บทที่ 2
วิธีการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความไม่คงตัว

2.1 ข้อมูลอุทกวิทยา และสภาพฝนของประเทศไทย

การศึกษาเกี่ยวกับอุทกวิทยาโดยทั่วไปแล้ว เป็นการศึกษาเกี่ยวกับน้ำตามวัฏจักรของน้ำในส่วนของน้ำที่อยู่บนแผ่นดิน ดังนั้น ข้อมูลอุทกวิทยา จึงได้แก่ ข้อมูลน้ำท่า คือ ปริมาณน้ำในแม่น้ำต่าง ๆ ข้อมูลปริมาณน้ำหลาก และข้อมูลอื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยให้เกิดน้ำท่วม รวมไปถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นต้นทางที่จะเกิดเป็นน้ำท่า จึงจัดเป็นข้อมูลที่ต้องใช้ในการศึกษาทางอุทกวิทยา เช่นกัน

เนื่องจาก "น้ำฝน" เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อเกษตรกรในประเทศไทย นอกเหนือจากใช้ในด้านบริโภคและการเกษตรแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านพลังงาน และการชลประทานอีกด้วย เพราะประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรมที่ยังต้องใช้น้ำฝนอยู่

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ได้รับจากฝนที่ตกเป็นประจำทุกปีและมีปริมาณในแต่ละปีไม่แน่นอน ผันแปรไปตามปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในแต่ละปี ดังนั้น ประเทศไทยจึงต้องประสบกับสภาวะแห้งแล้งในปีที่มีฝนตกน้อย และสภาวะน้ำท่วมในปีที่มีฝนตกมาก โดยเฉพาะช่วงที่มีฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน เนื่องจากมีพายุหมุนเขตร้อนพัดผ่านประเทศไทย เป็นต้น โดยการเกิดฝนในประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดผ่านประเทศไทยตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม บริเวณเกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดผ่านประเทศไทยตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีลงไป

ข้อมูลอุทกวิทยา (Hydrologic Data) ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา (Time Series) คือ ค่าของข้อมูลจะถูกวัดติดต่อกันเป็นระยะ ๆ และมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือเรียกว่า มีลักษณะความไม่คงตัว (Nonstationarity) ดังนั้นการศึกษา และวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะทางอนุกรมเวลา ควรมีช่วงของข้อมูลที่ยาว เพื่อจะได้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนขึ้น

ดังนั้น ข้อมูลอุทกวิทยาที่นำมาใช้วิเคราะห์ในการศึกษานี้ จึงได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำปิง ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากสถานีตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในเขตลุ่มน้ำแม่น้ำปิงจัด

เป็นข้อมูลที่ค่อนข้างสมบูรณ์ เนื่องจากมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝน ปริมาณมาก กระจายกันอยู่ตามพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยหน่วยงานหลักที่ทำการวัดปริมาณฝน ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝน ของสถานีตัวแทนต่าง ๆ ที่ได้เลือกมาจากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำปิง ทั้งในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ โดยในขั้นต้นได้เลือกทำการศึกษา ข้อมูลจากสถานีที่มีประวัติการเก็บข้อมูลยาวนานและกระจายกันไปในพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.2 นิยามและความหมายของคำหลัก

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ และสรุปผล ในบทนี้จึงให้นิยาม และความหมายของคำหลัก และกระบวนการทางอุทกวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความคงตัวตามความหมาย และหลักการที่ให้ไว้โดยองค์กร WMO/UNESCO และตำรามาตรฐานทางอุทกสถิติ (Haan, C. T. , 1977. และ Yevjevich, V. , 1972.)

<u>ตัวแปร (Variable)</u> ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีตัวแทนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำปิง ซึ่งคัดเลือกสถานีที่เหมาะสม และมีความยาวของชุดข้อมูลเพียงพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์

<u>สถานีวัดน้ำฝน และเครื่องวัดน้ำฝน</u>

ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องวัดน้ำฝน มีส่วนสำคัญต่อความถูกต้องของค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ โดยตำแหน่งที่ตั้งที่ดี คือ เครื่องตั้งบนพื้นดินซึ่งเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง อาจมีแนวต้นไม้ พุ่มไม้ เป็นแนวต้านลม และในบริเวณนั้นไม่ควรมีวัตถุใด ๆ อยู่ใกล้เครื่องวัดน้ำฝนมากกว่า 1 เท่า หรือ $1\frac{1}{2}$ เท่าของความสูงของวัตถุนั้น ๆ

เครื่องวัดฝน (Raingage) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องมือวัดน้ำฝนชนิดไม่อัตโนมัติ และเครื่องมือวัดน้ำฝนชนิดอัตโนมัติ จากการสำรวจภาคสนามสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำปิง พบเครื่องมือวัดน้ำฝน 3 แบบ คือ เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วตวง ซึ่งเป็นชนิดไม่อัตโนมัติ และชนิดอัตโนมัติ 2 แบบ คือ เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก และเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติแบบกาลักน้ำ

<u>การเติมข้อมูลน้ำฝนโดยวิธีสัดส่วนปกติ</u> (Normal Ratio Method) เป็นการหาค่าปริมาณน้ำฝนที่หายไปและต้องการประมาณขึ้นมาโดยค่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกับที่ต้องการประมาณของสถานี 3 สถานีที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงสถานีที่ต้องการประมาณ และใช้อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนจากข้อมูลที่มีอยู่ของทั้งสถานีที่หายไป และสถานีโดยรอบ ดังสมการต่อไปนี้

$$P_x = \frac{1}{3}\left[\frac{N_x}{N_A}.P_A + \frac{N_x}{N_B}.P_B + \frac{N_x}{N_C}.P_C\right]$$

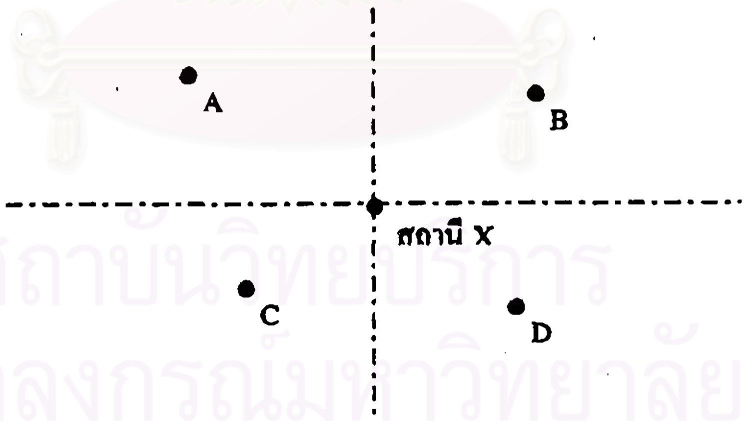
โดย P_x = ค่าปริมาณน้ำฝนที่หายไปและต้องการจะประมาณ

N_x = ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยทั้งชุดข้อมูล ของสถานีที่ข้อมูลหายไป

N_A , N_B , N_C = ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยทั้งชุดข้อมูล ของสถานี A , B , C ที่อยู่ใกล้เคียงสถานี X

P_A , P_B , P_C = ค่าปริมาณน้ำฝนสถานี A , B , C ในช่วงเวลาเดียวกับที่ข้อมูลสถานี X หายไป

<u>สถานีใกล้เคียง หรือสถานีโดยรอบ</u> สถานีที่จะพิจารณาสามารถคัดเลือกได้จากตำแหน่งที่ตั้งตาม Grid Line ตามตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน ตัวอย่างเช่น



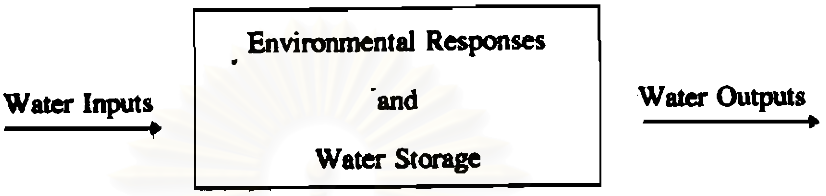
สถานี X คือ สถานีที่จะพิจารณา

สถานี A , B , C และ D คือ สถานีที่ตั้งอยู่โดยรอบสถานี X

<u>รูปที่ 2.1</u> สถานีใกล้เคียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>กระบวนการทางอุทกวิทยา (Hydrologic Process)</u> สามารถพิจารณาเป็น ส่วนประกอบพื้นฐานกว้าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำเข้าสู่ระบบ (Water Inputs) สภาพแวดล้อมตอบสนอง (Environmental Responses) และแหล่งเก็บกัก (Water Storage) และปริมาณน้ำที่ออกจากระบบ (Water Outputs)



<u>รูปที่ 2.2</u> กระบวนการทางอุทกวิทยา

กระบวนการทางอุทกวิทยาตามธรรมชาติ เป็นกระบวนการในลักษณะสโตแคสติก แต่โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการทางอุทกวิทยา มักเป็นกระบวนการที่มีลักษณะรวมทั้งกระบวนการดีเทอร์มินิสติก และกระบวนการสโตแคสติก

<u>กระบวนการดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Process)</u> เป็นกระบวนการที่ตัวแปรดีเทอร์มินิสติก ซึ่งมีจำนวนจำกัดจะมีความสัมพันธ์กันเป็นลักษณะเฉพาะอย่างเดียว (Unique Relation) ดังนั้นจึงสามารถทำนายค่าตัวแปรอย่างแน่นอนได้ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว

<u>กระบวนการสโตแคสติก (Stochastic Process)</u> เป็นกระบวนการที่อยู่ภายใต้กฎของโอกาส (Laws of Chance) ตัวแปรสโตแคสติกไม่สามารถทำนายอย่างแน่นอนได้ แต่จะมีส่วนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ความคงตัว (Stationarity)</u> อนุกรมเวลาที่มีความคงตัว หมายถึง ฟังก์ชั่นความหนาแน่นน่าจะเป็นของข้อมูลที่เวลาหนึ่ง เท่ากับ อีกที่เวลาหนึ่ง ในอนุกรมเดียวกัน

<u>ความไม่คงตัว (Nonstationarity)</u> คือลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา (Time-Invariant) ของตัวแปร ดังนั้น อนุกรมเวลาที่มีความไม่คงตัว หมายถึง ฟังก์ชั่นความหนาแน่นน่าจะเป็นของข้อมูลที่เวลาหนึ่ง จะไม่เท่ากับ อีกที่เวลาหนึ่ง ในอนุกรมเดียวกัน โดยลักษณะความไม่

คงตัวของข้อมูล จะมีรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ แนวโน้ม แนวโน้มลักษณะวงจร การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม

อนุกรมเวลา (Time Series) ค่าตัวแปรทางอุตุ-อุทกวิทยาที่ตรวจวัดติดต่อกันเป็นระยะ ๆ และเป็นกลุ่มของการสังเกตการณ์ในช่วงเวลาที่สม่ำเสมอ ดังนั้นตัวแปรทางอุทกวิทยา (Hydrologic Variables) ที่วัดติดต่อกันเป็นระยะ ๆ ก็คือ อนุกรมเวลา ซึ่งความแปรปรวน และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของค่าตัวแปรเหล่านี้ แสดงให้เห็นได้โดยการวาดและวิเคราะห์กราฟอนุกรมเวลา

กราฟอนุกรมเวลา (Time Series Plot) กราฟที่วาดเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทางอุทกวิทยา กับ ช่วงเวลา (ดังแสดงในรูปที่ 2.3)

ซึ่งโดยปกติอนุกรมเวลาจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

I. แนวโน้ม (Trend) เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic) คือ ตัวแปรทางอุทกวิทยา (y) และ ตัวแปรเวลา (x) มีความสัมพันธ์กัน และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น หรือลดลง อย่างต่อเนื่องตามกาลเวลา

โดยตัวแปร y และ x มีความสัมพันธ์กันต่อเนื่อง แบบเป็นเส้นตรง (Linear Trend) แบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Trend) หรือแบบเป็นขั้น (Step)

Kendall, M. G. and Stuart, A. (1966) แนวโน้มคือการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องในช่วงคาบเวลายาวนาน โดยช่วงเวลาการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้ม อาจต้องพิจารณาในช่วงเวลาเท่าที่มีการบันทึกไว้ หรือมากที่สุดเท่าที่จะหาได้ ดังนั้นการพิจารณาในช่วงเวลาที่ยาวนานแค่ไหนนั้น จึงขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในแต่ละกรณี

คำจำกัดความแนวโน้ม ของ Yevjevich, V. (1972) อธิบายว่าแนวโน้ม คือ การเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ และต่อเนื่องกัน ของพารามิเตอร์ใด ๆ ทั้งชุดของอนุกรม โดยไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงตามคาบของเวลา หรือเกือบจะเป็นคาบของเวลา แนวโน้มเป็นองค์ประกอบดีเทอร์มินิสติกซึ่งเกิดขึ้นเสมอในอนุกรมอุทกวิทยา

Hann, C. T. (1977) เสนอว่า ในอนุกรมเวลาทางอุทกวิทยาอาจมีผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ หรือเกิดจากฝีมือมนุษย์ก็ได้ การเปลี่ยนแปลงสภาพลุ่มน้ำในช่วงเวลา 2-3 ปี ก็ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันในลำน้ำ

