

การวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของกลุ่มน้ำหลักในประเทศไทย Flood Peak Trend Analysis of the Major River Basin in Thailand

ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์^{1*} พงศธร โสภภาพันธุ์² นิมิตร เชิดฉันทพิพัฒน์²

¹อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chaiyapong Thepprasit^{1*} Pongsatorn Sopaphun² Nimit Cherdchanpipat²

¹ Lecturer, ²Assistant Professor, Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering

Kamphaeng Saen Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakorn Pathom, 73140

*Corresponding author: Email: fengcpth@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของกลุ่มน้ำหลักในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดใน 25 กลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปี จากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน ที่มีการบันทึกข้อมูลต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 447 สถานี โดยใช้แบบจำลอง TREND ในการวิเคราะห์ และใช้การทดสอบแนวโน้ม จำนวน 3 วิธี ประกอบด้วยวิธี Linear Regression วิธี Spearman's Rho และวิธี Mann-Kendall โดยพิจารณาใช้ระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.01$ $p < 0.05$ และ $p < 0.10$ ผลการทดสอบแนวโน้มโดยวิธี Mann-Kendall ใน 25 กลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย พบว่า ไม่มีนัยสำคัญ จำนวน 305 สถานี และมีนัยสำคัญ จำนวน 142 สถานี แบ่งออกเป็น มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จำนวน 61 สถานี และมีแนวโน้มที่ลดลง จำนวน 81 สถานี ผลการทดสอบแนวโน้มโดยวิธี Spearman's Rho พบว่า ไม่มีนัยสำคัญ จำนวน 302 สถานี และมีนัยสำคัญ จำนวน 145 สถานี แบ่งออกเป็น มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จำนวน 65 สถานี และมีแนวโน้มที่ลดลง จำนวน 80 สถานี ผลการทดสอบแนวโน้มโดยวิธี Linear Regression พบว่า ไม่มีนัยสำคัญ จำนวน 360 สถานี และมีนัยสำคัญ จำนวน 87 สถานี แบ่งออกเป็น มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จำนวน 39 สถานี และมีแนวโน้มที่ลดลง จำนวน 48 สถานี นอกจากนี้ งานวิจัยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มน้ำหลักในประเทศไทยที่พบแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น มีจำนวน 8 กลุ่มน้ำ กลุ่มน้ำที่พบแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลง มีจำนวน 11 กลุ่มน้ำ และกลุ่มน้ำที่พบสถานีวัดน้ำท่าที่แสดงแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพิ่มขึ้นและลดลงมีจำนวนที่เท่ากัน มีจำนวน 3 กลุ่มน้ำ ในขณะที่มีกลุ่มน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่าทั้งหมดในกลุ่มน้ำไม่แสดงค่าแนวโน้มที่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวน 3 กลุ่มน้ำ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์แนวโน้ม แบบจำลอง TREND ปริมาณน้ำหลากสูงสุด

ABSTRACT

The purposes of this study were to determine the trends of flood peak discharge for 25 major river basins in Thailand. The annual maximum momentary discharge data from 447 gauging stations with more than 10 years of continuous records were collected from Royal Irrigation Department. The trends of discharge data were analyzed using the TREND model comprising of three methods; linear regression test, Spearman's Rho test and Mann-Kendal test with a significance level of $p < 0.01$, $p < 0.05$ and $p < 0.10$. Results revealed that using Mann-Kendal test showed no significant trend in 305

stations and significant trends in 142 stations divided into increasing and decreasing trends in 61 and 81 stations, respectively. The results of trend analysis using Spearman's Rho test presented no significant trend in 302 stations and significant trends in 145 stations divided into increasing and decreasing trends in 65 and 80 stations, respectively. Finally, the use of linear regression test showed no significant trend in 360 stations and significant trends in 87 stations divided into increasing and decreasing trends in 39 and 48 stations, respectively. In conclusion, from all 25 river basins in Thailand, the increasing trends were found in eight major river basins, while the decreasing trends were shown in eleven basins. Three river basins indicated a similar number of stations showing same results of increasing and decreasing trends, and three major river basins did not show statistically significant trend.

Keyword: Trend analysis, TREND model, flood peak.

1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาอุทกภัยเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอุทกภัยในประเทศไทย พ.ศ. 2554 เป็นอุทกภัยรุนแรงที่เกิดขึ้นระหว่างฤดูมรสุมในประเทศไทย เกิดผลกระทบต่อบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและสาขา รวมทั้งลุ่มน้ำอื่นๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 และสิ้นสุดเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2555 สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ เพื่อเป็นการลดผลกระทบจากปัญหาดังกล่าวข้างต้น การศึกษาพฤติกรรมและแนวโน้มของการเกิดปริมาณน้ำหลากจากข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ได้มีการบันทึกข้อมูลไว้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนบริหารจัดการด้านอุทกภัยของกลุ่มน้ำหลักทั้ง 25 กลุ่มน้ำของประเทศไทย ทั้งในด้านการวางแผนรับมือก่อนการเกิดอุทกภัย เช่น การคาดการณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม และการวางแผนพัฒนาโครงการเพื่อการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยของกลุ่มน้ำได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษ ปริมาณน้ำหลากของ 25 กลุ่มน้ำหลักในประเทศไทย และทำการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของกลุ่มน้ำหลักโดยใช้วิธี Linear Regression วิธี Spearman's Rho และวิธี Mann-Kendall พร้อมทั้งการศึกษาเปรียบเทียบ

ผลการวิเคราะห์จากวิธีการดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพัฒนาความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมและแนวโน้มของการเกิดปริมาณน้ำหลาก และเพื่อที่จะนำไปใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการอุทกภัยใน 25 กลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

2. วิธีดำเนินการ

2.1 การรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปี ของสถานีวัดน้ำท่าที่มีข้อมูลย้อนหลังนับตั้งแต่เริ่มตรวจวัดจนถึงปัจจุบันไม่น้อยกว่า 10 ปี จากกรมชลประทาน ใน 25 กลุ่มน้ำหลัก จำนวน 447 สถานี แสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 1

2.2 การวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุด

2.2.1 วิธี Linear Regression

วิธี Linear Regression [1] เป็นการทดสอบทางสถิติแบบมีพารามิเตอร์ ซึ่งมีสมมติฐานว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ และเป็นการทดสอบแนวโน้มแบบเส้นตรงโดยตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (x) และตัวแปรที่สนใจ (y)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2)$$

ค่าสถิติทดสอบ S คือ

$$S = \frac{b}{\sigma} \quad (3)$$

เมื่อ

$$\sigma = \sqrt{\frac{12 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{n(n-2)(n^2-1)}} \quad (4)$$

ค่าสถิติทดสอบ S ตามการแจกแจง Student-t ที่มีองศาอิสระ n-2 อยู่ภายใต้ สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis)

ตารางที่ 1 จำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลแยกตามลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ชื่อลุ่มน้ำ	จำนวนสถานี	ชื่อลุ่มน้ำ	จำนวนสถานี
ลุ่มน้ำสาละวิน	2	ลุ่มน้ำแม่กลอง	26
ลุ่มน้ำโขง	29	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	13
ลุ่มน้ำกก	5	ลุ่มน้ำบางปะกง	3
ลุ่มน้ำชี	36	โดนเลสาบ	3
ลุ่มน้ำมูล	62	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	21
ลุ่มน้ำปิง	50	ลุ่มน้ำเพชรบุรี	12
ลุ่มน้ำวัง	18	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	14
ลุ่มน้ำยม	27	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	17
ลุ่มน้ำ่าน	54	ลุ่มน้ำตาปี	8
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4	ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	12
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	5	ลุ่มน้ำปัตตานี	2
ลุ่มน้ำป่าสัก	15	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	6
ลุ่มน้ำท่าจีน	3	รวม 447 สถานี	

2.2.2 วิธี Spearman's Rho

วิธี Spearman's Rho [1] เป็นการทดสอบทางสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ โดยใช้การจัดกลุ่มแนวโน้มและความสัมพันธ์ของตัวแปรและเวลาที่มีนัยสำคัญของแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งคล้ายกับวิธี Mann-Kendall แต่มีค่าสถิติทดสอบที่ต่างกัน โดยวิธี Spearman's Rho ค่าสถิติทดสอบ ρ_s เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งได้มาในลักษณะเดียวกับแบบปกติ แต่ใช้ค่าลำดับในการพิจารณา ดังสมการ

$$\rho_s = \frac{S_{xy}}{(S_x S_y)^{0.5}} \quad (5)$$

เมื่อ

$$S_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \quad (6)$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2 \quad (7)$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y}) \quad (8)$$

โดยที่ x_i คือ เวลา y_i คือตัวแปรที่ทดสอบ สำหรับ \bar{X} และ \bar{Y} คือค่าลำดับของข้อมูล

2.2.3 วิธี Mann-Kendall

วิธี Mann-Kendall [2] และ [3] เป็นการทดสอบทางสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายสำหรับการใช้วิเคราะห์หาแนวโน้มของอนุกรมเวลาของข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา [4] ในการจัดกลุ่มแนวโน้มที่มีนัยสำคัญของแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและแนวโน้มที่ลดลง และสำหรับอนุกรมเวลา $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis, H_0) คือตัวอย่างของ n เป็นตัวแปรสุ่มที่ไม่ต้องการเงื่อนไขความเป็นอิสระและการแจกแจงเดียวกัน สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis, H_1) สำหรับการทดสอบแบบสองทิศทางจะมีการแจกแจงของ x_k และ x_j ซึ่งจะมีค่าไม่เหมือนกันกับทุกค่าของ k โดย $j \leq n$ ด้วย $k \neq j$ สถิติทดสอบ S คำนวณโดยสมการดังนี้ [5]

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (9)$$

เมื่อ

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{for } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{for } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{for } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (10)$$

ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของสถิติทดสอบ S ดังนี้ [6]

$$E(S) = 0 \quad (11)$$

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2561

$$V_0(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^m t_j(t_j-1)(2t_j+5)]}{18} \quad (12)$$

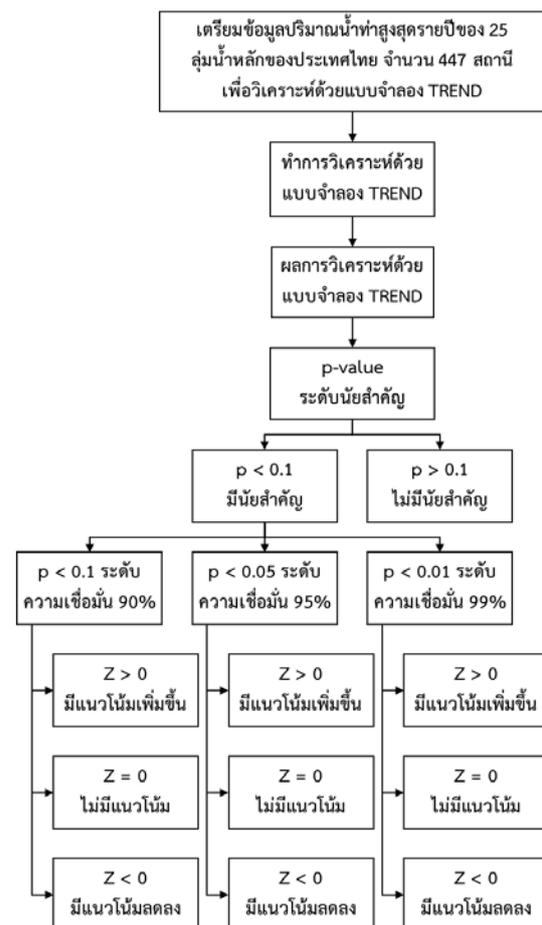
การแจกแจงความโน้มเอียงของ S และแนวโน้มที่มีนัยสำคัญสามารถทดสอบได้ โดยการเปรียบเทียบค่าตัวแปรมาตรฐาน z ในสมการที่ (13) ด้วยการแจกแจงปกติของตัวแปรสุ่มที่ระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ด้วยการเพิ่มขึ้นและลดลงหนึ่งหน่วย [3]

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (13)$$

ค่าบวกของ z ในสมการที่ (13) เป็นการแสดงถึงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าลบของ z แสดงถึงแนวโน้มที่ลดลง เมื่อทำการทดสอบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ระดับ α นัยสำคัญ (p -value) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์แนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ($p < 0.10$) ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และร้อยละ 99 ($p < 0.01$) ดังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ได้ในรูปที่ 1

2.2.4 แบบจำลอง TREND

ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง TREND เป็นเครื่องในการวิเคราะห์ทดสอบแนวโน้มตามวิธีการทดสอบ Linear Regression วิธี Spearman's Rho และวิธี Mann-Kendall แบบจำลอง TREND [7] เริ่มต้นพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี 2547 โดย CRC สำหรับ Catchment Hydrology's (CRCCH) Climate Variability Program ประเทศออสเตรเลีย เพื่อเป็นเครื่องมือในการทดสอบทางสถิติสำหรับแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลง และแบบแผนในข้อมูลอนุกรมเวลาอุทกวิทยาและอื่น ๆ โดยแบบจำลองมีความสามารถในการทดสอบทางสถิติ ตามวิธีการที่ได้รับการยอมรับจาก WMO และ UNESCO ปัจจุบันแบบจำลอง TREND เป็นเวอร์ชันที่ 1.0.2



รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลาก

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของประเทศไทย ด้วยวิธี Linear Regression วิธี Spearman's Rho และวิธี Mann-Kendall ด้วยแบบจำลอง TREND รายสถานีในกลุ่มน้ำหลักทั้ง 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย ดังแสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำป่าสักด้วยแบบจำลองในตารางที่ 2 และสรุปผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดและจำนวนสถานีที่ทำการวิเคราะห์แยกตาม 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย และแยกตามวิธีการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 4

3.1 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดโดยวิธี Linear Regression

จากผลการวิเคราะห์สถานีทั้งหมดจำนวน 447 สถานี ในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า พบแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 39 สถานี คิดเป็นร้อยละ 8.72 และพบแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 48 สถานี คิดเป็นร้อยละ 10.74 และไม่พบแนวโน้ม ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 360 สถานี คิดเป็นร้อยละ 80.54 ของจำนวนสถานีทั้งหมด

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำ หลากสูงสุดด้วยแบบจำลอง TREND ของกลุ่มน้ำป่าสัก

ลำดับ	รหัส สถานี	Linear Regression		Spearman's Rho		Mann-Kendall	
		ค่าทดสอบ z	ความ เชื่อมัน	ค่าทดสอบ z	ความ เชื่อมัน	ค่าทดสอบ z	ความ เชื่อมัน
1.	S.2	0.325	(a)	-0.453	(a)	-0.511	(a)
2.	S.3	-0.012	(a)	0.198	(a)	0.000	(a)
3.	S.7	-0.985	(a)	-0.057	(a)	-0.077	(a)
4.	S.9	-0.283	(a)	-0.090	(a)	-0.093	(a)
5.	S.10	1.568	(a)	2.249	(c)	2.199	(c)
6.	S.12	0.553	(a)	0.311	(a)	0.170	(a)
7.	S.13	-1.527	(a)	-2.142	(c)	-2.105	(c)
8.	S.14	-0.460	(a)	-0.155	(a)	0.102	(a)
9.	S.16	0.665	(a)	0.928	(d)	0.891	(a)
10.	S.17	0.673	(a)	0.472	(a)	0.487	(a)
11.	S.26	0.128	(a)	0.007	(a)	0.140	(a)
12.	S.31	-0.463	(a)	-0.040	(a)	0.328	(a)
13.	S.33	-0.662	(a)	-0.200	(a)	0.000	(a)
14.	S.36	-1.677	(a)	-1.894	(b)	-1.752	(b)
15.	S.4B	2.812	(b)	2.586	(b)	2.588	(b)

หมายเหตุ : (a) ไม่มีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(b) มีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมันร้อยละ 99 ($p < 0.01$)

(c) มีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมันร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

(d) มีแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมันร้อยละ 90 ($p < 0.10$)

เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่กลุ่มน้ำ พบว่า มีเพียง 1 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีจำนวนสถานีวัด น้ำท่าที่พบแนวโน้มมีจำนวนสถานีมากกว่าหรือเท่ากับ

จำนวนสถานีที่ไม่พบแนวโน้ม โดยสถานีในกลุ่มน้ำชายฝั่ง ทะเลประจวบคีรีขันธ์แสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำหลาก สูงสุดที่ลดลง และมีจำนวน 24 กลุ่มน้ำ ซึ่งมีจำนวนสถานีวัด น้ำท่าที่ไม่พบแนวโน้มมีจำนวนสถานีมากกว่า จำนวนสถานีที่ พบแนวโน้มภายในกลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5

3.2 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยวิธี Spearman's Rho

จากผลการวิเคราะห์สถานีทั้งหมดจำนวน 447 สถานี ในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า พบแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 65 สถานี คิดเป็นร้อยละ 14.54 และพบแนวโน้ม ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 80 สถานี คิดเป็นร้อยละ 17.90 และไม่พบแนวโน้ม ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 302 สถานี คิดเป็นร้อยละ 67.56 ของจำนวนสถานีทั้งหมด

เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่กลุ่มน้ำ พบว่า มีจำนวน 3 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำปัตตานี กลุ่มน้ำเพชรบุรี และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่พบแนวโน้มมี จำนวนสถานีมากกว่าหรือเท่ากับ จำนวนสถานีที่ไม่พบ แนวโน้ม โดยสถานีในกลุ่มน้ำปัตตานีแสดงแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น และสถานีในกลุ่มน้ำเพชรบุรี และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์แสดงแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลง และมีจำนวน 22 กลุ่มน้ำ ซึ่งมี จำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่ไม่พบแนวโน้มมีจำนวนสถานีมากกว่า จำนวนสถานีที่พบแนวโน้มภายในกลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5

3.3 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยวิธี Mann-Kendall

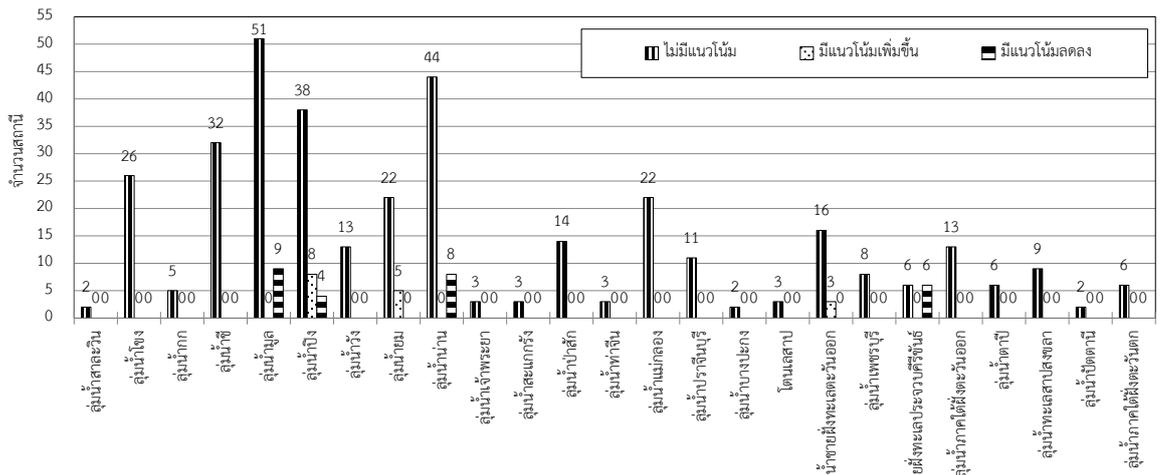
จากผลการวิเคราะห์สถานีทั้งหมดจำนวน 447 สถานี ในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า พบแนวโน้มของ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 61 สถานี คิดเป็นร้อยละ 13.65 และพบแนวโน้ม ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 81 สถานี คิดเป็นร้อยละ 18.12 และไม่พบแนวโน้ม ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 305 สถานี คิดเป็นร้อยละ 68.23 ของจำนวนสถานีทั้งหมด

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2561

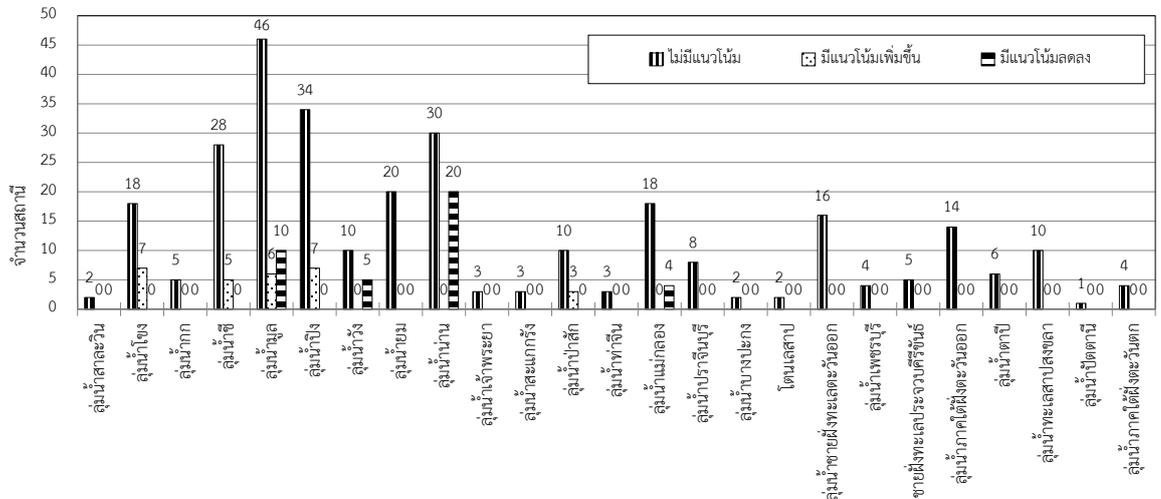
ตารางที่ 3 ตารางสรุปจำนวนสถานีและร้อยละของผลการวิเคราะห์แนวโน้มแต่ละลุ่มน้ำด้วยวิธี Mann-Kendall วิธี Spearman's Rho และวิธี Linear Regression

ลุ่มน้ำ	ค่าทดสอบ Linear Regression			ค่าทดสอบ Spearman's Rho			ค่าทดสอบ Mann-Kendall		
	ไม่มีนัยสำคัญ	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	มีแนวโน้มลดลง	ไม่มีนัยสำคัญ	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	มีแนวโน้มลดลง	ไม่มีนัยสำคัญ	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	มีแนวโน้มลดลง
สาละวิน	2	0	0	2	0	0	2	0	0
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)
โขง	26	2	1	18	7	4	19	6	4
	(89.66)	(6.90)	(3.45)	(62.07)	(24.14)	(13.79)	(65.52)	(20.69)	(13.79)
กก	5	0	0	5	0	0	5	0	0
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)
ชี	32	1	3	28	5	3	30	4	2
	(88.89)	(2.78)	(8.33)	(77.78)	(13.89)	(8.33)	(83.33)	(11.11)	(5.56)
มูล	51	2	9	46	6	10	46	6	10
	(82.26)	(3.23)	(14.52)	(74.19)	(9.68)	(16.13)	(74.19)	(9.68)	(16.13)
ปิง	38	8	4	34	7	9	32	6	12
	(76.00)	(16.00)	(8.00)	(68.00)	(14.00)	(18.00)	(64.00)	(12.00)	(24.00)
วัง	13	3	2	10	3	5	11	3	4
	(72.22)	(16.67)	(11.11)	(55.56)	(16.67)	(27.78)	(61.11)	(16.67)	(22.22)
ยม	22	5	0	20	6	1	21	6	0
	(81.48)	(18.52)	(0.00)	(74.07)	(22.22)	(3.70)	(77.78)	(22.22)	(0.00)
น่าน	44	2	8	30	4	20	31	4	19
	(81.48)	(3.70)	(14.81)	(55.56)	(7.41)	(37.04)	(57.41)	(7.41)	(35.19)
เจ้าพระยา	3	0	1	3	0	1	2	0	2
	(75.00)	(0.00)	(25.00)	(75.00)	(0.00)	(25.00)	(50.00)	(0.00)	(50.00)
สะแกกรัง	3	2	0	3	2	0	3	2	0
	(60.00)	(40.00)	(0.00)	(60.00)	(40.00)	(0.00)	(60.00)	(40.00)	(0.00)
ป่าสัก	14	1	0	10	3	2	11	2	2
	(93.33)	(6.67)	(0.00)	(66.67)	(20.00)	(13.33)	(73.33)	(13.33)	(13.33)
ท่าจีน	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)
แม่กลอง	22	1	3	18	4	4	18	4	4
	(84.62)	(3.85)	(11.54)	(69.23)	(15.38)	(15.38)	(69.23)	(15.38)	(15.38)
ปราจีนบุรี	11	1	1	8	2	3	8	2	3
	(84.62)	(7.69)	(7.69)	(61.54)	(15.38)	(23.08)	(61.54)	(15.38)	(23.08)
บางปะกง	2	0	1	2	0	1	2	0	1
	(66.67)	(0.00)	(33.33)	(66.67)	(0.00)	(33.33)	(66.67)	(0.00)	(33.33)
โตนเลสาป	3	0	0	2	0	1	2	0	1
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(66.67)	(0.00)	(33.33)	(66.67)	(0.00)	(33.33)
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	16	3	2	16	3	2	16	3	2
	(76.19)	(14.29)	(9.52)	(76.19)	(14.29)	(9.52)	(76.19)	(14.29)	(9.52)
เพชรบุรี	8	1	3	4	2	6	4	2	6
	(66.67)	(8.33)	(25.00)	(33.33)	(16.67)	(50.00)	(33.33)	(16.67)	(50.00)
ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	6	2	6	5	3	6	5	3	6
	(42.86)	(14.29)	(42.86)	(35.71)	(21.43)	(42.86)	(35.71)	(21.43)	(42.86)
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	13	2	2	14	2	1	14	2	1
	(76.47)	(11.76)	(11.76)	(82.35)	(11.76)	(5.88)	(82.35)	(11.76)	(5.88)
ตาปี	6	1	1	6	1	1	6	1	1
	(75.00)	(12.50)	(12.50)	(75.00)	(12.50)	(12.50)	(75.00)	(12.50)	(12.50)
ทะเลสาบสงขลา	9	2	1	10	2	0	9	2	1
	(75.00)	(16.67)	(8.33)	(83.33)	(16.67)	(0.00)	(75.00)	(16.67)	(8.33)
ปัตตานี	2	0	0	1	1	0	1	1	0
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(50.00)	(50.00)	(0.00)	(50.00)	(50.00)	(0.00)
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	6	0	0	4	2	0	4	2	0
	(100.00)	(0.00)	(0.00)	(66.67)	(33.33)	(0.00)	(66.67)	(33.33)	(0.00)

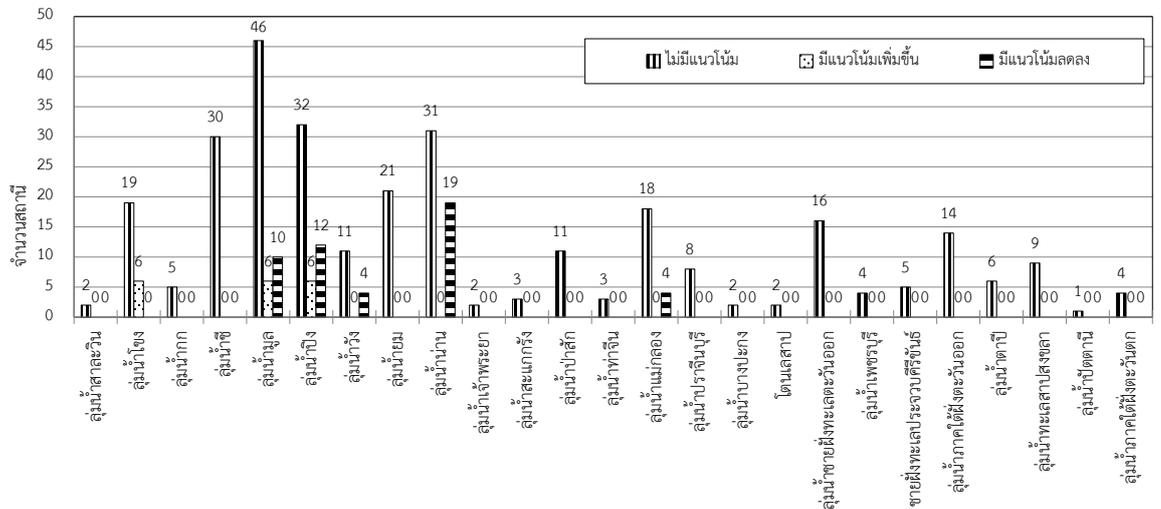
หมายเหตุ : () ร้อยละของจำนวนสถานีต่อจำนวนสถานีวัดน้ำทำทั้งลุ่มน้ำ



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดโดยวิธี Linear Regression



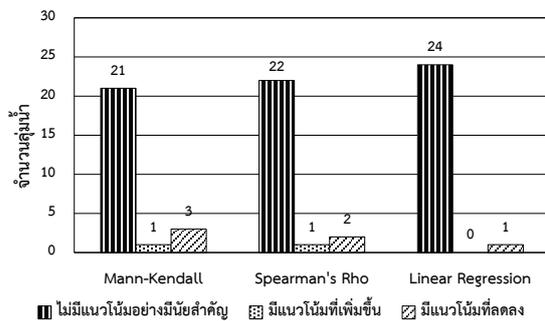
รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดโดยวิธี Spearman's Rho



รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดโดยวิธี Mann-Kendall

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2561

เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า มีจำนวน 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปัตตานี ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำเพชรบุรี และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่พบแนวโน้มมีจำนวนสถานีมากกว่าหรือเท่ากับ จำนวนสถานีที่ไม่พบแนวโน้ม โดยสถานีในลุ่มน้ำปัตตานีแสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น และสถานีในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำเพชรบุรี และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์แสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลง และมีจำนวน 21 ลุ่มน้ำ ซึ่งมีจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่ไม่พบแนวโน้มมีจำนวนสถานีมากกว่า จำนวนสถานีที่พบแนวโน้มภายในลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนลุ่มน้ำและแนวโน้มที่พบจากการวิเคราะห์โดยวิธีการต่าง ๆ

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเฉพาะสถานีวัดน้ำท่าที่มีนัยสำคัญในลุ่มน้ำ พบว่า มีจำนวน 22 ลุ่มน้ำที่พบสถานีวัดน้ำท่าที่มีนัยสำคัญ ดังแสดงได้ดังตารางที่ 4 และสรุปได้ดังนี้ ลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น มีจำนวน 8 ลุ่มน้ำ ที่พบจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่แสดงแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้นมีจำนวนสถานีมากกว่า สถานีที่แสดงแนวโน้มที่ลดลง โดยลุ่มน้ำที่สถานีวัดน้ำท่าทั้งหมดแสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำปัตตานี และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลง มีจำนวน 11 ลุ่มน้ำ ที่พบจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่แสดงแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลงมีจำนวนสถานี

มากกว่าสถานีที่แสดงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยลุ่มน้ำที่สถานีวัดน้ำท่าทั้งหมดแสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ลดลง ได้แก่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำโตนเลสาป

ลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เท่ากัน มีจำนวน 3 ลุ่มน้ำ ที่พบจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่แสดงแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้นและลดลงมีจำนวนเท่ากัน ได้แก่ ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำแม่กลอง และลุ่มน้ำตาปี

ตารางที่ 4 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์แนวโน้มของลุ่มน้ำเมื่อพิจารณาเฉพาะสถานีวัดน้ำท่าที่มีนัยสำคัญ

ลุ่มน้ำ	แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุด		
	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	มีแนวโน้มลดลง	มีแนวโน้มที่เท่ากัน
1. สาละวิน	-	-	-
2. โขง	✓	-	-
3. กง	-	-	-
4. ซี	✓	-	-
5. มูล	-	✓	-
6. ปิง	-	✓	-
7. วัง	-	✓	-
8. ยม	✓	-	-
9. น่าน	-	✓	-
10. เจ้าพระยา	-	✓	-
11. สะแกกรัง	✓	-	-
12. ป่าสัก	-	-	✓
13. ทำจีน	-	-	-
14. แม่กลอง	-	-	✓
15. ปรานบุรี	-	✓	-
16. บางปะกง	-	✓	-
17. โตนเลสาป	-	✓	-
18. ชายฝั่งทะเลตะวันออก	✓	-	-
19. เพชรบุรี	-	✓	-
20. ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	-	✓	-
21. ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	-	✓	-
22. ตาปี	-	-	✓
23. ทะเลสาบสงขลา	✓	-	-
24. ปัตตานี	✓	-	-
25. ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	✓	-	-
รวม	8	11	3

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทดสอบแนวโน้มทั้ง 3 วิธี พบว่า การวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดด้วยวิธี Mann-Kendall และวิธี Spearman's Rho แสดงค่าแนวโน้มปริมาณน้ำหลาก

สูงสุดที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นเพราะทั้ง 2 วิธี เป็นการทดสอบแนวโน้มทางสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ ซึ่งวิธีการทดสอบแนวโน้มทางสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์นั้น จะเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติหรือการทดสอบแนวโน้มที่มีข้อมูลที่บิดเบือนหรือขาดหายไปในช่วงเวลา ดังเช่นข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในประเทศไทย สำหรับวิธี Linear Regression เป็นวิธีการทดสอบแนวโน้มทางสถิติแบบมีพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการใช้ทดสอบแนวโน้มทางสถิตินั้น จะเหมาะสำหรับการทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ จึงให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างจากวิธี Mann-Kendall และวิธี Spearman's Rho

นอกจากนั้น ผลการวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ในหลาย ๆ ลุ่มน้ำ ยังไม่สามารถสรุปผลของแนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดได้อย่างชัดเจน เนื่องจากผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำไม่แสดงค่าแนวโน้มที่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Trend/ Change Detection Software, User Guide, CRC for Catchment Hydrology, Australia, 2005.
- [2] H. B. Mann, "Nonparametric tests against trend," *Econometrical*, vol. 13, no.3 pp. 245-259, Jul. 1945.
- [3] M. G. Kendall, "Rank Correlation Methods," 4th ed. London: Charles Griffin, 1975.
- [4] S. Yue and C. Wang, "The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect

Trend in Serially Correlated Hydrological Series," *WARM Journal*, vol. 18(3), pp. 201-218, Jun. 2004.

- [5] E. Kahya and S. Kalayci, "Trend analysis of streamflow in Turkey," *J. Hydrology*, vol. 289, pp. 128-144, Apr. 2004.
- [6] K. H. Hamed, "Trend detection in hydrologic data: The Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis," *J. Hydrology*, vol. 349, pp. 350-363, Feb. 2008.
- [7] C. Theprasit, K. Kitparnitchrun, and K. Boonmee, "Trend Analysis of Extreme Rainfall for Bangkok," *The 20th National Convention on Civil Engineering (NCCE20)*, Pattaya, Chonburi, Thailand, Jul. 8-10, 2015. NNCE-417, pp. 1-6.