3 | 73.8 |

หมายเหตุ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลฝนทั้งปี ที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 10 มม.
ที่ อ.ปัญหิรี จ.ขอนแก่น ซึ่งมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 33 ปี อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 3.3 จำนวนสถานีในลำดับความเหมาะสมต่าง ๆ

| สมการกระจาย | | จำนวนสถานี | | | รวม | เปอร์เซนต์ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำดับ | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| 1. | Truncated Normal | 3 | - | - | 3 | 3.7 |
| 2. | 2-Parameter Lognormal | 1 | 4 | 5 | 10 | 12.3 |
| 3. | 3-Parameter Lognormal | 18 | 4 | 2 | 24 | 30.0 |
| 4. | Type I extremal | 2 | - | 2 | 4 | 4.9 |
| 5. | Pearson type III | 2 | 11 | 4 | 17 | 21.0 |
| 6. | Log Pearson type III | 1 | 6 | 3 | 10 | 12.3 |
| 7. | type III extremal | 1 | 3 | 9 | 13 | 16.0 |




รูปที่ 3.1 เปรียบเทียบค่าผิดพลาดจากฟังก์ชันการกระจายต่าง ๆ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

## ผลการวิเคราะห์ฝนทิ้งช่วง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ฝนทิ้งช่วงจากข้อมูลฝนรายวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้สมการการกระจายที่ทดสอบแล้วว่าเหมาะสมที่สุดในบทที่ 3 ผลวิเคราะห์จะประกอบด้วยจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในคาบพิสัยกลับต่าง ๆ , ช่วงเวลาที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

### 4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ฝนทิ้งช่วงนี้ได้พิจารณาคัดเลือกจากสถานีฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีการบันทึกข้อมูลรายวันอย่างต่อเนื่อง และมีการกระจายตามพื้นที่ทั่วภาคสถานีที่เลือกแล้วมีจำนวน 85 สถานี (รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้อยู่ในตารางที่ 4.1) โดยพิจารณาความสมบูรณ์ของข้อมูลและการกระจายของสถานีเป็นหลัก

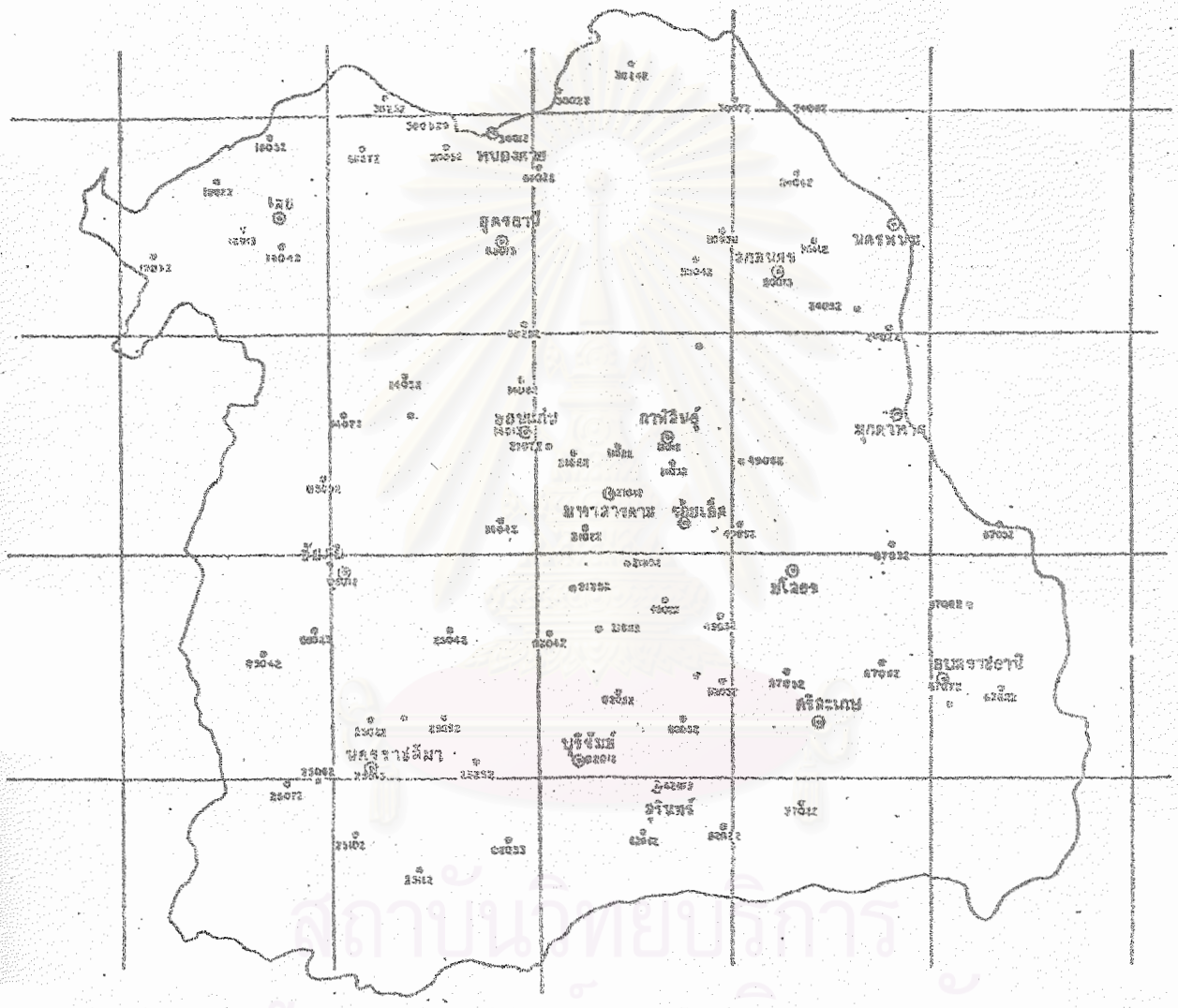
### 4.2 วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์จะใช้โปรแกรมคัดเลือกจำนวนวันมากที่สุดที่มีปริมาณฝนรวมน้อย ในแต่ละปีของแต่ละสถานี ปริมาณฝนรวมน้อยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษานี้เท่ากับ 0,10,20,30 มม. ซึ่งหมายความว่าในช่วงวันดังกล่าวจะมีปริมาณฝนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0,10,20,30 มม. ซึ่งถือได้ว่าเป็นปริมาณฝนที่น้อยเมื่อเทียบกับความต้องการของพืชโดยเฉพาะข้าว ข้อมูลที่คัดเลือกมาแต่ละปีจะนำมาจัดลำดับและทดแทนด้วยสมการการกระจายแบบ 3 Parameter lognormal ซึ่งได้รับการทดสอบความเหมาะสมในบทที่ 3 มาแล้ว การหาค่าพารามิเตอร์ของสมการจะใช้วิธี Maximum likelihood เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของสมการการกระจายแล้ว ก็จะได้ค่าจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในคาบพิสัยกลับต่าง ๆ ของแต่ละสถานี จากนั้นจะนำข้อมูลที่คำนวณได้ในแต่ละสถานีนี้มาลงในแผนที่ และโยงเส้น Isohyte ของผลที่คำนวณได้โดยใช้หลักการ Linear Interpolation เพื่อจะใช้ประกอบการประมาณจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในพื้นที่ระหว่างสถานี

### 4.3 ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์จำนวนวันฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่คำนวณได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่งจะมีค่าจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในปริมาณฝนรวมและค่าคาบปีกลับต่าง ๆ ในที่นี้จะแสดงผลเฉพาะที่คาบกลับ 2,5,10 เพราะเป็นค่าที่มีความสำคัญในการใช้วางแผนและออกแบบแหล่งน้ำ เมื่อนำค่าจำนวนวันฝนทิ้งช่วงดังกล่าวนี้มาลงจุดในแผนที่ ก็จะได้แผนที่แสดงเส้นระดับของ

049767




ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งของสถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีที่ใช้ในการศึกษา

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 02012 | อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ | 14-59-32 | 103-06-29 | 30 | 1955-84 | |
| 02170 | อ่างเก็บน้ำห้วยจรัก เขมกษ์ จ.บุรีรัมย์ | 14-59-39 | 103-03-13 | 19 | | + |
| 02033 | อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์ | 14-37-39 | 102-47-48 | 33 | 1952-84 | + |
| 02042 | อ.พุทธไธสง จ.บุรีรัมย์ | 15-32-25 | 103-00=20 | 19 | | + |
| 02052 | อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ | 15-17-40 | 103-17-45 | 33 | 1952-84 | + |
| 02102 | อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ | 14-55-11 | 103-18-15 | 19 | | + |
| 02110 | อ่างเก็บน้ำ นางคาสือก อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์ | 14-39-53 | 102-48-03 | 19 | | |
| 02120 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยตลาด อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ | 14-53-16 | 103-04-35 | 19 | | |
| 02130 | ชลประทานจังหวัด บุรีรัมย์ | 14-59-00 | 103-07-00 | 14 | | |
| 02140 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยขี้หนู อ.ลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์ | 15-01-16 | 102-50-45 | 19 | | + |
| 02150 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยไหญ่ อ.ลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์ | 15-04-47 | 102-50-35 | 19 | | |
| 02220 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยไสว จ.บุรีรัมย์ | 14-53-49 | 103-00-27 | 5 | | |
| 05012 | อ.เมือง จ.ชัยภูมิ | 15-48-22 | 102-02-19 | 33 | 1952-84 | |
| 05042 | อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ | 15-29-26 | 101-41-24 | 30 | 1955-84 | + |
| 05052 | อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ | 16-16-43 | 101-57-26 | 28 | | + |
| 05062 | อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ | 14-55-50 | 102-17-04 | 27 | | + |
| 05072 | สถานีเพาะพันธ์พืช จ.ชัยภูมิ | 15-15-00 | 102-01-00 | 22 | | |
| 05082 | อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 15-46-38 | 101-54-38 | 19 | | + |
| 05100 | ชลประทานจังหวัด ชัยภูมิ | 15-47-43 | 102-01-12 | 19 | | |
| 05110 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยนาชำนาญ อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 15-47-03 | 101-53-11 | 19 | | |
| 05130 | อ่างเก็บน้ำ หนองปลาเฒ่า อ.เมือง จ.ชัยภูมิ | 15-48-04 | 102-01-14 | 19 | | |
| 05140 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยหินลับมีด อ.เมือง จ.ชัยภูมิ | 15-51-37 | 102-07-28 | 19 | | + |
| 05150 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยสัมปวย อ.จตุรัส จ.ชัยภูมิ | 15-37-13 | 101-42-53 | 19 | | + |
| 05171 | บ้านบอง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 15-54-20 | 101-42-45 | 13 | | |
| 05200 | แก่งท่าเลื่อ อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 15-46-07 | 101-49-03 | 5 | | |
| 05211 | ลำพองบุนเพธร จ.ชัยภูมิ | 15-45-00 | 101-40-30 | 5 | | |
| 05221 | อ่างเก็บน้ำท่าหิน อ.เมือง จ.ชัยภูมิ | 15-57-36 | 102-01-57 | 5 | | |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 05271 | บ้านโคกพาน เกิด อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ | 15-29-14 | 101-33-32 | 7 | | |
| 05284 | เขื่อนจุฬาภรณ์ อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ | 16-32-00 | 101-29-30 | 2 | | |
| 11012 | อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ | 16-25-53 | 103-30-37 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 11022 | อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ | 16-23-57 | 103-30-37 | 33 | 1952-84 | + |
| 11032 | อ.กมลสัย จ.กาฬสินธุ์ | 16-20-16 | 103-34-47 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 11042 | อ.สหัสขันธ์ จ.กาฬสินธุ์ | 16-42-40 | 103-31-34 | 32 | 1953-84 | |
| 11130 | อ่างเก็บน้ำ หนองบ้านสา อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ | 16-26-07 | 103-17-47 | 19 | | |
| 11150 | อ่างเก็บน้ำ รองเกษตร อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ | 16-26-26 | 103-32-24 | 19 | | |
| 11170 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยแกลง จ.กาฬสินธุ์ | 16-32-08 | 103-41-25 | 15 | | |
| 14013 | อ.เมือง จ.ขอนแก่น | 16-25-40 | 102-50-17 | 32 | | |
| 14022 | อ.บัวเจาศรี จ.ขอนแก่น | 16-07-30 | 102-32-50 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 14073 | อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น | 16-32-35 | 102-06-12 | 29 | | *+ |
| 14102 | Chonnabot Sericultural Station จ.ขอนแก่น | 16-20-00 | 102-06-00 | 11 | | |
| 14160 | ชลประทานจังหวัด ขอนแก่น | 16-26-00 | 102-49-47 | 12 | | |
| 14170 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยยาง อ.บัวเจาศรี จ.ขอนแก่น | 16-07-50 | 102-29-00 | 19 | | |
| 14180 | อ่างเก็บน้ำ โสกรวก อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น | 16-39-00 | 102-22-40 | 19 | | + |
| 14190 | อ่างเก็บน้ำ โคกเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น | 16-27-30 | 102-40-10 | 19 | | + |
| 14200 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยไหญ่ อ.เมือง จ.ขอนแก่น | 16-34-30 | 102-37-30 | 19 | | |
| 14210 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยเสียง จ.ขอนแก่น | 16-44-30 | 102-51-30 | 19 | | + |
| 14220 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยไทร อ.ป่าน้ำไผ่ จ.ขอนแก่น | 16-49-20 | 102-46-30 | 19 | | |
| 14310 | อ่างเก็บน้ำ หนองนาวัว จ.ขอนแก่น | 16-02-40 | 102-42-50 | 14 | | + |
| 14320 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยยิเลิด อ.เมือง จ.ขอนแก่น | 16-16-15 | 102-49-40 | 13 | | |
| 14410 | โครงการฯ ลำน้ำเชิญ บ้านดอนหาร จ.ขอนแก่น | 16-32-20 | 103-02-10 | 6 | | + |
| 18032 | อ.ด่านซ้าย จ.เลย | 17-16-44 | 101-09-00 | 33 | 1952-84 | + |
| 18052 | อ.เชียงคาน จ.เลย | 17-53-48 | 101-40-17 | 33 | 1952-84 | *+ |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 18090 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยน้ำหมาน อ. เมือง จ. เลย | 17-29-14 | 101-42-33 | 15 | | + |
| 18100 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยอีเลิด อ. วังสะพุง จ. เลย | 17-18-19 | 101-43-54 | 15 | | + |
| 18110 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยน้ำวัด อ. ท่าลี่ จ. เลย | 17-37-02 | 101-23-45 | 15 | | + |
| 18120 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยบ่อย อ. เมือง จ. เลย | 17-36-37 | 101-44-00 | 15 | | + |
| 18130 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยน้ำหาว จ. เลย | 17-31-45 | 101-42-19 | 15 | | + |
| 18140 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยยาง จ. เลย | 16-53-14 | 101-53-13 | 15 | | + |
| 21012 | อ. เมือง จ.มหาสารคาม | 16-21-58 | 103-18-17 | 32 | 1953-84 | *+ |
| 21063 | อ.พยัคฆภูมิพิสัย จ.มหาสารคาม | 15-30-50 | 103-11-54 | 32 | 1953-84 | + |
| 21072 | อ. เชียงยืน จ.มหาสารคาม | 16-24-23 | 103-06-31 | 18 | | + |
| 21080 | ชลประทานจังหวัด มหาสารคาม | 16-11-13 | 103-19-24 | 18 | | |
| 21090 | ประสูระบาย ห้วยหาบาง | 16-10-50 | 103-27-06 | 18 | | |
| 21106 | อ่างเก็บน้ำ หนองแก อ. เมือง จ.มหาสารคาม | 16-01-20 | 103-23-44 | 18 | | |
| 21110 | อ่างเก็บน้ำ แก่งเลิงจาน อ. เมือง จ.มหาสารคาม | 16-10-55 | 103-16-36 | 18 | | |
| 21120 | อ่างเก็บน้ำ เกกสัตย์สุนทร อ.บรบือ จ.มหาสารคาม | 16-00-34 | 103-05-52 | 18 | | |
| 21130 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยเชียงขาม จ.มหาสารคาม | 15-58-11 | 103-06-22 | 18 | | |
| 21140 | อ่างเก็บน้ำ หนองขัว อ. บรบือ จ.มหาสารคาม | 16-01-19 | 103-07-36 | 18 | | |
| 21150 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยคะคาง อ. เมือง จ.มหาสารคาม | 16-02-53 | 103-16-31 | 18 | | |
| 21160 | อ่างเก็บน้ำ หนองคูขาด อ.บรบือ จ.มหาสารคาม | 15-55-26 | 102-59-46 | | | * |
| 21180 | อ่างเก็บน้ำ หนองไข่ อ. วาปีปทุม จ.มหาสารคาม | 15-48-40 | 103-25-49 | | | + |
| 21190 | อ่างเก็บน้ำ หนองกระทุ่ม อ. เมือง จ.มหาสารคาม | 16-09-46 | 103-25-23 | 18 | | |
| 21200 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยประคู่ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม | 16-07-40 | 103-10-45 | 18 | | |
| 21210 | อ่างเก็บน้ำ ห้วย อ. วาปีปทุม จ.มหาสารคาม | 15-49-44 | 103-23-13 | 18 | | |
| 21240 | อ่างเก็บน้ำ หนองคู อ.นาเชือก จ.มหาสารคาม | 15-49-24 | 103-02-03 | 13 | | |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 21252 | อ.นาเยีย จ.มหาสารคาม | 15-47-44 | 103-02-05 | 13 | | + |
| 24022 | อ.ธาตุพนม จ.นครพนม | 16-56-55 | 104-44-00 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 24032 | อ.นาแก จ.นครพนม | 16-56-42 | 104-30-16 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 24062 | อ.ศรีสงคราม จ.นครพนม | 17-37-32 | 104-15-14 | 31 | 1954-84 | + |
| 24082 | อ.บ้านแพง จ.นครพนม | 17-58-00 | 104-13-07 | 26 | | *+ |
| 25013 | อ.เมือง จ.นครราชสีมา | 14-58-10 | 102-06-13 | 33 | 1952-84 | |
| 25022 | อ.โนนไทย จ.นครราชสีมา | 15-11-47 | 102-04-23 | 33 | 1952-84 | + |
| 25062 | อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา | 14-53-50 | 101-49-30 | 33 | 1952-84 | |
| 25142 | สถานีทดลองเกษตรบ้านใหม่สำโรง จ.นครราชสีมา | 14-23-00 | 101-41-00 | 32 | 1953-84 | |
| 25242 | อ.ขามสะแกแสง จ.นครราชสีมา | 15-19-40 | 102-10-31 | 6 | | |
| 25252 | อ.ห้วยแถลง จ.นครราชสีมา | 14-59-45 | 102-38-31 | 6 | | + |
| 25262 | อ.ชุมพวง จ.นครราชสีมา | 15-20-42 | 102-44-39 | 6 | | + |
| 25284 | สะแกวัดน์ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา | 14-01-00 | 101-58-00 | 6 | | + |
| 25291 | สำนักงานชลประทานที่ 6 จ.นครราชสีมา | 14-58-00 | 102-00-35 | 6 | | + |
| 25300 | ประตูระบาย พิมาย อ.พิมาย จ.นครราชสีมา | 15-13-00 | 102-30-00 | 6 | | + |
| 25310 | ประตูระบาย มะขามเฒ่า จ.นครราชสีมา | 14-58-00 | 102-01-00 | 6 | | |
| 25320 | ประตูระบาย โคกเมียก | 14-57-00 | 101-58-00 | 6 | | |
| 25330 | ประตูระบาย cho ho จ.นครราชสีมา | 15-02-00 | 102-08-00 | 6 | | |
| 25340 | ประตูระบาย โพธิ์เลี้ย จ.นครราชสีมา | 15-00-00 | 102-02-00 | 6 | | |
| 25350 | ประตูระบาย ดอนชุม จ.นครราชสีมา | 14-58-00 | 102-03-00 | 6 | | |
| 25370 | ประตูระบาย บ้านหุ่ง จ.นครราชสีมา | 14-59-00 | 102-02-00 | 6 | | |
| 25380 | ประตูระบาย Kan Phom จ.นครราชสีมา | 15-01-00 | 102-14-00 | 6 | | |
| 25390 | ประตูระบาย Khoi Ngam จ.นครราชสีมา | 14-58-00 | 102-08-00 | 6 | | |
| 25410 | ฝายเก็บน้ำ ห้วยสระเกศ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา | 15-07-46 | 102-32-10 | 5 | | |
| 25420 | ฝายเก็บน้ำ ห้วยบ้านยาง อ.เมือง จ.นครราชสีมา | 14-52-22 | 101-59-17 | 6 | | |
| 25440 | ฝายเก็บน้ำบึงกระโทน อ.บัวใหญ่ จ.นครราชสีมา | 15-33-20 | 102-44-34 | 6 | | |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 25450 | ฝายเก็บน้ำ ห้วยน้ำเค็ม อ.ชัยภูมิ จ.นครราชสีมา | 15-34-26 | 102-22-47 | 6 | | + |
| 25480 | ฝายเก็บน้ำ ลำฉมวก อ.ห้วยแถลง จ.นครราชสีมา | 15-03-20 | 102-30-38 | 23 | | |
| 25490 | ประตูระบายน้ำ ลำสะเกิด จ.นครราชสีมา | 15-25-06 | 102-35-03 | 23 | | |
| 25520 | น้ำมูล อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา | | | 12 | | + |
| 25541 | ฝายเก็บน้ำ ลำตะคอง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา | 14-52-06 | 101-33-53 | 14 | | + |
| 25620 | ลำเกรียงไกร อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา | 15-13-42 | 101-44-32 | 5 | | + |
| 30012 | อ.เมือง จ.หนองคาย | 17-52-40 | 102-44-29 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 30072 | อ.เซกา จ.หนองคาย | 17-55-36 | 103-57-19 | 15 | | + |
| 30082 | อ.ศรีเชียงใหม่ จ.หนองคาย | 17-57-15 | 103-35-33 | 15 | | + |
| 30090 | ท่อน้ำเข้าห้วย Wang Hu จ.หนองคาย | 17-52-18 | 102-42-55 | 15 | | |
| 30100 | Huai Bang Phun Inlet อ.ท่าบ่อ จ.หนองคาย | 17-49-30 | 102-42-11 | 15 | | + |
| 30110 | Huai Wiang khuk inlet จ.หนองคาย | 17-47-58 | 102-40-34 | 15 | | |
| 30120 | ท่อระบายน้ำเข้าห้วยลาน จ.หนองคาย | 17-51-16 | 102-31-49 | 15 | | |
| 30130 | ท่อน้ำเข้าห้วยแม่กอง จ.หนองคาย | 17-58-23 | 102-54-07 | 15 | | |
| 30140 | ท่อระบายน้ำห้วยโพธิ์ จ.หนองคาย | 17-56-00 | 102-49-04 | 15 | | |
| 30150 | ท่อระบายน้ำห้วยยอน จ.หนองคาย | 17-55-50 | 102-48-53 | 15 | | |
| 30160 | ฝายเก็บน้ำ หนองสองห้อง อ.เมือง จ.หนองคาย | 17-46-01 | 102-45-58 | 15 | | |
| 30170 | ฝายเก็บน้ำ ห้วยเปลงเจือก อ.โพนพิสัย จ.หนองคาย | 18-03-31 | 103-09-13 | 15 | | + |
| 30180 | ฝายเก็บน้ำ ห้วยยังหาน จ.หนองคาย | 17-40-33 | 102-36-38 | 15 | | |
| 30232 | อ.สังคม จ.หนองคาย | 18-04-29 | 102-15-58 | 5 | | + |
| 49013 | อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด | 16-03-06 | 103-39-28 | 33 | 1952-84 | |
| 49022 | อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด | 15-39-18 | 103-35-02 | 33 | 1952-84 | + |
| 49032 | อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด | 15-36-28 | 103-48-14 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 49052 | อ.อาจสามารถ จ.ร้อยเอ็ด | 15-50-31 | 103-52-53 | 31 | 1954-84 | |
| 49062 | อ.โพนทอง จ.ร้อยเอ็ด | 16-17-58 | 103-58-54 | 33 | 1954-84 | *+ |
| 49092 | อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด | 16-01-55 | 103-56-17 | 33 | 1954-84 | |
| 49120 | ประตูระบายน้ำ Huai dran Mua จ.ร้อยเอ็ด | 16-10-53 | 103-39-33 | 30 | 1955-84 | |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 49130 | ห้วยบ้านาม จ.ร้อยเอ็ด | 16-05-18 | 103-45-22 | 30 | 1955-84 | |
| 49200 | อ่างเก็บน้ำหนองหวัมชัย จ.ร้อยเอ็ด | 16-07-43 | 103-44-54 | 24 | | + |
| 49210 | อ่างเก็บน้ำ หนองเวียง จ.ร้อยเอ็ด | 15-33-36 | 103-33-19 | 24 | | |
| 49230 | อ่างเก็บน้ำ ห้วยเสียง จ.ร้อยเอ็ด | - | - | 22 | | |
| 49301 | ทุ่งแขวงยาตาล จ.ร้อยเอ็ด | 16-01-59 | 103-54-38 | 7 | | |
| 50013 | อ.เมือง จ.สกลนคร | 17-10-06 | 104-09-20 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 50023 | อ.สว่างแดนดิน จ.สกลนคร | 17-28-24 | 103-27-40 | 31 | 1954-84 | |
| 50032 | อ.พรรณานิคม จ.สกลนคร | 17-20-58 | 103-51-09 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 50042 | อ.วาริชภูมิ จ.สกลนคร | 17-17-28 | 103-38-25 | 26 | | |
| 50052 | สำนักงานทางหลวง Sang Kho จ.สกลนคร | 16-53-00 | 103-51-00 | 27 | | + |
| 50112 | อ.กุสุมาลย์ จ.สกลนคร | 17-19-50 | 104-19-44 | 16 | | + |
| 50231 | อ่างเก็บน้ำ บ้านดูน จ.สกลนคร | - | - | 19 | | + |
| 57022 | อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ | 14-42-42 | 104-12-08 | 33 | 1952-84 | + |
| 57042 | อ.อุทุมพรพิสัย จ.ศรีสะเกษ | 15-06-34 | 104-08-33 | 31 | 1954-84 | |
| 57052 | อ.ภูสิงห์ จ.ศรีสะเกษ | 15-20-19 | 104-09-26 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 62013 | อ.เมือง จ.สุรินทร์ | 14-52-51 | 103-29-56 | 31 | 1954-84 | *+ |
| 62022 | อ.สังขะ จ.สุรินทร์ | 14-38-07 | 103-51-26 | 32 | 1953-84 | + |
| 62032 | อ.รัตนบุรี จ.สุรินทร์ | 15-19-11 | 103-51-37 | 32 | 1953-84 | + |
| 62062 | อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ | 14-38-22 | 103-24-29 | 26 | | + |
| 62192 | อ.จอมพระ จ.สุรินทร์ | 15-06-56 | 103-36-56 | 14 | | + |
| 67013 | อ.เมือง จ.อุบลราชธานี | 15-13-35 | 104-51-42 | 33 | 1952-84 | *+ |
| 67022 | อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี | 15-14-39 | 105-14-11 | 30 | 1955-84 | *+ |
| 67032 | อ.อำนาจเจริญ จ.อุบลราชธานี | 15-51-28 | 104-37-53 | 28 | | *+ |
| 67052 | อ.เขมราฐ จ.อุบลราชธานี | 16-02-26 | 25-13-50 | 11 | | + |
| 67062 | อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี | 15-23-13 | 104-33-21 | 10 | | + |
| 67082 | อ.ตระการพืชผล จ.อุบลราชธานี | 15-36-39 | 105-01-33 | 11 | | *+ |
| 68013 | อ.เมือง จ.อุดรธานี | 17-24-50 | 102-47-24 | 33 | 1952-84 | + |
| 68032 | อ.หนองหาน จ.อุดรธานี | 17-21-39 | 103-06-43 | 32 | 1953-84 | *+ |
| 68042 | อ.หนองบัวลำภู จ.อุดรธานี | 17-12-10 | 102-26-56 | 27 | | |
| 68072 | อ.โนนสัง จ.อุดรธานี | 16-51-52 | 102-34-30 | 21 | | |
| 68100 | ชลประทานจังหวัดอุดรธานี จ.อุดรธานี | 17-24-23 | 102-47-43 | 15 | | |
| 68120 | อ่างเก็บน้ำ อุดลิงงอ จ.อุดรธานี | 17-19-33 | 102-43-58 | 15 | | |
| 68130 | อ่างเก็บน้ำ หนองอ่อน จ.อุดรธานี | 17-24-52 | 102-41-14 | 15 | | |
| 68140 | อ่างเก็บน้ำ หนองสำโรง จ.อุดรธานี | 17-26-59 | 102-46-53 | 13 | | |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รหัส | ชื่อสถานี | ที่ตั้ง | | จำนวนปีของข้อมูล | ช่วงข้อมูล (ค.ศ.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เส้นรุ้ง N | เส้นแวง E | | | |
| 68150 | อ่างเก็บน้ำ หนองพระโค จ.อุดรธานี | 17-06-44 | 102-56-16 | 15 | | + |
| 68160 | อ่างเก็บน้ำ Sokrong จ.อุดรธาน | 16-58-01 | 102-53-11 | 15 | | + |
| 68170 | อ่างเก็บน้ำ หนองท่าไข่ จ.อุดรธานี | 17-23-11 | 102-50-34 | 15 | | |
| 68180 | อ่างเก็บน้ำ หนองบัว จ.อุดรธานี | 17-22-14 | 103-15-44 | 15 | | + |
| 68190 | อ่างเก็บน้ำ หนองบ้านเที่ยง จ.อุดรธานี | 17-41-39 | 102-54-09 | 14 | | + |
| 68212 | อ.บ้านดุง จ.อุดรธานี | 17-41-51 | 103-15-46 | 11 | | + |
| 68272 | อ.บ้านโสม จ.อุดรธานี | 17-45-59 | 102-11-31 | 10 | | + |
| 72042 | อ.เสิงนกทา จ.ยโสธร | 16-12-22 | 104-33-32 | 30 | 1955-84 | + |

หมายเหตุ สถานีที่มีเครื่องหมาย + เป็นสถานีที่นำมาลงจุดในแผนที่ และสถานีที่มีเครื่องหมาย * เป็นสถานีที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของสมการการกระจาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ค่าฝนทิ้งช่วงที่คำนวณได้ในคาบอุบัติซ้ำต่าง ๆ

| รหัสสถานี | จำนวนวันฝนทิ้งช่วงในคาบอุบัติซ้ำต่าง ๆ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณฝนรวม | | | | | | | | | | | |
| | 0 มม. | | | <10 มม. | | | <20 มม. | | | <30 มม. | | |
| | คาบปี | | | คาบปี | | | คาบปี | | | คาบปี | | |
| | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 |
| 02170 | 14.4 | 17.4 | 19.0 | 19.5 | 22.9 | 24.7 | 22.8 | 26.8 | 29.0 | 27.0 | 33.1 | 36.3 |
| 02033 | 12.3 | 19.5 | 23.1 | 18.1 | 24.8 | 28.3 | 22.6 | 31.1 | 35.6 | 25.9 | 34.1 | 38.3 |
| 02042 | 13.8 | 17.2 | 18.9 | 18.4 | 22.2 | 24.1 | 21.0 | 24.1 | 25.7 | 24.6 | 28.4 | 30.4 |
| 02052 | 13.5 | 16.1 | 17.5 | 17.6 | 20.9 | 22.6 | 21.0 | 24.9 | 26.9 | 23.3 | 28.1 | 30.5 |
| 02102 | 15.3 | 20.5 | 23.2 | 19.1 | 25.1 | 28.3 | 22.1 | 28.9 | 32.4 | 24.9 | 31.3 | 34.6 |
| 02140 | 14.6 | 20.4 | 23.5 | 19.8 | 26.4 | 29.9 | 23.7 | 31.0 | 34.8 | 28.1 | 35.0 | 38.6 |
| 05042 | 22.3 | 30.5 | 34.8 | 26.4 | 33.0 | 36.5 | 30.4 | 38.5 | 42.8 | 33.3 | 42.7 | 47.6 |
| 05052 | 28.4 | 49.2 | 60.1 | 28.6 | 45.2 | 53.9 | 32.2 | 50.3 | 59.8 | 30.7 | 44.0 | 50.9 |
| 05062 | 19.2 | 24.5 | 27.3 | 24.2 | 30.5 | 33.7 | 27.8 | 35.0 | 38.7 | 31.2 | 38.3 | 41.8 |
| 05082 | 19.6 | 26.9 | 30.7 | 22.5 | 29.5 | 33.1 | 26.3 | 33.4 | 37.1 | 30.0 | 36.5 | 39.9 |
| 05140 | 21.7 | 27.4 | 30.4 | 26.5 | 33.3 | 36.8 | 30.9 | 39.0 | 43.2 | 34.5 | 42.8 | 47.1 |
| 05150 | 21.3 | 28.0 | 31.5 | 27.0 | 32.4 | 35.3 | 31.5 | 38.3 | 41.8 | 35.6 | 43.1 | 47.0 |
| 11022 | 11.8 | 15.1 | 16.8 | 17.2 | 20.4 | 22.0 | 20.6 | 23.7 | 25.3 | 23.5 | 27.1 | 29.0 |
| 14180 | 13.0 | 16.9 | 19.0 | 17.4 | 21.5 | 23.6 | 22.3 | 26.5 | 28.7 | 24.5 | 28.8 | 31.0 |
| 14190 | 16.9 | 23.1 | 26.3 | 21.0 | 27.3 | 30.6 | 26.0 | 34.6 | 39.0 | 30.3 | 39.8 | 44.7 |
| 14210 | 13.8 | 17.2 | 19.0 | 18.9 | 23.8 | 26.4 | 22.8 | 28.5 | 31.4 | 26.6 | 33.3 | 36.9 |
| 14310 | 18.9 | 23.6 | 26.1 | 25.9 | 33.2 | 36.9 | 30.8 | 41.1 | 46.5 | 36.8 | 46.0 | 50.8 |
| 14410 | 17.8 | 23.4 | 26.3 | 20.7 | 25.8 | 28.5 | 26.2 | 32.0 | 35.0 | 29.8 | 36.9 | 40.6 |
| 18032 | 17.5 | 23.0 | 25.9 | 20.6 | 27.0 | 30.4 | 25.1 | 32.0 | 35.6 | 28.6 | 36.8 | 41.1 |
| 18090 | 8.7 | 10.6 | 11.6 | 15.8 | 19.5 | 21.4 | 19.6 | 24.5 | 27.0 | 22.0 | 27.3 | 30.1 |
| 18100 | 14.3 | 18.1 | 20.2 | 20.5 | 24.8 | 27.0 | 23.5 | 27.2 | 29.2 | 26.1 | 30.2 | 32.3 |
| 18110 | 20.2 | 26.0 | 29.0 | 28.7 | 36.3 | 40.3 | 33.3 | 42.3 | 47.0 | 38.0 | 48.5 | 53.9 |
| 18120 | 17.4 | 21.7 | 24.0 | 26.1 | 34.4 | 38.7 | 31.9 | 41.2 | 46.0 | 37.6 | 49.1 | 55.2 |
| 18130 | 11.7 | 15.6 | 17.7 | 17.3 | 20.6 | 22.3 | 20.9 | 25.1 | 27.4 | 24.3 | 28.9 | 31.4 |
| 18140 | 13.8 | 17.0 | 19.6 | 19.0 | 23.8 | 26.3 | 24.0 | 30.4 | 33.8 | 27.9 | 35.8 | 40.0 |
| 21063 | 11.6 | 14.0 | 15.3 | 16.9 | 19.7 | 21.2 | 21.7 | 25.9 | 28.1 | 24.6 | 29.3 | 31.8 |
| 21072 | 17.5 | 20.8 | 22.5 | 21.4 | 26.0 | 28.4 | 25.7 | 31.3 | 34.2 | 30.4 | 38.5 | 42.7 |
| 21180 | 20.5 | 24.6 | 26.8 | 26.4 | 34.2 | 39.2 | 33.0 | 43.9 | 49.6 | 36.5 | 47.8 | 53.8 |
| 21252 | 19.1 | 23.5 | 25.9 | 22.5 | 26.1 | 28.1 | 26.8 | 31.5 | 33.9 | 29.7 | 35.6 | 38.8 |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| รหัสสถานี | จำนวนวันฝนตั้งช่วงในคาบกลับต่าง ๆ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณฝนรวม | | | | | | | | | | | |
| | 0 มม. | | | <10 มม. | | | <20 มม. | | | <30 มม. | | |
| | คาบปี | | | คาบปี | | | คาบปี | | | คาบปี | | |
| | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 |
| 24062 | 15.2 | 20.7 | 23.6 | 16.8 | 22.6 | 25.6 | 19.2 | 24.8 | 27.7 | 21.8 | 28.3 | 31.6 |
| 25022 | 17.7 | 22.5 | 25.0 | 21.8 | 26.5 | 28.9 | 26.0 | 31.4 | 34.1 | 27.1 | 34.8 | 37.7 |
| 25252 | 14.3 | 17.5 | 19.1 | 21.7 | 24.7 | 26.3 | 25.2 | 30.9 | 33.9 | 28.8 | 34.7 | 37.7 |
| 25262 | 18.8 | 21.3 | 22.7 | 25.2 | 30.9 | 34.0 | 20.5 | 36.1 | 40.1 | 31.5 | 39.0 | 42.9 |
| 25284 | 12.7 | 15.9 | 17.6 | 19.3 | 23.7 | 26.0 | 25.7 | 31.3 | 34.2 | 29.2 | 35.3 | 38.4 |
| 25291 | 12.0 | 15.1 | 16.7 | 20.7 | 22.1 | 22.9 | 24.5 | 26.9 | 28.1 | 29.3 | 32.8 | 34.6 |
| 25300 | 19.8 | 25.7 | 28.8 | 24.2 | 31.1 | 34.7 | 25.8 | 31.9 | 35.1 | 28.5 | 34.3 | 37.3 |
| 25450 | 19.7 | 23.8 | 26.0 | 23.3 | 27.3 | 29.3 | 26.0 | 29.1 | 30.8 | 29.0 | 33.1 | 35.3 |
| 25520 | 11.5 | 14.4 | 15.9 | 22.0 | 29.5 | 33.5 | 27.0 | 34.8 | 38.9 | 30.2 | 37.4 | 41.2 |
| 25541 | 13.2 | 18.3 | 20.9 | 26.6 | 33.8 | 37.5 | 31.6 | 38.8 | 42.5 | 38.8 | 48.4 | 53.4 |
| 25620 | 20.4 | 23.8 | 25.5 | 25.2 | 31.2 | 34.4 | 28.8 | 35.8 | 39.5 | 33.6 | 39.6 | 42.8 |
| 30072 | 9.1 | 11.4 | 12.6 | 11.6 | 14.3 | 15.8 | 14.4 | 17.3 | 18.9 | 16.5 | 19.9 | 21.8 |
| 30082 | 10.8 | 14.6 | 16.5 | 15.6 | 18.8 | 20.4 | 18.6 | 22.8 | 25.0 | 20.7 | 24.2 | 26.0 |
| 30100 | 11.3 | 14.4 | 16.0 | 18.1 | 21.0 | 22.5 | 21.5 | 24.3 | 25.8 | 22.5 | 25.9 | 27.7 |
| 30170 | 11.5 | 15.2 | 17.1 | 12.7 | 16.4 | 18.3 | 15.5 | 21.6 | 24.7 | 18.1 | 23.9 | 27.0 |
| 30232 | 13.8 | 18.7 | 21.2 | 15.4 | 19.3 | 21.3 | 17.4 | 21.4 | 23.5 | 19.0 | 22.9 | 24.9 |
| 49022 | 20.5 | 27.9 | 31.8 | 23.4 | 31.6 | 35.8 | 27.2 | 37.2 | 42.4 | 29.8 | 39.8 | 45.0 |
| 49200 | 16.2 | 24.0 | 28.1 | 19.6 | 27.2 | 31.2 | 23.9 | 32.1 | 36.5 | 26.9 | 35.0 | 39.2 |
| 50052 | 10.1 | 13.8 | 15.7 | 13.7 | 17.0 | 18.7 | 16.6 | 20.7 | 22.9 | 19.2 | 24.0 | 26.6 |
| 50112 | 15.4 | 19.8 | 22.1 | 17.4 | 21.5 | 23.6 | 19.4 | 23.7 | 25.9 | 22.5 | 26.3 | 28.3 |
| 50231 | 8.5 | 10.1 | 10.9 | 14.4 | 17.0 | 18.4 | 18.0 | 21.5 | 23.4 | 20.8 | 24.5 | 26.4 |
| 57022 | 22.1 | 29.8 | 33.9 | 23.8 | 30.8 | 34.5 | 27.5 | 35.6 | 39.8 | 29.7 | 37.6 | 41.7 |
| 62022 | 22.3 | 28.9 | 32.4 | 24.3 | 31.6 | 35.4 | 27.7 | 34.3 | 37.8 | 30.5 | 37.4 | 41.1 |
| 62032 | 14.7 | 17.9 | 19.6 | 19.6 | 25.7 | 28.9 | 23.2 | 29.1 | 32.2 | 26.6 | 32.8 | 36.1 |
| 62062 | 17.1 | 23.6 | 27.0 | 20.8 | 28.4 | 32.4 | 25.2 | 32.9 | 36.9 | 27.4 | 34.9 | 38.8 |
| 62192 | 14.8 | 18.8 | 20.8 | 17.6 | 21.5 | 23.6 | 23.8 | 29.3 | 32.2 | 27.4 | 32.4 | 35.1 |
| 67052 | 11.1 | 14.6 | 16.4 | 15.8 | 18.5 | 20.0 | 18.3 | 21.5 | 23.3 | 22.3 | 26.3 | 28.4 |
| 67062 | 24.8 | 44.3 | 54.5 | 28.1 | 46.3 | 55.8 | 33.6 | 50.3 | 59.0 | 37.5 | 53.2 | 61.4 |

จำนวนวันฝนทิ้งช่วง ในปริมาณฝนและคาบมีสัยกลับต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.2 ถึง 4.13 จากรูปดังกล่าวก็สามารถจะใช้ในการอ่านค่าจำนวนวันฝนทิ้งช่วงในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยประมาณได้ จากภาพจะเห็นได้ว่า จำนวนฝนทิ้งช่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วง 10–45 วัน แล้วแต่ปริมาณฝนและโอกาสเกิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนวันฝนทิ้งช่วงในปริมาณฝนและโอกาสเกิดต่าง ๆ

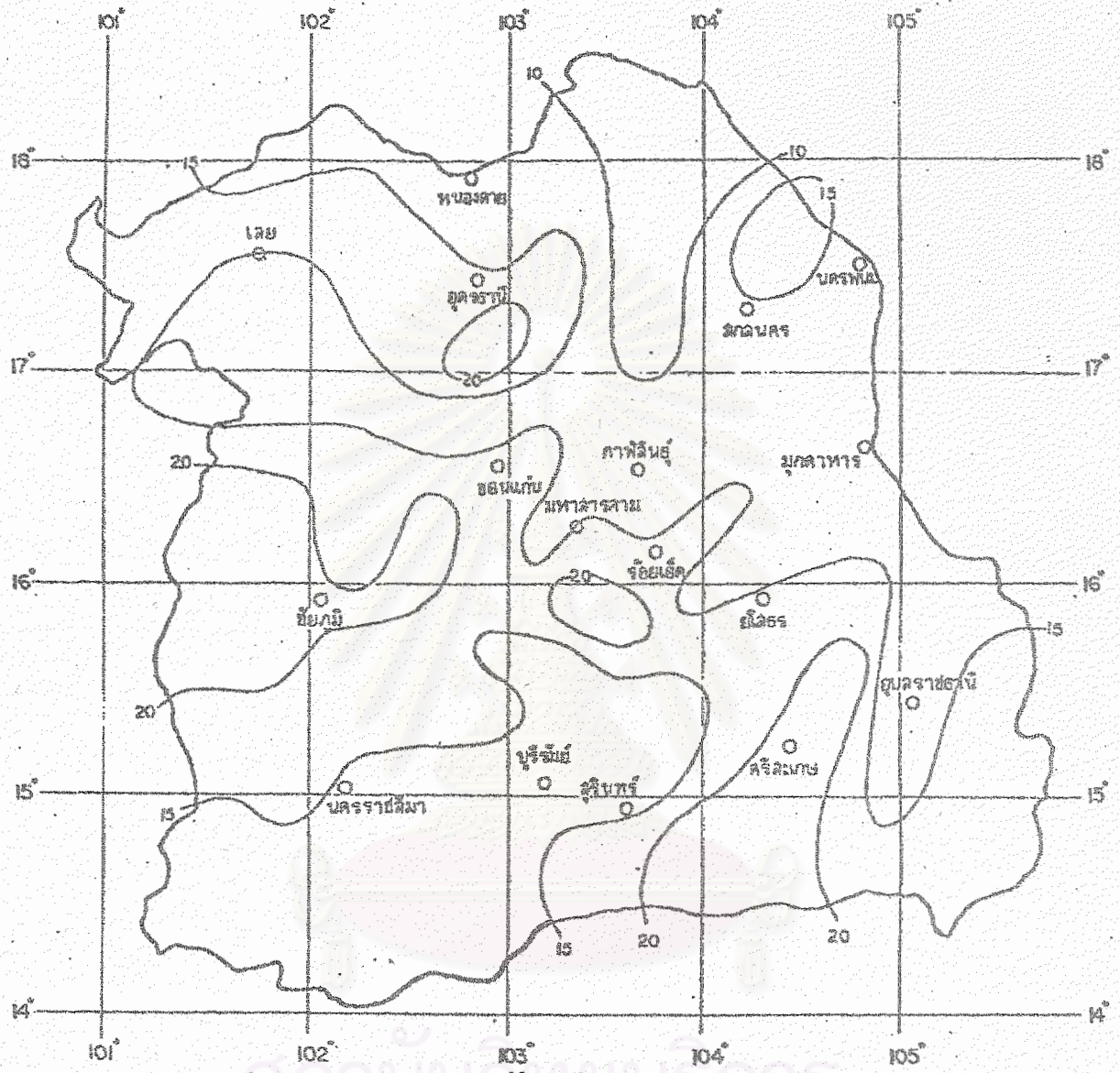
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มม.) | ระยะเวลาเกิดฝนทิ้งช่วง (วัน) | | |
|---|---|---|---|
| | โอกาสเกิด (%) | | |
| | 50 | 20 | 10 |
| 0 | 10–20 | 15–30 | 15–30 |
| <10 | 15–25 | 15–30 | 20–35 |
| <20 | 20–40 | 15–30 | 20–40 |
| <30 | 25–45 | 20–40 | 20–30 |

ผลการวิเคราะห์จำนวนวันที่เกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงนี้ ยังสามารถนำมาวิเคราะห์ความรุนแรงของปัญหาได้ตามพื้นที่ได้ ลักษณะการเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำฝนรวมเท่าไร ถ้าพื้นที่ใดมีโอกาสเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงแล้ว ก็มักจะเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นประจำ ภาพตัวแทนความรุนแรงของภาวะฝนทิ้งช่วงในแต่ละพื้นที่สามารถวาดได้จากผลการวิเคราะห์ภาวะฝนทิ้งช่วงที่มีโอกาสเกิด 10% (คาบกลับ 10 ปี) ในปริมาณฝนรวมน้อยกว่า 20 มม. พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถแบ่งความรุนแรงของภาวะฝนทิ้งช่วงได้ 4 พื้นที่ (ดังรูปที่ 4.14) ในพื้นที่ที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีภาวะ ฝนทิ้งช่วงรุนแรงที่สุด (คือมีโอกาสเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงมากกว่า 40 วัน ในทำนองเดียวกัน ในพื้นที่ที่ 2,3,4 เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงในระหว่าง 30–40 วัน, 20–30 วันและน้อยกว่า 20 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ภาวะนี้มีโอกาสขึ้น 10% จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่า พื้นที่ที่ประสบภาวะฝนทิ้งช่วงรุนแรง ได้แก่บริเวณ จังหวัดชัยภูมิ พื้นที่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ของจังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดขอนแก่น และบางพื้นที่ในจังหวัดบุรีรัมย์, ร้อยเอ็ด และเลย

ช่วงเวลาการเกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ก็เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนทางแหล่งน้ำเช่นกัน จากรูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างของช่วงเวลาที่เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงของ อ.ตำนกรายงาน

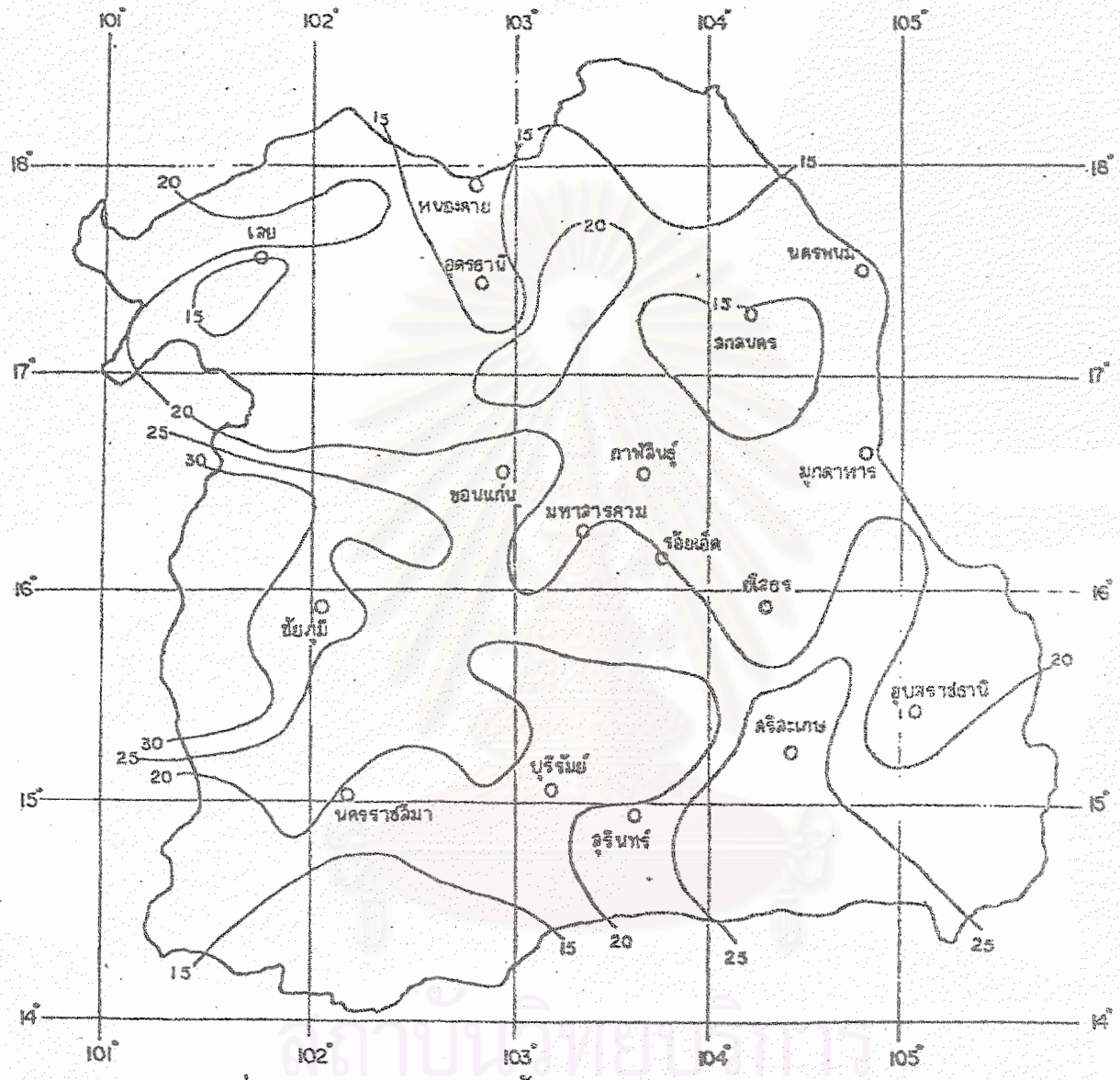
จังหวัดเลย และ อ.มัญจคีรี จังหวัดขอนแก่น เมื่อพิจารณาเส้นขอบเขตบน (maximum value) จะเห็นว่าโอกาสเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงนานที่สุด จะเกิดในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน สำหรับเส้นขอบเขตล่าง (minimum value) นั้น จะมีลักษณะต่างกันระหว่างพื้นที่ทางทิศเหนือ (เช่น เลย) และพื้นที่ภายในภาค (เช่น อ.มัญจคีรี) กล่าวคือ สำหรับพื้นที่ทางเหนือ ฝนทิ้งช่วงจะมีโอกาสเกิดขึ้นอีกช่วงต้นเดือนกรกฎาคม ขณะที่พื้นที่ภายในภาคจะมีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วงในช่วงเดือนมิถุนายน ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นกับเขตอื่นเช่นกัน และมีความแตกต่างสำหรับเส้นขอบเขตล่าง สำหรับพื้นที่ที่อยู่ริมแม่น้ำโขง และพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในพื้นที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



