ภาคผนวก ก
แผนการจัดการเรียนรู้

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา 276-203 แบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการศึกษา
(Introduction to Statistical Design for Educational Research)
ระดับ ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการประเมินผลการศึกษา
ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2554
เรื่อง ทบทวนการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing Review) **เวลา** 3 สัปดาห์ (12 คาบ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักศึกษาสามารถนำความรู้เรื่องการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนไปใช้ได้ถูกต้องและเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ทั้งการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่ม และสองกลุ่ม พร้อมทั้งการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยการตรวจสอบความเป็นอิสระ ความเป็นปกติของข้อมูล และการเท่ากันของความแปรปรวน ตลอดจนการแปลงข้อมูลได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถอธิบายแนวคิด และขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายความแตกต่างของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่มในกรณีทราบ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบายความแตกต่างของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มในกรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระ และไม่เป็นอิสระกันได้
4. นักศึกษาสามารถตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทั้งการตรวจสอบความเป็นอิสระ ความเป็นปกติของข้อมูล และการเท่ากันของความแปรปรวน พร้อมทั้งแปลงข้อมูลได้
5. นักศึกษาสามารถวิเคราะห์ อ่านผล และแปลความหมายจากการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่ง หรือสองกลุ่มทั้งการวิเคราะห์ด้วยมือ และโปรแกรม SPSS

Prince of Songkla University Pattani Campus

6. นักศึกษาสามารถนำเสนอข้อมูลจากการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่ม สองกลุ่ม พร้อมทั้งข้อมูลจากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น หรือการแปลงข้อมูลได้

เนื้อหาสาระ

1. ทบทวนการทดสอบสมมติฐาน
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแบบแผนการทดลอง
3. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน
4. การแปลงข้อมูล

กิจกรรมการเรียนการสอน

สัปดาห์ที่ 1 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนแนวคิด และขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พร้อมทั้งช่วยกันสรุป
2. ผู้สอนเลือกนักศึกษา 2-3 คนอย่างสุ่มเพื่ออธิบายการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่มทั้งกรณีทราบ และไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนวิธีการทดสอบสมมติฐานดังกล่าว
3. ผู้สอนยกตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่งกลุ่มตามตัวอย่าง 1.1 และให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าเป็นกรณีทราบ หรือไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร พร้อมทั้งให้ดำเนินการตามขั้นตอนวิธีที่สรุปในขั้น 2
4. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 1.1 ลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้
5. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 3 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 4 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
6. ผู้สอนเลือกนักศึกษา 2-3 คนอย่างสุ่มเพื่ออธิบายการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มทั้งกรณีเป็นอิสระ และไม่เป็นอิสระกัน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนวิธีการทดสอบสมมติฐานดังกล่าว
7. ผู้สอนยกตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มตามตัวอย่าง 1.2 และ 1.3 โดยให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าเป็นกรณีอิสระ หรือไม่อิสระกัน พร้อมทั้งให้ดำเนินการตามขั้นตอนวิธีที่สรุปในขั้น 6

Prince of Songkla University Pattani Campus

8. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 1.2 และ 1.3 ลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้
9. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 7 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 8 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
10. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันสรุปการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งกรณีหนึ่ง และสองกลุ่ม และให้นักศึกษากำหนดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งกรณีหนึ่ง และสองกลุ่มเพื่อเป็นแบบฝึกปฏิบัติการ โดยคำนวณด้วยมือและโปรแกรมสำเร็จรูป

สัปดาห์ที่ 2 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนให้นักศึกษาระดมความคิดเพื่ออธิบายคำต่อไปนี้ การทดลอง แผนแบบการทดลอง ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง ความผันแปรที่เกิดขึ้นก่อนทดลอง ความผันแปรที่เกิดขึ้นระหว่างทดลอง จากนั้นให้ช่วยกันสรุป
2. ผู้สอนให้นักศึกษาช่วยกันอธิบายขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานที่เคยเรียนในสัปดาห์ที่แล้ว และนำมาสรุปเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่จะเรียนในสัปดาห์นี้
3. ผู้สอนอธิบายการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทั้งการตรวจสอบความเป็นอิสระ ความเป็นปกติของข้อมูล ตลอดจนการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวน
4. ผู้สอนยกตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระตามตัวอย่าง 1.4 และให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าข้อมูลข้างต้นเป็นอิสระกันหรือไม่
5. ผู้สอนยกตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นปกติของข้อมูลตามตัวอย่าง 1.5 และให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าข้อมูลข้างต้นเป็นปกติหรือไม่
6. ผู้สอนยกตัวอย่างการตรวจสอบการเท่ากันของความแปรปรวนตามตัวอย่าง 1.6 และให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าข้อมูลข้างต้นมีความแปรปรวนที่เท่ากันหรือไม่
7. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 1.6 ลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามที่ได้ศึกษา
8. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 4-6 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 7 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
9. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันสรุปการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน และให้นักศึกษากำหนดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเป็นแบบฝึกปฏิบัติการ โดยคำนวณด้วยมือและโปรแกรมสำเร็จรูป

สัปดาห์ที่ 3 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนให้นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาใน 2 สัปดาห์ที่แล้ว เพื่อทบทวนความจำก่อนจะเรียนในเนื้อหาใหม่
2. ผู้สอนอธิบายการแปลงข้อมูล หากพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน
3. ผู้สอนยกตัวอย่างการแปลงข้อมูลตามตัวอย่าง 1.7 และให้นักศึกษาช่วยกันสรุปว่าข้อมูลข้างต้นจำเป็นต้องมีการแปลงหรือไม่ อย่างไร
4. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 1.6 ที่เคยป้อนในสัปดาห์ที่แล้วลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามที่ได้ศึกษา ตลอดจนพิจารณาถึงการแปลงข้อมูลด้วย
5. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 3 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 4 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
6. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันสรุปการแปลงข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไป
7. นักศึกษาจับคู่เพื่อดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการคำนวณด้วยมือ และโปรแกรม SPSS จากข้อมูลที่ผู้สอนได้เตรียมมาทั้งกรณีการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่ง และสองกลุ่ม พร้อมทั้งตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากข้อมูลที่ผู้เรียนได้เตรียมมาส่งท้ายคาบเรียน
8. ผู้สอนยกตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษาที่ใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรหนึ่ง และสองกลุ่ม และการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในคาบสุดท้ายของการเรียนในบทเรียนนี้

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง หรือแต่ละสัปดาห์ ผู้สอนจะโพสต์คำถามในเรื่องที่เรียนมาแล้วบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามโดยผู้สอนจะทำการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนของนักศึกษาแต่ละคน

Prince of Songkla University Pattani Campus

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ตำรา
3. ตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษา
4. แบบนับจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตการมีส่วนร่วมในห้องเรียน
2. คะแนนจากการทำแบบฝึกปฏิบัติการ
3. จำนวนครั้งการปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook หลังการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.1

การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการห้องหนึ่งซึ่งได้คำนวณเวลาที่ใช้ในการประมวลผลการวิเคราะห์ข้อมูล (หน่วยเป็นวินาที) จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สุ่มมาจำนวน 36 เครื่อง ค่าจากตัวอย่างสุ่มเป็นดังนี้

224	224	224	223	222	227	223	222	223	224	224
225	226	225	224	226	223	226	223	222	223	226
219	226	224	224	225	223	223	224	224	223	224
226	227	226								

ผู้ทดสอบจะสรุปได้หรือไม่ว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยเฉลี่ยไม่เท่ากับ 225 วินาที กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.01

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ $H_0 : \mu = 225$ แย้งกับ $H_1 : \mu \neq 225$

เนื่องจากไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร แต่กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมามีขนาดใหญ่จึงสามารถใช้ตัวสถิติทดสอบ $Z = \dfrac{\bar{y} - \mu}{s/\sqrt{n}}$ โดยคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้ $\bar{y} = 224.08 \quad s = 1.65 \quad n = 36$ จะได้

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\bar{y} - \mu}{s/\sqrt{n}} \\ &= \frac{224.08 - 225}{1.65/\sqrt{36}} \\ &= -3.34 \end{aligned}$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $|Z| > Z_{1-\alpha/2}$ จากการคำนวณ $|Z| = 3.34$ มีค่ามากกว่าค่า Z ที่เปิดจากตาราง $Z_{1-0.01/2} = Z_{0.995} = 2.58$ แสดงว่าผลที่ได้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงสามารถสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยเฉลี่ยไม่เท่ากับ 225 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

เมื่อป้อนข้อมูลหน่วยเวลา (time) ทั้ง 36 ค่าในคอลัมน์ที่ 1 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Sample T Test (เนื่องจากโปรแกรม SPSS ใช้ตัวสถิติทดสอบ t แทนตัวสถิติทดสอบ Z ในกรณีไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ หรือ ขนาดเล็ก) จากนั้นเลือกตัวแปร time เป็น Test Variable(s): เนื่องจากต้องการทดสอบสมมติฐานหลักว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโดยเฉลี่ยเท่ากับ 225 วินาทีหรือไม่ จึงใส่ค่า 225 ใน Test Value:

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากนั้นเปลี่ยนระดับความเชื่อมั่นเป็น 99% (หรือระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบเป็น 0.01) ในช่อง Confidence Interval: ส่วนของ Options ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังนี้

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
time	36	224.0833	1.64534	.27422

One-Sample Test

	Test Value = 225					
	① t	df	② Sig. (2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
time	-3.343	35	.002	-.91667	-1.6636	-.1697

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง One-Sample Statistics พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการประมวลผลจากตัวอย่างสุ่มเท่ากับ 224.083 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.645 วินาที และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.274 วินาที

ตาราง One-Sample Test พบว่าจาก ① และ ② ค่าสถิติทดสอบภายใต้สมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ -3.343 องศาเสรี 35 และค่า p-value เท่ากับ 0.002 (Sig. 2-tailed) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่าเวลาในการประมวลผลโดยเฉลี่ยไม่เท่ากับ 225 วินาทีที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.2

การศึกษาผลการฝึกทักษะการใช้เมาส์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยทดลองกลุ่มนักเรียนทั้งหมด 10 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 คน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูง ส่วนกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปานกลางและได้รับการฝึกจากผู้สอน โดยผลคะแนนที่ทำได้เป็นดังนี้

						ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่ม 1	11	6	9	7	9	8.40	1.95
กลุ่ม 2	4	5	8	3	7	5.40	2.07

จงทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

วิธีทำ ขั้นแรกเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่มโดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ แย้งกับ $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

จะได้ $$F = \frac{s_2^2}{s_1^2}$$

$$= \frac{2.07^2}{1.95^2}$$

$$= 1.13$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $F > F_{\alpha/2,(n_2-1,n_1-1)}$ จากการคำนวณ $F = 1.13$ มีค่าน้อยกว่าค่า F ที่เปิดจากตาราง $F_{0.05/2,(5-1,5-1)} = F_{0.025,(4,4)} = 9.60$ แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ ความแปรปรวนของของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขั้นต่อไป เมื่อพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงใช้ตัวสถิติทดสอบ

$$t = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_P\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \qquad \text{เมื่อ } s_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ในการทดสอบสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 2 โดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad \text{แย้งกับ} \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$s_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จะได้ $$= \frac{(5-1)3.80 + (5-1)4.28}{5+5-2}$$

$$= 4.04$$

ดังนั้น $$s_p = 2.01$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

$$t = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

$$= \frac{(8.4 - 5.4) - 0}{2.01\sqrt{1/5 + 1/5}}$$

$$= 2.36$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $t > t_{1-\alpha, n_1+n_2-2}$ จากการคำนวณ $t = 2.36$ มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง $t_{1-0.05,5+5-2} = t_{0.95,8} = 1.86$ แสดงว่าจากผลที่ได้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก จึงสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

เมื่อป้อนข้อมูลคะแนน (score) ของนักเรียนทั้ง 10 คนในคอลัมน์ที่ 1 และกำหนดกลุ่ม (group) เป็น 1 และ 2 ในคอลัมน์ที่ 2 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Compare Means > Independent-Samples T Test เลือกตัวแปร score เป็น Test Variable(s): และใน Grouping Variable: เลือกตัวแปร group จากนั้นคลิกที่ Define Group...เพื่อกำหนดตัวแปร group ว่ามีกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

หากต้องการเปลี่ยนระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบเป็นช่วงหรือค่าอื่น สามารถเลือกในส่วน Options และเปลี่ยนค่าในช่อง Confidence Interval: ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Group Statistics

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	1	5	8.4000	1.94936	.87178
	2	5	5.4000	2.07364	.92736

Prince of Songkla University Pattani Campus

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		① F	② Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
score	Equal variances assumed	.076	.790	2.357	8	③ .046	3.00	1.27279	.0649	5.9351
	Equal variances not assumed			2.357	7.97	.046	3.00	1.27279	.0623	5.9370

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง Group Statistics พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ 8.400 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.949 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.872 คะแนน และค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ 5.400 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.074 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.927 คะแนน

ตาราง Independent Samples Test เพื่อตรวจสอบว่าค่าความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกันหรือไม่นั้น จาก Levene's Test for Equality of Variances พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจากนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (เห็นได้จาก ① และ ② ค่า F = 0.076, ค่า p-value เท่ากับ 0.790 (Sig.) ซึ่งมากกว่า 0.05) ดังนั้นจึงใช้กรณี Equal variances assumed ในบรรทัดที่ 1 โดยจาก ③ พบว่าค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.357 องศาเสรี 8 และค่า p-value เท่ากับ 0.046/2 = 0.023 (Sig. 2-tailed) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ จึงสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.3

ครูท่านหนึ่งได้พัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะการใช้โปรแกรม Paint ในการวาดภาพตามจินตนาการกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการสอบของนักเรียน 10 คนทั้งก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมเป็นดังตาราง จงทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คะแนนก่อนเรียน (y_1)	8	6	10	15	13	9	7	13	14	16
คะแนนหลังเรียน (y_2)	10	9	14	18	16	6	9	16	17	18

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ $H_0 : \mu_D = 0$ แย้งกับ $H_1 : \mu_D > 0$

ตัวสถิติทดสอบคือ $t = \dfrac{\sum D}{\sqrt{[n\sum D^2 - (\sum D)^2]/(n-1)}}$ ซึ่งสามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y_1	8	6	10	15	13	9	7	13	14	16
y_2	10	9	14	18	16	6	9	16	17	18
$D = y_2 - y_1$	2	3	4	3	3	-3	2	3	3	2
D^2	4	9	16	9	9	9	4	9	9	4

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{[n\sum D^2 - (\sum D)^2]/(n-1)}}$$

$$= \frac{22}{\sqrt{[10\times 82 - 22^2]/(10-1)}}$$

$$= 3.60$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $t > t_{1-\alpha,n-1}$ จากการคำนวณ $t = 3.60$ มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง $t_{1-0.05,10-1} = t_{0.95,9} = 1.83$ แสดงว่าจากผลที่ได้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

เมื่อป้อนข้อมูลคะแนนหลังเรียน (after) และคะแนนก่อนเรียน (before) ของนักเรียนทั้ง 10 คนในคอลัมน์ที่ 1 และ 2 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Compare Means > Paired-Samples T Test...เลือกตัวแปร after และ before เป็น Paired Variable(s):

Prince of Songkla University Pattani Campus

หากต้องการเปลี่ยนระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบเป็นช่วงหรือค่าอื่น สามารถเลือกในส่วน Options และเปลี่ยนค่าในช่อง Confidence Interval: ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	after	13.3000	10	4.39823	1.39084
	before	11.1000	10	3.54181	1.12002

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	after & before	10	.904	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					①		②
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	after - before	2.20000	1.93218	.61101	.81780	3.58220	3.601	9	.006

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง Paired Samples Statistics พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 10 คนเท่ากับ 13.300 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.398 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.391 คะแนน และค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 11.100 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.542 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.120 คะแนน

ตาราง Paired Samples Correlations พบว่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.904 และค่า p-value เท่ากับ 0.000 (Sig.)) และจากตาราง Paired Samples Test พบว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนจากตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 2.200 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.932 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.611 จาก ① และ ② พบว่าค่าสถิติทดสอบภายใต้สมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ 3.601 โดยมีองศาเสรี 9 และค่า p-value เท่ากับ 0.006/2 = 0.003 (Sig. 2-tailed) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

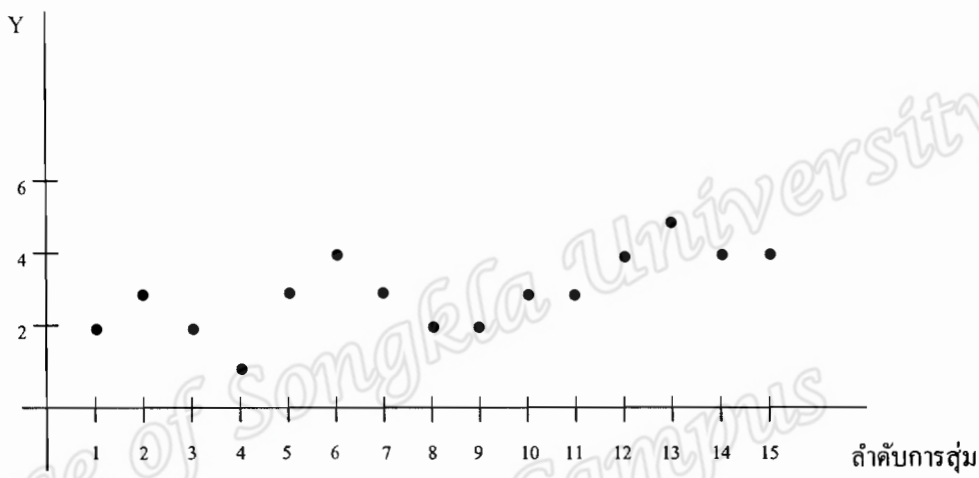
ตัวอย่าง 1.4

จงทดสอบความเป็นอิสระจากค่าสังเกตทั้ง 15 ค่าต่อไปนี้ กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

2	3	2	1	3
4	3	2	2	3
3	4	5	4	4

วิธีทำ ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าสังเกตด้วยการใช้กราฟ และทดสอบสมมติฐาน

1) ขั้นแรกให้วาดกราฟของค่าสังเกตตามลำดับการสุ่มเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป



จากกราฟพบว่าไม่มีแนวโน้มของความสัมพันธ์ที่เกิดจากลำดับการสุ่มของตัวอย่างแสดงว่ากลุ่มค่าสังเกตมีความเป็นอิสระกัน

2) ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์อนุกรม โดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H_0 : ไม่มีสหสัมพันธ์กันระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ติดกัน

แย้งกับ

H_1 : มีสหสัมพันธ์กันระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ติดกัน

ตัวสถิติทดสอบ คือ $$r_s = \frac{(n-1)\sum_{i=1}^{n} Y_{i+1}Y_i - \sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1}\sum_{i=1}^{n-1} Y_i}{\sqrt{\left[(n-1)\sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1}^2 - (\sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1})^2\right]\left[(n-1)\sum_{i=1}^{n-1} Y_i^2 - (\sum_{i=1}^{n-1} Y_i)^2\right]}}$$

และคำนวณค่า $$Z = \frac{r_s + 1/(n-1)}{\sqrt{(n-2)/(n-1)^2}}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากค่าสังเกตทั้งหมดสามารถสร้างตารางเพื่อการคำนวณได้ดังนี้

i	Y_{i+1}	Y_i	Y_{i+1}^2	Y_i^2	$Y_{i+1}Y_i$
1	$Y_2 = 3$	$Y_1 = 2$	9	4	6
2	$Y_3 = 2$	$Y_2 = 3$	4	9	6
3	$Y_4 = 1$	$Y_3 = 2$	1	4	2
4	$Y_5 = 3$	$Y_4 = 1$	9	1	3
5	$Y_6 = 4$	$Y_5 = 3$	16	9	12
6	$Y_7 = 3$	$Y_6 = 4$	9	16	12
7	$Y_8 = 2$	$Y_7 = 3$	4	9	6
8	$Y_9 = 2$	$Y_8 = 2$	4	4	4
9	$Y_{10} = 3$	$Y_9 = 2$	9	4	6
10	$Y_{11} = 3$	$Y_{10} = 3$	9	9	9
11	$Y_{12} = 4$	$Y_{11} = 3$	16	9	12
12	$Y_{13} = 5$	$Y_{12} = 4$	25	16	20
13	$Y_{14} = 4$	$Y_{13} = 5$	16	25	20
14	$Y_{15} = 4$	$Y_{14} = 4$	16	16	16
ผลรวม	43	41	157	135	134

$$r_s = \frac{(n-1)\sum_{i=1}^{n} Y_{i+1}Y_i - \sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1}\sum_{i=1}^{n-1} Y_i}{\sqrt{\left[(n-1)\sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1}^2 - (\sum_{i=1}^{n-1} Y_{i+1})^2\right]\left[(n-1)\sum_{i=1}^{n-1} Y_i^2 - (\sum_{i=1}^{n-1} Y_i)^2\right]}}$$

$$= \frac{14\times 134 - 43\times 41}{\sqrt{\left[14\times 157 - 43^2\right]\left[14\times 135 - 41^2\right]}}$$

$$= \frac{113}{\sqrt{349\times 209}}$$

$$= 0.42$$

$$Z = \frac{r_s + 1/(n-1)}{\sqrt{(n-2)/(n-1)^2}}$$

$$= \frac{0.42 + 1/14}{\sqrt{13/14^2}}$$

$$= \frac{0.49}{0.26}$$

$$= 1.89$$

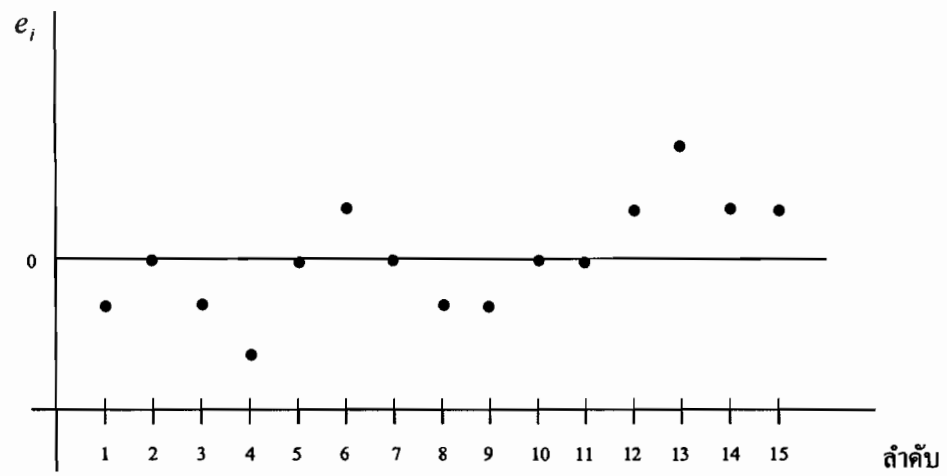
Prince of Songkla University Pattani Campus

จากค่าของตัวสถิติทดสอบ $Z = 1.89 < Z_{1-0.05/2} = Z_{0.975} = 1.96$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าไม่มีสหสัมพันธ์กันระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ติดกันจึงสรุปได้ว่าค่าสังเกตมีความเป็นอิสระกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มด้วยการใช้กราฟ และทดสอบสมมติฐาน

1) ขั้นแรกให้วาดกราฟของค่าความคลาดเคลื่อนตามลำดับการสุ่มเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตทั้งหมด และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับลำดับการสุ่มเก็บข้อมูลได้ดังนี้

i	Y_i	$e_i = Y_i - \bar{Y}$
1	2	-1
2	3	0
3	2	-1
4	1	-2
5	3	0
6	4	1
7	3	0
8	2	-1
9	2	-1
10	3	0
11	3	0
12	4	1
13	5	2
14	4	1
15	4	1
ค่าเฉลี่ย	**3**	**0**



จากกราฟพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้กระจายอย่างสุ่มรอบเส้น $e_i = 0$ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

2) ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวสถิติทดสอบของเดอร์บินวัตสัน โดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

แย้งกับ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

ตัวสถิติทดสอบคือ $D-W = \dfrac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

i	e_i	e_{i-1}	$(e_i - e_{i-1})^2$	e_i^2
2	0	-1	1	0
3	-1	0	1	1
4	-2	-1	1	4
5	0	-2	4	0
6	1	0	1	1
7	0	1	1	0
8	-1	0	1	1
9	-1	-1	0	1
10	0	-1	1	0
11	0	0	0	0
12	1	0	1	1
13	2	1	1	4
14	1	2	1	1
15	1	1	0	1
ผลรวม			**14**	**12**

$$D-W = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$$

$$= \frac{14}{12}$$

$$= 1.17$$

จากค่าของตัวสถิติทดสอบ $D-W = 0.33$ ซึ่งน้อยกว่า 2 จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีความเป็นอิสระกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าสังเกตด้วยสหสัมพันธ์อนุกรม

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.5

จากค่าสังเกตใน**ตัวอย่าง 1.4** ดังข้อมูลข้างล่างนี้ จงทดสอบว่าค่าสังเกตมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

2	3	2	1	3
4	3	2	2	3
3	4	5	4	4

วิธีทำ 1) ขั้นแรกให้วาดกราฟระหว่างค่าส่วนเหลือจากน้อยไปมากกับความน่าจำเป็นสะสม ซึ่งค่าสังเกตสามารถเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้

$Y_{(1)} = 1$ $Y_{(2)} = 2$ $Y_{(3)} = 2$ $Y_{(4)} = 2$ $Y_{(5)} = 2$

$Y_{(6)} = 3$ $Y_{(7)} = 3$ $Y_{(8)} = 3$ $Y_{(9)} = 3$ $Y_{(10)} = 3$

$Y_{(11)} = 4$ $Y_{(12)} = 4$ $Y_{(13)} = 4$ $Y_{(14)} = 4$ $Y_{(15)} = 5$

จากค่าสังเกตข้างต้นได้ค่า $\overline{Y} = 3$ สามารถเรียงลำดับค่าส่วนเหลือจากน้อยไปมากดังนี้

$e_{(1)} = 1-3 = -2$ $e_{(2)} = 2-3 = -1$ $e_{(3)} = 2-3 = -1$

$e_{(4)} = 2-3 = -1$ $e_{(5)} = 2-3 = -1$ $e_{(6)} = 3-3 = 0$

$e_{(7)} = 3-3 = 0$ $e_{(8)} = 3-3 = 0$ $e_{(9)} = 3-3 = 0$

$e_{(10)} = 3-3 = 0$ $e_{(11)} = 4-3 = 1$ $e_{(12)} = 4-3 = 1$

$e_{(13)} = 4-3 = 1$ $e_{(14)} = 4-3 = 1$ $e_{(15)} = 5-3 = 2$

ค่าความน่าจะเป็นสะสมในแต่ละค่าส่วนเหลือที่เรียงจากน้อยไปมากเป็นดังนี้

$$P_{(1)} = \frac{100(1-1/2)}{15} = 3.33 \qquad P_{(2)} = \frac{100(2-1/2)}{15} = 10.00$$

$$P_{(3)} = \frac{100(3-1/2)}{15} = 16.67 \qquad P_{(4)} = \frac{100(4-1/2)}{15} = 23.33$$

$$P_{(5)} = \frac{100(5-1/2)}{15} = 30.00 \qquad P_{(6)} = \frac{100(6-1/2)}{15} = 36.67$$

$$P_{(7)} = \frac{100(7-1/2)}{15} = 43.33 \qquad P_{(8)} = \frac{100(8-1/2)}{15} = 50.00$$

$$P_{(9)} = \frac{100(9-1/2)}{15} = 56.67 \qquad P_{(10)} = \frac{100(10-1/2)}{15} = 63.33$$

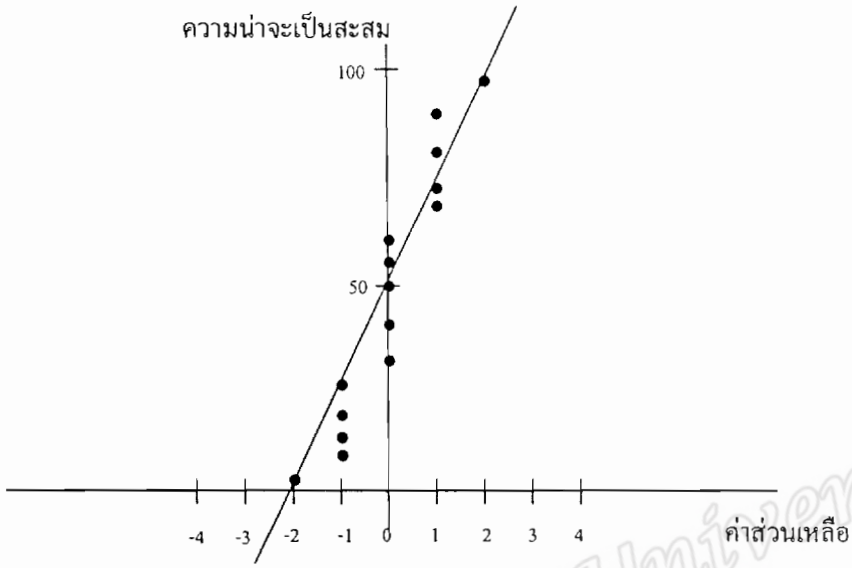
$$P_{(11)} = \frac{100(11-1/2)}{15} = 70.00 \qquad P_{(12)} = \frac{100(12-1/2)}{15} = 76.67$$

$$P_{(13)} = \frac{100(13-1/2)}{15} = 83.33 \qquad P_{(14)} = \frac{100(14-1/2)}{15} = 90.00$$

$$P_{(15)} = \frac{100(15-1/2)}{15} = 96.67$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

ดังนั้นกราฟของลำดับค่าส่วนเหลือกับความน่าจะเป็นสะสมเป็นดังรูปข้างล่างนี้



จากกราฟพบว่าลักษณะการกระจายของค่าส่วนเหลือทั้งหมดมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรงจึงจะสรุปไม่ได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

2) ทดสอบสมมติฐานด้วยตัวสถิติทดสอบ W โดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H_0 : ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

แย้งกับ

H_1 : ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ W ของชาพิโรและวิลค์ โดยเรียงค่าสังเกตจากน้อยไปมาก คำนวณค่า S^2 b และ W ได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
S^2 &= \sum_{i=1}^{n}(Y_{(i)} - \bar{Y})^2 \\
&= (1-3)^2 + (2-3)^2 + \ldots + (5-3)^2 \\
&= 16 \\
b &= \sum_{i=1}^{k} a_{n-i+1}(Y_{(n-i+1)} - Y_{(i)}) \\
&= 0.5150(5-1) + 0.3306(4-2) + 0.2495(4-2) + 0.1878(4-2) \\
&\quad +0.1353(4-2) + 0.0880(3-3) + 0.0433(3-3) \\
&= 3.8664
\end{aligned}
$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

$$W = \frac{b^2}{S^2}$$
$$= \frac{3.8664^2}{16}$$
$$= 0.9343$$

จากค่าของสถิติทดสอบที่คำนวณ W = 0.9343 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าที่เปิดจากตาราง Percentage Points of the W Test (W = 0.8810) จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าค่าสังเกตข้างต้นมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3) ทดสอบสมมติฐานด้วยตัวสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov โดยสมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H_0 : ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

แย้งกับ

H_1 : ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

Y	z	p	$(F_0(Y_i) = p \pm .50)$	$S(Y_i)$	$\lvert S(Y_i) - F_o(Y_i)\rvert$	$\lvert S(Y_{i-1}) - F_o(Y_i)\rvert$
1	-1.87	.4693	.0307	1/15=.0667	.0360	|0-.0307|=.0307
2	-0.94	.3264	.1736	2/15=.1333	.0403	|.0667-.1736|=.1069
2	-0.94	.3264	.1736	3/15=.2000	.0264	|.1333-.1736|=.0403
2	-0.94	.3264	.1736	4/15=.2667	.0931	|.2000-.1736|=.0264
2	-0.94	.3264	.1736	5/15=.3333	.1597	|.2667-.1736|=.0931
3	0.00	.0000	.5000	6/15=.4000	.1000	|.3333-.5000|=.1667= M
3	0.00	.0000	.5000	7/15=.4667	.0333	|.4000-.5000|=.1000
3	0.00	.0000	.5000	8/15=.5333	.0333	|.4667-.5000|=.0333
3	0.00	.0000	.5000	9/15=.6000	.1000	|.5333-.5000|=.0333
3	0.00	.0000	.5000	10/15=.6667	.1667 = M	|.6000-.5000|=.1000
4	0.94	.3264	.8264	11/15=.7333	.0931	|.6667-.8264|=.1597
4	0.94	.3264	.8264	12/15=.8000	.0264	|.7333-.8264|=.0931
4	0.94	.3264	.8264	13/15=.8667	.0403	|.8000-.8264|=.0264
4	0.94	.3264	.8264	14/15=.9333	.1069	|.8667-.8264|=.0403
5	1.87	.4693	.9693	15/15=1.0000	.0307	|.9333-.9693|=.0360

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวสถิติทดสอบคือ $M^* = \max\{M, M'\}$ จะได้

$$\begin{aligned} M^* &= \max\{M, M'\} \\ &= \max\{.1667, .1667\} \\ &= .1667 \end{aligned}$$

จากค่าสถิติทดสอบที่คำนวณ M^* = 0.1667 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง Liliefors Test for Normality (M = 0.2200) จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าค่าสังเกตข้างต้นมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.6

การทดลองเพื่อศึกษาผลของช่วงเวลาที่มีต่อคะแนนกับนักศึกษาที่ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ เช้า กลางวัน และเย็น โดยได้สุ่มนักศึกษาทั้งหมด 25 คน ผลเป็นคะแนนความสามารถโดยรวมแสดงได้ดังตาราง จงทดสอบว่าความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 3 ช่วงเวลามีค่าไม่แตกต่างกัน กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

	เช้า	กลางวัน	เย็น	ผลรวม
	15	14	13	
	10	13	12	
	14	15	11	
	15	14	11	
	17	16	14	
	13	15	11	
	13	15	10	
		18	9	
		19		
		13		
ผลรวม	**97**	**152**	**91**	**340**

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

แย้งกับ

$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ (บางค่าของ $i \neq j$ เมื่อ i, j = 1, 2, 3)

หรือ H_0 : ความแปรปรวนในแต่ละทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของทรีทเมนต์ที่มีความแปรปรวนต่างกัน

1) การทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Bartlett โดยหาค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ได้ดังนี้

$$\bar{Y}_{1.} = 13.86 \qquad \bar{Y}_{2.} = 15.20 \qquad \bar{Y}_{3.} = 11.38$$

ความแปรปรวนของแต่ละทรีทเมนต์คือ

$$s_1^2 = \frac{1}{6}\left[(15-13.86)^2 + (10-13.86)^2 + \ldots + (13-13.86)^2\right]$$

$$= 4.81$$

$$s_2^2 = \frac{1}{9}\left[(14-15.20)^2 + (13-15.20)^2 + \ldots + (13-15.20)^2\right]$$
$$= 3.96$$
$$s_3^2 = \frac{1}{7}\left[(13-11.38)^2 + (12-11.38)^2 + \ldots + (9-11.38)^2\right]$$
$$= 2.55$$

ความแปรปรวนรวมคือ

$$s^2 = \frac{1}{25-3}\left[6\cdot 4.81 + 9\cdot 3.96 + 7\cdot 2.55\right]$$
$$= \frac{28.86 + 35.64 + 17.85}{22}$$
$$= 3.74$$

ตัวสถิติทดสอบ Bartlett คือ $\chi_C^2 = 2.3026\frac{q}{C}$ จะได้

$$\chi_C^2 = 2.3026\frac{q}{C}$$
$$= 2.3026\frac{\left[22\log(3.74) - 6\log(4.81) - 9\log(3.96) - 7\log(2.55)\right]}{1 + \frac{1}{3(3-1)}\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{7} - \frac{1}{22}\right)}$$
$$= 2.3026\frac{\left[12.60 - 4.09 - 5.38 - 2.85\right]}{1.06}$$
$$= 0.61$$

จากค่าสถิติทดสอบที่คำนวณ $\chi_C^2 = 0.61$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง $\chi^2_{0.95,3-1} = 5.99$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2) การทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบของ Levene สามารถคำนวณค่ามัธยฐานในแต่ละทรีทเมนต์ และค่าต่างๆ ได้ดังนี้ $M_{1.} = 14$ $M_{2.} = 15$ $M_{3.} = 11$

d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}	$d_{1j}-\bar{d}_{1.}$	$d_{2j}-\bar{d}_{2.}$	$d_{3j}-\bar{d}_{3.}$	$(d_{1j}-\bar{d}_{1.})^2$	$(d_{2j}-\bar{d}_{2.})^2$	$(d_{3j}-\bar{d}_{3.})^2$
1	-1	2	1.14	-1.20	1.62	1.2996	1.4400	2.6244
-4	-2	1	-3.86	-2.20	0.62	14.8996	4.8400	0.3844
0	0	0	0.14	-0.20	-0.38	0.0196	0.0400	0.1444
1	-1	0	1.14	-1.20	-0.38	1.2996	1.4400	0.1444
3	1	3	3.14	0.80	2.62	9.8596	0.6400	6.8644
-1	0	0	-0.86	-0.20	-0.38	0.7396	0.0400	0.1444
-1	0	-1	-0.86	-0.20	-1.38	0.7396	0.0400	1.9044
	3	-2		2.80	-2.38		7.8400	5.6644
	4			3.80			14.4400	
	-2			-2.20			4.8400	
ผลรวม	**-1**	**2**	**3**	**-0.02**	**0.00**	**-0.04**	**28.8572**	**35.6000**	**17.8752**

Prince of Songkla University Pattani Campus

$$\bar{d}_{1.} = -0.14 \qquad \bar{d}_{2.} = 0.20 \qquad \bar{d}_{3.} = 0.38 \qquad \bar{d}_{..} = 0.16$$

ตัวสถิติทดสอบของ Levene คือ

$$F^* = \frac{\sum_{i=1}^{t} r_i(\bar{d}_{i.} - \bar{d}_{..})^2 / t-1}{\sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r_i} r_i(d_{ij} - \bar{d}_{i.})^2 / n-t}$$

$$= \frac{\left[7\times(-0.14-0.16)^2 + 10\times(0.20-0.16)^2 + 8\times(0.38-0.16)^2\right]/3-1}{\left[7\times 28.8572 + 10\times 35.6000 + 8\times 17.8752\right]/25-3}$$

$$= \frac{0.52}{31.86}$$

$$= 0.0163$$

ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณ $F^* = 0.0163$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง $F_{0.05,(3-1,25-3)} = 3.44$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบของ Bartlett

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 1.7

ตารางข้างล่างนี้แสดงค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ทั้งหมด 3 กลุ่ม จงกำหนดวิธีการแปลงข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

	ทรีทเมนต์		
	1	2	3
	3	6	12
	0	4	6
	4	2	6
	2	4	10
	2	7	6
ค่าเฉลี่ย	2.2	4.6	8.0
ความแปรปรวน	2.2	3.8	8.0

วิธีทำ จากตารางพบว่าค่าสังเกตมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มที่แตกต่างกันมาก ก่อนอื่นเป็นการคำนวณค่าพิสัยในแต่ละทรีทเมนต์ของการแปลงด้วยวิธีการต่างๆ 3 วิธีได้แก่ การแปลงด้วยรากที่สอง การแปลงโดยลอการิทึม และการแปลงด้วยส่วนกลับ จากนั้นเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างพิสัยสูงสุดกับพิสัยต่ำสุด แสดงดังตารางข้างล่าง

	ทรีทเมนต์			พิสัยสูงสุด/พิสัยต่ำสุด
	1	2	3	
ค่าสูงสุด (L)	4	7	12	
ค่าต่ำสุด (S)	0	2	6	6/4=1.50
พิสัย	4	5	6	
$\sqrt{L+.5}$	2.12	2.74	3.54	
$\sqrt{S+.5}$	0.71	1.58	2.55	1.41/0.99=1.42
พิสัย	1.41	1.16	0.99	
$\log(L+1)$	0.6990	0.9031	1.1139	
$\log(S+1)$	0.0000	0.4771	0.8451	0.6990/0.2688=2.60
พิสัย	0.6990	0.4260	0.2688	
$1/(L+1)$	0.200	0.125	0.077	
$1/(L+1)$	1.000	0.333	0.143	0.800/0.066=12.12
พิสัย	0.800	0.208	0.066	

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากตารางข้างต้นสังเกตได้ว่าอัตราส่วนระหว่างค่าพิสัยสูงสุดกับพิสัยต่ำสุดของการแปลงด้วยรากที่สองมีค่าต่ำสุด จึงควรแปลงข้อมูลนี้ด้วยรากที่สอง ผลปรากฏดังตารางข้างล่าง ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของทรีทเมนต์ทั้ง 3 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกว่าข้อมูลเดิมที่ยังไม่ได้ทำการแปลง

	ทรีทเมนต์		
	1	2	3
	1.87	2.55	3.54
	0.71	2.12	2.55
	2.12	1.58	2.55
	1.58	2.12	3.24
	1.58	2.74	2.55
ค่าเฉลี่ย	**1.57**	**2.22**	**2.89**
ความแปรปรวน	**0.28**	**0.20**	**0.22**

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

*จาก**ตัวอย่าง 1.6** เมื่อป้อนข้อมูลคะแนน (score) ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มในคอลัมน์ที่ 1 และกำหนดค่าแก่กลุ่มทั้ง 3 เป็น 1, 2, และ 3 ในคอลัมน์ที่ 2 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Descriptives Statistics > Explore เลือกตัวแปร score เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor List:*

จากนั้นเลือก Both ภายใต้ Display เพื่อแสดงทั้ง Statistics และ Plots

เลือก Descriptives ภายใต้ Statistics (เพื่อแสดงสถิติพรรณนาซึ่งประกอบด้วย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน พิสัย ความเบ้ หรือความโด่ง เป็นต้น)

เลือก Normality Plots with Tests ภายใต้ Plots (เพื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล) และ Power Estimation จาก Spread versus Level with Levene Test (เพื่อทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนในแต่ละกลุ่ม และแสดงความชันของเส้นถดถอยพร้อมให้ค่าประมาณของกำลังการแปลงข้อมูล)

Prince of Songkla University Pattani Campus

ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Descriptives

	group		Statistic	Std. Error
score	1	Mean	13.8571	.82890
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	11.8289	
		Upper Bound	15.8854	
		5% Trimmed Mean	13.8968	
		Median	14.0000	
		Variance	4.810	
		Std. Deviation	2.19306	
		Minimum	10.00	
		Maximum	17.00	
		Range	7.00	
		Interquartile Range	2.00	
		Skewness	-.544	.794
		Kurtosis	1.124	1.587
	2	Mean	15.2000	.62893
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	13.7773	
		Upper Bound	16.6227	
		5% Trimmed Mean	15.1111	
		Median	15.0000	
		Variance	3.956	
		Std. Deviation	1.98886	
		Minimum	13.00	
		Maximum	19.00	
		Range	6.00	
		Interquartile Range	2.75	
		Skewness	.928	.687
		Kurtosis	.144	1.334

Prince of Songkla University Pattani Campus

	3	Mean	11.3750	.56497
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	10.0390	
		Upper Bound	12.7110	
		5% Trimmed Mean	11.3611	
		Median	11.0000	
		Variance	2.554	
		Std. Deviation	1.59799	
		Minimum	9.00	
		Maximum	14.00	
		Range	5.00	
		Interquartile Range	2.50	
		Skewness	.302	.752
		Kurtosis	-.165	1.481

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a] ①			Shapiro-Wilk②		
	group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
score	1	.205	7	.200*	.955	7	.776
	2	.240	10	.107	.893	10	.184
	3	.218	8	.200*	.963	8	.840

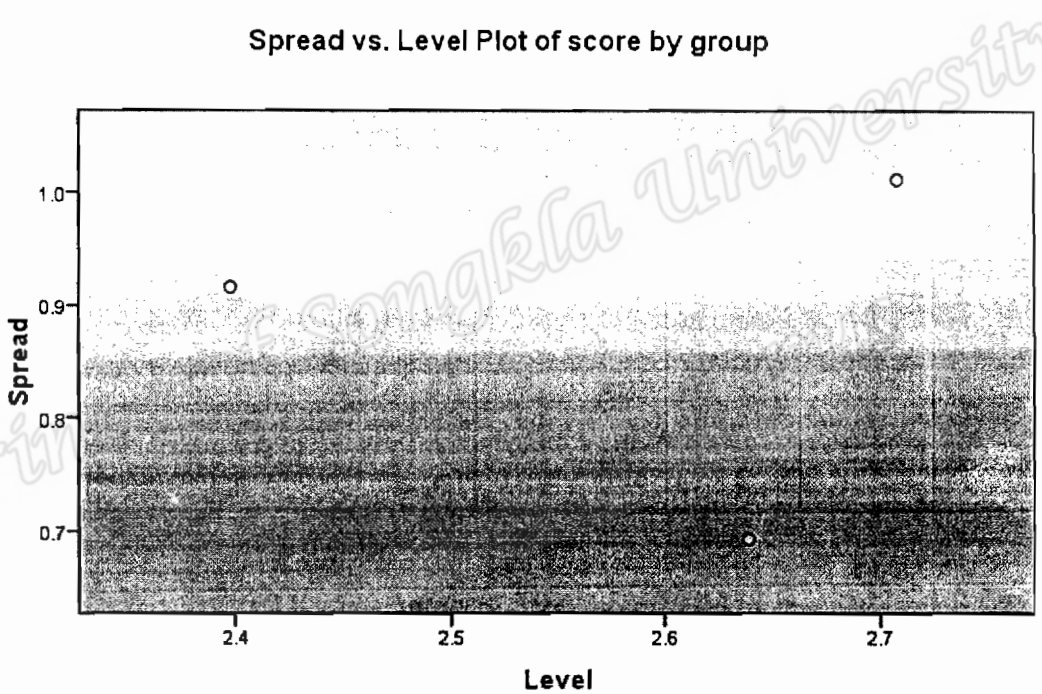
a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Prince of Songkla University Pattani Campus

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
score	Based on Mean ③	.202	2	22	.819
	Based on Median	.229	2	22	.797
	Based on Median and with adjusted df	.229	2	21.376	.797
	Based on trimmed mean	.182	2	22	.835



* Plot of LN of Spread vs LN of Level

Slope = -.014 Power for transformation = 1.014

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตาราง Descriptives พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 13.86, 15.20 และ 11.38 คะแนน ตามลำดับ ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 4.81, 3.96 และ 2.55 คะแนน ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันมากนัก หรืออาจจะพิจารณาความเป็นปกติของข้อมูลจากค่าความเบ้ และความโด่งของข้อมูลในตาราง Descriptives ซึ่งพบว่าความเบ้ของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ -0.54, 0.93 และ 0.30 ตามลำดับ และความโด่งของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 1.12, 0.14 และ -0.17 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้ไม่ต่างจากศูนย์มากนักจึงอาจจะสรุปได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

Prince of Songkla University

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากตาราง Test of Normality ด้วยตัวสถิติทดสอบ Shapiro-Wilk ② พบว่าค่าสถิติทดสอบของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.955, 0.893 และ 0.963 ตามลำดับ และ p-value (Sig.) เท่ากับ 0.776, 0.184 และ 0.840 ตามลำดับ จึงไม่สามารถปฏิเสธหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ① พบว่าค่าสถิติทดสอบของคะแนนกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.205, 0.240 และ 0.218 ตามลำดับ และ p-value (Sig.) เท่ากับ 0.200, 0.107 และ 0.200 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Shapiro-Wilk

จากตาราง Test of Homogeneity of Variance แสดงผลการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนด้วยตัวสถิติทดสอบของ Levene พบว่าจาก ③ ค่าสถิติทดสอบเท่ากับ 0.202 และ p-value (Sig.) เท่ากับ 0.819 (Based on Mean) จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

ผลการพลอต Spread vs. Level Plot of score by group แสดงค่าความชันของเส้นถดถอยเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ว่าควรใช้การแปลงด้วยกำลังเท่าใดนั้นพบว่ามีค่าเท่ากับ -0.014 และค่าประมาณกำลังการแปลงข้อมูลเท่ากับ 1.014 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 แสดงว่าข้อมูลชุดนี้ไม่จำเป็นต้องมีการแปลงข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา 276-203 แบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการศึกษา
(Introduction to Statistical Design for Educational Research)
ระดับ ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการประเมินผลการศึกษา
ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2554
เรื่อง แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)
เวลา 2 สัปดาห์ (8 คาบ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักศึกษาสามารถนำความรู้เรื่องแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ตลอดจนการเปรียบเทียบเชิงพหุไปใช้ในการวางแผน วิเคราะห์ และสรุปผลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทั้งการออกแบบ วางแผนผังการทดลอง รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลอง ตลอดจนการเปรียบเทียบเชิงพหุจากแผนการทดลองดังกล่าวได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถอธิบายแนวคิดของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบาย คำนวณ และแปลผลความผันแปรจากแหล่งต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบาย คำนวณ และแปลผลจากการเปรียบเทียบเชิงพหุในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ได้
4. นักศึกษาสามารถวิเคราะห์ อ่านผล และแปลความหมายจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้
5. นักศึกษาสามารถนำเสนอข้อมูลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

เนื้อหาสาระ

1. ผังการทดลองของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
2. รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
4. การเปรียบเทียบเชิงพหุ

กิจกรรมการเรียนการสอน

สัปดาห์ที่ 1 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ พร้อมทั้งช่วยกันสรุป
2. ผู้สอนเลือกนักศึกษา 2-3 คนอย่างสุ่มเพื่ออธิบายแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์นำไปสู่การอธิบายผังการทดลอง และรูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองดังกล่าว
3. ผู้สอนยกตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ตามตัวอย่าง 2.1 และให้นักศึกษาช่วยกันอธิบาย คำนวณ และแปลผล
4. จากตัวอย่าง 2.1 ผลสรุปปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงต้องมีการเปรียบเทียบเชิงพหุ ผู้สอนให้นักศึกษาช่วยกันพิจารณาว่าทรีทเมนต์คู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน จากนั้นผู้สอนอธิบายหลักการการเปรียบเทียบเชิงพหุด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทูกีย์ เชฟเฟ หรือบอนเฟอร์โรนี เป็นต้น
5. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันคำนวณ และแปลผลจากการเปรียบเทียบเชิงพหุตามตัวอย่าง 2.1
6. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 2.1 ลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้
7. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 3 5 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 6 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
8. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ พร้อมทั้งการเปรียบเทียบเชิงพหุ

Prince of Songkla University Pattani Campus

สัปดาห์ที่ 2 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มจำนวน 3-4 คนเพื่อระดมความคิดวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์พร้อมทั้งสมมติตัวเลขจากการทดลองดังกล่าว จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดข้างต้น โดยให้กลุ่มต่างๆ ร่วมกันคิดพิจารณาถึงความเป็นไปได้จากตัวอย่างข้างต้น
2. ผู้เรียนร่วมคำนวณ และแปลผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองดังกล่าว พร้อมทั้งป้อนข้อมูลใส่โปรแกรม SPSS เพื่อคำนวณ และแปลผล
3. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์จากขั้น 3 และร่วมกันสรุป พร้อมทั้งให้ลองทำตามตัวอย่าง 2.2 อีกครั้งเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น
4. ให้นักศึกษากำหนดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เพื่อเป็นแบบฝึกปฏิบัติการ โดยคำนวณด้วยมือและโปรแกรมสำเร็จรูป
5. ผู้สอนยกตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษาที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในคาบสุดท้ายของการเรียนในบทเรียนนี้

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง หรือแต่ละสัปดาห์ ผู้สอนจะโพสต์คำถามในเรื่องที่เรียนมาแล้วบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามโดยผู้สอนจะทำการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนของนักศึกษาแต่ละคน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ตำรา
3. ตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษา
4. แบบนับจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตการมีส่วนร่วมในห้องเรียน
2. คะแนนจากการทำแบบฝึกปฏิบัติการ
3. จำนวนครั้งการปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook หลังการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 2.1

การทดลองโดยสุ่มผู้ป่วยสูงอายุจำนวน 50 คนที่มีอายุระหว่าง 55 ถึง 65 ปีเพื่อทดสอบความจำของผู้สูงอายุโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มจำนวน 5 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) กลุ่ม 2 เป็นกลุ่มให้ฟังจากการอ่านกลอน (Rhyming) กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 เป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) ผลการทดลองเป็นจำนวนคำที่ผู้ป่วยสามารถท่องจำได้ดังตาราง จงทดสอบว่ากลุ่มผู้สูงอายุทั้ง 5 กลุ่มมีผลต่อความแตกต่างของจำนวนคำเฉลี่ยระหว่างกันหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

Counting	Rhyming	Adjective	Imagery	Intentional	ผลรวม
9	7	11	12	10	
8	9	13	11	19	
6	6	8	16	14	
8	6	6	11	5	
10	6	14	9	10	
4	11	11	23	11	
6	6	13	12	14	
5	3	13	10	15	
7	8	10	19	11	
7	7	11	11	11	
ผลรวม	**70**	**69**	**110**	**134**	**120**	**503**

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_5$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ (บางค่าของ i ≠ j เมื่อ i, j = 1, 2, ..., 5)

หรือ $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = ... = \alpha_5 = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \alpha_i \neq 0$ (บางค่าของ i เมื่อ i = 1, 2, ..., 5)

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำจากกลุ่มวิธีการ 5 วิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของกลุ่มวิธีการที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนคำต่างกัน

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{n}$$
$$= \frac{503^2}{50}$$
$$= 5060.18$$

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - CF$$
$$= (9^2 + 8^2 + ... + 11^2) - 5060.18$$
$$= 786.82$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - CF$$
$$= [\frac{70^2}{10} + \frac{69^2}{10} + ... + \frac{120^2}{10}] - 5060.18$$
$$= 351.52$$

$$SSE = SST - SSTr$$
$$= 786.82 - 351.52$$
$$= 435.30$$

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวได้ดังนี้

SOV	df	SS	MS	F
Treatments	4	351.52	87.88	9.08*
Error	45	435.30	9.67	
Total	49	786.82		

เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้เท่ากับ 9.08 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางในภาคผนวก ($F_{0.05;4,45}$ = 2.61) จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคืออย่างน้อย 1 คู่ของ กลุ่มวิธีการทั้ง 5 วิธีมีอิทธิพลต่อจำนวนคำที่ผู้ป่วยสามารถท่องจำได้ต่างกัน ซึ่งต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

หากได้วางแผนล่วงหน้าไว้แล้วว่าจะทดสอบสมมติฐานในรูปแบบเชิงตั้งฉากดังนี้

$H_0 : \mu_4 - \mu_5 = 0$ แย้งกับ $H_1 : \mu_4 - \mu_5 \neq 0$

$H_0 : \mu_1 - \mu_3 = 0$ แย้งกับ $H_1 : \mu_1 - \mu_3 \neq 0$

$H_0 : (\mu_1 + \mu_3) - (\mu_4 + \mu_5) = 0$ แย้งกับ $H_1 : (\mu_1 + \mu_3) - (\mu_4 + \mu_5) \neq 0$

$H_0 : (4\mu_2) - (\mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5) = 0$ แย้งกับ $H_1 : (4\mu_2) - (\mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5) \neq 0$

Prince of Songkla University Pattani Campus

โดยใช้ตัวสถิติทดสอบ F ดังนี้

$$F = \frac{[(\sum_{i=1}^{t} c_i Y_{i.})^2 / \sum_{i=1}^{t} r_i c_i^2]/1}{MSE}$$

$$= \frac{SSC/1}{MSE}$$

$$= \frac{MSC}{MSE}$$

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $F > F_{\alpha;1,n-t}$

$$SSC_1 = \frac{(1(134) - 1(120))^2}{10(2)}$$

$$= 9.8$$

$$SSC_2 = \frac{(1(70) - 1(110))^2}{10(2)}$$

$$= 80$$

$$SSC_3 = \frac{(1(70) + 1(110) - 1(134) - 1(120))^2}{10(4)}$$

$$= 136.9$$

$$SSC_4 = \frac{(4(69) - 1(70) - 1(110) - 1(134) - 1(120))^2}{10(20)}$$

$$= 124.82$$

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวได้ดังนี้

SOV	df	SS	MS	F
Treatments	4	351.52	87.88	9.08
$C_1 : \mu_4 = \mu_5$	1	9.80	9.80	1.01^{ns}
$C_2 : \mu_1 = \mu_3$	1	80.00	80.00	8.27*
$C_3 : \mu_1 + \mu_3 = \mu_4 + \mu_5$	1	136.90	136.90	14.16*
$C_4 : 4\mu_2 = \mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5$	1	124.82	124.82	12.91*
Error	45	435.30	9.67	
Total	49	786.82		

Prince of Songkla University Pattani Campus

เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้ของผลบวกเชิงเส้นที่ 2 3 และ 4 เท่ากับ 8.27 14.16 และ 12.91 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางในภาคผนวก ($F_{0.05;1,45}$ = 4.08) จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ สามารถสรุปได้ว่า

1) ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำของกลุ่ม 1 ซึ่งเป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) กับกลุ่ม 3 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันโดยกลุ่ม 1 ให้ค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่ากลุ่ม 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ผลบวกของค่าเฉลี่ยของจำนวนคำจากกลุ่ม 1 ซึ่งเป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) และกลุ่ม 3 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันกับผลบวกของค่าเฉลี่ยของจำนวนคำของกลุ่ม 4 ซึ่งเป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 ซึ่งเป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) โดยกลุ่ม 1 กับกลุ่ม 3 ให้ค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่ากลุ่ม 4 กับกลุ่ม 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) 4 เท่าของค่าเฉลี่ยของจำนวนคำจากกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ฟังจากการอ่านกลอน (Rhyming) มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันกับผลบวกของอีก 4 กลุ่มที่เหลือนั่นคือ กลุ่ม 1 ซึ่งเป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) กลุ่ม 3 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 4 ซึ่งเป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 ซึ่งเป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) โดย 4 เท่าของกลุ่ม 2 ให้ค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่าผลบวกของกลุ่ม 1 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อย่างไรก็ตาม หากการทดลองไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะทดสอบสมมติฐานใดบ้าง จะสามารถทำการเปรียบเทียบคู่ของทรีทเมนต์จากตัวอย่างข้างต้นได้ซึ่งจะเสนอเฉพาะการทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{Y}_{1.} = 7.00 \qquad \bar{Y}_{2.} = 6.90 \qquad \bar{Y}_{3.} = 11.00 \qquad \bar{Y}_{4.} = 13.40 \qquad \bar{Y}_{5.} = 12.00$$

คำนวณตัวสถิติทดสอบของ Tukey จาก $HSD_{\alpha} = Q_{\alpha,(t,n-t)}\sqrt{\frac{MSE}{r}}$ โดยค่า $Q_{\alpha,(t,n-t)}$ เปิดจากตาราง Studentized Rank ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$\begin{aligned} HSD_{\alpha} &= Q_{0.05,(5,45)}\sqrt{\frac{9.67}{10}} \\ &= 4.04\sqrt{.967} \\ &= 3.97 \end{aligned}$$

โดยคู่ของทรีทเมนต์ที่ทดสอบจะแตกต่างเมื่อ $\left|\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{j.}\right| > HSD_{\alpha}$ เมื่อ i, j = 1, 2, ..., t และ $i \neq j$

จากตัวสถิติทดสอบของ Tukey เท่ากับ 3.97 นำไปเปรียบเทียบกับผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่ได้ หากผลต่างดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าของตัวสถิติทดสอบ Tukey แสดงว่าคู่นั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยจะใส่สัญลักษณ์ " * " ไว้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{2.}\right| &= 0.10 \\ \left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{3.}\right| &= 4.00* \\ \left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{4.}\right| &= 6.40* \\ \left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{5.}\right| &= 5.00* \end{aligned}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

$$|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{3.}| = 4.10*$$
$$|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{4.}| = 6.50*$$
$$|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{5.}| = 5.10*$$
$$|\bar{Y}_{3.} - \bar{Y}_{4.}| = 2.40$$
$$|\bar{Y}_{3.} - \bar{Y}_{5.}| = 1.00$$
$$|\bar{Y}_{4.} - \bar{Y}_{5.}| = 1.40$$

จากผลลัพธ์สรุปได้ว่า กลุ่มวิธีการ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำสูงสุด รองลงมาเป็นกลุ่ม 5 เป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) และกลุ่ม 2 เป็นกลุ่มให้ฟังจากการอ่านกลอน (Rhyming) ตามลำดับ โดยมี 6 คู่จาก 12 คู่ของกลุ่มวิธีการที่ให้ผลของจำนวนคำเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ กลุ่ม 1 ซึ่งเป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำที่ท่องจำได้น้อยกว่ากลุ่ม 3 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 เป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) ตามลำดับ ซึ่งผลดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผู้ป่วยสูงอายุกลุ่ม 2 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ฟังจากการอ่านกลอน (Rhyming) ให้ผลเช่นเดียวกับกลุ่ม 1 โดยให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำที่ท่องจำได้น้อยกว่ากลุ่ม 3 ซึ่งเป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 เป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) ตามลำดับ

ผลข้างต้นสามารถแบ่งกลุ่มของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มวิธีการได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกคือ กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มให้นับจำนวนคำ (Counting) และกลุ่ม 2 เป็นกลุ่มให้ฟังจากการอ่านกลอน (Rhyming) ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มที่สองคือ กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มให้ประกอบคำ (Adjective) กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มให้จินตนาการคำ (Imagery) และกลุ่ม 5 เป็นกลุ่มตั้งใจฟังจากคำที่ได้ยิน (Intentional) ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน ซึ่งสามารถแสดงได้โดยการลากเส้นต่อกันในกลุ่มวิธีการที่ไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ย ดังนี้

$\bar{Y}_{2.}$ $\bar{Y}_{1.}$ $\bar{Y}_{3.}$ $\bar{Y}_{5.}$ $\bar{Y}_{4.}$

==========

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

จากตัวอย่าง 2.1 เมื่อป้อนข้อมูลจำนวนคำ (count) ของผู้สูงอายุทั้ง 5 กลุ่มในคอลัมน์ที่ 1 และกำหนดค่าแก่กลุ่ม (group) ทั้ง 5 เป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 ในคอลัมน์ที่ 2 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA เลือกตัวแปร count เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor: ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ANOVA

count

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	351.520	4	87.880	9.085	.000
Within Groups	435.300	45	9.673		
Total	786.820	49			

จากตาราง ANOVA แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของกลุ่มวิธีการทั้ง 5 วิธีมีอิทธิพลต่อจำนวนคำที่ผู้ป่วยสามารถท่องจำได้ต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 9.085 และค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

*จาก**ตัวอย่าง 2.1** ข้างต้นได้ทดสอบสมมติฐานในรูปแบบเชิงตั้งฉากกรณีที่มีการวางแผนล่วงหน้าไว้แล้วดังนี้*

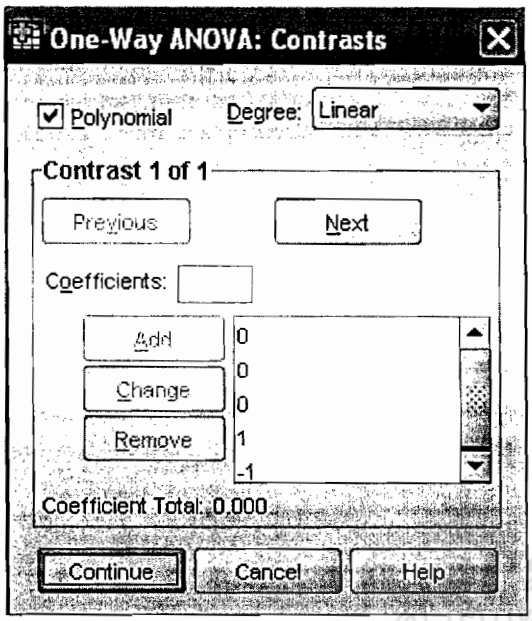
$$H_0 : \mu_4 - \mu_5 = 0 \quad \text{แย้งกับ} \quad H_1 : \mu_4 - \mu_5 \neq 0$$
$$H_0 : \mu_1 - \mu_3 = 0 \quad \text{แย้งกับ} \quad H_1 : \mu_1 - \mu_3 \neq 0$$
$$H_0 : (\mu_1 + \mu_3) - (\mu_4 + \mu_5) = 0 \quad \text{แย้งกับ} \quad H_1 : (\mu_1 + \mu_3) - (\mu_4 + \mu_5) \neq 0$$
$$H_0 : (4\mu_2) - (\mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5) = 0 \text{ แย้งกับ } H_1 : (4\mu_2) - (\mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5) \neq 0$$

และสามารถแสดงสัมประสิทธิ์ของแต่ละทรีทเมนต์ตามสมมติฐานที่ต้องการทดสอบได้ดังนี้

สมมติฐาน	***สัมประสิทธิ์ของทรีทเมนต์***					***ผลรวมเชิงเส้น***
1	*0*	*0*	*0*	*1*	*-1*	$\psi_1 : \mu_4 - \mu_5$
2	*1*	*0*	*-1*	*0*	*0*	$\psi_2 : \mu_1 - \mu_3$
3	*1*	*0*	*1*	*-1*	*-1*	$\psi_3 : (\mu_1 + \mu_3) - (\mu_4 + \mu_5)$
4	*-1*	*4*	*-1*	*-1*	*-1*	$\psi_4 : (4\mu_2) - (\mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5)$

จากคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA เมื่อเลือกตัวแปร count เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor: แล้ว จากนั้นเลือก Contrast คลิกเลือก Polynomial และเลือกอันดับของ Polynomial เป็น Linear ต่อไปเป็นการป้อนค่าสัมประสิทธิ์จากแต่ละผลรวมเชิงเส้นที่ต้องการทดสอบสมมติฐาน โดยป้อนตามลำดับกลุ่มทรีทเมนต์ทั้งหมด เช่น ป้อนสัมประสิทธิ์ 0 สำหรับทรีทเมนต์ที่ 1 ในช่อง Coefficients: แล้วคลิกปุ่ม Add จากนั้นป้อนสัมประสิทธิ์ของทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 4 และ 5 และคลิกปุ่ม Add ทุกครั้งที่ป้อนค่าแต่ละค่า ผลของผลรวมเชิงเส้นแรกเป็นดังรูป

Prince of Songkla University Pattani Campus



จากรูปข้างต้นจะเห็นว่า Coefficient Total: 0.000 นั่นคือผลรวมเชิงเส้นของสมมติฐานแรกมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบเชิงตั้งฉาก หากผลรวมดังกล่าวมีค่าไม่เท่ากับ 0 โปรแกรมก็ยังสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ แต่จะเรียกผลรวมเชิงเส้นนั้นๆ ว่าไม่เป็นรูปแบบเชิงตั้งฉาก หรือไม่เป็นอิสระกัน

เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละทรีทเมนต์ในผลรวมเชิงเส้นจากการทดสอบสมมติฐานทั้ง 4 สมมติฐานแล้ว ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ANOVA

count

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)	351.520	4	87.880	9.085	.000
	Linear Term Contrast	272.250	1	272.250	28.144	.000
	Deviation	79.270	3	26.423	2.732	.055
Within Groups		435.300	45	9.673		
Total		786.820	49			

Prince of Songkla University Pattani Campus

Contrast Coefficients

Contrast	group				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	1	-1
2	1	0	-1	0	0
3	1	0	1	-1	-1
4	-1	4	-1	-1	-1

Contrast Tests

		Contrast	Value of Contrast	Std. Error	t	df	Sig. (2-tailed)
Count	Assume equal variances	1	1.4000	1.39092	1.007	45	.320
		2	-4.0000	1.39092	-2.876	45	.006
		3	-7.4000	1.96706	-3.762	45	.000
		4	-15.8000	4.39848	-3.592	45	.001
	Does not assume equal variances	1	1.4000	1.85113	.756	17.417	.460
		2	-4.0000	.97753	-4.092	16.493	.001
		3	-7.4000	2.09338	-3.535	26.324	.002
		4	-15.8000	3.41370	-4.628	20.564	.000

ผลจากตาราง ANOVA ได้แบ่ง Sum of Square ของทรีทเมนต์ออกเป็น Linear Term ของ Contrast และ Deviation เพื่อทดสอบสมมติฐานของผลรวมเชิงเส้นทั้ง 4 ผลรวม ผลที่ได้พบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก ได้แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งสมมติฐานของผลรวมเชิงเส้นทั้ง 4 ผลรวมมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 28.144 และค่า Sig เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

ตาราง Contrast Coefficients แสดงสัมประสิทธิ์ของแต่ละทรีทเมนต์ในแต่ละการทดสอบสมมติฐานของผลรวมเชิงเส้น และตาราง Contrast Tests แสดงผลการทดสอบสมมติฐานของแต่ละผลรวมเชิงเส้นโดยแบ่งเป็นกรณีความแปรปรวนของผลรวมเชิงเส้นเท่ากัน และไม่เท่ากัน ซึ่งจากค่าสถิติทดสอบ F ของ Deviation ในตาราง ANOVA เท่ากับ 2.732 และค่า Sig. เท่ากับ 0.055 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลรวมเชิงเส้นไม่แตกต่างกันจึงใช้กรณี Assume equal variances ผลที่ได้พบว่ามีเพียงผลรวมเชิงเส้นที่ 1

Prince of Songkla University Pattani Campus

เท่านั้นที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งจะเห็นได้จากค่าสถิติทดสอบเท่ากับ 1.007 และค่า Sig. เท่ากับ 0.320 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนผลรวมเชิงเส้นที่ 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเห็นได้จากค่าสถิติทดสอบเท่ากับ -2.876, -3.762 และ -3.592 โดยมีค่า Sig. เท่ากับ 0.006, 0.000 และ 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

อย่างไรก็ตาม หากการทดลองไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะทดสอบสมมติฐานใดบ้าง จะสามารถทำการเปรียบเทียบคู่ของทรีทเมนต์จากตัวอย่างข้างต้นได้ซึ่งจะเสนอเฉพาะการทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey โดยจากคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA เมื่อเลือกตัวแปร count เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor: แล้ว จากนั้นเลือก Post hoc และเลือกตัวสถิติทดสอบ Tukey ในส่วน Post hoc Multiple Comparisons ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Multiple Comparisons

count

Tukey HSD

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.10000	1.39092	1.000	-3.8522	4.0522
	3	-4.00000*	1.39092	.046	-7.9522	-.0478
	4	-6.40000*	1.39092	.000	-10.3522	-2.4478
	5	-5.00000*	1.39092	.007	-8.9522	-1.0478
2	1	-.10000	1.39092	1.000	-4.0522	3.8522
	3	-4.10000*	1.39092	.039	-8.0522	-.1478
	4	-6.50000*	1.39092	.000	-10.4522	-2.5478
	5	-5.10000*	1.39092	.006	-9.0522	-1.1478
3	1	4.00000*	1.39092	.046	.0478	7.9522
	2	4.10000*	1.39092	.039	.1478	8.0522
	4	-2.40000	1.39092	.429	-6.3522	1.5522
	5	-1.00000	1.39092	.951	-4.9522	2.9522
4	1	6.40000*	1.39092	.000	2.4478	10.3522
	2	6.50000*	1.39092	.000	2.5478	10.4522

Prince of Songkla University Pattani Campus

	3	2.40000	1.39092	.429	-1.5522	6.3522
	5	1.40000	1.39092	.851	-2.5522	5.3522
5	1	5.00000*	1.39092	.007	1.0478	8.9522
	2	5.10000*	1.39092	.006	1.1478	9.0522
	3	1.00000	1.39092	.951	-2.9522	4.9522
	4	-1.40000	1.39092	.851	-5.3522	2.5522

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets Count

Tukey HSD

group	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	10	6.9000	
1	10	7.0000	
3	10		11.0000
5	10		12.0000
4	10		13.4000
Sig.		1.000	.429

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

จากตาราง Multiple Comparisons พบว่ามีคู่ของวิธีการที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหมด 6 คู่ ได้แก่ 1) กลุ่ม 1 กับกลุ่ม 3 2) กลุ่ม 1 กับกลุ่ม 4 3) กลุ่ม 1 กับกลุ่ม 5 4) กลุ่ม 2 กับกลุ่ม 3 5) กลุ่ม 2 กับกลุ่ม 4 และ 6) กลุ่ม 2 กับกลุ่ม 5 ซึ่งเห็นได้จากค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05

ตาราง Homogeneity Subsets Count แสดงผลการจัดกลุ่มของกลุ่มวิธีการ 5 วิธีซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของค่าเฉลี่ยได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกประกอบด้วยกลุ่มวิธีการ 2 และกลุ่มวิธีการ 1 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยกลุ่มวิธีการ 3 5 และ 4 โดยกลุ่มวิธีการที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย

==========

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 2.2

การทดลองเพื่อศึกษาผลของช่วงเวลาที่มีต่อคะแนนกับนักศึกษาที่ฝึกปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ เช้า กลางวัน และเย็น โดยได้สุ่มนักศึกษาทั้งหมด 25 คน ผลเป็นคะแนนความสามารถโดยรวมแสดงได้ดังตาราง จงทดสอบว่าช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงมีผลต่อความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกันหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

เช้า	กลางวัน	เย็น	ผลรวม
15	14	13	
10	13	12	
14	15	11	
15	14	11	
17	16	14	
13	15	11	
13	15	10	
	18	9	
	19		
	13		
ผลรวม	**97**	**152**	**91**	**340**

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ (บางค่าของ i ≠ j เมื่อ i, j = 1, 2, 3)

หรือ $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \alpha_i \neq 0$ (บางค่าของ i เมื่อ i = 1, 2, 3)

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากช่วงเวลา 3 ช่วงมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของช่วงเวลาที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่างกัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{n}$$
$$= \frac{340^2}{25}$$
$$= 4624$$

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - CF$$
$$= (15^2 + 10^2 + ... + 9^2) - 4624$$
$$= 4772 - 4624$$
$$= 148$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - CF$$
$$= (\frac{97^2}{7} + \frac{152^2}{10} + \frac{91^2}{8}) - 4624$$
$$= 65.67$$

$$SSE = SST - SSTr$$
$$= 148 - 65.67$$
$$= 82.33$$

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวได้ดังนี้

SOV	df	SS	MS	F
Treatments	2	65.67	32.84	8.78*
Error	22	82.33	3.74	
Total	24	148		

เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้เท่ากับ 8.78 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางในภาคนวก ($F_{0.05;2,22}$ = 3.44) จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคืออย่างน้อย 1 คู่ของช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงมีอิทธิพลต่อคะแนนความสามารถโดยรวมต่างกัน ซึ่งต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

Prince of Songkla University Pattani Campus

การทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey ซึ่งค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{Y}_{1.} = 13.86 \qquad \bar{Y}_{2.} = 15.20 \qquad \bar{Y}_{3.} = 11.38$$

คำนวณตัวสถิติทดสอบของ Tukey จาก $TK_\alpha = Q_{\alpha,(t,n-t)}\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{r_i}+\frac{1}{r_j}\right)}$ โดยค่า $Q_{\alpha,(t,n-t)}$ เปิดจากตาราง Studentized Rank ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$\begin{aligned} TK_\alpha &= Q_{0.05,(3,22)}\sqrt{\frac{3.74}{2}\left(\frac{1}{7}+\frac{1}{10}\right)} \\ &= 3.55\sqrt{.4541} \\ &= 2.39 \\ TK_\alpha &= Q_{0.05,(3,22)}\sqrt{\frac{3.74}{2}\left(\frac{1}{7}+\frac{1}{8}\right)} \\ &= 3.55\sqrt{.5010} \\ &= 2.51 \\ TK_\alpha &= Q_{0.05,(3,22)}\sqrt{\frac{3.74}{2}\left(\frac{1}{10}+\frac{1}{8}\right)} \\ &= 3.55\sqrt{.4208} \\ &= 2.30 \end{aligned}$$

โดยคู่ของทรีทเมนต์ที่ทดสอบจะแตกต่างเมื่อ $\left|\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{j.}\right| > TK_\alpha$ เมื่อ i, j = 1, 2, ..., t และ $i \neq j$

จากตัวสถิติทดสอบของ Tukey เท่ากับ 2.39 2.51 และ 2.30 นำไปเปรียบเทียบกับผลต่างของค่าเฉลี่ยในทรีทเมนต์ที่ 1 กับทรีทเมนต์ที่ 2 ทรีทเมนต์ที่ 1 กับทรีทเมนต์ที่ 3 และ ทรีทเมนต์ที่ 2 กับทรีทเมนต์ที่ 3 ตามลำดับ หากผลต่างดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าของตัวสถิติทดสอบ Tukey แสดงว่าคู่นั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยจะใส่สัญลักษณ์ " * " ไว้ ดังนี้

$$\left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{2.}\right| = 1.34$$
$$\left|\bar{Y}_{1.} - \bar{Y}_{3.}\right| = 2.48$$
$$\left|\bar{Y}_{2.} - \bar{Y}_{3.}\right| = 3.82*$$

จากผลลัพธ์สรุปได้ว่า นักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงกลางวันให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงสุด รองลงมาคือ นักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงเช้า และช่วงเย็น ตามลำดับ โดยมีเพียงคู่เดียวจาก 3 คู่ของช่วงเวลาที่ให้ผลของคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ นักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงกลางวันให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสามารถลากเส้นต่อกันในกลุ่มช่วงเวลาที่ไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ย ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

$\bar{Y}_{3.}$ $\bar{Y}_{1.}$ $\bar{Y}_{2.}$

==========

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

*จาก**ตัวอย่าง 2.2** เมื่อป้อนข้อมูลคะแนน (score) ของนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่มในคอลัมน์ที่ 1 และกำหนดค่าแก่กลุ่ม (group) ทั้ง 3 เป็น 1, 2 และ 3 ในคอลัมน์ที่ 2 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA เลือกตัวแปร score เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor: ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้*

ANOVA

score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	65.668	2	32.834	8.774	.002
Within Groups	82.332	22	3.742		
Total	148.000	24			

จากตาราง ANOVA แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงมีอิทธิพลต่อคะแนนความสามารถโดยรวมต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 8.774 และค่า Sig. เท่ากับ 0.002 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

การเปรียบเทียบคู่ของทรีทเมนต์จะเสนอเฉพาะการทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey โดยจากคำสั่ง Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA เมื่อเลือกตัวแปร score เป็น Dependent List: และตัวแปร group เป็น Factor: แล้ว จากนั้นเลือก Post hoc และเลือกตัวสถิติทดสอบ Tukey ในส่วน Post hoc Multiple Comparisons ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

Multiple Comparisons

score Tukey HSD

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.34286	.95334	.354	-3.7377	1.0520
	3	2.48214	1.00121	.054	-.0330	4.9972
2	1	1.34286	.95334	.354	-1.0520	3.7377
	3	3.82500*	.91762	.001	1.5199	6.1301
3	1	-2.48214	1.00121	.054	-4.9972	.0330
	2	-3.82500*	.91762	.001	-6.1301	-1.5199

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

score Tukey HSD

group	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	8	11.3750	
1	7	13.8571	13.8571
2	10		15.2000
Sig.		1.000	.357

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

จากตาราง Multiple Comparisons พบว่ามีคู่ของช่วงเวลาที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพียง 1 คู่ นั่นคือนักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงกลางวันกับช่วงเย็นซึ่งเห็นได้จากค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05 ส่วนอีก 2 คู่ของช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน

ตาราง Homogeneous Subsets แสดงผลการจัดกลุ่มของช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของค่าเฉลี่ยได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกประกอบด้วยนักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงเย็นและช่วงเช้า กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยนักศึกษาที่ทำการทดลองช่วงเช้าและช่วงกลางวันโดยกลุ่มช่วงเวลาที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย

==========

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา 276-203 แบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการศึกษา
(Introduction to Statistical Design for Educational Research)
ระดับ ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการประเมินผลการศึกษา
ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2554
เรื่อง แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Completely Randomized Block Design)
เวลา 2 สัปดาห์ (8 คาบ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักศึกษาสามารถนำความรู้เรื่องแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ ตลอดจนการเปรียบเทียบเชิงพหุไปใช้ในการวางแผน วิเคราะห์ และสรุปผลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ ทั้งการออกแบบวางแผนผังการทดลอง รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลอง ตลอดจนการเปรียบเทียบเชิงพหุจากแผนการทดลองดังกล่าวได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถอธิบายแนวคิดของแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบาย คำนวณ และแปลผลความผันแปรจากแหล่งต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ได้
3. นักศึกษาสามารถอธิบาย คำนวณ และแปลผลจากการเปรียบเทียบเชิงพหุในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ได้
4. นักศึกษาสามารถวิเคราะห์ อ่านผล และแปลความหมายจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้
5. นักศึกษาสามารถนำเสนอข้อมูลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ได้

Prince of Songkla University Pattani Campus

เนื้อหาสาระ

1. ผังการทดลองของแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์
2. รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์
4. การเปรียบเทียบเชิงพหุ

กิจกรรมการเรียนการสอน

สัปดาห์ที่ 1 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ พร้อมทั้งช่วยกันสรุป
2. ผู้สอนเลือกนักศึกษา 2-3 คนอย่างสุ่มเพื่ออธิบายแนวคิดของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์นำไปสู่การอธิบายผังการทดลองและรูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองดังกล่าว
3. ผู้สอนยกตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ตามตัวอย่าง 3.1 และให้นักศึกษาช่วยกันอธิบาย คำนวณ และแปลผล
4. จากตัวอย่าง 3.1 ผลสรุปปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงต้องมีการเปรียบเทียบเชิงพหุ ผู้สอนให้นักศึกษาช่วยกันพิจารณาว่าทรีทเมนต์คู่ใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน จากนั้นผู้สอนอธิบายหลักการการเปรียบเทียบเชิงพหุด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทูกีย์ เชฟเฟ หรือบอนเฟอร์โรนี เป็นต้น
5. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันคำนวณ และแปลผลจากการเปรียบเทียบเชิงพหุตามตัวอย่าง 3.2
6. ผู้สอนให้นักศึกษาป้อนข้อมูลจากตัวอย่าง 3.2 ลงในโปรแกรม SPPS และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้
7. ผู้สอนให้นักศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือตามขั้น 3 5 และการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ตามขั้น 6 ให้ผลสอดคล้องกันหรือไม่
8. ผู้สอนและนักศึกษาช่วยกันสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ พร้อมทั้งการเปรียบเทียบเชิงพหุ

Prince of Songkla University Pattani Campus

สัปดาห์ที่ 2 (4 คาบ: คาบละ 50 นาที รวม 3 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มจำนวน 3-4 คนเพื่อระดมความคิดวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์พร้อมทั้งสมมติตัวเลขจากการทดลองดังกล่าว จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดข้างต้น โดยให้กลุ่มต่างๆ ร่วมกันคิดพิจารณาถึงความเป็นไปได้จากตัวอย่างข้างต้น
2. ผู้เรียนร่วมคำนวณ และแปลผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองดังกล่าว พร้อมทั้งป้อนข้อมูลใส่โปรแกรม SPSS เพื่อคำนวณ และแปลผล
3. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์จากขั้น 3 และร่วมกันสรุป พร้อมทั้งให้นักศึกษากำหนดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ เพื่อเป็นแบบฝึกปฏิบัติการ โดยคำนวณด้วยมือและโปรแกรมสำเร็จรูป
4. ผู้สอนยกตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษาที่ใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ในคาบสุดท้ายของการเรียนในบทเรียนนี้

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง หรือแต่ละสัปดาห์ ผู้สอนจะโพสต์คำถามในเรื่องที่เรียนมาแล้วบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามโดยผู้สอนจะทำการบันทึกจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนของนักศึกษาแต่ละคน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ตำรา
3. ตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษา
4. แบบนับจำนวนครั้งของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตการมีส่วนร่วมในห้องเรียน
2. คะแนนจากการทำแบบฝึกปฏิบัติการ
3. จำนวนครั้งการปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook หลังการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 3.1

การศึกษาประสิทธิภาพการสอน 4 วิธี คือ A, B, C และ D โดยวัดจากคะแนนเฉลี่ยหลังการสอบ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) ทดสอบกับนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่มซึ่งแบ่งด้วยระดับความสามารถจากต่ำไปสูง ข้อมูลเป็นดังตาราง จงทดสอบสมมติฐานที่ว่าวิธีสอนทั้ง 4 วิธีไม่ส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยที่ประเมินจากการสอบ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

กลุ่มที่	วิธีสอน				ผลรวม
	A	B	C	D	
1	3	4	7	7	21
2	6	5	8	8	27
3	3	4	7	9	23
4	3	3	6	8	20
5	1	2	5	10	18
6	2	3	6	10	21
7	2	4	5	9	20
8	2	3	6	11	22
ผลรวม	22	28	50	72	172

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ คือ

$H_0 : \mu_{A.} = \mu_{B.} = ... = \mu_{D.}$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_{i.} \neq \mu_{j.}$ (บางค่าของ $i \neq j$ เมื่อ i, j = A, B, ..., D)

หรือ $H_0 : \alpha_A = \alpha_B = ... = \alpha_D = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \alpha_i \neq 0$ (บางค่าของ i เมื่อ i = A, B, ..., D)

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากวิธีสอน 4 วิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของวิธีสอนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบต่างกัน

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบอิทธิพลของบล็อก คือ

$H_0 : \mu_{.1} = \mu_{.2} = ... = \mu_{.8}$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_{.j} \neq \mu_{.k}$ (บางค่าของ $j \neq k$ เมื่อ j, k = 1, 2, ..., 8)

หรือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_8 = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \beta_j \neq 0$ (บางค่าของ j เมื่อ j = 1, 2, ..., 8)

Prince of Songkla University Pattani Campus

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากนักเรียนทั้ง 8 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของกลุ่มนักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบต่างกัน

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{n}$$
$$= \frac{172^2}{32}$$
$$= 924.50$$

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2 - CF$$
$$= (3^2 + 4^2 + ... + 11^2) - 924.50$$
$$= 235.50$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r} - CF$$
$$= (\frac{22^2}{8} + \frac{28^2}{8} + \frac{50^2}{8} + \frac{72^2}{8}) - 924.50$$
$$= 194.50$$

$$SSB = \sum_{j=1}^{r} \frac{Y_{.j}^2}{t} - CF$$
$$= (\frac{21^2}{4} + \frac{27^2}{4} + ... + \frac{22^2}{4}) - 924.50$$
$$= 12.50$$

$$SSE = SST - SSTr - SSB$$
$$= 235.50 - 194.50 - 12.50$$
$$= 28.50$$

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทางได้ดังนี้

SOV	df	SS	MS	F
Treatments	3	194.50	64.83	47.78*
Blocks	7	12.50	1.79	1.32^{ns}
Error	21	28.50	1.36	
Total	31	235.50		

Prince of Songkla University Pattani Campus

เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้จากอิทธิพลของทรีทเมนต์เท่ากับ 47.78 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตาราง ในภาคผนวก ($F_{0.05;3,21}$ = 3.07) จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคืออย่างน้อย 1 คู่ของวิธีสอน 4 วิธีมีอิทธิพลต่อคะแนนจากการประเมินด้วยการสอบต่างกันซึ่งต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

ส่วนค่า F ที่คำนวณได้จากอิทธิพลของบล็อกเท่ากับ 1.32 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางในภาคผนวก ($F_{0.05,7,21}$ = 2.49) จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นแสดงว่าไม่มีอิทธิพลของการจัดกลุ่มความสามารถต่อคะแนนสอบที่ได้จากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ต่อไปจะทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของทรีทเมนต์ด้วยวิธีการ Tukey โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{Y}_{A.} = 2.75 \qquad \bar{Y}_{B.} = 3.50 \qquad \bar{Y}_{C.} = 6.25 \qquad \bar{Y}_{D.} = 9.00$$

คำนวณตัวสถิติทดสอบของ Tukey จาก $HSD_\alpha = Q_{\alpha,(t,(t-1)(r-1))}\sqrt{\frac{MSE}{r}}$ โดยค่า $Q_{\alpha,(t,(t-1)(r-1))}$ เปิดจากตาราง Studentized Rank ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$\begin{aligned} HSD_\alpha &= Q_{0.05,(4,21)}\sqrt{\frac{1.36}{8}} \\ &= 3.95\sqrt{.17} \\ &= 1.63 \end{aligned}$$

โดยคู่ของทรีทเมนต์ที่ทดสอบจะแตกต่างเมื่อ $\left|\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{j.}\right| > HSD_\alpha$ เมื่อ i, j = A, B, ..., D และ $i \neq j$

จากตัวสถิติทดสอบของ Tukey เท่ากับ 1.63 นำไปเปรียบเทียบกับผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่ได้ หากผลต่างดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าของตัวสถิติทดสอบ Tukey แสดงว่าคู่นั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยจะใส่สัญลักษณ์ " * " ไว้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{B.}\right| &= 0.75 \\ \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{C.}\right| &= 3.50* \\ \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 6.25* \\ \left|\bar{Y}_{B.} - \bar{Y}_{C.}\right| &= 2.75* \\ \left|\bar{Y}_{B.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 5.50* \\ \left|\bar{Y}_{C.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 2.75* \end{aligned}$$

จากผลลัพธ์สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน D ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงสุด รองลงมาคือนักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน C B และ A ตามลำดับ โดยมี 5 คู่จาก 6 คู่ของวิธีการสอนที่ให้ผลของคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน D ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน C B และ A ตามลำดับ ในขณะเดียวกันนักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน C ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน B และ A ตามลำดับซึ่งสามารถแสดงโดยลากเส้นต่อกันในกลุ่มวิธีสอนที่ไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

$\bar{Y}_{A.}$ $\bar{Y}_{B.}$ $\bar{Y}_{C.}$ $\bar{Y}_{D.}$

==========

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

จากตัวอย่าง 3.1 เมื่อป้อนข้อมูลคะแนน (score) ของนักเรียนทั้ง 32 ค่าในคอลัมน์ที่ 1 กำหนดค่าตัวแปรด้านวิธีสอน (method) เป็น A, B, C, และ D ในคอลัมน์ที่ 2 และกำหนดค่าของกลุ่ม (group) เป็น 1, 2, ..., 8 ในคอลัมน์ที่ 3 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > General Linear Models > Univariate เลือกตัวแปร score เป็น Dependent Variable: เลือกตัวแปร method และ group เป็น Fixed Factor(s):

จากนั้นเลือก Custom และใส่ตัวแปร method และ group ลงใน Model เลือก Main effect ใน Build Term(s) ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:score

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	207.000[a]	10	20.700	15.253	.000
Intercept	924.5000	1	924.500	681.211	.000
method	194.500	3	64.833	47.772	.000
group	12.500	7	1.786	1.316	.291
Error	28.500	21	1.357		
Total	1160.000	32			
Corrected Total	235.500	31			

a. R Squared = .879 (Adjusted R Squared = .821)

จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีทเมนต์ได้แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของวิธีสอน 4 วิธีมีอิทธิพลต่อคะแนนจากการสอบต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งเห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 47.772 และค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

ส่วนการทดสอบอิทธิพลของบล็อก พบว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้แสดงว่าไม่มีอิทธิพลของการจัดกลุ่มความสามารถต่อคะแนนสอบที่ได้จากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 1.316 และค่า Sig. เท่ากับ 0.291 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

ต่อไปจะเปรียบเทียบคู่ของทรีทเมนต์จากตัวอย่างข้างต้นได้ซึ่งจะเสนอเฉพาะการทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey โดยจากคำสั่ง Analyze > General Linear Models > Univariate เลือกตัวแปร score เป็น Dependent Variable: เลือกตัวแปร method และ group เป็น Fixed Factor(s): แล้ว

และเลือก Custom และใส่ตัวแปร method และ group ลงใน Model เลือก Main effect ใน Build Term(s)

จากนั้นเลือก Post hoc และเลือกตัวแปร method จากช่อง Factor(s) ไปใส่ในช่อง Post Hoc Tests for: และเลือกตัวสถิติทดสอบ Tukey ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Multiple Comparisons

score

Tukey HSD

(I) method	(J) method	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.7500	.58248	.581	-2.3736	.8736
	C	-3.5000*	.58248	.000	-5.1236	-1.8764
	D	-6.2500*	.58248	.000	-7.8736	-4.6264
B	A	.7500	.58248	.581	-.8736	2.3736
	C	-2.7500*	.58248	.001	-4.3736	-1.1264
	D	-5.5000*	.58248	.000	-7.1236	-3.8764
C	A	3.5000*	.58248	.000	1.8764	5.1236
	B	2.7500*	.58248	.001	1.1264	4.3736
	D	-2.7500*	.58248	.001	-4.3736	-1.1264
D	A	6.2500*	.58248	.000	4.6264	7.8736
	B	5.5000*	.58248	.000	3.8764	7.1236
	C	2.7500*	.58248	.001	1.1264	4.3736

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.357.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากตาราง Multiple Comparisons พบว่ามีคู่ของวิธีสอนที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหมด 5 คู่ ได้แก่ 1) วิธีสอน A กับวิธีสอน C 2) วิธีสอน A กับวิธีสอน D 3) วิธีสอน B กับวิธีสอน C 4) วิธีสอน B กับวิธีสอน D และ 5) วิธีสอน C กับวิธีสอน D ซึ่งเห็นได้จากค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05

Homogeneous Subsets

score Tukey HSD

method	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
A	8	2.7500		
B	8	3.5000		
C	8		6.2500	
D	8			9.0000
Sig.		.581	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.357.

ตาราง Homogeneous Subsets แสดงผลการจัดกลุ่มของวิธีสอนทั้ง 4 วิธีซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 วิธีสอน A กับวิธีสอน B กลุ่ม 2 วิธีสอน C และกลุ่ม 3 วิธีสอน D โดยสังเกตได้ว่าวิธีสอนที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย

==========

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่าง 3.2

การศึกษาประสิทธิภาพการสอน 4 วิธี คือ A, B, C และ D โดยวัดจากคะแนนเฉลี่ยหลังการสอบ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) โดยทดสอบกับโรงเรียน 4 แห่ง คือ I, II, III, IV โดยแต่ละโรงเรียนจะถูกพิจารณาเป็นบล็อก และจะถูกกำหนดให้ได้รับทรีทเมนต์ หรือวิธีสอน ข้อมูลเป็นดังตาราง จงทดสอบสมมติฐานว่าประสิทธิภาพจากวิธีการสอนมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.05

โรงเรียน	วิธีสอน				ผลรวม
	A	B	C	D	
I	17	14	12	13	56
II	14	14	12	11	51
III	13	13	10	11	47
IV	13	8	9	9	39
ผลรวม	57	49	43	44	193

วิธีทำ สมมติฐานที่ต้องการทดสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ คือ

$H_0 : \mu_{A.} = \mu_{B.} = ... = \mu_{D.}$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_{i.} \neq \mu_{j.}$ (บางค่าของ $i \neq j$ เมื่อ i, j = A, B, ..., D)

หรือ $H_0 : \alpha_A = \alpha_B = ... = \alpha_D = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \alpha_i \neq 0$ (บางค่าของ i เมื่อ i = A, B, ..., D)

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากวิธีสอน 4 วิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของวิธีสอนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบต่างกัน

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบอิทธิพลของบล็อก คือ

$H_0 : \mu_{.I} = \mu_{.II} = ... = \mu_{.IV}$

แย้งกับ

$H_1 : \mu_{.j} \neq \mu_{.k}$ (บางค่าของ $j \neq k$ เมื่อ j, k = I, II, ..., IV)

หรือ $H_0 : \beta_I = \beta_{II} = ... = \beta_{IV} = 0$

แย้งกับ

$H_1 : \beta_j \neq 0$ (บางค่าของ j เมื่อ j = I, II, ..., IV)

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากโรงเรียนทั้ง 4 แห่งมีค่าไม่แตกต่างกัน

แย้งกับ

H_1 : อย่างน้อยหนึ่งคู่ของกลุ่มโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบต่างกัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{n}$$
$$= \frac{193^2}{16}$$
$$= 2328.06$$

$$SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2 - CF$$
$$= (17^2 + 14^2 + ... + 9^2) - 2328.06$$
$$= 80.94$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r} - CF$$
$$= (\frac{57^2}{4} + \frac{49^2}{4} + \frac{43^2}{4} + \frac{44^2}{4}) - 2328.06$$
$$= 30.69$$

$$SSB = \sum_{j=1}^{r} \frac{Y_{.j}^2}{t} - CF$$
$$= (\frac{56^2}{4} + \frac{51^2}{4} + \frac{47^2}{4} + \frac{39^2}{4}) - 2328.06$$
$$= 38.69$$

$$SSE = SST - SSTr - SSB$$
$$= 80.94 - 30.69 - 38.69$$
$$= 11.56$$

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทางได้ดังนี้

SOV	df	SS	MS	F
Treatments	3	30.69	10.23	7.96*
Blocks	3	38.69	12.89	10.04*
Error	9	11.56	1.29	
Total	15	80.94		

Prince of Songkla University Pattani Campus

เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้จากอิทธิพลของทรีทเมนต์และอิทธิพลของบล็อกเท่ากับ 10.23 และ 12.89 ตามลำดับซึ่งมีค่ามากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางในภาคผนวก ($F_{0.05;3,9}$ = 3.86) จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคืออย่างน้อย 1 คู่ของวิธีสอน 4 วิธีมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบต่างกัน และมีอย่างน้อย 1 คู่ของการจัดกลุ่มโรงเรียนมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบที่ได้จากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีจึงต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

ต่อไปจะทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของทรีทเมนต์ด้วยวิธีการ Tukey โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์เป็นดังนี้

$$\bar{Y}_{A.} = 14.25 \qquad \bar{Y}_{B.} = 12.25 \qquad \bar{Y}_{C.} = 10.75 \qquad \bar{Y}_{D.} = 11.00$$

คำนวณตัวสถิติทดสอบของ Tukey จาก $HSD_{\alpha} = Q_{\alpha,(t,(t-1)(r-1))}\sqrt{\frac{MSE}{r}}$ โดยค่า $Q_{\alpha,(t,(t-1)(r-1))}$ เปิดจากตาราง Studentized Rank ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$\begin{aligned} HSD_{\alpha} &= Q_{0.05,(4,9)}\sqrt{\frac{1.29}{4}} \\ &= 4.42\sqrt{.323} \\ &= 2.52 \end{aligned}$$

โดยคู่ของทรีทเมนต์ที่ทดสอบจะแตกต่างเมื่อ $\left|\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{j.}\right| > HSD_{\alpha}$ เมื่อ i, j = A, B, ..., D และ $i \neq j$

จากตัวสถิติทดสอบของ Tukey เท่ากับ 2.52 นำไปเปรียบเทียบกับผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่ได้ หากผลต่างดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าของตัวสถิติทดสอบ Tukey แสดงว่าคู่นั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยจะใส่สัญลักษณ์ " * " ไว้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{B.}\right| &= 2.00 \\ \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{C.}\right| &= 3.50^{*} \\ \left|\bar{Y}_{A.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 3.25^{*} \\ \left|\bar{Y}_{B.} - \bar{Y}_{C.}\right| &= 1.50 \\ \left|\bar{Y}_{B.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 1.25 \\ \left|\bar{Y}_{C.} - \bar{Y}_{D.}\right| &= 0.25 \end{aligned}$$

จากผลลัพธ์สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน A ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงสุด รองลงมาคือนักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน B D และ C ตามลำดับ โดยมีเพียง 2 คู่จาก 6 คู่ของวิธีการสอนที่ให้ผลของคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน C ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน A และนักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน D ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการสอน A ซึ่งสามารถแสดงโดยลากเส้นต่อกันในกลุ่มวิธีสอนที่ไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$\bar{Y}_{C.}$ $\bar{Y}_{D.}$ $\bar{Y}_{B.}$ $\bar{Y}_{A.}$

Prince of Songkla University Pattani Campus

อย่างไรก็ตาม อาจสนใจที่จะเปรียบเทียบเชิงพหุในแต่ละคู่ของบล็อกว่าแตกต่างกันหรือไม่ซึ่งสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละบล็อกเป็นดังนี้

$$\bar{Y}_{.I} = 14.00 \qquad \bar{Y}_{.II} = 12.75 \qquad \bar{Y}_{.III} = 11.75 \qquad \bar{Y}_{.IV} = 9.75$$

คำนวณตัวสถิติทดสอบของ Tukey จาก $HSD_{\alpha} = Q_{\alpha,(r,(t-1)(r-1))}\sqrt{\frac{MSE}{t}}$ โดยค่า $Q_{\alpha,(r,(t-1)(r-1))}$ เปิดจากตาราง Studentized Rank ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$\begin{aligned} HSD_{\alpha} &= Q_{0.05,(4,9)}\sqrt{\frac{1.29}{4}} \\ &= 4.42\sqrt{.323} \\ &= 2.52 \end{aligned}$$

โดยคู่ของทรีทเมนต์ที่ทดสอบจะแตกต่างเมื่อ $\left|\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{.k}\right| > HSD_{\alpha}$ เมื่อ j, k = I, II, ..., IV และ j ≠ k

จากตัวสถิติทดสอบของ Tukey เท่ากับ 2.52 นำไปเปรียบเทียบกับผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่ได้ หากผลต่างดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าของตัวสถิติทดสอบ Tukey แสดงว่าคู่นั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยจะใส่สัญลักษณ์ " * " ไว้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \left|\bar{Y}_{.I} - \bar{Y}_{.II}\right| &= 1.25 \\ \left|\bar{Y}_{.I} - \bar{Y}_{.III}\right| &= 2.25 \\ \left|\bar{Y}_{.I} - \bar{Y}_{.IV}\right| &= 4.25* \\ \left|\bar{Y}_{.II} - \bar{Y}_{.III}\right| &= 1.00 \\ \left|\bar{Y}_{.II} - \bar{Y}_{.IV}\right| &= 3.00* \\ \left|\bar{Y}_{.III} - \bar{Y}_{.IV}\right| &= 2.00 \end{aligned}$$

จากผลลัพธ์สรุปได้ว่า นักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีสูงสุด รองลงมาคือนักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ มีเพียง 2 คู่จาก 6 คู่ของโรงเรียนที่ให้ผลของคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ นักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีสูงกว่านักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 4 และนักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีสูงกว่านักเรียนจากโรงเรียนแห่งที่ 4

Prince of Songkla University Pattani Campus

==========

คำสั่งและผลลัพธ์จาก SPSS

*จาก**ตัวอย่าง 3.2** เมื่อป้อนข้อมูลคะแนน (score) ของนักเรียนทั้ง 16 ค่าในคอลัมน์ที่ 1 กำหนดค่าของวิธีสอน (method) เป็น A, B, C, และ D ในคอลัมน์ที่ 2 และกำหนดค่าของกลุ่ม (group) เป็น I, II, III และ IV ในคอลัมน์ที่ 3 แล้ว จากนั้นเลือกคำสั่ง Analyze > General Linear Models > Univariate เลือกตัวแปร score เป็น Dependent Variable: เลือกตัวแปร method และ group เป็น Fixed Factor(s):*

จากนั้นเลือก Custom และใส่ตัวแปร method และ group ลงใน Model เลือก Main effect ใน Build Term(s) ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:score

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	69.375[a]	6	11.563	9.000	.002
Intercept	2328.063	1	2328.063	1812.114	.000
group	38.688	3	12.896	10.038	.003
method	30.687	3	10.229	7.962	.007
Error	11.562	9	1.285		
Total	2409.000	16			
Corrected Total	80.938	15			

a. R Squared = .857 (Adjusted R Squared = .762)

จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักอิทธิพลของทรีทเมนต์ได้แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของวิธีสอน 4 วิธีมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบต่างกันเห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 7.962 และค่า Sig. เท่ากับ 0.007 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบเชิงพหุต่อไป

ส่วนการทดสอบอิทธิพลของบล็อก พบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้เช่นกันแสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งคู่ของการจัดกลุ่มโรงเรียนมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบที่ได้จากวิธีสอนที่ต่างกัน 4 วิธีเห็นได้จากค่าสถิติทดสอบ F เท่ากับ 10.038 และค่า Sig. เท่ากับ 0.003 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

ต่อไปจะเปรียบเทียบคู่ของทรีทเมนต์ และบล็อกซึ่งจะเสนอเฉพาะการทดสอบรายคู่โดยวิธีการของ Tukey โดยจากคำสั่ง Analyze > General Linear Models > Univariate เลือกตัวแปร score เป็น Dependent Variable: เลือกตัวแปร method และ group เป็น Fixed Factor(s): แล้ว

และเลือก Custom และใส่ตัวแปร method และ group ลงใน Model เลือก Main effect ใน Build Term(s) จากนั้นเลือก Post hoc และเลือกตัวแปร method และ group จากช่อง Factor(s) ไปใส่ในช่อง Post Hoc Tests for: และเลือกตัวสถิติทดสอบ Tukey ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

Prince of Songkla University Pattani Campus

Multiple Comparisons

score Tukey HSD

(I) method	(J) method	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	2.0000	.80147	.127	-.5020	4.5020
	C	3.5000*	.80147	.008	.9980	6.0020
	D	3.2500*	.80147	.013	.7480	5.7520
B	A	-2.0000	.80147	.127	-4.5020	.5020
	C	1.5000	.80147	.304	-1.0020	4.0020
	D	1.2500	.80147	.445	-1.2520	3.7520
C	A	-3.5000*	.80147	.008	-6.0020	-.9980
	B	-1.5000	.80147	.304	-4.0020	1.0020
	D	-.2500	.80147	.989	-2.7520	2.2520
D	A	-3.2500*	.80147	.013	-5.7520	-.7480
	B	-1.2500	.80147	.445	-3.7520	1.2520
	C	.2500	.80147	.989	-2.2520	2.7520

Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 1.285.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

score Tukey HSD

method	N	Subset 1	Subset 2
C	4	10.7500	
D	4	11.0000	
B	4	12.2500	12.2500
A	4		14.2500
Sig.		.304	.127

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากตาราง Multiple Comparisons พบว่ามีคู่ของวิธีสอนที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหมด 2 คู่ ได้แก่ 1) วิธีสอน A กับวิธีสอน C และ 2) วิธีสอน A กับวิธีสอน D ซึ่งเห็นได้จากค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05

ตาราง Homogeneous Subsets แสดงผลการจัดกลุ่มของวิธีสอนทั้ง 4 วิธีซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 วิธีสอน C วิธีสอน D และวิธีสอน B กลุ่ม 2 วิธีสอน B และวิธีสอน A โดยจะสังเกตได้ว่าวิธีสอนที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย

Multiple Comparisons

score

Tukey HSD

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
I	II	1.2500	.80147	.445	-1.2520	3.7520
	III	2.2500	.80147	.080	-.2520	4.7520
	IV	4.2500*	.80147	.002	1.7480	6.7520
II	I	-1.2500	.80147	.445	-3.7520	1.2520
	III	1.0000	.80147	.615	-1.5020	3.5020
	IV	3.0000*	.80147	.020	.4980	5.5020
III	I	-2.2500	.80147	.080	-4.7520	.2520
	II	-1.0000	.80147	.615	-3.5020	1.5020
	IV	2.0000	.80147	.127	-.5020	4.5020
IV	I	-4.2500*	.80147	.002	-6.7520	-1.7480
	II	-3.0000*	.80147	.020	-5.5020	-.4980
	III	-2.0000	.80147	.127	-4.5020	.5020

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.285.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Prince of Songkla University Pattani Campus

Homogeneous Subsets

score Tukey HSD

group	N	Subset 1	Subset 2
IV	4	9.7500	
III	4	11.7500	11.7500
II	4		12.7500
I	4		14.0000
Sig.		.127	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.285.

จากตาราง Multiple Comparisons พบว่ามีคู่ของโรงเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหมด 2 คู่ ได้แก่ 1) โรงเรียนแห่งที่ 1 กับโรงเรียนแห่งที่ 4 และ 2) โรงเรียนแห่งที่ 2 กับโรงเรียนแห่งที่ 4 ซึ่งเห็นได้จากค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05

ตาราง Homogeneous Subsets แสดงผลการจัดกลุ่มของโรงเรียนทั้ง 4 แห่งซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 โรงเรียนแห่งที่ 4 กับโรงเรียนแห่งที่ 3 กลุ่ม 2 โรงเรียนแห่งที่ 3 2 และ 1 โดยจะสังเกตได้ว่าโรงเรียนที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของคะแนน

==========

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ข

ข้อคำถามที่โพสต์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ข้อคำถามที่โพสต์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook

1. นักการศึกษาท่านหนึ่งต้องการทดสอบว่า “คะแนนของนักเรียนที่เรียนเสริมจากครูจบใหม่จะมีค่าสูงกว่าคะแนนของนักเรียนที่เรียนเสริมจากครูที่มีประสบการณ์” นักการศึกษาท่านนี้ต้องตั้งสมมติฐานเพื่อยืนยันผลอย่างไร

2. ข้อคำถามที่ว่า "ความรู้สึกของท่านขณะเรียนมหาวิทยาลัยแห่งนี้" โดยให้เลือกตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ดังนี้ 1) มีความสุขตลอดเวลา 2) มีความสุขบ้างเป็นครั้งคราว 3) เฉยๆ 4) ไม่มีความสุขในบางเวลา 5) ไม่มีความสุขเลย ได้สำรวจจากเพศหญิง จำนวน 20 คน เพศชาย 15 คน พบว่าค่าเฉลี่ยของข้อคำถามนี้ในเพศหญิงเท่ากับ 3.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.21 ค่าเฉลี่ยในเพศชายเท่ากับ 3.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.52 ลองตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของความสุขในทั้ง 2 เพศ และคำนวณคร่าวๆ ว่าได้ผลอย่างไรโดยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

3. ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าจินตนาการร่วมจากการอ่านหนังสือจะมีค่ามากกว่าจากการชมภาพยนตร์จึงได้สุ่มอาสาสมัครจำนวน 5 รายเพื่ออ่านหนังสือ และชมภาพยนตร์เรื่อง เดอะริงคำสาปมรณะ ผลของคะแนนจินตนาการร่วมจากย่อหน้าบางย่อหน้าในหนังสือ และบางตอนของภาพยนตร์โดยการประเมินจากการให้อาสาสมัครบรรยายเป็นคำพูดเป็นดังนี้ (9,8) (10,7) (8,5) (9,9) และ (10,8) (ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง คะแนนจินตนาการร่วมจากหนังสือและภาพยนตร์ตามลำดับ) ลองตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบข้อสังเกตดังกล่าว และคำนวณว่าจะยอมรับ หรือปฏิเสธข้อสังเกตนั้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยการฝึกใช้เมาส์ของนักเรียนชั้นอนุบาลเป็นดังรูปข้างล่าง ลองอธิบายผลวิเคราะห์ที่ได้ว่าให้รายละเอียด และผลลัพธ์อะไรบ้าง

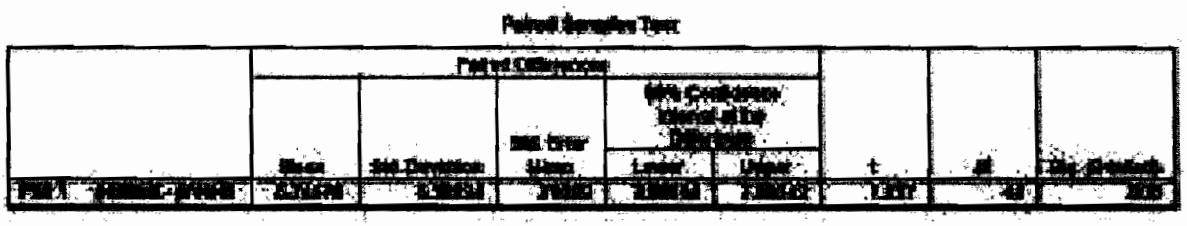
One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
growth	45	23.4934	16.45583	2.45309

One-Sample Test

	Test Value = 20					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
growth	1.424	44	.161	3.49344	-1.4504	8.4373

5. ต่อจากข้อที่แล้วนะ....ครูท่านเดิมเห็นว่าวิธีการฝึกแบบเดิมทำให้ผลของคะแนนไม่ดีขึ้นมาก (ไม่สามารถปฏิเสธ H0 ได้) จึงให้ฝึกแบบจริงจังอีกครั้ง โดยก่อนฝึกได้ทดสอบเพื่อวัดพัฒนาการของนักเรียนอนุบาล เวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ได้ทดสอบอีกครั้งด้วยแบบทดสอบชุดเดิม ผลการวิเคราะห์เป็นดังรูปข้างล่าง ลองอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ได้ว่าให้รายละเอียดและผลลัพธ์อย่างไรบ้าง



Prince of Songkla University Pattani Campus

6. ต่อจากข้อที่แล้ว...ครูอีกท่านหนึ่งต้องการทดสอบการใช้เมาส์ของนักเรียนอนุบาลกลุ่มเดียวกัน โดยใช้วิธีการฝึกจากการเล่นเกม 2 รูปแบบ แบ่งเป็นกลุ่มละ 23 และ 22 คน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการเป็นดังรูปข้างล่าง ลองอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ได้ว่าให้รายละเอียดและผลลัพธ์อย่างไรบ้าง

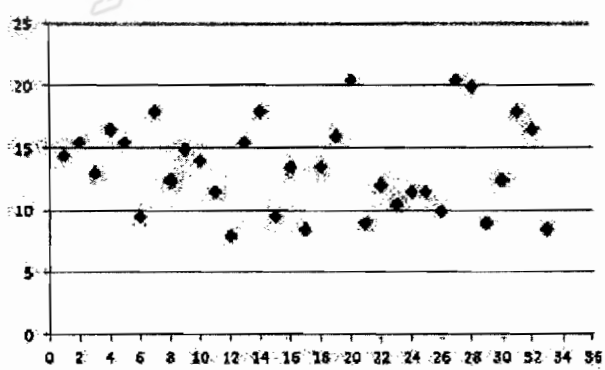
Group Statistics

	method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
growth	1.00	23	22.5312	15.76852	3.28795
	2.00	22	24.4994	17.45902	3.72228

Independent Samples Test

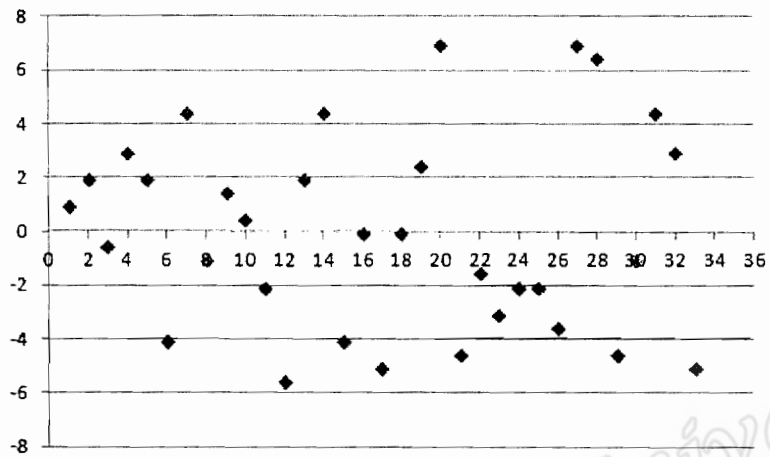
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									90% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
growth	Equal variances assumed	.590	.447	-.397	43	.693	-1.96828	4.95504	-10.29806	6.36150
	Equal variances not assumed			-.396	42.094	.694	-1.96828	4.96649	-10.32126	6.38470

7. ก่อนที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จำเป็นต้องตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าสังเกต หรือค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตตามลำดับการสุ่มด้วยวิธีกราฟ หรือ ทดสอบสมมติฐาน คะแนน quiz ครั้งที่แล้วผู้สอนได้ลองพลอตกราฟการกระจายด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ระหว่างคะแนนกับรหัสนักศึกษา ผลเป็นดังรูปข้างล่าง นักศึกษาคิดว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นอิสระกันหรือไม่ อย่างไร



Prince of Songkla University Pattani Campus

8. ตัวอย่างเดียวกัน แต่พลอตกราฟการกระจายระหว่างความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตกับลำดับที่ของนักศึกษา ผลเป็นดังรูปข้างล่าง นักศึกษาคิดว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นอิสระกันหรือไม่อย่างไร



9. จากคะแนน quiz ล่าสุด คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 12 คะแนน ผู้สอนจึงแบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่มตามคะแนนเฉลี่ย (มากกว่าหรือเท่ากับ 12 คะแนน และน้อยกว่า 12 คะแนน) เพื่อทดสอบการแจกแจงของคะแนนในแต่ละกลุ่มว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ และทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ โดยผลของ Power Estimation= -2.569 ลองอธิบายผลการวิเคราะห์ข้างล่างนี้

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
score	1.00	.308	12	.003	.725	12	.001
	2.00	.154	18	.200*	.921	18	.134

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
score	Based on Mean	5.410	1	28	.027
	Based on Median	4.252	1	28	.049
	Based on Median and with adjusted df	4.252	1	25.607	.049
	Based on trimmed mean	5.021	1	28	.033

Prince of Songkla University Pattani Campus

10. คะแนนสอบวิชาชีวสถิติของนักศึกษาเอกสุขศึกษา 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้

กลุ่ม 1 ค่าเฉลี่ย 28.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.93

กลุ่ม 2 ค่าเฉลี่ย 37.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.48

เพื่อทดสอบการแจกแจงของคะแนนในแต่ละกลุ่มว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ และทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ ผลเป็นดังรูปข้างล่าง (Power of Transformation = -3.574) ลองอธิบายผลการวิเคราะห์นี้

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
score	1.00	.170	15	.200*	.934	15	.317
	2.00	.330	15	.000	.765	15	.001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
score	Based on Mean	4.317	1	28	.047
	Based on Median	.766	1	28	.389
	Based on Median and with adjusted df	.766	1	19.392	.392
	Based on trimmed mean	3.194	1	28	.085

11. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เป็นดังรูป จงตั้งสมมติฐาน พร้อมอธิบายผลลัพธ์ที่ได้

ANOVA

water

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.561	3	2.520	2.456	.123
Within Groups	10.267	10	1.027		
Total	17.829	13			

Prince of Songkla University Pattani Campus

12. จงตั้งสมมติฐานพร้อมอธิบายผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนข้างล่างนี้

ANOVA

ent_score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	324049.8	3	108016.528	12.150	.001
Within Groups	97793.750	11	8890.341		
Total	421843.3	14			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ent_score

Tukey HSD

(I) major	(J) major	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-38.750	72.014	.948	-255.48	177.98
	3	-155.000	72.014	.197	-371.73	61.73
	4	-377.500*	72.014	.001	-594.23	-160.77
2	1	38.750	72.014	.948	-177.98	255.48
	3	-116.250	66.672	.349	-316.90	84.40
	4	-338.750*	66.672	.002	-539.40	-138.10
3	1	155.000	72.014	.197	-61.73	371.73
	2	116.250	66.672	.349	-84.40	316.90
	4	-222.500*	66.672	.029	-423.15	-21.85
4	1	377.500*	72.014	.001	160.77	594.23
	2	338.750*	66.672	.002	138.10	539.40
	3	222.500*	66.672	.029	21.85	423.15

*. The mean difference is significant at the .05 level.

13. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์จากการบล็อก (checker) จำนวน 3 กลุ่ม และสุ่มทรีทเมนต์ (class) จำนวน 5 ทรีทเมนต์ ลองตั้งสมมติฐานและอธิบายผลลัพธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: time

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13.204[a]	6	2.201	2.516	.113
Intercept	4614.774	1	4614.774	5280.082	.000
class	11.556	4	2.889	3.305	.071
checker	1.648	2	.824	.943	.429
Error	6.992	8	.874		
Total	4634.970	15			
Corrected Total	20.196	14			

a. R Squared = .654 (Adjusted R Squared = .394)

Prince of Songkla University Pattani Campus

14. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม MINITAB จากแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์เกี่ยวกับยี่ห้อรถ (brand) โดยทดลองกับรถ 4 คันที่ต่างกัน (car) ลองตั้งสมมติฐานและอธิบายผลลัพธ์จากตารางข้างล่างนี้

General Linear Model: worn versus brand, car

```
Factor     Type Levels Values
brand      fixed      4 A B C D
car        fixed      4 1 2 3 4

Analysis of Variance for worn, using Adjusted SS for Tests

Source     DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
brand       3     30.688     30.687     10.229    7.96  0.007
car         3     38.687     38.687     12.896   10.04  0.003
Error       9     11.562     11.562      1.285
Total      15     80.938

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable worn
All Pairwise Comparisons among Levels of brand

brand = A subtracted from:

Level      Difference       SE of                  Adjusted
brand        of Means  Difference    T-Value     P-Value
B              -2.000      0.8015     -2.495      0.1274
C              -3.500      0.8015     -4.367      0.0080
D              -3.250      0.8015     -4.055      0.0125

brand = B subtracted from:

Level      Difference       SE of                  Adjusted
brand        of Means  Difference    T-Value     P-Value
C              -1.500      0.8015     -1.872      0.3041
D              -1.250      0.8015     -1.560      0.4452

brand = C subtracted from:

Level      Difference       SE of                  Adjusted
brand        of Means  Difference    T-Value     P-Value
D              0.2500      0.8015     0.3119      0.9888
```

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ค
ข้อสอบวัดผลกลางภาค

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ข้อสอบรายวิชา 276-203 Introduction to Statistical Design in Educational Research

วันเสาร์ที่ 21 มกราคม 2555 เวลา 09.00-12.00 น.

++

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ (65 คะแนน = 20%) ให้นักศึกษาแสดงวิธีทำ หรืออธิบายอย่างละเอียดและชัดเจน อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

สูตรและค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{\sum_{i=1}^{t} r_i = n} \qquad SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - CF$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - CF \qquad SSE = SST - SSTr$$

$$HSD_{\alpha} = Q_{\alpha,(t,n-t)}\sqrt{\frac{MSE}{r}} \qquad TK_{\alpha} = Q_{\alpha,(t,n-t)}\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{r_i}+\frac{1}{r_j}\right)}$$

$$CF = \frac{Y_{..}^2}{tr} \qquad SST = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2 - CF$$

$$SSTr = \sum_{i=1}^{t} \frac{Y_{i.}^2}{r} - CF \qquad SSB = \sum_{j=1}^{r} \frac{Y_{.j}^2}{t} - CF$$

$$SSE = SST - SSTr - SSB \qquad HSD_{\alpha} = Q_{\alpha,(t,(t-1)(r-1))}\sqrt{\frac{MSE}{r}}$$

$F_{0.05(3,10)} = 3.71$ $F_{0.05(3,11)} = 3.59$ $F_{0.05(3,12)} = 3.49$

$F_{0.05(4,10)} = 3.48$ $F_{0.05(4,11)} = 3.36$ $F_{0.05(4,12)} = 3.26$

$Q_{0.05(3,9)} = 3.95$ $Q_{0.05(3,10)} = 3.88$ $Q_{0.05(3,11)} = 3.82$

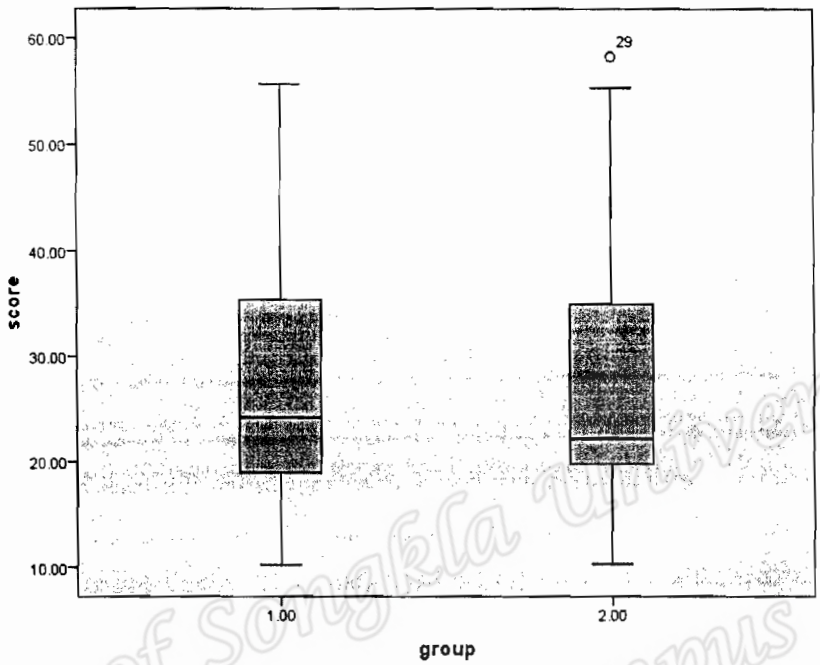
$Q_{0.05(4,9)} = 4.42$ $Q_{0.05(4,10)} = 4.33$ $Q_{0.05(4,11)} = 4.26$

$Q_{0.05(3,20)} = 3.58$ $Q_{0.05(3,21)} = 3.57$

$Q_{0.05(4,20)} = 3.96$ $Q_{0.05(4,21)} = 3.95$

Prince of Songkla University Pattani Campus

1. ผลการทดสอบความสามารถทางภาษาต่างประเทศของนักศึกษาทั้งหมด 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทดสอบว่าวิธีการสอน 2 วิธีจาก 2 กลุ่มดังกล่าวมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหรือไม่ ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูปแสดงดังนี้



Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
score	1	.170	15	.200*	.934	15	.317
	2	.211	15	.071	.854	15	.020

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
score	Based on Mean	.032	1	28	.859
	Based on Median	.001	1	28	.975
	Based on Median and with adjusted df	.001	1	26.024	.975
	Based on trimmed mean	.021	1	28	.886

Prince of Songkla University Pattani Campus

Group Statistics

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	1	15	28.1533	13.93177	3.59717
	2	15	29.0667	14.91991	3.85231

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
score	Equal variances assumed	.032	.859	-.173	28	.864	-.91333	5.27066	-11.70979	9.88312
	Equal variances not assumed			-.173	27.87	.864	-.91333	5.27066	-11.71207	9.88540

Prince of Songkla University Pattani Campus

1.1 (2 คะแนน) จงอธิบายผลจากการพลอต boxplot ของคะแนนสอบทั้ง 2 กลุ่ม

1.2 (8 คะแนน) จงอธิบายผลที่ได้จากการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงแบบปกติ และการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

1.3 (10 คะแนน) จงกำหนดสมมติฐานของการทดสอบ พร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ เมื่อกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากกลุ่มที่ 1 เป็น μ_1 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากกลุ่มที่ 2 เป็น μ_2

2. (5 คะแนน) จงอธิบายหลักการสุ่มทรีทเมนต์แก่หน่วยทดลองทั้งหมด 20 หน่วยจากแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้ตารางเลขสุ่มที่แจกให้ เมื่อกำหนดทรีทเมนต์เป็น A B และ C โดยหน่วยทดลองของแต่ละกลุ่มทรีทเมนต์เท่ากับ 7 6 และ 7 ตามลำดับ

3. (20 คะแนน) จงสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA Table) และทดสอบว่ามีความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์หรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากพบว่าทรีทเมนต์มีความแตกต่างกัน จงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธีการของ Tukey พร้อมทั้งสรุปผล

เมื่อกำหนดให้ $\dfrac{Y_{..}^2}{\sum_{i=1}^{i} r_i} = 1.2848$

$\sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 = 1.7025 \quad \sum_{i=1}^{4} \dfrac{Y_{i.}^2}{r_i} = \dfrac{1.96^2}{4} + \dfrac{1.57^2}{6} + \dfrac{0.60^2}{3} + \dfrac{0.26^2}{2} = 1.5250$

(ตอบเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

4. (20 คะแนน) การศึกษาประสิทธิภาพการสอน 4 วิธี คือ A B C และ D โดยวัดจากคะแนนเฉลี่ยหลังจากการสอบ ได้ทดสอบกับนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่มซึ่งแบ่งด้วยระดับคะแนนก่อนเรียนจากคะแนนสูงสุดไปคะแนนต่ำสุด ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูปแสดงดังนี้

Between-Subjects Factors

		N
method	A	8
	B	8
	C	8
	D	8
group	1	4
	2	4
	3	4
	4	4
	5	4
	6	4
	7	4
	8	4

Prince of Songkla University Pattani Campus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:score

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1131.500[a]	11	102.864	75.794	.000
method	.....(4.1)....	.....(4.2)...	64.833	.....(4.3)...	.000
group	12.500	7	.....(4.4)...	1.316	.291
Error	28.500	21	.....(4.5)...		
Total	1160.000	32			

a. R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .963)

4.1- 4.5 (5 คะแนน) จงหาค่าของตัวเลขในช่องว่างของตาราง ANOVA ให้สมบูรณ์

4.6 (10 คะแนน) จงกำหนดสมมติฐานหลัก สมมติฐานแย้งของการทดลองทั้ง อิทธิพลของทรีทเมนต์ และอิทธิพลของบล็อก พร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ

4.7 (5 คะแนน) ผลของการแบ่งกลุ่มค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ปรากฏดังตารางข้างล่างนี้ จงเปรียบเทียบเชิงพหุด้วยวิธีการของ Tukey เพื่อทดสอบว่ามีค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

score

Tukey HSD

method	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
A	8	2.7500		
B	8	3.5000		
C	8		6.2500	
D	8			9.0000
Sig.		.581	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.357.

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook ในรายวิชาแบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการศึกษา

คำชี้แจง โปรดกำหนดระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักศึกษา

(5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหา และตัวอย่างที่โพสต์บนกระดานข้อความ Facebook สอดคล้องเนื้อหา คำอธิบายรายวิชา และวัตถุประสงค์					
2	การจัดเรียงลำดับเนื้อหา และตัวอย่างของบทเรียนที่นำเสนอมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก					
3	เนื้อหา และตัวอย่างของบทเรียนที่โพสต์บนกระดานข้อความ Facebook ได้มีการเชื่อมโยงศาสตร์ หรือแหล่งเรียนรู้อื่นที่เกี่ยวข้อง					
4	การจัดการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น					
5	ผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำ หรือทบทวนผ่านข้อความบนเครือข่าย Facebook ได้เมื่อไม่เข้าใจบทเรียน					
6	ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาบนเครือข่าย Facebook ได้สะดวก					
7	เนื้อหา และตัวอย่างของบทเรียนที่โพสต์บนกระดานข้อความ Facebook มีความชัดเจน และทำความเข้าใจได้ง่าย					
8	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook เป็นการจัดการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ					
9	การนำเสนอเนื้อหา และตัวอย่างของบทเรียนตรงกับความต้องการของผู้เรียน					
10	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนตลอดเวลา					
11	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น					

Private of Somakkhi University Phuttani Campus

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
12	ผู้เรียนสามารถสนทนาโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียนผ่านเครือข่าย Facebook ได้					
13	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook ทำให้ผู้เรียนสามารถทราบระดับความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ ของตนเอง					
14	เนื้อหา และตัวอย่างที่โพสต์บนกระดานข้อความ Facebook มีความสอดคล้องกับการวัดและประเมินผลในรายวิชา					
15	ผู้เรียนได้รับข้อมูลป้อนกลับอย่างรวดเร็ว ฉับไวผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook					
16	เครือข่ายสังคมออนไลน์ Facebook มีความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน					
17	คำแนะนำที่ได้จากการจัดการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook มีความถูกต้อง และเหมาะสม					
18	ข้อมูลป้อนกลับที่ได้รับในการจัดการเรียนรู้บนเครือข่าย Facebook ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ และความสนุกสนาน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus