บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 คำจำกัดความของคำสำคัญทางสถิติ

สถิติศาสตร์ (Statistics) เป็นแขนงหนึ่งของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบและการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมาย ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้นอาจมาจากการสำรวจหรือการทดลอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อบรรยายและ สรุปเกี่ยวกับคุณลักษณะของประชากร (ตารางที่ 2.1) สถิติแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ 1) สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) เป็นสถิติที่บรรยายให้เห็นคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มใดกลุ่ม หนึ่งโดยเฉพาะ และ 2) สถิติอนุมาน (Inferential Statistics) เป็นสถิติที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง แล้ว สรุปผลที่ศึกษาได้จากกลุ่มตัวอย่างนั้นอ้างอิงไปถึงกลุ่มประชากรโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ซึ่ง สถิติอนุมานมี 2 ประเภท คือ 1) สถิติประมาณ (Estimation Statistics) เป็นสถิติที่ใช้ในการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ และ 2) สถิติทดสอบ (Test Statistics) เป็นสถิติเกี่ยวกับการทดสอบสมมุติฐาน

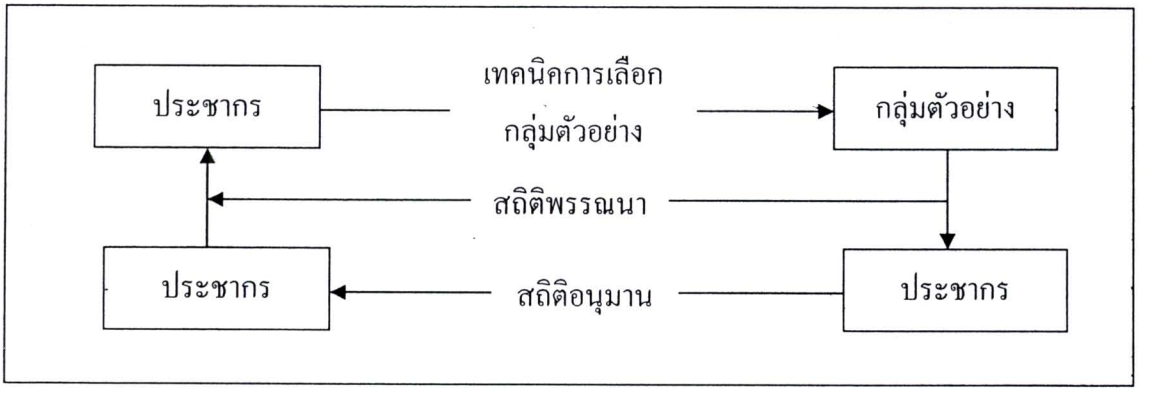
ตารางที่ 2.1 จุดมุ่งหมายของสถิติและสัญลักษณ์ที่ใช้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553: 3)

ค่าสถิติ (กลุ่มตัวอย่าง)	ค่าพารามิเตอร์ (ประชากร)
1. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง	1. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง
- ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	- ค่าเฉลี่ย (μ)
- มัธยฐาน (m)	- มัธยฐาน (Md)
- สัดส่วน (p)	- สัดส่วน (P)
2. การวัดการกระจาย	2. การวัดการกระจาย
- ความแปรปรวน (S^2)	- ความแปรปรวน (σ^2)
- ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	- ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
3. ความเบ้ (SK)	3. ความเบ้ (α_3)
4. ความโด่ง (K)	4. ความโด่ง (α_4)
5. สหสัมพันธ์ (r)	5. สหสัมพันธ์ (ρ)

ประชากร (Population) หมายถึง หน่วยที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่สนใจศึกษาทั้งหมด ประชากรอาจจะเป็นบุคคล สัตว์ หรือสิ่งไม่มีชีวิต เช่น สิ่งของ เวลา สถานที่ เป็นต้น ประชากรที่ทำการศึกษาจะมีค่าของคุณลักษณะรวมของประชากรเชิงตัวเลข เรียกว่า พารามิเตอร์ (Parameter) เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ค่าวัดการกระจายของประชากร เป็นต้น แต่ข้อจำกัดของการศึกษาจากประชากร คือ การเก็บข้อมูลกับประชากรทุกหน่วยอาจทำให้เสียเวลา ใช้ทรัพยากรมาก มีค่าใช้จ่ายที่สูง และผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ทันต่อการนำไปใช้ประโยชน์ จากข้อจำกัดดังกล่าวการเลือกศึกษาเฉพาะบางส่วนของประชากรแทนที่เรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถใช้ศึกษาเชื่อมโยงไปสู่ค่าพารามิเตอร์ของประชากรได้

