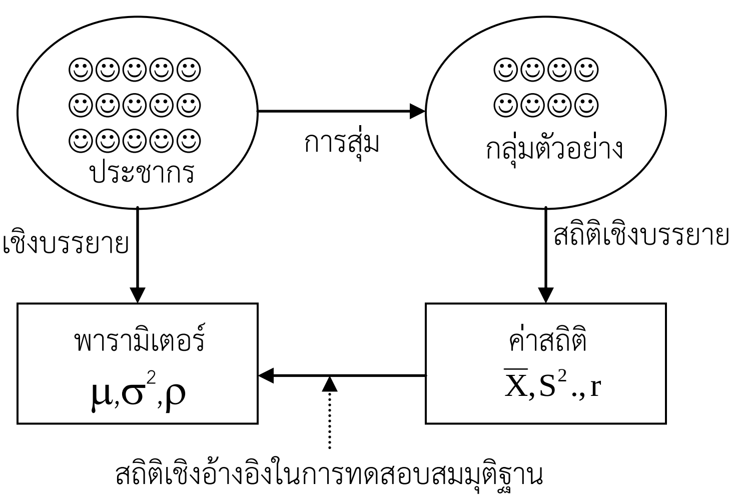
บทที่ 11
สถิติเชิงอ้างอิง

ในการวิจัยใด ๆ สถิติอ้างอิง เป็นสถิติที่นำมาใช้สำหรับการสรุปอ้างอิงข้อมูลในการใช้ข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากร โดยที่สถิติอ้างอิงในบทนี้ได้นำเสนอ 3 ประเภทที่นิยมใช้โดยทั่วไป ได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance : ANOVA) และการทดสอบไคสแควร์(χ^2)

ความสัมพันธ์ระหว่างประชากร กลุ่มตัวอย่างและการใช้สถิติเชิงอ้างอิง

ความสัมพันธ์ระหว่างประชากร กลุ่มตัวอย่างและการใช้สถิติ กล่าวคือ ในการวิจัยใด ๆ ถ้าผู้วิจัยศึกษาจากประชากรจะใช้สถิติเชิงบรรยายในการอธิบายคุณลักษณะของประชากรด้วยการใช้ค่าพารามิเตอร์ แต่ถ้าศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่จะต้องมีวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีประประสิทธิภาพและเหมาะสม แล้วนำข้อมูลมาใช้อธิบายคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าสถิติ และสามารถใช้สถิติเชิงอ้างอิงในการอ้างอิงคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างสู่คุณลักษณะของประชากร ดังแสดงใน **ภาพที่ 11.1**(สุวิมล ตริกานันท์,2546 : 4)



ภาพที่ 11.1 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากร กลุ่มตัวอย่างและการใช้สถิติ

การแจกแจงแบบปรกติ

1. บทนำ

ในปี ค.ศ.1733 เดอร์มัวร์(De Moivre) ได้นำเสนอแนวคิด/ทฤษฎีเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปรกติ(Normal Distribution) ที่เป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่องที่มีลักษณะเป็นโค้งปรกติ (Normal Curve) แบบระฆังคว่ำที่จะพบเสมอ ๆ ในปรากฏการณ์/พฤติกรรมทางธรรมชาติ อาทิ ความสูงของมนุษย์ ระดับสติปัญญา ฯลฯ และในปี ค.ศ.1777 เกาส์(Gauss)ได้นำการแจกแจงแบบปรกติมาพัฒนาโดยการนำไปใช้ทดลองใช้ในสถานการณ์จริงแบบซ้ำ ๆ กลุ่มเดิม จนกระทั่งในบางครั้งเรียกการแจกแจงแบบปรกติว่า การแจกแจงแบบ Gaussian ที่พบว่า ปรากฏการณ์/พฤติกรรมต่าง ๆ จะมีการแจกแจงในลักษณะของโค้งปรกติ และได้สมการที่ศึกษาจากความคลาดเคลื่อนของการวัดซ้ำ ๆ ดังนี้(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,มปป. : 133 ; Freund and Walpole,1980 : 206)

$$Y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)/2\sigma^2}$$

Y เป็นส่วนสูงของโค้งขึ้นอยู่กับค่า x เฉพาะค่า

π เป็นตัวคงที่ มีค่าประมาณ 3.1416

e เป็นฐานของ Napierian logarithm มีค่าประมาณ 2.7183

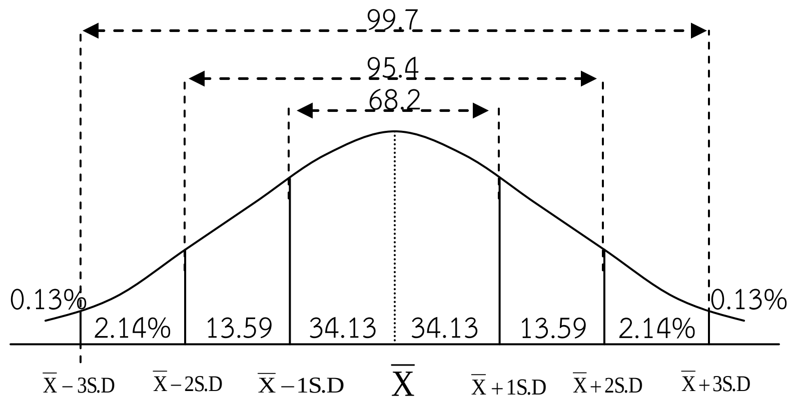
N เป็นจำนวนคน/สิ่งของทั้งหมด

μ เป็นคะแนนเฉลี่ยของประชากร

σ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

2. คุณสมบัติบางประการของโค้งปรกติ มีดังนี้

2.1 เป็นโค้งที่ต่อเนื่อง มีรูปทรงในลักษณะสมมาตร(Symmetrical)ของโค้งระฆังคว่ำ โดยที่ถ้าลากเส้นตรงตั้งฉากที่จุดสูงสุดกับฐาน แล้วพับตามเส้นตั้งฉาก กราฟเส้นโค้งทั้งสองข้างจะทับกันสนิท ดังแสดงในภาพที่ 11.2 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,มปป. : 135)



ภาพที่ 11.2 การแจกแจงแบบโค้งปรกติ

2.2 เป็นโค้งในลักษณะเอสซิมโทติค(Asymtotic) ที่มีปลายโค้งไม่จรดฐานแต่จะเข้าใกล้ฐานมากขึ้นโดยที่ปลายฐานจะเริ่มจากจำนวนลบอนันต์($-\infty$) จนกระทั่งถึงบวกอนันต์($+\infty$)

2.3 มีส่วนสูงสุดของโค้งอยู่ที่บริเวณกึ่งกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมอยู่ที่จุดเดียวกัน

2.4 ลักษณะของของโค้ง จะเปลี่ยนจากโค้งออกเป็นโค้งเข้า ณ จุดเปลี่ยนโค้งไปยังค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ข้างละ 1 S.D.

2.5 พื้นที่ใต้โค้งปรกติ มีรายละเอียดของพื้นที่ใต้โค้งดังแสดงใน**ภาพที่ 11.2**

หลักการและองค์ประกอบของการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการระบุว่าผลที่ได้จากการศึกษาหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมีนัยที่จะปฏิเสธสมมุติฐานที่กำหนดไว้เกี่ยวกับประชากรหรือไม่ ที่มีหลักการและองค์ประกอบที่สำคัญในการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้(ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และ ดิเรก ศรีสุโข; 2537: 46-49)

1. สมมุติฐานหลัก(Null Hypothesis: H_0) เป็นประเด็นที่กำหนดขึ้นเกี่ยวกับประชากรก่อนที่จะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาเพื่อพิจารณาตัดสินใจว่า จะยอมรับ(Accept) หรือปฏิเสธ(Reject)สมมุติฐานหลัก จำแนกได้ดังนี้

1.1 ในกรณีที่เป็นประชากรกลุ่มเดียว จะกำหนดสมมุติฐานหลักให้สอดคล้องกับค่าที่คาดคะเน อาทิ ประชากรจะมีความสูงโดยเฉลี่ย(μ)เท่ากับ 168 กำหนดเป็น H_0 : μ= 168 เป็นต้น

1.2 ในกรณีประชากรมีตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปจะกำหนดในลักษณะของการเท่ากัน หรือไม่แตกต่าง อาทิ การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกตั้งของประชากรเพศชาย(μ_1)และเพศหญิง(μ_2) กำหนดเป็น $H_0 : \mu_1=\mu_2$ หรือการเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตจากวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน 3 วิธี กำหนดเป็น $H_0 : \mu_1=\mu_2=\mu_3$ เป็นต้น

2. ระดับความมีนัยสำคัญ(Level of Significant : α)เป็นค่าของความน่าจะเป็นที่กำหนดขึ้นเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความน่าจะเป็นที่ผลที่ได้รับตามข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจะเกิดขึ้น ที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานหลัก โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักก็ต่อเมื่อความน่าจะเป็นของผลที่ได้รับจะน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ หรือจะยอมรับสมมุติฐานหลักก็ต่อเมื่อความน่าจะเป็นของผลที่ได้รับจะมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ ในการทดสอบสมมุติฐานหนึ่ง ๆ อาจจะยอมรับที่ระดับนัยสำคัญหนึ่งและจะปฏิเสธที่อีกระดับนัยสำคัญหนึ่งก็ได้ ดังนั้นระดับนัยสำคัญเป็นสิ่งที่จะต้องระบุไว้ด้วยเสมอในการทดสอบความมีนัยสำคัญ และระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ส่วนมากจะอยู่ที่ระดับ.05 หรือ.01

ระดับความเชื่อมั่น(Level of Confidence :1-α) เป็นการกำหนดระดับความเชื่อมั่นของการทดสอบสมมุติฐานที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดขึ้นในการทดสอบสมมุติฐานในแต่ละครั้ง โดยจะพิจารณาในลักษณะตรงข้ามกับระดับนัยสำคัญทางสถิติ อาทิ ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ.01 แต่ถ้ากำหนดเป็นระดับความเชื่อมั่นจะเท่ากับ.99(1-α=1.00-.01)หรือทำให้เป็นร้อยละเท่ากับ 99 หมายความว่าในการทดสอบครั้งนี้จำนวน 100 ครั้งจะให้ผลที่เป็นจริง 99 ครั้ง มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเพียง 1 ครั้งเท่านั้น เป็นต้น

3. ระดับแห่งความเป็นอิสระ(Degrees of Freedom : df) เป็นจำนวนของตัวแปรที่เป็นอิสระในการเปลี่ยนแปลงค่าในกรณีใดกรณีหนึ่งที่ได้รับจากการสุ่มขึ้นมาศึกษาในแต่ละครั้ง อาทิ

(1) $a + b = 9$

ถ้า a = 5 แล้ว b จะต้องเท่ากับ 4 เท่านั้น จึงจะทำให้ $a + b = 9$

ดังนั้น $a + b = 9$ จึงมีระดับแห่งความเป็นอิสระ(df) เท่ากับ 1

(2) $a + b + c = 12$

ถ้า a = 5 และ b = 3 แล้ว c จะต้องเท่ากับ 4 เท่านั้น จึงจะทำให้ $a + b + c = 12$

ดังนั้น $a + b + c = 12$ จึงมีระดับแห่งความเป็นอิสระ(df) เท่ากับ 2

จากทั้งสองกรณีสรุปได้ว่า ระดับแห่งความเป็นอิสระ(df) เท่ากับ n-1

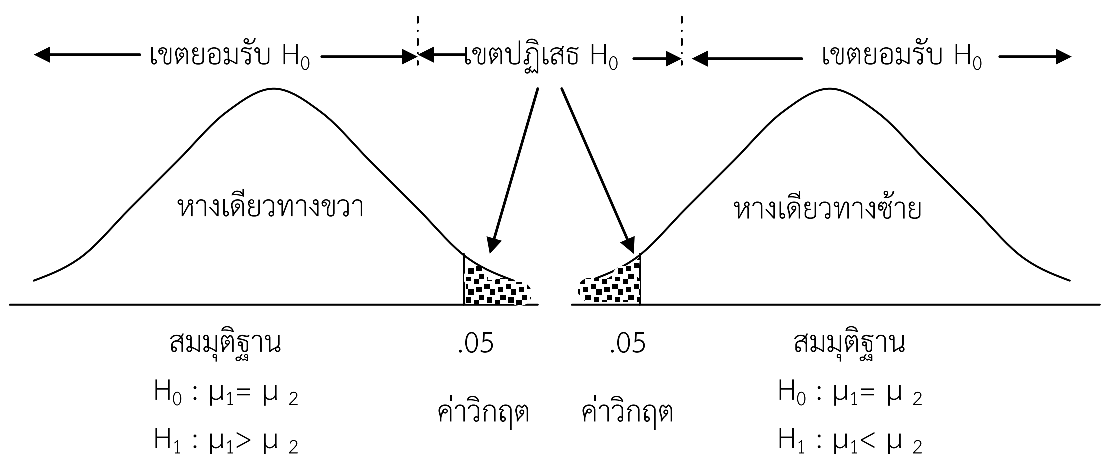
หมายเหตุ แต่ไม่จำเป็นว่าในทุกกรณีจะต้องมีระดับแห่งความเป็นอิสระ(df) เท่ากับ n-1 เสมอไป เพราะระดับแห่งความเป็นอิสระ(df) อาจจะคำนวณด้วยสูตรเฉพาะของแต่ละกรณี

