บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา

ลุ่มน้ำแม่กลองเป็นลุ่มน้ำใหญ่อันดับ ๓ ของประเทศไทย รองลงมาจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำมูลชี (ดูรายละเอียดประกอบในผนวก ข. หน้า ๘๑) ลุ่มน้ำนี้ส่วนใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ในภาคตะวันตกของประเทศไทยซึ่งรวมจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และสมุทรสงคราม บริเวณนี้เป็นแหล่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และเป็นแหล่งที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นที่สุดของภาคตะวันตกของประเทศ ปัจจุบันนี้การพัฒนาทางเกษตรกรรมได้รุดก้าวหน้าไปมากโดยเฉพาะทางตอนล่างของลุ่มน้ำ พืชหลักได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย และพืชไร่อื่น ๆ ในระยะที่ประเทศไทยกำลังมุ่งที่จะพัฒนาความเป็นอยู่ของประชาชนในชนบทอย่างรีบเร่ง เพื่อยกระดับการครองชีพให้สูงขึ้น โดยประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้นนโยบายและแผนพัฒนาของรัฐบาลส่วนหนึ่งจึงได้แก่การพัฒนาระบบชลประทานและการไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งลุ่มน้ำแม่กลองได้รับการพิจารณาและดำเนินการไปแล้วบางส่วน เช่น การสร้างเขื่อนวชิราลงกรณ์ซึ่งเป็นเขื่อนชลประทานที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และได้เปิดใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๑๓ ส่วนโครงการอื่นที่อยู่ระหว่างดำเนินอยู่ได้แก่ การสร้างเขื่อนเจ้าเณรขวางแม่น้ำสาขาแควใหญ่ที่อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี เขื่อนแห่งใหม่นี้เป็นเขื่อนเอนกประสงค์ที่มีจุดมุ่งหมายหลักคือการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ คาดว่าโครงการนี้จะเสร็จในปี พ.ศ. ๒๕๒๒ และยังมีโครงการอื่นที่จะดำเนินการต่อไปอีกได้แก่ โครงการสร้างเขื่อนที่เขาวังบนแม่น้ำแควน้อยและโครงการสร้างเขื่อนที่บ่อพลอยบนแม่น้ำลำตะเพิน ซึ่งเป็นสาขาของแควใหญ่ จากโครงการเหล่านี้จะทำให้พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ในทางชลประทานเป็นจำนวนประมาณ ๓,๔๕๐,๐๐๐ ไร่ ดังนั้นแม่น้ำแม่กลองจึงมีความสำคัญในทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมซึ่งเปรียบเสมือนเป็นสายโลหิตใหญ่ของภาคนี้ แต่อย่างไรก็ดีปรากฏว่าแทบทุกปีในฤดูฝนจะเกิดน้ำหลากมาท่วมจังหวัดกาญจนบุรี ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียหายต่อพืชผลและชีวิตประชากร ทำให้เกิดความสูญเสียในทางเศรษฐกิจของภาคตะวันตกอย่างมากมาย เพื่อที่จะให้การวางแผนและควบคุมปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางอุทกศาสตร์วิทยาและรายละเอียดอื่น ๆ อย่างเพียงพอ เพื่อใช้ในการคาดการณ์ขนาดของน้ำหลากและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ซ้ำ ๆ กัน ถึงแม้ว่าในอดีตจะได้มีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญของลุ่มน้ำและลำน้ำ

ที่มีอิทธิพลต่อขนาดของน้ำหลากสูงสุดแล้ว แต่ก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาให้ได้รายละเอียดขนาดน้ำหลากต่าง ๆ พร้อมทั้งระยะเวลาการเกิดน้ำหลากด้วย โดยให้ได้ผลออกมาอยู่ในรูปสมการที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่สำคัญของลุ่มน้ำกับลำน้ำ ก็จะทำให้การคาดคะเนน้ำหลากเป็นไปได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

๑.๒ การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว

ในปัจจุบันการวิจัยน้ำหลากเน้นไปยังวิธีสังเคราะห์รูปไฮโดรกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในแม่น้ำกับเวลาที่เหมาะสมถูกต้องสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็ก โดยวิธีนี้จะทำให้ได้รายละเอียดครอบคลุมไปถึงวิธีการที่นำไปใช้คำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด รูปหน่วยไฮโดรกราฟและรูปไฮโดรกราฟฉับพลัน (instantaneous hydrograph) ซึ่งต่างกับการวิจัยอื่น ๆ ที่ได้กระทำมาแล้วที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะคาดหมายรูปไฮโดรกราฟที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบ (total design hydrograph) ดังมีรายละเอียดดังวิธีต่าง ๆ ดังนี้

๑.๒.๑ Rational method (Mulvaney, 2394)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้ในการหาอัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลาก (peak discharge) โดยปรากฏอยู่ในผลงานของ Mulvaney เมื่อปี พ.ศ. ๒๓๙๔ ซึ่งมีสมมุติฐานเป็นแนวความคิดที่ยึดถือว่าอิทธิพลของการกักเก็บน้ำชั่วคราวของพื้นที่ลุ่มน้ำไม่มีอิทธิพลต่อระบบการไหลของน้ำหลาก (pure translation) เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนและใช้ได้กับทุกสภาพ จึงเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ผลของการวิจัยออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_p = CIA$$

เมื่อ Q_p คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากเป็น ลบ.ม./วินาที

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำหลาก ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของลุ่มน้ำ

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตร.กม.

I คือ อัตราการตกปานกลางของฝนที่มีช่วงเท่ากับระยะเวลาที่น้ำต้องไหลจากจุดไกลสุดมายังจุดที่ต้องการทราบเป็น มม./ชม.

๑.๒.๒ วิธีจากสูตรสำเร็จ (Emperical methods)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานว่า อัตราการไหลสูงสุดมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำ ซึ่งได้มีการวิจัยต่าง ๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

วิธีของ Fuller (Fuller, 2456)

ในปี พ.ศ. ๒๔๕๑ Fuller ได้ทำการศึกษาวิจัยจากอัตราการไหลของน้ำหลากของลุ่มน้ำในประเทศสหรัฐอเมริกา นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับพื้นที่ของลุ่มน้ำทำให้ได้ผลการวิจัยออกมาอยู่ในรูปสูตรดังนี้

$$Q_p = CA^n$$

เมื่อ Q_p คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลาก เป็น ลบ.ม./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตร.กม.

C และ n คือ ค่าตัวประกอบ

วิธีของ Benson (Benson, 2502)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ Benson ได้ค้นพบว่าค่าความลาดชันของลำน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากพื้นที่ของลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลต่อค่าน้ำหลาก และได้นำวิธีนี้ไปวิจัยการไหลในลุ่มน้ำบริเวณเขต New England ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ได้ผลออกมาอยู่ในรูปสูตรดังนี้

$$Q_p = aA^bS^c$$

เมื่อ Q_p คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลาก เป็น ลบ.ม./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตร.กม.

S คือ ค่าความลาดชันของลำน้ำ

a, b และ c คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งแตกต่างกันตามจำนวนรอบปีต่าง ๆ ของน้ำหลาก

วิธีของ Benson (Benson, 2505)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ Benson ได้ทำการศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลาก คุณลักษณะของลำน้ำรวมทั้งอัตราฝนตกของลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้อ่าวเม็กซิโกฝั่งตะวันตก โดยได้ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วย Multiple regression ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{2.33} = 22.9\ A^{1.20}\ P^{1.57}\ L^{-1.10}$$

$$Q_{2.33} = 19.7\ A^{1.24}\ S_f^{-1.42}\ P^{1.62}\ L^{-1.10}$$

$$Q_{5} = 51.5\ A^{1.05}\ S_f^{-1.81}\ P^{1.49}\ L^{-0.83}$$

$$Q_{10} = 2.08\ A^{0.71}\ S^{0.43}\ S_f^{-1.45}\ P^{2.36}$$

$$Q_{10} = 4.05\ A^{1.05}\ S^{0.38}\ S_f^{-1.53}\ P^{2.28}\ L^{-0.63}$$

$$Q_{25} = 1.11\ A^{0.97}\ S^{0.63}\ P^{2.68}\ L^{-0.43}$$

$$Q_{50} = 4.49\ A^{-0.95}\ S^{0.61}\ P^{2.28}\ L^{-0.49}$$

$$Q_{100} = 0.257\ A^{1.07}\ S^{1.01}\ P^{3.17}\ L^{-0.47}$$

เมื่อ Q_T คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากในช่วงเวลา T ปี เป็น ลบ.ฟ./วินาที

A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ เป็น ตารางไมล์

P คือ อัตราผนตกในช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้ เป็น นิ้ว/ชม.

S คือ ความลาดชันของลำน้ำ

L คือ ความยาวของลำน้ำ เป็น ไมล์

S_f คือ พื้นที่ผิวทั้งหมดของแอ่งชังน้ำในลุ่มน้ำ เป็น ตารางไมล์

วิธีของ Wu (Wu, 2510)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๐ Wu ได้นำวิธีของ Gumbel มาหาค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากในรอบปีต่าง ๆ ของลุ่มน้ำในรัฐฮาวายอี ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของลุ่มน้ำกับลำน้ำ ได้ผลออกมาดังรายละเอียดต่อไปนี้

สำหรับด้านรับลมฝนของทิวเขา Oahu

$$Q_{100} = 7.4 \times 10^{23}\ A^{1.31}\ L^{0.89}\ H^{-10.5}\ P^{5.24}$$

สำหรับด้านอับลมฝนระหว่างทิวเขา Oahu

$$Q_{100} = 2.06 \times 10^{-6} A^{0.75} L^{-0.38} H^{1.39} P^{3.17}$$

เมื่อ Q_{100} คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากในรอบช่วงเวลา ๑๐๐ ปี เป็น ลบ.ฟ./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น เอเคอร์

L คือ ความยาวของลำน้ำ เป็น ฟุต

H คือ ความสูงเฉลี่ยของลุ่มน้ำเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นฟุต

P คือ ฝนตกตลอดระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมง เป็น นิ้ว

วิธีของ Rodda (Rodda, 2510)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๐ Rodda ได้ทำการศึกษาวิจัยจากอัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากของลุ่มน้ำขนาดเล็ก ๒๖ แห่งในประเทศอังกฤษ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปริมาณฝนตกและคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{2.33} = 1.08 A^{0.77} R_{2.33}^{2.92} D^{0.81}$$

$$Q_{10} = 1.22 A^{0.69} R_{10}^{1.63} D^{1.02}$$

$$Q_{20} = 1.11 A^{0.64} R_{20}^{1.63} D^{1.02}$$

$$Q_{50} = 1.24 A^{0.51} R_{50}^{2.02} D^{0.94}$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตารางไมล์

R_T คือ ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดในรอบช่วงเวลา T ปี เป็นนิ้ว

D คือ ความหนาแน่นของลุ่มน้ำ เป็น ไมล์ต่อตารางไมล์

Q_T คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากในรอบช่วงเวลา T ปี เป็น ลบ.ฟ./วินาที

วิธีของ Pinkayan และ Sahagun (Pinkayan and Sahagun, 2516)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๖ Pinkayan และ Sahagun ได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ของอัตราการไหลปานกลางรายปีกับพื้นที่ของลุ่มน้ำและค่าฝนตกปานกลางรายปี ที่โครงการณ์การชลประทานทุ่งทมาหิว จังหวัดอุบลราชธานี ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_a = 0.029\ A^{0.870}$$

$$Q_{as} = 0.094\ A^{0.841}$$

$$Q_a = 2.467 \times 10^{-5}\ A^{1.033}\ R^{3.954}$$

$$Q_{as} = 2.113 \times 10^{-15}\ A^{0.983}\ R^{4.083}$$

เมื่อ Q_a คือ ค่าอัตราการไหลปานกลางรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที

Q_{as} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการไหลรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตารางกิโลเมตร

R คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกบนพื้นที่ลุ่มน้ำตลอดปี เป็น มิลลิเมตร

วิธีของ Pinkayan และ Ackermann (Pinkayan and Ackermann, 2517)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๗ Pinkayan และ Ackermann ได้ทำการศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์ของค่าอัตราการไหลปานกลางของน้ำหลากรายปี กับคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำ จากลุ่มน้ำขนาดตั้งแต่ ๓.๓๔ ถึง ๘๒๓ ตารางกิโลเมตร จำนวน ๑๙ แห่ง ในประเทศเนปาล เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างระบายน้ำสำหรับโครงการถนนสาย Hetauda-Narayangarh ในประเทศเนปาล ได้ผลออกมาดังรายละเอียดต่อไปนี้

กรณีที่ลุ่มน้ำตั้งอยู่ในที่สูงกว่าระดับ ๑๐๐๐ เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ปานกลางจะได้

$$Q_{2.33} = 10.924\ A^{1.196}\ S^{0.579}\ L^{-0.338}\ Lc^{-0.229}\ E^{-0.617}$$

กรณีที่ลุ่มน้ำตั้งอยู่ในที่ต่ำกว่าระดับ ๑๐๐๐ เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางจะได้

$$Q_{2.33} = 0.313\ A^{0.671}\ S^{-0.224}\ L^{2.187}\ Lc^{-1.835}\ E^{-0.236}$$

กรณีที่ลุ่มน้ำไม่สามารถให้รายละเอียดค่า S, L, Lc และ E จะได้

$$Q_{2.33} = 2.241\ A^{0.849}$$

เมื่อ $Q_{2.33}$ คือ ค่าอัตราการไหลปานกลางของน้ำหลากรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที เทียบได้เท่ากับอัตราการไหลในรอบ ๒.๓๓ ปี

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็นตารางกิโลเมตร

E คือ ความสูงของสถานีวัดน้ำ เป็น กิโลเมตร

L คือ ความยาวของร่องน้ำยาวที่สุดโดยลากต่อออกไปจรดเส้นสันปันน้ำของลุ่มน้ำ เป็น กิโลเมตร

Lc คือ ความยาวลำน้ำถึงศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำ เป็น กิโลเมตร

S คือ ค่าความลาดชันของร่องน้ำที่ยาวที่สุด คำนวณได้โดยหารค่าความแตกต่างของความสูงระหว่างจุดสถานีวัดน้ำกับจุดที่ยาวที่สุดลากต่อออกไปจดเส้นสันปันน้ำของลุ่มน้ำด้วย L

วิธีของ Pongpirodom (Pongpirodom, 2517)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๗ Pongpirodom ได้ทำการศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์ของอัตราการไหลน้ำหลากของลุ่มน้ำในแม่น้ำแม่กลองในรูป ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยสูงสุดรายปี และค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับพื้นที่ของลุ่มน้ำ ผลที่ได้ออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_a = 0.2494 \times 10^{-5} A^{1.9526}$$

$$Q_{a\ max} = 0.11472 \times 10^{-1} A^{1.2385}$$

$$Q_{a\ min} = 0.15515 \times 10^{-10} A^{3.0313}$$

เมื่อ Q_a คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลน้ำหลากรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที

$Q_{a\ max}$ คือ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของอัตราการไหลน้ำหลากรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที

$Q_{a\ min}$ คือ ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของอัตราการไหลน้ำหลากรายปี เป็น ลบ.ม./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตารางกิโลเมตร

วิธีของ Chaiyapruk (Chaiyapruk, 2518)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๘ Chaiyapruk ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบที่สำคัญของลุ่มน้ำและลำน้ำที่มีอิทธิพลต่อค่าน้ำหลากของลุ่มน้ำในแม่น้ำแม่กลอง จากผลการวิจัยพอสรุปได้ย่อ ๆ ดังนี้ อัตราการไหลของน้ำหลากรายปีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นที่ของลุ่มน้ำ ตัวเลขที่แสดงถึงรูปร่างของลุ่มน้ำ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำและความลาดชันของทางน้ำ โดยองค์ประกอบพื้นที่ของลุ่มน้ำและความลาดชันของทางน้ำมีอิทธิพลมากกว่าองค์ประกอบที่เหลือ ส่วนองค์ประกอบที่มีอิทธิพลน้อยที่สุดได้แก่ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยได้นำวิธีของ Gumbel มาหาอัตราการไหลสูงสุดในรอบปีต่าง ๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_2 = 0.00144\ A^{0.448}\ S_n^{2.899}\ D^{-4.905}\ S^{-1.535}$$

$$Q_{2.33} = 0.00187\ A^{0.474}\ S_n^{2.888}\ D^{-4.676}\ S^{-1.508}$$

$$Q_5 = 0.00422\ A^{0.553}\ S_n^{2.874}\ D^{-3.998}\ S^{-1.426}$$

$$Q_{10} = 0.00669\ A^{0.596}\ S_n^{2.833}\ D^{-3.633}\ S^{-1.384}$$

$$Q_{20} = 0.00926\ A^{0.626}\ S_n^{2.832}\ D^{-3.394}\ S^{-1.357}$$

$$Q_{50} = 0.01321\ A^{0.654}\ S_n^{2.820}\ D^{-3.14}\ S^{-1.33}$$

$$Q_{100} = 0.01648\ A^{0.669}\ S_n^{2.809}\ D^{-2.996}\ S^{-1.314}$$

$$Q_{500} = 0.02435\ A^{0.698}\ S_n^{2.803}\ D^{-2.748}\ S^{-1.289}$$

$$Q_{1000} = 0.02778\ A^{0.707}\ S_n^{2.804}\ D^{-2.675}\ S^{-1.281}$$

เมื่อ Q_T คือ อัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากในรอบ T ปี เป็น ลบ.ม./วินาที

A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็น ตารางกิโลเมตร

S_n คือ ตัวเลขที่แสดงถึงรูปร่างของลุ่มน้ำ

D คือ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำ เป็น กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร

S คือ ความลาดชันของทางน้ำ

๑.๒.๓ วิธีจาก Synthetic Flood Hydrographs

เนื่องจากข้อมูลการวัดน้ำของลุ่มน้ำบางแห่งมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ จึงได้มีผู้พยายามศึกษาวิจัยโดยวิธีอื่น คือวิธีสูตรสำเร็จหรือกึ่งสูตรสำเร็จ โดยใช้แนวความคิดทางทฤษฎีของรูปหน่วยไฮโดรกราฟเพื่อใช้ผลจากลุ่มน้ำที่มีข้อมูลวัดน้ำสมบูรณ์นำไปวิจัยลุ่มน้ำที่ขาดข้อมูลการวัดน้ำ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

วิธีของ Sherman (Sherman, 2475)

ในปี พ.ศ. ๒๔๗๕ Sherman ได้ทำการศึกษาและค้นคว้าจนได้ตั้งทฤษฎีของรูปหน่วยไฮโดรกราฟ โดยมีแนวความคิดดังนี้ รูปไฮโดรกราฟเป็นรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการไหลกับอัตราการไหล โดยเวลาการไหลไม่เปลี่ยนแปลง เพราะรูปร่างของลุ่มน้ำไม่เปลี่ยนแปลงขณะที่เกิดพายุฝน ดังนั้นพายุฝนแต่ละครั้งแม้จะแตกต่างกันจะให้รูปไฮโดรกราฟบนฐานเวลาเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันที่อัตราการไหลเท่านั้น ซึ่งอัตราการไหลจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาตรของน้ำหลาก ดังนั้นถ้าเรายอ่ส่วนรูปไฮโดรกราฟลงมาให้เหลือปริมาตรน้ำท่าเทียบเท่า ๑ หน่วยความสูงตลอดพื้นที่ลุ่มน้ำ จะได้รูปหน่วยไฮโดร-

กราฟ และได้เสนอวิธีที่จะหารูปหน่วยไฮโดรกราฟของลุ่มน้ำที่ขาดข้อมูลวัดน้ำ โดยอาศัยสมมุติฐานว่าลุ่มน้ำมีความคล้ายกันทางถ่ายเทน้ำ จึงสามารถนำผลวิเคราะห์ที่ได้จากลุ่มน้ำที่มีข้อมูลวัดน้ำสมบูรณ์ไปใช้กับลุ่มน้ำที่ขาดข้อมูล ซึ่งวิธีนี้พบว่าใช้ไม่ได้ดี เพราะมิได้คำนึงถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่แตกต่างกันด้วย

วิธีของ Snyder (Snyder, 2481)

ในปี พ.ศ. ๒๔๘๑ Snyder ได้ทำการศึกษาวิจัยหารูปหน่วยไฮโดรกราฟสังเคราะห์ของลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ตั้งแต่ ๑๐ ถึง ๑๐,๐๐๐ ตารางไมล์ โดยวิธีสูตรสำเร็จ ซึ่งเป็นทั้งลุ่มน้ำที่มีข้อมูลวัดน้ำสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ และได้นำผลการวิจัยนี้ไปวิเคราะห์กับลุ่มน้ำอื่นที่ตั้งอยู่ในบริเวณภูเขา Appalachian ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ค้นพบว่าองค์ประกอบสำคัญในการสร้างรูปหน่วยไฮโดรกราฟ คือ ช่วงเวลาตั้งแต่จุดศูนย์ถ่วงของรูปพายุฝนไปถึงจุดที่มีอัตราการไหลสูงสุด (T_p) ช่วงระยะเวลาฝนตกมาตรฐาน และฐานเวลา มีความสัมพันธ์กับความยาวของร่องน้ำที่ยาวที่สุดและความยาวลำน้ำถึงศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำ แต่อัตราการไหลสูงสุดมีความสัมพันธ์กับความยาวของร่องน้ำที่ยาวที่สุด ความยาวลำน้ำถึงศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำ และพื้นที่ของลุ่มน้ำ

วิธีของ Taylor และ Schwarz (Taylor and Schwarz, 2495)

ในปี พ.ศ. ๒๔๙๕ Taylor และ Schwarz ได้ทำการศึกษาวิจัยต่อจาก Snyder โดยได้ทำการวิจัยจากลุ่มน้ำ ๒๐ แห่ง ที่ตั้งอยู่ในรัฐต่าง ๆ ติดกับมหาสมุทรแอตแลนติด (Atlantic) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำแตกต่างกันตั้งแต่ ๒๐ ถึง ๑,๖๐๐ ตารางไมล์ ทำให้ได้ผลออกมาอยู่ในรูปช่วงเวลาตั้งแต่จุดศูนย์ถ่วงของรูปพายุฝนไปถึงจุดที่มีอัตราการไหลสูงสุดและอัตราการไหลสูงสุด มีความสัมพันธ์กับความยาวของลำน้ำ ความยาวลำน้ำถึงศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำและความลาดชันของลำน้ำ

วิธีของ Komsartra (Komsartra, 2512)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๒ Komsartra ได้ทำการศึกษาวิจัยหารูปหน่วยไฮโดรกราฟสังเคราะห์ของลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีพื้นที่ตั้งแต่ ๒๕ ถึง ๑,๐๖๐ ตารางกิโลเมตร ซึ่งตั้งอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย แต่ไม่มีข้อมูลน้ำฝนพอเพียง โดยการสังเคราะห์จากการจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรต่อไปนี้

$$T_p = 1.9\ (LLc/\sqrt{S})^{0.162}$$

$$U_p = 0.161\ (A/T_p)^{0.98}$$

เมื่อ T_p คือ ช่วงเวลาตั้งแต่จุดศูนย์ถ่วงของรูปพายุฝนไปถึงจุดที่มีอัตราการไหลสูงสุด

U_p คือ อัตราการไหลสูงสุดของรูปหน่วยไฮโดรกราฟ

วิธีของสมาคมวิศวกรโยธาแห่งบอสตัน (Boston Society of Civil Engineers, 2470)

ในปี พ.ศ. ๒๔๗๐ คณะกรรมการของสมาคมวิศวกรโยธาแห่งบอสตัน ได้ให้แนวความคิดว่าถ้าฝนตกสม่ำเสมอในช่วงเวลาสั้นบนลุ่มน้ำเป็นปริมาณน้ำท่าเทียบเท่า ๑ หน่วยความสูง อัตราการไหลที่ได้จะเป็นรูปไฮโดรกราฟที่คล้ายรูปหน่วยไฮโดรกราฟ จากแนวความคิดนี้จึงได้จำลองลุ่มน้ำขึ้นโดยมีองค์ประกอบคุณลักษณะต่าง ๆ สัมพันธ์กับองค์ประกอบคุณลักษณะต่าง ๆ ของลุ่มน้ำจริง ภายหลังจากการหาองค์ประกอบของลุ่มน้ำจำลองแล้ว นำน้ำท่าเทียบเท่า ๑ หน่วยความสูงมากระทำตลอดลุ่มน้ำจำลอง อัตราการไหลและเวลาที่ได้นำมาแสดงเป็นเส้นกราฟรูปไฮโดรกราฟที่เรียกว่ารูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน (instantaneous unit hydrograph)

วิธีของ Zoch (Zoch, 2480)

ในปี พ.ศ. ๒๔๘๐ Zoch ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยได้ตั้งสมมุติฐานว่าเมื่อพิจารณาพื้นที่เล็ก ๆ ของลุ่มน้ำอัตราการไหลของน้ำเป็นสัดส่วนกับส่วนหนึ่งของปริมาณฝนตกแล้วซึมลงในดินทันที แล้วนำไปประยุกต์กับฝนที่ตกตลอดพื้นที่ลุ่มน้ำในระยะเวลาต่างกัน ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{(t)} = I_{(t)}(1-e^{-t/k}) \quad \text{ถ้า} \quad o \leq t \leq t_r$$

$$Q_{(t)} = Q_{o(t)}e^{-(t-t_r)/k} \quad \text{ถ้า} \quad t > t_r$$

เมื่อ $Q_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าที่เวลา t

$I_{(t)}$ คือ ปริมาณน้ำฝนท่า (effective rainfall) ที่ตกสม่ำเสมอตลอดเวลา t

Q_o คือ อัตราการไหลของน้ำท่าที่เวลา t_r

t_r คือ ช่วงเวลาฝนตก

e คือ ฐานของ Napierian logarithm

k คือ ค่าคงที่

วิธีของ Edson (Edson, 2494)

ในปี พ.ศ. ๒๔๙๔ Edson ได้ทำการศึกษาโดยการจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่หารูปหน่วยไฮโดรกราฟโดยมีสมมุติฐานดังต่อไปนี้

พื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละส่วนที่อยู่ภายในเส้นที่แสดงช่วงเวลาการไหลเท่ากันทั้งในลำน้ำและกิ่ง (isochrone) เป็นเวลา t จะมีความสัมพันธ์กันในรูปใกล้เคียงพาราโบล่า ดังนี้

$$A_{(t)} \propto t^m \quad \text{เมื่อ} \quad m > 1$$

ค่าอัตราการไหลของน้ำเป็นสัดส่วนกับ $A_{(t)}$ และอิทธิพลความล่าช้าของการไหล (delay effect) ซึ่งก่อให้เกิดเสมือนการขังน้ำชั่วคราวในลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปสูตรต่อไปนี้

$$Q_{(t)} \propto t^m e^{-Kt} \qquad K > 0$$

จากข้อสมมุติฐานดังกล่าวและการจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังนี้

$$Q_{(t)} = \frac{VK^{m+1} t^m e^{-Kt}}{\Gamma(m+1)}$$

เมื่อ $Q_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าที่เวลา t

V คือ ค่ารวมของอัตราการไหลของน้ำ(total discharge)

e คือ ฐานของ Napierian logarithm

$\Gamma(m+1)$ คือ แกมมาฟังก์ชัน (gamma function) ของ (m+1)

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขังน้ำชั่วคราวของลุ่มน้ำ

m คือ ค่าคงที่

วิธีของ Nash (Nash, 2500)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๐ Nash ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยวิธีส่วนใหญ่เช่นเดียวกับ Zoch แต่ต่างกันที่ใช้อนุกรมตามลำดับของอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้น (linear reservoir) แทนอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้นเพียงอ่างเดียว (single linear reservoir) ผลจากการศึกษานี้ได้รูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลันเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$U_{(t)} = \frac{1}{K} \frac{(t/K)^{n-1} e^{-(t/K)}}{\Gamma(n)}$$

เมื่อ $U_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าของรูปหน่วยไฮโดรกราฟที่เวลา t

n คือ เลขตามแนวความคิดของอ่างขังน้ำชั่วคราวต่อเนื่องเป็นอนุกรมตามลำดับ

K คือ ค่าคงที่ในสมการอัตราการไหลออกในอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้น

e คือ ฐานของ Napierian logarithm

$\Gamma(n)$ คือ แกมมาฟังก์ชันของ n

วิธีของ Dodge (Dodge, 2502)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ Dodge ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยพิจารณาลุ่มน้ำเป็นระบบซึ่งประกอบด้วยหลายร่องน้ำแบบเชิงเส้น (linear channels) และหลายอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้น (linear reservoir) มารวมกัน โดยแยกเป็นระบบเล็ก ๆ แต่ละระบบประกอบด้วยร่องน้ำแบบเชิงเส้น (linear channel) กับอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้น (linear reservoir) ระบบเล็ก ๆ นี้เกิดจากการแบ่งพื้นที่ของลุ่มน้ำออกเป็น N ระบบด้วยเส้น isochrones ผลจากการศึกษานี้ได้รูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน (instantaneous unit hydrograph) เป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$U_{(t)} = \frac{1}{t_c} \int_0^t \frac{\delta(t-\mathcal{T})}{\prod_{i=0}^{N}(1+K_i D)} W\left(\frac{\mathcal{T}}{\mathcal{T}_c}\right) dt \quad \text{เมื่อ } t \leq \mathcal{T}_c$$

เมื่อ $U_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าของรูปหน่วยไฮโดรกราฟที่เวลา t

$\mathcal{T}$ คือ เวลาที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำระหว่างระบบย่อย ๆ กับทางออกรวม

$\delta(t-\mathcal{T})$ คือ ตัวประกอบ

D คือ สัญญกรดิฟเฟอเรนเชียล $\left(\frac{d}{dt}\right)$

Ki คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการขังน้ำชั่วคราวของลุ่มน้ำ

$W\left(\frac{\mathcal{T}}{\mathcal{T}_c}\right)$ คือ ออร์ดิเนต (ordinate) ของเส้นกราฟ time-area concentration ไร้มิติ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราฝนตก

t_c คือ ระยะเวลาที่น้ำต้องไหล จากจุดไกลสุดมายังจุดที่ต้องการทราบ

วิธีของ Holton (Holton, 2507)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๗ Holton ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยตั้งสมมุติฐานว่าปริมาณน้ำของน้ำฝนท่าที่ไหลผ่านอ่างขังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้นจำนวน ๒ อ่าง (two linear reservoirs) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของการขังน้ำชั่วคราวเท่ากันจะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ recession constant ทำให้ได้ผลออกมาเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{(t)} = \bar{e}^{(t-t_r)/K}\left[\frac{1}{K} Q'_{(t_r)}(t-t_r) + Q_{(t_r)}\right]$$

ถ้าค่าน้ำฝนท่า (excess rainfall) ที่ตกสม่ำเสมอเป็น P ตลอดระยะเวลา t_r จะได้ว่า

$$Q'_{(t_r)} = P\left[1 - e^{-t_r/K}\right]$$

$$Q_{(t_r)} = P\left[1 - e^{-t_r/K}(t_r + 1)\right]$$

เมื่อ $Q_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าที่เวลา t_r

$Q'_{(t_r)}$ คือ อัตราการไหลออกจากอ่างชังน้ำชั่วคราวอ่างแรกที่เวลา t_r

$Q_{(t_r)}$ คือ อัตราการไหลออกจากอ่างชังน้ำชั่วคราวอ่างที่สองที่เวลา t_r

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการชังน้ำชั่วคราว

t_r คือ ช่วงเวลาฝนตก

e คือ ฐานของ Napierian Logarithm

วิธีของ Diskin (Diskin, 2507)

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๗ Diskin ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้รูปจำลองด้วยสาขาของอ่างชังน้ำชั่วคราวแบบเชิงเส้น ๒ สาขาที่ขนานกัน และใช้ตัวประกอบการกระจายอัตราส่วนของอัตราน้ำไหลเข้าอ่างทั้งสองเป็น α และ β จากผลการศึกษานี้ได้ผลของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลันเป็นสูตรดังต่อไปนี้

$$U_{(t)} = \frac{\alpha}{K_1 \Gamma(N_1)}\left(\frac{t}{K_1}\right)^{N_1-1} e^{-t/K_1} + \frac{\beta}{K_2 \Gamma(N_2)}\left(\frac{t}{K_2}\right)^{N_2-1} e^{-t/K_2}$$

เมื่อ $U_{(t)}$ คือ อัตราการไหลของน้ำท่าของรูปหน่วยไฮโดรกราฟที่เวลา t

N_1, N_2 คือ หมายเลขของอ่างชั้งน้ำชั่วคราวในลำดับเดียวกันของแต่ละสาขา

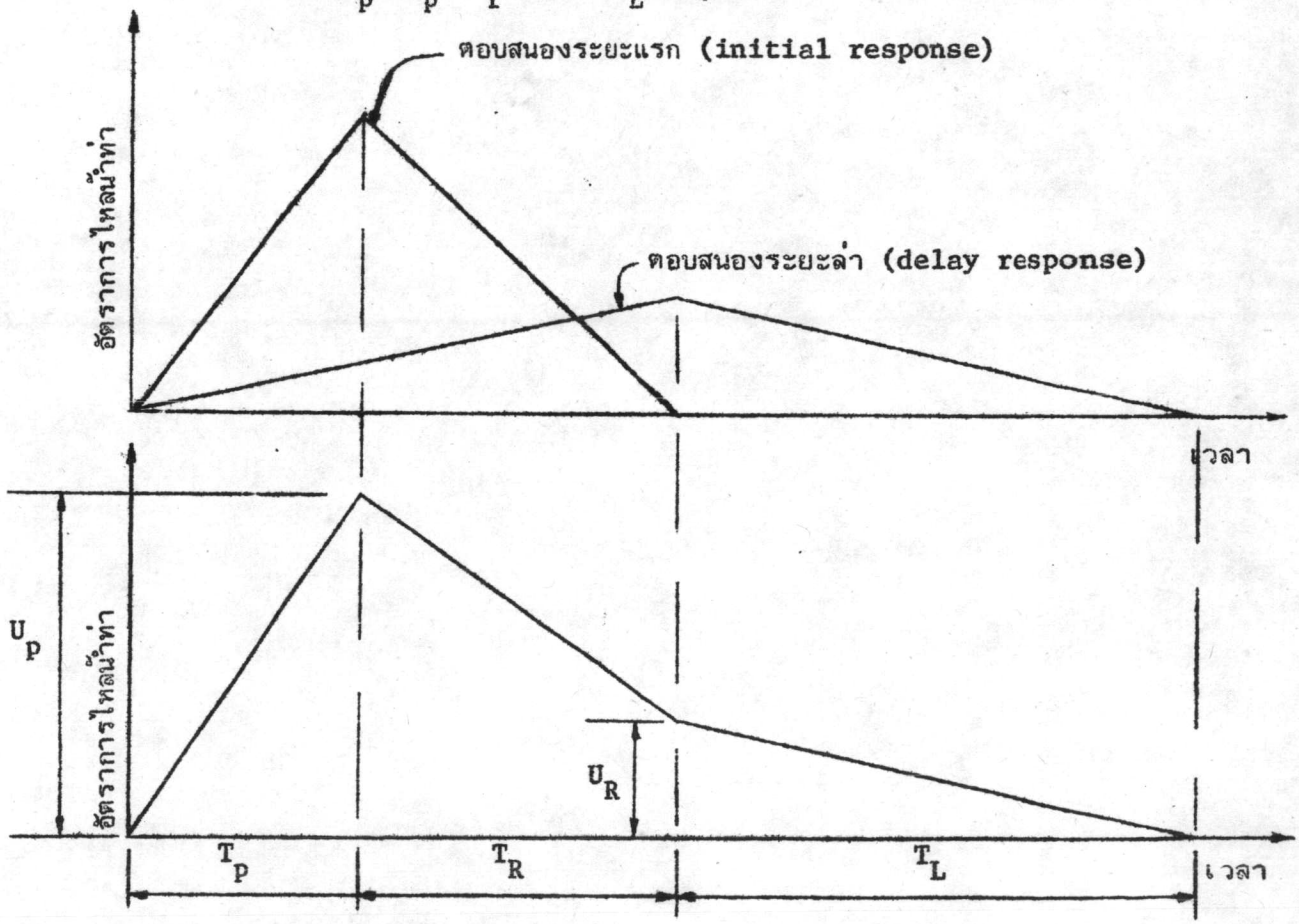
K_1, K_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการชั้งน้ำชั่วคราวของแต่ละอ่างในสาขาที่ ๑ และ ๒ ตามลำดับ

$\Gamma(N_1)$, $\Gamma(N_2)$ คือ แกมมาฟังก์ชันของ N_1 และ N_2 ตามลำดับ

e คือ ฐานของ Napierian logarithm

วิธีของ Illangasekaro (Illangasekaro, 2517)

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๗ Tissa Harischandra Illangasekaro ได้ทำการศึกษาวิจัยจากรูปไฮโดรกราฟจำนวน ๔๒ รูป ของลุ่มน้ำขนาดเล็กจำนวน ๑๓ แห่งมีพื้นที่ตั้งแต่ ๑๘ ถึง ๒๔๓ ตารางกิโลเมตร ซึ่งตั้งอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ของประเทศไทย แต่ไม่มีข้อมูลน้ำฝนพอเพียง โดยใช้สมมุติฐานว่ารูปหน่วยไฮโดรกราฟเป็นผลจากการจำลองรูปสามเหลี่ยมสองรูปซ้อนกันแล้วได้ค่าองค์ประกอบที่สำคัญ ๔ ค่าคือ U_p T_p T_r และ T_L ดังรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ รูปหน่วยไฮโดรกราฟจำลองจากรูปสามเหลี่ยมสองรูปซ้อนกัน

ส่วน U_R มีค่าเท่ากับ $2-U_p(T_p+T_R)/(T_R+T_L)$ แล้วนำค่าทั้ง ๔ ค่าไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับกุณลักษณะที่สำคัญของลุ่มน้ำและลำน้ำ กล่าวคือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ ความยาวของร่องน้ำที่ยาวที่สุด องค์ประกอบรูปร่างของลุ่มน้ำ ความลาดชันของร่องน้ำที่ยาวที่สุด ทำให้ได้ผลออกมาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรณีฝนตกเป็นเวลา ๔ ชั่วโมง

$$U_p = \text{anti (ln } 0.780) A^{-0.469} L^{0.392} CR^{-0.319} S^{0.150}$$

$$T_p = \text{anti (ln } 0.067) A^{0.550} L^{-0.352} CR^{0.150} S^{-0.144}$$

$$T_R = \text{anti (ln } 0.583) A^{0.556} L^{-0.592} CR^{0.431} S^{-0.189}$$

$$T_L = \text{anti (ln } 1.026) A^{0.678} L^{-0.742} CR^{0.546} S^{-0.064}$$

กรณีฝนตกเป็นเวลา ๖ ชั่วโมง

$$U_p = \text{anti (ln-1.061) } A^{0.422} L^{0.357} CR^{-0.313} S^{0.123}$$

$$T_p = \text{anti (ln } 0.727) A^{0.370} L^{-0.183} CR^{0.111} S^{-0.099}$$

$$T_R = \text{anti (ln } 0.600) A^{0.559} L^{-0.530} CR^{0.413} S^{-0.151}$$

$$T_L = \text{anti (ln } 0.826) A^{0.735} L^{-0.844} CR^{0.574} S^{-0.123}$$

005798

กรณีตกเป็นเวลา ๘ ชั่วโมง

$$U_p = \text{anti (ln-1.426) } A^{-0.376} L^{0.339} CR^{-0.280} S^{0.093}$$

$$T_p = \text{anti (ln } 1.162) A^{0.256} L^{-0.089} CR^{0.075} S^{-0.084}$$

$$T_R = \text{anti (ln } 1.066) A^{0.599} L^{-0.659} CR^{0.421} S^{-0.098}$$

$$T_L = \text{anti (ln } 0.693) A^{0.712} L^{-0.802} CR^{0.561} S^{-0.160}$$

กรณีตกเป็นเวลา ๑๐ ชั่วโมง

$$U_p = \text{anti (ln-1.809)}\ A^{-0.340}\ L^{0.352}\ CR^{-0.262}\ S^{0.069}$$

$$T_p = \text{anti (ln 1.509)}\ A^{0.231}\ L^{-0.106}\ CR^{0.067}\ S^{-0.069}$$

$$T_R = \text{anti (ln 0.908)}\ A^{0.626}\ L^{-0.663}\ CR^{0.413}\ S^{-0.120}$$

$$T_L = \text{anti (ln 0.887)}\ A^{0.553}\ L^{-0.563}\ CR^{0.467}\ S^{-0.129}$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ของลุ่มน้ำ เป็นตารางกิโลเมตร
L คือ ความยาวของร่องน้ำที่ยาวที่สุด เป็นกิโลเมตร
CR คือ องค์ประกอบรูปร่างของลุ่มน้ำ
S คือ ความลาดชันของลำน้ำที่ยาวที่สุด

๑.๒.๔ วิธีอื่น ๆ

นอกจากวิธีที่กล่าวมาแล้ว ยังมีผู้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีอื่น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกตามลักษณะสมมุติฐานใหญ่ ๆ เป็น ๒ พวกดังนี้

วิธีที่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานของรูปร่างหรือการจำลองทางคณิตศาสตร์

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ Reich ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาวิธีสังเคราะห์ไฮโดรกราฟสำหรับลุ่มน้ำที่ขาดข้อมูลวัดน้ำ โดยได้ตั้งสมมุติฐานว่ารูปไฮโดรกราฟของน้ำหลากสามารถแสดงได้ด้วยองค์ประกอบ ๓ ตัว ของฟังก์ชั่น Pearson type III และองค์ประกอบดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะของพายุฝนและลุ่มน้ำซึ่งหาค่าได้โดยใช้จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ จากผลการวิเคราะห์ทำให้ได้เป็นสูตรของรูปหน่วยไฮโดรกราฟดังต่อไปนี้

$$U_{(t)} = U_p\ e^{-t/G}\ (1 + t/T_p)^{T_p/G}$$

เมื่อ T_p คือ ช่วงเวลาตั้งแต่จุดศูนย์ถ่วงของรูปพายุฝนไปถึงจุดที่อัตราการไหลสูงสุด
$U_{(t)}$ คือ อัตราการไหลน้ำท่าของรูปหน่วยไฮโดรกราฟที่เวลา t
U_p คือ อัตราการไหลสูงสุด
C คือ เวลาระหว่าง T_p กับเวลาที่จุดศูนย์ถ่วงของรูปหน่วยไฮโดรกราฟ
G คือ เวลาจาก U_p ถึง C

วิธีที่ใช้รูปหน่วยไฮโดรกราฟไร้หน่วย

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ Hickok Keppel และ Raffery ได้ทำการศึกษาวิจัยจากรูปไฮโดรกราฟจำนวน ๑๓๐ รูป ของลุ่มน้ำที่มีขนาดตั้งแต่ ๑๑ ถึง ๗๔๐ เอเคอร์จากที่ตั้ง ๑๔ แห่งในรัฐ Arizona New Mexico และ Colorado ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมลรัฐดังกล่าวเป็นพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้งของประเทศได้พบว่าช่วงเวลาตั้งแต่จุดศูนย์ถ่วงของรูปพายุฝนไปถึงจุดที่มีอัตราการไหลสูงสุดมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ของลุ่มน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำและความหนาแน่นของลุ่มน้ำ แล้วนำค่านี้ไปหาค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำหลากที่ได้สมมุติปริมาตรของน้ำหลากขึ้นมา เพื่อที่ใช้ในการคำนวณสร้างรูปไฮโดรกราฟไร้หน่วย นำไปสังเคราะห์รูปไฮโดรกราฟของน้ำหลากที่เกิดขึ้นได้

๑.๓ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อที่ปรับปรุงวิธีคาดคะเนรูปไฮโดรกราฟของน้ำหลากสำหรับลุ่มน้ำที่คุณลักษณะคล้ายคลึงกันแต่ไม่มีข้อมูลเพียงพอจากผลการวิจัยนี้

ขอบเขตการวิจัย เพื่อศึกษารูปหน่วยไฮโดรกราฟจากลุ่มน้ำสาขา ๖ แห่งในลุ่มน้ำแม่กลอง ภาคตะวันตกของประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ ๓๒๑ ถึง ๑๑,๑๘๕ ตารางกิโลเมตร นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของรูปหน่วยไฮโดรกราฟกับความยาวของร่องน้ำที่ยาวที่สุด และพื้นที่ของลุ่มน้ำ

๑.๔ ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยนี้

จะทำให้การคาดคะเนค่าน้ำหลากแม่นยำกว่าวิธีที่เคยได้ศึกษามาก่อน สามารถนำไปใช้ในการออกแบบทางน้ำล้น การปรับขยายร่องน้ำของแม่น้ำแม่กลองทำให้สามารถรับน้ำหลากได้ดี ซึ่งเป็นการป้องกันอุทกภัยของที่ราบลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างอันเป็นที่ตั้งของจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และสมุทรสงครามได้ และใช้ในการออกแบบกับวางแผนงานอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กและใหญ่ทางตอนบนของแม่น้ำแม่กลองในบริเวณลุ่มน้ำแควน้อยเหนือเขื่อนวชิราลงกรณ์และแควใหญ่เหนือเขื่อนเจ้าเณรขึ้นไป นอกจากนี้ยังใช้ในการศึกษาประกอบการวางแผนงานพัฒนาการไฟฟ้าพลังน้ำและการชลประทานในบริเวณลุ่มน้ำตอนบนของแม่น้ำแม่กลอง

๑.๕ แผนการวิจัย

เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายในการวิจัยนี้ จึงได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยตามลำดับดังนี้

๑.๕.๑ อาศัยข้อมูลการวัดน้ำฝน ช่วงระยะเวลาฝนตก อัตราการไหลของน้ำหลากในลำน้ำ ณ สถานีที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณหรือใกล้เคียงลุ่มน้ำแม่กลองซึ่งเป็นของกรมชลประทาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๐ ถึง ๒๕๑๘ เท่าที่ปรากฏ นำมาตรวจเลือกหา isolated storm เท่าที่จะทำได้ แล้วนำมาแยกน้ำท่าออกจากน้ำหลากโดยมีสมมุติฐานว่า ใช้วิธีมาตรฐานที่ยึดถือว่าดินที่อุ้มน้ำใต้ดินมีคุณสมบัติในการระบายน้ำออกไปได้ไม่เร็ว และอิทธิพลการอุ้มน้ำของฝั่งแม่น้ำมีส่วนทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นหรือต่ำลงด้วย

๑.๕.๒ ศึกษา physiographic factor กล่าวคือ คุณลักษณะของลุ่มน้ำกับคุณลักษณะของลำน้ำจากแผนที่ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน ๑ : ๒๕๐๐๐๐ มีเส้นบอกระดับที่อยู่ถัดกันไปแตกต่างไม่เกิน ๒๐ เมตร

๑.๕.๓ หาความสัมพันธ์องค์ประกอบที่สำคัญของรูปหน่วยไฮโดรกราฟกับ physiographic factor โดยวิธี Multiple Regression ซึ่งจะได้ผลออกมาอยู่ในรูปสูตรดังต่อไปนี้

$$T_p = K_1 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_1}$$

$$T_R = K_2 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_2}$$

$$T_L = K_3 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_3}$$

$$W_{25} = K_4 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_4}$$

$$W_{50} = K_5 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_5}$$

$$W_{75} = K_6 \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_6}$$

$$U_p = K_7 A^{n_7} \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_8}$$

$$U_R = K_8 A^{n_9} \left(\frac{LLc}{\sqrt{S}}\right)^{n_{10}}$$

๑.๕.๔ วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

๑.๕.๕ ข้อเสนอแนะ

๑.๖ นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค

(ก) ค่าน้ำหลากสูงสุดรายเดือน หมายถึง อัตราการไหลของน้ำหลากที่เวลาใดเวลาหนึ่งภายใน ๑ เดือน โดยมีค่าสูงสุด

(ข) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันภายในระยะเวลา ๑ เดือน

(ค) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์รายวันภายในระยะเวลา ๑ เดือน