วิธีการผันน้ำเพื่อการชลประทานสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างในฤดูแล้ง
A Water Diversion Procedure to Irrigation for the Lower Chao Phraya Basin in Dry Season

ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล[1,*] และ คุณานนต์ ศรีสุทิวา[2]

[1] ศาสตราจารย์ และ [1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.ปทุมธานี
**Corresponding author; E-mail address: cchava@engr.tu.ac.th*

บทคัดย่อ

การผันน้ำให้ตรงตามแผนการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ชลประทาน เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างระหว่างช่วงฤดูแล้งให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษานี้จึงนำเสนอวิธีการผันน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยา ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ถดถอยแบบควอนไทล์ (quantile regression) ระหว่างข้อมูลระดับน้ำเหนือเขื่อนกับอัตราการผันน้ำเข้าแม่น้ำและคลองที่สนใจ (2540 - 2559) และการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบการแจกแจงแบบปกติ(normal distribution) ของข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนรวมของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์สำหรับช่วงฤดูแล้ง (2540-2559) ความสัมพันธ์ถดถอยแบบควอนไทล์เหมาะสมกว่าการถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด (least squares regression) เพราะงานวิจัยนี้สนใจฟังก์ชั่นแบบมีเงื่อนไขกับควอนไทล์ นอกจากนี้ยังแปรปรวนน้อยกว่า เมื่อต้องใช้ประมาณการกรณีสุดโต่งด้วย ขั้นตอนการประยุกต์ใช้วิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้เริ่มต้นโดยใช้แบบจำลองหาระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลน้ำต้นทุนรวมด้วยวิธีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จากนั้นพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันน้ำกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับน้ำต้นทุนต่าง ๆ ด้วยวิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression) ผลการประยุกต์วิธีการผันน้ำที่เสนอเข้าสู่แม่น้ำน้อยผ่านทางประตูระบายน้ำบรมธาตุ และแม่น้ำท่าจีนผ่านทางประตูระบายน้ำพลเทพ พบว่า วิธีการนี้สามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานได้ตรงตามแผนมากกว่าข้อมูลการผันน้ำเดิม

คำสำคัญ: การถดถอย, การแจกแจงความน่าจะเป็น, เขื่อนผันน้ำ, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Abstract

Diversion of water meeting an irrigation plan is fundamental to management of water resources in the lower Chao Phraya Basin during dry season efficiently. This study therefore proposes a procedure for water diversion from the Chao Phraya Dam that consists of a combination of a quantile regression between observed upstream-water-level of the dam and diversion discharge record (1997 – 2016) and a probability distribution (lognormal distribution) of historical capital water of the Bhumibhol and Sirikit dams for the period (1997 - 2016). The adopted regression is more suitable than ordinary least-square one because the present research is interested in obtaining the function that is conditional on quantile. In addition, when dealing with outlier condition, its estimation is also more robust. The application of the proposed procedure starts with using the normal distribution function to find a level of probability for the available capital water. Later, it considers the developed Quantile regression to estimate a rate of diversion discharge with the probability level and a water level observation. Results of applying to the Noi River (the Boromtart Gate) and the Tha-Chin River (the Polathep Gate) have shown that the procedure yields the size of irrigated areas that are closer to a plan than that of existing ones.

Keywords: Quantile Regression, probability distribution, diversion dam, the Chao Phraya Basin

1.คำนำ

ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ภาคเหนือของประเทศลงมาจนถึงที่ราบลุ่มภาคกลาง รวม 22 จังหวัด และยังเป็นลุ่มน้ำที่มีการทำเกษตรกรรมที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยโดยเฉพาะการปลูกข้าว ลุ่มเจ้าพระยามีพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 10.5 ล้านไร่ ส่วนใหญ่เป็นการเพาะปลูกข้าว แบ่งเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวในลุ่มเจ้าพระยาตอนบน(เหนือจังหวัดนครสวรรค์ขึ้นไป) ประมาณ 3 ล้านไร่ และลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง(ใต้จังหวัดนครสวรรค์ลงมา) ประมาณ 7.5 ล้านไร่ คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจรวมกว่า 51,877 ล้านบาทต่อปี และมักจะประสบปัญหาปริมาณน้ำในการเพาะปลูกไม่เพียงพอในช่วงฤดูแล้งทำให้เกิดพื้นที่การเพาะปลูกเสียหายกว่า 448,000 ไร่ รวมมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจกว่า 4,150 ล้านบาท [1]

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใช้น้ำต้นทุนจากแหล่งเดียวกันคือ เขื่อนภูมิพลในแม่น้ำปิง และเขื่อนในแม่น้ำน่านมีปริมาณเก็บกักรวม 22,972 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีความจุน้ำใช้การสุทธิ 16,322 ล้านลูกบาศก์เมตร การบริหารจัดการน้ำในลุ่มเจ้าพระยาตอนล่างจะใช้เขื่อนเจ้าพระยาเป็นเครื่องมือหลักในการทดน้ำ เพื่อยกระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาให้สามารถที่จะผันเข้าสู่ระบบชลประทานทั้งฝั่งตะวันตก และฝั่งตะวันออก ซึ่งมีแม่น้ำและคลองที่สำคัญทั้งหมด 5 สาย ได้แก่ แม่น้ำน้อย แม่น้ำท่าจีน และคลองมะขามเฒ่า-อู่ทอง(ม.-อ.) ในฝั่งตะวันออกแม่น้ำเจ้าพระยา คลองชัยนาท-อยุธยา(มโนรมย์) และคลองชัยนาท-ป่าสัก(มหาราช) ในฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา [1]

กรมชลประทานซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการบริหารจัดการน้ำนั้น มีการบริหารจัดการโดยการใช้ปริมาณน้ำใช้การที่มีใน 2 เขื่อนหลักในลุ่มน้ำเจ้าพระยา(เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์) ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน ของทุกปี เป็นปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งของลุ่มเจ้าพระยา โดยการวางแผนการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งนั้นกรมชลประทานจะวางแผนการเพาะปลูกไว้ที่ 50% ของพื้นที่การเพาะปลูกทั้งหมดเป็นอันดับแรก เช่น ในลุ่มเจ้าพระยาตอนล่างมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 7.5 ล้านไร่ ในแผนการเพาะปลูกฤดูแล้งจะกำหนดไว้แค่ไม่เกิน 3.2 ล้านไร่ และเมื่อนำแผนการเพาะปลูกดังกล่าวมาคำนวณปริมาณการใช้น้ำทั้งฤดูกาลแล้วพบว่ายังไม่เพียงพอ ก็จะมีการพิจารณาปรับลดแผนการเพาะปลูกลงมาให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ ซึ่งในการจัดทำแผนการเพาะปลูกดังกล่าวจะมีการประชุมกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานในพื้นที่ต่าง ๆ ผ่านหน่วยงานในพื้นที่ของกรมชลประทานเพื่อสำรวจความคิดเห็น และทำข้อตกลงร่วมกันในการใช้น้ำต้นทุนดังกล่าวด้วย {[2] [3]} อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการน้ำด้วยการผันน้ำในอดีตที่ผ่านมาพบว่า มีการบริหารจัดการที่ไม่ตรงตามแผนการผันน้ำ ส่วนใหญ่จะมีการผันน้ำที่มากกว่าแผน ทำให้พื้นที่ชลประทานในแม่น้ำ และคลองสายอื่นๆ มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะวิศวกรไม่มีเกณฑ์การผันน้ำที่แน่นอน ตามระดับน้ำต้นทุนและระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยา

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันน้ำกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับน้ำต้นทุนต่าง ๆ ด้วยวิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression) เพราะวิธีการถดถอยที่เสนอนี้ มีความเหมาะสมกับปัญหาเพราะสามารถให้ความสัมพันธ์ที่สนใจแบบมีเงื่อนไขกับปริมาณน้ำต้นทุนต่าง ๆ ได้ การพัฒนาฟังก์ชั่นแสดงอัตราการผันน้ำของแม่น้ำน้อยและแม่น้ำท่าจีนโดยใช้ข้อมูลการไหลผ่านประตูระบายน้ำและระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาระหว่างปีพ.ศ.2540-2559 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลปีพ.ศ.2560 ได้แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์นี้สามารถให้แนวทางในการผันน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้ใกล้เคียงกับแผนการเพาะปลูกมากกว่าการบริหารโดยใช้ประสบการณ์ของวิศวกรในพื้นที่เพราะอัตราการผันน้ำที่ได้มีความใกล้เคียงกับความต้องการน้ำตามแผนการผันน้ำมากกว่า

2. วิธีการพัฒนาฟังก์ชั่นแสดงอัตราการผันน้ำแบบมีเงื่อนไข

งานวิจัยนี้จะใช้ทฤษฎีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ในการวิเคราะห์ระดับน้ำต้นทุนในปีต่าง เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการผันน้ำ ๆ และใช้วิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression) เพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันน้ำกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับน้ำต้นทุนต่าง ๆ

2.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ของระดับน้ำต้นทุน

งานวิจัยนี้พิจารณาแหล่งน้ำต้นทุนในฤดูแล้งของลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยพิจารณาจากปริมาณแค่ 2 เขื่อนหลักคือเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์เท่านั้น เราไม่นำปริมาตรเก็บกักตอนเริ่มต้นฤดูแล้งของเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์มาพิจารณาใช้เป็นน้ำต้นทุน เพราะปริมาณน้ำต้นทุนของทั้ง 2 เขื่อนดังกล่าวมีใช้เพียงพอแค่พื้นที่ชลประทานในทุ่งบางระกำและริมแม่น้ำลพบุรีเท่านั้น ส่วนฝนในช่วงฤดูแล้งที่ตกบริเวณท้ายเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ก็มีปริมาณน้อย และไม่มีแหล่งเก็บกัก จึงไม่นำคิดเป็นน้ำต้นทุน

ในทางปฏิบัติ กรมชลประทานพิจารณาปริมาตรเก็บกักรวมของเขื่อนภูมิพลและสิริกิต์ ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน เป็นน้ำต้นทุนทั้งหมดของลุ่มน้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง และบริหารน้ำต้นทุนทั้งหมดให้เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำทางด้านการอุปโภค-บริโภค รักษาระบบนิเวศน์-ผลักดันน้ำเค็ม และชลประทาน ปริมาณน้ำต้นทุนนี้จะแปรผันตรงกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยา และส่งผลต่อเนื่องถึงอัตราการผันน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานระบบชลประทานทั้ง 5 สาย กล่าวคือ ถ้าน้ำต้นทุนมากจะส่งผลให้น้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาสูง และอัตราการผันน้ำมาก ดังนั้นวิธีการพัฒนาวิธีการพัฒนาฟังก์ชั่นอัตราการผันน้ำ จึงเริ่มต้นด้วยการหาพิจารณาหาระดับความน่าจะเป็นของน้ำต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

ถ้ากำหนดให้ x คือปริมาณน้ำต้นทุน ณ ปีใดๆ วิธีการนี้สมมติให้ตัวแปร x เป็นไปตามการแจกแจงแบบปกติ (*Normal Distribution)* ซึ่งฟังก์ชั่นแสดงความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function, PDF) และฟังก์ชั่นแสดงความน่าจะเป็นสะสม (cumulative probability function, CDF) เขียนได้ตามลำดับดังต่อไปนี้ [4]

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$F(x)=\begin{cases} B & ; \ Z(x)<0 \\ 1-B & ; \ Z(x)\geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$B=\frac{1}{2}\left[\begin{matrix} 1+019685\ |Z(x)|+0.115194\ |Z(x)|^2\ldots \\ +0.000344\ |Z(x)|^3+0.019527|Z(x)|^4 \end{matrix}\right]^{-4} \quad (3)$$

$$Z(x)=\frac{x-\mu}{\sigma} \quad (4)$$

โดยที่พารามิเตอร์ μ ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล (Mean) และ σ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ในการศึกษานี้ได้นำ CDF ของ Normal Distribution มาประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินโอกาสการเกิดหรือแจกแจงความถี่ของปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละปีสำหรับลุ่มน้ำเข้าพระยาโดยการพิจารณาจากปริมาณน้ำในเขื่อนภูมิพลและสิริกิตติ์ เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลปริมาณน้ำในเขื่อนของแต่ละปีมีการกระจายตัวแบบ Normal Distribution ในการศึกษานี้จึงได้ทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้วิธี Q-Q Plot และเลือกใช้ความน่าจะเป็นของ Blom [5] โดยใช้สมการ $P_{Blom}=(M-0.375)/(N+0.5)$ สำหรับการวิเคราะห์ความน่าเป็นวิธี Plotting Position เริ่มจากการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากแล้วจึงทำการประเมินค่าความน่าจะเป็นของ Blom (Pblom) จากนั้นทำการย้อนกลับฟังก์ชั่น CDF ของ Standard Normal Distribution หรือ Normal Distribution ที่มีค่าฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 0 และ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในสมการที่ (6) จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาพล็อตกับข้อมูลจริง

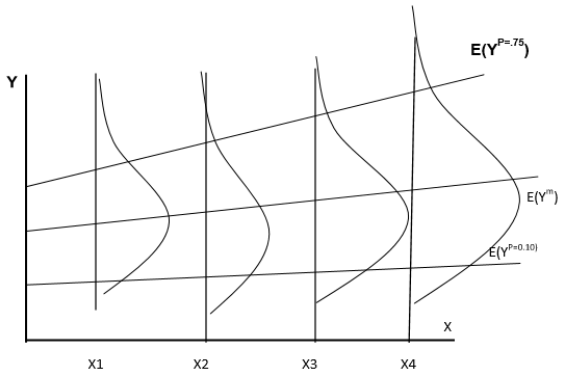
$$P_{Blom}=(M-0.375)/(N+0.5) \quad (5)$$

$$Z(P_{Blom})=F^{-1}(P_{Blom}|0,1) \quad (6)$$

โดยที่ M คือลำดับของข้อมูล และ N คือ จำนวนของข้อมูล และ Z(Pblom) คือค่าที่ได้ฟังก์ชั่นปรับลดความแปรปรวน (Reduced Variate) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ x เมื่อ μ และ σ มีค่าเท่ากับ 0 และ 1 ตามลำดับ

2.2 วิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression)

การถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression: QR) เป็นทางเลือกในกรณีที่การแจกแจกมีลักษณะไม่สมมาตร หรือใช้ร่วมกับการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบค่าเฉลี่ย (Mean Regression: MR) ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะ การวิเคราะห์ด้วยวิธี QR นั้นสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสละและตัวแปรตามที่ไม่ได้พิจารณาแต่เฉพาะแนวโน้มเข้าสู่ค่าเฉลี่ย แต่สามารถหาความสัมพันธ์ ณ จุดใดจุดหนึ่งของการแจกแจง หรือที่ ณ ระดับควอนไทล์ต่างๆ กัน รูปที่ 1 อธิบายแนวคิดการถดถอยแบบควอนไทล์ ตามสมการ $E(Y_p/X)=a_p+b_pX_i$ จากรูปที่ 1 มีสมการเส้นถดถอย 3 เส้น หรือ 3 สมการ $E(Y_p^m)$ เป็นสมการถดถอยที่คำนวณผ่านจุดค่าของการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรตาม Y_p คือ $E(Y_p/X)=a_p+p_bX_i$ สำหรับอีก 2 สมการ คือสมการถดถอยแบบมีเงื่อนไขที่คำนวณผ่านจุดค่าควอนไทล์ที่ 0.10 และ 0.75 ของการแจกแจงของความน่าจะเป็นของตัวแปรตาม Y_p ได้แก่สมการ $E(Y_p^{P=0.10})=a_p+b_pX_i$ และ $E(Y_p^{P=0.75})=a_p+b_pX_i$ ตามลำดับ [7] งานวิจัยนี้ได้สมมติการกระจายของอัตราการผันน้ำเป็นไปตามระดับน้ำต้นทุนต่าง ๆ



แหล่งที่มา [7]
รูปที่ 1 ผังแสดงความหมายของฟังก์ชั่นการถดถอยแบบควอนไทล์

การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยภายใต้สมการถดถอยแบบ Linear regression ดังแสดงในสมการที่ (1) และใช้วิธีการผลต่างกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Squares Error) ประเมินพารามิเตอร์ของเส้นตรง (ความชั้น (b), จุดตัดแกนวาย (a)) ซึ่งมีหลักการคือ หาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองมีค่าต่ำสุด (minimize sum of squares) ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$E(Y_p/X)=a_p+b_px_i \tag{8}$$

$$min \sum_{n=1}^{n}(y_p-(ap+bpxi))^2 \tag{9}$$

สำหรับในกรณีการสร้างเส้นแนวโน้มของแต่ละควอนไทล์ (P) ต่าง ๆ สามารถทำได้โดยการคำนวณผลรวมของความแตกต่างสมบูรณ์ (Sum Absolute Error, SAE) โดยแยกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งประกอบไปด้วยชุดข้อมูลที่ $y_p>a_p+b_px_i$ และ$y_p<a_p+b_px_i$ โดยที่จะทำการประเมินหาพารามิเตอร์ a และ b ที่ทำให้ได้ค่า SAE ต่ำที่สุดดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$min\left/P\sum_{y_p>a_p+b_px_i}/y_p-(a_p+b_px_i)/\right/ + \left/(1-P)\sum_{y_p\le a_p+b_px_i}/y_p-(a_p+b_px_i)/\right/ \tag{10}$$

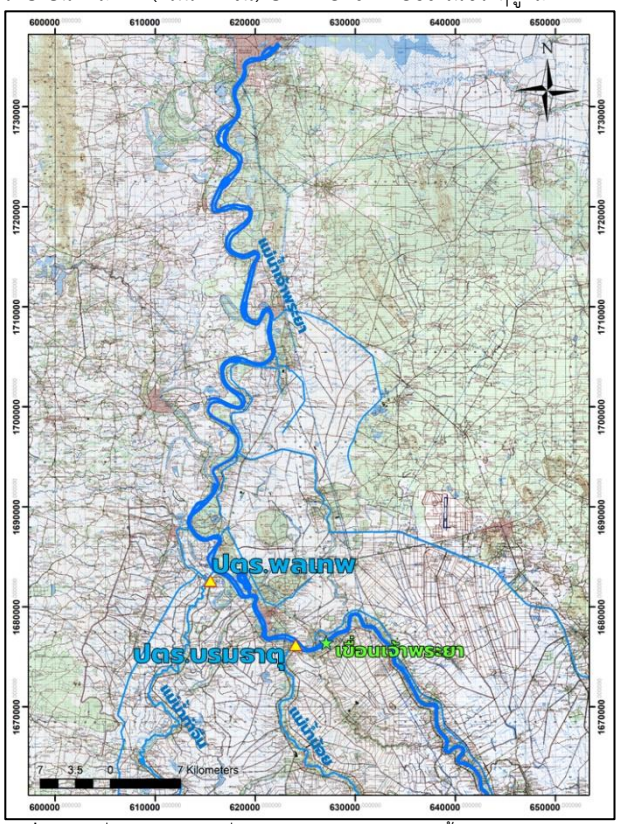
โดยที่ y_p คืออัตราการผันน้ำ, x_p คือ ระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยา, a คือ จุดตัดแกน และ b คือ ความชันของเส้นตรง [7]

3.การประยุกต์วิธีการที่เสนอ

วิธีการที่เสนอดังกล่าว ได้ถูกนำไปพัฒนาฟังก์ชั่นของอัตราการผันน้ำจากเขื่อนเจ้าพะยา เข้าสู่แม่น้ำน้อยทางประตูระบายน้ำบรมธาตุ และแม่น้ำท่าจีนทางประตูระบายน้ำพลเทพ (ดูตำแหน่งของอาคารชลศาสตร์เหล่านี้ในรูปที่ 2)

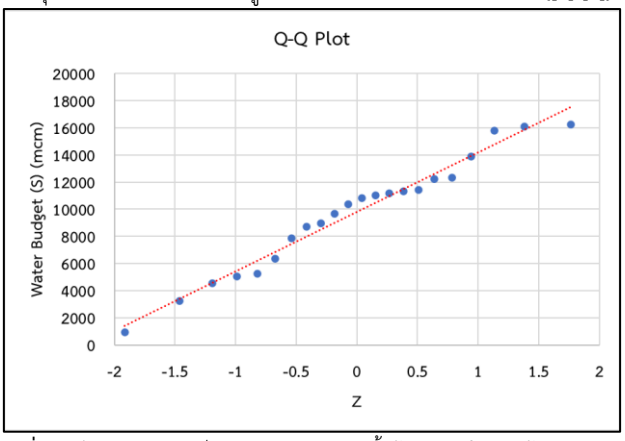
3.1 ข้อมูลและการวิเคราะห์เบื้องต้น

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนรวมของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน ซึ่งถือเป็นปริมาณน้ำต้นทุนทั้งหมดในฤดูแล้งของลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมถึงข้อมูลระดับน้ำรายวันเหนือเขื่อนเจ้าพระยา และอัตราการไหลรายวันผ่านประตูระบายน้ำบรมธาตุ (แม่น้ำน้อย) และประตูระบายน้ำพลเทพ (แม่น้ำท่าจีน) ปีพ.ศ.2540 – 2560 ในช่วงฤดูแล้ง



รูปที่ 2 แผนที่แสดงตำแหน่งเขื่อนเข้าพระยา ประตูระบายน้ำบรมธาตุ และประตูระบายน้ำพลเทพ

เนื่องจากวิธีการที่เสนอได้สมมติให้ปริมาณน้ำต้นทุนดังกล่าวเป็นไปตามทฤษฎีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบการกระจายตัวของปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาว่ามีความเข้ากันได้กับการกระจายตัวแบบ Normal Distribution โดยการประยุกต์ใช้วิธี Q-Q Plot ตามสูตรตำแหน่งการพล็อต ของ blom {[5] [6]}



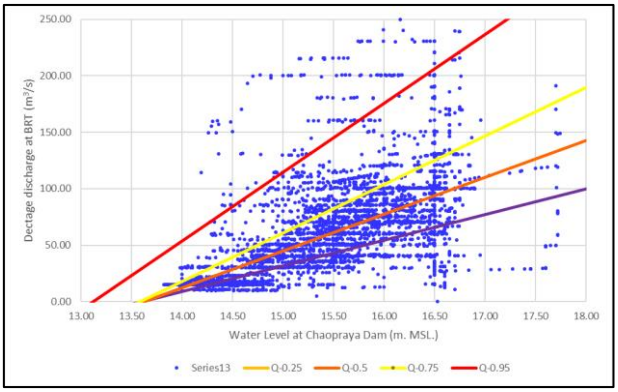
รูปที่ 3 พล็อตความน่าจะเป็นแบบ Normal ของน้ำต้นทุนรวมในฤดูแล้งของลุ่มน้ำเจ้าพระยา (2540 – 2559)

3.2 ผลลัพธ์

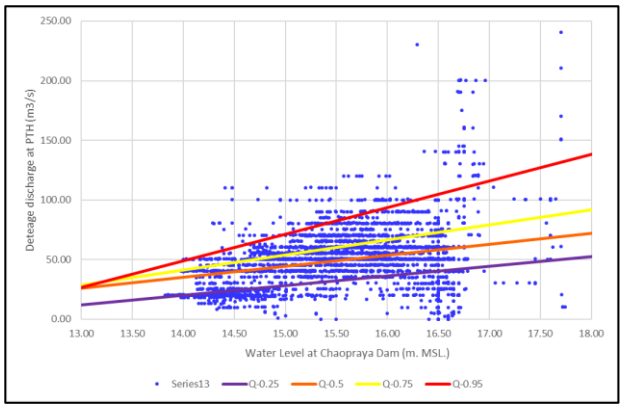
ในการพัฒนาฟังก์ชั่นอัตราการผันน้ำ ข้อมูลที่เก็บรวมรวบมาได้ส่วนใหญ่ (2540 – 2559) ได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ที่สนใจ ส่วนข้อมูลที่เหลือในปีพ.ศ.2560 ได้ถูกเก็บไว้ เพื่อทดสอบการใช้งานจริงของฟังก์ชั่นที่ได้ ผลลัพธ์ในการพัฒนาฟังก์ชั่นพอสรุปได้ดังนี้

3.2.1 ฟังก์ชั่นแสดงอัตราการผันน้ำ

งานวิจัยนี้นำได้นำวิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression) มาพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันแม่น้ำน้อยและแม่น้ำท่าจีนกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับปริมาณน้ำต้นทุนต่าง ๆ (ระดับความน่าจะเป็น 0.05, 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.95) และงานวิจัยนี้ได้นำไปทดลองใช้ในการพัฒนาความความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันน้ำน้อยและแม่น้ำท่าจีนกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับปริมาณน้ำต้นทุนต่าง ๆระหว่างปีพ.ศ.2560 ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ปริมาณน้ำต้นทุนที่ควอนไทล์ (quantile) ที่ 0.32 เพื่อทดสอบแบบจำลองได้ตามรูปที่ 3 และรูปที่ 4



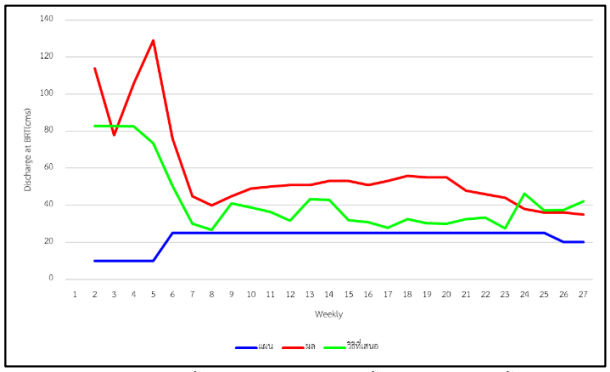
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ถดถอยแบบควอนไทล์ระหว่างอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำบรมธาตุ(แม่น้ำน้อย) กับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยา (ที่ระดับความน่าจะเป็นสะสม 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.95)



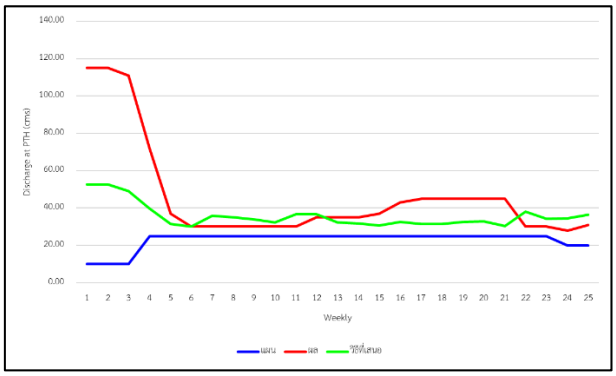
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ถดถอยแบบควอนไทล์ระหว่างอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำพลเทพ(แม่น้ำท่าจีน) กับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยา (ที่ระดับความน่าจะเป็นสะสม 0.25, 0.50, 0.75 และ 0.95)

3.2.2 ผลการผันน้ำปีพ.ศ.2560

งานวิจัยนี้ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำบรมธาตุ(แม่น้ำน้อย) และประตูระบายน้ำพลเทพ(แม่น้ำท่าจีน) กับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาตามระดับปริมาณน้ำต้นทุนที่ควอนไทล์ (quantile) ที่ 0.32 สำหรับปีพ.ศ.2560 ตามลำดับ เมื่อนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปใช้ในการเลือกอัตราการไหลที่จะผันเข้าสู่แม่น้ำน้อย และแม่น้ำท่าจีน พบว่าสามารถทำให้การผันน้ำตรงตามแผนมากยิ่งขึ้นทั้งในแม่น้ำน้อย และแม่น้ำท่าจีน ตามรูปที่ 5 และรูปที่ 6 เพราะการผันน้ำที่ไม่ตรงตามแผนในระบบชลประทานจะส่งผลต่อปริมาณน้ำต้นทุนที่จะต้องผันเข้าแม่น้ำ และคลองสายหลักอีก 3 สายของลุ่มเจ้าพระยาด้วย



รูปที่ 6 อัตราการผันน้ำผ่านประตูระบายน้ำบรมธาตุ(แม่น้ำน้อย) ของความสัมพันธ์ถดถอยที่เสนอ เปรียบเทียบกับข้อมูลการผันน้ำ และอัตราการผันน้ำเป้าหมายของแผนการเพาะปลูกในฤดูแล้งของปีพ.ศ.2560



รูปที่ 7 อัตราการผันน้ำผ่านประตูระบายน้ำพลเทพ(แม่น้ำท่าจีน) ของความสัมพันธ์ถดถอยที่เสนอ เปรียบเทียบกับข้อมูลการผันน้ำ และอัตราการผันน้ำเป้าหมายของแผนการเพาะปลูกในฤดูแล้งของปีพ.ศ.2560

4.สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการถดถอยแบบควอนไทล์ (Quantile Regression) สำหรับพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผันน้ำน้อยและแม่น้ำท่าจีนกับระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาที่ระดับปริมาณน้ำต้นทุนต่าง ๆ วิธีการถดถอยที่เสนอได้ถูกนำไปพัฒนาฟังก์ชันแสดงอัตราการผันน้ำของแม่น้ำน้อยและแม่น้ำท่าจีนโดยใช้ข้อมูลการไหลผ่าประตูระบายน้ำและระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยาระหว่างปีพ.ศ.2540-2559 และผลการทดสอบฟังก์ชั่นที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลการผันน้ำในแม่น้ำน้อย และแม่น้ำท่าจีนปีพ.ศ.2560 พบว่าความสัมพันธ์นี้สามารถทำให้การผันน้ำเข้าใกล้แผนมากขึ้นกว่าการบริหารด้วยการใช้ประสบการณ์ของวิศวกรในพื้นที่ร้อยละ 26.10, 24.61 ตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยคิดว่าหากมีการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำเหนือเขื่อนเจ้าพระยามาใช้ประกอบกับการพิจารณาการผันน้ำตามวิธีที่เสนอจะช่วยให้การผันน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยวิธีการผันน้ำเพื่อการชลประทานสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างในฤดูแล้ง (A Water Diversion Procedure to Irrigation for the Lower Chao Phraya Basin in Dry Season) รวมทั้งสำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน ที่สนับสนุนข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(มหาชน). (2555), *การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ลุ่มเจ้าพระยา*, สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(มหาชน)

[2] สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. (2561), *ผลการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้ง ปี2560/2561*, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

[3] สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. (2562), *ผลการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้ง ปี2561/2562*, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

[4] Pearson. Karl (1893), *"Contributions to the mathematical theory of evolution [abstract]"*. Proceedings of the Royal Society. 54 (326–330): 329–333. doi:10.1098/rspl.1893.0079. JSTOR 115538

[5] Blom, G. (1958), *Statistical estimates and transformed beta variables*, New York: John Wiley and Sons

[6] ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล. (2554), *การวิเคราะห์ความถี่อุทกภัย*, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หน้า 42-63

[7] ถวิล นิลใบ. (2557). *ควอนไทล์รีเกรสชั่น (Quantile Regression)*, Retrieved March 14, 2020, from http://www.eco.ru.ac.th/images/gallery/km/KMecoK.pdf