4. ขอบเขตวิกฤต(Critical Region) หมายถึง ขอบเขตที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(Reject H_0) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ โดยจะอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวามือในกรณีที่เป็นการทดสอบแบบทางเดียว และจะอยู่ทั้งสองด้านในกรณีเป็นการทดสอบแบบสองทาง โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้อยู่ในขอบเขตนี้จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(Reject H_0) และยอมรับสมมุติฐานทางเลือก (Accept H_1) ที่แสดงว่าผลการทดสอบสมมุติฐานมีระดับนัยสำคัญที่กำหนดหรือไม่และ ค่าวิกฤต(Critical Value) เป็นค่าที่แสดงเส้นแบ่งระหว่างเขตปฏิเสธสมมุติฐานหลักและยอมรับสมมุติฐานหลัก

5. การเลือกใช้สถิติในการทดสอบ เป็นประเด็นที่ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตัวแปร ลักษณะค่าของตัวแปร และจะต้องมีความรู้และความเข้าใจในทฤษฏีหรือหลักการหรือข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติแต่ละตัว เพราะถ้าข้อมูลของตัวแปรมีลักษณะที่ไม่สอดคล้องแล้วจะทำให้การแจกแจงของค่าสถิติที่คำนวณเบี่ยงเบนไปจากการแจกแจงที่ใช้เป็นหลักในการคำนวณพื้นที่จากตาราง จะทำให้ผลสรุปของการทดสอบเกิดความคลาดเคลื่อนไปด้วย

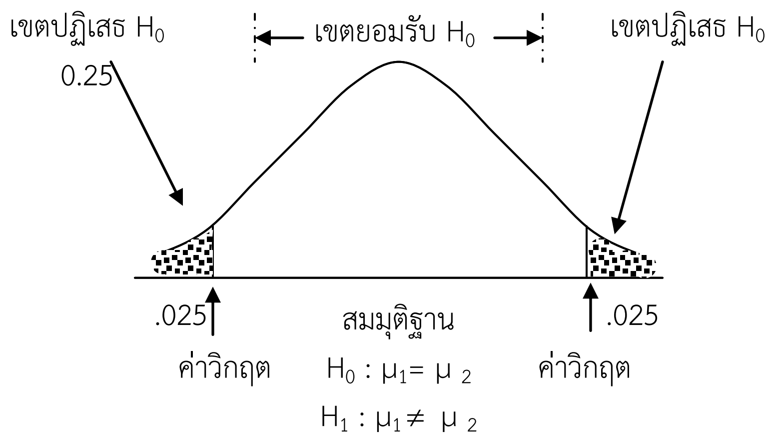
6. ทิศทางของการทดสอบที่จำแนกเป็นสมมุติฐานแบบมีทิศทางและแบบไม่มีทิศทาง มีดังนี้

6.1. การทดสอบสมมุติฐานแบบมีทิศทาง(Directional)หรือแบบหางเดียว(One-tailed Test) เป็นการทดสอบสมมุติฐานที่พิจารณาความแตกต่างที่มากกว่า หรือน้อยกว่าประเด็นใดประเด็นหนึ่ง โดยพิจารณาจากสมมุติฐานทางเลือก(H_1)ที่จะระบุค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง อาทิ H_1: $\mu_1 > \mu_2$, H_1 : $\mu_1 < \mu_2$, H_1: $\sigma_1^2 < \sigma_2^2$ เป็นต้น โดยจะปฏิเสธสมมุติฐานหลักถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าต่ำมาก(เขตวิกฤตทางซ้าย)หรือค่าสูงมาก(เขตวิกฤตทางขวา)ที่สามารถแสดงการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ดังแสดงใน**ภาพที่ 11.3**



ภาพที่ 11.3 การทดสอบสมมุติฐานแบบทางเดียวหรือหางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่.05

6.2 การทดสอบสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทาง(Non-directional) หรือแบบสองหาง(Two-tailed Test)เป็นการทดสอบสมมุติฐานที่พิจารณาความแตกต่างที่ไม่เท่ากันเท่านั้น โดยพิจารณาจากสมมุติฐานทางเลือก(H_1)ที่จะระบุค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มหนึ่งที่แตกต่างหรือไม่เท่ากันกับอีกกลุ่มหนึ่ง อาทิ H_1: $\mu_1 \neq \mu_2$, H_1: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ เป็นต้น โดยที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก เมื่อค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าสูงมากหรือต่ำมาก ที่สามารถแสดงการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ดังแสดงใน**ภาพที่ 11.4**



ภาพที่ 11.4 การทดสอบสมมุติฐานแบบสองทางหรือสองหางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่.05

7. ความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบสมมุติฐาน จำแนกได้ดังนี้(บุญเรียง ขจรศิลป์,2537 : 4)

7.1 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type One Error :α) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) เมื่อสมมุติฐานหลักเป็นจริง

7.2 ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type Two Error :β) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมุติฐานหลัก(H_0) เมื่อสมมุติฐานหลักเป็นเท็จ

8. ข้อตกลงเบื้องต้น(Basic Assumption) หมายถึง เงื่อนไขหรือสภาพการณ์ในการใช้ระเบียบวิธีทางสถิติแต่ละวิธีที่จะต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อมูลต้องมีความสอดคล้อง จึงจะสามารถเลือกใช้วิธีการทางสถิติประเภทนั้นได้ มิฉะนั้นจะทำให้การเลือกใช้วิธีการสถิติประเภทนั้น ๆ มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องมีการวางแผนการวิเคราะห์ไว้ล่วงหน้าโดยพิจารณาจากข้อมูลที่จะได้รับและควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติแต่ละวิธีให้ชัดเจน(ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และ ดิเรก ศรีสุโข.2537 : 50-51)

ปัญหาการเลือกใช้สถิติ

การเลือกใช้สถิติในการวิจัย มีปัญหาที่ผู้วิจัยควรนำมาพิจารณาเพื่อให้การเลือกใช้สถิติในการวิจัยให้มีความถูกต้อง แม่นยำและชัดเจน มีดังนี้(ศิริชัย กาญจนวาสี,ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข.2537 : 60-61)

1. ไม่มีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ของการวิจัย และวัตถุประสงค์ของวิธีการสถิติที่เลือกใช้ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ตอบคำถามการวิจัย อาทิ การศึกษาปัจจัยที่ผลกระทบต่อคุณลักษณะใด ๆ แต่ผู้วิจัยไปเน้นการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างตามตัวแปรตามหรือตัวแปรอิสระโดยใช้การทดสอบค่าที(t-test) หรือการทดสอบเอฟ(F-test) เป็นต้น

2. วิเคราะห์ตัวแปรหรือจัดกลุ่มประชากรเพื่อเปรียบเทียบตามแบบสอบถาม แทนที่จะวิเคราะห์ตัวแปรหรือจัดกลุ่มประชากรเพื่อเปรียบเทียบตามแนวคำถามในวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3. เน้นการวิเคราะห์เฉพาะส่วนย่อย ทำให้ไม่แสดงผลการวิเคราะห์ในลักษณะภาพรวม อาทิ การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 3 กลุ่ม จะเลือกใช้การทดสอบค่าที(t-test)จำนวน 3 ครั้ง แทนที่จะเลือกใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือการทดสอบเอฟ (F-test)เพียงครั้งเดียวเท่านั้น เป็นต้น

4. เลือกใช้สถิติที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น อาทิ การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของข้อมูลที่เป็นความถี่ หรือหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ไม่สอดคล้องกับระดับการวัดของข้อมูล เป็นต้น

5. กำหนดระดับนัยสำคัญที่ไม่แน่นอน อาทิ ระดับและทิศทางของนัยสำคัญตามสมมุติฐานและการทดสอบไม่ตรงกัน เป็นต้น

6. การแปลผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง อาทิ การวิเคราะห์สัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นรายคู่โดยใช้ χ^2-test แต่แปลความหมายว่า เป็นอิทธิพลระหว่างตัวแปร หรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แต่แปลความหมายในลักษณะของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ที่ไม่มีการควบคุมตัวแปรหรือไม่มีทฤษฏีสนับสนุน เป็นต้น

ประเด็นที่ไม่ควรปฏิบัติในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมีประเด็นที่ผู้วิจัยไม่ควรจะปฏิบัติ ดังนี้

1. การสรุปอ้างอิงทางสถิติจากข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้ความน่าจะเป็น ที่จะต้องระมัดระวังความไม่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มตัวอย่างจากประชากร เนื่องจากการอ้างอิงข้อมูลที่ไม่มีขอบเขตและวิธีการอ้างอิงนั้นจะใช้หลักการของความน่าจะเป็น แต่ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ไม่ได้มาจากการใช้หลักความน่าจะเป็น ที่น่าจะเกิดความไม่สอดคล้องกัน และที่จะต้องใช้ความระมัดระวัง คือ

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคิดคำนวณผลการอ้างอิงที่จะไม่ได้มีการแจ้งข้อผิดพลาดเหล่านี้ ไม่ว่าข้อมูลจะถูกหรือผิดก็ตามผลการทดสอบก็จะแสดงออกมาได้ ทำให้การนำผลการสรุปอ้างอิงไปใช้เกิดความคลาดเคลื่อนโดยที่ไม่รู้ตัวทั้งผู้วิจัยและผู้นำผลการวิจัยไปใช้

2. การวางแผนแบบครอบจักรวาล หมายถึง ในการวิจัยใด ๆ จะมีแบบแผนการวิจัยแบบเดียว หรือได้รับข้อมูลเพียงชุดเดียวที่ได้นำมาดำเนินการแต่ละขั้นตอน แต่ในการทดสอบสมมุติฐานที่หลากหลายได้นำแบบแผนการวิจัยและข้อมูลเหล่านั้นมาใช้อีกโดยไม่มีการพิจารณาความเหมาะสม อาจจะทำให้ได้รับผลการวิจัยที่มีความคลาดเคลื่อน หรือมีคุณภาพที่ลดลง

3. ความขัดแย้งระหว่างเทคนิคการสุ่มกับวิธีสรุปอ้างอิงสู่ประชากร เป็นสิ่งที่เกิดจากการเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ขัดแย้งกันในการวิจัย อาทิ ในการสุ่มตัวอย่างจะแบ่งประชากรตามคุณลักษณะของประชากรออกเป็นชั้น ๆ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมารวมกันเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดาค่าประมาณที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อน แต่ผู้วิจัยไม่มีโอกาสได้รับทราบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด เพราะถ้าจะตรวจสอบผลจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรทั้งหมดที่มีวิธีการที่ยุ่งยาก เนื่องจากประชากรมีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองงบประมาณมาก

4. การอ้างอิงทางสถิติจากประชากร เป็นการอ้างอิงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากรที่มีขอบเขตชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติผู้วิจัยอาจเก็บข้อมูลทั้งหมดจากประชากรที่มีขนาดเล็กแล้วใช้สถิติเชิงอ้างอิงวิเคราะห์ข้อมูล ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือผลการวิเคราะห์จะอ้างอิงสู่ประชากรกลุ่มใด

การทดสอบค่าที

การทดสอบค่าที(t-test) เป็นวิธีการที่นำเสนอโดยวิลเลี่ยม สตีลเลย์ ก็อตเซท(William Steeley Gosset) เป็นนักสถิติชาวไอริช ในปี ค.ศ.1908 ที่ได้นำเสนอการแจกแจงแบบทีของสติวเดนต์(Student’s t -Distribution) แต่เนื่องจากบริษัทต้นสังกัดได้มีข้อกำหนดไม่ให้เขียนบทความลงเผยแพร่ในวารสารหรือตำรา ดังนั้นจึงต้องใช้นามแฝง “สติวเดนต์(Student)”แทนชื่อจริงในการนำเสนอและเผยแพร่ในวารสาร Biometrica ชื่อบทความ The Probable Error of Mean ที่ได้กล่าวถึงการดำเนินการเพื่อหาข้อสรุปของค่าเฉลี่ยของประชากรจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นการแจกแจงแบบที(t-distribution) จึงได้ชื่อว่า“การแจกแจงแบบทีของสติวเดนต์”(Sandy,1990: 277)

1. ความหมายของการทดสอบค่าที

การทดสอบค่าที เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีขนาดเล็ก(n<30 โดยที่วิส(Wiess,1995 :537)ได้นำเสนอว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะ

เท่าใดก็ได้เพียงแต่มีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงก็ใช้ได้)โดยที่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร(σ^2) ดังนั้นในการทดสอบค่าที จึงใช้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน(S^2) (ถ้า n มีขนาดใหญ่แล้วการแจกแจงของค่าทีใกล้เคียงกับค่าซี ดังนั้นในบางครั้งอาจใช้ค่าทีแทนค่าซีได้ในกรณีที่ n>30)

2. ข้อตกลงเบื้องต้นในการทดสอบค่าที

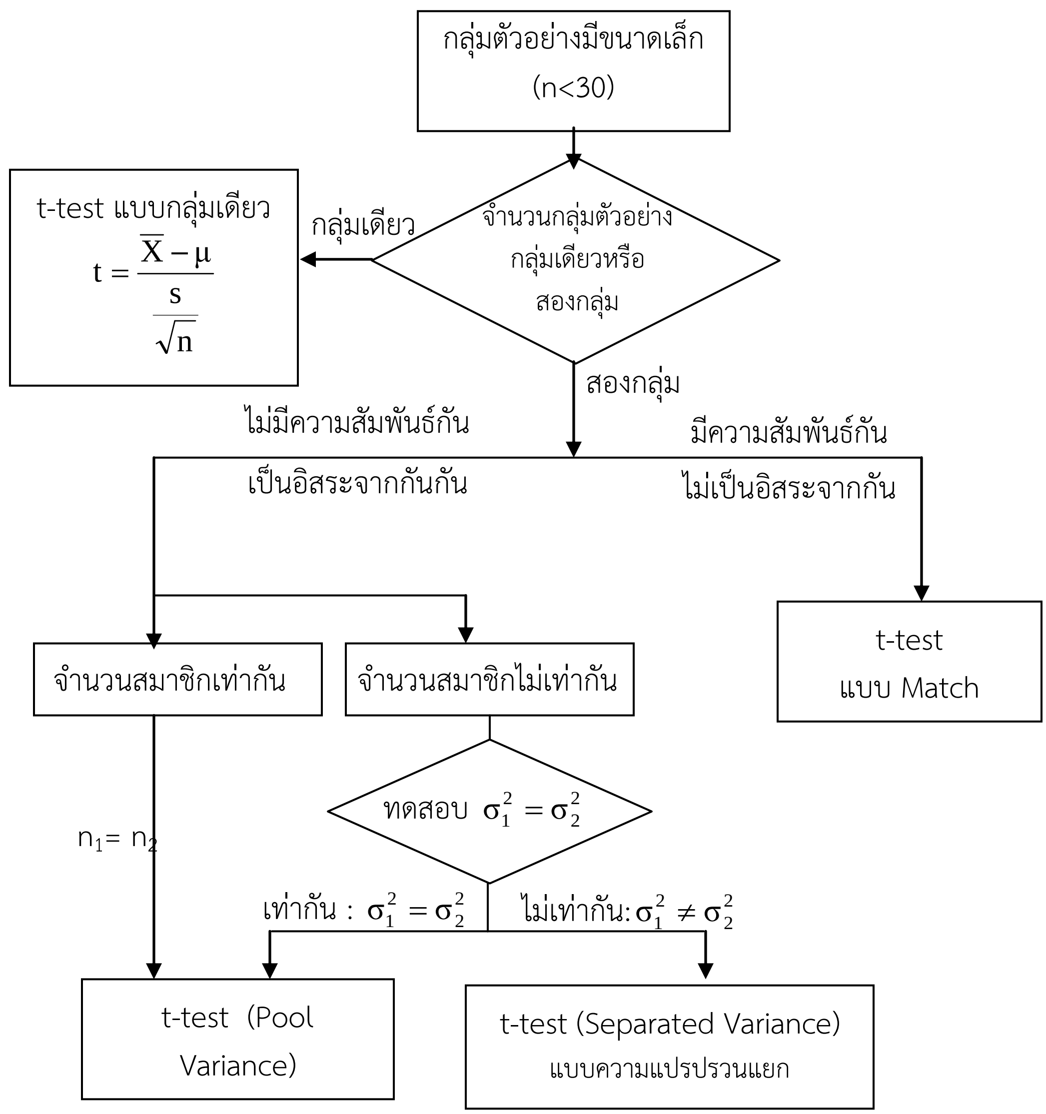
ในการทดสอบค่าที มีข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลที่จะต้องตรวจสอบ ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ(Normal Distribution)

2.2. ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร

3. ประเภทและวิธีการวิเคราะห์การทดสอบค่าที

ประเภทของการทดสอบค่าที จำแนกได้ ดังแสดงใน**ภาพที่ 11.5**

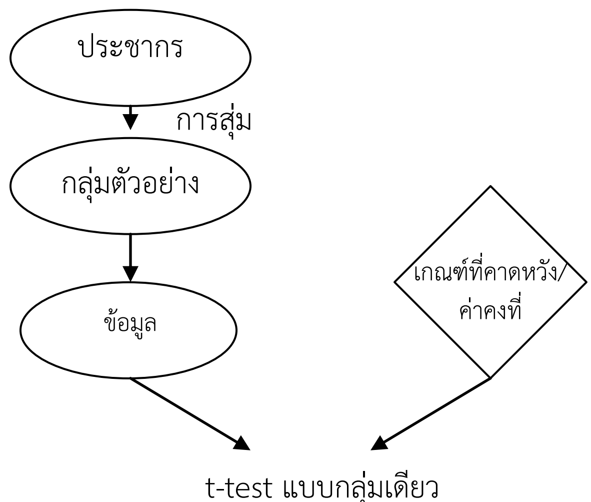


ภาพที่ 11.5 ประเภทของการทดสอบค่าที

3.1 การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว

3.1.1 ความหมายของการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว

การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว(One Sample t-test)เป็นการทดสอบโดยนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่คาดหวังที่กำหนดขึ้นหรือเกณฑ์มาตรฐานดังแสดงใน**ภาพที่ 11.6**



ภาพที่ 11.6 การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว

3.1.2 ขั้นตอนการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว มีดังนี้

3.1.2.1 กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu = \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu > \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu < \mu_0$

3.1.2.2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

3.1.2.3 คำนวณค่าทีแบบกลุ่มเดียวจากสูตรคำนวณ(พิศิษฐ ตัณฑวณิช, 2543 : 152 ; Milton and Arnold,1990 : 239)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ t เป็นค่าทีจากการคำนวณ
$\overline{X}$ เป็นค่าของข้อมูลแต่ละตัว
μ_0 เป็นเกณฑ์ที่คาดหวัง/มาตรฐาน
S เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.4 เปิดตารางการแจกแจงค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด และองศาแห่งความเป็นอิสระ $(df) = n - 1$

3.1.2.5 การสรุปผลโดยการเปรียบเทียบค่าทีจากการคำนวณและค่าทีจากตาราง ถ้า $|t_{\text{คำนวณ}}| \geq t_{..05,n-1}$แสดงว่า การทดสอบสมมุติฐานจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากรหรือเกณฑ์ที่กำหนด

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว ใน**ตัวอย่างที่ 11.1**

ตัวอย่างที่ 11.1 จากคะแนนการทดสอบของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง มีดังนี้

62 64 61 60 58 62 63 58 62 60

ให้ทดสอบว่าคะแนนการทดสอบของนักเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 60 คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าคะแนนค่าทีทดสอบมีการแจกแจงแบบปกติ และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_0 = 60$

$H_1 : \mu_0 \neq 60$

2) ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α)เท่ากับ.05

3) คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(1) ค่า $\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{(62+64+61+...+60)}{10} = 61.00$

(2) $S.D. = \sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum X^2 - n\overline{X}^2\right]}$

$= \sqrt{\frac{\left[\left(62^2+64^2+...+60^2\right)-10(61.0)^2\right]}{10(10-1)}}$

$= 2.00$

(3) แทนค่า $\overline{X}, S.D.$ ในสูตรเพื่อหาค่า t ในสูตรคำนวณ

$$t = \frac{\overline{X}-\mu_0}{\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}; df = n-1$$

$$= \frac{61.0-60.0}{\frac{2.0}{\sqrt{10}}} = \boxed{1.58}; df = 10-1$$

4) เปิดตารางหาค่าทีจากตาราง $t_{.05,9} = 2.26$

5) สรุปผล โดยการเปรียบเทียบค่าทีคำนวณกับค่าทีจากตาราง พบว่าค่าทีจากคำนวณน้อยกว่าค่าทีจากตาราง(1.58 < 1.83) ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึงยอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของการทดสอบของนักเรียนเท่ากับ 60 คะแนน

3.2 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม

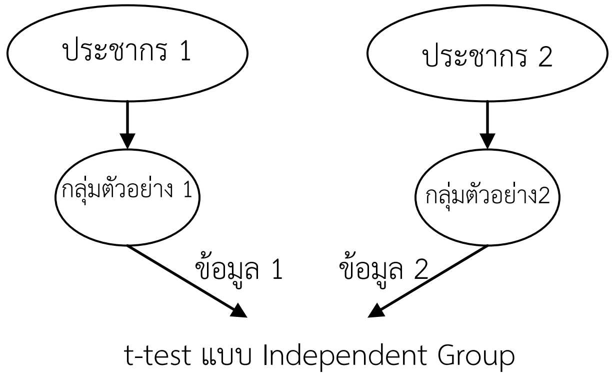
3.2.1 ความหมายของการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม

การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม (Two Sample t-test) เป็นการนำค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 ชุด จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 30 หน่วย

3.2.2 ประเภทของการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม

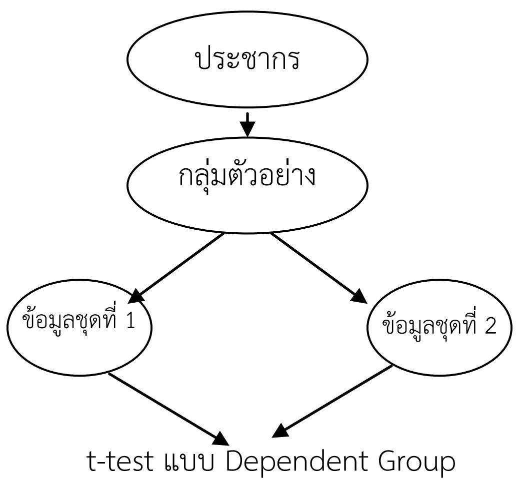
การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม จำแนกได้ดังนี้(พิศิษฐ ตัณฑวณิช,2543: 166-181)

3.2.2.1 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน(t-test for Independent Group) เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากร 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระจากกัน/ไม่เกี่ยวข้องกันอาทิ ผู้ให้ข้อมูล กลุ่มที่ 1 เพศชาย และกลุ่มที่ 2 เพศหญิง เป็นต้น ดังแสดงใน **ภาพที่ 11.7**



ภาพที่ 11.7 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มอิสระ

3.2.2.2 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน(t-test for Dependent Group or t-test Match Paired)เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากร 2 กลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระจากกัน อาทิ ผู้ให้ข้อมูลเป็นกลุ่มเดียวกันแต่ให้ข้อมูล 2 ครั้งหรือวัดซ้ำที่แสดงได้ดัง**ภาพที่ 11.8**



ภาพที่ 11.8 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มอิสระ

3.2.3 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

3.2.3.1 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน กรณีประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$: โดยใช้การทดสอบเอฟ)หรือมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน($n_1 = n_2$)

1) สูตรการคำนวณ t-test แบบความแปรปรวนรวม(Pool Variance) (Wiess,1995 : 587)

$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}}, S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \text{ และ } df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t เป็นค่าทีจากการคำนวณ

$\overline{X}_1$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\overline{X}_2$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 เป็นความแปรปรวนของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 เป็นความแปรปรวนของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 เป็นจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 เป็นจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

2) ขั้นตอนการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มไม่อิสระในกรณีที่มีความแปรปรวนเท่ากัน($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) มีดังนี้

(1) กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \rangle \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \langle \mu_0$

(2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

(3) คำนวณค่าทีจากสูตรคำนวณ

(4) เปิดตารางการแจกแจงทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด และที่ระดับองศาอิสระ $df = n_1 + n_2 - 2$

(5) การสรุปผลโดยการเปรียบเทียบค่าทีจากการคำนวณและค่าทีจากตาราง โดยมีเงื่อนไขว่าถ้า $\left|t_{\text{คำนวณ}}\right| \geq t_{\alpha}$ ที่ $df = n_1 + n_2 - 2$ แสดงว่า การทดสอบสมมุติฐานจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันที่มีความแปรปรวนเท่ากัน ดัง**ตัวอย่างที่ 11.2**

ตัวอย่างที่ 11.2 ในการทดสองวิธีสอน 2 วิธี โดยวิธีสอนที่ 1มีนักศึกษาจำนวน 12 คน ปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ย 85 คะแนน มีความแปรปรวนของคะแนนเท่ากับ 16 และวิธีที่ 2 มีนักศึกษาจำนวน 10 คน ปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ย 81 คะแนน ความแปรปรวนของคะแนนเท่ากับ 25 โดยมีการแจกแจงของคะแนนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มเป็นปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน ให้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีทำ 1) กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

2) ระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)=0.01

3) คำนวณค่า $t = \dfrac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2\left[\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}\right]}}, S_p^2 = \dfrac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

คำนวณค่า $S_p^2 = \dfrac{(12-1)(16) + (10-1)(25)}{12+10-2} = 20.05$

แทนค่าในสูตร $t = \dfrac{(85-81) - 0}{\sqrt{20.05\left[\dfrac{1}{12} + \dfrac{1}{10}\right]}} = \boxed{2.09}$, $df = 12 + 10 - 2 = 20$

4) เปิดตารางการแจกแจงค่าที $t_{.01,20} = 2.85$

5) สรุปผล โดยการเปรียบเทียบค่าทีจากการคำนวณกับค่าทีจากตาราง ปรากฏว่าค่าทีจากตารางมากกว่าค่าทีจากการคำนวณ $|2.85| > 2.09$ ดังนั้นผลการทดสอบสมมุติฐานจึงยอมรับสมมุติฐานหลัก(H_0) นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากวิธีสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

3.2.3.2 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน กรณีประชากรที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

1) สูตรการคำนวณ t-test แบบ Separated Variance มีดังนี้ (Wiess,1995 : 599)

$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]}} ; df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2}\right]}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ t เป็นค่าทีจากการคำนวณ

$\overline{X}_1$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\overline{X}_2$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 เป็นความแปรปรวนของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 เป็นความแปรปรวนของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 เป็นจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 เป็นจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

2) ขั้นตอนการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มแบบอิสระในกรณีมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) มีดังนี้

(1) กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \rangle \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \langle \mu_0$

(2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

(3) คำนวณค่าทีจากสูตรคำนวณ

(4) เปิดตารางการแจกแจงค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด

และ $df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2}\right]}{n_2 - 1}}$

(5) การสรุปผลโดยการเปรียบเทียบค่าทีคำนวณและค่าทีจากตาราง

ถ้า $\left|t_{\text{คำนวณ}}\right| \geq t_{\alpha}$ ที่ $df = \dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}{\dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_1 - 1} + \dfrac{\left[\dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}{n_2 - 1}}$ แสดงว่าการทดสอบสมมุติฐานจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ดัง**ตัวอย่างที่ 11.3**

ตัวอย่างที่ 11.3 จากตารางข้อมูลเป็นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าข้อมูลเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 หรือไม่

กลุ่มตัวอย่างที่	**จำนวนคน**	**ข้อมูลเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
1	25	13.0	3.0
2	25	10.5	2.0

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α) เท่ากับ .05

3) คำนวณค่าทีจากสูตรคำนวณ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}} ; df = \frac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}{\dfrac{\left[\dfrac{S_1^2}{n_1}\right]}{n_1 - 1} + \dfrac{\left[\dfrac{S_2^2}{n_2}\right]}{n_2 - 1}}$$

แทนค่า $t = \dfrac{(13 - 10.5)}{\sqrt{\left[\dfrac{3^2}{25} + \dfrac{2^2}{25}\right]}} = \dfrac{2.5}{\sqrt{0.52}} = \dfrac{2.5}{0.72} = 3.47$

4) เปิดตารางการแจกแจงค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่.05 และ

$$df = \frac{\left[\frac{3^2}{25}+\frac{2^2}{25}\right]}{\frac{\left[\frac{3^2}{25}\right]}{25-1}+\frac{\left[\frac{2^2}{25}\right]}{25-1}} = \frac{0.52}{0.022} = \boxed{23.63} \approx 24$$

ค่าทีจากตาราง t $_{.05,24}$ เท่ากับ 2.064

5) สรุปผลโดยการเปรียบเทียบค่าทีจากการคำนวณและค่าทีจากตาราง ปรากฏว่า $|3.47| \geq$ 2.064 แสดงว่าการทดสอบสมมุติฐาน**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0) นั่นคือ ข้อมูลเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.2.4 การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน(Dependent)หรือมีความสัมพันธ์กันแบบจับคู่(Match Paired)(Kohout,1974 : 351)

3.2.4.1 สูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}, df = N-1$$

เมื่อ t เป็นค่าทีจากการคำนวณ

D เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N เป็นจำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4.2 ขั้นตอนการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มไม่อิสระ มีดังนี้

1) กำหนดสมมุติฐาน (การทดสอบสมมุติฐานแบบสองทาง)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \rangle \mu_0$ หรือ $H_1 : \mu \langle \mu_0$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

3) คำนวณค่าทีแบบสองกลุ่มไม่อิสระจากสูตร

4) เปิดตารางการแจกแจงค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด และ $df = N-1$

5) การสรุปผลโดยการเปรียบเทียบค่าทีจากการคำนวณและค่าทีจากตาราง โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้า $\left|t_{คำนวณ}\right| \geq t_{\alpha}$ ที่ $df = N-1$ แสดงว่าการทดสอบสมมุติฐานจะ**ปฏิเสธ**สมมุติฐานหลัก(H_0) นั่นคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับที่กำหนด

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระ ดัง**ตัวอย่างที่ 11.4**

ตัวอย่างที่ 11.4 จากการทดสอบก่อนการอบรมและหลังการอบรมของผู้เข้าอบรม ดังตารางข้อมูล

คนที่	คะแนนก่อนการอบรม	คะแนนหลังการอบรม	D	D^2
1	6	8	2	4
2	5	7	2	4
3	7	7	0	0
4	6	8	2	4
5	5	6	1	1
6	6	7	1	1
7	5	7	2	4
8	7	8	1	1
			11	19

ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าผลคะแนนก่อนการอบรมและหลังการอบรมของผู้เข้าอบรมกลุ่มนี้แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 หรือไม่

วิธีทำ 1) กำหนดสมมุติฐาน(จากข้อมูลที่กำหนดให้)

$H_0 : \mu_{ก่อนการอบรม} = \mu_{หลังการอบรม}$

$H_1 : \mu_{ก่อนการอบรม} \neq \mu_{หลังการอบรม}$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3) คำนวณหาค่าทีจากสูตรคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}, df = N-1$$

$$t = \frac{11}{\sqrt{\frac{(8*19)-(11*11)}{8-1}}} = \frac{11}{\sqrt{4.43}} = \frac{11}{2.10} = \boxed{5.24,} df = 8-1 = 7$$

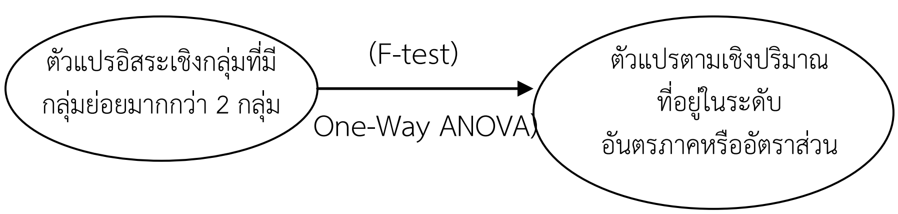
4) เปิดตารางการแจกแจงค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 และ df =7 ปรากฎว่าได้ค่าทีจากการเปิดตารางเท่ากับ 2.365

5)สรุปผลโดยการเปรียบเทียบทีจากการคำนวณและทีจากตาราง ปรากฏว่าค่าทีจากการคำนวณมากกว่าค่าทีจากตาราง(5.24 $\geq$ 2.365) ดังนั้นผลการทดสอบสมมุติฐานจึงสรุปว่าการทดสอบสมมุติฐานจะ**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0)นั่นคือ คะแนนก่อนและหลังการอบรมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นั่นคือ คะแนนก่อนการอบรมและหลังการอบรมมีความแตกต่างกันอย่างแท้จริง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. แนวความคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ในปี ค.ศ.1912-1962 เซอร์ โรนัล เอ พิชเชอร์(Sir Ronald A.Fisher) และคณะได้นำทฤษฎีของก็อตเซทในการทดสอบค่าทีมาศึกษาต่อเพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและประยุกต์ใช้กับการวางแผนการทดลองจนกระทั่งได้ค้นพบการแจกแจงแบบเอฟ(F-distribution) แล้วได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance)(สุชาดา บวรกิติวงศ์, 2548 : 175) โดยมีแนวคิดพื้นฐานว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีตัวแปรตามอยู่ในระดับอันตรภาคหรืออัตราส่วน จะใช้การทดสอบซี(Z-test)และการทดสอบที(t-test)ในการทดสอบสมมุติฐาน แต่ถ้ามีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็นตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยในกรณีที่มีตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัว เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่จำแนกระดับได้ตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไปและมีตัวแปรตาม 1 ตัวที่อยู่ในระดับอันตรภาคหรืออัตราส่วนจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว(One-Way Analysis of Variance : One-Way ANOVA)หรือการทดสอบเอฟ(F-test) ดังแสดงแนวคิดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวใน**ภาพที่ 11.8**



ภาพที่ 11.8 แนวคิดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

2. เหตุผลที่จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในการวิจัยใด ๆ ผู้วิจัยมีเหตุผลในการเลือกใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแทนการทดสอบที ดังนี้

2.1 ในการทดสอบค่าที(t-test)จะใช้เวลา/จำนวนครั้งในการทดสอบมากกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่จะทำให้ทราบว่าผลการทดสอบค่าเฉลี่ยแตกต่างกันหรือไม่ อาทิ ในการทดสอบสมมุติฐานว่าค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่าทีของข้อมูล 10 กลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ จะต้องดำเนินการจำนวน ${}^{n}C_{r}= {}^{10}C_{2} = 45$ ครั้ง แต่ถ้าใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะทดสอบสมมุติฐานเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

2.2 ในการทดสอบสมมุติฐานแต่ละครั้งจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ ดังนั้น ถ้าจำนวนครั้งในการทดสอบสมมุติฐานมากขึ้นก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดสอบมากขึ้นด้วยและเมื่อรวมความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในการทดสอบจะมีค่ามากกว่าระดับความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้(Glass and Hopkin,1984 :325) ดังสูตรคำนวณความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

$$P = 1-(1-\alpha)^{k}$$

เมื่อ P เป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นในการทดสอบทั้งหมด

α เป็นระดับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง

k เป็นจำนวนครั้งในการทดสอบสมมุติฐาน

ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากร 3 กลุ่ม เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบในแต่ละครั้ง (α) =.05 (กลุ่ม1กับกลุ่ม 2, กลุ่ม 1 กับกลุ่ม 3 และกลุ่ม 2 กับกลุ่ม 3)ดังนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนสะสมที่เกิดขึ้นทั้งหมด เท่ากับ $P = 1-(1-\alpha)^{k} = P = 1-(1-.05)^{3} = 0.143$ เมื่อเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด(.05) พบว่าจะมีความคลาดเคลื่อนสะสมที่เกิดขึ้นทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 3 เท่า

3.หลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นการจำแนกความแปรปรวนของข้อมูลออกเป็นความแปรปรวนย่อย ๆ เพื่อที่จะสามารถระบุได้ว่าความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากตัวแปรอิสระที่จำแนกเป็นกลุ่ม/ระดับ หรือจากความคลาดเคลื่อนสุ่ม(Random Error)หรือระบุว่า ความผันแปรรวม(Sum of Squares Total :SS_T) จำแนกเป็นความผันแปรระหว่างกลุ่ม(Sum of Squares Between Groups : S_b) และความผันแปรภายในกลุ่ม(Sum of Squares Within groups : SS_W) ดังแสดงในสมการ

$$SS_T=SS_b+SS_w$$

โดยที่ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม(SS_b) เป็นความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรที่ศึกษา แต่ความแปรปรวนภายในกลุ่ม เป็นความแปรปรวนตามธรรมชาติที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรใด ๆ แล้วจึงนำค่าความผันแปรระหว่างกลุ่มและความผันแปรภายในกลุ่มมาเฉลี่ยด้วยองศาอิสระ จะได้ค่าความแปรปรวนที่เรียกว่า Mean Square : MS ดังนี้

ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม(MS_b) $= \dfrac{SS_b}{k-1}$

ความแปรปรวนภายในกลุ่ม(MS_w) $= \dfrac{SS_w}{nk-k}$ ในกรณีจำนวนตัวอย่างแต่ละกลุ่มเท่ากัน **หรือ**

$= \dfrac{SS_w}{(n_1+n_2+n_3)-k}$ ในกรณีจำนวนตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน

ความแปรปรวนรวม(MS_t) $= \dfrac{SS_t}{nk-1}$

หลังจากนั้นจึงหาค่าเอฟ(F-test) ที่เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มและความแปรปรวนภายในกลุ่ม เพื่อนำไปทดสอบสมมุติฐานโดยการเปรียบเทียบกับค่าเอฟจากตาราง (F-distribution)ดังแสดงในสมการ

$$F=\frac{MS_b}{MS_w} \text{ เปรียบเทียบกับ } F_{\alpha,df_1,df_2}$$

โดยที่ df_1 เป็นระดับขั้นความเป็นอิสระของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มมีค่าเท่ากับ k-1
df_2 เป็นระดับขั้นความเป็นอิสระของความแปรปรวนภายในกลุ่มมีค่าเท่ากับ nk-k

4. ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีเงื่อนไขในการพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้อ้างอิงสู่ประชากร มีดังนี้(Ferguson and Takane,1989 : 261-264)

4.1 ข้อมูลที่ใช้จะต้องเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มที่ไม่มีอคติ มีการแจกแจงแบบปรกติ(Normality)และข้อมูลอยู่ในระดับอันตรภาคหรืออัตราส่วน

4.2 กลุ่มตัวอย่างแต่ละหน่วยมีความเป็นอิสระจากกัน(Independence)ทำให้ตัวแปรอิสระสามารถส่งผลต่อตัวแปรตามได้อย่างเต็มที่

4.3 ความแปรปรวนของประชากรที่นำมาทดสอบจะต้องเท่ากัน(Variance Homogeneity) ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_n^2$) โดยที่จะใช้การทดสอบเอฟของฮาร์ตลีย์ หรือ ครอนแครนในกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน และใช้การทดสอบของบาร์เล็ตในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

5. แบบแผนของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

กลุ่มที่ 1	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ .....**	**กลุ่มที่ k**
X_{11}	X_{12}	....	X_{1k}
X_{21}	X_{22}	....	X_{2k}
X_{31}	X_{32}	....	X_{3k}
....	....	....	....
....	....	....	....
X_{n1}	X_{n2}		X_{nk}
$\bar{X}_{.1} =$	$\bar{X}_{.2} =$	....	$\bar{X}_{.k} =$
			$\bar{X}_{..} =$

รูปแบบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว มีดังสมการ

$$X_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$$

เมื่อ X_{ij} เป็นค่าของข้อมูลที่ i ในกลุ่มที่ j

μ เป็นค่าเฉลี่ยของทั้งหมด

α_j เป็นผลจากตัวแปรอิสระ

e_{ij} เป็นความคลาดเคลื่อน หรือความแตกต่างระหว่างบุคคลของสมาชิกคนที่ i กลุ่มที่ j

6. สูตรการคำนวณค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีสูตรการคำนวณค่า ดังนี้

6.1 $SS_T = SS_b + SS_w$

6.2 SS_b จำแนกเป็น 2 กรณี ดังนี้

6.2.1 กรณีที่**จำนวนข้อมูลเท่ากัน**

$$SS_b = n\sum_{j=1}^{k}(\overline{X}_{.j} - \overline{X}_{..})^2$$

6.2.2 กรณีที่**จำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน**

$$SS_b = \sum_{j=1}^{k} n(\overline{X}_{.j} - \overline{X}_{..})^2$$

$\overline{X}_{.j}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละกลุ่ม

$\overline{X}_{..}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกตัว

n เป็นจำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

6.3 $SS_w = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - \overline{X}_{.j})^2$

เมื่อ X_{ij} เป็นข้อมูลแต่ละตัว

6.4 $SS_t = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - \overline{X}_{..})^2$

6.5 $MS_b = \dfrac{SS_b}{k-1}$

6.6 MS_w จำแนกเป็น 2 กรณี ดังนี้

6.6.1 กรณีที่**จำนวนข้อมูลเท่ากัน**

$$MS_w = \frac{SS_w}{nk - k}$$

6.6.2 กรณีที่**จำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน**

$$MS_w = \frac{SS_w}{(n_1 + n_2 + n_3) - k}$$

6.7 $MS_t = \frac{SS_t}{nk-1}$ หรือ $MS_t = \frac{SS_t}{(n_1+n_2+n_3)-1}$

6.8 $F = \frac{MS_b}{MS_w}$, $df_1 = k-1, df_2 = nk-k$

7.ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

7.1 กำหนดสมมุติฐานเพื่อการทดสอบ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = ... = \mu_n$ (n เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่าง)

$\mathbf{H_1 : \mu_i \neq \mu_j}$ อย่างน้อย 1 คู่ เมื่อ $i \neq j$

7.2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

7.3 คำนวณหาค่า SS_b, SS_W, MS_b, MS_w และค่า F

7.4 เปิดตารางหาค่าเอฟ(F-test) ที่ $df_1 = k-1, df_2 = nk-k$

7.5. สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการเปรียบเทียบ ค่าเอฟจากการคำนวณและค่าเอฟ จากการเปิดหาค่าจากตาราง โดยมีเงื่อนไขการพิจารณาว่า ถ้าค่าเอฟจากการคำนวณมากกว่าหรือเท่ากับค่าเอฟจากตาราง แสดงว่า การทดสอบสมมุติฐานจะ**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(** H_0 **) แล้วยอมรับสมมุติฐานทางเลือก(** H_1 **)**สรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่จะต้องนำไปดำเนินการทดสอบสมมุติฐานเพื่อการเปรียบเทียบรายคู่ต่อไป(Multiple Comparison) แต่ถ้ายังยอมรับสมมุติฐานหลักก็จะยุติการทดสอบสมมุติฐานแล้วสรุปผลการทดสอบ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวในตารางที่ 11.1

ตารางที่ 11.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม	SS_b SS_w	$k-1$-1 $nk-k$	$MS_b = \frac{SS_b}{k-1}$ $MS_w = \frac{SS_w}{nk-k}$ $MS_w = \frac{SS_w}{(n_1+n_2+n_3)-k}$	$F = \frac{MS_b}{MS_w}$
รวม	SS_T	$nk-1$		

ดังแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวใน**ตัวอย่างที่ 11.5**

ตัวอย่างที่ 11.5 จากตารางข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มที่กำหนดให้ ให้แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

คนที่	ข้อมูลกลุ่มที่ 1	ข้อมูลกลุ่มที่ 2	ข้อมูลกลุ่มที่ 3
1	7	8	9
2	5	7	8
3	6	7	8
4	6	6	7
5	6	7	8
6	7	8	7
7	5	6	9
8	6	7	8
ค่าเฉลี่ย →	**6**	**7**	**8**

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน

H_0 : $\mu_{\text{กลุ่มที่ 1}} = \mu_{\text{กลุ่มที่ 2}} = \mu_{\text{กลุ่มที่ 3}}$

H_1 : μ ของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งไม่เท่ากัน

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3) คำนวณหาค่าการทดสอบเอฟ

$$SS_w = [(7-6)^2+(5-6)^2+(6-6)^2+(6-6)^2+(6-6)^2+(7-6)^2+(5-6)^2+(6-6)^2]+$$
$$[(8-7)^2+(7-7)^2+(7-7)^2+(6-7)^2+(7-7)^2+(8-7)^2+(6-7)^2+(7-7)^2] +$$
$$[(9-8)^2+(8-8)^2+(8-8)^2+(7-8)^2+(8-8)^2+(7-8)^2+(9-8)^2+(8-8)^2]$$

$$SS_w = 4+4+4 = 12$$

$$SS_b = 8[(6-7)^2+(7-7)^2+(8-7)^2]$$

$$SS_b = 8[2] = 16$$

ดังนั้น $MS_w = \frac{SS_w}{nk-k} = \frac{12}{21} = 0.57$

$$MS_b = \frac{SS_b}{k-1} = \frac{16}{3-1} = 8$$

จะได้ $F_{\text{คำนวน}} = \frac{MS_b}{MS_w} = \frac{8}{0.57} \boxed{= 14.04,} df = 3-1 = 2, df = 24-3 = 21$

จากการวิเคราะห์สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	16	2	8	14.04**
ภายในกลุ่ม	12	21	0.57	
รวม	28	23		

** <.01

4) จากการเปิดตารางค่าเอฟ $F_{.01,2,21} \approx 5.75$

5) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล $F_{คำนวณ}$ = 14.04 มากกว่า $F_{ตาราง}$ = 5.78 ผลการทดสอบสมมุติฐาน จึง**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0) : $\mu_{กลุ่มที่ 1} = \mu_{กลุ่มที่ 2} = \mu_{กลุ่มที่ 3}$ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทำให้**ยอมรับสมมุติฐานทางเลือก**(H_1) : μ ของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่ไม่เท่ากัน จะต้องดำเนินการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (post-hoc Comparison) เพื่อทดสอบสมมุติฐานว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลใดที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.01ต่อไป

8. การเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน

8.1 ความหมายการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน(Post-hoc Comparison) เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลังจากการทดสอบสมมุติฐานแล้วสรุปผลว่าผลการทดสอบสมมุติฐานการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น **ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)** ดังนั้นจะต้องนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ที่จะมีการควบคุมความคลาดเคลื่อนของการทดสอบไม่ให้เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้(α)สำหรับการปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่เป็นจริง

8.2 วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน มีดังนี้

8.2.1 วิธีการของเชพเฟ (Scheffe′ : S)

8.2.1.1 ลักษณะของวิธีการของเชฟเฟ่ มีดังนี้

1) สามารถใช้กับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนเท่ากันหรือไม่เท่ากัน

2) ใช้วิธีการทดสอบร่วมกัน(Simmultaneous) ที่ไม่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการทดสอบ

8.2.1.2 สูตรการคำนวณตามวิธีการของเชฟเฟ่ จำแนกได้ดังนี้

1) กรณีกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$S = \sqrt{(k-1)F_{\alpha,df_1,df_2}\frac{2MS_w}{n}}$$

2) กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$S = \sqrt{(k-1)F_{\alpha,df_1,df_2}MS_w\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}, df_1 = k-1, df_2 = nk-k$$

เมื่อ S เป็นค่าวิกฤติที่คำนวณได้

k เป็นจำนวนกลุ่ม/ระดับของตัวแปร

F_{α,df_1,df_2} เป็นค่าการทดสอบเอฟจากตาราง

MS_w เป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดสอบโดยรวม

n_i, n_j เป็นจำนวนของสมาชิกในกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบกัน

8.2.1.3 สรุปผลการทดสอบสมมุติฐาน โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า S จากการคำนวณกับค่าของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่นั้น ๆ มีเงื่อนไขว่า ถ้าค่า S น้อยกว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่นั้น ๆ จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)แล้วยอมรับสมมุติฐานทางเลือก

8.2.1.4 ขั้นตอนการทดสอบสมมุติฐานตามวิธีการของเชฟเฟ่ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดสมมุติฐาน $H_0 : \mu_i - \mu_j = 0$

$H_1 : \mu_i - \mu_j \neq 0$ เมื่อ $i \neq j$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(สอดคล้องกับการทดสอบค่าเอฟ)

3) คำนวณค่า S จากสูตรคำนวณ

4) หาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่

5) เปรียบเทียบค่าS จากการคำนวณกับค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่ โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าค่า S น้อยกว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคู่ใดแสดงว่าจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของคู่นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามที่กำหนด ดังแสดงตัวอย่างวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณรายคู่ตามวิธีการของเชฟเฟ่ในตัวอย่างที่ 11.6

ตัวอย่างที่ 11.6 จากตัวอย่างที่11.5 แล้วนำมาทดสอบเป็นรายคู่ภายหลังโดยใช้วิธีการของเชฟเฟ่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ 1 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

สมมุติฐานที่ 2 $H_0 : \mu_1 = \mu_3$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_3$

สมมุติฐานที่ 3 $H_0 : \mu_2 = \mu_3$ และ $H_1 : \mu_2 \neq \mu_3$

2) ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3) คำนวณหาค่า S จากสูตร

$$S = \sqrt{(k-1)F_{\alpha,df_1,df_2} MS_w \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

$$= \sqrt{[(3-1)7.85][0.57\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8}\right)} = \boxed{1.56}$$

4) ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่

$\mu_1 - \mu_2 = 7 - 6 = 1$ แต่ค่า S =1.56 ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ยอมรับ**สมมุติฐานหลัก(H_0)

$\mu_1 - \mu_3 = 8 - 6 = 2$ แต่ค่า S =1.56 ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ปฏิเสธ**สมมุติฐานหลัก(H_0)

$\mu_2 - \mu_3 = 8 - 7 = 1$ แต่ค่า S =1.56 ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ยอมรับ**สมมุติฐานหลัก(H_0)

สรุปผลการทดสอบสมมุติฐานเป็นรายคู่ปรากฎว่ากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 แต่สำหรับกลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกัน

8.2.2 วิธีการผลต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด(Least Significant Difference Test : LSD) ของฟิชเชอร์

8.2.2.1 วิธีการ LSD เป็นวิธีการใช้อัตราส่วนที่พหุคูณในการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่เพื่อกำหนดค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดเป็นเกณฑ์ในการที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมุติฐานหลัก (H_0)

8.2.2.2 สูตรการคำนวณค่า LSD จำแนกดังนี้

1) กรณีที่มี**กลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน** มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2},df}\sqrt{\frac{2MS_w}{n}}$$

เมื่อ LSD เป็นค่าของผลต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

$t_{\frac{\alpha}{2},df}$ เป็นทีจากตารางทีที่ $df = nk - k$

MS_w เป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดสอบโดยรวม

n เป็นจำนวนของสมาชิกในกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบกัน

2) กรณีที่มี**กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน** มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2},df}\sqrt{MS_w\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

เมื่อ LSD เป็นค่าของผลต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด

$t_{\frac{\alpha}{2},df}$ เป็นทีจากตารางทีที่ $df = nk - k$

MS_w เป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดสอบโดยรวม

n_i, n_j เป็นจำนวนของสมาชิกในกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบกัน

สรุปผลการทดสอบสมมุติฐาน โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า LSD จากการคำนวณกับค่าของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่นั้น ๆ มีเงื่อนไขว่าค่า LSD น้อยกว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่นั้น ๆ จะ**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0)แล้วยอมรับสมมุติฐานทางเลือก(H_1)

8.2.2.3 ขั้นตอนการทดสอบสมมุติฐานตามวิธีการLSDของฟิชเชอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดสมมุติฐาน $H_0 : \mu_i = \mu_j$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(สอดคล้องกับการทดสอบค่าเอฟ)

3) คำนวณค่า LSD จากสูตร

4) หาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่

5) เปรียบเทียบค่า LSD จากการคำนวณกับค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่ โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าค่า LSD น้อยกว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคู่ใดแสดงว่าจะ**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0)

ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีการ LSD ใน**ตัวอย่างที่ 11.7**

ตัวอย่างที่ 11.7 จากตัวอย่างที่11.5 นำมาทดสอบภายหลังโดยใช้วิธีการ LSD ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ 1 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

สมมุติฐานที่ 2 $H_0 : \mu_1 = \mu_3$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_3$

สมมุติฐานที่ 3 $H_0 : \mu_2 = \mu_3$ และ $H_1 : \mu_2 \neq \mu_3$

2) ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3) คำนวณหาค่า LSD จากสูตร(กรณีจำนวนในกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2},df}\sqrt{\frac{2MS_w}{n}}$$

$$= 2.83\sqrt{\frac{2(0.57)}{8}} = \boxed{1.07}$$

4) ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่ มีดังนี้

$\mu_1 - \mu_2 = 7 - 6 = 1$ แต่ค่า LSD=1.07 ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ยอมรับ**สมมุติฐานหลัก

$\mu_1 - \mu_3 = 8 - 6 = 2$ แต่ค่า LSD =1.07 ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ปฏิเสธ**สมมุติฐานหลัก

$\mu_2 - \mu_3 = 8 - 7 = 1$ แต่ค่า LSD = 1.07ดังนั้นการทดสอบสมมุติฐานจึง**ยอมรับ**สมมุติฐานหลัก

สรุปผลการทดสอบสมมุติฐานแสดงว่ากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยที่**แตกต่างกัน** คือ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 แต่สำหรับกลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 พบว่า มีค่าเฉลี่ยที่**ไม่แตกต่างกัน** (ผลการทดสอบสมมุติฐานสอดคล้องกับวิธีการของเชฟเฟ่ใน**ตัวอย่างที่ 11.6**)

8.2.3 วิธีการ Turkey’s Honestly Significant Difference : Turkey’s HSD

8.2.3.1 วิธีการ HSD เป็นการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทีละคู่ ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนที่เท่ากัน

8.2.3.2 มีสูตรการคำนวณ ดังนี้(Levin,1983 :165 อ้างอิงใน ชูศรี วงศ์รัตนะ ,2546 : 249-250)

$$HSD = q_{\alpha(k,nk-k)}\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$$

เมื่อ q_α เป็นค่า q ในสติวเดนไทซ์ เรนจ์ ที่ระดับนัยสำคัญที่ df =k และ n-k

8.2.3.3 ขั้นตอนการทดสอบสมมุติฐานตามวิธีการHSD มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) กำหนดสมมุติฐาน $H_0 : \mu_i = \mu_j$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(ต้องสอดคล้องกับการทดสอบเอฟ)

3) สร้างตารางผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบเป็นรายคู่

	$\overline{X}_1$	$\overline{X}_2$	$\overline{X}_3$	....	$\overline{X}_k$
$\overline{X}_1$	-	$\overline{X}_1 - \overline{X}_2$	$\overline{X}_1 - \overline{X}_3$		$\overline{X}_1 - \overline{X}_k$
$\overline{X}_2$	-	-	$\overline{X}_2 - \overline{X}_3$		$\overline{X}_2 - \overline{X}_k$
$\overline{X}_3$	-	-	-		$\overline{X}_3 - \overline{X}_k$
⋮	-	-	-	-	
$\overline{X}_k$	-	-	-	-	-

4) คำนวณ HSD จากสูตร

5) สรุปผลระหว่างความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกับค่า HSD ที่คำนวณได้ ถ้าผลต่างของค่าเฉลี่ยคู่ใด **เท่ากับหรือมากกว่า**ค่า HSD แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคู่นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด นั่นคือ **ค่าเฉลี่ยคู่นั้นมีความแตกต่างกันจริง**

ดังแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีHSD ใน**ตัวอย่างที่ 11.8**

ตัวอย่างที่ 11.8 ให้เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของการศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่มอาชีพที่มีจำนวนที่เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 8.40 ,กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 6.14 , กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 5.38 และกลุ่มที่ 4 เท่ากับ 3.29 และมีผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังแสดงข้อมูลในตาราง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	82.25	27.42	7.19**
ภายในกลุ่ม	24	83.74	3.81	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีทำ

1) กำหนดสมมุติฐาน $H_0 : \mu_i = \mu_j$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$

2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

3) สร้างตารางผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบเป็นรายคู่

ค่าเฉลี่ย	$\overline{X}_1=8.40$	$\overline{X}_2=6.14$	$\overline{X}_3=5.38$	$\overline{X}_4=3.29$
$\overline{X}_1=8.40$	-	2.26	3.02	5.11
$\overline{X}_2=6.14$	-	-	0.76	2.85
$\overline{X}_3=5.38$	-	-	-	2.09
$\overline{X}_4=3.29$	-	-	-	-

4) จากตารางสติวเดนไทซ์ เรนจ์หาค่า $q_{.01}$ ที่ k=4 ,nk-k =28-4 =24 ได้ค่า q เท่ากับ 4.91

5) คำนวณค่า HSD จากสูตร

$$HSD = q_{\alpha(k,nk-k)}\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$$

$$= 4.91\sqrt{\frac{3.81}{7}} = \boxed{3.62}$$

6) สรุปผลการเปรียบเทียบค่า HSD กับผลต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า **ค่า HSD สูงกว่าทุกคู่ ยกเว้นผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม ที่ 4 ที่มีค่า HSD ต่ำกว่า** ดังนั้นสรุปได้ว่า กลุ่มอาชีพกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 มีความคิดเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นอกจากนั้นผลการทดสอบสมมุติฐานทุกคู่มีความคิดเห็นที่ไม่แตกต่างกัน

การทดสอบไคสแควร์

1. ความหมายของการทดสอบไคสแควร์

ในการทดสอบสมมุติฐานของข้อมูลที่อยู่ในระดับนามบัญญัติ(Nominal)หรือเรียงลำดับ(Ordinal)เพื่อใช้สรุปอ้างอิงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากรมีหลากหลายวิธี แต่ในที่นี้จะนำเสนอการทดสอบแบบไคสแควร์(Chi-square test : χ^2) ที่นำเสนอโดย คาร์ล เพียร์สัน(Karl Pearson) ในปี ค.ศ.1900 ที่เป็นการทดสอบนัยสำคัญในการเปรียบเทียบสัดส่วน,ความสัมพันธ์ และความแปรปรวนของประชากร 1 กลุ่ม เท่านั้น ซึ่งการทดสอบแบบไคสแควร์เป็นการทดสอบค่าสถิติในกลุ่มนอนพาราเมตริกที่เป็นสถิติที่ไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อมูลที่นำมาทดสอบว่าจะต้องมีลักษณะอย่างไร แต่จะมีประสิทธิภาพในการสรุปอ้างอิงข้อมูลในระดับที่ต่ำกว่าค่าสถิติในกลุ่มพาราเมตริก (สุชาดา บวรกิติวงศ์,2548 : 169)

2. ขั้นตอนการทดสอบด้วยไคสแควร์

ในการทดสอบสมมุติฐานด้วยไคสแควร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 กำหนดสมมุติฐานทางสถิติ

2.2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ(α)

2.3 คำนวณค่าไคสแควร์จากสูตรคำนวณ

2.4 ให้เปิดตารางการทดสอบไคสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดและที่ระดับองศาอิสระ(df)

2.5 เปรียบเทียบค่าไคสแควร์จากการคำนวณ และค่าไคสแควร์จากตาราง ถ้าค่าไคสแควร์จากการคำนวณ มากกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง แสดงว่าจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0)

3. ประเภทและวิธีการวิเคราะห์การทดสอบด้วยไคสแควร์

3.1 การทดสอบนัยสำคัญความถูกต้องตามทฤษฎี(Test of Goodness of Fit) ที่นำมาใช้มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1.1 ใช้ทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี หรือการแจกแจงแบบโค้งปรกติ(ความถี่ที่สังเกตได้เป็นไปตามความถี่ที่คาดหวังหรือไม่)(พิศิษฐ ตัณฑวณิช,2543 : 202-204)

3.1.2 เมื่อมีตัวแปรที่ต้องการทดสอบเพียงตัวเดียว

3.1.3 สถิติที่ใช้ $\chi^2 - \text{test}$ ที่ df=k-1

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

โดยที่ O เป็นความถี่ที่สังเกตได้(Observe Frequencies)

E เป็นความถี่ที่คาดหวัง(Expected Frequencies) ที่กำหนดหรือการคำนวณ

โดยการคำนวณค่าความคาดหวังจากสูตร E = np

เมื่อ n เป็นจำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

p เป็นโอกาสความน่าจะเป็น หรือพื้นที่ใต้โค้งปกติจากการคำนวณ

3.1.4 สมมุติฐานทางสถิติ

H_0 : สัดส่วนของตัวแปรไม่แตกต่างกันหรือการแจกแจงเป็นปกติ

H_1 : สัดส่วนของตัวแปรแตกต่างกันหรือการแจกแจงไม่เป็นปกติ

3.1.5 ใช้ตารางแจกแจงความถี่ทางเดียว

3.1.6 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่าง $\chi^2_{\text{ตาราง}}$กับ $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ถ้า $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ **มากกว่าหรือเท่ากับ** $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า **ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0)

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบความแตกต่างระหว่างสัดส่วนในและทดสอบการแจกแจงปกติใน **ตัวอย่างที่ 11.9**

ตัวอย่างที่ 11.9 ให้ทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างเพศของทารกจำนวน 50 คนในการสร้างภูมิคุ้มกันจากการฉีดวัคซีนที่ระบุว่าจะมีเท่า ๆ กัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ทารกเพศชายจำนวน 24 คน และทารกเพศหญิงจำนวน 25 คน

วิธีทำ กำหนดสมมุติฐาน

H_0: สัดส่วนของทารกเพศชายและเพศหญิงในการสร้างภูมิคุ้มกันไม่แตกต่างกัน

H_1: สัดส่วนของทารกเพศชายและเพศหญิงในการสร้างภูมิคุ้มกันแตกต่างกัน

เพศ	**จำนวนที่สังเกตได้(O)**	**จำนวนที่คาดหวัง(E)**	$\frac{(O-E)^2}{E}$
ชาย	24	25	0.04
หญิง	26	25	0.04
			$\sum\frac{(O-E)^2}{E} = 0.08$

ดังนั้น χ^2 จากการคำนวณ $\chi^2 = 0.04 + 0.04 = \boxed{0.08}$

เปิดตารางค่า χ^2 ที่ระดับนัยสำคัญ.05 และ df =k-1 = 2-1 = 1เท่ากับ 3.84

สรุปผล ค่าไคสแควร์จากคำนวณได้น้อยกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง แสดงว่า**ยอมรับสมมุติฐานหลัก**(H_0) นั่นคือ สัดส่วนระหว่างเพศของทารกในการสร้างภูมิคุ้มกันจากการฉีดวัคซีนแตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 11.10 ให้ทดสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบโค้งปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 หรือไม่

สร้างเพิ่ม

ระดับความคิดเห็น	**จำนวนคน (ค่าที่สังเกต : O)**	**ความคาดหวัง :E**	$\frac{(O-E)^2}{E}$
มากที่สุด	16	6.86	12.18
มาก	43	45.53	0.13
ปานกลาง	80	86.22	0.45
น้อย	40	45.53	0.67
น้อยที่สุด	12	6.86	3.85
			$\sum\frac{(O-E)^2}{E}$ =17.28

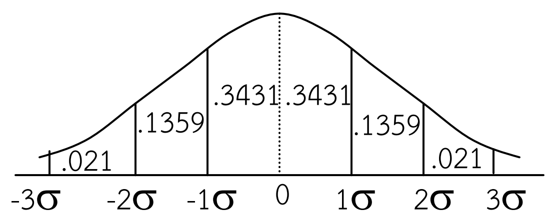
วิธีทำ 1) กำหนดสมมุติฐาน

H_0 :การแจกแจงเป็นปกติ

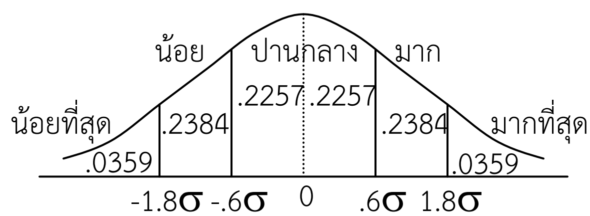
H_1 :การแจกแจงไม่เป็นปกติ

2) คำนวณค่าความคาดหวังโดยการนำข้อมูลที่มีจำแนกเป็น 5 ระดับแต่ละส่วนจะมีระยะห่างเมื่อเทียบกับการแจกแจงแบบโค้งปกติเท่ากับ $\frac{6\sigma}{5} = 1.2\sigma$ (สัดส่วนที่เท่า ๆ กัน)

จากพื้นที่ใต้โค้งปกติ(แสดงการเปรียบเทียบ)



หาพื้นที่โค้งปกติในแต่ละช่วง โดยใช้ตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ(ในภาคผนวก)ดังนี้



ความคาดหวังในระดับความคิดเห็นมากที่สุด เท่ากับ 191 ×0.0359 =6.86

ความคาดหวังในระดับความคิดเห็นมาก เท่ากับ 191 ×0.2384 =45.53

ความคาดหวังในระดับความคิดเห็นปานกลางเท่ากับ 191 ×0.4514(0.2257+0.2257) =86.22

ความคาดหวังในระดับความคิดเห็นน้อย เท่ากับ 191 ×0.2384 = 45.53

ความคาดหวังในระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด เท่ากับ 191 ×0.0359 = 6.86

2) คำนวณ χ^2 จาก $\chi^2 = 12.18 + 0.13 + 0.45 + 0.67 + 3.85 \boxed{= 17.28}$

3) เปิดตารางค่า χ^2 ที่ระดับนัยสำคัญ.01 และ df =k-1 = 5-1 = 1เท่ากับ 13.28

สรุปผล ค่าไคสแควร์จากคำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง แสดงว่าผลการทดสอบสมมุติฐาน **ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก**(H_0) นั่นคือ การแจกแจงระดับความคิดเห็น**ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ**

3.2 การทดสอบนัยสำคัญระหว่างตัวแปรหรือการทดสอบความเป็นอิสระ(Test of Independence) ที่มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้(Wiess,1995 : 706)

3.2.1 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่หาความสัมพันธ์ โดยใช้สหสัมพันธ์แบบ Phi และ Cramer's V

3.2.2 สร้างตารางแจกแจงความถี่แบบสองทาง

3.2.3 สมมุติฐานทางสถิติ

H_0 : ตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กัน/เป็นอิสระจากกัน

H_1 : ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน/ไม่เป็นอิสระจากกัน

3.2.4 คำนวณค่าความคาดหวัง

$$E_{ij} = \frac{r_i \times c_j}{N}$$

เมื่อ r_i เป็นผลรวมของความถี่ในแถวที่ i

c_j เป็นผลรวมของความถี่ในคอลัมภ์ที่ j

N เป็นผลรวมของความถี่

3.2.5 สถิติที่ใช้ $\chi^2 - \text{test}$ ที่ df=(r-1)(c-1)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

3.2.6 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่าง $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ ที่ df=(r-1)(c-1) กับ $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ถ้า $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ มากกว่าหรือเท่ากับ $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า ในการทดสอบสมมุติฐานจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) ยอมรับสมมุติฐานทางเลือก(H_1)นั่นคือ **ตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ**ตามที่กำหนดไว้

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในตัวอย่างที่ 11.11

ตัวอย่างที่ 11.11 จากตารางข้อมูลในการสำรวจระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 151 คน กับการไป/ไม่ไปเลือกตั้ง ปรากฏผลดังแสดงในตารางข้อมูล

ระดับการศึกษา	การไปเลือกตั้ง				
	ไป		ไม่ไป		
	O	E	O	E	
ต่ำกว่าปริญญาตรี	16	35.23	60	40.77	76
ปริญญาตรี/สูงกว่า	54	34.77	21	40.23	75
	70		81		

ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าระดับการศึกษากับการไปเลือกตั้งมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

วิธีทำ 1) กำหนดสมมุติฐาน

H_0: ระดับการศึกษาและการไปเลือกตั้งไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: ระดับการศึกษาและการไปเลือกตั้งมีความสัมพันธ์กัน

2) คำนวณค่าความคาดหวัง

$$E_{11} = \frac{r_1 \times c_1}{N} = \frac{70 \times 76}{151} = 35.23 \quad E_{12} = \frac{r_1 \times c_2}{N} = \frac{76 \times 81}{151} = 40.77$$

$$E_{21} = \frac{r_2 \times c_1}{N} = \frac{75 \times 70}{151} = 34.77 \quad E_{22} = \frac{r_2 \times c_2}{N} = \frac{75 \times 81}{151} = 40.23$$

3) คำนวณค่า $\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$

$$= \frac{(16-35.23)^2}{35.23} + \frac{(60-40.77)^2}{40.77} + \frac{(54-34.77)^2}{34.77} + \frac{(21-40.23)^2}{40.23}$$

$$= \boxed{39.39}$$

4) เปิดตารางค่า χ^2 ที่ระดับนัยสำคัญ.01 และ df =(r-1)(c-1)= (2-1)(2-1) = 1 มีค่าเท่ากับ 13.28

สรุปผลการทดสอบสมมุติฐาน ค่าไคสแควร์จากคำนวณได้มากกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง แสดงว่าปฏิเสธสมมุติฐานหลัก นั่นคือ การแจกแจงระดับการศึกษากับการเลือกตั้งมีความสัมพันธ์กันหรือไม่เป็นอิสระจากกัน

3.3 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ในการแจกแจงข้อมูล(Test of Homogeneity) ที่นำมาใช้มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้(พิศิษฐ ตัณฑวณิช,2543 : 208-210)

3.3.1 ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของความถี่ของตัวแปรหนึ่งในแต่ละระดับของอีกตัวแปรหนึ่ง หรือเป็นการตรวจสอบความคงที่ของค่าสัดส่วนของการแจกจงข้อมูลในตัวแปรหนึ่ง ๆ เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่ม

3.3.2 มีตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัว

3.3.3 ใช้ตารางแจกแจงความถี่แบบสองทาง

3.3.4 กำหนดสมมุติฐาน

H_0 : ตัวแปรสองตัวแปรมีสัดส่วนของอีกสองตัวแปรไม่แตกต่างกัน

H_1 : ตัวแปรสองตัวแปรมีสัดส่วนของอีกสองตัวแปรแตกต่างกัน

3.3.5 คำนวณค่าความคาดหวัง

$$E_{ij} = \frac{r_i \times c_j}{N}$$

เมื่อ r_i เป็นผลรวมของความถี่ในแถวที่ i

c_j เป็นผลรวมของความถี่ในคอลัมภ์ที่ j

N เป็นผลรวมของความถี่

3.3.6 สถิติที่ใช้ $\chi^2 - \text{test}$ ที่ df=(r-1)(c-1)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

3.3.7 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่าง $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ที่ df=(r-1)(c-1)กับ $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ถ้า $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ มากกว่าหรือเท่ากับ $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า ในการทดสอบสมมุติฐานจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) ยอมรับสมมุติฐานทางเลือก(H_1)

ดังแสดงตัวอย่างการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ในการแจกแจงข้อมูลใน**ตัวอย่างที่ 11.12**

ตัวอย่างที่ 11.12 จากผลการสำรวจการไป/ไม่ไปเลือกตั้ง กับเขตที่อยู่อาศัยปรากฏผลการสำรวจดังตาราง ให้ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการสำรวจ	เขตที่อยู่อาศัย						
	ในเมือง		ชานเมือง		ชนบท		
	O	E	O	E	O	E	
ไปเลือกตั้ง	12	15.33	14	14.15	20	16.51	46
ไม่ไปเลือกตั้ง	14	10.67	10	9.85	8	11.49	32
รวม	26		24		28		

สร้างเพิ่ม **สร้างเพิ่ม** **สร้างเพิ่ม**

วิธีทำ 1) กำหนดสมมุติฐาน

H_0: สัดส่วนของการไปเลือกตั้งระหว่างบุคคลที่อยู่ในเขตที่อยู่อาศัยต่างกันจะเท่ากัน

H_1 : สัดส่วนของการไปเลือกตั้งระหว่างบุคคลที่อยู่ในเขตที่อยู่อาศัยต่างกันจะไม่เท่ากัน

2) คำนวณค่าความคาดหวัง

$$E_{11} = \frac{r_1 \times c_1}{N} = \frac{46 \times 26}{78} = 15.33 \qquad E_{12} = \frac{r_1 \times c_2}{N} = \frac{46 \times 24}{78} = 14.15$$

$$E_{13} = \frac{r_1 \times c_3}{N} = \frac{46 \times 28}{78} = 16.51 \qquad E_{21} = \frac{r_2 \times c_1}{N} = \frac{32 \times 26}{78} = 10.67$$

$$E_{22} = \frac{r_2 \times c_2}{N} = \frac{32 \times 24}{78} = 9.85 \qquad E_{23} = \frac{r_2 \times c_3}{N} = \frac{32 \times 28}{78} = 11.49$$

3) คำนวณจากสูตรค่า $\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$

$$= \frac{(12-15.33)^2}{15.33} + \frac{(14-14.15)^2}{14.15} + \frac{(20-16.51)^2}{16.51}$$

$$+ \frac{(14-10.67)^2}{10.67} + \frac{(10-9.85)^2}{9.85} + \frac{(8-11.49)^2}{11.49}$$

$$= \boxed{3.57}$$

4) เปิดตารางค่า χ^2 ที่ระดับนัยสำคัญ.05 และ df =(r-1)(c-1)= (2-1)(3-1) =2 มีค่าเท่ากับ 5.99

สรุปผล ค่าไคสแควร์จากคำนวณได้**น้อยกว่า**ค่าไคสแควร์จากตารางที่ df =(r-1)(c-1) แสดงว่าการทดสอบสมมุติฐาน**ยอมรับสมมุติฐานหลัก** (H_0)นั่นคือ สัดส่วนของการไปเลือกตั้งระหว่างบุคคลที่อยู่ในเขตที่อยู่อาศัยต่างกันจะไม่เท่ากัน

สาระสำคัญบทที่ 11 สถิติเชิงอ้างอิง

ในการเรียนรู้บทนี้มีสาระสำคัญ ดังนี้

1. สถิติเชิงอ้างอิง เป็นเทคนิคทางสถิติที่ศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหรือค่าสถิติเพื่อใช้สรุปอ้างอิงข้อมูลไปสู่ประชากรหรือค่าพารามิเตอร์ แต่จะต้องมีวิธีการได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ที่มีความสอดคล้องกับหลักการอ้างอิงที่มีประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากร มีวิธีการทางสถิติเชิงอ้างอิง ดังนี้ 1) การประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นเทคนิคทางสถิติในการคำนวณค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไปคาดคะเนค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่สามารถดำเนินการได้ คือ การประมาณค่าเป็นจุด และการประมาณค่าเป็นช่วง 2) การทดสอบสมมุติฐาน เป็นเทคนิคทางสถิติที่นำค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไปทดสอบสมมุติฐานทางสถิติเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ของประชากร

2. การแจกแจงแบบปรกติ เป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่องที่มีลักษณะเป็นโค้งปรกติ (Normal Curve) แบบระฆังคว่ำที่จะพบเสมอ ๆ ในปรากฏการณ์/พฤติกรรมทางธรรมชาติ อาทิ ความสูงของมนุษย์ ระดับสติปัญญา ฯลฯ

3. ระดับความมีนัยสำคัญ เป็นค่าของความน่าจะเป็นที่กำหนดขึ้น เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความน่าจะเป็นที่ผลที่ได้รับตามข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจะเกิดขึ้น เพื่อจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานหลัก โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักก็ต่อเมื่อความน่าจะเป็นของผลที่ได้รับจะน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ โดยที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ส่วนมากจะอยู่ที่ระดับ.05 หรือ.01

4. ขอบเขตวิกฤต เป็นขอบเขตที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ โดยจะอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวามือในกรณีที่เป็นการทดสอบแบบทางเดียว และจะอยู่ทั้งสองด้านในกรณีเป็นการทดสอบแบบสองทาง โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้อยู่ในขอบเขตนี้จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และยอมรับสมมุติฐานทางเลือกที่แสดงว่าผลการทดสอบสมมุติฐานมีระดับนัยสำคัญที่กำหนดหรือไม่

5. การทดสอบสมมุติฐานแบบมีทิศทางหรือแบบหางเดียวเป็นการทดสอบสมมุติฐานที่พิจารณาความแตกต่างที่มากกว่า หรือน้อยกว่าประเด็นใดประเด็นหนึ่ง โดยพิจารณาจากสมมุติฐานทางเลือก(H_1) ที่จะระบุค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่า อีกกลุ่มหนึ่ง

6. การทดสอบสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทางหรือแบบสองหางเป็นการทดสอบสมมุติฐานที่พิจารณาความแตกต่างที่ไม่เท่ากันเท่านั้น โดยพิจารณาจากสมมุติฐานทางเลือกที่จะระบุค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มหนึ่งที่แตกต่างหรือไม่เท่ากันกับอีกกลุ่มหนึ่ง

7. ความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบสมมุติฐาน จำแนกได้ดังนี้ 1) ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) เมื่อสมมุติฐานหลักเป็นจริงและ 2)ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ที่เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมุติฐานหลักเมื่อสมมุติฐานหลักเป็นเท็จ

8. การทดสอบค่าที(t-test) เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีขนาดเล็ก($n<30$)โดยที่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร(σ^2) ดังนั้นในการคำนวณหาค่าที จึงใช้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน(S^2)

9. การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว เป็นการทดสอบโดยนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่คาดหวังที่กำหนดขึ้นหรือเกณฑ์มาตรฐาน

10. การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่ม เป็นการนำค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 ชุด จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 30 หน่วย จำแนกเป็น 1) การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ที่เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน/ไม่เกี่ยวข้องกัน 2) การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ที่เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากร 2 กลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

11. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่มีแนวคิดพื้นฐานว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยในกรณีที่มีตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัว เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่จำแนกระดับได้ตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไปและมีตัวแปรตาม 1 ตัวที่อยู่ในระดับอันตรภาคหรืออัตราส่วน

12.หลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่เป็นการจำแนกความแปรปรวนของข้อมูลออกเป็นความแปรปรวนย่อย ๆ เพื่อที่จะสามารถระบุได้ว่าความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากตัวแปรอิสระที่จำแนกเป็นกลุ่ม/ระดับ หรือจากความคลาดเคลื่อนสุ่ม หรือระบุว่า ความผันแปรรวมจำแนกเป็นความผันแปรระหว่างกลุ่ม และความผันแปรภายในกลุ่ม

13. การเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลหลังจากการสรุปผลว่าผลการทดสอบสมมุติฐานโดยที่การวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก(H_0) ดังนั้นจะต้องนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ที่จะมีการควบคุมความคลาดเคลื่อนของการทดสอบไม่ให้เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้(α)สำหรับการปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่เป็นจริงที่มีวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน มีดังนี้ 1)วิธีการของเชพเฟ 2) วิธีการผลต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของพิชเชอร์ 3)วิธีการ Turkey's Honestly Significant Difference

14. การทดสอบไคสแควร์ เป็นการทดสอบสมมุติฐานของข้อมูลที่อยู่ในระดับนามบัญญัติ (Nominal)หรือเรียงลำดับ(Ordinal)เพื่อใช้สรุปอ้างอิงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสู่ประชากรที่นำเสนอ โดย คาร์ล เพียร์สัน ที่เป็นการทดสอบนัยสำคัญในการเปรียบเทียบสัดส่วน,ความสัมพันธ์ และความแปรปรวนของประชากร 1 กลุ่ม เท่านั้น ซึ่งการทดสอบแบบไคสแควร์เป็นการทดสอบค่าสถิติในกลุ่มนอนพาราเมตริกที่เป็นสถิติที่ไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อมูลที่นำมาทดสอบว่าจะต้องมีลักษณะอย่างไร แต่จะมีประสิทธิภาพในการสรุปอ้างอิงข้อมูลในระดับที่ต่ำกว่าค่าสถิติในกลุ่มพาราเมตริก

15. วิธีการทดสอบด้วยไคสแควร์ จำแนกได้ดังนี้ 1) การทดสอบนัยสำคัญความถูกต้องตามทฤษฎีหรือความถี่ที่สังเกตได้เป็นไปตามความถี่ที่คาดหวังหรือไม่ 2) การทดสอบนัยสำคัญระหว่างตัวแปรหรือการทดสอบความเป็นอิสระและ3) การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ในการแจกแจงข้อมูล

สถิติเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น
ไม่ควรนำสถิติมากำหนดแนวทางการวิจัยหรือเพียง
เพื่อเพิ่มสีสันให้งานวิจัยแต่จะไม่ได้คำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาการวิจัย

คำถามเชิงปฏิบัติการบทที่ 11สถิติเชิงอ้างอิง

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามจากประเด็นคำถามที่กำหนดให้อย่างถูกต้องและชัดเจน

1. ให้อธิบายรายละเอียดความหมายของคำที่กำหนดให้โดยสังเขป
    1.1 การแจกแจงแบบปรกติ
    1.2 ระดับนัยสำคัญ
    1.3 ระดับองศาอิสระ
    1.4 ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมุติฐาน
    1.5 การทดสอบสมมุติฐาน
    1.6 การสรุปอ้างอิง(Generalization)
    1.7 สมมุติฐานแบบทางเดียว/แบบสองทาง
2. ในการทดสอบความรู้ของผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 25 คน ปรากฏว่า ได้รับคะแนนเฉลี่ย 47 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.5 ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าผลการทดสอบของผู้เข้ารับการอบรมจะเท่ากับ 50 คะแนนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 หรือไม่ พร้อมทั้งอธิบายความหมายของผลการทดสอบ
3. ในการสำรวจความพึงพอใจของประชาชนที่เป็นเพศชายและเพศหญิงเกี่ยวกับการให้บริการของเทศบาลแห่งหนึ่งที่มีการแจกแจงของคะแนนความพึงพอใจเป็นปกติและมีความแปรปรวนเท่ากันโดยมีผลการสำรวจดังตาราง

เพศชาย	**เพศหญิง**
จำนวน 30 คน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.24	จำนวน 25 คน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.35

ให้ทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของความพึงพอใจของประชาชนที่เพศแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ในการฝึกอบรมพนักงานของบริษัทแห่งหนึ่ง มีการทดสอบความรู้ก่อน-หลังการฝึกอบรม ได้ข้อมูลการทดสอบดังตารางข้อมูล

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ก่อนอบรม	6	5	6	7	5	6	7	7	6	7	6	5	7	7	8
หลังอบรม	7	5	7	8	7	6	8	9	8	7	8	6	6	9	8

ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าพนักงานมีคะแนนก่อนและหลังอบรมแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 พร้อมทั้งอธิบายความหมายของผลการทดสอบสมมุติฐาน

5. จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในจังหวัดแห่งหนึ่งเกี่ยวกับผลการเลือกตั้งจำแนกตามอาชีพ ปรากฏผลดังตารางข้อมูล

คนที่ / **อาชีพ**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รับราชการ	8	7	8	7	6	8	7	9	8	7
ค้าขาย	7	6	5	8	7	5	6	5	7	6
ทำงานบริษัท	7	6	7	7	5	5	6	4	8	5

ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าประชาชนที่มีอาชีพแตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อผลการเลือกตั้งแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 พร้อมทั้งอธิบายความหมายของผลการทดสอบสมมุติฐาน

6. จากการสำรวจการอาศัยอยู่หอพักของนักศึกษาในสถาบันแห่งหนึ่งจำนวน 500 คน พบว่ามีนักศึกษาที่อาศัยอยู่ในหอพัก 240 คน จะสรุปผลการสำรวจได้หรือไม่ว่า นักศึกษาที่อยู่ในหอพักคิดเป็นร้อยละ 50 ของนักศึกษาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

7.

นักศึกษาชาย	**นักศึกษาหญิง**
จำนวนทั้งหมด 80 คน จำนวนที่สนใจ 42 คน	จำนวนทั้งหมด 90 คน จำนวนที่สนใจ 46 คน

จากตารางข้อมูลสำรวจความสนใจของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการอบรมที่จัดขึ้น ให้ทดสอบสมมุติฐานว่านักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีความสนใจในกิจกรรมการอบรมแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 หรือไม่ อย่างไร

8. จากผลการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนจำนวน 500 คน เกี่ยวกับการปฏิบัติตามหลักธรรมาภิบาลของหน่วยงานแห่งหนึ่ง พบว่า มีจำนวนที่มีความพึงพอใจ 260 คนส่วนที่เหลือไม่พึงพอใจ ให้ทดสอบสมมุติฐานว่าประชาชนที่พึงพอใจและไม่พึงพอใจมีมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 หรือไม่ อย่างไร