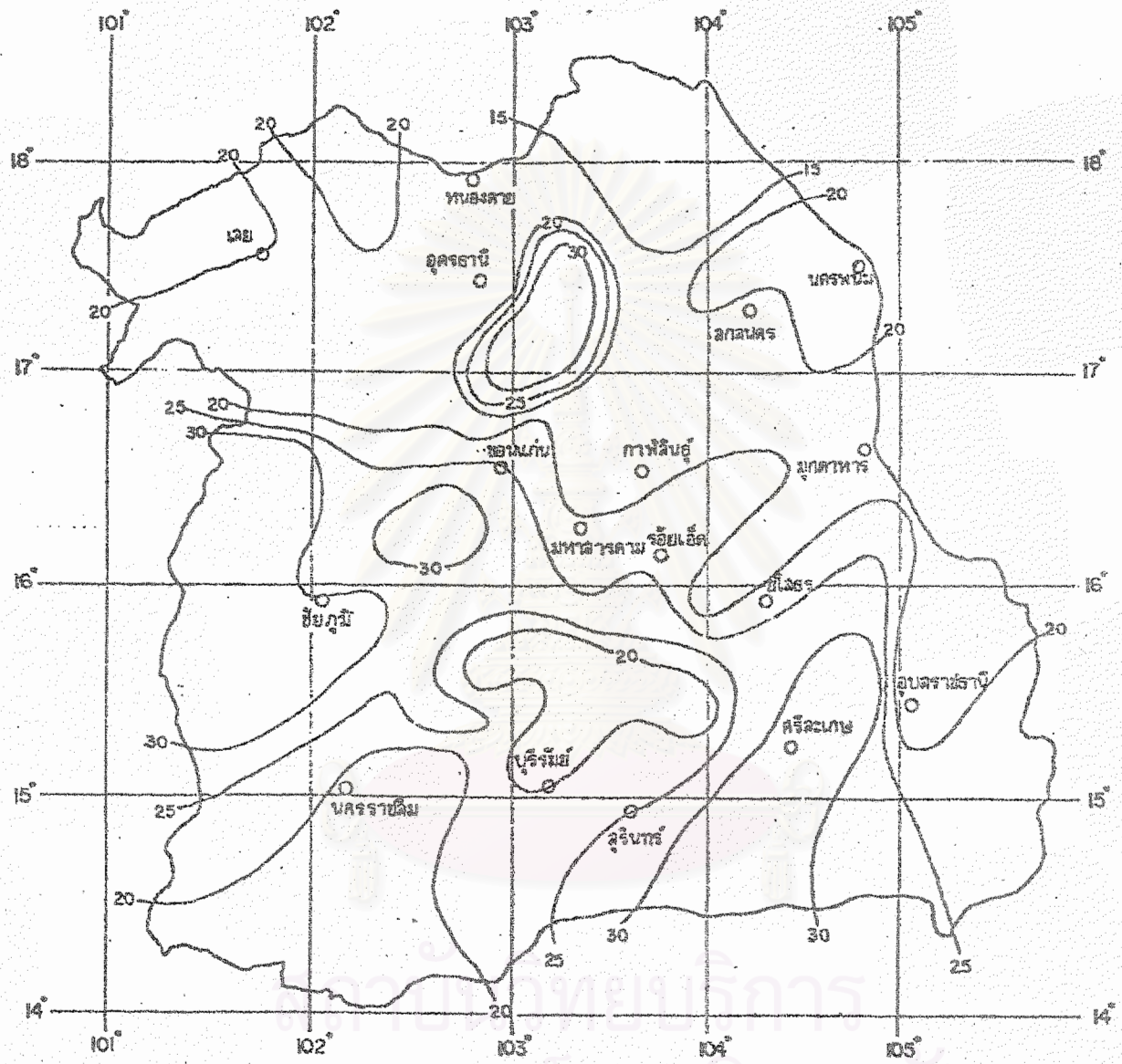

รูปที่ 4.2 เส้นระดับจำนวนวันฝนตั้งต้น (ปริมาณฝน=0 โอกาสเกิด 50%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

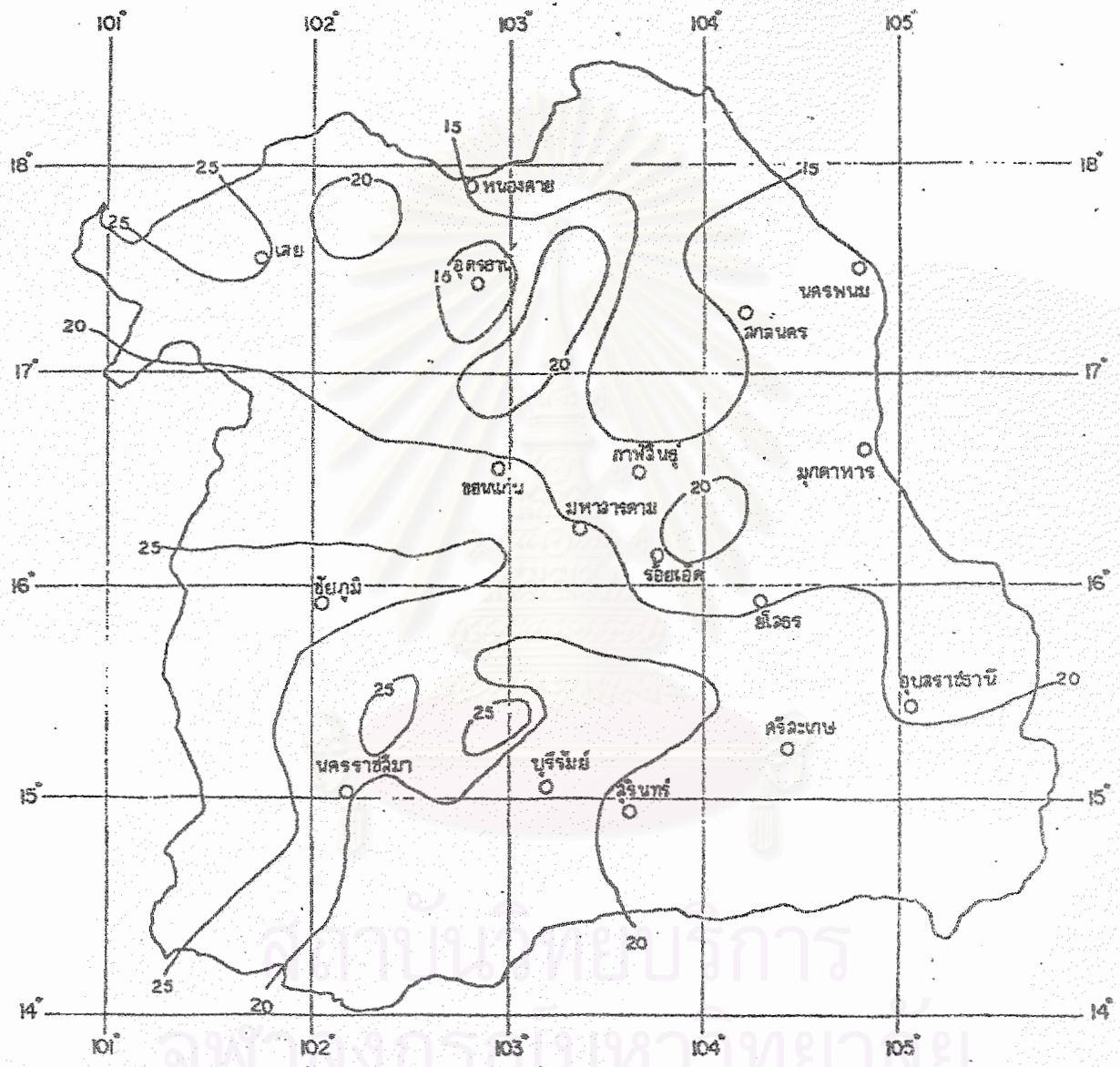



รูปที่ 4.3 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน=0 โอกาสเกิด 20%)

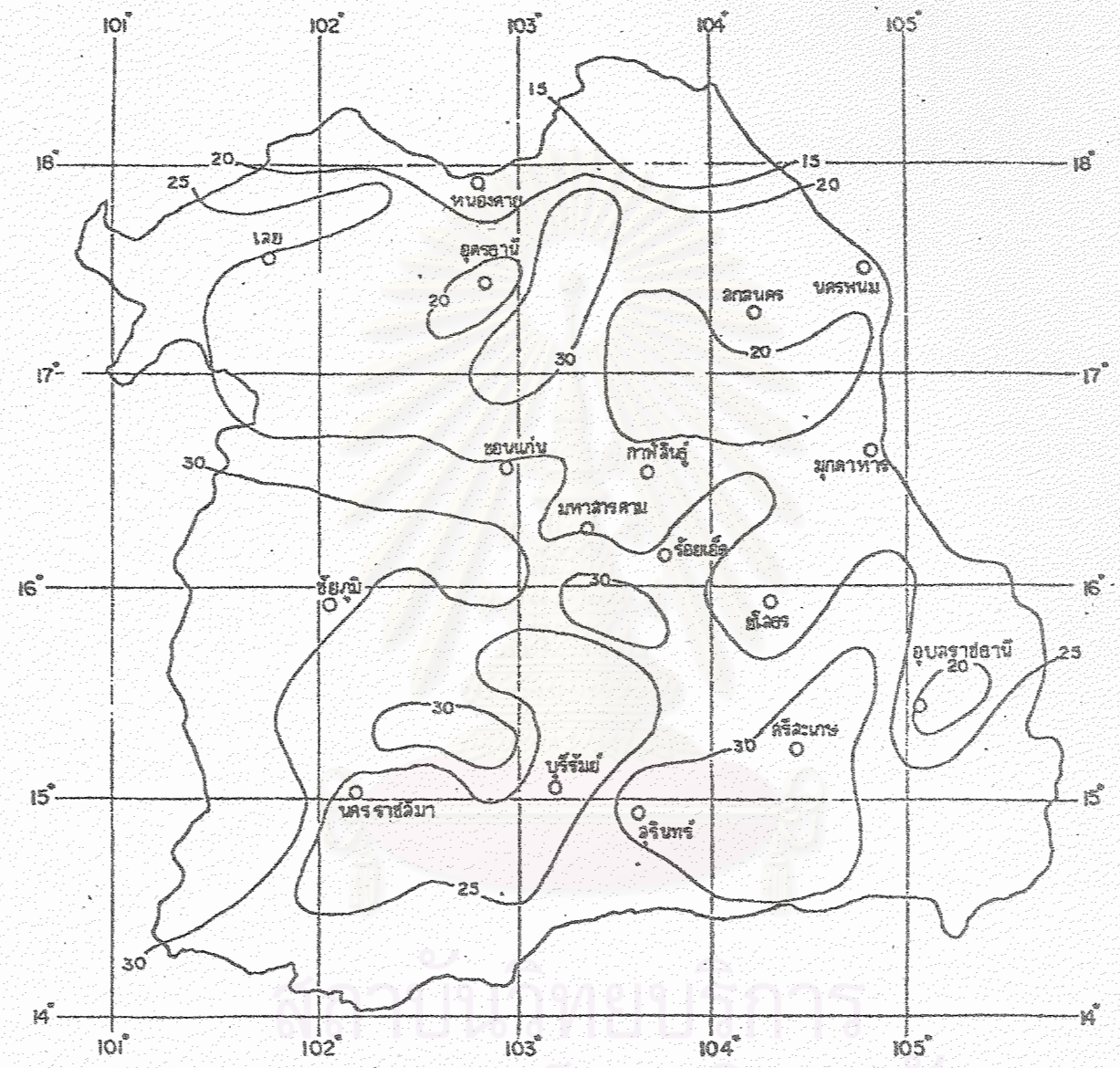
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



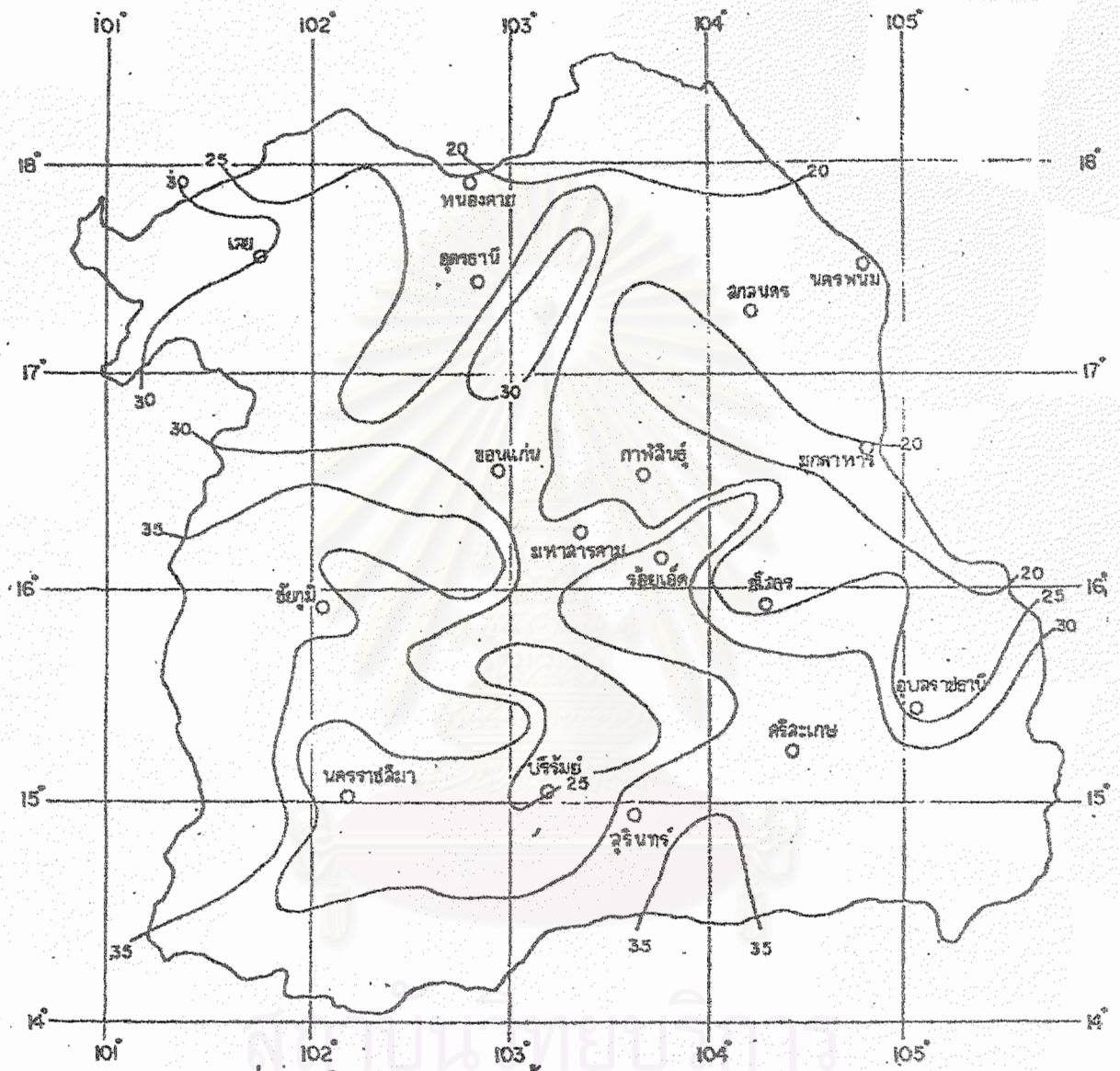

รูปที่ 4.4 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง ( ปริมาณฝน=0 โอกาสเกิด 10% )



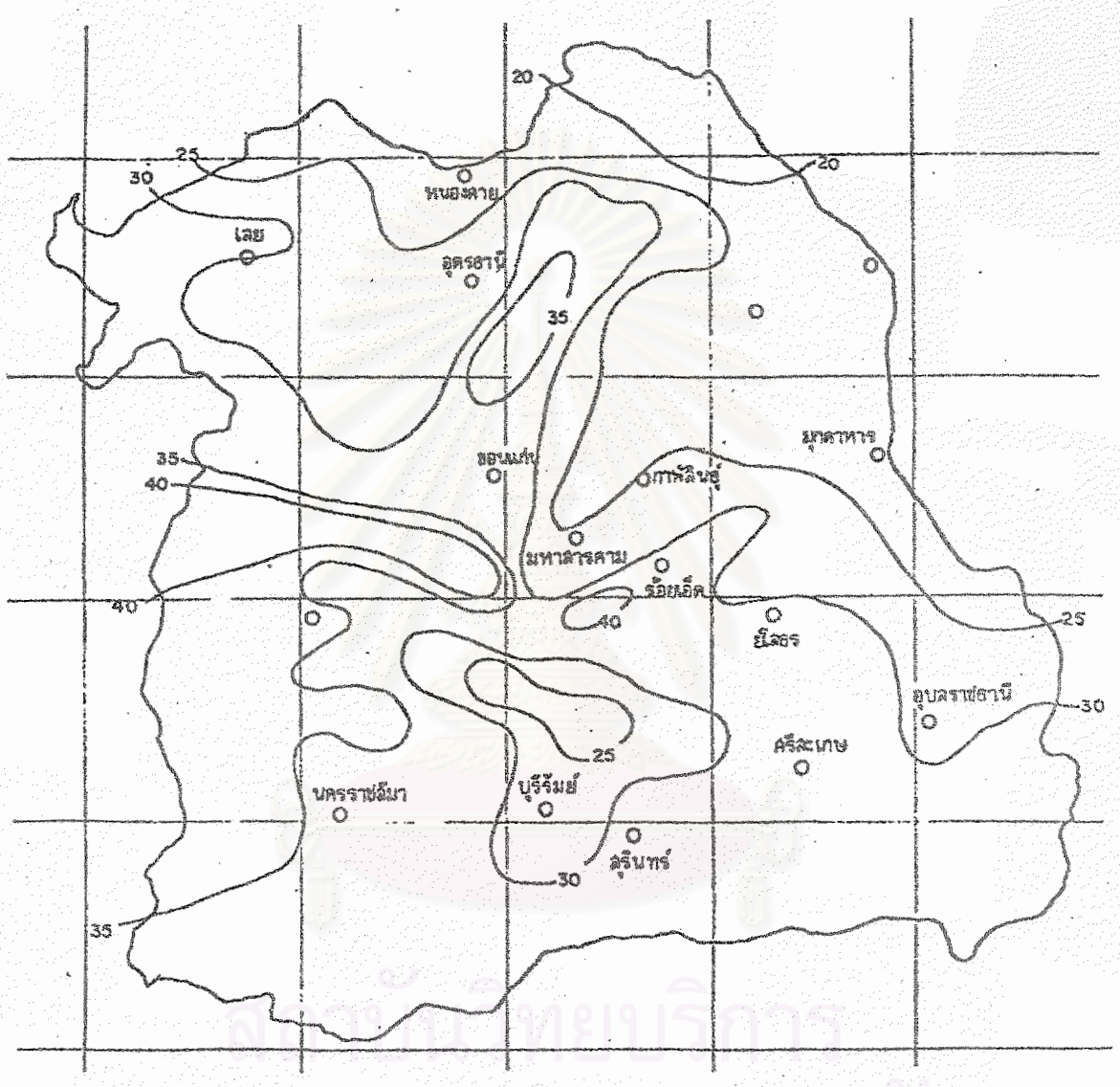

รูปที่ 4.5 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง ( ปริมาณฝน <10 มม. โอกาสเกิด 50 % )



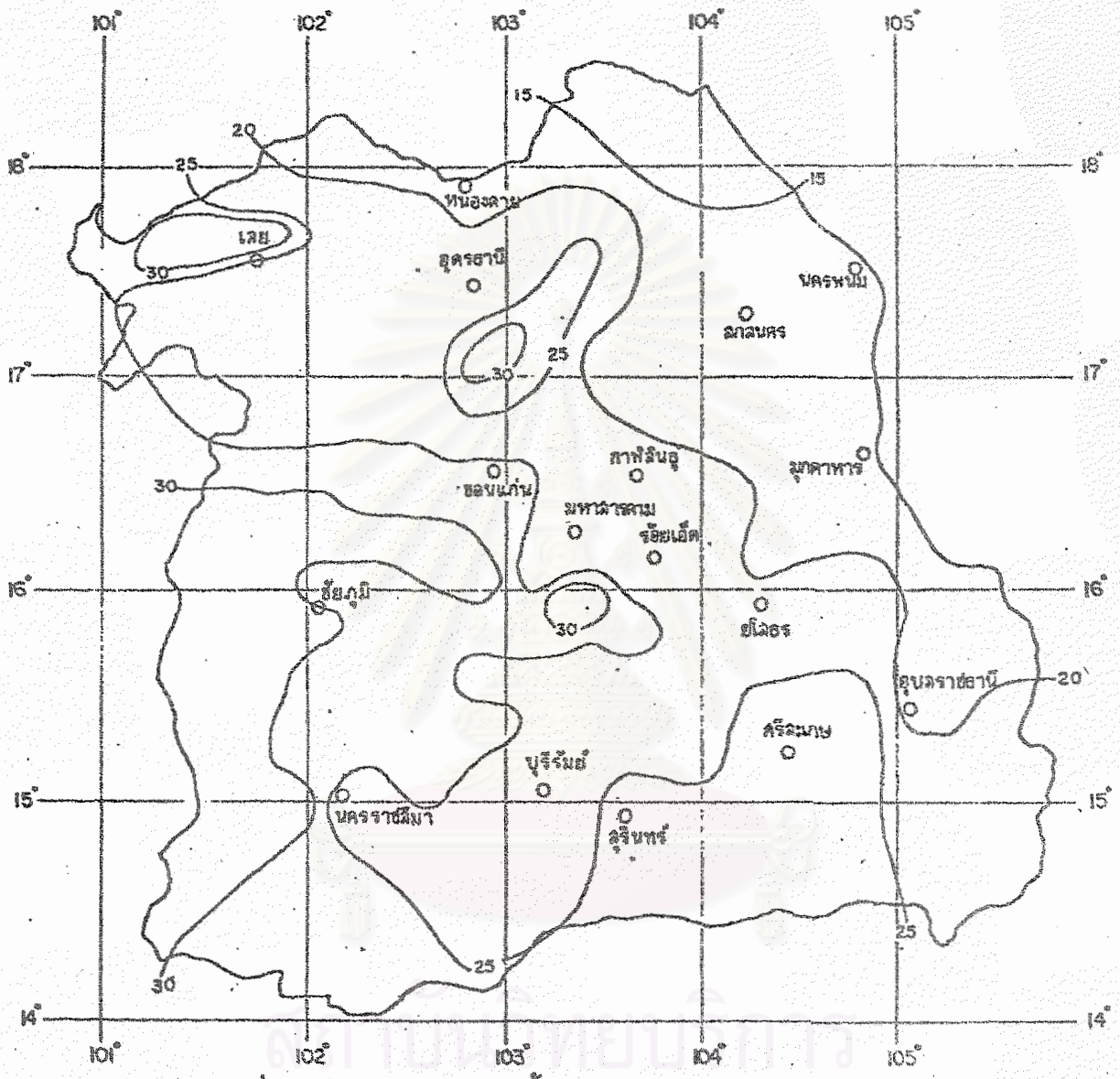

รูปที่ 4.6 เส้นระดับจำนวนวันฝนทั้งช่วง ( ปริมาณฝน <10มม ไฮกาล์เกิด 20% ).




รูปที่ 4.7 เส้นระดับจำนวนวันฝนทั้งปี (ปริมาณฝน ≥ 10 มม โอกาสเกิด 10%)

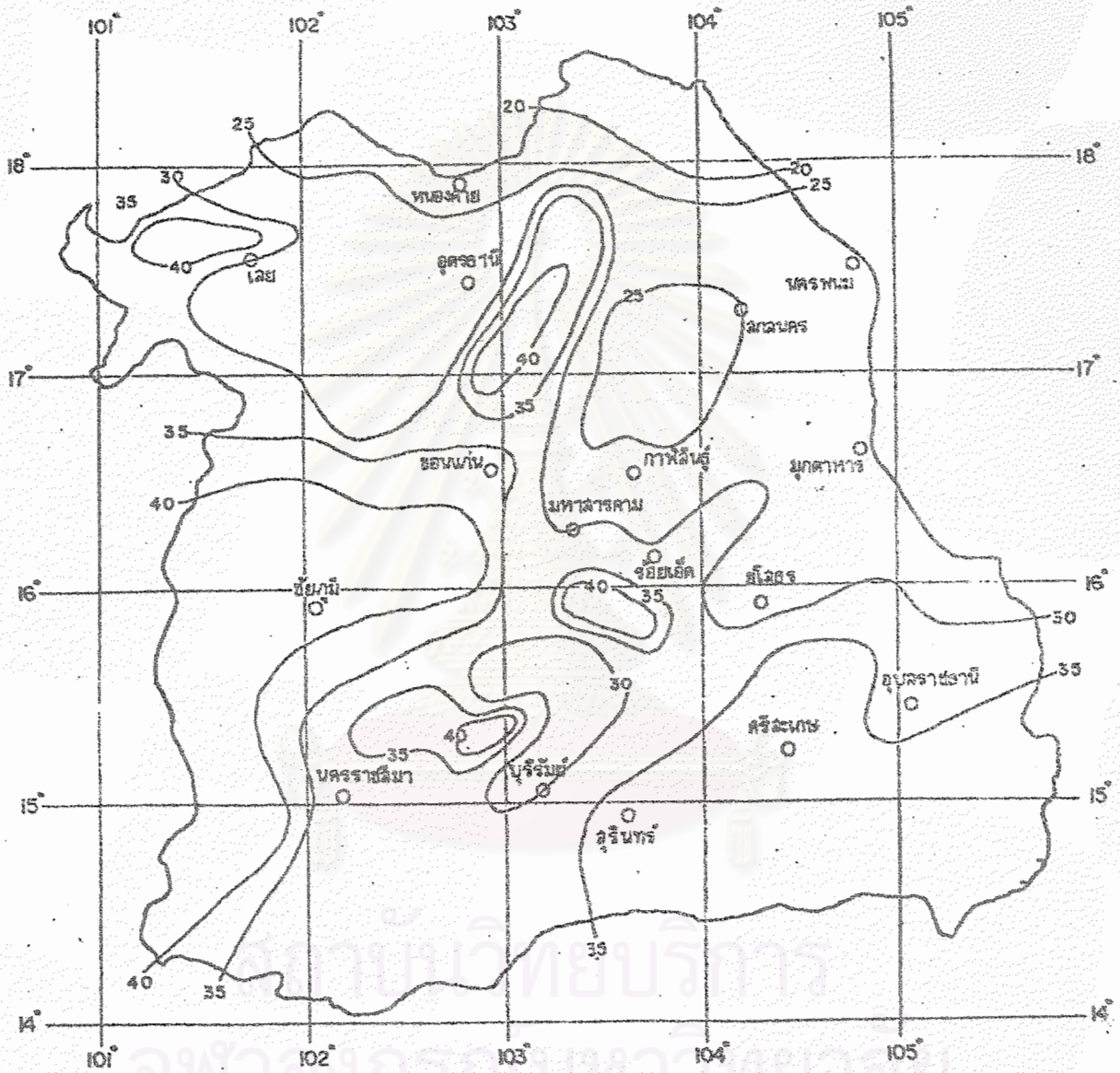



รูปที่ 4.8 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <20มม. โอกาสเกิด 50%)

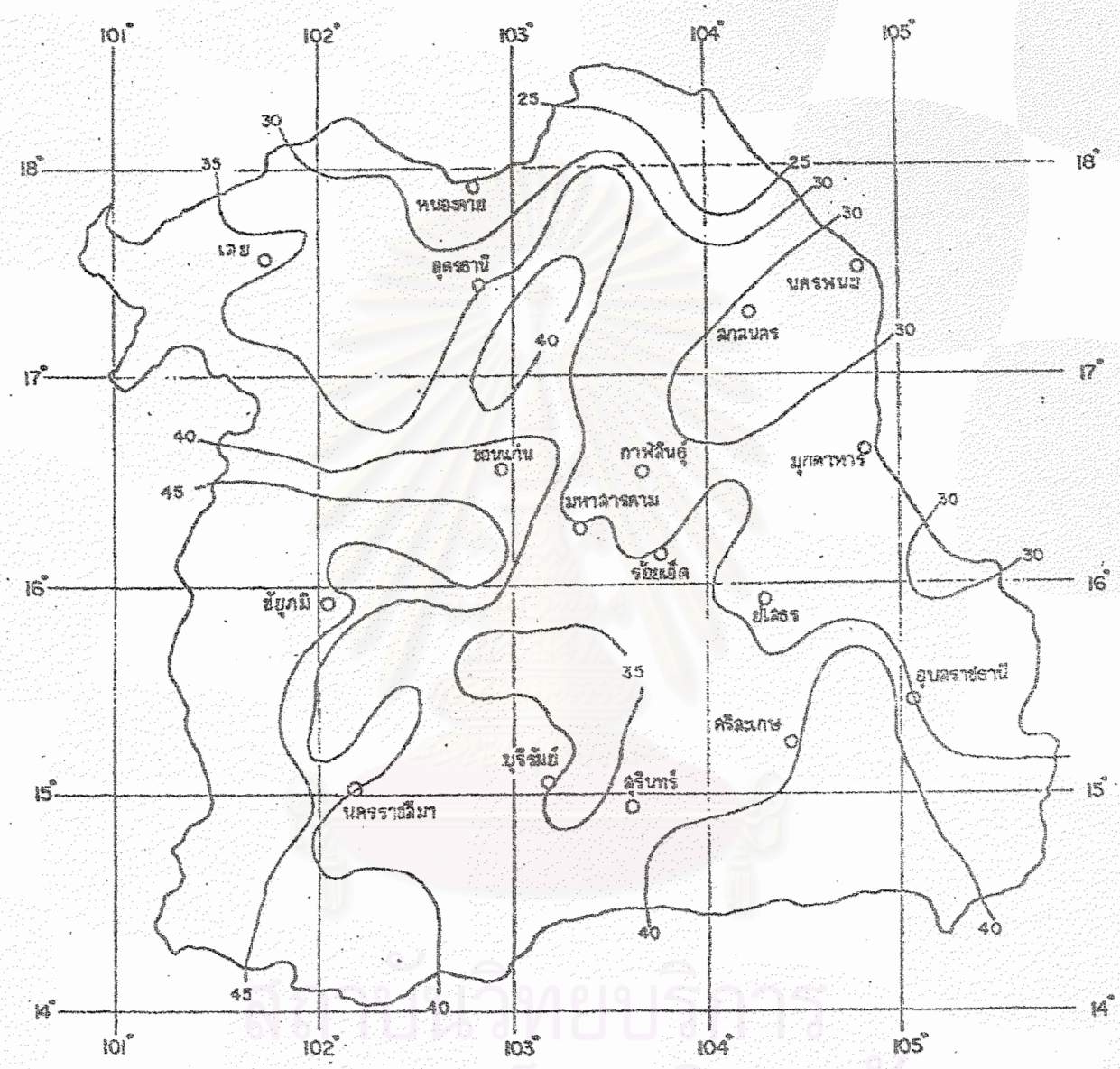



รูปที่ 4.9 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน <20มม.โอกาสเกิด 20%)

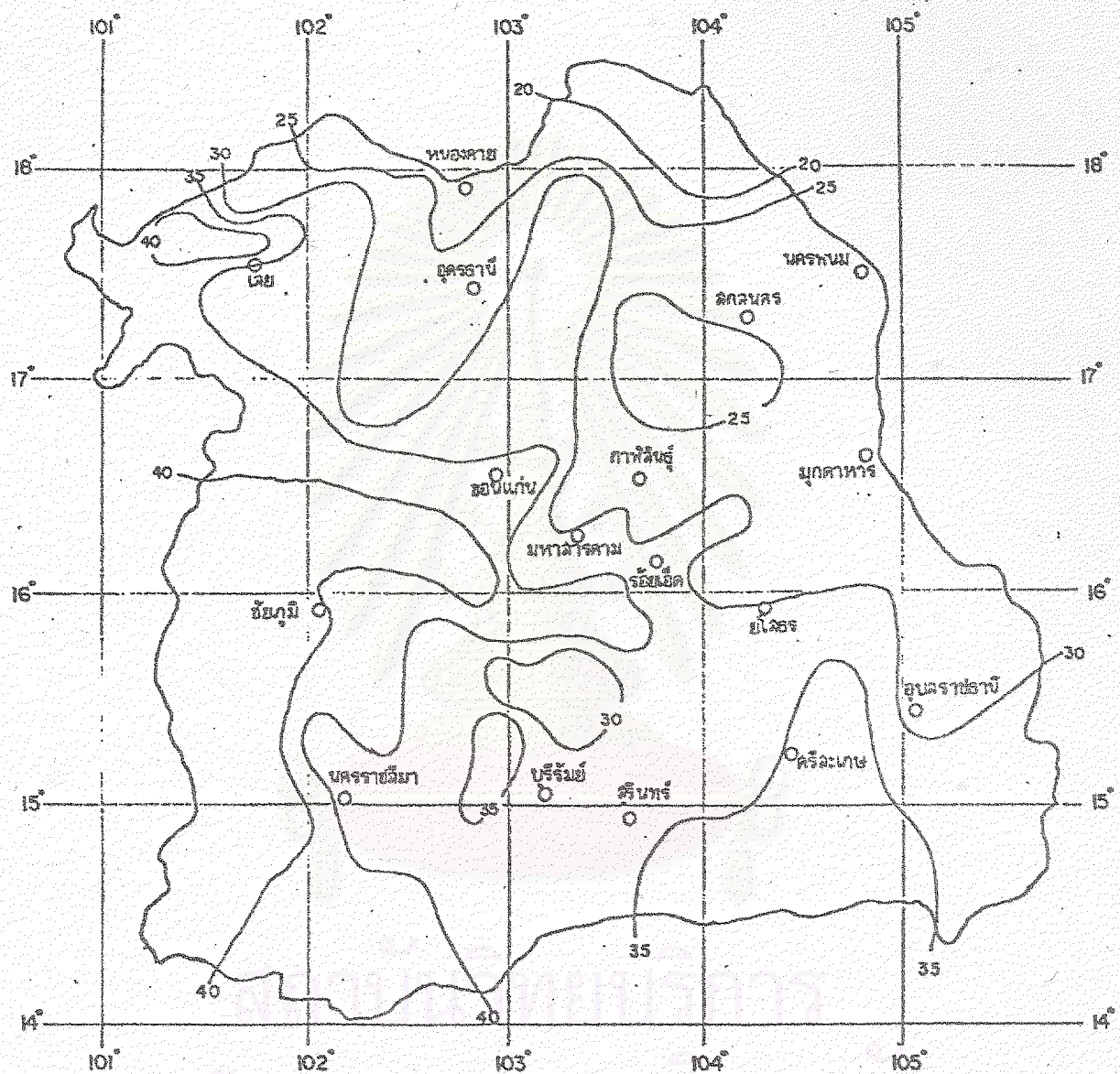
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



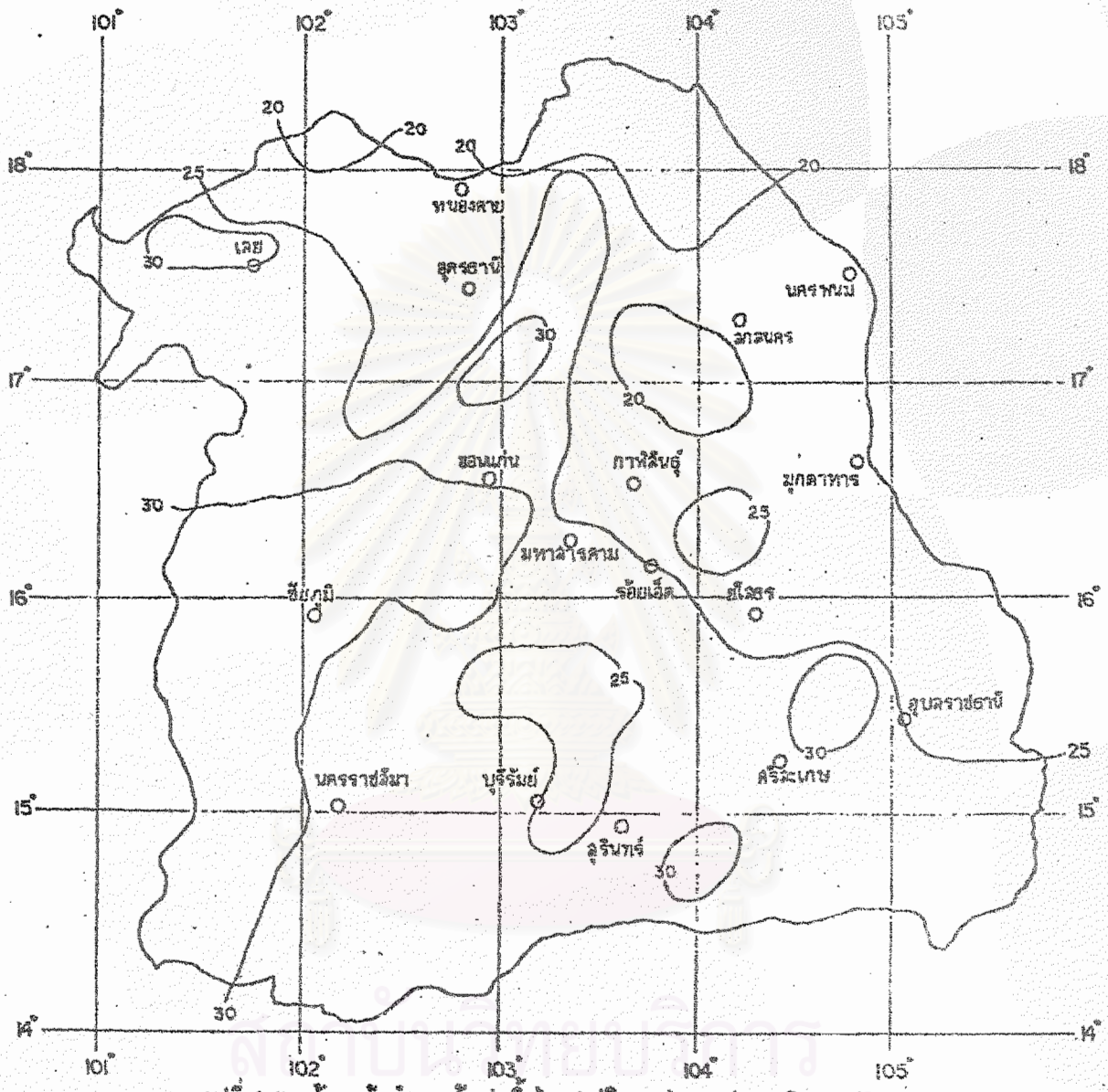

รูปที่ 4.10 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง ( ปริมาณฝน<20 มม. โอกาสเกิด 10% )




รูปที่ 4.11 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง ( ปริมาณฝนทิ้งช่วง<30มม. โอกาสเกิด 50% )

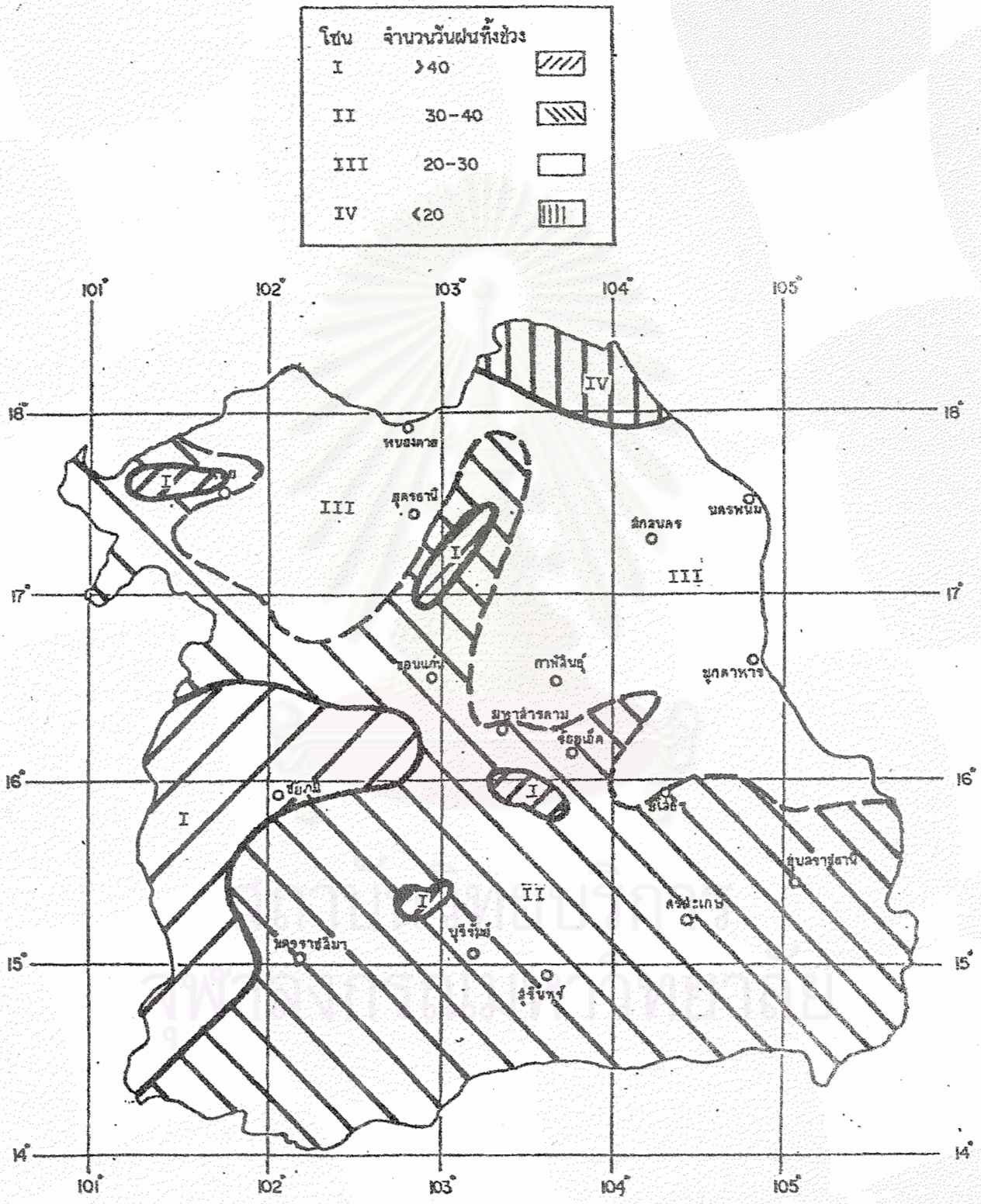



รูปที่ 4.12 เส้นระดับจำนวนวันฝนทิ้งช่วง (ปริมาณฝน 30 ม.ม. โอกาสเกิด 20%)

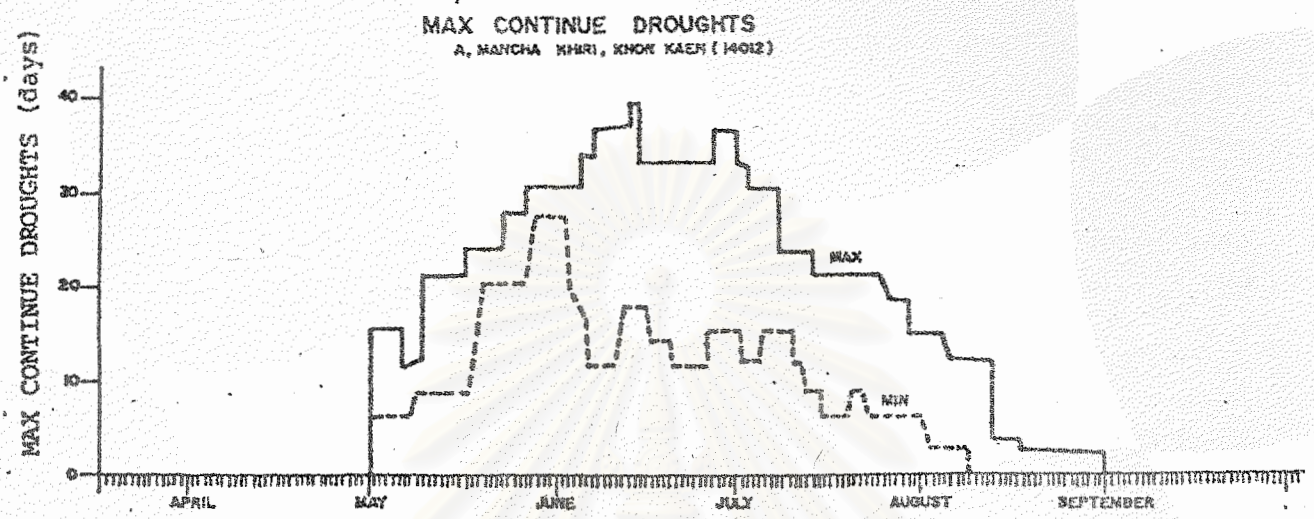


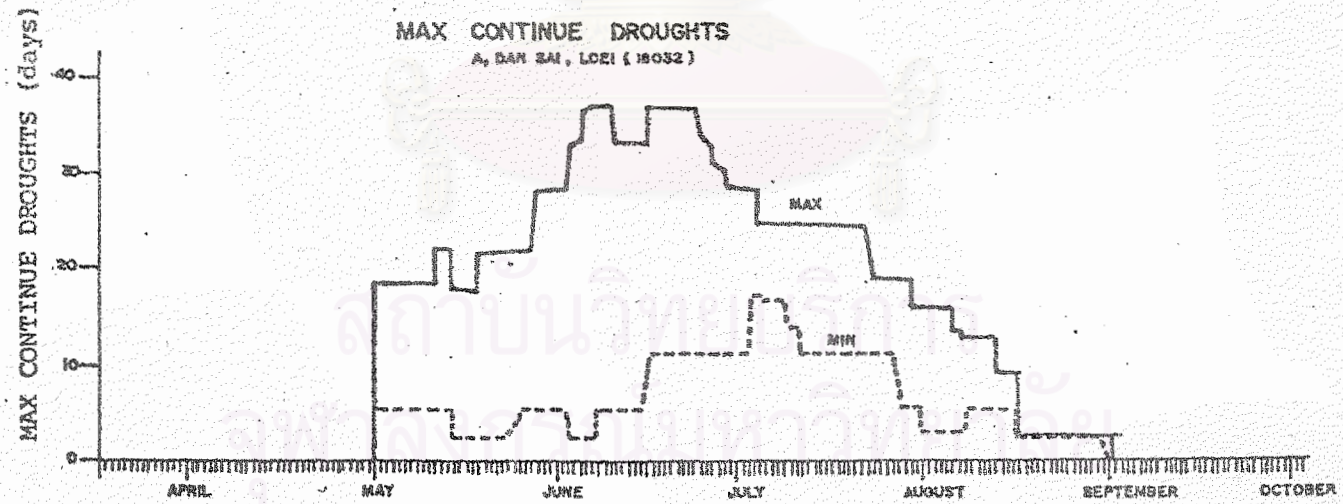

รูปที่ 4.13 เส้นระดับจำนวนวันฝนตั้งช่วง ( ปริมาณฝน < 30 มม. โอกาสเกิด 10% )

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4.14 ลักษณะความรุนแรงของภาวะฝนทิ้งช่วงตามพื้นที่ต่างๆ




รูปที่ 4.15 ช่วงโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วง

# บทที่ 5

## ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ต้องการจะหาสมการการกระจายที่เหมาะสมกับภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูกาลเพาะปลูก (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) โดยใช้สมการการกระจายที่นิยมใช้กันอยู่ 7 สมการ เข้าศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โดยสมการการกระจายที่ได้ จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันที่มีการบันทึกในระยะเวลานานพอสมควร จากสถานีทั้งหมด 85 สถานี เพื่อหาสภาพฝนทิ้งช่วงดังกล่าวทั่วทั้งภาค ผลการศึกษาครั้งนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

1) การทดสอบความเหมาะสมของสมการการกระจาย พบว่าสมการการกระจายแบบ 3 parameter lognormal สามารถทดแทนการกระจายของภาวะฝนทิ้งช่วงได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสมการกระจายอื่น ๆ อีก 6 สมการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

2) ภาวะฝนทิ้งช่วงหรือฝนน้อย มีช่วงเวลาของการเกิดต่อเนื่องช่วง 10-45 วัน ซึ่งจะแตกต่างตามพื้นที่, ปริมาณฝนรวมที่ใช้เป็นเกณฑ์และโอกาสเกิดต่าง ๆ การวิเคราะห์ครั้งนี้สามารถหาจำนวนวันที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วงหรือฝนน้อยอย่างต่อเนื่องได้ในพื้นที่ต่าง ๆ และแสดงออกเป็นเส้นระดับชั้น (Isohyte) ในแผนที่

3) ภาวะการเกิดฝนทิ้งช่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับตามความรุนแรง และผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งพื้นที่ในภาคออกเป็นพื้นที่ได้ 4 พื้นที่ ตามระดับของความรุนแรง โดยมีพื้นที่บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น และนครราชสีมา มีความรุนแรงมากที่สุดขณะที่พื้นที่บริเวณหนองคายมีความรุนแรงน้อยที่สุด

4) ภาวะการเกิดฝนทิ้งช่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มเกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนมิถุนายน และแนวโน้มนี้เกิดขึ้นเหมือนกันทุกพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลสรุปของการศึกษานี้ จะทำให้สามารถมองภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูการเพาะปลูกได้แจ่มชัดยิ่งขึ้น และสามารถประมาณจำนวนฝนทิ้งช่วงที่มีโอกาสเกิดขึ้นในเปอร์เซนต์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทั่วทั้งพื้นที่โดยอาศัยแผนที่ที่เขียนขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนออกแบบ และจัดการแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยต่อไป

การศึกษาภาวะฝนทิ้งช่วงครั้งนี้ มุ่งจะวิเคราะห์ภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูกาลเพาะปลูกเป็นหลัก เนื่องจากข้อจำกัดทั้งเวลาและงบประมาณ แต่ปัญหาความแห้งแล้งนี้ มิใช้เฉพาะในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกอย่างเดียว ปัญหาปีแห้งแล้ง (drought year) จะส่งผลกระทบต่อประเทศมากยิ่งกว่าทั้งในเชิงพื้นที่ และเวลาของความแห้งแล้ง การศึกษาครั้งนี้มุ่งจะกระตุ้นให้มองปัญหาความ

แห้งแล้งในลักษณะที่จะใช้ความรู้ทางวิชาการเข้าช่วยวิเคราะห์ปัญหาให้เด่นชัดเสียก่อน แล้วจึงกำหนดมาตรการดำเนินการ อันจะส่งผลต่อทางปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาในเรื่องการทำนายการเกิดภาวะความแห้งแล้ง ทั้งรายปีและเฉพาะช่วงฤดูกาลเพาะปลูก รวมไปถึงการพัฒนาระบบการทำนายและเตือนภัยแล้ว (Drought Forecasting and Warning System) คงจะเป็นประเด็นทางวิชาการที่สมควรมีการศึกษาวิจัย และพัฒนาขึ้นมาต่อไป นอกจากนี้การศึกษาในเรื่องการให้น้ำในภาวะขาดแคลนน้ำ การควบคุมความต้องการน้ำ การหามาตรการลดผลกระทบต่อสังคมและธรรมชาติ คงจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดกลยุทธและพัฒนาระบบการจัดการต่อภาวะแห้งแล้ง (Drought Management System) ที่ดีสำหรับประเทศได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บรรณานุกรม


1. AIT, "Water for the Northeast : Drought Analysis", Part I Rainfall Analysis, part II Low Flow statistics presented to The Water Resources Planning Subcommittee, NESDB, Dec.1978, 167pp.

2. Blanchard S., Droughts-Northeastern Thoiland", AIT Master Thesis, 1980.

3. Fok Yu-Si, Clyde S.Miyasato, "Low-flow Frequency and Stochastic Analysis of Irrigation Ditch Flows for Central Maui,Hawaii,Final Report, Resources Research Center, University of Hawaii, Honolulu Hawaii", Nov. 1976, 32pp.

4. Faculty of Engineering , "Collection and Storage of Roof Runoff for Drinking Purposes ", Vol 1 Hydrologic Studies, Khon Kaen University Aug. 1984.

5. Hino Mikio et al., "Runoff Analysis by Basic and Fortran, " Morikita Press, July 1985 (in Japanese).

6. Hoshigawa K. "Seasonal Characteristics of Hydrological Time Series in Northeast Thailand", presented to National Conf. of Japanese Society of Irrigation and Reclamation Engineers, 1985. p104-105 (in Japanese)

7. Huff F.A. and S.A. Changnon, "Drought Climatology of Illinois", Bulletin No.50, Authority of the State of Illinois Ch 127, IRS, Par 58.29, 1963, 68pp.

8. Iwai Shigehiza et al., "Applied Statistical Hydrology", Morikita Press, Aug. 1980 (in Japanese)

9. Kite G.W, "Freguency and Risk Analysis in Hydrology", Water Resources Publications, 1977, 224 pp.

10. Maher J.V., "Drought Assessment by Statistical Analysis of Rainfall", Report of A.N.Z.A.A.S Symposium on Drounght, Melbourne, 16-20 Jan 1967, p 57-75.

11. Mekong Committee, "Analysis of Rainfall in Northeast Thailand as a basis for the planning of Irrigated agriculture ", Working paper NO. MKG/13, Sept. 1974.

12. Mekong Secretariat , "Lower Mun-chi Basia Study", Annex B, Climate and Hydrology March 1982.

13. Millan J., "Drought Impact on Regional Economy", Hydrology papers No.55, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, Oct. 1972, 70pp.

14. Nicholas C. Metalas, "Autocorrelation of Rainfall and Stream flow Minimums", Geological Survey Professional paper 434-B, United States Goverment Printing Office, Washington, 1963, 10pp.

15. Norio Tase, "Area-Deficit-Intensity Characteristics of Drounghts", Hydrology Paper No.87, Colorado State University , Nov.1976, 40pp.

16. Royal Irrigation Department , "List of Rainfall Stations in Thailand in the year 1985", Hydrology Division.

17. กรมชลประทาน, "การทบทวนแนวทางพัฒนาแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ", มิถุนายน 2530

18. Santos M.A., "Regional Droughts:A Stochastic Characterization", Jour. of Hydrology, 66(1983) pp. 183-211.

19. Sucharit K. "General Situation of Soil Salinity and Groundwater of the Experimental Village No.1", presented to Second International Seminar on Field Problems on Relization of Integrated Small-Scale Rural Development in Pilot Village No.1, at Faculty of Economics Chulalongkorn University, Aug. 9, 1984, 15pp.

20. UNESCO/WHO, "Hydrological Aspects of Drought", International Hydrological Programme, 1985, 149pp.

21. Yevjivich V. et.al, "Drought Research Needs", Proc. of Conf. on Drought Research Needs, Water Resources Publications , 1978, 275pp.

22. Zelenhasic E.and Atila Salvai, "A Method of Streamflow Drought Analysis", Water Resources Research Vol 23, No.1 Jan 1987, p.156-168.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย