บทที่ 1

บทนำ

บทนำและความเป็นมา

ปัญหาการขาดแคลนน้ำในประเทศไทยเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมาช้านานแล้ว แม้ว่ารัฐบาลจะใช้เงินงบประมาณจำนวนหลายหมื่นล้านบาท เพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมา แต่ปัญหาการขาดแคลนน้ำก็ยังคงมีอยู่ และดูจะทวีความรุนแรงขึ้นอีก เนื่องจากการเพิ่มของปริมาณประชากร และการพัฒนาประเทศ ทำให้ความต้องการใช้น้ำมากขึ้น แต่ปริมาณฝนที่ตกมีมากบ้างน้อยบ้าง ไม่ได้เพิ่มตามปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นในปีที่มีปริมาณฝนน้อยกว่าปกติจึงมีโอกาสเกิดการขาดแคลนน้ำขึ้นได้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักจะประสบกับปัญหาความแห้งแล้ง หรือ ฝนตกไม่เพียงพออยู่เสมอ และส่งผลกระทบอย่างมากต่อเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งนี้เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำการเกษตรโดยอาศัยน้ำฝน จากการศึกษาที่ผ่านมาโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าเหล่านี้ หากพัฒนาเต็มที่จะครอบคลุมพื้นที่ไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่เพาะปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เหลืออีกร้อยละ 80 นั้นคงจะต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลักร่วมกับการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กทั้งบนผิวดินและใต้ดิน

ปัญหาอีกประการหนึ่งของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ การทิ้งช่วงในฤดูฝน (ดูรูปที่ 1-1) กล่าวคือ บ่อยครั้งฝนจะทิ้งช่วงในช่วงกลางฤดูฝน อันทำให้การเพาะปลูกที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวเกิดความเสียหาย เนื่องจากต้นกล้าตาย หรือไม่มีน้ำเพียงพอในการปักดำ

ปัญหาของการขาดแคลนน้ำ สามารถมองได้ 2 ลักษณะ กล่าวคือ การขาดแคลนน้ำรายปีและการขาดแคลนน้ำเฉพาะช่วง การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในสองลักษณะนี้ไม่เหมือนกัน การคิดความต้องการน้ำ และระยะเวลาที่ต้องการก็ไม่เหมือนกัน การสร้างสระ ฝายหรือภาชนะเก็บกักเป็นมาตรการช่วยสำหรับการขาดแคลนน้ำเฉพาะช่วง ขณะที่การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำรายปี ถ้าดูปริมาณฝนเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดูรูปที่ 1-2) จะเห็นว่าปริมาณฝนที่ตกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่มาก โดยฝนที่ตกต่ำสุดประมาณ 1,000 มิลลิเมตรต่อปี อยู่บริเวณ

ทิศตะวันตกของภาคเช่น จังหวัดชัยภูมิ และปริมาณฝนจะเพิ่มมากขึ้นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของภาคจนถึง 2,700 มิลลิเมตรต่อปี เช่น จังหวัดนครพนม พื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยต่ำกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี มีประมาณร้อยละ 45 ของพื้นที่ทั้งหมดของภาค ซึ่งเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำทั้งสองลักษณะอยู่บ่อย ๆ

จากปัญหาการขาดแคลนน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังกล่าว จะเห็นได้ว่าปริมาณฝนที่ตกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และระยะเวลาที่ฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน เป็นตัวประกอบที่สำคัญ และมีอิทธิพลที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ทั้งในลักษณะการขาดแคลนน้ำรายปี และการขาดแคลนน้ำเฉพาะช่วง ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาลักษณะของฝนที่ตกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ปริมาณฝนรายปี ระยะเวลาฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน และช่วงเวลาที่เกิดฝนทิ้งช่วงในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อันจะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาความแห้งแล้งของภาคได้ดียิ่งขึ้นและคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานของทางราชการที่จะใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน และออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่อไป

วัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาลักษณะของฝนที่ตกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีปัญหาการทิ้งช่วงของฝนในระหว่างฤดูฝนอยู่เสมอ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาสภาวะฝนแล้งอันได้แก่ ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี และสภาวะฝนทิ้งช่วง
2. ทดสอบหาสมการการกระจายความถี่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สภาวะฝนแล้ง
3. ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน จำนวนวันฝนตก และสภาวะฝนทิ้งช่วง
4. จัดทำแผนที่การกระจายตามพื้นที่ของแนวโน้มและสภาวะฝนแล้งที่วิเคราะห์ได้
5. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปี กับสภาวะฝนทิ้งช่วง

การวิเคราะห์สภาวะฝนแล้ง ในที่นี้จะเน้นเรื่อง การวิเคราะห์ ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี ปริมาณฝนตกในช่วงฝนทิ้งช่วงและสภาวะฝนทิ้งช่วง และช่วงเวลาที่เกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง เพื่อวิเคราะห์การกระจายความถี่และแนวโน้มที่เกิดขึ้น วิเคราะห์แนวโน้มสภาวะการเกิดฝนแล้งโดยเฉลี่ยทั้งในแบบเชิงเส้นตรงและแบบวงจร ลักษณะการเกิดฝนแล้งในช่วงเวลาที่ศึกษา และความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วง

การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาคัดเลือกข้อมูลฝนรายวันจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 73 สถานี ระหว่างปี ค.ศ. 1952 ถึง ค.ศ. 1991 (40 ปี) การวิเคราะห์ความถี่ (Frequency) จะทำการวิเคราะห์สภาวะฝนทิ้งช่วง โดยคัดเลือกเฉพาะข้อมูลจำนวนวันต่อเนื่องนานที่สุดที่ฝนไม่ตกหรือมีปริมาณฝนน้อยกว่า 10, 20 และ 30 มิลลิเมตร ในช่วงฤดูฝน สมการการกระจายที่ใช้ในการทดสอบความเหมาะสม ได้คัดเลือกมา 3 สมการ คือ สมการการกระจายของ Normal, Two Parameter Lognormal และ Extreme Value Type I ส่วนการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง ๆ จะใช้วิธี Moving average และ Linear regression analysis การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วง จะพิจารณาปริมาณฝนรายปีกับจำนวนวันฝนทิ้งช่วงนานที่สุดในแต่ละปี โดยใช้ Linear regression analysis ซึ่งขอบเขตของการศึกษาได้สรุปไว้ในตารางที่ 1-1

การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ฝน ซึ่งพอจะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้มีดังนี้

Mekong (1974) ได้ศึกษาสภาพฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแบ่งพื้นที่เป็น 12 Polygons และหาการกระจายของฝนรายเดือน แนวโน้มของฝนรายปี ลักษณะของฝนและพื้นที่ และ Effective Rainfall สำหรับข้าวนาน้ำฝน ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้วิเคราะห์จำนวนวันฝนไม่ตกต่อเนื่องสูงสุด โดยหาการกระจายเป็นรายเดือนในช่วงฤดูฝนของสถานีต่าง ๆ เพื่อหาความต้องการน้ำสำหรับข้าว และประเมินผลกระทบของการขาดฝนกับผลผลิตต่อพื้นที่ (yield)

AIT (1978) ได้วิเคราะห์น้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลฝนจาก 58 สถานี เพื่อหาการกระจายทั้งในเรื่อง พื้นที่และแกนเวลา พร้อมกันนี้ก็หา Effective Rainfall สำหรับการชลประทานในนาข้าวของภาคด้วย การศึกษาได้สรุปว่า Gamma Distribution ใช้ได้ดีกับการกระจายของฝนรายปี ขณะที่ Leaky Law ใช้ได้ดีกับฝนรายเดือน พื้นที่ที่มีฝนชุกที่สุด คือ บริเวณตะวันออก และตะวันออกเฉียงเหนือของภาค เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุด คือ เดือนกันยายน ในการคำนวณหาวันแล้ง (Drought day) โดยใช้ Balance type model แบบง่าย เพื่อหาจำนวนวันที่ระดับน้ำในนาข้าวเป็นศูนย์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาจำนวนวันแล้งทั้งหมด และจำนวนวันแล้งต่อเนื่องสูงสุดในแต่ละเดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนต่อไป ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์อัตราการไหลต่ำ (Low Flow Analysis) ของแม่น้ำหลักในภาคประกอบด้วย

Blanchard (1980) วิเคราะห์ฝนแล้งของสถานีกาฬสินธุ์ โดยใช้ข้อมูลรายวัน จำนวน 24 ปี เพื่อหาจำนวนวันฝนแล้ง โดยใช้วิธีของ First Order Markov Process ในการวิเคราะห์และทำนายเพื่อการวางแผนการใช้น้ำ

Vorasoot (1985) ทำการวิเคราะห์น้ำฝนจาก 80 สถานี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเลือกวิธีวิเคราะห์แบบ Gamma distribution และ Markov Chain First Order Probability Analysis เพื่อใช้คาดคะเนโอกาสเป็นร้อยละที่ฝนจะตกเป็นรายสัปดาห์ในรอบปี สำหรับการวางแผนปลูกพืช

Hoshigawa (1985) ใช้ Time series Analysis วิเคราะห์หาลักษณะของฤดูกาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่าความแปรปรวนของการเริ่มฤดูฝนในภาคมีสูงบางพื้นที่ต่างกันถึง 2 เดือน แต่การหมดฤดูฝนค่อนข้างจะคงที่คือ ปลายเดือนตุลาคม ในระหว่างฤดูฝนจะปรากฏเหตุการณ์ "ฝนทิ้งช่วง (Dry Spell)" ขึ้น ซึ่งก็มีความแปรปรวนตามปี และพื้นที่มาก ลักษณะของอัตราการไหลในแม่น้ำสำคัญจะคล้ายกับของฝนคือ ขึ้นสูงสุดเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในภาคมีผลต่อการทำการเกษตร โดยเฉพาะข้าวในภาคเป็นอย่างมาก

ประวิทย์ ตุลาพันธ์ (2525) เสนอผลการศึกษาวิจัย เรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความลึก-ช่วงเวลา-ความถี่ ของฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย" โดยเสนอผลการวิจัยฝนที่มีช่วงเวลาการตก 1, 2 และ 3 วัน ที่คาบปีต่าง ๆ จำนวน 257 สถานี และสถานีใกล้เคียง 19 สถานี พร้อมทั้งผลในรูปของแผนที่ เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน และรูปแบบของการกระจายของฝน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณรงค์ ปรีชาญาณ (2525) ได้ทำการศึกษาลักษณะฝนและการแบ่งเขตความชุ่มชื้นของลุ่มน้ำสำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้สถิติปริมาณน้ำฝนรายวันจากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนประจำอำเภอที่ได้บันทึกข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2495-2518 จำนวนทั้งสิ้น 131 สถานี ผลการศึกษาปรากฏว่า เขตความชุ่มชื้นแบ่งออกได้เป็น 4 เขต คือ เขตแห้งแล้ง ค่อนข้างชื้น ชื้น และชื้นมาก โดยมีปริมาณฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี, 1,200 - 1,600 มิลลิเมตรต่อปี, 1,600 - 2,000 มิลลิเมตรต่อปี และมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ

กฤษฎา เล่าเรียนดี (2526) ได้ทำการวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปี ที่มีช่วงเวลาตั้งแต่ 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง จากกราฟข้อมูลฝน โดยใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่แบบกัมเบล และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง "ความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่" ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ค่ารอบปีต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผลวิจัยที่เคยกระทำมาแล้ว ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และได้เสนอผลวิจัยที่ได้ เพื่อเป็นหลักการในการประเมินค่าปริมาณฝน ที่มีช่วงเวลาการตกต่ำกว่า 1 วัน ที่ค่ารอบปีต่าง ๆ ในพื้นที่ขาดแคลนข้อมูลฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเป็นข้อมูลใช้ในการออกแบบอาคารทางด้านชลศาสตร์

ปราณี ว่องวิทวัส (2532) รวบรวมและจัดทำเอกสารทางวิชาการประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดฝน การกระจายของฝนในช่วงต่าง ๆ และการวิเคราะห์แนวโน้มของฝนในภาคต่าง ๆ และของประเทศไทยในอนาคต พร้อมทั้งตาราง กราฟ และแผนที่แสดงสถิติปริมาณฝน ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนงานในด้านต่าง ๆ

ชิงชัย วิริยะบัญชา (2535) ได้ทำการวิเคราะห์ฝน และการกระจายของชนิดป่าในประเทศไทย ในส่วนของการวิเคราะห์ฝนใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2500 - 2529 จำนวน 1,369 สถานีทั่วประเทศ ผลการศึกษาปรากฏว่า ปริมาณฝนที่ได้จากข้อมูล 3 ช่วง คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2500 - 2509, พ.ศ. 2510 - 2519 และ พ.ศ. 2520 - 2529 ในแต่ละช่วงปีมีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ไม่มีแนวโน้มว่าปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างเด่นชัดในแต่ละภาค ยกเว้นบางจังหวัดทางภาคกลางที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนลดลง ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกรายปี ส่วนมากจะมีรูปแบบการขึ้นลงเป็นคาบอยู่ระหว่างช่วง 10 - 11 ปี ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วง 11 - 12 ปี ในภาคกลางและภาคตะวันออก ส่วนในภาคใต้รูปแบบไม่ค่อยเด่นชัด

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิกิจ ไชยวิจารณ์ (2535) ได้ศึกษาการกระจายของฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนตามพื้นที่ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2519 ถึง พ.ศ. 2533 โดยใช้โปรแกรม SURFER ช่วยในการเขียนรูปการกระจายของฝนในพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลาดังกล่าว มีพายุฯ 23 ลูกที่ผ่านพื้นที่โดยตรง และพบว่า มีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในบางพื้นที่ของภาคจำนวน 20 ลูก แยกเป็นพายุฯ ที่มีแนวพาดผ่านพื้นที่โดยตรง จำนวน 12 ลูก และเป็นพายุฯ ที่มีแนวเฉียดเข้ามาใกล้จำนวน 8 ลูก พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยนี้มีการก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิค ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 60 และ ร้อยละ 40 ตามลำดับ โดยเดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่พายุฯ ก่อตัวขึ้นมากที่สุดและมักมีฝนตกหนักบริเวณใต้แนวของพายุฯที่เคลื่อนไปทำให้เกิดฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค อยู่ระหว่าง 35-140 มิลลิเมตร ทำให้เกิดฝนรวมตั้งแต่ 90 มิลลิเมตรขึ้นไป ตกกระจายในพื้นที่ อยู่ระหว่าง ร้อยละ 35-90 ของพื้นที่ทั้งภาค และพบว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงก่อนเข้าสู่ฝั่งมากจะมีแนวโน้มทำให้ฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาคและพื้นที่ฝนรวมตกเกิน 90 มิลลิเมตรได้มากกว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงน้อยกว่า

ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนที่ใช้ในการศึกษาดังนี้ (ดูรูปที่ 1-3)

1. ศึกษา ค้นคว้าตำรา รายงาน และ เอกสารที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ฝน, สภาพพื้นที่ศึกษา ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา รวมทั้งศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. รวบรวมและจัดเตรียมแผนที่ของพื้นที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายวันของสถานีต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่มีอยู่เดิม

3. พิจารณาคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝน และรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นสถานีตัวแทน โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกสถานี ซึ่งมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 - 1991 และมีตำแหน่งที่ตั้งสถานีกระจายอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ศึกษา

4. คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์จากสถานีวัดน้ำฝน ในพื้นที่ศึกษา

5. ทดสอบสมการการกระจายความถี่ที่เหมาะสม และใช้สมการการกระจายความถี่ที่คัดเลือกแล้ว วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลที่คัดเลือกไว้

6. วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลแต่ละสถานี และความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วง

7. จัดทำแผนที่การกระจายของผลที่ได้จากการคำนวณในข้อที่ 5 และ 6

8. วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

9. จัดทำรายงานและเสนอผลการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบระยะเวลาและช่วงเวลาที่เกิดฝนทิ้งช่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้สามารถประมาณความต้องการใช้น้ำได้

2. ทำให้ทราบปริมาณฝนและการกระจายของฝนในพื้นที่ศึกษา

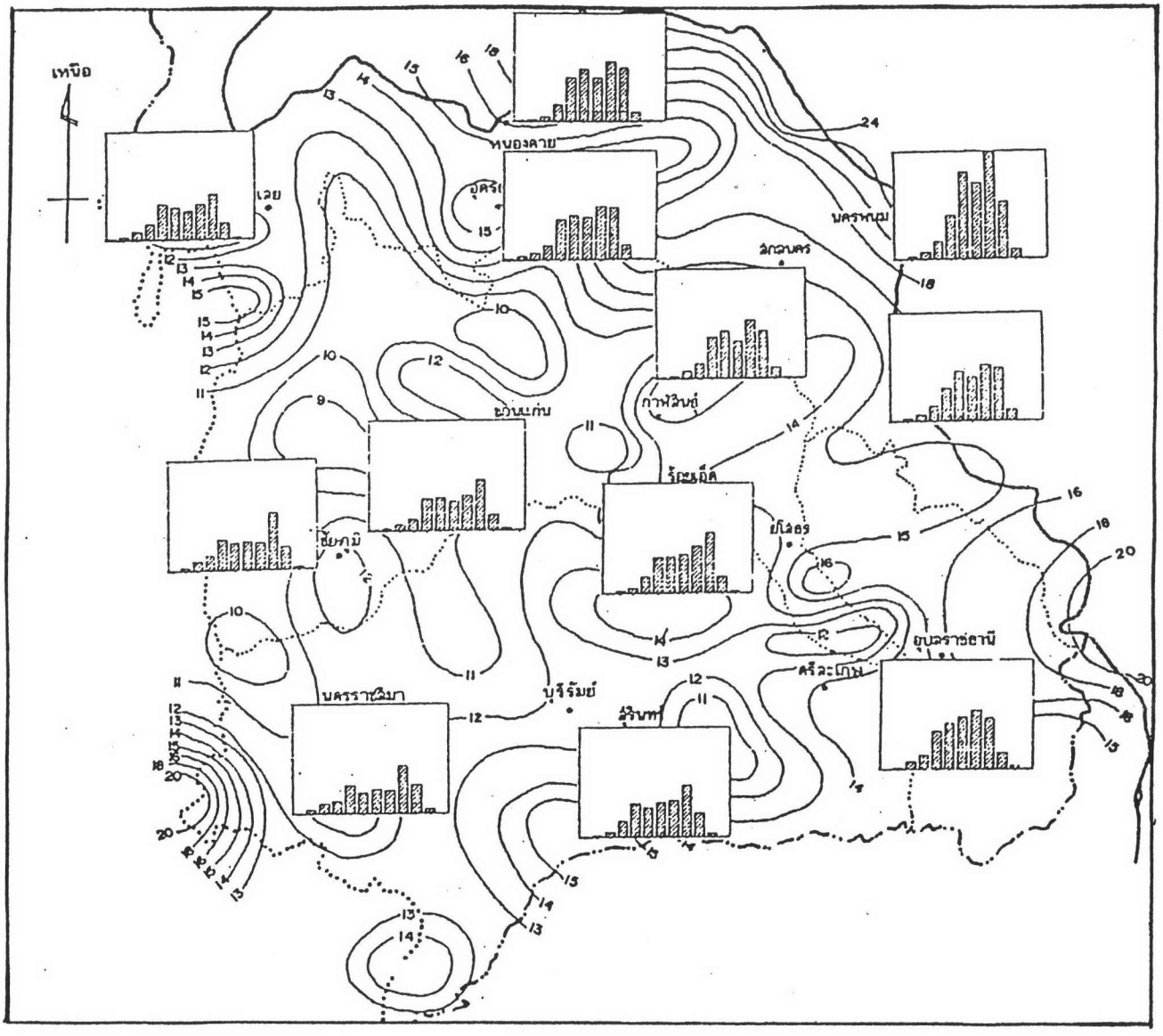
3. ทำให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภาวะฝนแล้งในพื้นที่ศึกษา

4. ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 1-1 สรุปขอบเขตของการศึกษา

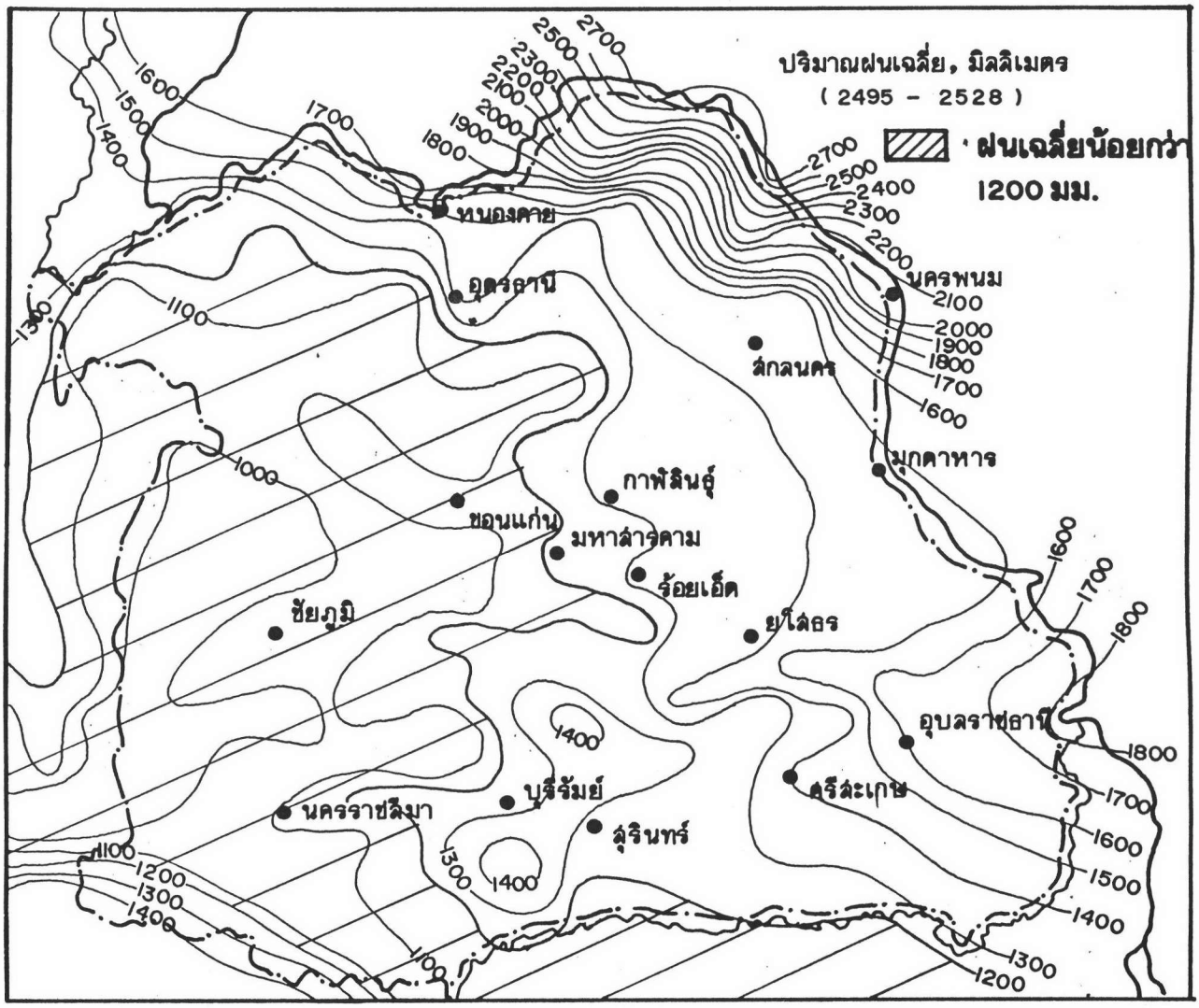
ขอบเขตของงาน	นิยาม	ข้อมูล	ทดสอบสมการ	ความถี่	เฉลี่ย	แนวโน้ม	กระจายพื้นที่	ความสัมพันธ์
1. สภาวะฝนรายปี	*							
1.1 วันเริ่ม/สิ้นสุด ฤดูฝน		*			*		*	
1.2 ปริมาณฝนรายปี		*	*	*		*	*	*
1.3 จำนวนวันฝนตกรายปี		*	*	*		*	*	
2. สภาวะฝนทิ้งช่วง	*							
2.1 วันเริ่ม/สิ้นสุด ทิ้งช่วง		*			*		*	
2.2 จำนวนวันฝนทิ้งช่วง								
2.2.1 R = 0 มม.		*	*	*		*	*	*
2.2.2 R ≤ 10 มม.		*	*	*		*	*	*
2.2.3 R ≤ 20 มม.		*	*	*		*	*	*
2.2.4 R ≤ 30 มม.		*	*	*		*	*	*
3. สภาวะฝนก่อนทิ้งช่วง	*							
3.1 ปริมาณฝนก่อนทิ้งช่วง								
3.1.1 R = 0 มม.		*	*	*			การทำแผนที่	
3.1.2 R ≤ 10 มม.		*		*			ใช้ค่าเฉลี่ย	
3.1.3 R ≤ 20 มม.		*		*			จาก R=0	
3.1.4 R ≤ 30 มม.		*	*	*			ถึง 30 มม.	
3.2 จำนวนวันฝนตกก่อนทิ้งช่วง								
3.2.1 R = 0 มม.		*	*	*			การทำแผนที่	
3.2.2 R ≤ 10 มม.		*		*			ใช้ค่าเฉลี่ย	
3.2.3 R ≤ 20 มม.		*		*			จาก R=0	
3.2.4 R ≤ 30 มม.		*	*	*			ถึง 30 มม.	
4. สภาวะฝนหลังทิ้งช่วง	*							
4.1 ปริมาณฝนหลังทิ้งช่วง								
4.1.1 R = 0 มม.		*	*	*			การทำแผนที่	
4.1.2 R ≤ 10 มม.		*		*			ใช้ค่าเฉลี่ย	
4.1.3 R ≤ 20 มม.		*		*			จาก R=0	
4.1.4 R ≤ 30 มม.		*	*	*			ถึง 30 มม.	
4.2 จำนวนวันฝนตกหลังทิ้งช่วง								
4.2.1 R = 0 มม.		*	*	*			การทำแผนที่	
4.2.2 R ≤ 10 มม.		*		*			ใช้ค่าเฉลี่ย	
4.2.3 R ≤ 20 มม.		*		*			จาก R=0	
4.2.4 R ≤ 30 มม.		*	*	*			ถึง 30 มม.	
5. สภาวะฝนฤดูแล้ง	*							
5.1 ปริมาณฝน		*	*	*				
5.2 จำนวนวันฝนตก		*	*	*				

หมายเหตุ * หมายถึงเรื่องที่ทำการศึกษา



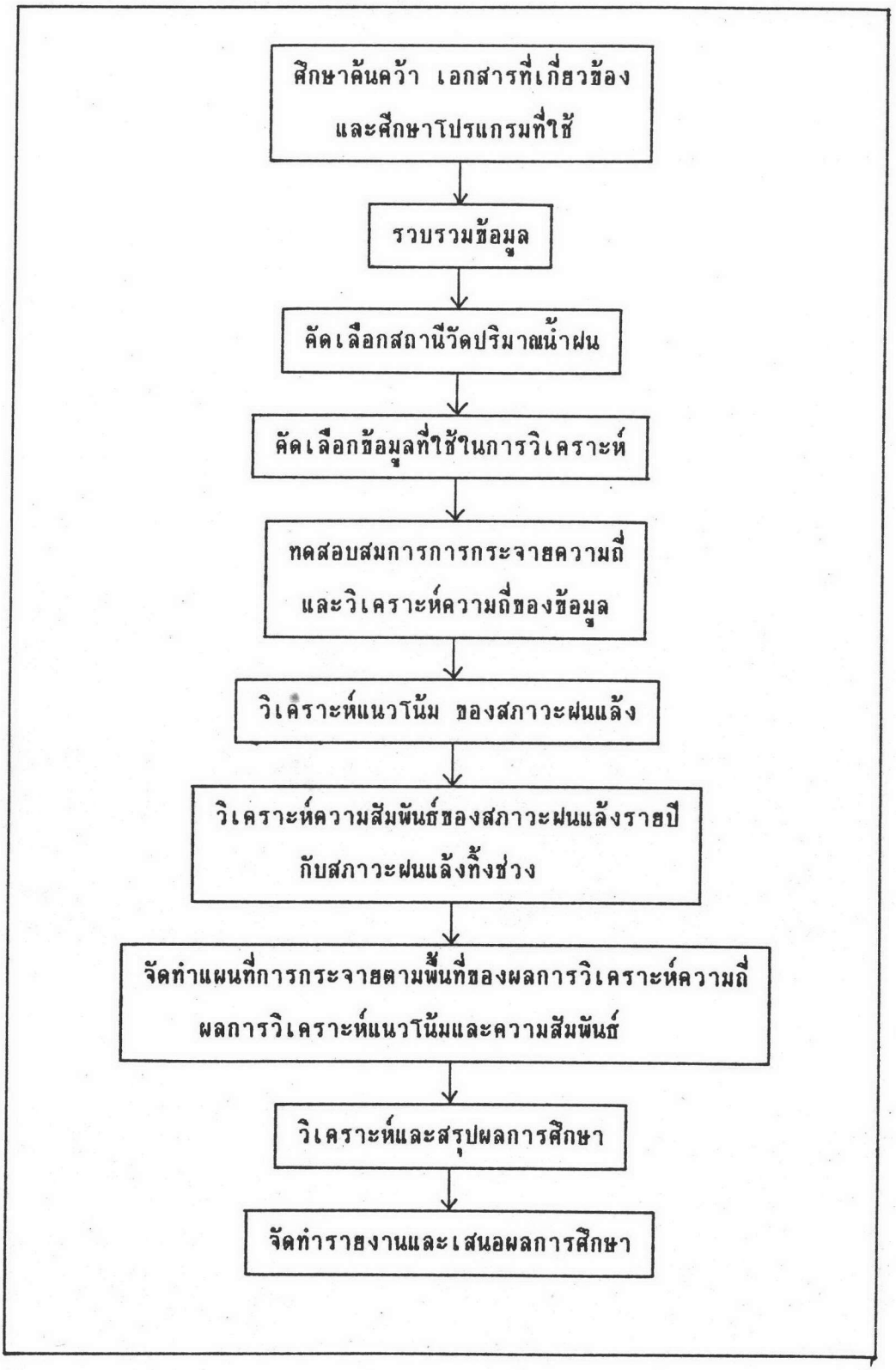
รูปที่ 1-1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน(หน่วยเป็น มิลลิเมตร)ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา: สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์, (2530)



รูปที่ 1-2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา: กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน



รูปที่ 1-3 ผังขั้นตอนการศึกษา