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มย่อยส่วนหนึ่งของประชากรที่นำมาศึกษาเพื่อเป็นตัวแทนของประชากร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้อย่างน่าเชื่อถือนั้น จะต้องมีการเลือกตัวอย่างและขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยสถิติเข้ามาช่วยในการสุ่มตัวอย่างและกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

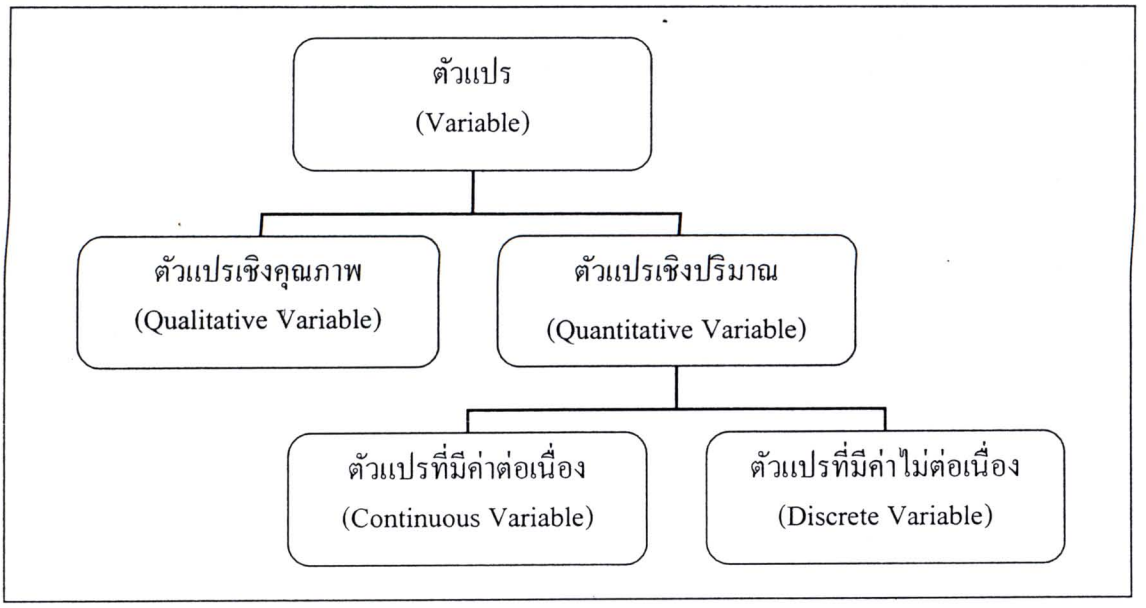
ในการวิจัยที่ศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจะใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากร เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จากนั้นนำสถิติพรรณนามาอธิบายกลุ่มตัวอย่างกับประชากร เมื่อต้องการสรุปเกี่ยวกับประชากรจากกลุ่มตัวอย่างด้วยเหตุและผลที่ถูกต้อง จะต้องใช้เทคนิคทางสถิติอนุมานเพื่ออ้างอิงกลุ่มตัวอย่างไปสู่ประชากร ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรกับกลุ่มตัวอย่าง (สิน.พันธุ์พินิจ, 2552: 124)

ตัวแปร (Variable) คือ คุณลักษณะใด ๆ ที่มีความแตกต่างกันของบุคคล สิ่งของ หรือสภาพแวดล้อม ซึ่งอยู่ในรูปของปริมาณหรือคุณภาพก็ได้ รูปที่ 2.2 แสดงตัวแปรและชนิดของตัวแปร ซึ่งจากรูปสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ 1) ตัวแปรเชิงคุณภาพ (Quanlitative Variable) จะไม่อยู่ในรูปของจำนวนหรือขนาด เช่น เพศ เชื้อชาติ ศาสนา และ 2) ตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) นั้นจะอยู่ในรูปของจำนวนหรือขนาด เช่น อายุ ความสูง น้ำหนัก รายได้

โดยตัวแปรเชิงปริมาณนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่อง (Continuous Variable) เป็นตัวแปรที่มีค่าใด ๆ ในพิสัยหนึ่งที่กำหนดให้ ค่าที่อยู่ในพิสัยนี้มีจำนวนมากมายนับไม่ถ้วน เช่น น้ำหนัก เวลา ระยะทาง และ 2) ตัวแปรที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง (Discrete Variable) เป็นตัวแปรที่ไม่อาจมีค่าได้ทุกค่าในพิสัยหนึ่งที่กำหนดให้ เช่น จำนวนคน จำนวนรถ



