

# การวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่รับน้ำฝนเพื่อการออกแบบ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กของประเทศไทย

## Flood Yield Analysis for Design Small Water Resources Development Projects in Thailand

ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์<sup>1</sup> ชัยวัฒน์ เต็งประกอบกิจ<sup>2</sup> เนตรชนก ภู่งหงษ์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ E-mail address: fengcpth@ku.ac.th

<sup>2</sup> ห้องปฏิบัติการวิจัยการจำลองระบบทรัพยากรน้ำด้วยคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษายปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ต่อพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งตารางกิโลเมตรของประเทศไทย เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบอาคารชลประทาน ตลอดจนฝาย อ่างเก็บน้ำและเขื่อนของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กของประเทศไทย โดยทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางรวมตะวันตกและตะวันออกไว้ด้วยกัน นอกจากนี้ในแต่ละพื้นที่ได้ทำการแบ่งพื้นที่ย่อยสำหรับการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่มจังหวัดตามสภาพภูมิประเทศและความลาดชันของพื้นที่ โดยการศึกษาได้ทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำท่าที่มีพื้นที่รับน้ำฝนตั้งแต่ 5 ตารางกิโลเมตรขึ้นไป และทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 135 สถานี แยกออกเป็นพื้นที่ภาคเหนือ 22 สถานี ภาคใต้ 31 สถานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 53 สถานี และภาคกลางรวมตะวันตกและตะวันออก 29 สถานี จากผลการศึกษายปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งตารางกิโลเมตรที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 5 10 25 50 และ 100 ปี ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษายที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี กับผลการศึกษายเดิมในปี 2524 พบว่า ผลการศึกษายนี้ให้ค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่มีการผันแปรต่อพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งตารางกิโลเมตรที่มากกว่าผลการศึกษายเดิมในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางรวมตะวันตกและตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นพื้นที่ภาคเหนือที่ผลจากการศึกษานี้ให้ค่าที่ต่ำกว่าผลการศึกษายเดิม

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่ ปริมาณน้ำหลากสูงสุด การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำหลาก

### Abstract

This research has studied about flood peak per every square meter of a catchment area at a variety of return periods to be applied for designing irrigation structures, weirs, reservoirs and dams of small water resources development projects in Thailand. The studied areas being analyzed are divided into 4 parts: northern, southern, northeastern, and central (including western and eastern) regions. Moreover, each region is further divided into 3 subareas according to their topographical characteristics and slopes. In the analysis, 135 gauging stations, each with a catchment area greater than 5 square kilometers, were selected

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

to analyze flood frequencies and flood yields. These stations were divided into 22 northern stations, 31 southern stations, 53 northeastern stations and 29 central stations (including western and eastern). The study of the flood yields at return periods 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years comparing the flood yield at return period of 25 years results with the previous studies in 1981. The result showed that variations of flood peak yields at catchment areas in the southern, northeastern and central (including western and eastern) regions in this study were higher than the variations of flood peak yields found in previously study with an exception of the northern region which gave lower variation.

**Keywords:** Flood yield, Peak flood, Flood frequency analysis

## 1. บทนำ

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำเป็นโครงการที่สำคัญต่อการพัฒนาของประเทศไทยและได้รับการบรรจุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากทรัพยากรน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ซึ่งในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กผสมผสานกันไปตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ หรือตามความจำเป็นเร่งด่วน แต่เนื่องจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณจำนวนมาก อีกทั้งในปัจจุบันสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนามีลดน้อยลง และมีปัญหาเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะตามมา

ดังนั้นเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของราษฎรให้ทันกับความต้องการอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว จึงนิยมใช้โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งการพิจารณาวางแผนและออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำจำเป็นต้องมีการศึกษาปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ไหลผ่านจุดที่ตั้งของอาคารนั้นอย่างถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากการออกแบบหากใช้ค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่มีปริมาณมากเกินไป จะทำให้อาคารชลศาสตร์มีขนาดใหญ่และงบประมาณค่าก่อสร้างสูง ในขณะที่เดียวกันหากปริมาณน้ำหลากสูงสุดดังกล่าวมีค่าน้อยเกินไปก็อาจเกิดอันตรายต่อโครงสร้างอาคารเมื่อเกิดน้ำหลากได้

ในปัจจุบันการคำนวณปริมาณน้ำหลากสูงสุดสำหรับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานอ่างเก็บน้ำและเขื่อนขนาดเล็ก [1] ให้ทำการประเมินจากปริมาณน้ำหลากสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝนขนาดหนึ่งตารางกิโลเมตร (Flood Yield) จากผลการศึกษาในปี 2524 [2] ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาได้มีการเก็บบันทึกทางสถิติที่ยาวนาน และมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสภาพการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป เช่น พื้นที่ป่าไม้ การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม และชุมชนที่อยู่อาศัย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาทบทวนปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่รับน้ำฝน เพื่อให้การออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กของประเทศไทยมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

## 2. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางรวมตะวันตกและตะวันออกไว้ด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 และในแต่ละพื้นที่ได้ทำการจัดกลุ่มจังหวัดออกเป็น 3 กลุ่มตามสภาพภูมิประเทศและความลาดชันของพื้นที่ตามการศึกษาในปี 2524 [2] ดังนี้

1) ภาคเหนือ สภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินเขา และเนินสูง ความลาดชันมาก ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงราย และแม่ฮ่องสอน

กลุ่มที่ 2 จังหวัดแพร่ น่าน พะเยา อุตรดิตถ์ เลย และเพชรบูรณ์

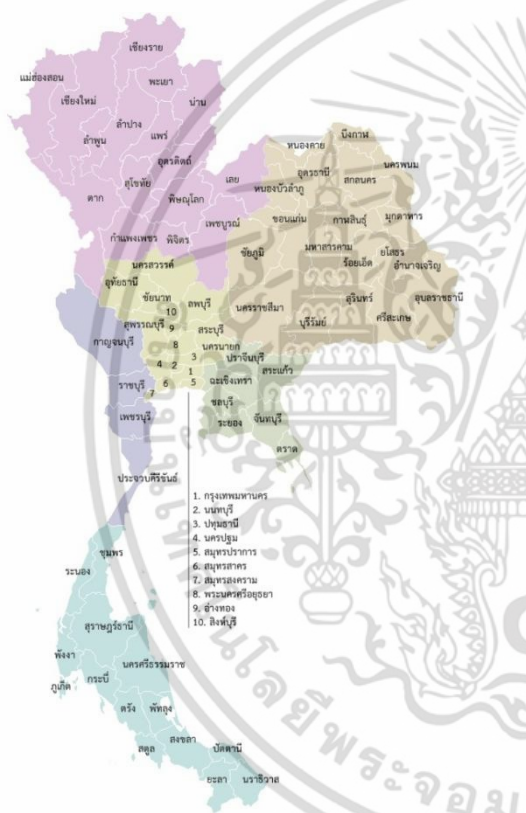
กลุ่มที่ 3 จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง สุโขทัย พิชญ์โลก ดาก พิจิตร และกำแพงเพชร

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินสูงต่ำความลาดเทมากถึงปานกลาง ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดอุบลราชธานี นครพนม สกลนคร หนองคาย ศรีสะเกษ และอุดรธานี

กลุ่มที่ 2 จังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด และยโสธร

กลุ่มที่ 3 จังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ



รูปที่ 1 การแบ่งพื้นที่ศึกษา

3) ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินสูงต่ำสลับกัน ความลาดเทมากถึงปานกลาง และสภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินและที่ค่อนข้างราบ ความลาดเทปานกลางถึงน้อย ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดจันทบุรี ตราด และระยอง

กลุ่มที่ 2 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี เพชรบุรี และกาญจนบุรี

กลุ่มที่ 3 จังหวัดในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง แมกกลอง และบางปะกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ภาคใต้ สภาพภูมิประเทศที่เป็นทิวเขา และเนินสูงต่ำ ความลาดเทมาก ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดนครศรีธรรมราช

กลุ่มที่ 2 จังหวัดชายฝั่งทะเลด้านทิศตะวันออก ยกเว้นจังหวัดนครศรีธรรมราช

กลุ่มที่ 3 จังหวัดชายฝั่งทะเลด้านทิศตะวันตก

### 3. วิธีการศึกษา

3.1 ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปี ตั้งแต่ปี 2508 – 2556 จำนวน 135 สถานี และคัดเลือก สถานีที่มีพื้นที่รับน้ำฝนอยู่ระหว่าง 5 ถึง 40 ตร.กม. (ขนาดพื้นที่รับน้ำฝนน้อยที่สุดของสถานีที่รวบรวมได้เท่ากับ 5 ตร.กม. และขนาดพื้นที่รับน้ำฝนสูงสุดตามการศึกษาในปี 2524 [2] เท่ากับ 40 ตร.กม.) โดยแบ่งเป็นภาคเหนือ 22 สถานี ภาคใต้ 31 สถานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 53 สถานี ภาคกลางรวมตะวันตกและตะวันออก 29 สถานี

3.2 ทำการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis) หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปีเฉลี่ย และพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละพื้นที่ศึกษา [3] เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์และการกระจายตัวของสถานีวัดน้ำท่าและทำการคัดเลือกสถานีแยกตามกลุ่มจังหวัด โดยมีลักษณะของสมการดังนี้

$$Q_M = aA^b \tag{1}$$

เมื่อ  $Q_M$  คือ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปี (ลบ.ม/วินาที)  $A$  คือ พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)  $a$  และ  $b$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient)

3.3 ทำการวิเคราะห์ห้แจกแจงความถี่ (Frequency Analysis) ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปีทุกสถานี ด้วยวิธีกัมเบล (Gumbel or Extreme Value Type 1 Distribution) [4] ที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) 2 5 10 25 50 และ 100 ปี

3.4 ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ต่อพื้นที่รับน้ำฝนขนาดหนึ่งตารางกิโลเมตร (Flood Yield) ของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา โดยมีลักษณะของสมการ [5] ดังนี้

$$Q_S = \frac{Q_T}{A} \tag{2}$$

เมื่อ  $Q_s$  คือ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อพื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที/ตร.กม.  $Q_T$  คือ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ มีหน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที และ  $A$  คือ พื้นที่รับน้ำฝน หน่วยเป็น ตร.กม.

3.5 สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ และพื้นที่รับน้ำฝนขนาดหนึ่งตารางกิโลเมตรของแต่ละพื้นที่ศึกษาและกลุ่มจังหวัด

3.6 ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาปริมาณน้ำหลากสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งตารางกิโลเมตรที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี กับผลการศึกษาดเดิม [2] ในปี พ.ศ. 2524

#### 4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละพื้นที่ศึกษา แสดงได้ดังตารางที่ 1

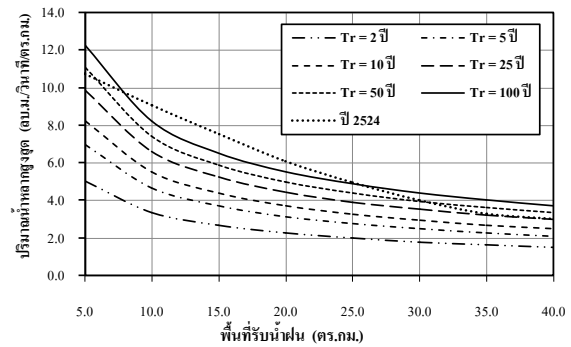
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าถดถอย (Regression Analysis)

พื้นที่ศึกษา	ผลการวิเคราะห์หาค่าถดถอย	
ภาคเหนือ	กลุ่ม 1	$Q_M = 24.442A^{0.4272}$ ( $R^2 = 0.921$ )
	กลุ่ม 2	$Q_M = 19.882A^{0.4272}$ ( $R^2 = 0.933$ )
	กลุ่ม 3	$Q_M = 11.545A^{0.4272}$ ( $R^2 = 0.661$ )
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	กลุ่ม 1	$Q_M = 13.263A^{0.5472}$ ( $R^2 = 0.918$ )
	กลุ่ม 2	$Q_M = 9.434A^{0.5472}$ ( $R^2 = 0.978$ )
	กลุ่ม 3	$Q_M = 6.974A^{0.5472}$ ( $R^2 = 0.967$ )
ภาคกลาง/ภาคตะวันตก/ภาคตะวันออก	กลุ่ม 1	$Q_M = 16.676A^{0.5226}$ ( $R^2 = 0.919$ )
	กลุ่ม 2	$Q_M = 12.199A^{0.5226}$ ( $R^2 = 0.996$ )
	กลุ่ม 3	$Q_M = 8.929A^{0.5226}$ ( $R^2 = 0.956$ )
ภาคใต้	กลุ่ม 1	$Q_M = 38.553A^{0.5391}$ ( $R^2 = 0.836$ )
	กลุ่ม 2	$Q_M = 26.560A^{0.5391}$ ( $R^2 = 0.955$ )
	กลุ่ม 3	$Q_M = 16.009A^{0.5391}$ ( $R^2 = 0.954$ )

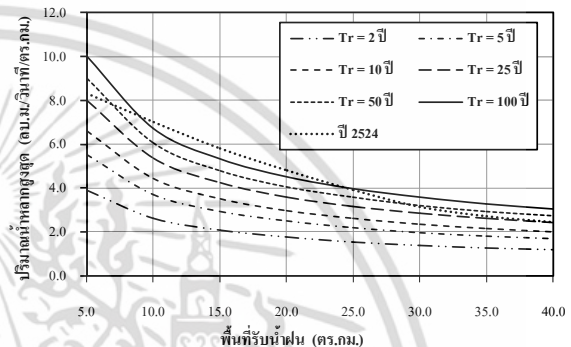
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดและพื้นที่รับน้ำฝนขนาดหนึ่งตารางกิโลเมตรที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของแต่ละพื้นที่ศึกษาและกลุ่มจังหวัดแสดงได้ดังรูปที่ 2 ถึง รูปที่ 13

4.3 เนื่องจากผลการศึกษาเดิมในปี พ.ศ. 2524 ได้ทำการศึกษายปริมาณน้ำหลากสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝนหนึ่งตารางกิโลเมตรเฉพาะที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบกับผลศึกษานี้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี ดังแสดงผลการเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 2 ถึง รูปที่ 13

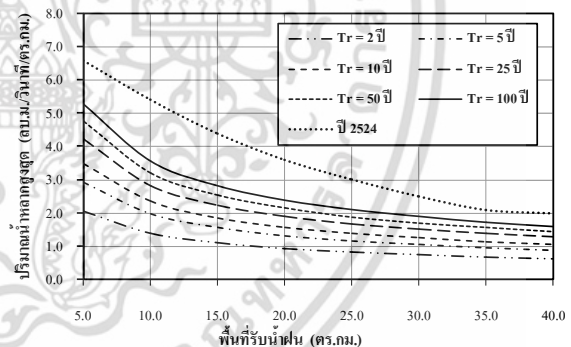
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



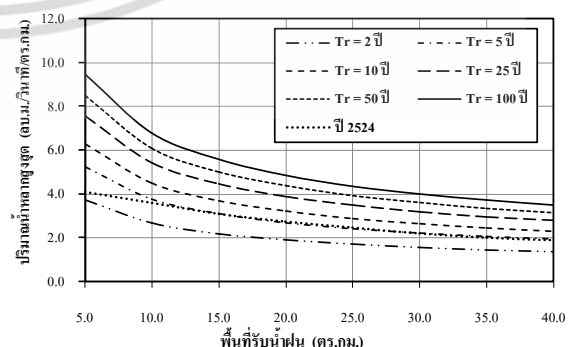
รูปที่ 2 ปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 1



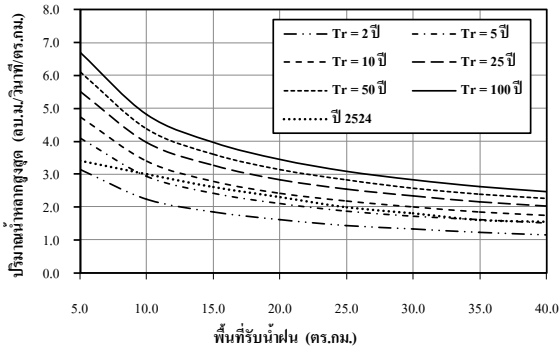
รูปที่ 3 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 2



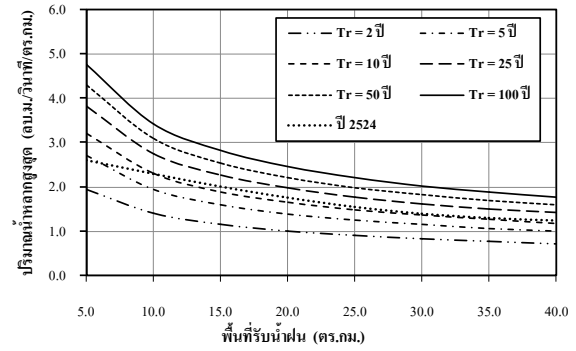
รูปที่ 4 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 3



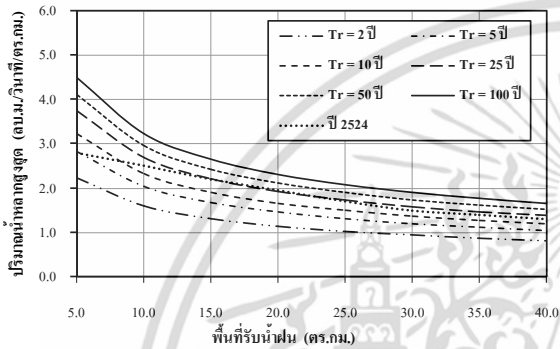
รูปที่ 5 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 1



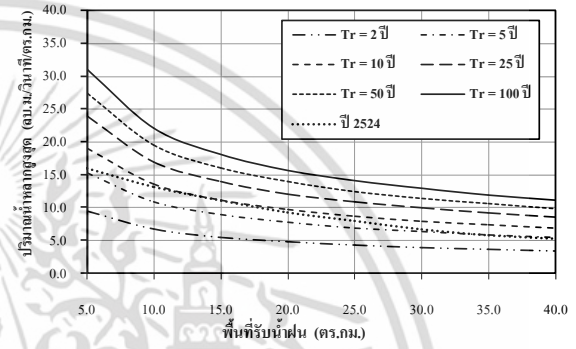
รูปที่ 6 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 2



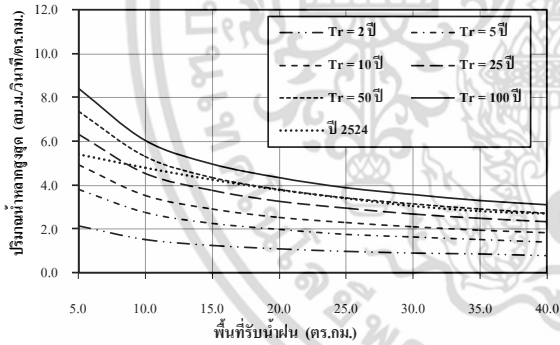
รูปที่ 10 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก กลุ่มจังหวัดที่ 3



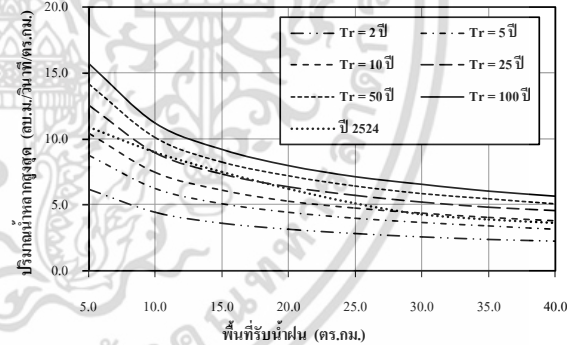
รูปที่ 7 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มจังหวัดที่ 3



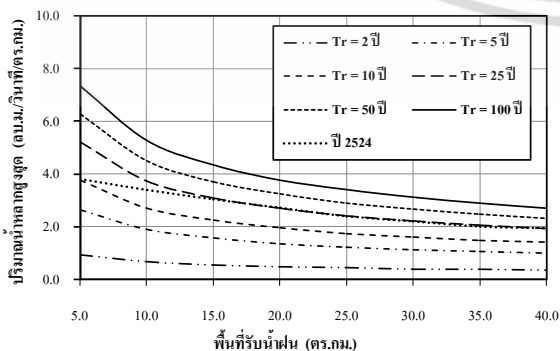
รูปที่ 11 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคใต้ กลุ่มจังหวัดที่ 1



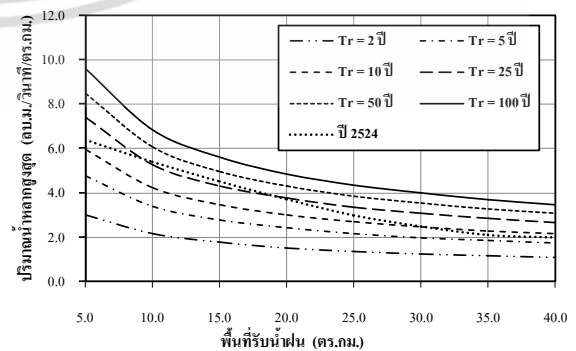
รูปที่ 8 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก กลุ่มจังหวัดที่ 1



รูปที่ 12 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคใต้ กลุ่มจังหวัดที่ 2



รูปที่ 9 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก กลุ่มจังหวัดที่ 2



รูปที่ 13 ปริมาณน้ำหลากของพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ภาคใต้ กลุ่มจังหวัดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. สรุปผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษานี้เปรียบเทียบกับผลการศึกษาเดิมในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย พบว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดจากการศึกษานี้มีค่าการผันแปรต่อพื้นที่รับน้ำฝนที่มากกว่าผลการศึกษาเดิม โดยเฉพาะในช่วงที่ขนาดพื้นที่รับน้ำฝนน้อยกว่า 15 ตารางกิโลเมตร ซึ่งจะมีค่าที่แตกต่างกันมากที่สุด

สาเหตุที่ทำให้ผลการศึกษานี้มีค่าแตกต่างจากผลการศึกษาเดิม เนื่องจาก

1) ช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาเดิมมีช่วงระยะเวลาของข้อมูลปริมาณน้ำหลากที่ใช้ศึกษาตั้งแต่ปี 2508 – 2524 ในขณะที่การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลตรวจวัดตั้งแต่ปี 2508 - 2556 จึงมีช่วงเวลาข้อมูลที่ยาวนานกว่าการศึกษาเดิมถึง 32 ปี

2) จำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากการศึกษาในปี 2524 ไม่ได้แสดงรายชื่อและระบุจำนวนสถานีที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษาไว้ แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ผ่านมา 32 ปี จนถึงปัจจุบัน ได้มีการติดตั้งสถานีวัดน้ำท่าเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มน้ำ โดยหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้จำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ จำนวน 135 สถานี ควรมีจำนวนที่มากกว่าที่ใช้ในการศึกษาในปี พ.ศ. 2524

3) การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่รับน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสภาพการเกิดปริมาณน้ำหลากที่เปลี่ยนแปลงไป

สำหรับพื้นที่ภาคเหนือ พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อพื้นที่รับน้ำฝนที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าที่น้อยกว่าผลการศึกษาเดิมในปี 2524 ซึ่งมีแนวโน้มแตกต่างจากภูมิภาคอื่น โดยอาจมีสาเหตุได้จาก ข้อมูลปริมาณน้ำหลากของสถานีที่เลือกใช้ในการศึกษา ได้รับผลกระทบจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนเหนือสถานี หรืออาจเกิดขึ้นได้จากผลการศึกษาในปี 2524 ได้มีการปรับค่ากราฟสำหรับการประเมินปริมาณน้ำหลากสูงสุดให้สูงขึ้นเพื่อความปลอดภัยสำหรับการนำไปใช้งาน

นอกจากนี้ ผลการศึกษาของพื้นที่ภาคเหนือกลุ่มที่ 3 ได้แสดงค่าที่น้อยกว่าผลการศึกษาเดิมในปี 2524 มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสถานีที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์ยังไม่เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาเมื่อเทียบกับพื้นที่กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ในตารางที่ 1 มีค่าต่ำกว่าพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่รับน้ำฝนที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 13 สามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ต้องการ เพื่อการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กลงประเทศไทยได้ โดยการวัดขนาดพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ จากนั้นทำการเลือกกราฟตามภูมิภาคและกลุ่มจังหวัดที่โครงการตั้งอยู่ ทำการอ่านค่าปริมาณน้ำหลากต่อพื้นที่รับน้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ต้องการและนำมาคูณกับขนาดพื้นที่รับน้ำฝนโครงการ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage, and Department of Local Administration. "Standard of Reservoir and Small Dam. Standard of Management/ Public Service of Local Administrative Organization" Bangkok. 115 pp, 2548.
- [2] P. Maiklad., "Manual on Small Earth Dam and Weir" Irrigation Engineering Alumni Association Under H.M. The King's Patronage. Nonthaburi. 153 pp, 2524.
- [3] Y. H. Lim and L.M. Lye, "Regional Flood Estimation for Ungauged Basins in Sarawak, Malaysia," Hydrological Sciences Journal, vol. 48 (1), pp. 79-94, 2003.
- [4] F. Ilorme, V. W. Griffis, and D. W. Watkins Jr., "Regional Rainfall Frequency and Ungauged Basin Analysis for Flood Risk Assessment in Haiti," Journal of Hydrologic Engineering, ASCE, vol. 19, pp. 123-132, 2014.
- [5] D. W. Brown, S. M.A. Moin and M. L. Nicolson, "A Comparison of Flooding in Michigan and Ontario: 'SOFT' Data to Support 'SOFT' Water Management Approaches," Canadian Water Resources Journal, vol. 22 (2), pp. 125-139, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้