บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่ามากที่สุดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์และการพัฒนาด้านสังคมและเศรษฐกิจของชาติ ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งหมดมีปริมาณค่อนข้างจะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก น้ำในปริมาณที่เหมาะสมเอื้ออำนวยต่อการดำเนินชีวิตอย่างผาสุก แต่ถ้าบางแห่งมีปริมาณน้ำมากไปก็อาจเกิดภาวะน้ำท่วมจนประสบผลเสียต่อเศรษฐกิจและการพัฒนา ในทางตรงกันข้ามถ้ามีน้ำน้อยเกินไปก็เกิดภาวะแห้งแล้งทำให้ผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมเสียหาย และประชาชนขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยที่มีประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรม โดยที่ประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปีในขณะที่น้ำมีปริมาณจำกัด ดังนั้นการวางแผนและการบริหารแหล่งน้ำให้ถูกต้องในระยะยาวจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวในอนาคต การบริหารแหล่งน้ำ เช่น การพัฒนาชลประทานเพื่อการเกษตรโดยการก่อสร้าง อาคารควบคุมปริมาณน้ำ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่มีอยู่ รวมทั้งการออกแบบอาคารให้มีความปลอดภัยในกรณีที่อาจเกิดปริมาณน้ำนองด้วย

การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก เป็นแนวทางหนึ่งของการพัฒนาแหล่งน้ำในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยในการพัฒนารายได้ตลอดจนความเป็นอยู่ของประชาชน โดยที่ภาวะปัจจุบันการพัฒนาแหล่งน้ำในภาคเหนือยังไม่เพียงพอกับความต้องการของประชาชน จำเป็นต้องมีการพัฒนาเพิ่มอีก การพัฒนาแหล่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ การก่อสร้างอาคารชลศาสตร์ต่างๆ จำเป็นต้องมีการสำรวจและออกแบบโดยใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาซึ่งมักจะมีไม่เพียงพอ เช่น ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า เป็นต้น ทำให้ต้องมีการหาข้อมูลเพิ่มโดยอาศัยสถิติน้ำฝน และสมการที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งอาจให้ค่าที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างจากสภาพที่เป็นจริง ในการศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทยได้นำเอาสถิติข้อมูลน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำที่มีอยู่ในลุ่มน้ำดังกล่าวเพื่อการวิเคราะห์หาตัวแทนของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณขนาดน้ำท่วมเพื่อการออกแบบอาคารชลศาสตร์หรืออาคารที่เกี่ยวข้องกับงานพัฒนาแหล่งน้ำสำหรับโครงการขนาดเล็กต่างๆ ที่มีสภาพภูมิประเทศและสภาพทางด้านอุทกวิทยาคล้ายคลึงกันแต่มีข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่มีข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์

การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ

1. เพื่อทำการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า จากข้อมูลสถิติน้ำท่าที่ได้จากสถานีวัดน้ำท่าของลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทย
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่างๆ ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำนั้นๆ
3. เพื่อพัฒนาวิธีการหรือรูปแบบ ในการนำกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ได้จากการศึกษานี้ไปใช้กับลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีข้อมูลทางอุทกวิทยาไม่เพียงพอ เพื่อการคำนวณกราฟน้ำท่วมสำหรับการออกแบบอาคารทางด้านชลศาสตร์ต่างๆ

บทที่ 2
แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือตอนบน

ภาคเหนือของประเทศไทยมีอาณาเขตตั้งแต่ละติจูด 17 องศาเหนือขึ้นไปจนสุดพรมแดนที่ละติจูด 20 องศาเหนือ โดยทางด้านตะวันตกและเหนือมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศพม่า ทางด้านตะวันออกติดต่อกับประเทศลาว รวมเนื้อที่ประมาณ 93,690 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ในเขต 9 จังหวัด คือ เชียงราย เชียงใหม่ น่าน แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน อุตรดิตถ์ และพะเยา ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปประกอบด้วยภูเขาและเทือกเขาสูงทอดยาวในแนวเหนือ – ใต้ต่อโยงจากเทือกเขาหิมาลัย และเทือกเขาในแคว้นยูนานของจีน มีความสูงลดหลั่นกันตั้งแต่ 2,000 – 2,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำลำธารหลายสายของประเทศ โดยปันน้ำออกเป็น 3 ทางคือ ทางใต้ลงสู่ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน สาขาสำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยาในบริเวณที่ราบภาคกลาง ทางเหนือและตะวันออกโดยทางแม่น้ำอิง กก ฝาง และจัน ลงสู่แม่น้ำโขง ทางตะวันตกโดยทางแม่น้ำปาย ยวม ลงสู่แม่น้ำสาละวิน ประเทศพม่า บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำระหว่างภูเขามีบริเวณไม่กว้างมากนัก แต่ก็อุดมสมบูรณ์ซึ่งเกิดจากการทับถมด้วยดินตะกอนที่น้ำพัดพามาจากที่สูงลาดเขาโดยรอบ พื้นที่อยู่ในที่สูง อากาศค่อนข้างเย็น เหมาะแก่การปลูกพืชพรรณนานาชนิดทั้งพืชเมืองร้อนและพืชเมืองหนาว

2.2 ลุ่มน้ำในภาคเหนือ [6]

ลุ่มน้ำปิง มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 33,898 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ ลุ่มน้ำนี้แบ่งเป็น 21 ลุ่มน้ำสาขา มีปริมาณความหนาแน่นของประชากร 75 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,056 มม./ปี ในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 2,962 ล้านลบ.ม./ปี

ในปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลาง รวม 60 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 14,083 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ชลประทาน 1.27 ล้านไร่ โครงการขนาดเล็ก 404 โครงการ มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 0.59 ล้านไร่ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 48 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 0.08 ล้านไร่ ส่วนแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะสั้น จะไม่มีโครงการ

ขนาดใหญ่ จะมีแต่โครงการขนาดกลาง 4 โครงการ โครงการขนาดเล็ก 70 โครงการ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 63 โครงการ ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 1,711ล้านบาท สำหรับแผนพัฒนาแหล่งน้ำใน ระยะยาวจะมีโครงการขนาดใหญ่เกิดขึ้น 9 โครงการ โครงการขนาดเล็ก 290 โครงการ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 60 โครงการ

รูปที่ 2.1 แผนภาพลุ่มน้ำปิง

ลุ่มน้ำวัง มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 10,791 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด ได้แก่ ลำปาง และตาก ลุ่มน้ำนี้แบ่งเป็น 7 ลุ่มน้ำสาขามีปริมาณความหนาแน่นของประชากร 55 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,048 มม./ปี

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 602 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งยังมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 17 ล้าน ลบ.ม./ปี ขณะนี้หน่วยงานต่าง ๆ มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลาง 10 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 133 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ชลประทาน 0.17 ล้านไร่ โครงการขนาดเล็ก 158 โครงการ มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 0.26 ล้านไร่ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 29 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 0.05 ล้านไร่ ส่วนแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะสั้นจะไม่มีการก่อสร้างโครงการขนาดกลาง จะมีแต่โครงการขนาดเล็ก 41 โครงการ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 9 โครงการ ใช้เงินลงทุน ทั้งสิ้นประมาณ 495 ล้านบาท สำหรับแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะยาวจะมีโครงการขนาดใหญ่ และขนาดกลาง 2 โครงการ คือ โครงการเขื่อนกิ่วคอหมา และอ่างเก็บน้ำบ้านลู่ โครงการขนาดเล็ก 120 โครงการ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 30 โครงการ

รูปที่ 2.2 แผนภาพลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำยม มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 23,616 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ แพร่ นครสวรรค์ พะเยา น่าน ลำปาง กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร ลุ่มน้ำนี้ แบ่งเป็น 12 ลุ่มน้ำสาขา มีปริมาณความหนาแน่นของประชากร 73 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,118 มม./ปี ในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 913 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งยังมีปริมาณน้ำที่ ขาดแคลนอยู่ประมาณ 21 ล้าน ลบ.ม./ปี

ในปัจจุบันมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลาง 24 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 55 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ชลประทาน 0.47 ล้านไร่ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 26 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 41,770 ไร่ ส่วนแผนพัฒนาแหล่งน้ำระยะสั้นจะมีการก่อสร้างโครงการชลประทานขนาดใหญ่-ขนาดกลาง 5 โครงการ โครงการขนาดเล็ก 50 โครงการ โครงการสูบ

น้ำด้วยไฟฟ้า 14 โครงการ ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 699 ล้านบาท สำหรับแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะยาวจะมีโครงการชลประทานขนาดใหญ่ และขนาดกลาง 6 โครงการ ได้แก่ เขื่อนเก็บกักน้ำแก่งเสือเต้น ประตูระบายน้ำคลองกระจง อ่างเก็บน้ำแม่สาย อ่างเก็บน้ำห้วยทรวง อ่างเก็บน้ำกองค่าย และอ่างเก็บน้ำวังแดง โครงการขนาดเล็ก 140 โครงการ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 40 โครงการ

รูปที่ 2.3 แผนภาพลุ่มน้ำยม

ลุ่มน้ำน่าน มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 34,330 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ น่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ และ นครสวรรค์ ลุ่มน้ำนี้แบ่งเป็น 17 ลุ่มน้ำสาขา มีปริมาณความหนาแน่นของประชากร 68 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,243 มม./ปี ในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 3,253 ล้าน ลบ.ม./ ปี ซึ่งยังมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 56 ล้าน ลบ.ม./ปี

ในปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลางรวม 48 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 9,588 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ชลประทาน 1.08 ล้านไร่ โครงการ

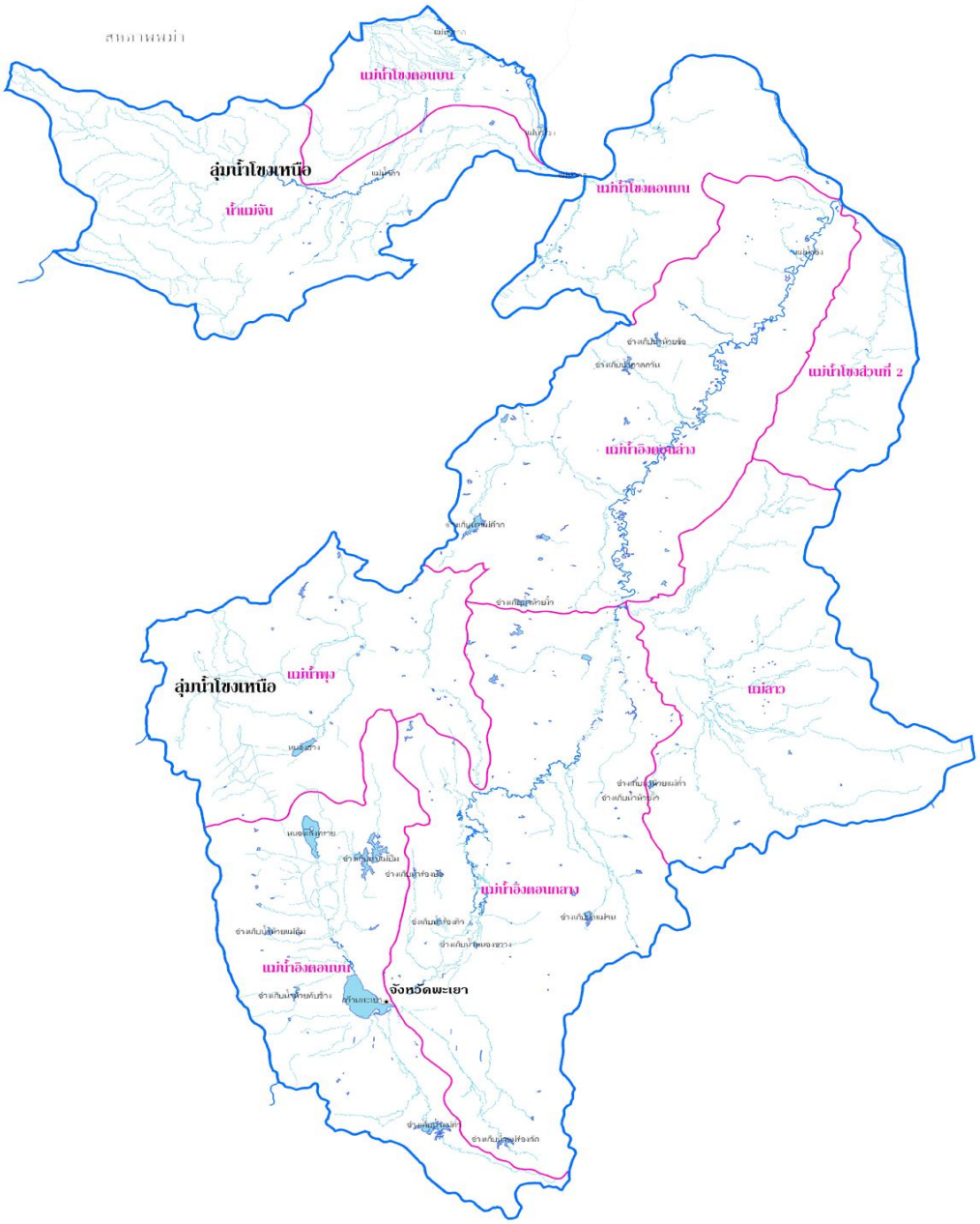
ขนาดเล็ก 264 โครงการ มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 0.4 ล้านไร่ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 165 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 0.3 ล้านไร่ ส่วนแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะสั้น จะมีการก่อสร้างโครงการขนาดกลาง 1 โครงการ โครงการขนาดเล็ก 81 โครงการ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 38 โครงการ ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 1,731 ล้านบาท สำหรับแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะยาว จะมีโครงการ ชลประทานขนาดใหญ่-กลาง 9 โครงการ โครงการขนาดเล็ก 180 โครงการ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 100 โครงการ

รูปที่ 2.4 แผนภาพลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำโขง เป็นลุ่มน้ำระหว่างประเทศ มีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสิ้น 795,000 ตร.กม. แต่พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนที่เป็นของไทยมีเพียง 57,422 ตร.กม. เป็นลุ่มน้ำในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในภาคเหนือครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัดได้แก่ พะเยา และเชียงราย ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย สกลนคร นครพนม มุกดาหาร เลย อุดรธานี และอุบลราชธานี ลุ่มน้ำนี้แบ่งเป็น 38 ลุ่มน้ำสาขา มีปริมาณความหนาแน่นของประชากร 104 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,537 มม./ปี ในปัจจุบันมีความ

ต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 4,456 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งยังมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่แต่ไม่ปรากฏตัวเลขชัดเจน

ในปัจจุบันมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลางรวม 94 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 1,111 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ชลประทาน 0.69 ล้านไร่ โครงการขนาดเล็ก 782 โครงการ มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 0.14 ล้านไร่ และโครงการ สูบน้ำด้วยไฟฟ้า 247 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 0.46 ล้านไร่



รูปที่ 2.5 แผนภาพลุ่มน้ำโขง

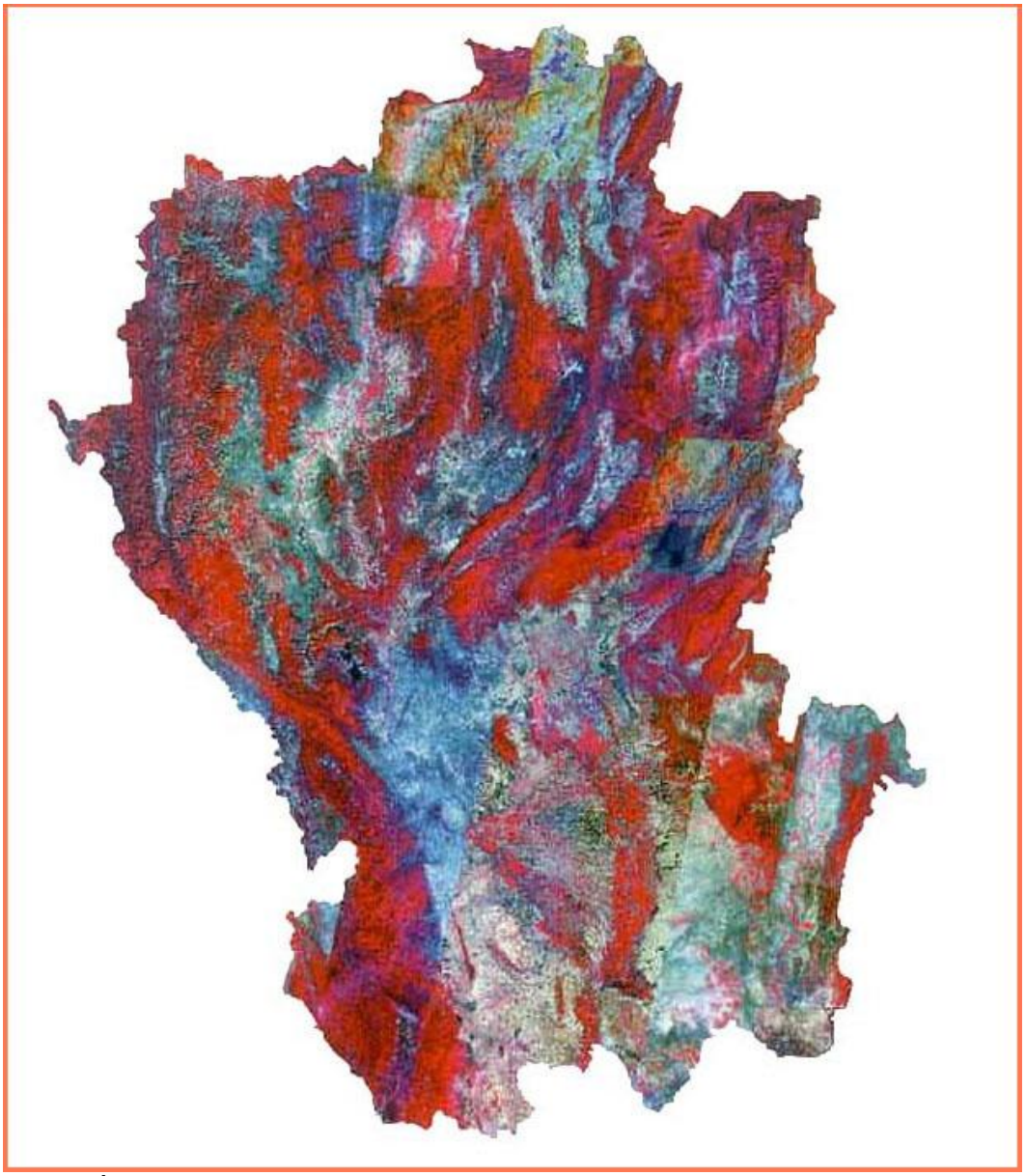
ลุ่มน้ำสาละวิน เป็นลุ่มน้ำระหว่างประเทศ มีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสิ้น 29,500 ตร.กม. แต่พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนที่เป็นของไทย 17,920 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ แม่ฮ่องสอน ตาก และเชียงใหม่ ลุ่มน้ำนี้แบ่งเป็น 17 ลุ่มน้ำสาขา มีปริมาณความ หนาแน่นของประชากร 26 คน/ตร.กม. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,300 ม./ปี ในปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำทั้งสิ้น 617 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งยังมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนอยู่ประมาณ 23 ล้าน ลบ.ม./ปี

ในปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่-ขนาดกลาง 13 โครงการ สามารถเก็บกักน้ำได้ 14 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ชลประทาน 35,991 ไร่ โครงการขนาดเล็ก 186 โครงการ มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 0.14 ล้านไร่ และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 9 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำ 11,900 ไร่ ไม่มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในระยะสั้น สำหรับแผนพัฒนาแหล่งน้ำในระยะยาวมีแต่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ 1 โครงการ คือ โครงการผันน้ำ แม่ละเมา-ภูมิพล

รูปที่ 2.6 แผนภาพลุ่มน้ำสาละวิน

การใช้ที่ดินในภาคเหนือ [6]

ภาคเหนือของประเทศไทยมีเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรกว้างขวางเป็นที่สองรองจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แม้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเขาก็ตาม ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทำการเพาะปลูกในที่ราบแล้วยังมีการเพาะปลูกในบริเวณที่ราบหุบเขาแคบๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีดินอุดมสมบูรณ์เนื่องจากน้ำพัดพาตะกอนมาถับถมอยู่ตามเชิงเขาแม่น้ำลำธาร แต่เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นประกอบกับภาคนี้เป็นเขตที่มีชนชาวเขาเผ่าต่างๆ อาศัยอยู่มาก เกิดมีการหักร้างถางพงตามไหล่เขาซึ่งจะเป็นอันตรายอย่างยิ่งในอันที่จะทำให้เกิดชะล้างพังทะลายของดิน อันเนื่องมาจากน้ำฝนทำให้ลำน้ำลำธารและอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ตอนล่างตื้นเขินขึ้นรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัยง่ายขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 2.7 ภาพโมเสคจากข้อมูลดาวเทียม JERS-1 OPS การใช้ที่ดินในภาคเหนือ [13]

ป่าไม้ในภาคเหนือ [6]

ภาคเหนือมีเนื้อที่ป่าไม้มากที่สุดคือ 44% ของเนื้อที่ป่าไม้ทั้งหมดของประเทศ และมีเนื้อที่ป่า 68% ของเนื้อที่ทั้งหมดของภาค แบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณและป่าดงดิบเขา ราษฎรมักจะบุกรุกป่า เบญจพรรณ ซึ่งอยู่บริเวณที่ราบเชิงเขา แม่น้ำ ลำธาร เพื่อทำการเกษตร และประชาชนชาวเขาจะบุกรุกป่าดงดิบ ซึ่งอยู่ระดับ 900 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางเพื่อทำไร่เลื่อนลอย ทำให้ป่าไม้ถูกทำลาย และนับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี หากไม่มีการควบคุมให้ทันการย่อมจะทำให้เกิดน้ำท่วมโดยฉับพลันหรือขาดแคลนน้ำโดยทั่วไปได้

ลักษณะภูมิอากาศภาคเหนือ [6]

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นที่สูง มีภูเขาสลับซับซ้อนโดยเฉลี่ยประมาณ 1,600 เมตร จากแนวภูเขายาวจากเหนือมาใต้ ตั้งอยู่ห่างจากทะเลมากกว่าภาคอื่น อากาศจึงร้อนและหนาวมากกว่าภาคอื่น มีฤดูที่เห็นเด่นชัด 3 ฤดูคือ

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมไปถึงปลายเดือนกันยายน หรือต้นเดือนตุลาคมรวมระยะเวลาประมาณ 4 – 5 เดือน สาเหตุที่ฝนตกในภาคเหนือเนื่องจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากอ่าวเบงกอลมาปะทะภูเขาในภาคเหนือ ทำให้มีฝนในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม อีกส่วนหนึ่งได้รับอิทธิพลจากการปะทะระหว่างมวลอากาศสองกระแสคือ ลมฝ่ายใต้ของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับลมฝ่ายเหนือของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนในเดือนมิถุนายนและกันยายน สถิติปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในภาคเหนือประมาณ 1,200 มิลลิเมตร ซึ่งพอเพียงกับการเพาะปลูกในบางพื้นที่เท่านั้น

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมไปสิ้นสุดประมาณเดือนกุมภาพันธ์ รวมระยะเวลาประมาณ 3 เดือนครึ่งถึง 4 เดือน มีอากาศหนาวเย็นกว่าภาคกลางมาก เนื่องจากลมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากตอนกลางของทวีปเอเชียในประเทศจีน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูงในฤดูหนาวลงมาอากาศยังรักษาความเย็นเอาไว้ได้มาก ฉะนั้นฤดูหนาวในภาคเหนือจึงมีอากาศหนาวกว่าภาคอื่น อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่หนาวที่สุด 18 องศาเซลเซียส และบางแห่งเคยลงถึง 2 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดเชียงราย

ฤดูร้อน ตั้งต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปถึงเดือนพฤษภาคม รวมระยะเวลาประมาณ 3 เดือน เกิดเนื่องจากในเดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มอ่อนกำลังลงมาก ทำให้ลมตะวันออกและลมตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้น เกิดพายุร้อนในภาคเหนือเป็นครั้งคราว ในเดือนมีนาคมและเมษายนอุณหภูมิสูงขึ้นมาก อากาศร้อนอบอ้าวโดยทั่วไป เคยสูงถึง 44.5 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ในเดือนเมษายน

2.3 กระบวนการไหลของน้ำในห้วยธาร (runoff process) [6]

เมื่อเวลาฝนตกน้ำบางส่วนจะระเหยกลับไปในบรรยากาศก่อนที่จะตกลงถึงพื้นดิน ทั้งนี้เนื่องจากถูกต้นไม้ อาคาร บ้านเรือนรองรับไว้ ที่เรียกว่า interception น้ำส่วนที่ตกลงสู่พื้นดิน (ground precipitation หรือ through fall) บางส่วนจะซึมผ่านผิวดิน (infiltration) หากสะสมมาก ๆ เข้าก็จะค่อย ๆ ไหลลึกลงสู่ใต้ดิน (percolation) น้ำส่วนที่ค้างอยู่ตามพื้นผิวดินจะสะสมมากขึ้นเรื่อย ๆ แล้วขังอยู่ชั่วขณะหนึ่งที่เรียกว่า surface detention เมื่อรวมกันมาก ๆ เข้าก็จะพากันไหลลงสู่ที่ต่ำไปขังอยู่ตามแอ่งตามหลุม และบ่อเป็นการชั่วคราวที่เรียกว่า depression หรือ retention storage ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นถือได้ว่าเป็นส่วนของ surface storage ถ้าหากยังมีน้ำฝนตกเพิ่มขึ้นมาอีก น้ำก็จะพากันไหลบ่าไปตามผิวหน้าดินที่เรียกว่า surface runoff หรือ overland flow ไหลลงไปรวมอยู่ในลำธารเป็น channel detention หรือ channel storage จนกระทั่งลำธารกักเก็บน้ำไว้ไม่อยู่ น้ำในห้วยธารที่ไหลมาจากบนดินและใต้ดินก็จะพากันไหลต่อไปยังแม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร น้ำที่ไหลนี้ก็คือ stream flow หรือที่เรียกกันว่าน้ำท่า (runoff) นั่นเอง

จะเห็นว่ากระบวนการไหลของน้ำเริ่มต้นตั้งแต่ฝนตกจนเป็นน้ำท่าที่ไหลอยู่ในห้วยธารนั้นจะต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นมาเป็นลำดับจนเกิดการไหลของน้ำในห้วยธาร (Stream flow) รวมเรียกว่า เป็นกระบวนการไหลของน้ำ หรือ runoff process

2.4 การจำแนกองค์ประกอบของน้ำส่วนที่ไหล (flow components classification) [6]

น้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน อาจแบ่งตามลักษณะการไหลออกได้ เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของน้ำที่ไหลอย่างช้า ๆ (Slow process) โดยผ่านกระบวนการดูดซับของดินแล้วค่อย ๆ ไหลผ่านช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินลงไปเป็นน้ำใต้ดิน น้ำส่วนนี้จะถูกกักเก็บและขังไว้เป็นเวลายาวนานแตกต่างกัน กว่าจะไหลลงไปสู่ห้วยธารได้ต้องใช้เวลานาน สำหรับน้ำอีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่ไหลลงสู่ห้วยธารอย่างรวดเร็ว (rapid process) โดยไหลผ่านไปตามผิวหน้า

ดินหรือใต้พื้นผิวดิน น้ำส่วนนี้เป็นน้ำที่ทำให้เกิดการไหลหลากจนเกิดน้ำท่วมได้ ศัพท์ต่าง ๆ ต่อไปนี้เป็นคำที่นักวิชาการจัดการลุ่มน้ำมักจะกล่าวถึงเสมอในเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการไหลของน้ำ คือ

(1) Channel precipitation เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่ห้วยธารโดยตรง เนื้อที่รองรับน้ำฝนจะเท่ากับพื้นที่ผิวของห้วยธารนั้น ปกติมักจะได้แก่ลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี (perennial stream) ถ้าฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน เนื้อที่รองรับน้ำฝนโดยตรงก็จะมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากน้ำในห้วยธารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่ต้องผ่านกระบวนการไหลซึมของน้ำ

(2) Overland flow หรือ surface runoff เป็นปริมาณน้ำที่ไหลไปตามผิวหน้าดินลงสู่ห้วยธารอย่างรวดเร็วภายหลังที่ดินได้ดูดซับน้ำไว้จนอิ่มตัวแล้ว เนื่องจากฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน

(3) subsurface storm flow เป็นส่วนของน้ำที่ไหลซึมลงดินแล้ว พากันไหลลงสู่ห้วยธารทางใต้พื้นผิวดินในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งไม่สามารถมองเห็นลักษณะการไหลด้วยตาเปล่า เหมือน surface flow ได้ ส่วนมากจะเกิดในบริเวณใกล้ ๆ กับ perennial stream ปกติต้นน้ำลำธารที่ปกคลุมไปด้วยป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ น้ำในห้วยธารส่วนใหญ่จะได้จาก subsurface flow มากกว่า surface flow บางครั้งก็เรียกว่า interflow หรือ lateral flow เป็นลักษณะการไหลของน้ำที่ไหลขนานไปกับระดับน้ำใต้ดิน (water table) โดยเฉพาะในป่าที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้พื้นผิวดิน

(4) Direct runoff หรือ storm flow เป็นปริมาณน้ำส่วนที่เกิดจากฝนโดยตรง (rainfall excess) ภายหลังจากที่ดินได้ดูดซับน้ำไว้แล้ว ไม่รวมส่วนของน้ำที่สะสมอยู่เดิมที่ไหลออกมาจากใต้ดินหรือก็คือผลรวมของปริมาณน้ำทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวข้างต้นนั่นเอง เป็นคำที่นักจัดการลุ่มน้ำนิยมใช้อธิบายลักษณะการเกิดน้ำไหลหลากหรือน้ำท่วม (flood) ของลุ่มน้ำนั้น ๆ

(5) base flow หรือ groundwater runoff เป็นน้ำส่วนที่ไหลหล่อเลี้ยงลำธารในทุกฤดูกาลตลอดปีโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ถึงฝนไม่ตกก็ยังมีน้ำไหล น้ำทั้งหมดที่ไหลอยู่ในห้วยธารในช่วงฤดูแล้งน้ำมาจาก base flow หรือน้ำใต้ดินซึ่งก็คือน้ำฝนเก่าที่กักเก็บไว้จากการเติมน้ำ (recharge) ลงไปเพิ่มในช่วงฤดูฝนของทุก ๆ ปี ทำให้ระดับน้ำใต้ดินกลับเพิ่มสูงขึ้น โดยผ่านกระบวนการซึมลงดินของน้ำ (infiltration) และการไหลลึก (percolation) ของน้ำลงไปสู่ใต้ดิน ซึ่งปรากฏว่าบริเวณที่ป่าไม้ยังอุดมสมบูรณ์อยู่นั้น น้ำที่ไหลอยู่ในห้วยธารโดยเฉลี่ยแล้วมาจาก base flow มากกว่าร้อยละ 85 อีกเพียงร้อยละ 15 เท่านั้นที่ได้จาก direct runoff

2.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและการออกแบบขนาดน้ำท่วม

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และการออกแบบขนาดน้ำท่วม ได้กระทำไว้แล้วอย่างกว้างขวาง แต่ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้พอสรุปได้ดังนี้

Rational Method เป็นวิธีคำนวณค่าปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำที่จะเกิดขึ้นในลำน้ำโดยอาศัยสภาพที่เกิดขึ้นจริง และไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบของสภาพทั่วไปของลุ่มน้ำ วิธีการนี้เริ่มต้นมาแต่เมื่อไรไม่ปรากฏหลักฐานเด่นชัด แต่ค้นพบครั้งแรกโดยผลงานของ Mulvaney (1851) ซึ่งมีสูตรทั่วไปดังนี้

$$Q = CIA \qquad (1)$$

ในเมื่อ Q = ปริมาณการไหลสูงสุด (Peak discharge) (ft^3/s)

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficient) ขึ้นอยู่กับลักษณะเชิงอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

I = ความเข้มข้นของฝน (rainfall intensity) ในช่วงเวลา (duration) และรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ย (Return period) ที่กำหนด (in/hr)

A = พื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) (acres)

วีระพล (2529) ได้รวบรวมและสรุปวิธีการออกแบบขนาดน้ำท่วมต่าง ๆ สำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีพื้นที่น้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร นิยมใช้ Rational Formula ในหน่วยมาตรระบบเมตริก ดังนี้

$$Q = 0.278CIA \qquad (2)$$

Q = ปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่าขึ้นอยู่กับลักษณะเชิงอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

A = พื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

I = ความเข้มข้นของฝนในช่วงเวลาและรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยที่กำหนด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง

โดยทั่วไปแล้ว ช่วงเวลาของฝนสมมุติให้ใกล้เคียงกับเวลาน้ำท่าเข้มข้น (Time of concentration) ซึ่งคำนวณจากสูตร

$$T_C = \left(0.87L^3/H\right)^{0.385} \quad (3)$$

ในเมื่อ L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

H = ความแตกต่างระดับ มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งเท่ากับผลคูณของความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำ และความยาวตามลำน้ำสายใหญ่ L

กรณีพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร นิยมใช้เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งคำนวณกราฟน้ำท่วมแทน อย่างไรก็ตาม Department of Highway (1980) ได้ดัดแปลงวิธีของ Snyder (1938) คำนวณปริมาณการไหลสูงสุด เพื่อการออกแบบระบบระบายน้ำ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรกคือ การคำนวณช่วงเวลาฝนวิกฤต (Critical rainfall duration) จากสูตรต่อไปนี้

$$t_r = \frac{1.5}{5.5} L^{0.60} L_1^{0.30} \quad (4)$$

ในเมื่อ t_r = ช่วงเวลาฝนวิกฤต มีหน่วยเป็นชั่วโมง

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

L_1 = อัตราส่วน L_c/L

L_c = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุดมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

ขั้นตอนต่อไปนี้ก็คือ การคำนวณค่าปริมาณการไหลสูงสุด (peak discharge) ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งเกิดจากปริมาณฝนส่วนเกิน 1 มิลลิเมตร จากสูตรต่อไปนี้

$$q_P = K_P/t_r \quad (5)$$

ในเมื่อ q_P = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีหน่วยเป็น ลิตร/วินาที/ ตารางกิโลเมตร

K_P = ค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณการไหลสูงสุด (peak discharge coefficient) มีค่าประมาณ28 ถึง 34 ขึ้นอยู่กับความลาดชันของลุ่มน้ำและพืชปกคลุมดิน

ขั้นตอนสุดท้ายก็คือ คำนวณปริมาณการไหลสูงสุดจากพื้นที่ลุ่มน้ำ A ด้วยสูตรต่อไปนี้

$$Q = 0.001 q_P (\alpha i - \varphi) t_r A \qquad (6)$$

ในเมื่อ Q = ปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที

α = สัมประสิทธิ์ลดขนาดความเข้มของฝนที่สถานี (reduction factor)

i = ความเข้มน้ำฝน (rainfall intensity) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

ϕ = ความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน (infiltration capacity) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/ชั่วโมง

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

ค่าพารามิเตอร์ ϕ ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของผิวดินและพืชปกคลุม สำหรับค่า α ขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำ และช่วงเวลาของฝน ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้แล้วใน Department of Highway (1980)

Sherman (1932) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับทฤษฎีของการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าโดยรวบรวมกราฟน้ำท่าจากข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีสถิติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่ากราฟน้ำท่าที่เกิดจากน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกันจะมีฐานเวลาเท่ากัน การแผ่กระจายของฝนที่เกิดขึ้นตามระยะเวลาและพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าปริมาณการไหลในแกน y (ordinates) ของกราฟน้ำท่าจะเป็นสัดส่วนกับปริมาตรของน้ำท่า กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของลุ่มน้ำจะคล้ายคลึงกับรูปแบบน้ำท่าที่เกิดจากน้ำฝนส่วนเกิน (rainfall excess) ที่มีค่าความลึกเทียบเท่าหนึ่งหน่วยในพื้นที่ลุ่มน้ำและช่วงเวลาที่คงที่

อาศัยทฤษฎีของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งได้วิเคราะห์ขึ้นจากสถิติข้อมูลของลุ่มน้ำที่มีการวัดน้ำท่า จะได้รูปแบบของสมการเอมพิริกัล (Empirical) และกึ่งเอมพิริกัล (simi-empirical) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับลุ่มน้ำที่ไม่มีการวัด วิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่า Synthetic Unit

Hydrograph ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากสำหรับการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในลุ่มน้ำขนาดเล็ก

Snyder (1938) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำ โดยใช้ข้อมูลจากลุ่มน้ำต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ถึง 10,000 ตารางไมล์พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าประกอบด้วย basin lag (t_p), peak flow (q_p)และ base length (T) สำหรับพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำคือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ A ความยาวของลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ L และความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดบนลำน้ำที่ใกล้กับจุดศูนย์ถ่วง (centroid) ของลุ่มน้ำมากที่สุด L_c Snyder (1938) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและคุณลักษณะของลุ่มน้ำไว้ดังนี้

$$t_p = 0.75 C_t (L L_c)^{0.3} \quad (7)$$

$$q_p = \frac{2.78 C_p A}{t_p} \quad (8)$$

$$T = 3(1 + \frac{p}{24}) \quad (9)$$

ในเมื่อ t_p มีหน่วยเป็นชั่วโมง

L, L_c มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

A มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

q_p มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/ วินาที

T มีหน่วยเป็นวัน

สมการที่ 7 ถึง 9 เป็นสูตรการคำนวณพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่มีช่วงเวลา (duration) $t_r = t_P/ 5.5$ มีหน่วยเป็นชั่วโมง แต่สำหรับช่วงเวลา t_P ใด ๆ ส่วนใหญ่จะมากกว่า t_r นั้น จะได้สมการคำนวณสำหรับปรับค่า t_p , q_p และ T ดังต่อไปนี้

$$t_{pp} = t_p + \frac{t_R - t_r}{4} \quad (10)$$

$$q_{PR} = \frac{2.78C_pA}{t_{PR}} \quad (11)$$

$$T_R = 3(1 + \frac{t_{PR}}{24}) \quad (12)$$

ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8

C_t คือค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา ซึ่ง Snyder (1938) แนะนำว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 และ 2.2 ซึ่งมีแนวโน้มว่าค่าที่ต่ำกว่าจะเหมาะสำหรับลุ่มน้ำที่มีความลาดชันมากกว่า ส่วน C_P คือสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับปริมาณการไหล มีค่าระหว่าง 0.56 และ 0.69 อย่างไรก็ตามค่า C_t และ C_P ที่ Snyder (1938) แนะนำไว้นั้นเป็นค่าที่พัฒนามาจากลุ่มน้ำต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีผู้นำวิธีการของ Snyder (1938) ไปใช้กันแพร่หลายมาก แต่ปัญหาก็คือการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ C_P และ C_t ที่ถูกต้องทำได้ยาก จึงได้เพิ่มค่าความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ S เข้าไว้ดังสมการ

$$t_p = C't\,(LL_c/\sqrt{s})^n \quad (13)$$

ในเมื่อ t_P = basin lag มีหน่วยเป็นชั่วโมง

C_t = ค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา

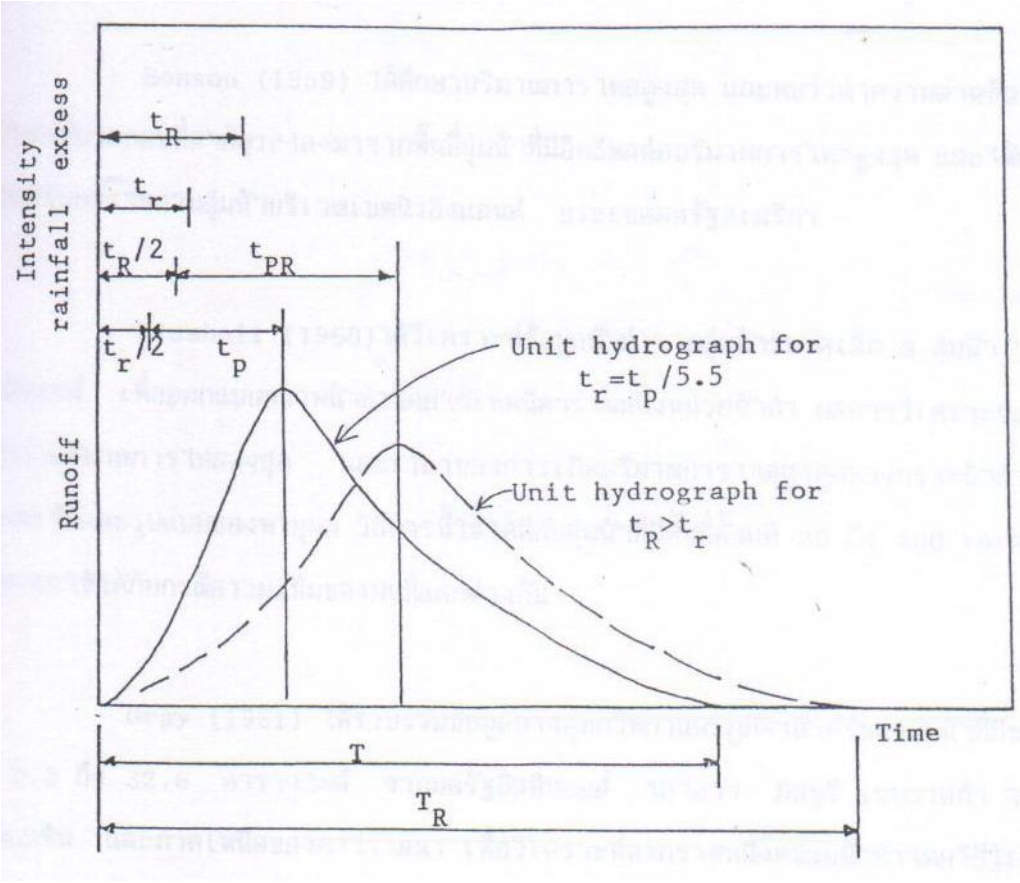
L = ความยาวตามลำน้ำจากจุดไกลสุดถึงจุดออก มีหน่วยเป็นไมล์

L_c = ความยาวตามลำน้ำจากจุดที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงมากที่สุดถึงจุดออก มีหน่วยเป็นไมล์

S = ความลาดชันเฉลี่ย

หน่วยงาน U.S. Corps of Engineers ได้ศึกษาจากลุ่มน้ำในประเทศสหรัฐอเมริกา ประมาณ 18 แห่ง มีพื้นที่ตั้งแต่ 6 ถึง 1,671 ตารางกิโลเมตร ได้ค่า C_t มีค่าตั้งแต่ 0.35 ถึง 1.20 และค่า n มีค่าประมาณ 0.38

Hickok และคณะ (1959) ได้ศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าประมาณ 130 ลูก จาก 14 ลุ่มน้ำในมลรัฐอริโซนา นิวเม็กซิโก และโคโลราโด ซึ่งอยู่ทางภาคตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 2.8 แสดงค่าจำกัดความของพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ใช้ในวิธีของ Snyder (1988)

สรุปว่า Lag time เกี่ยวเนื่องกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำ และความหนาแน่นของการระบาย (drainage density) ซึ่งใช้สำหรับทำนายปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าในรูปของปริมาตรน้ำท่า โดยใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไม่มีหน่วยมาตรฐาน ซึ่งไม่ขึ้นกับลักษณะน้ำฝนและดินที่ปกคลุม

Minshall (1960) ได้วิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าจากลุ่มน้ำขนาดเล็ก 3 ลุ่มน้ำบริเวณใกล้กับ Edward Sville มลรัฐอิลลินอยส์ สำหรับใช้ในการคำนวณออกแบบกราฟน้ำท่าโดยใช้เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ปริมาตรน้ำท่าประมาณจากรูปแบบของฝนและกราฟแสดง time retention สำหรับการปกคลุมของดินในแต่ละลักษณะ โดยอาศัยข้อมูลน้ำฝนและฤดูกาลในอดีต ผลของการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าปริมาณการไหลสูงสุด และเวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าขึ้นอยู่กับความเข้มของฝน และรูปแบบของพายุฝน (storm pattern) วิธีการนี้เหมาะสำหรับการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับลุ่มน้ำที่มีขนาดตั้งแต่ 20 ถึง 500 เอเคอร์ และมีความเข้มของฝนแตกต่างกัน

Gray (1961) ได้รวบรวมข้อมูลทางอุทกวิทยาและภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 ถึง 32.6 ตารางไมล์ จากมลรัฐอิลลินอยส์ ไอโอวา มิสซูรี เนบราสก้า โอไฮโอ วิสคอนซิน และภาคเหนือของคาโรไลนา เพื่อทำการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่พาดพิงถึงการแผ่กระจายของฝนและคุณสมบัติทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำ ซึ่งได้สมการโดยวิธีการวิเคราะห์แบบรีเกรชชัน (regression analysis)

Reich (1962) ได้พัฒนาวิธีการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีการวัดน้ำท่า โดยสมมติว่ากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ไม่มีสถิติข้อมูลสามารถใช้รูปแบบฟังก์ชันของเพียร์สัน ประเภทสามที่มีสามพารามิเตอร์ (Three Parameters Pearson Type III) โดยทำการเทียบเคียงกับพายุฝนและลักษณะลุ่มน้ำ ซึ่งได้แก่ พายุฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่า คุณสมบัติทางกายภาพ ลักษณะดินและสภาพการปกคลุมของต้นไม้ สมการที่ตั้งไว้จากการวิเคราะห์ที่ได้มาจะได้พารามิเตอร์ของกราฟน้ำท่า 3 ตัวคือ ปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า ปริมาตรน้ำท่ารวมทั้งหมด และระยะเวลาจากจุดที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด ถึงจุดศูนย์ถ่วงของกราฟน้ำท่า

สมการคณิตศาสตร์ สำหรับโค้งของกราฟน้ำท่า ซึ่งใช้วิธีการเพียร์สันประเภทสาม มีดังนี้

$$q_t = q_p e^{-t/G}(1 + t/m)^{m/G} \qquad (14)$$

ในเมื่อ q_t = ปริมาณการไหลที่เวลา t ชั่วโมง มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

q_p = ปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

m = เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

c = จุดศูนย์ถ่วงของกราฟน้ำท่า

G = ระยะเวลาจากปริมาณการไหลสูงสุดถึง c มีหน่วยเป็นชั่วโมง

Wu (1963) ได้ปรับปรุงโค้งการกระจายของรูปร่างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจากการศึกษาลุ่มน้ำที่มีพื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางไมล์ ในมลรัฐอินเดียนา ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 21 ลุ่มน้ำ โดยให้พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าซึ่งได้แก่ เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak) t_p และสัมประสิทธิ์การลดลง (recession coefficient) K เทียบเคียงกับพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ซึ่งได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ(A)ความยาวตามลำน้ำสายหลัก (L) และความลาดเทของลำน้ำสายหลัก(S)ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าดูจากแผนที่ดิน (soil map) โดยพิจารณาจากอัตราการซึมลงในดินเฉลี่ยหลาย ๆ ค่า ผลการวิเคราะห์ได้ขนาดและรูปร่างของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีการวัดน้ำท่า

Komsatra (1969) ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และพารามิเตอร์แสดงลักษณะของลุ่มน้ำและลำนำ โดยใช้ข้อมูลของลุ่มน้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 สถานี ภาคเหนือ 2 สถานี และภาคใต้ 1 สถานี มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 24 ถึง 1,000 ตารางกิโลเมตร และได้สรุปความสัมพันธ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งเทียบความลึกเป็น 1 มิลลิเมตรเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำดังนี้

$$t_p = 1.90(L_c/\sqrt{s})^{0.162} \quad (15)$$

$$q_p = 0.161(A/t_p)^{0.98} \quad (16)$$

ในเมื่อ t_P = เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

q_P = ปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/ วินาที

L = ความยาวตามลำน้ำจากจุดที่ตั้งสถานีไปจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

L_c = ความยาวตามลำน้ำจากจุดที่ตั้งสถานีไปจนถึงจุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

S = ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำ

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

Illangasekare (1974) ได้วิเคราะห์การสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลน้ำท่า โดยวิธีสามเหลี่ยมเชิงซ้อนสองรูปที่มีสี่พารามิเตอร์ (Double Triangle Four Parameters Model) โดยเสนอความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ซึ่งคำนวณจากสถานีวัดน้ำ 13 สถานี ในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 18 ถึง 243 ตารางกิโลเมตร โดยเทียบความลึกเป็น 1 มิลลิเมตร เฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$U_p = K_1 A^{a1} L^{b1} CR^{c1} ST^{d1} \quad (17)$$

$$T_p = K_2 A^{a2} L^{b2} CR^{c2} ST^{d2} \quad (18)$$

$$T_R = K_3 A^{a3} L^{b3} CR^{c3} ST^{d3} \quad (19)$$

$$T_L = K_4 A^{a4} L^{b4} CR^{c4} ST^{d4} \quad (20)$$

และจากคำจำกัดความของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่มีความลึกปริมาณฝนส่วนเกินเทียบหนึ่งหน่วยจะได้ความสัมพันธ์

$$U_R = \frac{2 - U_p(T_p + T_R)}{T_R + T_L} \quad (21)$$

ในเมื่อ U_P = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีหน่วยเป็น มม./ชั่วโมง

T_P = เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

T_R = เวลานับจากเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดในสามเหลี่ยมที่แสดงinitial response

ถึงเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดในสามเหลี่ยมที่แสดง delayed response

T_L = เวลานับจากเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดของสามเหลี่ยมที่แสดง delayed response ถึงปลายสุดของโค้งการลดลง

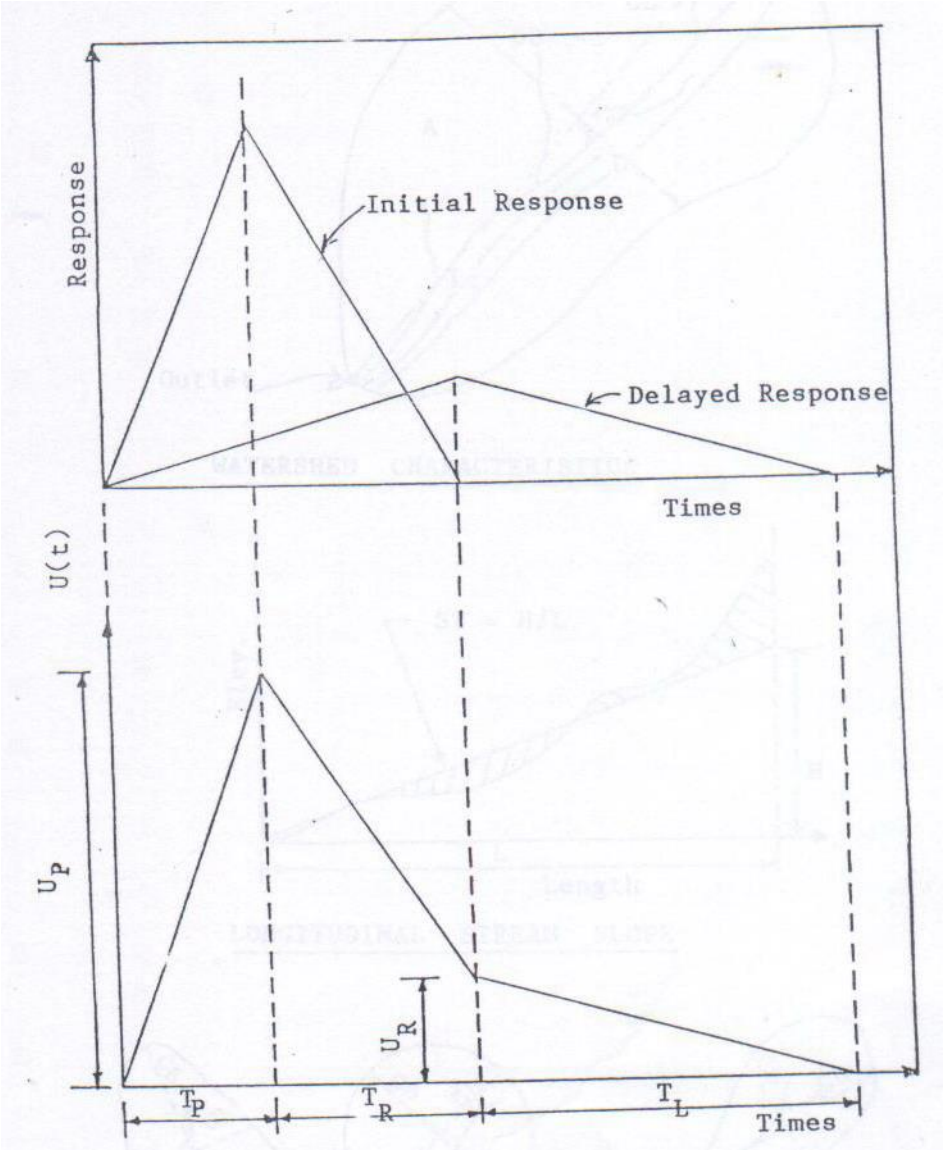
A = ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

L = ความยาวของลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

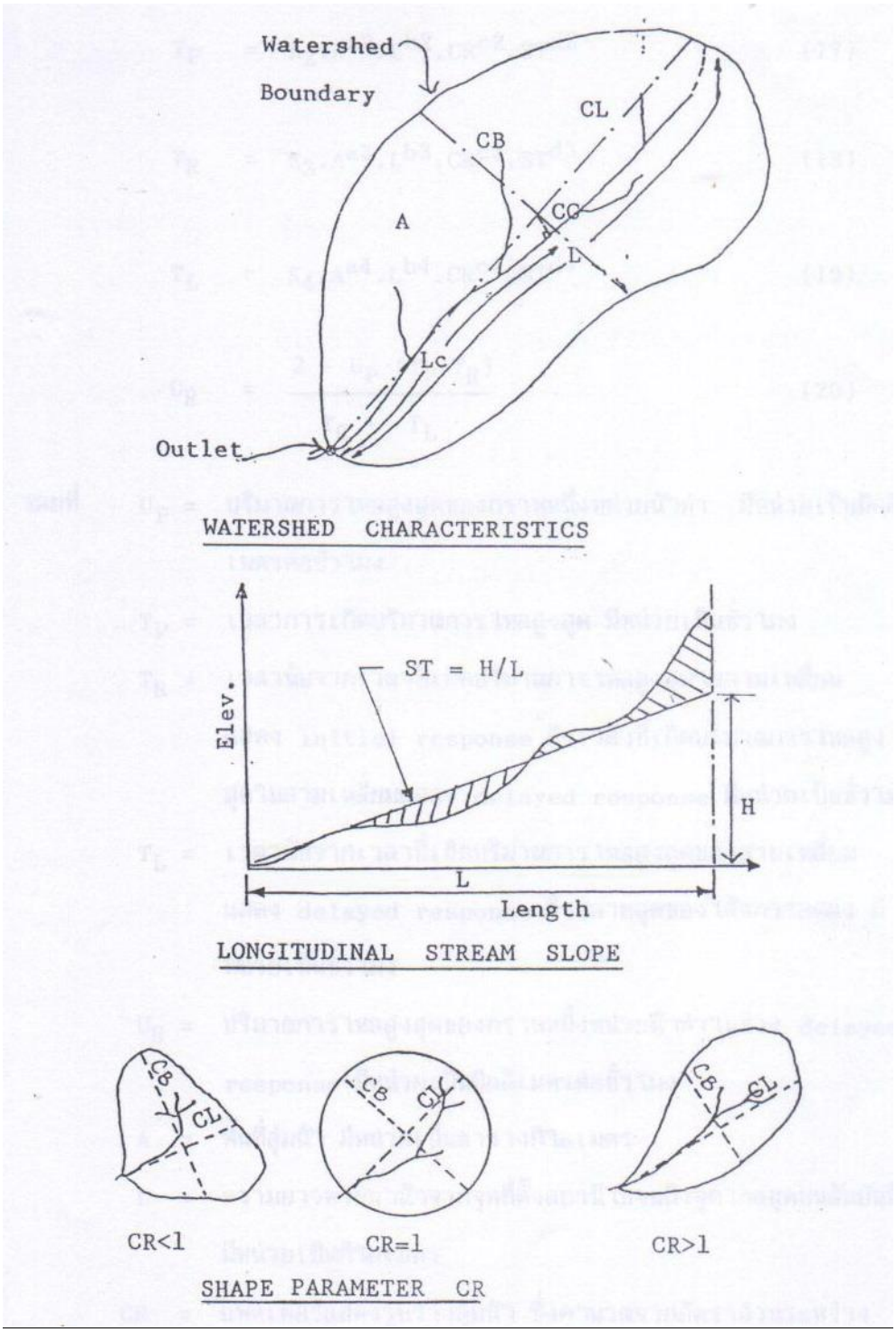
CR = แฟคเตอร์แสดงรูปร่างของลุ่มน้ำ ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของลุ่มน้ำที่ลากผ่านจุดศูนย์ถ่วง

ST = ความลาดเทเฉลี่ยของลุ่มน้ำ

รูปที่ 2.9 และ 2.10 แสดงคำจำกัดความของพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ลำน้ำ ที่เสนอโดย Illangasekare (1974) ตามลำดับ สำหรับค่าของ K_i , a_i , b_i ,c_i ,d_i เมื่อ i = 1, 2, 3, 4 นั้นเป็นค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชชัน ซึ่งคำนวณไว้แล้วโดย Illangasekare (1974) และแสดงไว้ในตารางที่ 1



รูปที่ 2.9 แสดงคำจำกัดความ ที่เสนอโดย Illangasekare (1974)



รูปที่ 2.10 แสดงคำจำกัดความของพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำลำน้ำที่เสนอโดย Illagasekare (1974)

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบสามเหลี่ยมเชิงซ้อนสองรูปที่เสนอโดย Illangasekare (1974)

FIRST PARAMETER, U_P (mm / hr)

Duration	In K_1	a_1	b_1	c_1	d_1
4	-0.780	-0.470	0.395	-0.319	0.150
5	-1.020	-0.440	0.375	-0.316	0.135
6	-1.200	-0.420	0.360	-0.313	0.125
7	-1.500	-0.395	0.350	-0.306	0.105
8	-1.750	-0.380	0.340	-0.299	0.095
9	-1.850	-0.360	0.355	-0.285	0.083
10	-1.900	-0.340	0.365	-0.270	0.070

SECOND PARAMETER, T_P (hrs)

Duration	In K_2	a_2	b_2	c_2	d_2
4	0.150	0.550	-0.365	0.140	-0.150
5	0.450	0.450	-0.280	0.125	-0.125
6	0.800	0.380	-0.190	0.100	-0.105
7	1.000	0.335	-0.140	0.085	-0.095
8	1.150	0.270	-0.100	0.075	-0.085
9	1.400	0.250	-0.098	0.072	-0.072
10	1.600	0.230	-0.103	0.070	-0.060

THIRD PARAMETER, T_R (hrs)

Duration	In K_3	a_3	b_3	c_3	d_3
4	0.400	0.550	-0.600	0.430	-0.195
5	0.500	0.560	-0.605	0.421	-0.170
6	0.650	0.570	-0.615	0.413	-0.135
7	0.800	0.580	-0.625	0.412	-0.120
8	0.950	0.590	-0.645	0.410	-0.110
9	1.030	0.605	-0.665	0.412	-0.105
10	1.100	0.620	-0.670	0.415	-0.115

FOURTH PARAMETER, T_L (hrs)

Duration	In K_4	a_4	b_4	c_4	d_4
4	1.020	0.650	-0.680	0.540	-0.065
5	0.920	0.700	-0.750	0.560	-0.100
6	0.850	0.725	-0.830	0.580	-0.120
7	0.700	0.715	-0.820	0.570	-0.145
8	0.700	0.710	-0.800	0.560	-0.170
9	0.800	0.650	-0.700	0.520	-0.150
10	0.900	0.560	-0.570	0.470	-0.125

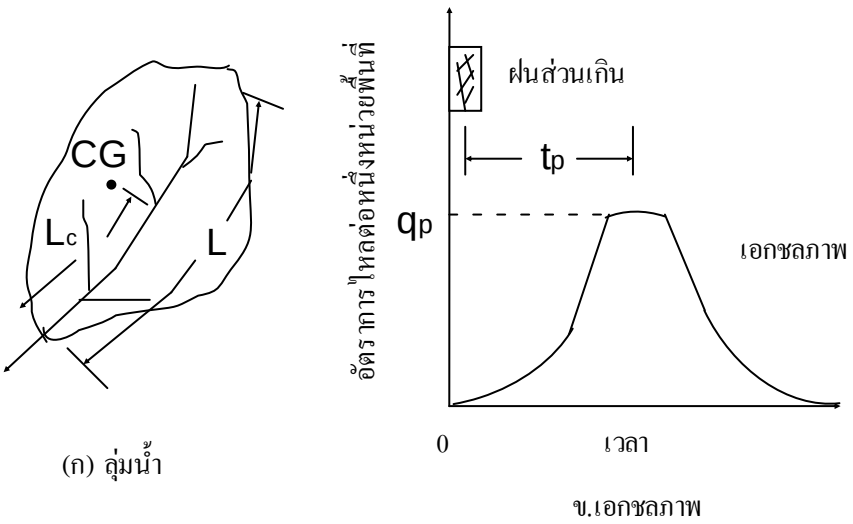
2.6 การสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธีของ Sherman, L.K (1932)

Sherman เป็นคนแรกที่เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับ Unit Hydrograph เพื่อใช้ในการหาน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝน โดยนิยามว่า Unit Hydrograph ของลุ่มน้ำคือกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าผิวดิน (Direct Runoff Hydrograph) ที่เกิดจากฝนส่วนเกิน (Excess Rainfall) จำนวน 1 นิ้ว ซึ่งแผ่กระจายสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ ด้วยอัตราการตกคงที่ในช่วงเวลา 1 หน่วย (เช่น 1 ชั่วโมง)

จากนิยามดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาการตกของฝนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์จะต้องสั้นพอที่จะเชื่อได้ว่าความเข้มฝนในช่วงเวลานั้นมีค่าคงที่ และพื้นที่ลุ่มน้ำจะต้องไม่ใหญ่โตเกิน มิเช่นนั้นฝนที่ตกจะไม่กระจายสม่ำเสมอทั่วลุ่มน้ำ

2.7 การสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธีของ Snyder

Snyder (ปี พ.ศ.2481) ได้ศึกษาลุ่มน้ำหลายแห่งในบริเวณที่ราบสูงอัปปาลาเชียน (Appalachian) ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของสหรัฐอเมริกา โดยข้อมูลที่ศึกษานี้มีขนาดลุ่มน้ำอยู่ในช่วง 10 ถึง 10,000 ตารางไมล์ ผลการศึกษาได้พบว่าสำหรับลุ่มน้ำใดๆ จะมีเอกชลภาพมาตรฐาน (standard unit hydrograph)



(ก) ลุ่มน้ำ

ข.เอกชลภาพ

เอกชลภาพมาตรฐานของลุ่มน้ำ

เอกชลภาพมาตรฐานหมายถึง เอกชลภาพที่มีช่วงเวลาฝนตก t_r สัมพันธ์กับเวลาในการเกิดอัตราการไหลสูงสุดนับจากกึ่งกลางของช่วงเวลาฝนตก (basin lag) t_p ดังสมการ

$$\text{เวลา } t_P = 5.5t_r$$

สำหรับเอกชลภาพมาตรฐานนี้ Snyder ยังได้พบว่า

$$t_P = C_1C_1(LL_c)^{0.3}$$

โดยที่ t_p คือเวลาในการเกิดอัตราการไหลสูงสุดนับจากกึ่งกลางของช่วงเวลาที่ฝนตก (hr)

C_1 คือค่าคงที่เท่ากับ 0.75 สำหรับระบบเมตริก และ 1.0 สำหรับระบบอังกฤษ

C_t คือสัมประสิทธิ์ของพื้นที่ ซึ่งหาได้จากข้อมูลลุ่มน้ำที่มีการวัดสภาพทางอุทกวิทยาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

L คือความยาวของลำน้ำหลัก วัดจากจุดออก (outlet) หรือ จุดที่ต้องการหาชลภาพของลุ่มน้ำถึงจุดสันปันน้ำทางด้านเหนือน้ำ (km หรือ miles) และ L_c คือ ความยาวของลำน้ำ วัดจากจุดออกถึงจุดที่อยู่ใกล้จุดศูนย์ถ่วง (centroid) ของลุ่มน้ำ (km หรือ miles)

อัตราการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ q_p สามารถหาได้จาก

$$q_p = \frac{C_2C_p}{t_p}$$

โดยที่ q_p คือ อัตราการไหลสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ (cms/km^2 หรือ cfs/mi^2)

C_2 คือ ค่าคงที่เท่ากับ 2.75 สำหรับหน่วยเมตริก และ 640 สำหรับหน่วยอังกฤษ

C_p คือ สำประสิทธิ์เกี่ยวกับอัตรากานไหลของลุ่มน้ำ หาได้จากข้อมูลลุ่มน้ำเมื่อกำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาด A จะสามารถอัตราการไหลสูงสุดได้จาก

$$Q_p = q_pA$$

แทนค่า q_p ได้

$$Q_P = \frac{C_2C_PA}{t_P}$$

โดยที่ A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (km^2 หรือ mi^2)

ในบทที่ 2 นี้ ได้สรุปเนื้อหา ความรู้เบื้องต้นสำหรังานทางอุทกวิทยา ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้ โดยทฤษฎีและความรู้พื้นฐานเหล่านี้ จะถูกนำไปใช้ในการดำเนินการวิจัยต่อไป โดยรายละเอียดของการวิจัยก็จะกล่าวในบทที่ 3

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 หลักการพิจารณา

ในการศึกษานี้ การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเพื่อหารูปแบบหรือวิธีการที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำที่ไม่มีสถิติข้อมูลน้ำท่า กระทำโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำ ลำน้ำ ด้วยการใช้สถิติข้อมูลน้ำท่าที่มีอยู่จากสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ในลุ่มน้ำภาคเหนือของประเทศไทย ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปสมการ
รีเกรชชันดังนี้

$$t_P = a(LL_c/\sqrt{S})^b \qquad (22)$$

$$q_P/A = c(t_P)^d \qquad (23)$$

ในเมื่อ t_P = เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

q_P = ปริมาณการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกหรือที่ตั้งสถานีวัดน้ำไปจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

L_c = ความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกหรือที่ตั้งสถานีวัดน้ำไปจนถึงจุด บนลำน้ำที่ใกล้กับจุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

S = ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำ

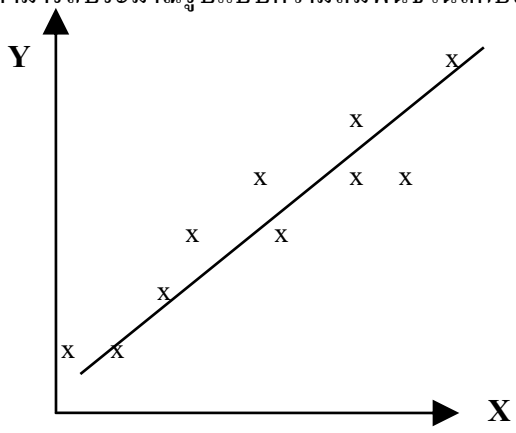
a, b, c, และ d = สัมประสิทธิ์การถดถอยที่จะคำนวณหาในการศึกษานี้

สำหรับความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในสมการที่ (22) และ (23) นั้น ได้มีผู้นำไปใช้กับบางลุ่มน้ำในประเทศไทยอย่างได้ผลดี (วีระพล, 2529) จึงได้เลือกสำหรับเป็นวิธีการในการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทย

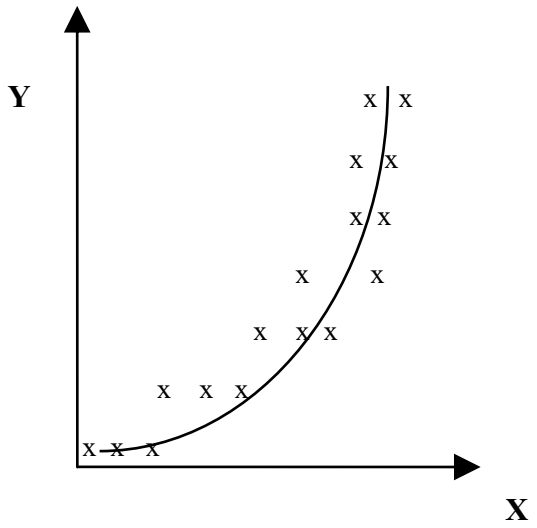
นอกจากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและคุณลักษณะของลุ่มน้ำและลำน้ำดังกล่าวแล้ว ยังจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย ซึ่งจะสามารถนำไปใช้สร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่ได้มีการวัดน้ำท่าได้ กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วยก็คือกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน t/t_P และ q/q_P นั่นเอง

3.2 การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis) [15]

ในการวิเคราะห์ความถดถอย หากเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวเราเรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย และถ้าใช้ตัวแปรหลายตัวเรียกว่าการถดถอยพหุคูณ นอกจากนี้รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นตัวสำคัญในการวิเคราะห์ ในบางครั้งเราจำเป็นต้องนำข้อมูลมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปแผนภูมิ ซึ่งเรียกว่าแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) เช่น หากนำความสัมพันธ์ของข้อมูลมาเขียนเป็นภาพตามรูปที่ 3.1 ก็สามารถประมาณรูปแบบของความสัมพันธ์ได้ว่าน่าจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรง และหากเป็นภาพตามรูปที่ 3.2 ก็สามารถประมาณรูปแบบความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นโค้ง



รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2

การหาสมการถดถอยแบบเชิงเส้น

จากสมการ

$$Y = a + bX$$

โดยที่ b คือค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย

a คือค่าคงที่

3.3 การรวบรวมข้อมูล

การเลือกสถานีวัดน้ำท่าและการรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทย ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง t_P กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_P/A กับ t_P และกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย มีขั้นตอนและหลักเกณฑ์ดังนี้

1. รวบรวมสถานีวัดน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็ก ที่มีพื้นที่รับน้ำฝนไม่เกิน 250 ตารางกิโลเมตร ในภาคเหนือของประเทศไทย จากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน และงานสำรวจอุทกวิทยา สำนักงานพลังงานแห่งชาติ

2. จำนวนสถานที่รวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ มีทั้งสิ้น 43 สถานี

3. พื้นที่รับน้ำฝนมีขนาดตั้งแต่ 6 ถึง 229 ตารางกิโลเมตร

4. สถิติข้อมูลน้ำท่ามีตั้งแต่ 2 ถึง 13 ปี โดยนับจนถึงปี 2547

5. เลือกข้อมูลระดับน้ำ ซึ่งเป็นกราฟน้ำนองอันเนื่องมาจากพายุฝนที่ตกจำนวนหลายๆ ลูก ตามระยะเวลาที่เก็บสถิติของแต่ละสถานี

6. รวบรวมกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณการไหลของน้ำ ซึ่งเรียกว่า Rating curve ในช่วงที่เกิดน้ำนอง เพื่อนำมาใช้หาปริมาณการไหลในลำน้ำ

จากค่าระดับน้ำที่กำหนดในกรณีที่มีการสร้างอาคารบังคับน้ำในลำน้ำ เหนือจุดที่ตั้งสถานี และไม่มีการศึกษาปริมาณน้ำที่อาคารบังคับมาก่อนนั้นจึงไม่นำสถิติข้อมูลมาวิเคราะห์

3.4 ข้อมูลและการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือปริมาณน้ำท่าที่เกิดน้ำนองอันเนื่องมาจากพายุฝนที่ตกจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคเหนือของประเทศไทย เลือกทั้ง 43 สถานีแบ่งเป็นลุ่มน้ำปิง 14 สถานี ลุ่มน้ำยม 5 สถานี ลุ่มน้ำน่าน 9 สถานี ลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 3 สถานี ลุ่มน้ำวัง 7 สถานี และลุ่มน้ำสาละวิน (ยวม-ปาย) 5 สถานี

เมื่อได้คัดเลือกสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ไว้แล้ว ทำการศึกษาข้อมูลของแต่ละสถานี ซึ่งแบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะ คือ รายละเอียดทางกายภาพ และสถิติทางอุทกวิทยา

<u>รายละเอียดทางกายภาพ</u> ของแต่ละสถานีอาศัยแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารบก หาจุดที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าและคำนวณหาค่าพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำ ลำน้ำ ซึ่งได้แก่พื้นที่รับน้ำฝน (A) ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่ตั้งแต่จุดที่ตั้งสถานีจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) ความยาวตามลำน้ำตั้งแต่จุดที่ตั้งสถานีจนถึงจุดที่ใกล้กับจุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด (L_c) และความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ (S) เพื่อนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วน ($LL_c/\sqrt{S}$) สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับสถิติทางอุทกวิทยาต่อไป

<u>สถิติทางอุทกวิทยา</u> การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยามีลำดับการดำเนินการดังนี้

1. รวบรวมสถิติระดับน้ำ ซึ่งเป็นกราฟระดับน้ำในช่วงเวลาการเกิดน้ำนองหลายๆ ลูก และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณการไหลของน้ำเปลี่ยนค่าเป็นปริมาณการไหลของน้ำ ก็จะได้กราฟปริมาณน้ำหรือเรียกว่า กราฟน้ำท่าที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการไหลของน้ำกับเวลา

2. จากกราฟน้ำท่านำมาคำนวณกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งหมายถึง กราฟน้ำท่าของน้ำท่าผิวดิน (surface runoff หรือ direct runoff) ที่เกิดจากพายุฝนส่วนเกิน (rainfall excess) มีความลึกเทียบเท่า 1 เซนติเมตร เฉลี่ยสม่ำเสมอทั่วทั้งลุ่มน้ำ ซึ่งกระทำโดย

ก) ทำการแยก baseflow ออกจากกราฟน้ำท่ารวม (total runoff) เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำท่าผิวดิน (direct runoff) ด้วยวิธีเส้นตรง

ข) คำนวณปริมาตรทั้งหมดของน้ำท่าผิวดิน และแสดงเป็นเซนติเมตรเทียบความลึกเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ

ค) นำค่าความลึกเฉลี่ยไปหารปริมาตรการไหลในแกน Y ทุกตัวของกราฟน้ำท่าผิวดิน เพื่อให้ได้ปริมาตรทั้งหมดของน้ำท่าผิวดิน มีค่าเท่ากับ 1 เซนติเมตร ตามคำจำกัดความของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

3. นำกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่เกิดจากพายุฝนแต่ละลูกนำมาเฉลี่ยจะได้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า และค่าพารามิเตอร์ t_P กับ q_P/A ของแต่ละสถานี

เมื่อได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ผลของแต่ละสถานีแล้วนำค่าความสัมพันธ์ระหว่าง t_P กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_P/A กับ t_P โดยพิจารณาแยกเป็นแต่ละลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำปิง 14 สถานี ลุ่มน้ำยม 5 สถานี ลุ่มน้ำน่าน 9 สถานี ลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 3 สถานี ลุ่มน้ำวัง 7 สถานี และลุ่มน้ำสาละวิน (ยวม-ปาย) 5 สถานี รวม 43 สถานี โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์วิธีรีเกรชชันในรูปสมการเลขยกกำลังดังแสดงไว้แล้วในสมการที่ (22) และ (23)

การศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย $a, b, c,$ และ d โดยพิจารณาแยกเป็นแต่ละลุ่มน้ำ และพิจารณารวมกลุ่มลุ่มน้ำที่มีลักษณะและที่ตั้งใกล้เคียงกัน

การศึกษาขั้นต่อไปก็คือ การสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเฉลี่ยและกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในรูปแบบไม่มีหน่วย ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเวลา t/t_P และอัตราส่วนปริมาณการไหล q/q_P ของแต่ละลุ่มน้ำ และกลุ่มลุ่มน้ำ ดังที่ได้กล่าวแล้วเช่นเดียวกัน

จากนั้นเป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับผลที่คำนวณได้จากวิธีอื่นโดยพิจารณาแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ประเด็นดังต่อไปนี้

1. จากค่าพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ได้กล่าวแล้ว สามารถนำมาหาสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา C_t และค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับปริมาณการไหล C_P จากสมการที่(7) และ (8) ของสูตร Snyder (1938)ได้ ค่าพารามิเตอร์ C_t และ C_P ที่คำนวณได้นี้ จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ Snyder (1938) แนะนำไว้จากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลต่างๆ จากลุ่มน้ำในประเทศสหรัฐอเมริกาและยังใช้กันอยู่ในการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในกรณีที่ไม่มีสถิติข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

2. จากค่าพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ สามารถนำไปหาค่าพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า จากวิธีการต่างๆ ได้ ในการศึกษานี้จะพิจารณาเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้จากสามวิธีการด้วยกันคือ จากผลการศึกษานี้ จากวิธีของ Komsatra (1969) และวิธีของ Illangasekare (1974) ซึ่งทั้งสองวิธีหลังนี้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากลุ่มน้ำในประเทศไทย

สำหรับวิธีการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้สรุปเป็นหัวข้อตามที่ได้เสนอมาแล้วนั้น ส่วนรายละเอียดของการดำเนินงานหรือโปรแกรมที่ใช้ สามารถศึกษาได้จากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลที่ได้จากการวิจัยในฉบับนี้ ได้สรุปเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ และแสดงในรูปตารางและกราฟ ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในบทที่ 4