รูปที่ 2.2 ตัวแปรและชนิดของตัวแปร

2.1.2 มาตรการวัด (Scales of measurement)

การวัด (Measurement) คือ การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อย่างมีระบบให้กับสิ่งของหรือเหตุการณ์เพื่อแทนปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งที่ทำการวัด ซึ่งมาตราการวัดแบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. มาตรนามบัญญัติ (Nominal Scale) เป็นมาตรการวัดที่ต่ำที่สุด โดยกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นเพื่อจำแนกประเภทของสิ่งของต่าง ๆ เพื่อให้เห็นความแตกต่างเท่านั้น ไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ และไม่สามารถนำค่าเหล่านั้นมาบวก ลบ คูณ หารกันได้ ข้อมูลอาจเป็นข้อความหรือตัวเลขก็ได้ เช่น เพศ สีตา เลขทะเบียนรถ เป็นต้น

2. มาตรเรียงอันดับ (Ordinal Scale) เป็นการวัดเช่นเดียวกับมาตรนามบัญญัติ ข้อมูลอาจเป็นข้อความหรือตัวเลข ไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ แต่สามารถความแตกต่างในแต่ละระดับเป็นลำดับได้ เช่น ทัศนคติ (ชอบมาก ชอบน้อย เฉย ๆ) ผลการสอบ (A, B, C, D และ F) เป็นต้น

3. มาตรอันตรภาค (Interval Scale) เป็นการวัดที่สามารถบอกได้ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และศูนย์ของข้อมูลชนิดนี้เป็นศูนย์สมมติ ไม่มีศูนย์แท้ (Non - Absolute Zero) ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของตัวเลข ซึ่งตัวเลขเหล่านี้นำมาบวกลบกันได้ แต่คูณหารกันไม่ได้ กล่าวคือข้อมูลที่ไม่มีศูนย์แท้นั้นไม่สามารถหาอัตราส่วนได้ เช่น ระดับอุณหภูมิ คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม

4. มาตรอัตราส่วน (Ratio Scale) เป็นมาตรการวัดที่สูงที่สุด มีศูนย์แท้ (Absolute Zero) สามารถบอกความแตกต่างในเชิงปริมาณได้ ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของตัวเลข ซึ่งตัวเลขเหล่านี้นำมาบวก ลบ คูณ หาร กันได้ เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง ความยาว ระยะทาง เวลา เป็นต้น

มาตรวัดแต่ละชนิดเหมาะสำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชนิด ซึ่งถ้าไม่สามารถจัดข้อมูลที่รวบรวมได้อยู่ในมาตรวัดใดก็อาจจะเลือกใช้เทคนิคการวัดข้อมูลที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้การสรุปผิดพลาดได้ การเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับมาตรการวัดของข้อมูลนั้น แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มาตรการวัดและสถิติวิเคราะห์ที่เหมาะสม (วิโรจน์ มงคลเทพ, 2551)

สถิติวิเคราะห์	มาตรการวัด		
	นามบัญญัติ	เรียงลำดับ	อันตรภาคและอัตราส่วน
การแจกแจง	1. ความถี่ 2. ร้อยละ 3. สัดส่วน		1. ความถี่ 2. ร้อยละ 3. สัดส่วน 4. ความเบ้ 5. ความโด่ง
การวัดบอกตำแหน่ง		1. Percentile 2. Decile 3. Quartile	1. Percentile 2. Decile 3. Quartile
การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง	1. ฐานนิยม	1. มัธยฐาน	1. ค่าเฉลี่ย 2. มัธยฐาน 3. ฐานนิยม
การวัดการกระจาย		1. พิสัย	1. พิสัย 2. ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย 3. ค่าเบี่ยงเบนควอไทล์ 4. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความสัมพันธ์	1. Phi ข้อมูล 2 ทางแบบ 2x2 2. Contingency ข้อมูล 2 ทางที่มีทางใดทางหนึ่งแยกได้มากกว่า 2	1. Spearman-Rank ข้อมูลจัดอันดับ 2 ชุด 2. Gamma 3. Somer's d 4. Kendall ข้อมูลจัดอันดับมากกว่า 2 ชุด	1. Pearson's Product Moment ข้อมูลต่อเนื่อง 2 ชุด 2. Biserial ตัวแปรที่ 1 ต่อเนื่อง ตัวแปรที่ 2 ถูกบังคับให้แยกเป็น 2 3. Point-Biserial ตัวแปรที่ 1 ต่อเนื่อง ตัวแปรที่ 2 แยกเองออกเป็น 2

ตารางที่ 2.2 มาตรการวัดและสถิติวิเคราะห์ที่เหมาะสม (วิโรจน์ มงคลเทพ, 2551) (ต่อ)

สถิติวิเคราะห์	มาตรการวัด		
	นามบัญญัติ	เรียงลำดับ	อันตรภาคและอัตราส่วน
ความสัมพันธ์			4. Tetrachoric ตัวแปรต่อเนื่องทั้ง 2 ตัว และต่างก็ถูกบังคับให้แยกเป็น 2 5. Regression Analysis
ประชากร 1 กลุ่ม	1. Binomial test 2. Chi-square one-sample test 3. Estimation of Proportion	1. Kolmogorov Smirnov one-sample test 2. One-sample Run test	1. t-test 2. Estimation of mean
ประชากร 2 กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน	1. McNemar test for the significance of Changes	1. Sign-test 2. Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks test	1. t-test (Pairs)
ประชากร 2 กลุ่ม ที่อิสระกัน	1. Fisher exact Probability test 2. Chi-square test for two independent Samples	1. Median test 2. Mann-Whitey (U-test) 3. Kolmogorov Smirnov two-Sample test 4. Wald-Wolfowitz run test 5. Moses test of extreme	1. t-test (Groups) 2. Z-test
ประชากร k กลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์กัน	1. Cochran (Q-test)	1. Friedman two way analysis of variance	1. ANOVA Repeated
ประชากร k กลุ่ม ที่อิสระกัน	1. Chi-square test	1. Extention of Median test 2. Kruskal-Wallis One-Way analysis of Variance	1. ANOVA แบบ Groups

2.1.3 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Method)

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) หมายถึง กระบวนการที่ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ซึ่งวิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) เป็นกระบวนการของการสุ่มตัวอย่างที่ค่าความน่าจะเป็นของการเลือกตัวอย่างในแต่ละหน่วยจากประชากรไม่สามารถหาหรือกำหนดได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

1.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการ โดยไม่มีหลักเกณฑ์

1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยคำนึงถึงสัดส่วนองค์ประกอบของประชากร จากนั้นทำการเลือกแบบบังเอิญ

1.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัยเอง ต้องอาศัยความรอบรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์

1.4 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบลูกโซ่ (Chain Sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างในลักษณะแบบต่อเนื่อง โดยที่ตัวอย่างแรกจะเป็นผู้ให้คำแนะนำในการเลือกตัวอย่างถัดไป และมีการแนะนำต่อไปจนกระทั่งได้ขนาดตัวอย่างตามที่ผู้วิจัยต้องการ

2. การสุ่มตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling) เป็นกระบวนการของการสุ่มตัวอย่างที่ค่าความน่าจะเป็นของการเลือกตัวอย่างในแต่ละหน่วยจากประชากรสามารถหาหรือกำหนดได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.1 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ทุกหน่วยของประชากรได้รับการสุ่มตัวอย่างมาเท่ากัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการจับฉลาก และการใช้ตารางเลขสุ่ม

2.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ใช้การเลือกตัวอย่างในลักษณะที่เป็นช่วงสุ่มที่เท่า ๆ กัน

2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยแยกประชากรออกเป็นย่อย ๆ หรือแบ่งเป็นชั้นภูมิก่อน โดยหน่วยประชากรในแต่ละชั้นภูมิจะมีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous) จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย

2.4 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยแยกประชากรออกเป็นย่อย ๆ โดยยึดหลักความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันในแต่ละกลุ่ม แต่ภายในกลุ่มเดียวกันจะมีความแตกต่างในลักษณะหรือคุณสมบัติ

2.5 การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มลงไปในระดับย่อยต่าง ๆ จนถึงหน่วยการวิเคราะห์ที่เล็กที่สุดที่ต้องการศึกษา

2.1.4 การกำหนดขนาดตัวอย่าง (Sample Size)

ในการกำหนดขนาดตัวอย่าง ได้มีนักวิจัยทำการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม (Optimum Sample Size) จากขนาดของประชากรที่มีแล้วสร้างเป็นตารางสำเร็จรูปเพื่อความสะดวกในการใช้งาน เช่น ตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan, Yamane, Israel, Cohen และ Crochran เป็นต้น ในการเลือกใช้ตารางสำเร็จรูปนั้น จะต้องมีเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาความเหมาะสมให้สอดคล้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. ที่มาของตารางสำเร็จรูป ซึ่งดูได้จากสูตรการคำนวณ
2. มาตรวัดของตัวแปรที่สนใจศึกษา
3. วิธีการสุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล
4. กำหนดความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนในการสุ่ม

ตัวอย่างเช่น ตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan สร้างจากสูตรการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Technique) ที่มีการคืน (with Replacement) ใช้กับมาตรวัดอัตราส่วน (proportion) ที่มีความเชื่อมั่นในการสุ่ม 95% และมีความคลาดเคลื่อนในการสุ่มไม่เกิน ±5% ตารางนี้เหมาะสำหรับงานวิจัยที่มีประชากรขนาดเล็ก เริ่มตั้งแต่ 10 คน จนถึงประชากรขนาดใหญ่มาก คือ 1,000,000 คน ซึ่งอาจเป็นวิจัยเชิงคุณลักษณะหรือเชิงปริมาณ (สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2553)

2.1.5 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

การออกแบบการทดลองเป็นการศึกษาการออกแบบวิธีการทดลอง โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของปัจจัยในระบบหรือกระบวนการที่สนใจศึกษา เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่ได้ ในการออกแบบการทดลองนั้นมีคำศัพท์พื้นฐานที่ควรทราบ ดังนี้

1. ตัวแปรตอบสนอง (Responses) คือ ตัวแปรผลลัพธ์ (Output) ที่ต้องการควบคุมให้เป็นตามมาตรฐานที่ต้องการ

2. ปัจจัย (Factors) คือ ตัวแปรนำเข้า (Input) ที่ใช้ในระบบหรือกระบวนการ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่ควบคุมได้และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

3. ระดับปัจจัย (Levels of Factor) คือ จำนวนค่าของปัจจัยที่เปลี่ยนไปในการทดลองหนึ่ง

4. วิธีปฏิบัติ (Treatment) คือ ข้อกำหนดสำหรับทุกปัจจัยที่ศึกษาในการทดลองนั้น ๆ ซึ่งจำนวนวิธีปฏิบัติ เท่ากับ ผลคูณของทุกระดับปัจจัยในการทดลอง

5. จำนวนครั้งที่ทดลอง (Runs) คือ จำนวนการทดลองทั้งหมดที่ทำต่อหนึ่งแผนการทดลอง ซึ่งเท่ากับผลคูณของจำนวนวิธีปฏิบัติกับจำนวนครั้งที่ทำการทดลองซ้ำ (Replicates)

วิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดลองอย่างง่าย แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1. การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (Exploratory Data Analysis) เป็นกระบวนการทางสถิติเชิงพรรณนา ทำได้ด้วยการนำกราฟเข้ามาช่วยในการนำเสนอข้อมูล โดยการวิเคราะห์กราฟหรือตาราง ซึ่งอาศัยหลักการวิเคราะห์เบื้องต้น 4 ประการ คือ (1) ค่ากลางของข้อมูล (2) การกระจาย (3) รูปร่างลักษณะการแจกแจง และ (4) ข้อมูลที่ผิดปกติ โดยกราฟที่นิยมใช้ เช่น ฮีสโตแกรม แผนภูมิก้านและใบ แผนภาพจุด และแผนภาพกล่อง เป็นต้น

2. การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปทางสถิติ โดยค่าสถิติที่พิจารณา คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และค่าความแปรปรวน (σ^2) ซึ่งแปรผันโดยตรงกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็นค่าที่ใช้อธิบายการกระจายของข้อมูล ในการทดสอบสมมติฐานนั้นจะต้องกำหนดข้อสมมติเป็น 2 ข้อ คือ (1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) เป็นข้อสมมติที่ต้องการพิสูจน์ว่าเป็นเท็จหรือต้องการที่จะปฏิเสธข้อความนั้น และ (2) สมมติฐานรอง (Alternate Hypothesis: H_1) เป็นข้อสมมติที่ต้องการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือต้องการที่จะยอมรับข้อความนั้น สำหรับวิธีการในการทดสอบสมมติฐานจะต้องกำหนดระดับการทดสอบ หรือระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือพิจารณาค่าความผิดพลาดในการทดสอบ ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ (ก) ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error: α) คือ โอกาสที่ผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานยืนยันการปฏิเสธข้อความในสมมติฐานหลัก (H_0) และ (ข) ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error: β) คือ โอกาสที่ผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานไม่สามารถปฏิเสธข้อความในสมมติฐานหลักได้ นั่นคือสมมติฐานรอง (H_1) ถูกต้อง

บริเวณวิกฤตหรือบริเวณปฏิเสธ H_0 คือ บริเวณที่มีพื้นที่รวมเท่ากับ α และตำแหน่งของบริเวณบนการแจกแจงสถิติที่ใช้ทดสอบระบุตามเครื่องหมายในสมมติฐานรอง (H_1) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.3 ดังนี้

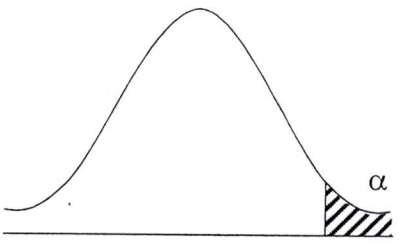
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย " $>$ " พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านขวา และมีพื้นที่เท่ากับ α
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย " $<$ " พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านซ้าย และมีพื้นที่เท่ากับ α
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย " $\neq$ " พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านขวาและด้านซ้าย และแต่ละด้านมีพื้นที่เท่ากับ $\alpha/2$

ค่าที่เป็นตัวแบ่งบริเวณปฏิเสธ H_0 และบริเวณที่ปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ คือ "ค่าวิกฤต" (Critical Value) ซึ่งได้จากการเปิดตารางของตัวทดสอบนั้น ๆ แต่ถ้าใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Mititab จะใช้ค่า P-Value เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจ

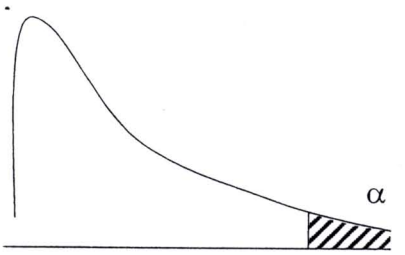
การทดสอบทางเดียว (One-Sided Test)

1) $H_0: \theta \geq \theta_0$

$H_1: \theta > \theta_0$



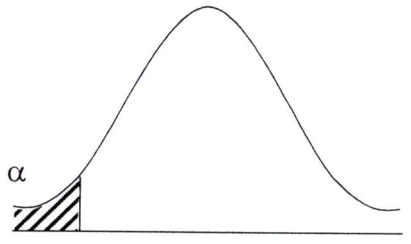
ก. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย



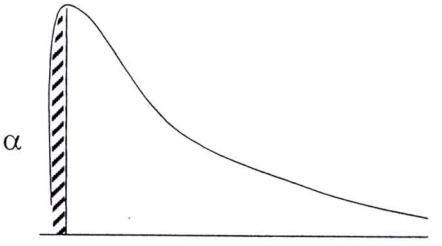
ข. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

2) $H_0: \theta \geq \theta_0$

$H_1: \theta < \theta_0$



ค. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย

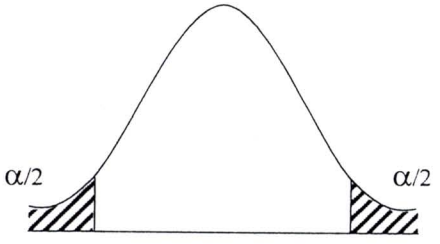


ง. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

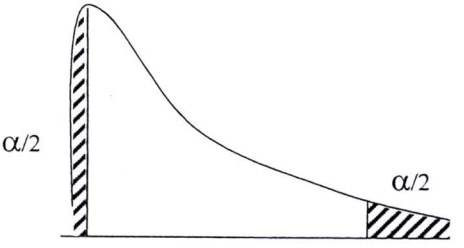
การทดสอบสองทาง (Two-Sided Test)

$H_0: \theta = \theta_0$

$H_1: \theta \neq \theta_0$



จ. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย



ฉ. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

รูปที่ 2.3 พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 (Rejection Region)

P-Value คือ ระดับนัยสำคัญที่น้อยที่สุดหรือโอกาสที่น้อยที่สุดที่จะสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ เมื่อค่า P-Value $< \alpha$ โดยทั่วไปค่า α ที่นิยมใช้ คือ 5% หรือ 0.05 แต่ตามความเป็นจริงแล้วค่า α สามารถใช้ได้ในช่วง 1% ถึง 10% หรือมีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 90% ในขณะที่ 1 – (P-Value) คือ ระดับความเชื่อมั่นที่แท้จริงของการทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปทางสถิติเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของระบบในกรณีศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป และต้องการทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ที่มาของสาเหตุ แหล่งที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของค่าตอบสนอง (Responses) หรือค่าผลลัพธ์ลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการควบคุม

ในการวิเคราะห์จะแยกสาเหตุของความแตกต่างออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

- ความแตกต่างที่สามารถอธิบายได้ (Explained Variation) คือ ความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัจจัย (Factor) หรือวิธีปฏิบัติ (Treatment) ที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง
- ความแตกต่างที่ไม่สามารถอธิบายได้ (Unexplained Variation) คือ ความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถอธิบายได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากกรณีที่ผู้ศึกษาทราบถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่สามารถควบคุมได้ในการทดลอง (Noise Factors) ซึ่งจะกล่าวถึงความแตกต่างนี้ในรูปของความผิดพลาดหรือส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ (Error or Residuals)

ความแตกต่างจากสาเหตุหลักทั้งสองนี้ สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตอบสนอง ปัจจัย และความผิดพลาดตามรูปแบบการทดลอง ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \tag{2.1}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \tag{2.2}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \tag{2.3}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \tag{2.4}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 11 มี.ค. 2555
เลขทะเบียน 248926
เลขเรียกหนังสือ

โดยที่ Y = ค่าตอบสนอง

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i ; i = 1, 2, 3,...,a

β_j = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j ; j = 1, 2, 3,...,b

γ_k = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k ; k = 1, 2, 3,...,c

$(\tau\beta)_{ij}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i และปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j

$(\tau\gamma)_{ik}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i และปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$(\beta\gamma)_{jk}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j และปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i ปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j และ ปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$\varepsilon_{ij..}$ = ความผิดพลาดหรือส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ (Error or Residuals)

ซึ่งสามารถอธิบายสมการข้างต้นได้ว่า

สมการที่ 2.1 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่ทราบว่ามีปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลเพียง 1 ปัจจัย ศึกษาทั้งหมด a ระดับ เรียกว่า "การออกแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์" หรือ "การจำแนกทางเดียว" (Complete Randomized Design; CRD or One-Way ANOVA)

สมการที่ 2.2 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่มีปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยวิธีปฏิบัติ (Treatment) และปัจจัยกลุ่ม (Block) เรียกว่า "การออกแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ในแต่ละกลุ่ม" หรือ "การจำแนกสองทาง" (Complete Randomized Block Design; RBD or Two-Way ANOVA)

สมการที่ 2.3 และ 2.4 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่มีหลายปัจจัย (≥ 2 ปัจจัย) และสนใจศึกษาผลกระทบร่วม ซึ่งสมการที่ 2.3 กรณีศึกษา 2 ปัจจัย และสมการที่ 2.4 กรณีศึกษา 3 ปัจจัย แผนการทดลองนี้ เรียกว่า "การทดลองแบบแฟคทอเรียล" (Factorial Experiment)

ข้อสมมติฐานที่สำคัญในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Assumption of ANOVA) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะสามารถทำได้ และรูปแบบสมการต้นแบบจะเหมาะสมก็ต่อเมื่อข้อสมมติฐานทั้ง 4 ข้อนี้เป็นจริง คือ

(1) ข้อมูลหรือข้อผิดพลาด (ε) มีการแจกแจงปกติ

(2) $E(\varepsilon_{ij}) = 0$ (ค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับศูนย์)

(3) $V(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2$ (ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดคงที่)

(4) ค่าความผิดพลาดเป็นอิสระต่อกัน ($Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$)

ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐานได้ดังนี้

กรณีตรวจสอบสมมติฐานที่ (1) ใช้กราฟความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ (Normal Probability Plot) ถ้ากราฟมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง สรุปได้ว่าค่าความผิดพลาดมีการแจกแจงปกติ

กรณีตรวจสอบสมมติฐานที่ (2) (3) และ (4) ใช้กราฟค่าความผิดพลาด (Residuals Plot) โดยข้อสมมติฐานทั้ง 3 จะผ่านเมื่อกราฟ e_i *vs* i *or* $\hat{y}_i$ มีการกระจายของค่าความผิดพลาดรอบเส้นศูนย์ กราฟ e_i *vs* $\hat{y}_i$ มีความกว้างของแถบคงที่ และกราฟ e_i *vs* x (ตัวแปรปัจจัย) ไม่มีรูปแบบ ซึ่งแสดงถึงความเป็นอิสระต่อกัน (ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, 2551)

2.1.6 การทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ของฟรีดแมน

การทดสอบความแตกต่างลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงลักษณะเดียวของทั้ง k ประชากร โดยที่ทั้ง k ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติและสุ่มตัวอย่างแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งตัวอย่างแต่ละชุดมีจำนวนหน่วยตัวอย่างเท่ากันคือ b หน่วย หรือ b บล็อก และให้ตัวอย่างแต่ละหน่วยในแต่ละบล็อกมีลักษณะอื่น ๆ ใกล้เคียงกัน โดยมีเงื่อนไขคือ จะต้องสุ่มลักษณะของประชากรให้กับแต่ละบล็อกอย่างสุ่ม และจำนวนบล็อกต้องมากกว่า 5 บล็อก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551)

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

- H_0 : ลักษณะที่สนใจศึกษาของทั้ง k ประชากรไม่แตกต่างกัน
- H_1 : ลักษณะที่สนใจศึกษาของทั้ง k ประชากรแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ประชากร

ขั้นที่ 2 ให้ลำดับที่แก่ข้อมูลภายในแต่ละบล็อก (ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ k)

ขั้นที่ 3 หาผลบวกของลำดับที่ของแต่ละระดับปัจจัย โดยให้ T_i คือผลบวกของลำดับที่ของระดับปัจจัย ($i = 1,2,\ldots,k$) ซึ่งสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$F_r = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^{k} (T_i^2) - 3b(k+1) \qquad (2.5)$$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F_r > \chi^2_{(k-1),1-\alpha}$

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถในการมองเห็น (Visibility) หมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการมองและรับรู้สิ่งต่าง ๆ โดยใช้ตา ดังนั้นความสามารถในการมองเห็นจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการมองเห็น เช่น Contrast หรือความแตกต่างระหว่างวัตถุกับฉากหลัง หากความเข้มของวัตถุกับความเข้มของฉากหลังมีความแตกต่างกันมาก จะทำให้มนุษย์สามารถเห็นวัตถุได้ง่ายขึ้น แต่หากความเข้มของวัตถุกับความเข้มของฉากหลังมีความใกล้เคียงกันจะทำให้มนุษย์สามารถเห็นวัตถุได้ยาก ตัวอย่างเช่น การใช้อักษรสีดำบนพื้นกระดาษสีขาว ทำให้มนุษย์สามารถอ่านตัวอักษรได้ง่ายกว่าการใช้อักษรสีเหลืองอ่อนบนพื้นกระดาษสีขาว ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความความสามารถในการมองเห็น คือ ความสว่าง (Illumination) ความสว่างที่น้อยเกินไปทำให้มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนและไม่เห็นรายละเอียดของวัตถุ แต่ถ้าความสว่างมากเกินไปอาจทำให้เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ เช่น การเกิดแสงแยงตา (Glare)

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของหมวกนิรภัยนั้น มีรายงานการวิจัยที่ได้ศึกษาลักษณะของหมวกนิรภัยและอุปกรณ์ประกอบ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงลักษณะของหมวกนิรภัยเพื่อเพิ่มความสบายในการสวมใส่หมวกนิรภัย ซึ่งขนาดและสีของแผ่นกันลมอาจส่งผลต่อความพึงพอใจและความสามารถในการมองเห็นของผู้ใช้งาน McKnight and McKnight (1995) ได้ศึกษาผลของการสวมใส่หมวกนิรภัย 3 ลักษณะ คือ ไม่สวมหมวกนิรภัย สวมหมวกครอบศีรษะบางส่วน สวมหมวกครอบคลุมทั้งศีรษะ ต่อความสามารถในการได้ยินและการมองเห็นของผู้สวมใส่ ผลปรากฏว่าการสวมใส่หมวกนิรภัยมีผลต่อการมองเห็น แต่ไม่มีผลต่อการได้ยิน Buyan et al. (2006) ได้ศึกษาความเข้มของสีของแผ่นกันลมที่มีต่อความร้อน โดยการปรับระดับความเข้มของแผ่นกันลมเพื่อการปรับปรุงความสบายของผู้ขับขี่จักรยานยนต์เมื่อสวมหมวกนิรภัย

นอกจากนี้ Lai and Huang (2008) ศึกษาผลกระทบของสีของแผ่นกันลม 5 แบบ คือ ไม่มีแผ่นกันลม แผ่นกันลมแบบใส แผ่นกันลมสีดำ สีเหลือง และสีแดง และแสงแยงตา 3 แบบ คือ ไม่มีแสงแยงตา แสงสีเหลือง และแสงสีขาว ต่อการปรับความเข้มของสีเทาของ Landolt C ring ผลการศึกษาพบว่า แผ่นกันลมแบบใสทำให้ความสามารถในการมองเห็นดีกว่าแผ่นกันลมแบบมีสี นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวยังได้ทำการทดสอบผลของสีของแผ่นกันลมต่อความรู้สึกของผู้ขับขี่จักรยานยนต์เกี่ยวกับความชัดเจนของสีของสัญญาณจราจรและป้ายสัญญาณจราจร โดยการใช้ Likert Scale ที่มีระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ (1 = ไม่ชัดเจน และ 5 = ชัดเจนมาก) ผลปรากฏว่าสีของแผ่นกันลมมีผลต่อความรู้สึกเกี่ยวกับความชัดเจนของสีของสัญญาณจราจรและป้ายสัญญาณจราจร