และเกิดแนวโน้มขึ้นในอนุกรมเวลาของข้อมูลน้ำท่า การขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชนเมืองซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดฝนทำให้มีแนวโน้มในข้อมูลน้ำฝน

Kendall, M. G. and Buckland, W. R. (1982) เสนอว่า แนวโน้ม หมายถึง การเคลื่อนไหววาระยาวในอนุกรมตามลำดับ ซึ่งเรียกว่าอนุกรมเวลา ซึ่งอาจพิจารณาร่วมกับการแปรปรวน และองค์ประกอบสุ่มในค่าที่สังเกตได้ ลักษณะที่สำคัญของแนวโน้ม คือ ความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลายาวนาน ระหว่างหน่วยของเวลา กับอนุกรมที่ถูกบันทึกไว้ โดยช่วงเวลายาวนานในที่นี้เป็นการอธิบายแบบไม่เจาะจง เพราะการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มสำหรับวัตถุประสงค์หนึ่งอาจไม่ตรงกับวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การพิจารณาแนวโน้มตามวัตถุประสงค์ทั้งหมดทางภูมิอากาศ จะพิจารณาในช่วงเวลาหนึ่งศตวรรษ แต่สำหรับวัตถุประสงค์ทางธรณีวิทยาแล้ว ช่วงเวลาเท่านี้เป็นการพิจารณาเพียงบางส่วนเท่านั้น

Mutreja, K. N. (1986) เสนอว่า แนวโน้ม หมายถึง การเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง ซึ่งเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาในช่วงหนึ่ง ดังนั้น แนวโน้มจึงแสดงการค่อย ๆ เพิ่มขึ้น หรือค่อย ๆ ลดลงในอนุกรมเวลา เพราะผลกระทบจากสิ่งต่าง ๆ เช่น การขยายตัวของเมือง หรือการทำลายป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น โดย แนวโน้มเป็นองค์ประกอบหนึ่งในอนุกรมเวลา ซึ่งในอนุกรมเวลาทั่ว ๆ ไปประกอบไปด้วย (1) การเคลื่อนที่ระยะยาว หรือกินเวลานาน ซึ่งเรียกว่าแนวโน้ม (2) การเคลื่อนที่ในระยะสั้น (3) การเคลื่อนที่แบบเป็นฤดูกาล และ (4) การเคลื่อนที่แบบสุ่ม

2. <u>วงจร (Cycle)</u> คือ การเปลี่ยนแปลงของอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นในระยะยาว โดยการเคลื่อนไหวในแต่ละวงจรจะคล้ายกัน แต่คาบของเวลาในแต่ละวงจรอาจจะไม่เท่ากัน

3. <u>ฤดูกาล (Seasonal)</u> คือ การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร y ที่มีรูปแบบที่ค่อนข้างแน่นอนในแต่ละปี เช่น ปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง และ ฤดูฝน-ฤดูแล้ง

4. <u>แบบสุ่ม (Random)</u> คือ การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสุ่ม (Random Variable) หรือตัวแปรสโตแคสติก ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ภายใต้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Theory) หรือกฎของโอกาส (Laws of Chance)

<u>ความคลาดเคลื่อน (Errors)</u> ข้อมูลน้ำฝนเป็นข้อมูลอุทกวิทยา ซึ่งมีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา (Time Series) คือมีการเก็บรวบรวมตามลำดับกาลเวลา ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้นั้นจะมีความคลาดเคลื่อน (Errors) ปะปนอยู่

ความคลาดเคลื่อนในทางอุทกวิทยา แบ่งเป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

1. ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Errors) ซึ่งมักจะมีในข้อมูลเสมอ อาจเกิดจากการวัดข้อมูล ความคลาดเคลื่อนนี้เป็นได้ทั้งด้านบวกและลบ และเป็นแบบสุ่ม คือ ไม่มีระบบแน่นอน ซึ่งจะใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นตัววัดขนาดของการกระจายของความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

2. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากระบบ (Systematic Errors) ทำให้ข้อมูลมีความไม่น่าเชื่อถือ (Inconsistency) เช่น ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวิธีการวัดข้อมูล ทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนต่อเนื่องไปรวมอยู่ในค่าที่บันทึกได้เนื่องจากการวัดด้วยวิธีนี้ และอีกตัวอย่างเช่น ต้นไม้รอบ ๆ สถานีวัดน้ำฝนค่อย ๆ เติบโตสูงขึ้น และบังทิศทางลมของฝน ทำให้อ่านค่าได้ลดน้อยลงกว่าค่าที่แท้จริง

3. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้ข้อมูลมีความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Non-Homogeneity)

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูล และกำจัดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวออกจากกลุ่มของข้อมูลก่อน

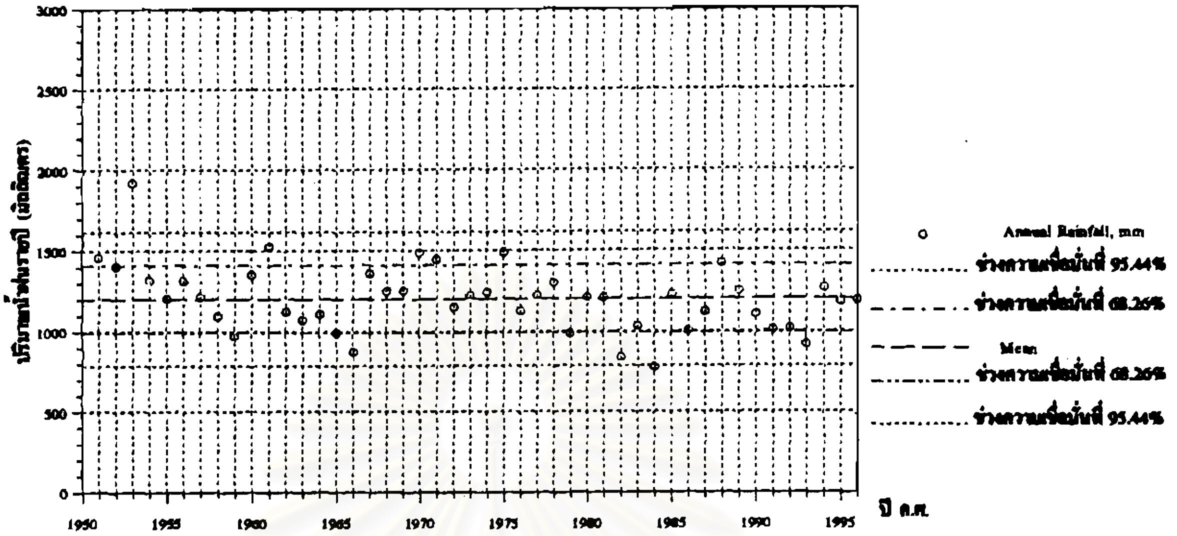
<u>การตรวจสอบ และกำจัดความคลาดเคลื่อน</u> สามารถกระทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น

1. การตรวจสอบขั้นต้น โดยการเปรียบเทียบค่า และช่วงของค่าพิสัย (Range) ภายในกลุ่มของข้อมูลที่น่าจะเป็นไปได้

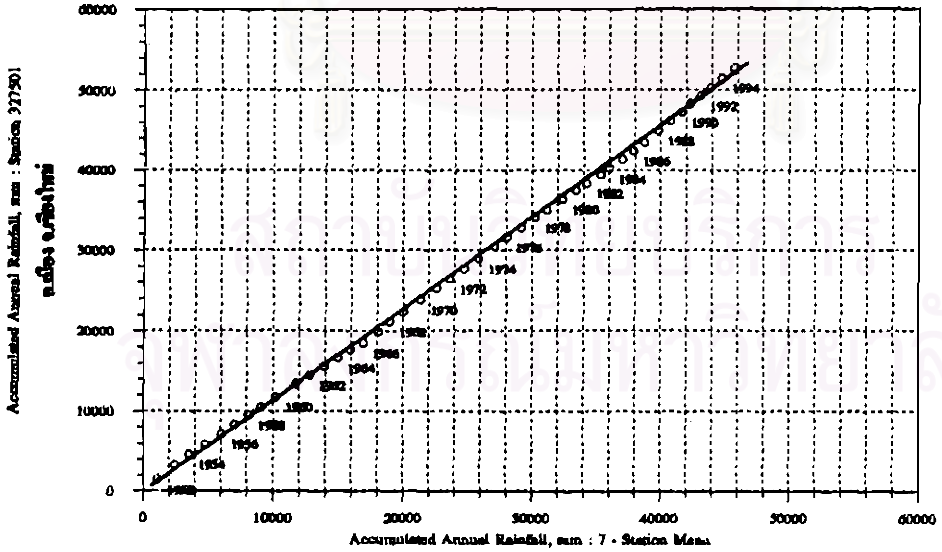
2. Scatter Diagram จากการวาดและพิจารณากราฟการกระจายของข้อมูล เทียบกับค่าเฉลี่ย, $(\bar{x})$ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, (s_x) โดย

ค่าเฉลี่ย, $(\bar{x})$	=	$\dfrac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, (s_x)	=	$\left(\dfrac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i-\bar{x})^2\right)^{1/2}$
ค่าขีดจำกัดบน	=	$\bar{x}+s_x$ (ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 68.26%)
	=	$\bar{x}+2s_x$ (ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95.44%)
ค่าขีดจำกัดล่าง	=	$\bar{x}-s_x$ (ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 68.26%)
	=	$\bar{x}-2s_x$ (ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95.44%)
x_i	=	ข้อมูลปริมาณฝนรายปี (มิลลิเมตร)
N	=	จำนวนข้อมูล (ปี)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีที่สถานีวัดน้ำฝน 327501 อ.เมือง จ.เชียงใหม่ : ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 2.3 กราฟการกระจาย



รูปที่ 2.4 Double Mass Curve

3. Double Mass Analysis เป็นวิธีที่นิยมใช้ตรวจสอบ ความคงตัว (Consistency) ของข้อมูลน้ำฝน โดยการเปรียบเทียบค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปี ของสถานีที่จะตรวจสอบ กับค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปี ของสถานีต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่รอบ ๆ

การตรวจสอบกระทำโดยลงจุดค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ต้องการตรวจสอบ กับค่าเฉลี่ยของค่าสะสมปริมาณน้ำฝนรายปีจากสถานีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง บนกระดาษกราฟ หากข้อมูลเชื่อถือได้กราฟที่ลงจุดจะอยู่บนเส้นตรงที่มีความชัน (Slope) เดียวกันตลอดช่วงเวลาของข้อมูล (ดังแสดงในรูปที่ 2.4)

4. การตรวจสอบประวัติสถานี ได้แก่ การตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้ง และสภาพของสถานีและเครื่องวัดน้ำฝน

<u>อนุกรมเวลาทางอุทกวิทยา (Hydrologic Time Series)</u> มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา และเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม โดยทั่วไปแล้วจะมีแนวโน้มปรากฏในอนุกรมเวลาด้วย

รูปแบบต่าง ๆ ของการเปลี่ยนแปลงในอนุกรมเวลา (ดังแสดงในรูปที่ 2.5) ได้แก่

1. <u>Random</u> การเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม คือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ตัวแปรมักจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงสูง เป็นส่วนที่เกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ได้โดยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Theory)

2. <u>Cycle</u> การเปลี่ยนแปลงแบบวงจร เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ตัวแปรมีการเพิ่มขึ้น และลดลงอย่างต่อเนื่องตามคาบเวลา

3. <u>Pulse</u> การเปลี่ยนแปลงแบบกระตุก เป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีค่าของตัวแปรที่สูงขึ้น แตกต่างจากค่าตัวแปรข้างเคียงอื่น ๆ ในอนุกรมเวลา

4. <u>Linear Trend</u> การเปลี่ยนแปลงแบบมีแนวโน้มเชิงเส้นตรง คือการเปลี่ยนแปลงค่อย ๆ เพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างคงที่ และต่อเนื่องกันตามอนุกรมเวลา รวมทั้งเป็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นตรง

เส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ของชุดข้อมูล ซึ่งมีค่าความชัน (Slope) ค่าเดียว เรียกว่า เส้นแนวโน้มเส้นตรง (Linear Line)

5. <u>Nonlinear Trend</u> การเปลี่ยนแปลงแบบมีแนวโน้มเชิงไม่ใช่เส้นตรง คือการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างไม่คงที่ และต่อเนื่องกันตามอนุกรมเวลา รวมทั้งเป็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงไม่ใช่เส้นตรง เส้นที่แสดงความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลจึงไม่ใช่เส้นตรง

6. <u>Non-Random + Linear Trend</u> คือ การเปลี่ยนแปลงแบบนอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม และยังมีการเปลี่ยนแปลงแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรงด้วย

7. Random + Cycle + Trend คือ การเปลี่ยนแปลงทั้งการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่ม การเปลี่ยนแปลงแบบวงจร และมีแนวโน้มเกิดขึ้นด้วย

ตัวพารามิเตอร์ (Parameters) คือค่าที่ใช้บรรยายเกี่ยวกับการแจกแจง (Distribution) และขบวนการสโตแคสติกของตัวแปร เป็นค่าคงที่ ซึ่งการแจกแจงในกลุ่มที่มีค่าพารามิเตอร์ต่างกัน จะมีรูปร่างต่างกัน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปร (Coefficient of Variation) ค่าแสดงความเบ้ (Skewness Coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) และอื่น ๆ เป็นต้น

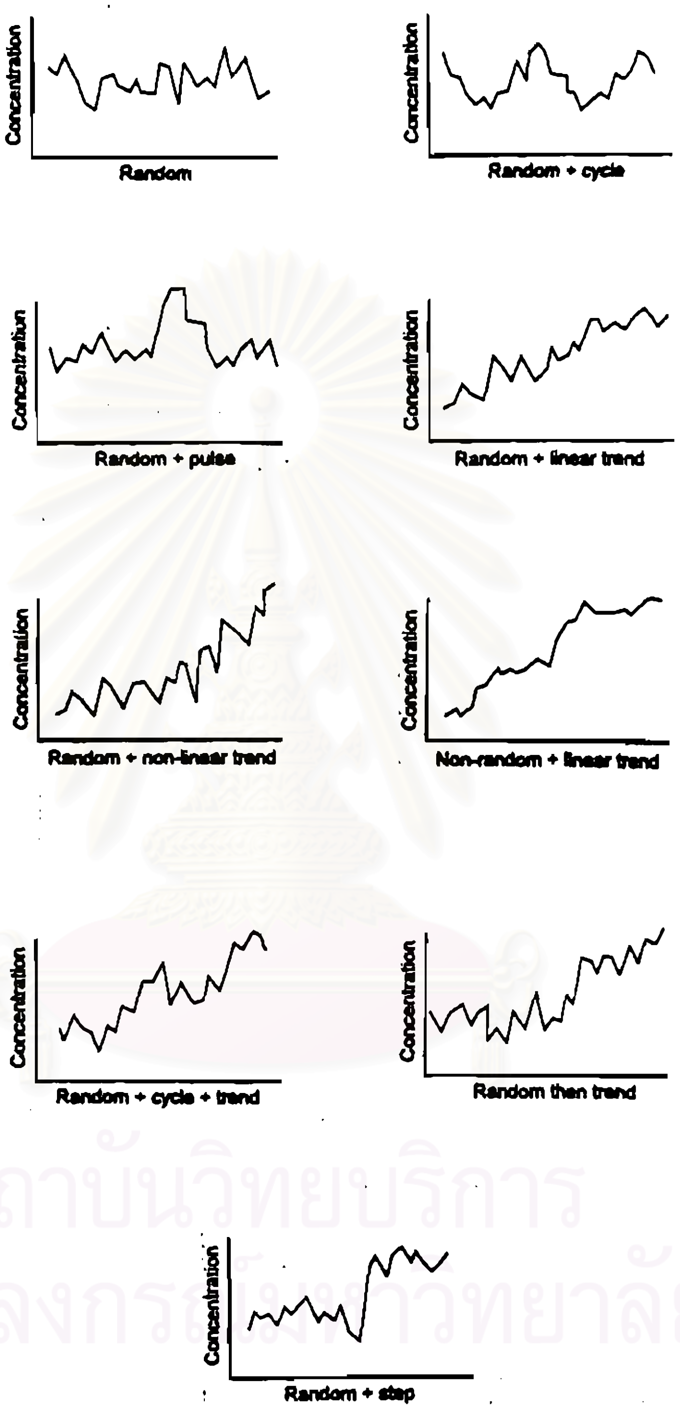
การวิเคราะห์แบบใช้ตัวพารามิเตอร์ (Parametric Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวพารามิเตอร์ วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มแบบใช้ตัวพารามิเตอร์สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังตัวอย่างเช่น

1. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)
2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงไม่ใช่เส้นตรง (Nonlinear Regression Analysis)
3. วิธีปรับข้อมูลให้เรียบ (Smoothing Method)
4. การวิเคราะห์ด้วยกราฟค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละช่วง (กฤษชัย โชติมูล , 2539)
5. Brillinger trend test (McLeod, A. I. and Hipel, K. W. , 1994)
6. Abelson-Tukey test (McLeod, A. I. and Hipel, K. W. , 1994)
7. กราฟสะสมเฉลี่ย
8. สหสัมพันธ์ภายใน (Autocorrelation)

การวิเคราะห์แบบไม่ใช้ตัวพารามิเตอร์ (Non-Parametric Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่ใช้ตัวพารามิเตอร์ วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มแบบไม่ใช้ตัวพารามิเตอร์สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังตัวอย่างเช่น

1. Mann-Kendall Trend Test (McLeod, A. I. and Hipel, K. W. , 1994)
2. Seasonal Kendall Test for Trend (Hirsch, R. M. , Slack, J. R. and Smith, R. A. , 1982)
3. Spearman's Rank Correlation Method (Conley, L. C. and McCuen, R. H. , 1997 , Dahmen, E. R. and Hall, M. J. , 1990 and Siegel, S. , 1988)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบต่าง ๆ ในอนุกรมเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ลำดับ (Rank)</u> คาบการเกิดในงานทางสถิติมีความหมายดังนี้

1. ในทฤษฎีของความสัมพันธ์ตามลำดับ หมายถึง ตำแหน่งของค่าจากการสังเกตค่าใดค่าหนึ่งในกลุ่ม เป็นหมายเลขที่เรียงตามลำดับเมื่อกลุ่มเป็นชุดตามลำดับ

2. ในทฤษฎีทางเมตริกซ์ คือ คาบการเกิดในนัยทางคณิตศาสตร์ อยู่ในรูปของหมายเลขที่มากที่สุด r เส้นตรงอิสระแถว (Rows) หรือหลัก (Columns)

3. เป็นหมายเลขของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ในนัยของการไม่ต่อเนื่องกันโดยสมการเส้นตรง

<u>Lag</u> เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่เวลา t+k (k > 0) ซึ่งเกิดล้าหลังจากเหตุการณ์ที่เกิดก่อนที่เวลา t โดยขนาดของเวลาที่ล้าหลัง Lag = k เหตุการณ์ที่เกิดก่อนอีกเหตุการณ์เป็นเวลา k อาจพิจารณาว่ามีค่า Lag = -k

อนุกรมเวลา 2 ชุด จะมีความสัมพันธ์แบบล้าหลังกัน ก็ต่อเมื่ออนุกรมชุดหนึ่งเกิดล้าหลังจากอีกชุดหนึ่งซึ่งเกิดก่อน และเมื่อค่าของอนุกรมหนึ่งมีความเกี่ยวข้องกับค่าที่ล้าหลังของอีกอนุกรมหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ถ้าปริมาณสินค้าที่ผลิตที่เวลา t, q_t ขึ้นอยู่กับราคาของสินค้านั้นในเวลาก่อน คือ t-k, p_{t-k} ดังนั้นอนุกรม q_t มีความสัมพันธ์แบบล้าหลังกับ p_{t-k}

<u>Lag-Time</u> เวลาจากศูนย์กลางมวลของปริมาณน้ำฝน ถึง ศูนย์กลางมวลของจำนวน หรือปริมาณน้ำท่าสูงสุด

<u>การทดสอบสมมติฐาน (Testing of Hypothesis)</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้การตั้งสมมติฐาน ตั้งค่าสมการหรือวิธีการต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นตัวแทน แสดงคุณลักษณะของข้อมูล เช่น ฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบต่าง ๆ ตามทฤษฎี ค่าพารามิเตอร์ หรือ คุณสมบัติทางสถิติใด ๆ ของข้อมูล ดังนั้นก่อนที่จะนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ จึงต้องมีการทดสอบความน่าเชื่อถือได้ของผลการวิเคราะห์ ซึ่งเกิดจากการสมมติค่า หรือวิธีการใด ๆ ดังกล่าว

และการทดสอบสมมติฐาน ยังเป็นการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เกี่ยวกับค่า 2 ค่า ของค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ที่ได้มาจาก 2 อนุกรมย่อย จากอนุกรมทางอุทกวิทยาหลัก หรือจากอนุกรมเวลาของ 2 สถานีที่อยู่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูล และแนวโน้ม โดยวิธีต่าง ๆ ซึ่งจะเลือกทำตามวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ จึงจำเป็นต้องทดสอบสมมติฐานด้วย

ในการทดสอบสมมติฐานโดยหลักแล้วจะตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบ (Null Hypothesis) และสมมติฐานแย้ง (Alternative Hypothesis) เพื่อทดสอบการยอมรับ (Accepting) หรือปฏิเสธ (Rejecting) สมมติฐานด้วยวิธีการต่าง ๆ อาทิเช่น Student-t Test Fisher-F Test Fisher-Z Test Chi-Square Test และ Kolmogorov-Smirnov Test เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย