

โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับ
การวิจัยระดับปริญญาตรี

MOBILE APPLICATION FOR STATISTICAL HYPOTHESIS
TESTING FOR THE BACHELOR DEGREE RESEARCH



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE APPLICATION FOR STATISTICAL HYPOTHESIS
TESTING FOR THE BACHELOR DEGREE RESEARCH



CHIRAWUT THONGWITTHAYAKHUN
NATTAJAK SANGIAMCHUENPAPHAPORN
THANATCHAYA PIAPANYA
PASIDH KULPAWAROPAS

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)

DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

Mobile Application For Statistical Hypothesis Testing For The Bachelor Degree Research

ชื่อนักศึกษา นาย จิรวุฒิ ทองวิทยาคุณ รหัสนักศึกษา 57051082

นาย ณัฐจักร เสี่ยมชื่นปภาพร รหัสนักศึกษา 57051097

นางสาว ธนชญา เปี้ยปัญญา รหัสนักศึกษา 57051116

นาย พสิษฐ์ กุลปวโรภาส รหัสนักศึกษา 57051147

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ยุวดี กล่อมวิเศษ

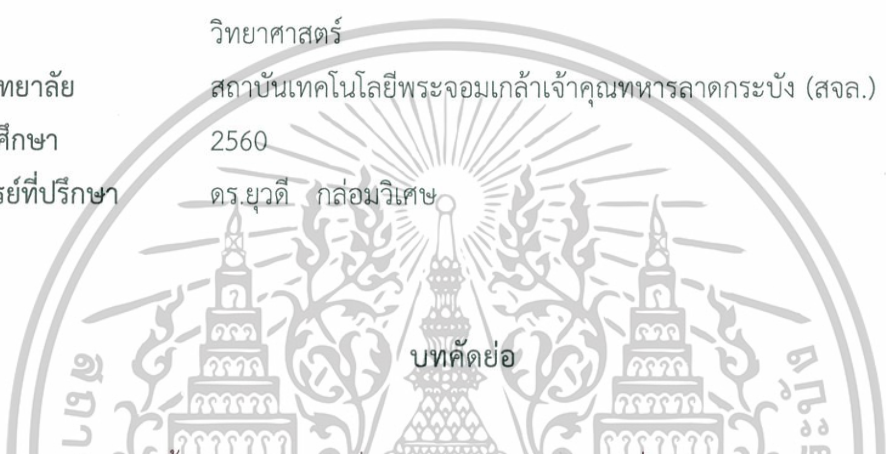
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.กนกวรรณ ลีโรจนาประภา	
ประธานกรรมการ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิสักดิ์	พรพิมล ชัยวุฒิสักดิ์
กรรมการ ดร.ยุวดี กล่อมวิเศษ	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี		
ชื่อนักศึกษา	นาย จีรวุฒิ	ทองวิทยาคุณ	รหัสนักศึกษา 57051082
	นาย ณิชจักร์	เสียมชื่นภาพร	รหัสนักศึกษา 57051097
	นางสาว ธนัญญา	เปียปัญญา	รหัสนักศึกษา 57051116
	นาย พลิชฐ	กุลปวโรภาส	รหัสนักศึกษา 57051147
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติ		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ยุวดี กล่อมวิเศษ		



ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โมบายแอปพลิเคชันนี้เรียกว่า TestStatKMITL ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรม Android studio โดยรวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับการทดสอบค่าเฉลี่ย การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ การทดสอบความสัมพันธ์ การทดสอบความแปรปรวน และการทดสอบสัดส่วน โดยลักษณะของโมบายแอปพลิเคชันเป็นแบบสามารถค้นหาหลักการใช้การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี และการสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ โดยเริ่มจากการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ การเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ ซึ่งเนื้อหาจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของโมบายแอปพลิเคชัน นอกจากนี้โมบายแอปพลิเคชันได้ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้ใช้มากขึ้น รวมถึงการใช้คำสั่งโปรแกรม Rcmdr เบื้องต้น โมบายแอปพลิเคชันสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้จากเว็บไซต์ของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งโมบายแอปพลิเคชันนี้ใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ android เท่านั้น จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน TestStatKMITL ในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : โมบายแอปพลิเคชัน การทดสอบสมมติฐาน การทดสอบค่าเฉลี่ย การทดสอบการ
แจกแจงแบบปกติ การทดสอบความสัมพันธ์ การทดสอบความแปรปรวน การทดสอบ
สัดส่วน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Mobile Application For Statistical Hypothesis Testing For The Bachelor Degree Research

Students Chirawut Thongwitthayakhun Student ID 57051082
 Nattajak Sangiamchuenpaphaporn Student ID 57051097
 Thanatchaya Piapanya Student ID 57051116
 Pasidh Kulpawaropas Student ID 57051147

Degree Bachelor of Science (Applied Statistics)

Department Statistics

Faculty Science

University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)

Academic year 2017

Advisor Dr.Yuwadee Klomwises

Abstract

The objectives of this special problem was to create a mobile application for guiding users on how to use statistical hypothesis for research at the bachelor degree level. This application, called TestStatKMITL, was created with Android studio software. The contents of this application are as follows: test of the means, test of normality, test of correlation, test of variance and test of proportion. Using this application, a user can search for principles of statistical hypothesis for research at the bachelor degree level and how to make a conclusion regarding the hypothesis. A usage starts by selecting a type of hypothesis testing and the type of statistical test. The contents of test will appear on screen after the selections were made. Moreover, the application will show some examples related to the hypothesis as well as how to use the commands of statistical software called Rcmdr to perform hypothesis testing. This mobile application can be downloaded from the website of the Department of Statistics, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. However, it can be used only on Android smartphone. In addition, users' satisfaction was analyzed of using the TestStatKMITL mobile application. The users here were fourth year students of the academic year 2017 in the Faculty of Science. The analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

results show that these users were satisfied the TestStatKMITL mobile application at the high to the highest level.

Keyword : mobile application, hypothesis testing, test of the means, test of normality, test of correlation, test of variance, test of proportion



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีและมีความถูกต้องในเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร.ยวดี กล่อมวิเศษ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา เอื้อเพื่อเอกสารต่างๆ และหนังสืออ้างอิง ที่ใช้ในการค้นคว้าข้อมูลและตรวจทานแก้ไขความถูกต้อง ตลอดจนติดตามผลงานทุกขั้นตอนของการดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ ลีโรจนาประภา และ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิคุณ คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อบกพร่อง ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณอัจฉรา แผ้วบาง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดาและมารดาของผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ให้การสนับสนุนและเป็นที่กำลังใจให้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำงานมาโดยตลอดจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

จิรวุฒิ	ทองวิทยาคุณ
ณัฐจักร์	เสงี่ยมชื่นภาพร
ธนัญญา	เปี้ยปัญญา
พลิชฐ์	กุลปวโรภาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำ การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	4
1.6 คำนียามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง.....	4
1.6.1 ประชากร (Population).....	4
1.6.2 ตัวอย่าง (Sample).....	4
1.6.3 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing).....	4
1.6.4 Search engine.....	4
1.6.5 Application.....	4
1.6.6 Mobile Application.....	5
1.6.7 Java.....	5
1.6.8 Program.....	5
1.6.9 โปรแกรมภาษา R.....	5
1.6.10 โปรแกรม R Commander.....	5
1.6.11 โปรแกรม Android studio.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย.....	7
2.1.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว.....	7
2.1.2 การทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม.....	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้าเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis).....	12
2.1.4 การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location หรือ One Sample Wilcoxon test).....	14
2.1.5 การทดสอบของวิลคอกซันแมนวิทนี (The Wilcoxon-Mann-Whitney test หรือ Two Sample Wilcoxon test).....	15
2.1.6 การทดสอบวิลคอกซันชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย (The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test หรือ Pair Sample Wilcoxon test).....	17
2.1.7 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test).....	18
2.1.8 การทดสอบของฟริดแมน (The Friedman Two-Way Analysis of Variance by Rank test).....	20
2.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ.....	23
2.2.1 Kolmogorov-Smirnov Test (Lilliefors Test).....	23
2.2.2 Shapiro-Wilk Test.....	24
2.3 การทดสอบความสัมพันธ์.....	24
2.3.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation).....	24
2.3.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอล (The Kendall rank correlation coefficient).....	25
2.4 การทดสอบความแปรปรวน.....	27
2.4.1 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของสองประชากร (F-test).....	27
2.4.2 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองกลุ่ม (Levene's Test).....	29
2.5 การทดสอบสัดส่วน.....	30
2.5.1 การทดสอบสัดส่วนของประชากรเดียว (Single Sample Proportion test).....	30
2.5.2 การทดสอบสัดส่วนของสองประชากร (Two Sample Proportion test).....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	34
3.1 การรวบรวมเนื้อหาของทฤษฎีสถิติ.....	34
3.2 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง.....	36
3.3 การออกแบบและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน.....	36
3.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำ การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	65
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	66
4.1 หน้าเริ่มต้นการใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน.....	67
4.2 หน้าเมนูหลัก.....	68
4.3 เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ.....	69
4.3.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย.....	69
4.3.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ.....	75
4.3.3 การทดสอบความสัมพันธ์.....	79
4.3.4 การทดสอบความแปรปรวน.....	83
4.3.5 การทดสอบสัดส่วน.....	87
4.4 เลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ.....	91
4.5 แนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น.....	100
4.6 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำ การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	101
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	106
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	106
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	108
ภาคผนวก.....	110
ภาคผนวก ก คู่มือชุดคำสั่งในโปรแกรม Rcmdr สำหรับวิเคราะห์การทดสอบ สมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	111
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชัน	
แนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี.....	178



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample Z-test) ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$)	7
2.2	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample Z-test) ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$)	8
2.3	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t-test) ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n < 30$)	8
2.4	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample Z-test) ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$)	9
2.5	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample Z-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$)	10
2.6	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample t-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) และค่าความแปรปรวนเท่ากัน	10
2.7	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample t-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) และค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน	11
2.8	การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มไม่อิสระกัน (Pair Sample t-test) ($n < 30$)	11
2.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวน	12
2.10	การบันทึกข้อมูลและจัดลงในตารางของการทดสอบของฟริตแมน	21
2.11	ผู้จัดการและผู้ช่วยได้ให้ลำดับที่กับพนักงานเพื่อเลื่อนขึ้นเงินเดือนปลายปี	26
2.12	ตารางลำดับที่ที่ให้โดยผู้จัดการมาเรียงลำดับจากน้อยไปมากและนำลำดับที่ที่ให้โดยผู้ช่วยมาหาค่า p, q	26
2.13	สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบความแปรปรวน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
2.14	สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบ ความแปรปรวนที่ได้ปรับปรุงแล้ว.....	29
2.15	สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบสัดส่วนของ ประชากรเดียว.....	30
2.16	สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบสัดส่วนของ สองประชากร.....	31
4.1	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน.....	102
4.2	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน.....	102
4.3	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้.....	103
4.4	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความสะดวกในการใช้งาน.....	103
4.5	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน.....	103
4.6	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน.....	104
4.7	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา.....	104
4.8	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน.....	104
4.9	ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อ สามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้.....	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1	แผนผังการทำงานของหน้าเมนูหลัก..... 38
3.2	แผนผังการทำงานของกรเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ..... 39
3.3	แผนผังการทำงานของกรทดสอบค่าเฉลี่ย..... 40
3.4	แผนผังการทำงานของกรทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 1 กลุ่ม..... 41
3.5	แผนผังการทำงานของกรทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม..... 42
3.6	แผนผังการทำงานของกรทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม (ต่อ)..... 43
3.7	แผนผังการทำงานของกรทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม..... 44
3.8	แผนผังการทำงานของกรทดสอบการแจกแจงแบบปกติ..... 45
3.9	แผนผังการทำงานของกรทดสอบความสัมพันธ์..... 46
3.10	แผนผังการทำงานของกรทดสอบความแปรปรวน..... 47
3.11	แผนผังการทำงานของกรทดสอบสัดส่วน..... 48
3.12	แผนผังการทำงานของกรเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ..... 49
3.13	แผนผังการทำงานของกรเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบต่อ (1)..... 50
3.14	แผนผังการทำงานของกรเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบต่อ (2)..... 51
3.15	แผนผังการทำงานของกรทดสอบสมมติฐานทางสถิติทั้ง 19 การทดสอบ..... 52
3.16	หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือก สร้างอินเทอร์เน็ตเฟส..... 53
3.17	โค้ดของการเริ่มสร้างหน้าจ่อินเทอร์เน็ตเฟส..... 53
3.18	หน้าต่างของการเริ่มสร้างหน้าจ่อินเทอร์เน็ตเฟส..... 54
3.19	หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง TextView..... 55
3.20	การสร้าง TextView ด้วยการเขียนโค้ดของตัวสถิติที่แนะนำ..... 55
3.21	หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของตัวสถิติที่แนะนำ..... 56
3.22	การสร้าง TextView เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของ One sample t test..... 57
3.23	หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของ One sample t test เพิ่มขึ้น..... 57
3.24	หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง RadioGroup..... 58
3.25	หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง RadioButton.... 58
3.26	การสร้าง RadioGroup หรือ RadioButton ด้วยการเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือก..... 59
3.27	หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือก..... 59
3.28	หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง Button..... 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานาน เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.29 การสร้างปุ่มกดหรือ Button ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม MAIN MENU.....	60
3.30 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม MAIN MENU.....	61
3.31 การสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม BACK.....	62
3.32 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม BACK เพิ่มขึ้น.....	62
3.33 การสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT.....	63
3.34 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT เพิ่มขึ้น.....	63
3.35 โค้ดการทำงานของโมบายแอปพลิเคชันฯ ของหน้าต่างตัวสถิติที่แนะนำคือ One sample t test.....	64
4.1 หน้าต่างของหน้าเริ่มต้นการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันฯ.....	67
4.2 หน้าต่างเมนูหลักของโมบายแอปพลิเคชันฯ.....	68
4.3 หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อ เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ.....	69
4.4 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก การทดสอบค่าเฉลี่ย.....	69
4.5 หน้าต่างของการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยเลือกทดสอบค่าเฉลี่ย ตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม.....	70
4.6 หน้าต่างของการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยเลือกตัวอย่างที่มีการแจกแจงแบบปกติ.....	70
4.7 หน้าต่างการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	71
4.8 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ยของ การทดสอบ ANOVA.....	71
4.9 หน้าต่างการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	72
4.10 หน้าต่างวิธีการทดสอบ ANOVA ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ย.....	72
4.11 หน้าต่างการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อ ตัวอย่างการทดสอบ.....	73
4.12 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยของ การทดสอบ ANOVA.....	73
4.13 หน้าต่างแท็บ MENU ของการทดสอบ ANOVA.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 หน้าต่างแท็บ HISTORY MENU ของการทดสอบ ANOVA.....	74
4.15 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ.....	75
4.16 หน้าต่างของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดยเลือกตัวอย่างในกลุ่ม มีจำนวนมากกว่า 50.....	75
4.17 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	76
4.18 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบ การแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test.....	76
4.19 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov Smirnov test โดยเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	77
4.20 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Kolmogorov smirnov test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ.....	77
4.21 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ.....	78
4.22 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของ การทดสอบ Kolmogorov smirnov test.....	78
4.23 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก การทดสอบความสัมพันธ์.....	79
4.24 หน้าต่างของการทดสอบความสัมพันธ์โดยเลือกตัวอย่างเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ และไม่มีการแจกแจงแบบปกติ.....	79
4.25 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือก หัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	80
4.26 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ ของการทดสอบ Kendall-tau test.....	80
4.27 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือก หัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.28 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Kendall-tau test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์.....	81
4.29 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ.....	82
4.30 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบความสัมพันธ์ของ การทดสอบ Kendall-tau test.....	82
4.31 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก การทดสอบความแปรปรวน.....	83
4.32 หน้าต่างของการทดสอบความแปรปรวนโดยเลือกทดสอบความแปรปรวน ตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม.....	83
4.33 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test โดยเลือก หัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	84
4.34 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบความ แปรปรวนของการทดสอบ Levene test.....	84
4.35 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test โดยเลือก หัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	85
4.36 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Levene test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบความแปรปรวน.....	85
4.37 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test โดยเลือก หัวข้อตัวอย่างการทดสอบ.....	86
4.38 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบความแปรปรวนของ การทดสอบ Levene test.....	86
4.39 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก การทดสอบสัดส่วน.....	87
4.40 หน้าต่างของการทดสอบสัดส่วนโดยเลือกทดสอบสัดส่วนตัวอย่าง 1 กลุ่ม.....	87
4.41 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	88
4.42 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบ สัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test.....	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.43 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test โดยเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	89
4.44 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Single sample proportion test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบสัดส่วน.....	89
4.45 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ.....	90
4.46 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test.....	90
4.47 หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ.....	91
4.48 หน้าต่างของการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ.....	91
4.49 หน้าต่างของการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบโดยเลือกหัวข้อ One Sample t-test.....	92
4.50 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test.....	92
4.51 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	93
4.52 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบของการทดสอบ One Sample t-test.....	93
4.53 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ.....	94
4.54 หน้าต่างวิธีการทดสอบ One Sample t-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr.....	94
4.55 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อ ตัวอย่างการทดสอบ.....	95
4.56 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบของการทดสอบ One Sample t-test.....	95
4.57 หน้าต่างของการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบโดยเลือกหัวข้อ One Sample Wilcoxon-test.....	96
4.58 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test.....	96
4.59 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ.....	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.60	หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test..... 97
4.61	หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ..... 98
4.62	หน้าต่างวิธีการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr..... 98
4.63	หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อ ตัวอย่างการทดสอบ..... 99
4.64	หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test..... 99
4.65	หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อแนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น..... 100
4.66	หน้าต่างของคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการใช้งานโปรแกรม R Commander (Rcmdr) ผ่านโปรแกรม R..... 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันงานวิจัยในระดับปริญญาตรีส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลซึ่งจำเป็นจะต้องใช้วิธีการทางสถิติเข้ามาเกี่ยวข้อง และหลากหลายสาขาวิชามักจะนำสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น สาขาเคมีอุตสาหกรรม ใช้วิเคราะห์ตัวแปรสารเคมีที่ใช้เร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิ ปริมาณสารเคมี เพื่อศึกษาความแตกต่างของการเร่งปฏิกิริยาเคมี สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม ใช้วิเคราะห์ตัวแปรชนิดของพืชในแหล่งน้ำต่างๆ ขนาดแหล่งน้ำ ปริมาณพืชชนิดต่างๆ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณออกซิเจน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษของแต่ละแหล่งน้ำ สาขาชีววิทยา ใช้วิเคราะห์ตัวแปรปริมาณแบคทีเรีย ชนิดของแบคทีเรีย อุณหภูมิ ชนิดของถังหมัก เพื่อศึกษาการเร่งปฏิกิริยาในการหมัก เป็นต้น ซึ่งในบางครั้งอาจก่อให้เกิดการใช้วิธีการทางสถิติหรือการทดสอบสมมติฐานทางสถิติไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ เช่น

ใช้สถิติ Friedman Test ทดสอบผลต่างของค่ากลางของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน แทนที่จะใช้ Wilcoxon Mann Whitney Test

ใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test ทดสอบผลต่างของค่ากลางของประชากรมากกว่า 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน แทนที่จะใช้ Friedman Test

ใช้สถิติ The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test ทดสอบผลต่างของค่ากลางของประชากรมากกว่า 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน แทนที่จะใช้ Kruskal-Wallis Test ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้องตามทฤษฎีทางสถิติและนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาด

ในยุคปัจจุบันนี้เป็นยุคที่มีความสะดวกสบายสูง เป็นยุคที่ทุกสิ่งทุกอย่างรวดเร็วตอบสนองได้ทันใจ ติดต่อสื่อสารง่าย โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทุกคนพกพาติดตัวเสมอ อีกทั้งเทคโนโลยีของโทรศัพท์มือถือก็ยิ่งก้าวไกล เช่น เทคโนโลยีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เร็วขึ้น เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารผ่านทางข้อความ โดยในโทรศัพท์มือถือจะมีแอปพลิเคชันที่ทำให้ผู้ใช้งานได้ง่าย ตอบสนองความต้องการได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมการทดสอบสมมติฐานที่ใช้ในงานวิจัยในระดับปริญญาตรี และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือจัดทำโมบายแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี โดยเขียนด้วยภาษา JAVA แล้วแปลงเป็นแอปพลิเคชันลงในระบบปฏิบัติการแบบ android ซึ่งลักษณะของโมบายแอปพลิเคชันเป็นแบบสามารถค้นหาหลักการใช้การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี การสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ และมีตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาดังกล่าว รวมถึงคำสั่งในโปรแกรม Rcmdr เบื้องต้นเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับงานวิจัยในระดับปริญญาตรีได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาชุดคำสั่งในโปรแกรม Rcmdr สำหรับวิเคราะห์การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี
3. เพื่อพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) สำหรับแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

โมบายแอปพลิเคชันจะแนะนำให้ผู้ใช้เลือกการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่มีขอบเขต ดังนี้

การทดสอบค่าเฉลี่ย

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample Z-test) ทราบ/ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$)

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t-test) ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n < 30$)

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample Z-test) ทราบ/ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$)

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample t-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) ซึ่งความแปรปรวนของประชากรอาจเท่ากัน/ไม่เท่ากัน

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มไม่อิสระกัน (Pair Sample t-test) ($n < 30$)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis)

การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location หรือ One Sample Wilcoxon test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบของวิลคอกซ์แมนวิทนี (The Wilcoxon-Mann-Whitney test หรือ Two Sample Wilcoxon test)

การทดสอบวิลคอกซ์ชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย (The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test หรือ Pair Sample Wilcoxon test)

การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test)

การทดสอบของฟรี้ดแมน (The Friedman Two-Way Analysis of Variance by Rank Test)

การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test)

การทดสอบของชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test)

การทดสอบความสัมพันธ์

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เคนดอลล์ (Kendall's tau-b correlation)

การทดสอบความแปรปรวน

การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของสองประชากร (F-test)

การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองกลุ่ม (Levene's test)

การทดสอบสัดส่วน

การทดสอบสัดส่วนของประชากรเดียว (Single Sample Proportion test)

การทดสอบสัดส่วนของสองประชากร (Two Sample Proportion test)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โมบายแอปพลิเคชันจะช่วยแนะนำให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจเลือกใช้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
2. ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการใช้คำสั่งในโปรแกรมภาษา Rcmdr ได้ และสามารถเลือกใช้คำสั่งในโปรแกรมภาษา Rcmdr ได้อย่างถูกต้อง
3. งานวิจัยฉบับนี้สามารถนำความรู้ไปใช้และพัฒนาให้โมบายแอปพลิเคชันครอบคลุมการใช้สถิติในงานวิจัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

ใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีผ่านทาง Application android และวิธีการใช้โปรแกรมภาษา Rcmdr มากน้อยเพียงใด โดยทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 ทุกภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยจะประเมินความพึงพอใจในรายละเอียดต่างๆ ของโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

1.6 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของศัพท์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อธิบายได้ดังนี้

1.6.1 ประชากร (Population) คือ กลุ่มของสิ่งทั้งหมดที่จะให้ข้อมูลตามที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มของคน สัตว์ สิ่งของก็ได้ เช่น ศึกษาถึงน้ำหนักของลูกสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรใหม่ ประชากรคือลูกสุกรทุกตัวที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารสูตรใหม่ หรือการศึกษาถึงวงจรชีวิตของแมลงชนิดหนึ่ง ประชากรคือแมลงชนิดนี้ทุกๆ ตัว ประชากรจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ประชากรจำกัดและประชากรอนันต์ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่สามารถนับจำนวนได้แน่นอนและนับจำนวนไม่ได้ตามลำดับ (อุมาพร จันทร, 2542)

1.6.2 ตัวอย่าง (Sample) คือ กลุ่มย่อยของประชากรหรือส่วนหนึ่งของประชากรที่ถูกเลือกมาศึกษา ในสถิติเชิงอนุมานนั้นจำเป็นต้องใช้ “ตัวอย่างสุ่ม” (Random sample) เนื่องจากต้องนำผลการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างไปสรุปถึงกลุ่มประชากร (อุมาพร จันทร, 2542)

1.6.3 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) คือ เมื่อต้องการสรุปผลเกี่ยวกับกลุ่มประชากรว่าจะมีลักษณะตามที่คาดคิดหรือสงสัยหรือไม่ โดยนำสิ่งที่คาดคิดหรือสงสัยนี้เองมาตั้งปัญหาหรือสมมติฐานเพื่อตอบข้อสงสัยนั้นๆ ซึ่งจะได้คำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” (อุมาพร จันทร, 2542)

1.6.4 Search engine คือ ระบบหรือโปรแกรมที่สามารถค้นหาสิ่งที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการค้นหาที่สอดคล้องกับระบบได้

1.6.5 Application คือ โปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ที่ออกแบบมาสำหรับ Mobile (โมบาย) Tablet (แท็บเล็ต) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งในแต่ละระบบปฏิบัติการจะมีผู้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งจะมีให้ดาวน์โหลดทั้งฟรีและจ่ายเงิน ทั้งในด้านการศึกษา ด้านการสื่อสารหรือแม้แต่ด้านความบันเทิงต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.6 Mobile Application คือ การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือแท็บเล็ตโดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือหรือสมาร์ทโฟนมีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่ยอมรับมากก็คือ ios และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก อย่างเช่น แพนที, เกมส์, โปรแกรมคุยต่างๆ และหลายธุรกิจก็เข้าไปเน้นในการพัฒนา Mobile Application เพื่อเพิ่มช่องทางในการสื่อสารกับลูกค้ามากขึ้น ตัวอย่าง Application ที่ติดมากับโทรศัพท์ อย่าง แอปพลิเคชันเกมส์ชื่อดังที่ชื่อว่า Angry Birds หรือ facebook ที่สามารถแชร์เรื่องราวต่างๆ ไม่ว่าจะ เป็นความรู้สึก สถานที่ รูปภาพ ผ่านทางแอปพลิเคชันได้โดยตรงไม่ต้องเข้าเว็บเบราว์เซอร์

1.6.7 Java คือ โปรแกรมภาษาที่ถูกพัฒนามาเพื่อรองรับการออกแบบซอฟต์แวร์ที่มีการ เชื่อมโยง Internet อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมที่สนับสนุนแนวความคิดของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือที่รู้จักกันดีที่เรียกว่า OOP (Object-Oriented Programming) โดยมีความสามารถเฉพาะตัวต่าง จากโปรแกรมภาษาชั้นสูงอื่นๆ เช่น C หรือ C++ ในเรื่องของการทำงานข้ามระบบปฏิบัติการ หรือ Platform ได้โดยไม่ต้องมีการ compile ใหม่

1.6.8 Program คือ ชุดคำสั่งที่เป็นระบบขั้นตอนสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซึ่งโปรแกรม ที่จะใช้สั่งงานคอมพิวเตอร์ได้นั้นจะต้องเขียนด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้ เรียกภาษาที่ใช้สั่งคอมพิวเตอร์นี้ว่า ภาษาคอมพิวเตอร์โดยผลลัพธ์จะได้ตามความต้องการ ซึ่ง กฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ควบคุมการเขียนโปรแกรม คือ ภาษาโปรแกรม (Programming Language) โดย คนที่มีอาชีพด้านนี้จะเรียกว่า นักเขียนโปรแกรม (Programmer) ผู้เขียนโปรแกรมจะรับข้อกำหนด ของโปรแกรมจากนักวิเคราะห์ และดำเนินการเขียนโปรแกรมให้ตรงตามข้อกำหนดนั้นๆ

1.6.9 โปรแกรมภาษา R คือ R เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่เป็นที่ใช้นับว่าทางสถิติ เพราะเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (open source) ที่ใช้งานได้ฟรี รองรับระบบปฏิบัติการหลายระบบ ปฏิบัติการทั้ง Windows Mac OS หรือ Linux โดยการทำงานของ R ที่นิยมเนื่องจากมี built-in function ทางด้านสถิติที่มีปริมาณมาก รวมถึงสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และมีความสามารถแสดงผลการทำงานในรูปแบบกราฟ แต่จะพบว่าการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา R อาจจะไม่ปรากฏเครื่องมือในการ (tools) ช่วยเหลือการทำงานมากนัก แต่ R สามารถประมวลผลได้ รวดเร็ว จึงได้รับความนิยมโดยเฉพาะการใช้งานเพื่อวิเคราะห์ data sciences และ big data

1.6.10 โปรแกรม R Commander คือ เนื่องจากการใช้ R ในรูปของ RGui ผู้ใช้มักประสบ ปัญหาในการใช้ฟังก์ชันต่างๆ เนื่องจากจำรูปแบบของคำสั่งไม่ได้หรือกำหนดค่า argument ต่างๆ ไม่ ถูกต้อง Prof. John Fox ได้ทราบถึงปัญหานี้ จึงได้พัฒนาแพ็คเกจของ R ชื่อว่า [Rcmdr] ซึ่งช่วยให้ การทำงานใน R ง่ายขึ้น โดยแพ็คเกจนี้จะสร้างอินเตอร์เฟซ (interface) ที่มีลักษณะการทำงานแบบ

เมนูคล้ายคลึงกับโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติอื่นๆ เช่น SPSS หรือ MINITAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.11 โปรแกรม Android studio คือ เครื่องมือไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะโดยวัตถุประสงค์ของ Android studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ซึ่งสามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่นสามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในที่นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีทางสถิติ การสรุปผล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อหลักต่างๆ คือ

- 2.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย
- 2.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ
- 2.3 การทดสอบความสัมพันธ์
- 2.4 การทดสอบความแปรปรวน
- 2.5 การทดสอบสัดส่วน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย

2.1.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว

เป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรที่สนใจมีค่าเท่ากับค่าคงที่ที่กำหนดหรือไม่ สมมติฐานที่จะทดสอบ ได้แก่

$$\begin{array}{lll} H_0 : \mu = \mu_0 & \text{หรือ} & H_0 : \mu \leq \mu_0 & \text{หรือ} & H_0 : \mu \geq \mu_0 \\ H_1 : \mu \neq \mu_0 & & H_1 : \mu > \mu_0 & & H_1 : \mu < \mu_0 \end{array}$$

ในการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว มีรายละเอียดดังนี้
(สุจิตรา สุคนธรัตน์, 2556)

ตารางที่ 2.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample Z-test)
ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$H_0 : \mu \leq \mu_0$	$H_1 : \mu > \mu_0$	$Z > Z_\alpha$	$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$
$H_0 : \mu \geq \mu_0$	$H_1 : \mu < \mu_0$	$Z < -Z_\alpha$	
$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$	$Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$	
เงื่อนไข			
1. ประชากรมีการแจกแจงปกติ หรือ ถ้าไม่ทราบการแจกแจงของประชากรแต่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n \geq 30$)			
2. ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample Z-test) ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$H_0 : \mu \leq \mu_0$	$H_1 : \mu > \mu_0$	$Z > Z_\alpha$	$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$
$H_0 : \mu \geq \mu_0$	$H_1 : \mu < \mu_0$	$Z < -Z_\alpha$	
$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$	$Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$	
เงื่อนไข			
1. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n \geq 30$)			
2. ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)			

ตารางที่ 2.3 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (One Sample t-test) ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n < 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$H_0 : \mu \leq \mu_0$	$H_1 : \mu > \mu_0$	$t > t_{\alpha, n-1}$	$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$
$H_0 : \mu \geq \mu_0$	$H_1 : \mu < \mu_0$	$t < -t_{\alpha, n-1}$	
$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$	$t > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ หรือ $t < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$	
เงื่อนไข			
1. ประชากรมีการแจกแจงปกติ			
2. ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)			
3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n < 30$)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม

เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของสองประชากร สมมติฐานที่จะทดสอบ ได้แก่

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0 \quad \text{หรือ} \quad H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq d_0 \quad \text{หรือ} \quad H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq d_0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq d_0 \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 > d_0 \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

เมื่อ d_0 เป็นค่าคงที่ใดๆ ถ้า $d_0 = 0$ จะเป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของสองประชากรเท่ากัน ซึ่งอาจตั้งสมมติฐานเป็น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad H_0 : \mu_1 \leq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

ในการทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้ (สุจิตรา สุคนธมัต, 2556)

ตารางที่ 2.4 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample Z-test) ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$\mu_1 - \mu_2 \leq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 > d_0$	$Z > Z_\alpha$	$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
$\mu_1 - \mu_2 \geq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 < d_0$	$Z < -Z_\alpha$	
$\mu_1 - \mu_2 = d_0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq d_0$	$Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$	
เงื่อนไข			
1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด หรือ ถ้ามีการแจกแจงแบบอื่นๆ แต่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$) 3. ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample Z-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$\mu_1 - \mu_2 \leq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 > d_0$	$Z > Z_\alpha$	$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$
$\mu_1 - \mu_2 \geq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 < d_0$	$Z < -Z_\alpha$	
$\mu_1 - \mu_2 = d_0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq d_0$	$Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$	
เงื่อนไข			
1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด หรือ ถ้ามีการแจกแจงแบบอื่นๆแต่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$) 3. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2)			

ตารางที่ 2.6 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample t-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) และค่าความแปรปรวนเท่ากัน

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$\mu_1 - \mu_2 \leq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 > d_0$	$t > t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$
$\mu_1 - \mu_2 \geq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 < d_0$	$t < -t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	
$\mu_1 - \mu_2 = d_0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq d_0$	$t > t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$ หรือ $t < -t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$	
			เมื่อ
			$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$
เงื่อนไข			
1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด 3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n_1 < 30, n_2 < 30$) 4. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) และ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน (Two Sample t-test) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) และค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$\mu_1 - \mu_2 \leq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 > d_0$	$t > t_{\alpha, v}$	$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$ $v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$
$\mu_1 - \mu_2 \geq d_0$	$\mu_1 - \mu_2 < d_0$	$t < -t_{\alpha, v}$	
$\mu_1 - \mu_2 = d_0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq d_0$	$t > t_{\frac{\alpha}{2}, v}$ หรือ $t < -t_{\frac{\alpha}{2}, v}$	
เงื่อนไข			
1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด 3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n_1 < 30, n_2 < 30$) 4. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) และ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$			

ตารางที่ 2.8 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มไม่อิสระกัน (Pair Sample t-test) ($n < 30$)

H_0	H_1	บริเวณปฏิเสธ	สถิติที่ใช้ทดสอบ
$\mu_d \leq d_0$	$\mu_d > d_0$	$t > t_{\alpha, n-1}$	$t = \frac{\bar{D} - d_0}{s_D / \sqrt{n}}$ $\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$ $S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_i^2 - n\bar{D}^2}{n-1}}$
$\mu_d \geq d_0$	$\mu_d < d_0$	$t < -t_{\alpha, n-1}$	
$\mu_d = d_0$	$\mu_d \neq d_0$	$t > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ หรือ $t < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$	
เงื่อนไข			
1. $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยการสุ่มตัวอย่างเป็นคู่จากประชากรชุดเดียวกัน ($n < 30$) 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติ 3. D_i เป็นผลต่างของค่าสังเกตเป็นคู่ (X_{1i} และ X_{2i}) โดยที่ D_i มีการแจกแจงปกติ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวอย่าง k กลุ่มเลือกมาจากประชากร k กลุ่ม
2. แต่ละประชากรมีการกระจายแบบปกติ
3. แต่ละประชากรมีประชากรเท่ากัน

สมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$

H_1 : มีอย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ยสองตัวไม่เท่ากัน

หรือ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$

H_1 : มี $\mu_i \neq \mu_j$ อย่างน้อย 1 คู่ และ $i \neq j$

การทดสอบ ใช้การวิเคราะห์ด้วยความแปรปรวน หรือใช้สูตร $F = \frac{MST_r}{MSE}$ ดังตารางการวิเคราะห์ ดังนี้ (อุมาพร จันทกร, 2558)

ตารางที่ 2.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation (SOV)	Degree of freedom	(SS.) Sum of Square	(MS.) Mean of Square	F-ratio
Treatment	k-1	SST _r	MST _r	$\frac{MST_r}{MSE}$
Error	n-k	SSE	MSE	
Total	n-1	SST		

เมื่อ SST_r = Sum of square of treatments

SSE = Sum of square of error

SST = Sum of square total

$$MST_r = \frac{SST_r}{df.} = \frac{SST_r}{k-1}$$

$$MSE = \frac{SSE}{df.} = \frac{SSE}{n-k}$$

สูตรในการคำนวณ จากการใช้แบบจำลอง $X_{ij} = \bar{X}_j + t_j + e_{ij}$ และได้แยกผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าเฉลี่ยออกเป็นส่วนใหญ่ๆได้ดังนี้

$$SST = SST_r + SSE$$

สามารถกระจายสูตรของ Sum Square เหล่านี้ให้ย้ายในทางปฏิบัติได้ดังนี้

$$SST = \sum \sum X_{ij}^2 - C.T. \text{ เมื่อ } C.T. = \text{Correction} = \frac{T^2}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SST_r = \frac{\sum_{j=1}^k T_j^2}{n_j} - C.T.$$

และ $SSE = SST - SST_r$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F > F_{\alpha, k-1, n-k}$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis) มีศัพท์ทางสถิติที่สำคัญ ดังนี้

ทรีทเมนต์หรือทรีทเมนต์ (Treatment) คือ สิ่งหรือวิธีปฏิบัติต่อหน่วยทดลองเพื่อวัดผลเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง (อุมพร จันทร, 2558)

หน่วยทดลอง (Experimental Unit) คือ สิ่งหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งของสิ่งทดลองซึ่งได้รับทรีทเมนต์เดียวกันในการกระทำครั้งใดครั้งหนึ่ง (อุมพร จันทร, 2558)

การเปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc Comparison)

การทดสอบความแปรปรวนนั้นจะเป็นการทดสอบแบบรวมว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันหรือไม่ หากผลการทดสอบพบว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติและต้องการทราบค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน จะต้องทำการทดสอบค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่ (อุมพร จันทร, 2542)

การเปรียบเทียบรายคู่โดยการทดสอบภายหลังเรียกว่า "Post hoc" ซึ่งวิธีที่นิยมมากที่สุดคือ

การทดสอบของทูกีย์ (Tukey's w Test)

การทดสอบการแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ของทูกีย์ เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละคู่คล้ายกับวิธี LSD กล่าวคือใช้ค่าวิกฤตเพียงค่าเดียวในการเปรียบเทียบกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทุกคู่ แต่ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกคู่เป็นไปได้นั้นจะใช้ค่าวิกฤตของพิสัยสตีวเดนโดซ์ โดยที่จำนวนทรีทเมนต์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองจะนำมาพิจารณาในการคำนวณหาค่าวิกฤตด้วย (สายชล สีนสมบูรณ์ทอง, 2558)

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} \tau_\alpha &= \frac{q_\alpha(p, df.)}{\sqrt{2}} \sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \\ &= q_\alpha(p, df.) \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} ; n_i \neq n_j \\ &= q_\alpha(p, df.) \sqrt{\frac{MSE}{n}} ; n_i = n_j \end{aligned}$$

เมื่อ $q_\alpha(p, df.)$ คือ ค่าวิกฤตของพิสัยสตีวเดนโดซ์ที่ระดับนัยสำคัญที่มีจำนวนทรีทเมนต์ p ทรีทเมนต์และองศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ $df.$

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i, n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้เรียนการสอนในชั้นเรียนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location หรือ One Sample Wilcoxon test)

บางครั้งเราต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร แต่มีเหตุผลบางอย่างที่ไม่สามารถใช้การทดสอบ Z หรือ t เช่นถ้ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กคือ $n < 30$ จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ เราจึงต้องมองหาสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ที่เหมาะสม เช่น การทดสอบเครื่องหมาย ใช้กับข้อมูลที่มีตัวอย่างกลุ่มเดียวหรือเมื่อมีข้อมูลเป็นแบบจับคู่ แต่ถ้า ข้อมูลมีสเกลแบบช่วง (Interval scale) ขึ้นไป สถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ การทดสอบวิลคอกซัน ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวอย่างได้มาโดยการสุ่ม
2. ตัวแปรที่สนใจศึกษาเป็นแบบต่อเนื่อง
3. การแจกแจงของประชากรเป็นแบบสมมาตรตรงค่าเฉลี่ย μ
4. สเกลของการวัดอย่างน้อยที่สุดเป็นแบบช่วง

สมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติสามารถทดสอบได้ ดังนี้

$$H_0 : \mu = \mu_0 \text{ VS } H_1 : \mu \neq \mu_0$$

$$H_0 : \mu \geq \mu_0 \text{ VS } H_1 : \mu < \mu_0$$

$$H_0 : \mu \leq \mu_0 \text{ VS } H_1 : \mu > \mu_0$$

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณค่าความแตกต่างของค่าสังเกตแต่ละตัว X_i กับค่าเฉลี่ย μ_0 คือ $d_i = X_i - \mu_0$ ถ้า $d_i = 0$ เอาค่าสังเกตตัวนั้นออกและลด n ลงตามจำนวนศูนย์
2. เรียงลำดับ d_i จากน้อยที่สุดไปมากที่สุดโดยไม่สนใจเครื่องหมาย ถ้า $|d_i|$ มีค่าเท่ากันหลายตัวให้หาค่าเฉลี่ยของอันดับเป็นอันดับเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น มี $|d_i|$ ที่มีค่าน้อยที่สุด 3 ตัว ให้ อันดับที่เป็น 1, 2 และ 3 คำนวณหาอันดับเฉลี่ยได้เท่ากับ $(1 + 2 + 3) / 3 = 2$ ให้ค่าที่น้อยที่สุด 3 ตัว นั้นมีอันดับเป็น 2 ทุกตัว
3. ให้แต่ละอันดับมีเครื่องหมายของ d_i
4. หา T^+ คือผลบวกของอันดับที่มีเครื่องหมายบวก T^- คือผลบวกของอันดับที่มีเครื่องหมายลบ

สถิติทดสอบ

สถิติทดสอบวิลคอกซัน คือ T^+ หรือ T^- ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสมมติฐานแย้ง ถ้าสมมติฐานสูญเป็นจริง นั่นคือ ถ้าค่าเฉลี่ยของประชากรมีค่าเท่ากับค่าที่คาดหวังและเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ค่าคาดหวังของ T^+ เท่ากับค่าคาดหวังของ T^-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ $H_0 : \mu = \mu_0$ VS $H_1 : \mu \neq \mu_0$ สถิติทดสอบคือ $T+$ หรือ $T-$ ตัวที่มีค่าเล็กกว่า

สำหรับ $H_0 : \mu \geq \mu_0$ VS $H_1 : \mu < \mu_0$ สถิติทดสอบคือ $T+$

สำหรับ $H_0 : \mu \leq \mu_0$ VS $H_1 : \mu > \mu_0$ สถิติทดสอบคือ $T-$

ค่าวิกฤติของสถิติทดสอบวิลคอกซันเปิดจากตาราง Probability Levels for the Wilcoxon Signed Rank Test

การตัดสินใจ

กฎการตัดสินใจที่สมมติฐานแย้งแตกต่างกัน 3 แบบ คือ

สำหรับสมมติฐานแย้ง $H_1 : \mu \neq \mu_0$ เราตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ถ้าค่า T ที่คำนวณได้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ T ที่เปิดจากตาราง Probability Levels for the Wilcoxon Signed Rank Test ที่ตัวอย่างขนาด n และที่ความน่าจะเป็น $\alpha/2$

สำหรับสมมติฐานแย้ง $H_1 : \mu < \mu_0$ เราตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ถ้า $T+$ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ T ที่เปิดจากตาราง ที่ตัวอย่างขนาด n และที่ความน่าจะเป็น α

สำหรับสมมติฐานแย้ง $H_1 : \mu > \mu_0$ เราตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ถ้า $T-$ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ T ที่เปิดจากตาราง ที่ตัวอย่างขนาด n และที่ความน่าจะเป็น α

2.1.5 การทดสอบของวิลคอกซันแมนวิทนี (The Wilcoxon-Mann-Whitney test หรือ Two Sample Wilcoxon test)

บางครั้งเรียกว่า Mann-Whitney U test หรือ Mann-Whitney-Wilcoxon Test ซึ่งการทดสอบของวิลคอกซันแมนวิทนี เป็นสถิติศาสตร์แบบนอนพาราเมตริกที่มีคุณสมบัติการทดสอบใกล้เคียงกับ t-test หรือถือว่ามีประสิทธิภาพในการทดสอบสูง เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเหมือนกัน ถ้าเกิดมีความแตกต่างของประชากรทั้งสองกลุ่มจะเป็นความแตกต่างของค่ากลางของข้อมูล ดังนั้น การทดสอบนี้จึงเป็นการทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบมัธยฐานของประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระกัน (อุมพร จันทศร, 2542)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่ม ด้วยค่า X_1, X_2, \dots, X_{n_1} จากประชากรที่ 1 และตัวอย่างสุ่มอีก 1 ชุด ด้วยค่าสังเกต Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} จากประชากรที่ 2 ซึ่งเป็นอิสระกัน
2. กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน
3. ตัวแปรสุ่มเป็นตัวแปรต่อเนื่อง
4. ข้อมูลมีระดับการวัดอยู่ในมาตราเรียงลำดับเป็นอย่างน้อย
5. ฟังก์ชันการแจกแจงของ 2 ประชากรต่างกันเฉพาะค่ากลาง (ซึ่งนิยามวัดด้วยมัธยฐาน)

นั่นคือประชากรทั้ง 2 ต้องมีการแจกแจงที่เหมือนกัน ต่างกันเฉพาะค่ากลางเท่านั้น

เอกสารนี้เผยแพร่ในทางปฏิบัติไม่จำเป็นต้องทราบว่ามีการแจกแจงแบบใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง

$$\begin{aligned} \text{กรณีที่ 1} \quad H_0 : M_1 &= M_2 \\ H_1 : M_1 &\neq M_2 \end{aligned}$$

การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว

$$\begin{aligned} \text{กรณีที่ 2} \quad H_0 : M_1 &\geq M_2 \\ H_1 : M_1 &< M_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กรณีที่ 3} \quad H_0 : M_1 &\leq M_2 \\ H_1 : M_1 &> M_2 \end{aligned}$$

เมื่อ M_1 = มัธยฐานของประชากรที่ตัวอย่างขนาด n_1 ถูกสุ่มมา

M_2 = มัธยฐานของประชากรที่ตัวอย่างขนาด n_2 ถูกสุ่มมา

สถิติทดสอบ

1. รวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกันและเรียงลำดับข้อมูลทั้งหมดจากน้อยไปมาก
2. ให้อันดับของข้อมูลจากตัวอย่างทั้งสอง
3. หาผลรวมของอันดับในแต่ละชุดตัวอย่าง

คำนวณหาสถิติทดสอบ T เมื่อ

$$T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$$

เมื่อ S คือ ผลรวมของอันดับจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_1 คือ จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

เกณฑ์การตัดสินใจ

การตัดสินใจขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่กำหนด โดยใช้ค่าวิกฤตจากตารางของ Mann-Whitney

ดังนี้

ถ้ากำหนดสมมติฐานแบบที่ 1

$$H_0 : M_1 = M_2$$

$$H_1 : M_1 \neq M_2$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ หรือ $T > W_{1-\frac{\alpha}{2}}$ และ $W_{1-\frac{\alpha}{2}} = n_1 n_2 - W_{\frac{\alpha}{2}}$

ถ้ากำหนดสมมติฐานแบบที่ 2

$$H_0 : M_1 \geq M_2$$

$$H_1 : M_1 < M_2$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $T < W_{\alpha}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดสมมติฐานแบบที่ 3

$$H_0 : M_1 \leq M_2$$

$$H_1 : M_1 > M_2$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $T > W_{1-\alpha}$ เมื่อ $W_{1-\alpha} = n_1 n_2 - W_\alpha$

2.1.6 การทดสอบวิลคอกซันชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย (The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test หรือ Pair Sample Wilcoxon test)

การทดสอบวิลคอกซันชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบว่าประชากรสองกลุ่มที่สัมพันธ์กันมีค่ามัธยฐานต่างกันหรือไม่ โดยวิธีวิเคราะห์จะหาค่าสังเกต $D_i = X_i - Y_i$ เมื่อ $X_i =$ ค่าตัวแปรสุ่มของตัวอย่างจากประชากรที่ 1 และ $Y_i =$ ค่าตัวแปรสุ่มของตัวอย่างจากประชากรที่ 2 จากตัวอย่างคู่ขนาด n คู่ (อุมาพร จันทธร, 2542)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ค่า (X_i, Y_i) สำหรับทุกค่า i เป็นตัวแปรสุ่มแบบคู่ (Bivariate random variable)
2. ค่า D_i เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง และเป็นอิสระต่อกัน
3. ค่า D_i มีการแจกแจงที่สมมาตร
4. ค่า D_i มีมาตราวัดอย่างน้อยแบบอันตรภาค (Interval scale)

ข้อมูล

จากข้อมูลคู่ (D_i) n' คู่ คือ $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_{n'}, Y_{n'})$ ในตัวอย่างแต่ละคู่จะเปรียบเทียบค่า X_i และ Y_i โดยการหาค่าผลต่างสมบูรณ์ (absolute difference) คือ $|D_i| = |X_i - Y_i|$ เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n'$ ในกรณีที่ $D_i = 0$ จะเรียกว่า ties ให้ $n =$ จำนวนคู่ที่ไม่รวม ties ฉะนั้น $n \leq n'$ แล้วจัดลำดับให้ค่า $|D_i|$ โดยให้ค่าน้อยที่สุดเป็นอันดับที่ 1, 2, 3, ..., ค่ามากที่สุดเป็นอันดับที่ n

สมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง

กรณีที่ 1 $H_0 : M_1 = M_2$

$$H_1 : M_1 \neq M_2$$

การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว

กรณีที่ 2 $H_0 : M_1 \leq M_2$

$$H_1 : M_1 > M_2$$

กรณีที่ 3 $H_0 : M_1 \geq M_2$

$$H_1 : M_1 < M_2$$

เมื่อ $M_1 =$ มัธยฐานของประชากรที่ตัวอย่างขนาด n_1 คู่มา

$M_2 =$ มัธยฐานของประชากรที่ตัวอย่างขนาด n_2 คู่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบ

1. คำนวณค่า D_i โดย $D_i = X_i - Y_i$ สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, n'$ ถ้า $D_i = 0$ เรียกว่าเกิด tie จะไม่นำมาพิจารณา ดังนั้น จำนวน D_i จะลดลงเป็น $n \leq n'$

2. เรียงลำดับ $|D_i|$ จากน้อยไปหามาก (ถ้า $|D_i|$ มีลำดับเดียวกันให้แทนด้วยค่าของลำดับเฉลี่ยของจำนวนที่เท่ากัน)

3. แต่ละลำดับที่แทนค่าเครื่องหมายเดิม D_i

4. หาผลบวกของลำดับที่มีเครื่องหมายบวก (T^+) และผลบวกของลำดับที่มีเครื่องหมายลบ (T^-)

เกณฑ์การตัดสินใจ

ให้พิจารณาจากจำนวนคู่ที่ไม่เป็น ties คือ n คู่ ซึ่งแยกได้ 2 กรณี คือ

ตัวอย่างขนาดเล็ก ($n \leq 20$)

จะใช้ตารางแสดงค่าควอนไทล์ (Quartile) ของค่าสถิติทดสอบของวิลคอกซัน; W_α ถ้ากำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบ = α

การทดสอบสองทาง อาณาเขตวิกฤต คือ $T^+ > W_{1-\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $T^+ < W_{\frac{\alpha}{2}}$

การทดสอบทางเดียวด้านขวา อาณาเขตวิกฤต คือ $T^+ > W_{1-\alpha}$

การทดสอบทางเดียวด้านซ้าย อาณาเขตวิกฤต คือ $T^+ < W_\alpha$

ตัวอย่างขนาดใหญ่ ($n > 20$)

ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติ คือ $T \sim N(\mu_T, \sigma_T^2)$

เมื่อ $\mu_T = \frac{n(n+1)}{4}$, $\sigma_T^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{24}$

จะได้ $Z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} \sim N(0, 1)$ การหาอาณาเขตวิกฤตให้หาจากค่า Z

2.1.7 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test)

เป็นการทดสอบประชากร k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน มีวิธีการสำคัญ คือ ค่าคาดหวังของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ถ้าประชากรทั้ง k กลุ่มที่ค่ากลางไม่ต่างกันควรจะมีค่าพอยๆกันข้อมูลที่นำมาทดสอบประกอบด้วยข้อมูลจากตัวอย่างสุ่ม k ชุดแต่ละชุดอาจมีขนาดตัวอย่างแตกต่างกัน (อุมพร จันทร, 2542)

สมมติฐาน

H_0 : ค่ามัธยฐานของประชากร k กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่ามัธยฐานของประชากรอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกัน

หรือ $H_0: M_1 = M_2 = \dots = M_k$

$H_1: M_i \neq M_j$ อย่างน้อย 1 คู่ และ $i \neq j$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวารสารวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ สรุปลักษณะตอนได้ดังนี้

1. จัดลำดับของข้อมูลทั้งหมดรวมกันจากน้อยไปหามากโดยให้คะแนนต่ำสุดมีลำดับที่ 1 และคะแนนสูงสุดเป็นลำดับที่ n เมื่อ n เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. หาผลรวมของลำดับที่อยู่ในข้อมูลแต่ละชุด คือ $R_i, i=1,2,\dots,k$

3. คำนวณค่าสถิติ $H = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1)$

เมื่อ k = จำนวนประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน

R_i = ผลรวมของลำดับที่อยู่ในตัวอย่างที่ $i, i = 1, \dots, k$

n_i = ขนาดตัวอย่างชุดที่ $i, i = 1, \dots, k$

$n = \sum_{i=1}^k n_i$

ถ้า H_0 เป็นจริง H จะมีการแจกแจงประมาณได้ด้วย χ^2 ที่ $df = k-1$ ถ้า n_i มีค่าใหญ่พอสมควร

การหาอาณาเขตวิกฤตและการสรุปผล สามารถแยกได้ตามขนาดตัวอย่าง คือ

เมื่อ $n_i > 5$ การแจกแจงของค่าสถิติ H ประมาณได้ด้วย χ^2 ที่ $df = k-1$ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $= \alpha$ หออาณาเขตวิกฤตจากตาราง χ^2 $df = k-1$ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของ H มากกว่าหรือเท่ากับ χ^2 จากตาราง

เมื่อ $k = 3$ และ $n_i \leq 5$ ในแต่ละ k ใช้ตารางที่ kruskal สร้างไว้โดยแสดงค่าวิกฤตของ H พร้อมทั้งความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า H นั้นๆ ตารางของ Kruskal จะสามารถเปรียบเทียบค่า H หรือ p -value ได้ คือ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า H จากตัวอย่างมากกว่าหรือเท่ากับ H จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ α

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

เมื่อใช้การทดสอบของครัสคาลและวอลลิสแล้วพบว่า ปฏิเสธ H_0 แสดงว่ามีทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ มีประสิทธิภาพต่างกันเราสามารถเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ได้ด้วยวิธีของการเปรียบเทียบเฉลี่ยต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบทรีทเมนต์ทุกคู่

เมื่อต้องการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ที่ i และ j ว่าต่างกันหรือไม่

ให้ \bar{R}_i = ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนต์ที่ i

\bar{R}_j = ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนต์ที่ j

ที่ระดับนัยสำคัญ $= \alpha$

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $n =$ ผลรวมของขนาดตัวอย่าง k กลุ่ม

$$= n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

$$Z = \text{คะแนนมาตรฐานที่มีพื้นที่ปลายทางด้านขวา} = \frac{\alpha}{k(k-1)}$$

หาค่า $|R_i - R_j|$ แล้วเทียบกับค่าวิกฤต

ถ้าค่า $|R_i - R_j| \leq$ ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ α

การเปรียบเทียบเช่นนี้ สามารถทำได้ทุกคู่ที่เป็นไปได้ คือ ${}^k C_2$ คู่

หมายเหตุ

1. ถ้าทั้ง k ตัวอย่างมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน ($n_1 = n_2 = \dots = n_k$) ค่าวิกฤตจะเป็นค่า

$$Z \sqrt{\frac{k(n+1)}{6}}$$

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมักกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ α ให้มีค่าใหญ่กว่าปกติเพื่อให้คลุมทุกคู่ที่เปรียบเทียบ ดังนั้นค่า α ที่จะกำหนดจึงขึ้นอยู่กับค่า k คือถ้าค่า k มีค่าใหญ่จะกำหนดค่า α ให้มีค่าใหญ่ขึ้นเพราะต้องเปรียบเทียบจำนวนคู่ที่มากขึ้น ${}^k C_2$ คู่ และมักกำหนดค่า $\alpha = 0.15, 0.20$ หรือ 0.25 ขึ้นอยู่กับค่า k ว่าใหญ่แค่ไหน

2. เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

บางกรณีผู้วิจัยอยากเปรียบเทียบทริทเมนต์อื่นๆ กับสิ่งที่ใช้ประจำหรือเป็นฐานในการเปรียบเทียบซึ่งนิยมเรียกว่าเป็นกลุ่มควบคุม Control ในกรณีนี้จะมีจำนวนคู่ที่ทำการเปรียบเทียบเพียง $k-1$ คู่

การหาค่าวิกฤตยังคงเหมือนเดิมแต่ค่า Z จะเป็นค่า $Z_{\frac{\alpha}{2P}}$ เมื่อ $P =$ จำนวนคู่ที่ต้องการเปรียบเทียบ

2.1.8 การทดสอบของฟริตแมน (The Friedman Two-Way Analysis of Variance by Rank Test)

การทดสอบนี้จะใช้ผลรวมของลำดับที่ rank sums เป็นสถิติทดสอบ โดยมักเป็นอีกทางเลือกที่นักวิจัยใช้สำหรับแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ เมื่อการวิเคราะห์ด้วยสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ไม่เหมาะสม นั่นคือ ข้อสมมติเบื้องต้นของการทดสอบแบบเอฟ (F-test) ไม่เป็นจริงรวมทั้งข้อมูลที่ได้มาอาจอยู่ในรูปลำดับที่ด้วย (อุมพร จันทสร, 2542)

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ข้อมูลประกอบด้วยบล็อกที่เป็นอิสระกัน b บล็อก ด้วยขนาดเท่ากับ k และจะแทนคะแนนด้วยค่า X_{ij} เมื่อมาจาก บล็อกที่ i และทริทเมนต์ที่ j และสามารถจัดข้อมูลลงในตารางแจก

เอกสารนี้แจ้ง 2 ทาง โดยมี b แถวนอน และ k แถวตั้ง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าตัวแปรสุ่มมีลักษณะต่อเนื่อง
3. ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างบล็อกและทรีทเมนต์
4. ค่าสังเกตภายใน 1 บล็อก สามารถเรียงลำดับได้

สมมติฐาน

H_0 : ค่ามัธยฐานของทรีทเมนต์ทั้ง k ทรีทเมนต์ที่ไม่แตกต่างกัน

H_1 : มีอย่างน้อย 1 ค่ามัธยฐานที่แตกต่างจากค่ามัธยฐานอื่นๆ

หรือ $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$

$H_1: \tau_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า $j=1, 2, \dots, k$

ตารางที่ 2.10 การบันทึกข้อมูลและจัดลงในตารางของการทดสอบของฟรีดแมน

บล็อก	ทรีทเมนต์						
	1	2	3	...	j	...	k
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1j}	...	X_{1k}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...			
3							
...							
i							
b					X_{ij}		

สถิติที่ใช้ทดสอบ

ขั้นแรกให้เปลี่ยนค่าของข้อมูลดิบให้เป็นข้อมูลลำดับที่ภายในแต่ละบล็อก โดยให้เรียงลำดับจากน้อยสุดไปมากที่สุด ดังนั้น ภายใน 1 บล็อก จะมีค่าลำดับที่จาก 1 ถึง k และขั้นที่ 2 ให้หาผลรวมของลำดับที่ของแต่ละทรีทเมนต์

ฟรีดแมนได้สร้างสถิติทดสอบดังนี้

$$\chi_{dr}^2 = \left[\frac{12}{bk(k-1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3b(k+1) \right]$$

เมื่อ b = จำนวนบล็อก (หรือแถวอน)

k = จำนวนของทรีทเมนต์ (หรือแถวตั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สรุปเนื้อหาและเรียบเรียงขึ้นใหม่จากเอกสารต้นฉบับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$df. = k-1$$

และพบว่า ถ้าจำนวนทรีทเมนต์และบล็อกมีค่าน้อยจนเกินไป สามารถประมาณการแจกแจงของ $\chi^2_{df.}$ ได้ด้วยการแจกแจงแบบ χ^2 ที่ $df.=k-1$ ดังนั้นในการหาอาณาเขตวิกฤต จะหาจากตาราง χ^2 ที่ $df.=k-1$

แต่ถ้าจำนวนของแถวนอนหรือแถวตั้งมีค่าน้อยเกินไป การหาอาณาเขตวิกฤต ให้พิจารณาตาราง ที่ค่า b, k และ $\alpha = p$ หนึ่งๆ โดยตารางนี้จะใช้เมื่อ $k=3, b=2$ ถึง 15 $k=4, b=2$ ถึง 8 และ $k=5, b=3$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Multiple Comparison)

จากการทดสอบของฟรีดแมน ถ้าปฏิเสธ H_0 ซึ่งหมายความว่า ทรีทเมนต์ k ทรีทเมนต์นั้น มีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน เราอาจต้องการทราบต่อไปว่าคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันสามารถใช้วิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบทุกคู่ที่เป็นไปได้
2. เปรียบเทียบกับทรีทเมนต์ที่เรียกว่ากลุ่มควบคุม (Control) เพื่อดูว่าทรีทเมนต์ใดบ้างดีกว่ากลุ่มควบคุม

โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบทุกคู่ที่เป็นไปได้

ที่ระดับนัยสำคัญ α และจำนวนของบล็อกที่มีขนาดใหญ่ จะสามารถสรุปได้ว่า ทรีทเมนต์ที่ i และที่ j แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ถ้า

$$|R_i - R_j| \geq Z_{\alpha} \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$$

เมื่อ Z_{α} เป็นค่าจากตารางปกติมาตรฐานเมื่อมีพื้นที่ที่ปลายหางทางขวา $= \frac{\alpha}{k(k-1)}$

R_i = ผลรวมของลำดับที่ของทรีทเมนต์ที่ i (ตามวิธีของฟรีดแมน)

R_j = ผลรวมของลำดับที่ของทรีทเมนต์ที่ j (ตามวิธีของฟรีดแมน)

2. เปรียบเทียบทรีทเมนต์กับกลุ่มควบคุม

ในบางครั้งผู้วิจัยอาจต้องการเปรียบเทียบทรีทเมนต์อื่นๆกับทรีทเมนต์หนึ่งๆซึ่งใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบ(baseline) หรือเรียกว่า กลุ่มควบคุม (Control) ว่าแตกต่างกันหรือไม่ เช่น มีทรีทเมนต์หนึ่งๆที่เรียกว่ากลุ่มควบคุมนี้ ใช้อยู่เป็นประจำแล้ว ต้องการเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่นๆที่คิดค้นขึ้นมาใหม่ หลังจากใช้การทดสอบของฟรีดแมนแล้วพบว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ของทรีทเมนต์ที่ต่างกัน สามารถใช้วิธีการของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย(Multiple Comparison) ได้ดังนี้ เมื่อกำหนดให้ทรีทเมนต์ที่ 1 หมายถึงกลุ่มควบคุม เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

$$H_0 : \theta_1 = \theta_u, \forall u = 2, 3, \dots, k$$

$$H_1 : \theta_1 \neq \theta_u, \exists u = 2, 3, \dots, k$$

หมายความว่าต้องการสรุปเพียงว่าทริทเมนต์อื่นๆแตกต่างจากกลุ่มควบคุมหรือไม่ ให้คำนวณหา $|R_i - R_j|$ เมื่อ $u = 2, 3, \dots, k$ เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอสมควรสามารถประมาณการแจกแจงของค่าผลต่างนี้ได้ว่าเป็นแบบปกติ จะได้ว่า

$$\text{ถ้า } |R_i - R_j| \geq q_{(\alpha, k-1)} \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$$

เราสามารถปฏิเสธ $H_0 : \theta_1 = \theta_u$ และยอมรับ $H_1 : \theta_1 \neq \theta_u$

เมื่อค่า $q_{(\alpha, k-1)}$ หาได้จากตาราง เมื่อ $k-1$

และถ้าสงสัยว่าทริทเมนต์อื่นๆ จะดีกว่ากลุ่มควบคุมหรือไม่ ก็สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

$$H_0 : \theta_u = \theta_1, \forall u = 2, 3, \dots, k$$

$$H_1 : \theta_u > \theta_1, \exists u = 2, 3, \dots, k$$

เมื่อจำนวนบล็อกมีขนาดใหญ่พอสมควร จะปฏิเสธ H_0 เพื่อยอมรับ H_1

$$\text{เมื่อ } (R_i - R_u) > q_{(\alpha, k-1)} \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$$

เมื่อค่า $q_{(\alpha, k-1)}$ หาได้จากตาราง และเป็นการทดสอบแบบทางเดียว

2.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

2.2.1 Kolmogorov-Smirnov Test (Lilliefors's Test)

เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบการแจกแจงของประชากรว่าเป็นแบบปกติหรือไม่ เป็นวิธีทดสอบที่ให้อำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบแบบอื่นๆ ซึ่งการทดสอบจะKolmogorov-Smirnov(K-S) จะเหมือนกับ Lilliefors's Test แต่ Lilliefors's Test จะไม่กำหนดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จึงต้องประมาณ μ ด้วย \bar{X} และ ประมาณ σ ด้วย S การทดสอบนี้ควรใช้เมื่อมีขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 50 หน่วย และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ มีมาตราวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale) (สุจิตรา สุคนธมัต, 2559 ; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

สมมติฐาน

$$H_0 : \text{สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ}$$

$$H_1 : \text{สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\text{สถิติทดสอบ } D = \max |F(X) - S(X)| \text{ โดย } F(X) = P(X \leq x) = P\left(Z < \frac{X - \bar{X}}{S}\right)$$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า Sig. ของการทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด หรือ ถ้า D มีค่ามากแสดงว่า $F(x)$ และ $S(x)$ แตกต่างกันมากจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือถ้า $D >$ ค่าวิกฤตที่ได้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง Kolmogorov-Smirnov Test ถ้าปฏิเสธสมมติฐานว่าง H_0 จะสรุปได้ว่า ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงตามที่คาดไว้ แต่ถ้า $D <$ ค่าวิกฤตที่ได้จากตาราง Kolmogorov-Smirnov Test จะต้องยอมรับ H_0 นั่นคือ ประชากรมีการแจกแจงตามที่คาดไว้

2.2.2 Shapiro-Wilk Test

เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบการแจกแจงของประชากรว่าเป็นแบบปกติหรือไม่ ใช้ได้กับกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร และขนาดตัวอย่างไม่เกิน 50 หน่วย เป็นวิธีทดสอบที่ให้อำนาจของการทดสอบสูงกว่าวิธีทดสอบแบบอื่นๆ นิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลาย การหาค่าสถิติทดสอบไม่ยุ่งยาก (สุจิตรา สุคนธมัต, 2559)

สมมติฐาน

H_0 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

$$\text{สถิติทดสอบ } W = \frac{b^2}{SS(X)}$$

$$\text{เมื่อ } b = \sum_{i=1}^k a_{n-i+1} (X_{n-i+1} - X_i) \text{ และ } SS(X) = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า Sig. ของการทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดหรือจะปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า “ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ” เมื่อค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า W ที่ได้จากรายการ Shapiro-Wilk ที่ขนาดตัวอย่าง n และระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้

2.3 การทดสอบความสัมพันธ์

2.3.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation)

สำหรับศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรต่อเนื่อง 2 ตัว (สุจิตรา สุคนธมัต และคณะ, 2561 ; วราพร เหลือสินทรัพย์, 2560)

$$\text{สูตร } r = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sqrt{\text{var}(x)} \times \sqrt{\text{var}(y)}}$$

โดยที่ $\text{cov}(x,y)$ คือ ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X และ Y

$\text{var}(x)$ คือ ความแปรปรวนของตัวแปร X

$\text{var}(y)$ คือ ความแปรปรวนของตัวแปร Y

การแปลผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

Cohen (1988) ได้เสนอการแปลความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไว้ดังนี้

$r = 0.10$ ถึง 0.29 หรือ $r = -0.10$ ถึง -0.29 เป็นมีความสัมพันธ์ระดับน้อย

$r = 0.30$ ถึง 0.49 หรือ $r = -0.30$ ถึง -0.49 เป็นมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง

$r = 0.50$ ถึง 1.00 หรือ $r = -0.50$ ถึง -1.00 เป็นมีความสัมพันธ์ระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

H_0 : ตัวแปร A และตัวแปร B ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

H_1 : ตัวแปร A และตัวแปร B มีความสัมพันธ์ต่อกัน

หรือ

H_0 : ตัวแปร A และตัวแปร B ไม่มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน

H_1 : ตัวแปร A และตัวแปร B มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน

ใช้สัญลักษณ์ได้เป็น

$H_0: \rho = 0$ หรือ $H_0: \rho = 0$ หรือ $H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$ หรือ $H_1: \rho > 0$ หรือ $H_1: \rho < 0$

สถิติทดสอบ

$$t_{\text{cal}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า p-value < ระดับนัยสำคัญ α หรือพิจารณาจาก ค่า $t_{\text{cal}} > t_{\alpha, n-2}$

หรือ $t_{\text{cal}} < -t_{\alpha, n-2}$ หรือ $|t_{\text{cal}}| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

2.3.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอล (The Kendall rank correlation coefficient)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอล (The Kendall rank correlation coefficient) เป็นการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยอาศัยลำดับที่ของตัวแปรเช่นเดียวกันกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่สเปียร์แมน ดังนั้นตัวแปรที่ใช้จึงเป็นตัวแปรที่มีการวัดอันดับ (อมรรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

ให้นำลำดับที่ของตัวแปรที่ 1 หรือตัวที่ 2 มาเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหามากในกรณีที่ลำดับที่ไม่ซ้ำกันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอล เขียนแทนด้วย τ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)}$$

โดยที่ $S = \sum p - \sum q$

นำลำดับที่ของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ไม่มีการเรียงลำดับหาค่า p, q

เมื่อ p เป็นจำนวนลำดับที่มีค่ามากกว่าเมื่อนับจำนวนลำดับที่ถัดไปทั้งหมด

q เป็นจำนวนลำดับที่มีค่าน้อยกว่าเมื่อนับจำนวนลำดับที่ถัดไปทั้งหมด

n เป็นขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ผู้จัดการและผู้ช่วยได้ให้ลำดับที่กับพนักงานเพื่อเลื่อนขั้นเงินเดือนปลายปี ดังนี้

ตารางที่ 2.11 ผู้จัดการและผู้ช่วยได้ให้ลำดับที่กับพนักงานเพื่อเลื่อนขั้นเงินเดือนปลายปี

	ลำดับที่ของพนักงานคนที่				
	1	2	3	4	5
ผู้จัดการ	5	3	2	1	4
ผู้ช่วย	3	4	1	2	5

ให้นำลำดับที่ที่ให้โดยผู้จัดการหรือผู้ช่วยมาเรียงลำดับจากน้อยไปมากในที่นี้ใช้ลำดับที่ที่ให้โดยผู้จัดการมาเรียงลำดับจากน้อยไปมากและนำลำดับที่ที่ให้โดยผู้ช่วยมาหาค่า p, q ดังนี้

ตารางที่ 2.12 ตารางลำดับที่ที่ให้โดยผู้จัดการมาเรียงลำดับจากน้อยไปมากและนำลำดับที่ที่ให้โดยผู้ช่วยมาหาค่า p, q

	ลำดับที่ของพนักงานคนที่				
	4	3	2	5	1
ผู้จัดการ	1	2	3	4	5
ผู้ช่วย	2	1	4	5	3
p	3	3	1	0	0
q	1	0	1	1	0

$$\sum p = 3 + 3 + 1 + 0 + 0 = 7$$

$$\sum q = 1 + 0 + 1 + 1 + 0 = 3$$

ในกรณีที่ลำดับที่ซ้ำกันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์เขียนแทนด้วย τ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\tau = \frac{2S}{\sqrt{n(n-1) - \tau_x} \sqrt{n(n-1) - \tau_y}}$$

$$\text{โดยที่ } \tau_x = \sum_{i=1}^k t_i(t_i - 1)$$

เมื่อ t_i เป็นจำนวนลำดับที่ที่ซ้ำกันในกลุ่มที่ i ของตัวแปร X

$$\tau_y = \sum_{i=1}^k t_i(t_i - 1)$$

เมื่อ t_i เป็นจำนวนลำดับที่ที่ซ้ำกันในกลุ่มที่ i ของตัวแปร Y

ในการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์สามารถพิจารณาเอกสาร ขนาดของตัวอย่างดังนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ρ_r เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์ของประชากร
สมมติฐาน

$$H_0 : \rho_r = 0$$

$$H_1 : \rho_r \neq 0$$

ถ้า $n \leq 10$ สามารถหาค่าความน่าจะเป็นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์ ตามขนาดของ n โดยจะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อค่าความน่าจะเป็นที่เปิดจากตารางมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้

ถ้า $10 < n \leq 30$ สามารถหาค่าวิกฤตสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์โดยจะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต

ถ้า $n > 30$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น $\sigma_r^2 = \frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}$

สถิติทดสอบ

$$Z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} = 3r \sqrt{\frac{n(n-1)}{2(2n+5)}}$$

โดยที่ Z มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติมาตรฐาน

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ที่ระดับนัยสำคัญ

2.4 การทดสอบความแปรปรวน

2.4.1 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของสองประชากร (F-test)

การทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ที่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ T นั้น ก่อนทำการทดสอบเราจำเป็นต้องทดสอบว่า ความแปรปรวนของ 2 ประชากรที่ไม่ทราบค่า (σ_1^2, σ_2^2) แตกต่างกันหรือไม่ ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร คือ (ดลชาติ ต้นติวานิช, 2554)

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

แต่ถ้า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร คือ $T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{(S_1^2 / n_1) + (S_2^2 / n_2)}}$

การทดสอบว่าความแปรปรวนของ 2 ประชากร แตกต่างกันหรือไม่ ให้ S_1^2 และ S_2^2 เป็นความแปรปรวนของขนาดตัวอย่าง n_1 และ n_2 ซึ่งสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ 2 ประชากรอย่างเป็นอิสระต่อกัน จากตัวแปรสุ่ม $F = \frac{S_1^2 \sigma_2^2}{S_2^2 \sigma_1^2}$ ถ้า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ แล้ว จะได้ว่า $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ มีการแจกแจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอฟ มืองศาแห่งความเป็นอิสระเป็น $df_1 = n_1 - 1$ และ $df_2 = n_2 - 1$ กรณีนี้ สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบและบริเวณวิกฤตจะเป็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.13 สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบความแปรปรวน

H_0	H_1	สถิติทดสอบ	บริเวณวิกฤต
1. $\sigma^2 \leq \sigma_0^2$	1. $\sigma^2 > \sigma_0^2$	$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ $df_1 = n_1 - 1,$ $df_2 = n_2 - 1$	1. $F > f_{\alpha, df_1, df_2}$
2. $\sigma^2 \geq \sigma_0^2$	2. $\sigma^2 < \sigma_0^2$		2. $F < f_{1-\alpha, df_1, df_2}$
3. $\sigma^2 = \sigma_0^2$	3. $\sigma^2 \neq \sigma_0^2$		3. $F < f_{1-\alpha/2, df_1, df_2}$ และ $F > f_{\alpha/2, df_1, df_2}$

จากตารางข้างบน บริเวณวิกฤตสำหรับการทดสอบ $H_0: \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$ เทียบกับ $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ จะอยู่ทางขวามือของการแจกแจงเอฟ นั่นคือ $F > f_{\alpha, df_1, df_2}$ และบริเวณวิกฤตสำหรับการทดสอบ $H_0: \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$ เทียบกับ $H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2$ จะอยู่ทางซ้ายมือของการแจกแจงเอฟ นั่นคือ $F < f_{1-\alpha, df_1, df_2}$ การหาค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบทางเดียวซ้ายมือไม่ค่อยสะดวก เพราะว่า ค่าวิกฤตในตารางเอฟที่สอดคล้องกับค่า α จะอยู่ทางขวามือของการแจกแจงเอฟ จาก $f_{1-\alpha, df_1, df_2} = \frac{1}{f_{\alpha, df_1, df_2}}$ ดังนั้นถ้าเราเปลี่ยนสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบทางเดียวทางซ้ายมือ จาก $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ เป็น $F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$ แล้วบริเวณวิกฤตของการทดสอบก็จะเปลี่ยนจากซ้ายไปอยู่ทางขวาของการแจกแจงเอฟ นั่นคือ $F > f_{\alpha, df_1, df_2}$ โดยที่องศาของความเป็นอิสระของตัวเศษเป็น df_2 และตัวส่วนเป็น df_1 สำหรับการทดสอบ $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ เทียบกับ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ สถิติทดสอบคือ $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ โดยมีองศาแห่งความเป็นอิสระเป็น df_1 และ df_2 บริเวณวิกฤตมี 2 บริเวณย่อย คือ $F < f_{1-\alpha/2, df_1, df_2}$ และ $F > f_{\alpha/2, df_1, df_2}$ เราสามารถปรับบริเวณวิกฤตทางซ้ายมือ $F < f_{1-\alpha/2, df_1, df_2}$ เป็นทางขวามือ $F > f_{\alpha/2, df_2, df_1}$ ได้เช่นเดียวกับการทดสอบทางเดียวซ้ายมือ ดังนั้นบริเวณวิกฤตสำหรับการทดสอบนี้จึงเหลือเพียงทางขวามืออย่างเดียว คือ $F > f_{\frac{\alpha}{2}}$ โดยที่สถิติทดสอบ F จะมีตัวเศษเป็นความแปรปรวนของตัวอย่างที่มีค่ามาก (S_M^2) และตัวส่วนเป็นความแปรปรวนของตัวอย่างที่มีค่าน้อย (S_m^2) นั่นคือ $F = \frac{S_M^2}{S_m^2}$ เพราะฉะนั้น สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตจะเปลี่ยนเป็นตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบความแปรปรวนที่ได้ปรับปรุงแล้ว

H_0	H_1	สถิติทดสอบ	บริเวณวิกฤต
1. $\sigma^2 \leq \sigma_0^2$	1. $\sigma^2 > \sigma_0^2$	$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	1. $F > f_{\alpha, df_1, df_2}$
2. $\sigma^2 \geq \sigma_0^2$	2. $\sigma^2 < \sigma_0^2$	$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$	2. $F > f_{\alpha, df_2, df_1}$
3. $\sigma^2 = \sigma_0^2$	3. $\sigma^2 \neq \sigma_0^2$	$F = \frac{S_M^2}{S_m^2}$ โดยที่ $S_M^2 > S_m^2$	3. $F > f_{\alpha/2, df_M, df_m}$

หมายเหตุ สถิติทดสอบ F ในตารางข้างบน ความแปรปรวนของตัวอย่างที่มีค่ามากจะต้องเป็นเศษ และความแปรปรวนของตัวอย่างที่มีค่าน้อยจะต้องเป็นส่วน ใช้เฉพาะกับการทดสอบสองทางเท่านั้น
ข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ F-Test

1. กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ
2. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องได้มาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_j^2$ ดังนั้น เมื่อ j คือจำนวนกลุ่ม
3. ค่าสังเกตของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระต่อกัน
4. ข้อมูลเป็นการวัดในระดับมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน

2.4.2 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองกลุ่ม (Levene's Test)

เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนของข้อมูลหลายๆชุดหรือหลายประชากรเป็นวิธีการทดสอบที่สามารถใช้กับประชากรที่มีการแจกแจงแบบอื่นๆ การทดสอบสมมติฐานของ Levene's Test จะใช้สถิติทดสอบ F โดยการสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว แต่ใช้ค่า $Y_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$ เป็นข้อมูลในการใช้สร้าง 1-WAY ANOVA (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2557)

สมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

H_1 : มี $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อย 1 คู่, $i \neq j$

สถิติทดสอบ

$$F = \frac{MSTrt}{MSE}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $F > F_{1-\alpha}$ ที่องศาอิสระ $k-1$ และ $n-k$ ตามลำดับ และ $MSTrt = \frac{SSTrt}{k-1}$ โดยที่ $SSTrt = \sum \frac{T_i^2}{n_i} - CM$ หรือสูตรเดียวกับ 1-WAY ANOVA แต่แทนที่จะใช้ข้อมูล X_{ij} จะใช้ Y_{ij} โดยที่ $Y_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$

2.5 การทดสอบสัดส่วน

2.5.1 การทดสอบสัดส่วนของประชากรเดียว (Single Sample Proportion test)

ถ้าเรสุ่มตัวอย่างขนาด n ที่มีขนาดใหญ่ จากประชากรที่มีการแจกแจงทวินาม เพื่อใช้ทดสอบว่าสัดส่วนของประชากร (p) มีค่าเท่ากับค่าใดค่าหนึ่งหรือไม่ จะได้ว่า สัดส่วนของตัวอย่าง (\hat{p}) จะมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ มีความแปรปรวนเป็น $\frac{pq}{n}$ กรณีนี้ สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบและบริเวณวิกฤตจะเป็นตารางต่อไปนี้ (ดลชาติ ต้นติวานิช, 2557)

ตารางที่ 2.15 สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบสัดส่วนของประชากรเดียว

H_0	H_1	สถิติทดสอบ	บริเวณวิกฤต
1. $p \leq p_0$	1. $p > p_0$	$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{p_0 q_0 / n}}$ เมื่อ $n \geq 30$	1. $Z > Z_\alpha$
2. $p \geq p_0$	2. $p < p_0$		2. $Z < -Z_\alpha$
3. $p = p_0$	3. $p \neq p_0$		3. $Z < -Z_{\alpha/2}$ และ $Z > Z_{\alpha/2}$

2.5.2 การทดสอบสัดส่วนของสองประชากร (Two Sample Proportion test)

ถ้าเรสุ่มตัวอย่างขนาด n_1 และ n_2 จากประชากรที่มีการแจกแจงทวินาม 2 ประชากร อย่างเป็นอิสระต่อกัน เพื่อใช้ทดสอบผลต่างของสัดส่วน 2 ประชากร ($p_1 - p_2$) แล้ว เมื่อ n_1 และ n_2 มีขนาดใหญ่ ผลต่างของค่าสัดส่วนของ 2 ตัวอย่าง ($\hat{p}_1 - \hat{p}_2$) จะมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ มีความแปรปรวนเป็น $\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}$ กรณีนี้ สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตจะเป็นดังตารางต่อไปนี้ (ดลชาติ ต้นติวานิช, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 สมมติฐานทางสถิติ สถิติทดสอบ และบริเวณวิกฤตของการทดสอบสัดส่วนของสองประชากร

H_0	H_1	สถิติทดสอบ	บริเวณวิกฤต
1. $p_1 - p_2 \leq d_0$ 2. $p_1 - p_2 \geq d_0$ 3. $p_1 - p_2 = d_0$	1. $p_1 - p_2 > d_0$ 2. $p_1 - p_2 < d_0$ 3. $p_1 - p_2 \neq d_0$	$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - d_0}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$ $\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}, \hat{q} = 1 - \hat{p}$ เมื่อ $n_1, n_2 \geq 30$	1. $Z > Z_\alpha$ 2. $Z < -Z_\alpha$ 3. $Z < -Z_{\alpha/2}$ และ $Z > Z_{\alpha/2}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศรีญา ศรีนวล และคณะ (2557) สร้างโปรแกรมช่วยตัดสินใจเลือกใช้สถิติทดสอบในกรณีที่มีข้อมูลมีมาตราวัดแบบนามบัญญัติหรือเรียงลำดับ เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยคำนึงถึงมาตราวัดข้อมูลประเภทของการทดสอบและลักษณะของข้อมูลประชากรซึ่งแบ่งเป็น 5 กรณี คือ กรณีข้อมูลมาจากประชากร 1 กลุ่ม กรณีข้อมูลมาจาก 2 ประชากรที่มีความสัมพันธ์กัน กรณีข้อมูลมาจาก 2 ประชากรที่เป็นอิสระกัน กรณีข้อมูลมาจากมากกว่า 2 ประชากรที่มีความสัมพันธ์กัน และกรณีข้อมูลมาจากมากกว่า 2 ประชากรที่เป็นอิสระกัน ลักษณะของโปรแกรมจะเป็นการถามตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มต้นจากสอบถามลักษณะของข้อมูลประชากร มาตราวัดข้อมูลและประเภทของการทดสอบ คำตอบจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของโปรแกรม นอกจากนี้โปรแกรมยังได้อธิบายเนื้อหาและตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้ใช้งาน โดยโปรแกรมจะนำเสนอบนเว็บไซต์ <http://www.kmitl.ac.th/stat/Project/Project%202558/index30.html> และวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้ด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุด

สุชาติ พลาชัยภิรมย์ศิลป์ (2554) ได้วิจัยเรื่องแนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน โดยแนวโน้มการใช้งาน Mobile Device อย่างสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนา Mobile Applications และเทคโนโลยีของตัวเครื่องโทรศัพท์จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์ โดยเฉพาะการพัฒนาต่อยอดแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ของบริษัทต่างๆ ที่แข่งขันกันเพื่อชิงความเป็นหนึ่งในตลาดด้าน Mobile Application ซึ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันแบ่งเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบ (Operation System) และแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่ตอบสนองการใช้งานบนอุปกรณ์และด้วยแอปพลิเคชันที่เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่มีแนวโน้มใช้โปรแกรมต่างๆ เพื่อตอบสนองกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ทำธุรกรรมทางการเงินเชื่อมต่อและสืบค้นข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ชมภาพยนตร์ ฟังเพลง หรือแม้แต่การเล่นเกมส์ ซึ่งมีทั้งออนไลน์และออฟไลน์ ด้วยอัตราการขยายตัวด้านการใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำให้บริษัทชั้นนำด้านโทรศัพท์มือถือหลายแห่งหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ โดยเชื่อว่าจะมีอัตราการดาวน์โหลดเพื่อใช้งานที่เติบโตอย่างเห็นได้ชัด

นงลักษณ์ ชาติทองคำ และคณะ (2552) สร้างโปรแกรมคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนด เช่น ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบแบบนอนพาราเมตริก 4 แบบ คือ การทดสอบเครื่องหมาย การทดสอบของวิลคอกชันชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย การทดสอบของวิลคอกชันแมนวิทนีย์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบลำดับที่ของเคนดอลล์ ด้วยวิธีการประมาณอำนาจการทดสอบแบบแอสซิมโทติกของ Noether (1987) โดยทำให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้เป็นสื่อการสอนเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับสถิติทดสอบดังกล่าว และทฤษฎีของการคำนวณขนาดตัวอย่างของการทดสอบเหล่านี้และผู้ใช้สามารถเข้าใช้ได้ที่เว็บไซต์ www.kmitl.ac.th/stat/Home_project/main_page.html

อุมพร จันทกร และคณะ (2556) สร้างโปรแกรมช่วยตัดสินใจเลือกสถิติทดสอบแบบไคสแควร์สำหรับตารางการจรในกรณีต่างๆ เช่น การมีเซลล์ที่มีความถี่คาดหวังน้อยกว่า 5 เป็นจำนวนมากหรือตัวแปรตัวหนึ่งสามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือการทดสอบที่สามารถหาความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าสัดส่วนด้วยการใช้การแยกส่วนค่าไคสแควร์ โปรแกรมสามารถช่วยเลือกสถิติทดสอบได้ถูกต้องตามหลักทฤษฎีทางสถิติ เมื่อคำนึงถึงข้อกำหนดเบื้องต้นของการทดสอบแบบไคสแควร์และคำนวณค่าสถิติทดสอบด้วยโปรแกรมคำนวณจากเว็บไซต์ที่เป็นสื่อการสอนของสถิติทดสอบนั้นๆ ที่ได้เชื่อมโยงไป การใช้งานจะอยู่ในลักษณะถามตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางหน้าจอผลที่ได้ อาจจะเป็นการทดสอบแบบไคสแควร์ในกรณีต่างๆ หรือสถิติทดสอบอื่นๆ ที่ควรใช้แทนที่ โปรแกรมนี้จะนำเสนอที่เว็บไซต์ชื่อ <http://www.chi-square-test.com> นอกจากนี้โปรแกรมยังได้อธิบายเนื้อหาและตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบไคสแควร์ในกรณีต่างๆ และการทดสอบอื่นๆ ที่ใช้แทนที่ ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมพบว่าโดยส่วนมากผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการสร้างโมบายแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแบบ android เพื่อช่วยแนะนำในการตัดสินใจเลือกใช้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีได้อย่างถูกต้อง ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1 การรวบรวมเนื้อหาของทฤษฎีสถิติ

3.2 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

3.3 การออกแบบและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน

3.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

3.1 การรวบรวมเนื้อหาของทฤษฎีสถิติ

ศึกษาและรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ใช้สำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือจัดทำโมบายแอปพลิเคชัน โดยเขียนด้วยภาษา JAVA แล้วแปลงเป็นแอปพลิเคชันลงในระบบปฏิบัติการแบบ android เพื่อช่วยแนะนำในการตัดสินใจเลือกใช้การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีได้อย่างถูกต้อง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้

1. เนื้อหาของทฤษฎีสถิติ

1.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย

-การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียวทราบ/ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n \geq 30$) สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Z-test

-การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ($n < 30$) สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ t-test

-การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกันทราบ/ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 \geq 30, n_2 \geq 30$) สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Z-test

-การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มอิสระกัน ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($n_1 < 30, n_2 < 30$) ซึ่งความแปรปรวนของประชากรอาจเท่ากัน/ไม่เท่ากัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ t-test

-การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มไม่อิสระกัน ($n < 30$) สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ t-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การทดสอบเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรในกรณีที่มีประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปโดยที่มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวหรือศึกษาเพียงมิติเดียว สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis)

-การทดสอบค่ากลางของประชากรกลุ่มเดียว สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location หรือ One Sample Wilcoxon test)

-การทดสอบผลต่างของค่ากลางของประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระกัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบของวิลคอกซันแมนวิทนี (The Wilcoxon-Mann-Whitney test หรือ Two Sample Wilcoxon test)

-การทดสอบผลต่างของค่ากลางของประชากรสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบวิลคอกซันชนิดอันดับที่มีเครื่องหมาย (The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test หรือ Pair Sample Wilcoxon test)

-การทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของประชากรมากกว่าสองกลุ่มที่เป็นอิสระกัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test)

-การทดสอบความแตกต่างของค่ากลางของประชากรมากกว่าสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบของฟริตแมน (The Friedman Two-Way Analysis of Variance by Rank Test)

1.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

-การทดสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปว่ารูปแบบของประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ และขนาดตัวอย่างมีอย่างน้อย 50 หน่วย สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Kolmogorov-Smirnov Test

-การทดสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปว่ารูปแบบของประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ และขนาดตัวอย่างไม่เกิน 50 หน่วย สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Shapiro-Wilk Test

1.3 การทดสอบความสัมพันธ์

-การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัว และมีการแจกแจงแบบปกติ สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation)

-การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรเชิงคุณภาพ 2 ตัว และไม่มีการแจกแจงแบบปกติ สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เคนดอลล์ (Kendall's tau-b correlation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การทดสอบความแปรปรวน

-การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ F-test

-การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองกลุ่ม สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Levene's Test

1.5 การทดสอบสัดส่วน

-การทดสอบสัดส่วนของประชากรกลุ่มเดียว สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Single Sample Proportion test

-การทดสอบสัดส่วนของประชากรสองกลุ่ม สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Two Sample Proportion test

3.2 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. โปรแกรม Android studio

เป็นโปรแกรม Android studio version 3.0.1 ใช้สำหรับออกแบบหน้าต่างการใช้งานและออกแบบการทำงานภายในของแอปพลิเคชัน

2. โปรแกรม R Commander (Rcmdr)

เป็นโปรแกรม R Commander (Rcmdr) version 2.3-2 ใช้แสดงตัวอย่างทดสอบสมมติฐานแบบต่างๆ ที่มีอยู่ในโมบายแอปพลิเคชัน

3.3 การออกแบบและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน

ในการออกแบบและพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์และขอบเขตเพื่อสร้างโมบายแอปพลิเคชัน

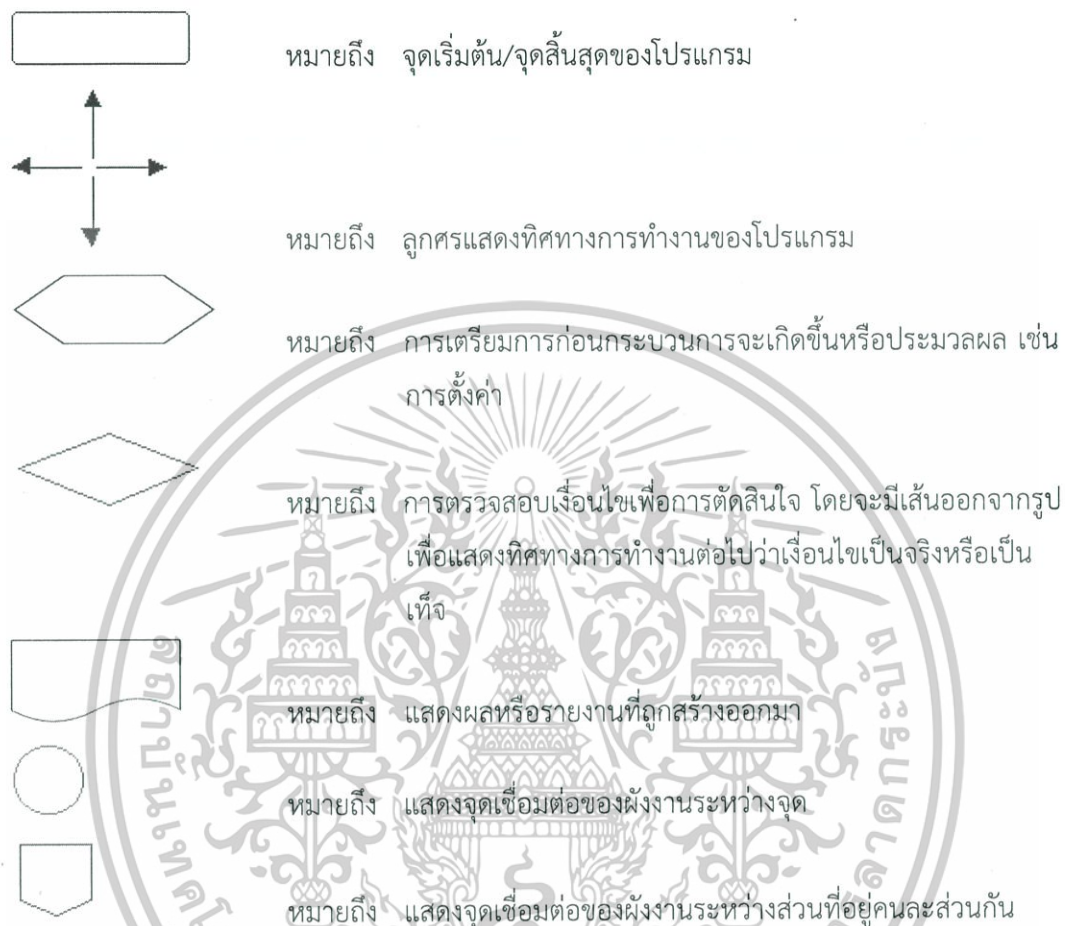
2. ออกแบบผังการทำงาน Flow Chart ของโมบายแอปพลิเคชัน

3. ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันให้มีความสวยงาม เป็นระเบียบ น่าสนใจ อ่านง่าย และให้ผู้ใช้สามารถใช้งานง่าย

4. การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม Android studio สร้างแอปพลิเคชัน

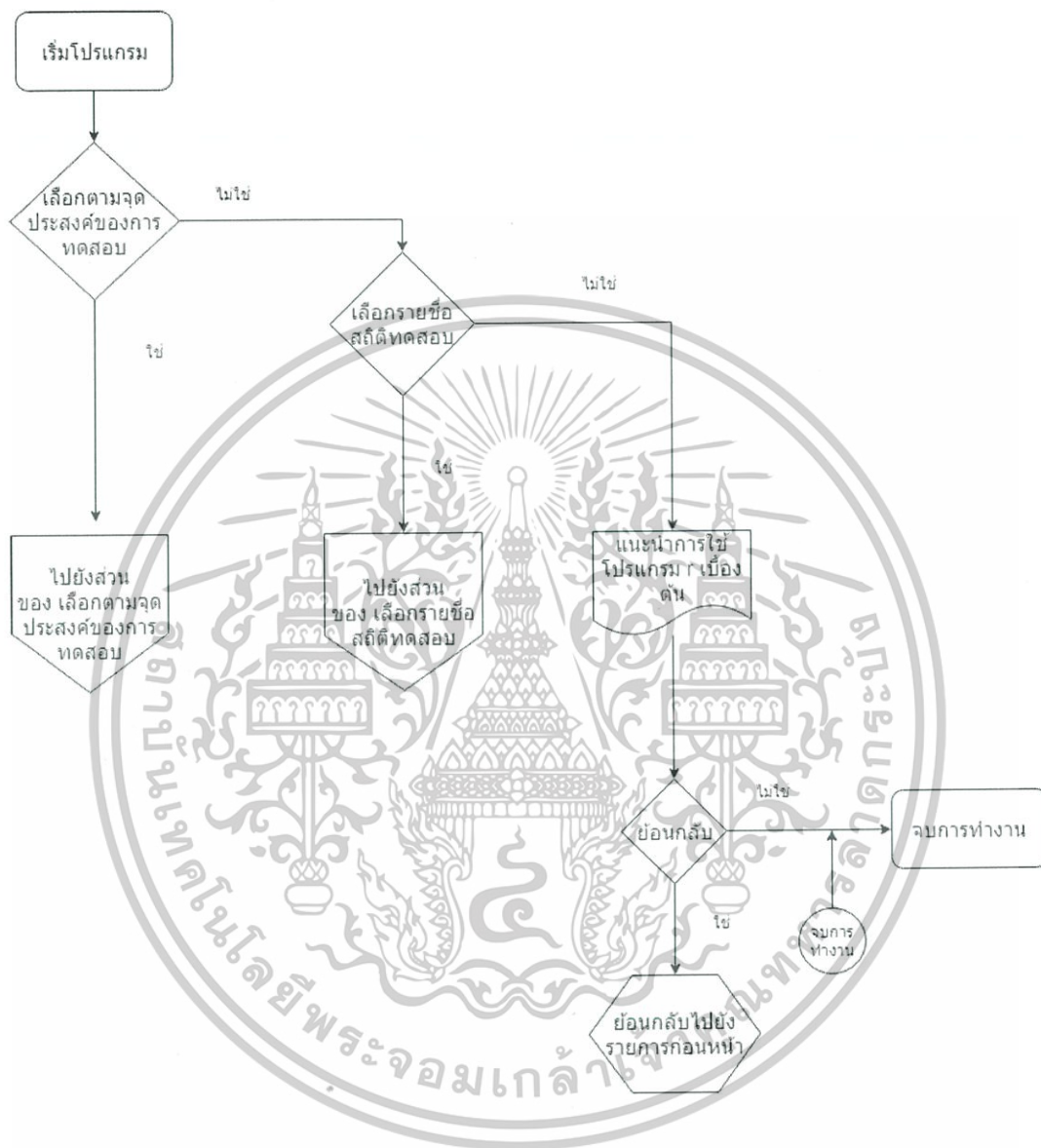
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ Flow Chart พร้อมคำอธิบาย ที่ใช้ในการออกแบบผังการทำงาน Flow Chart ของโมบาย แอปพลิเคชัน ดังนี้ (Nicholas Hebb, 2018)



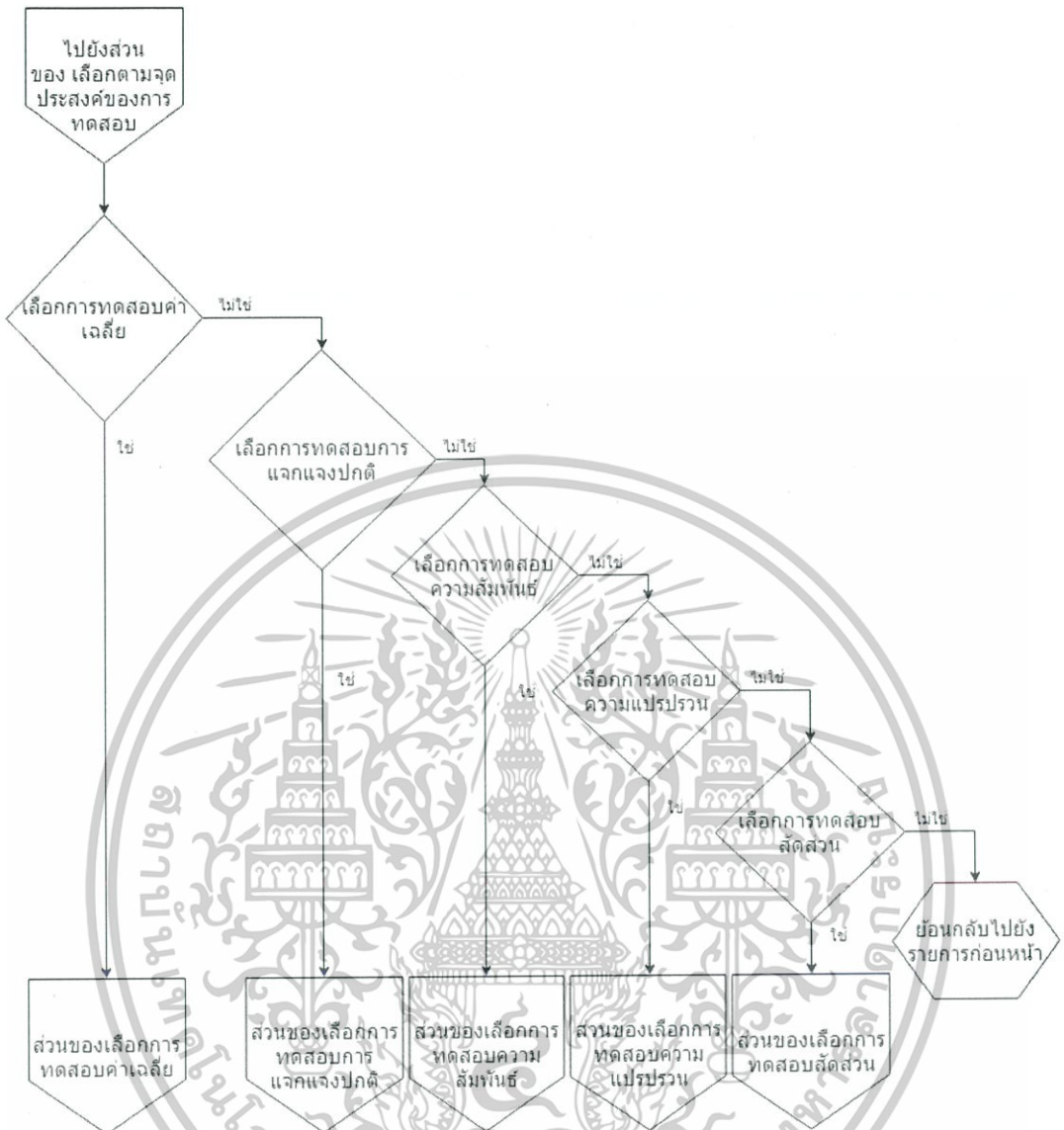
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบผังการทำงาน Flow Chart ของโมบายแอปพลิเคชันได้ ดังนี้



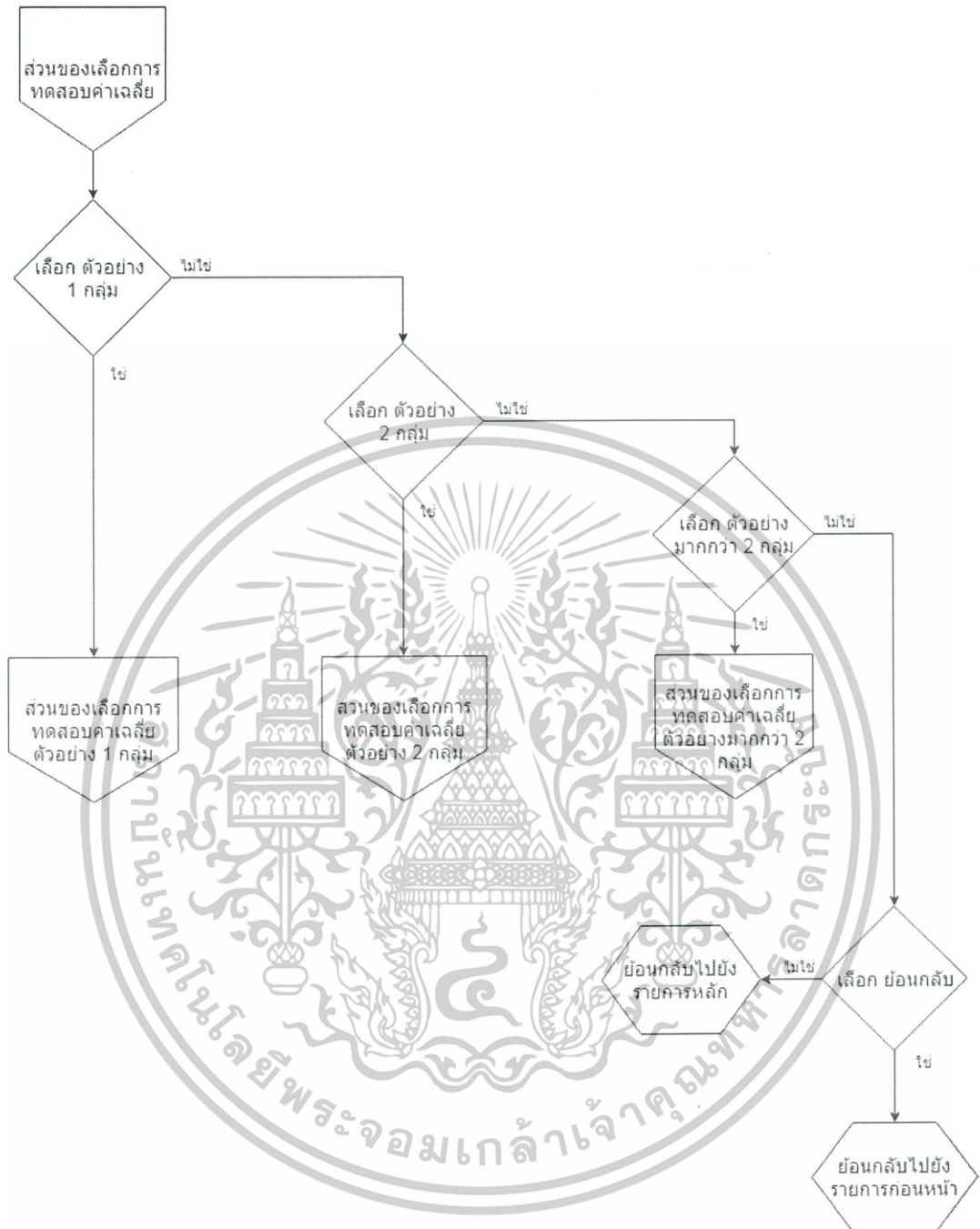
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของหน้าเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



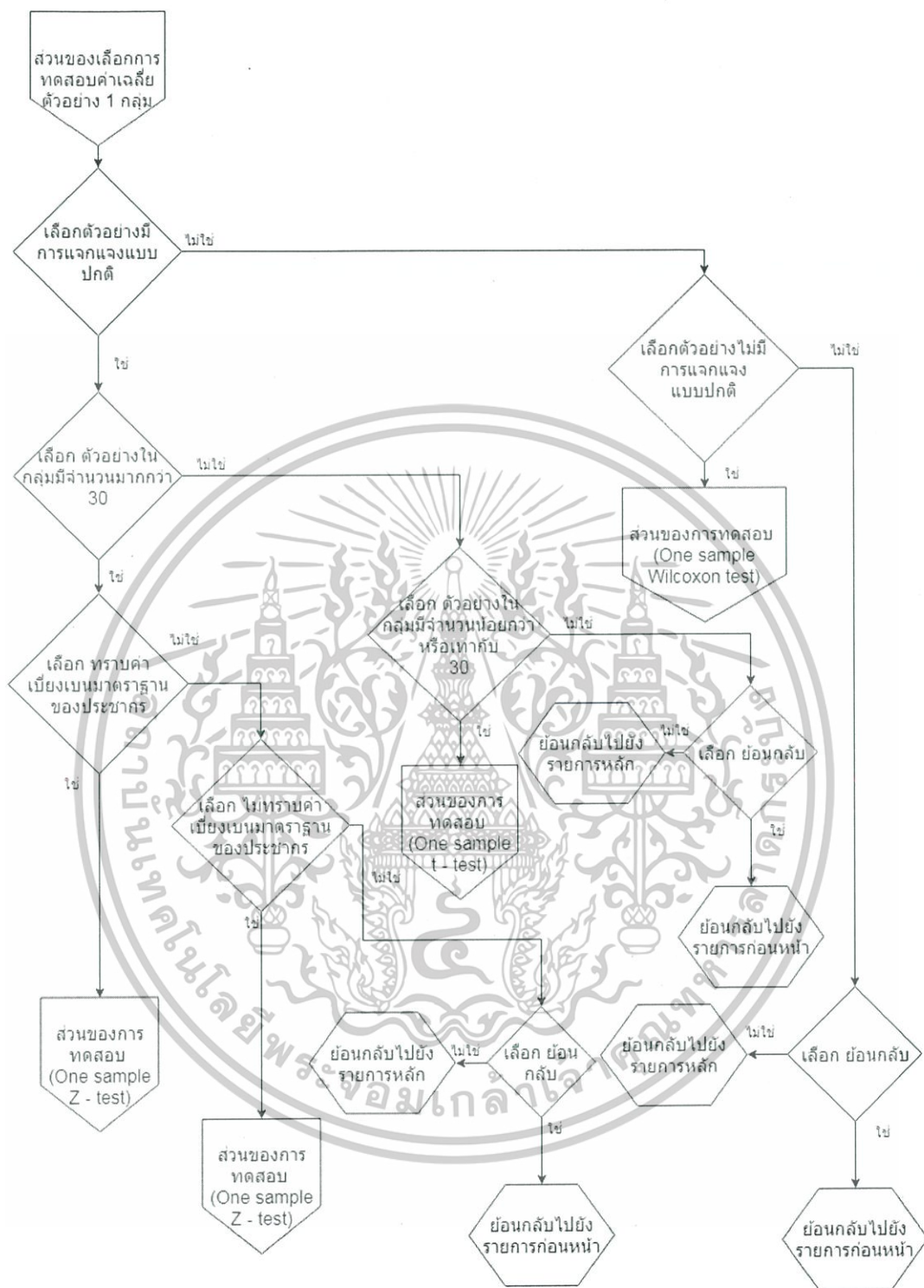
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของ การเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



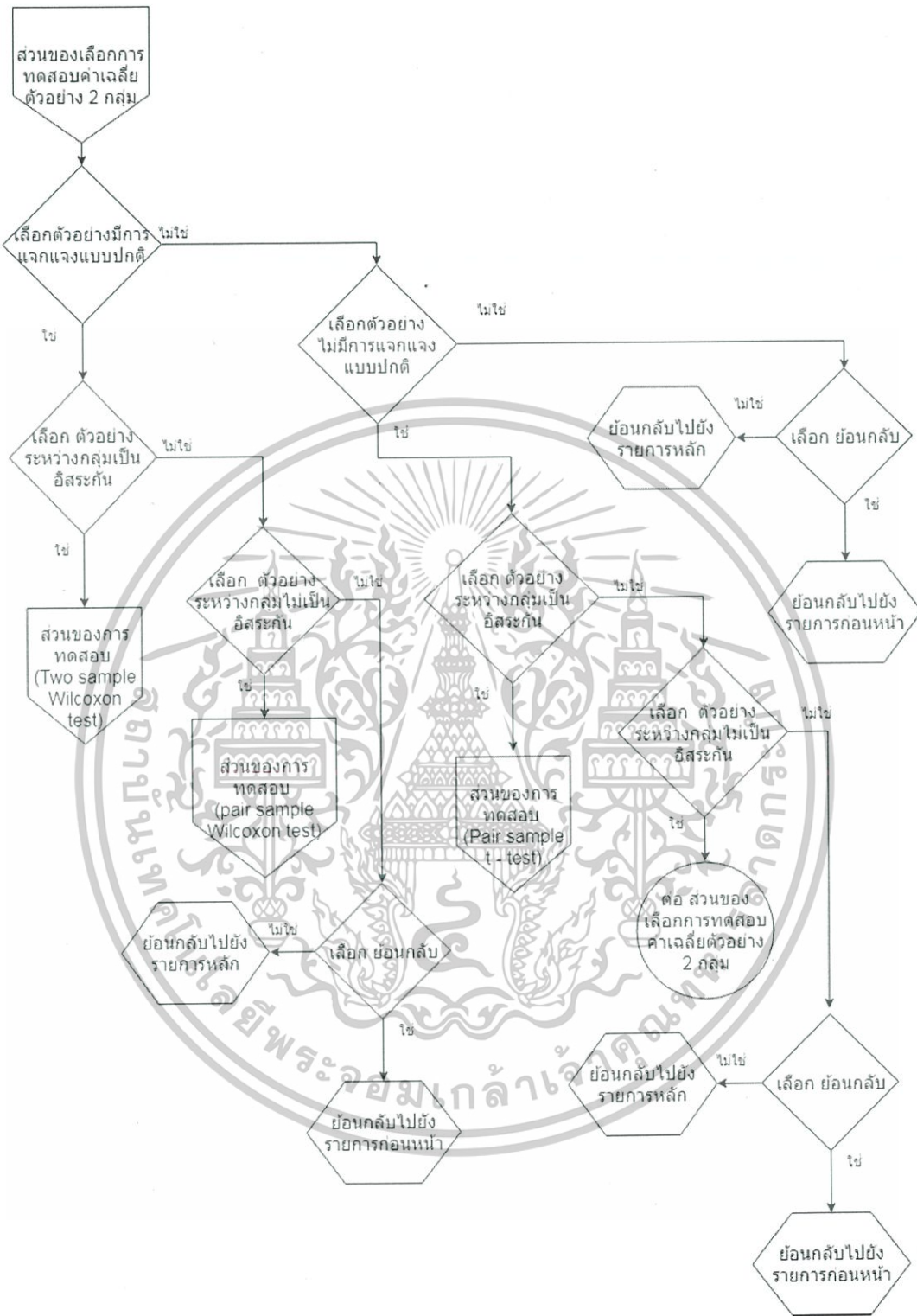
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของการทำงานของการทดสอบค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



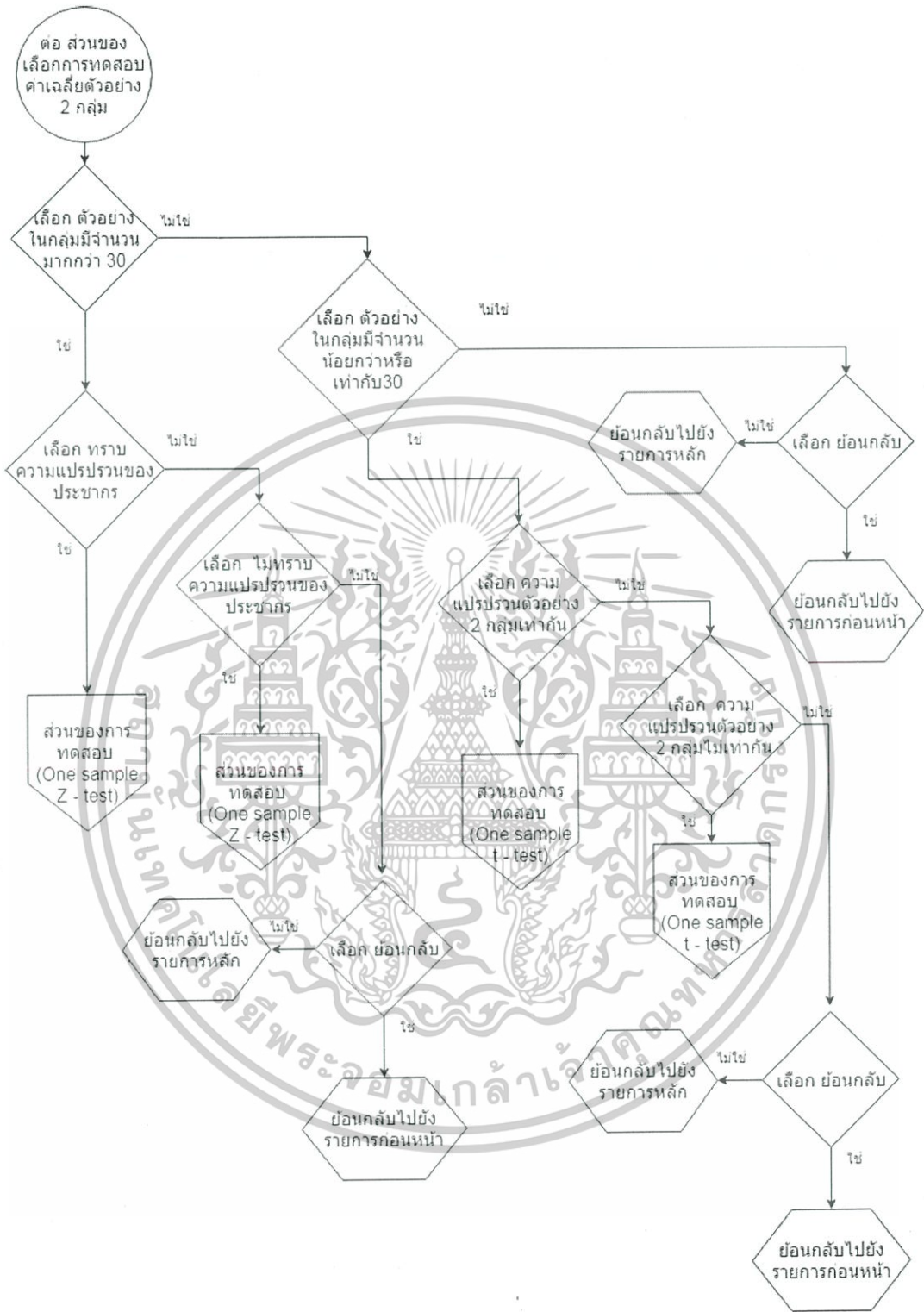
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 1 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



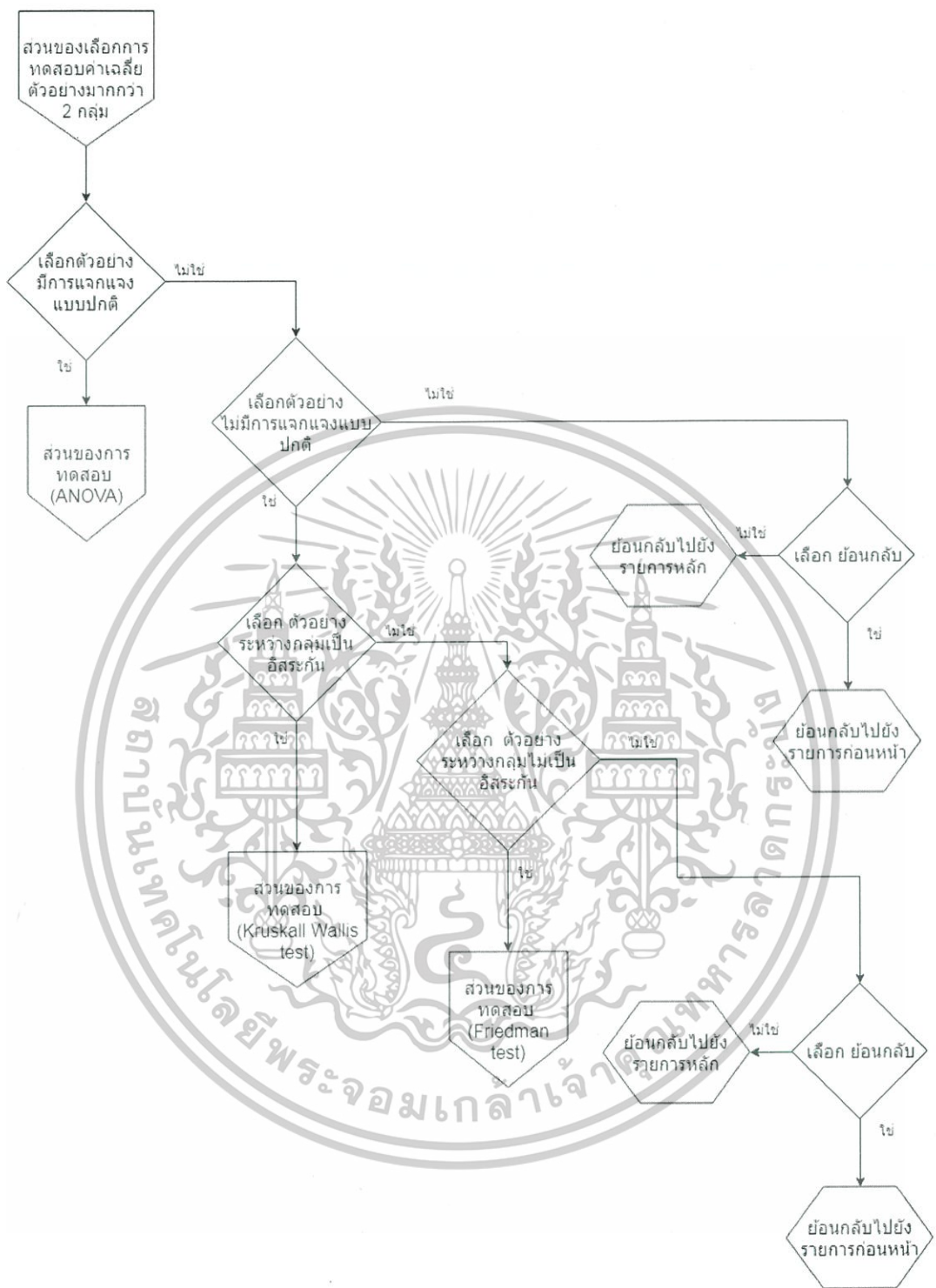
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



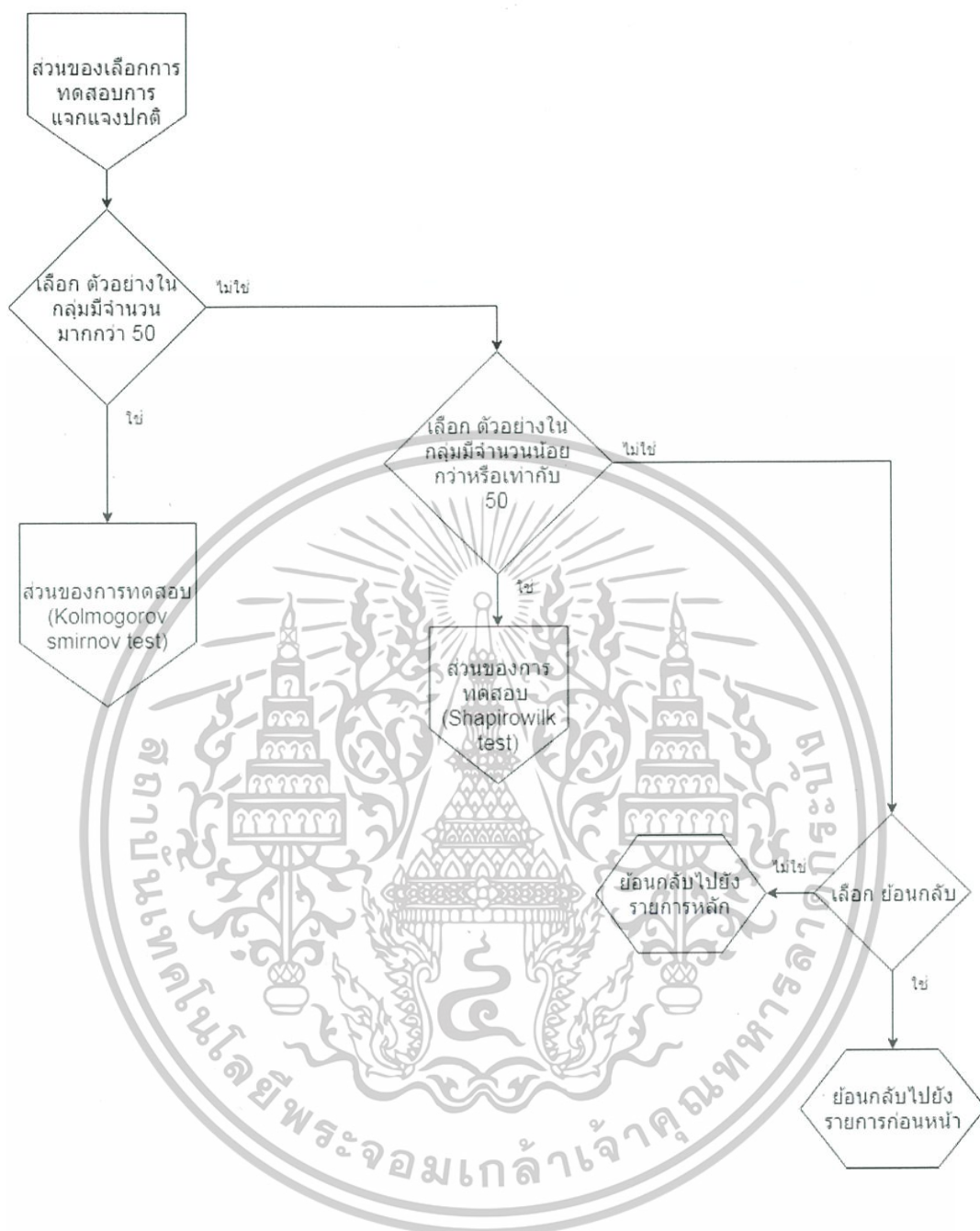
รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่ม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



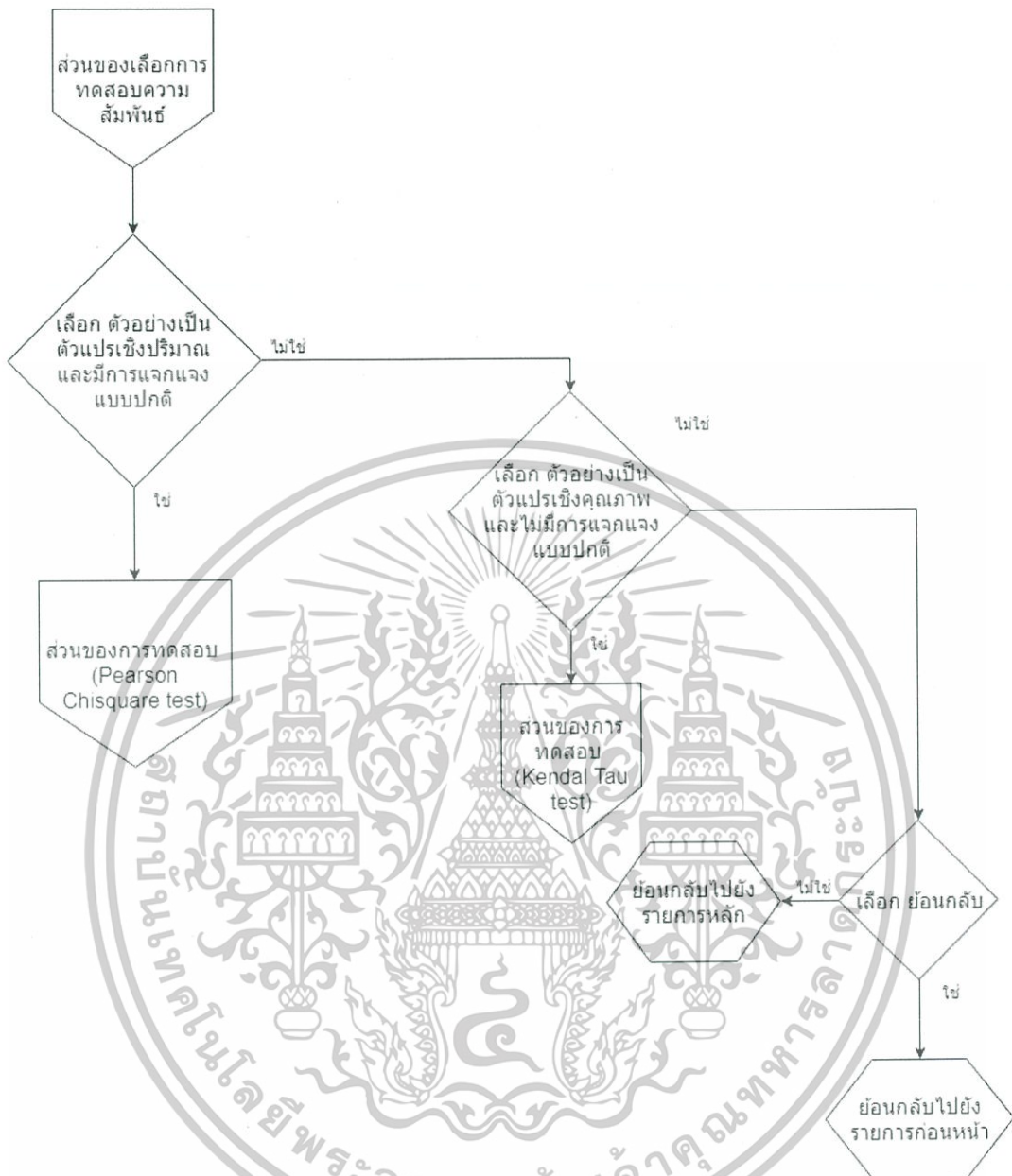
รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



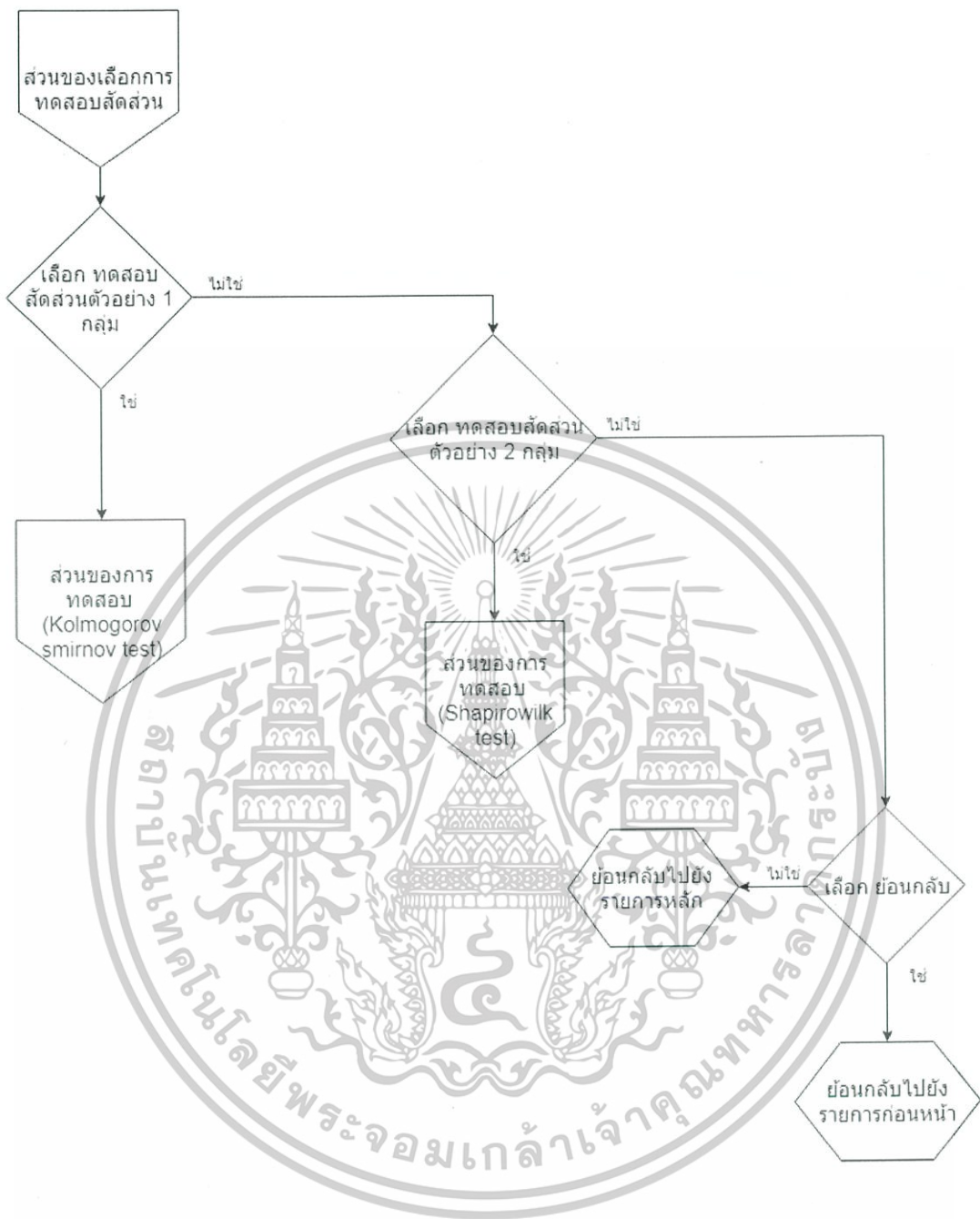
รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



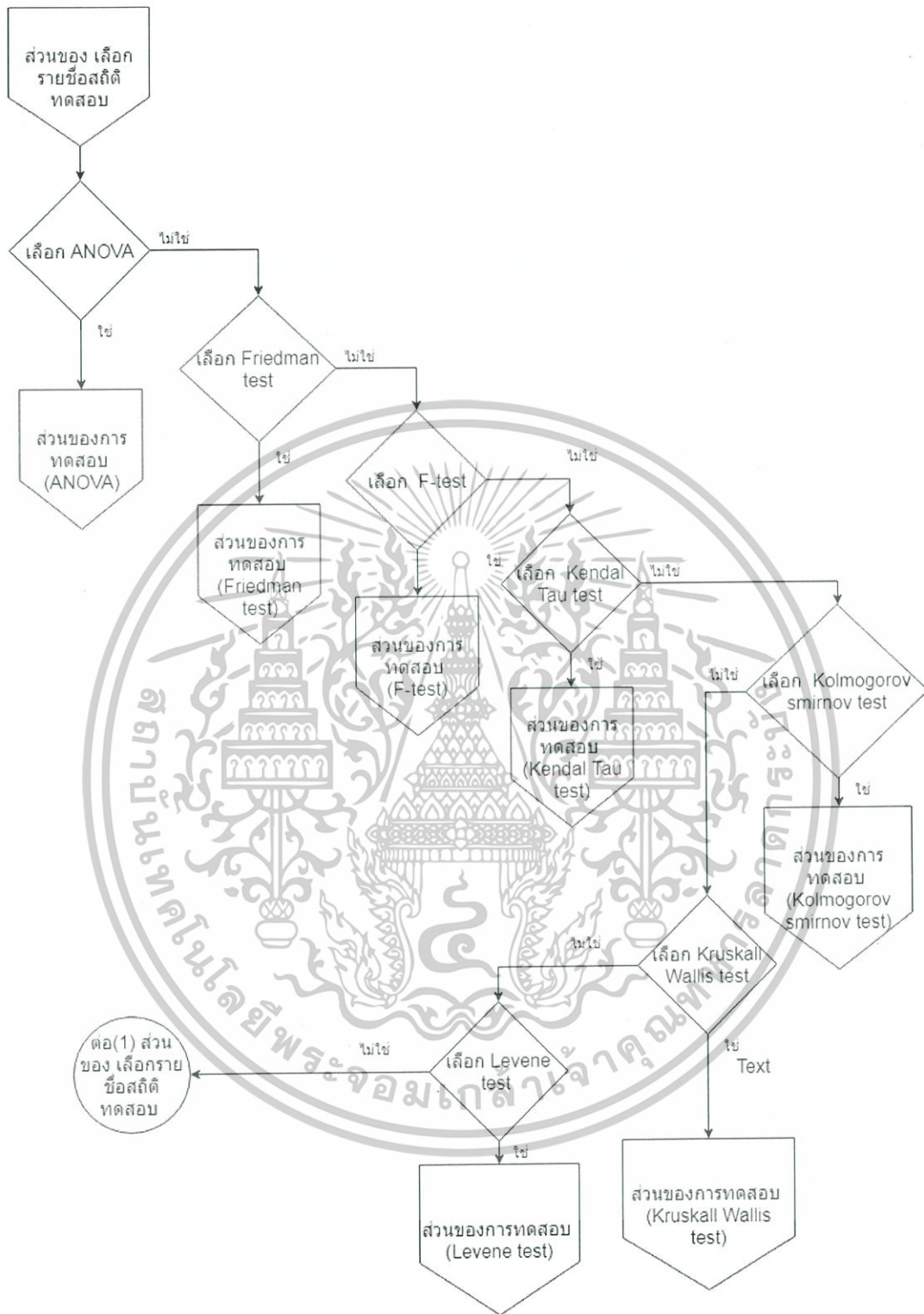
รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของกรทดสอบความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



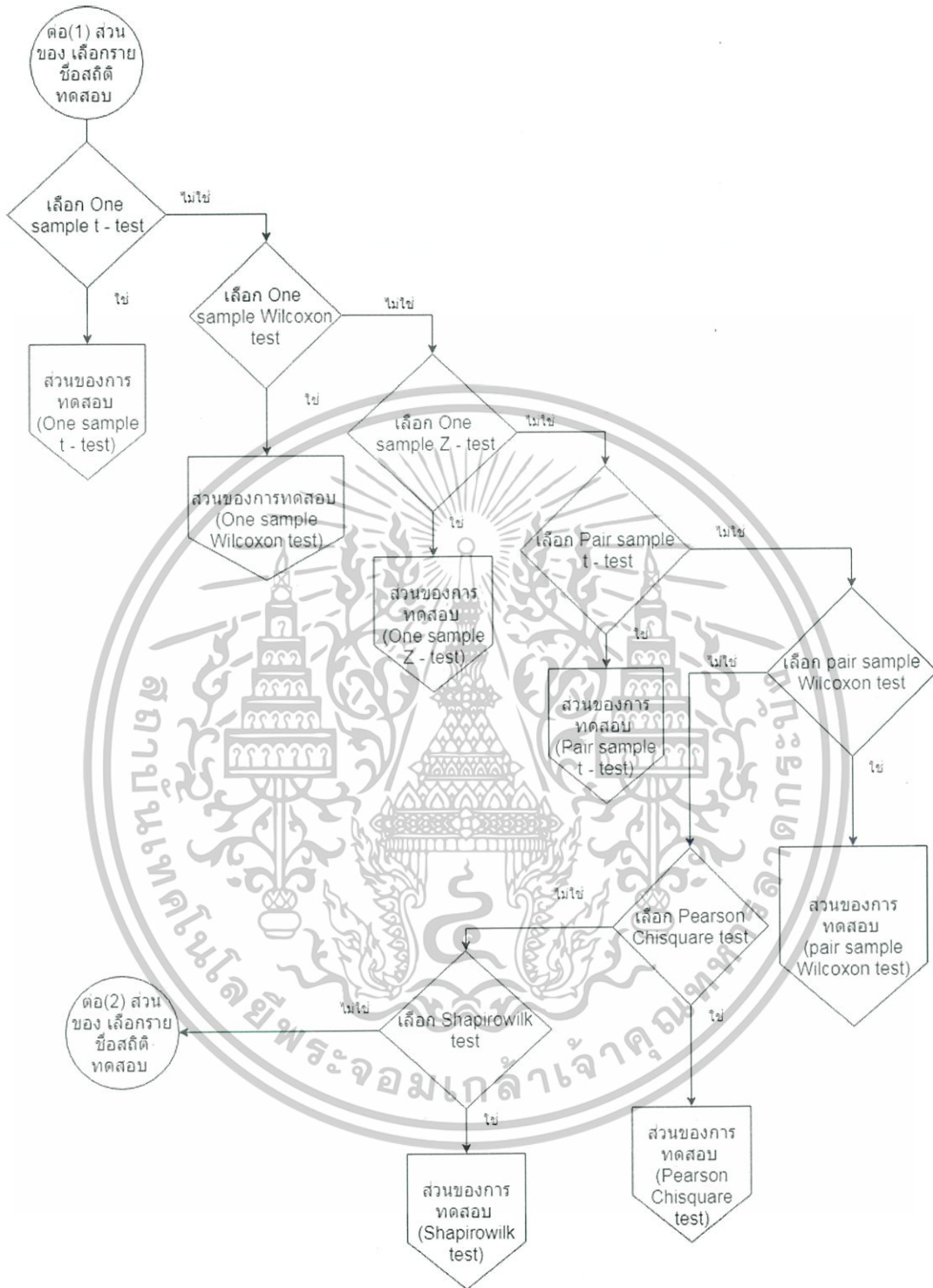
รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของ การทดสอบสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



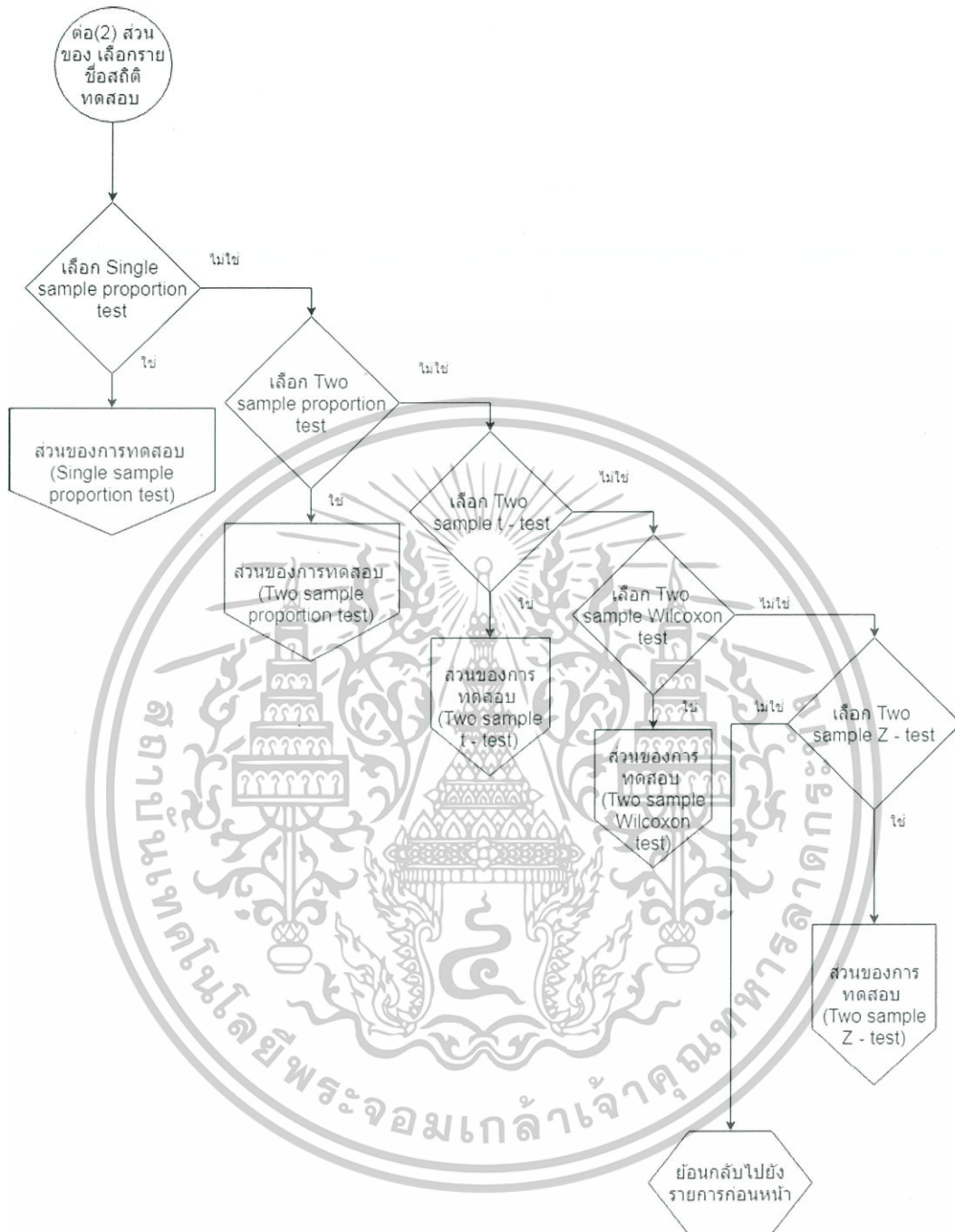
รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของทางเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



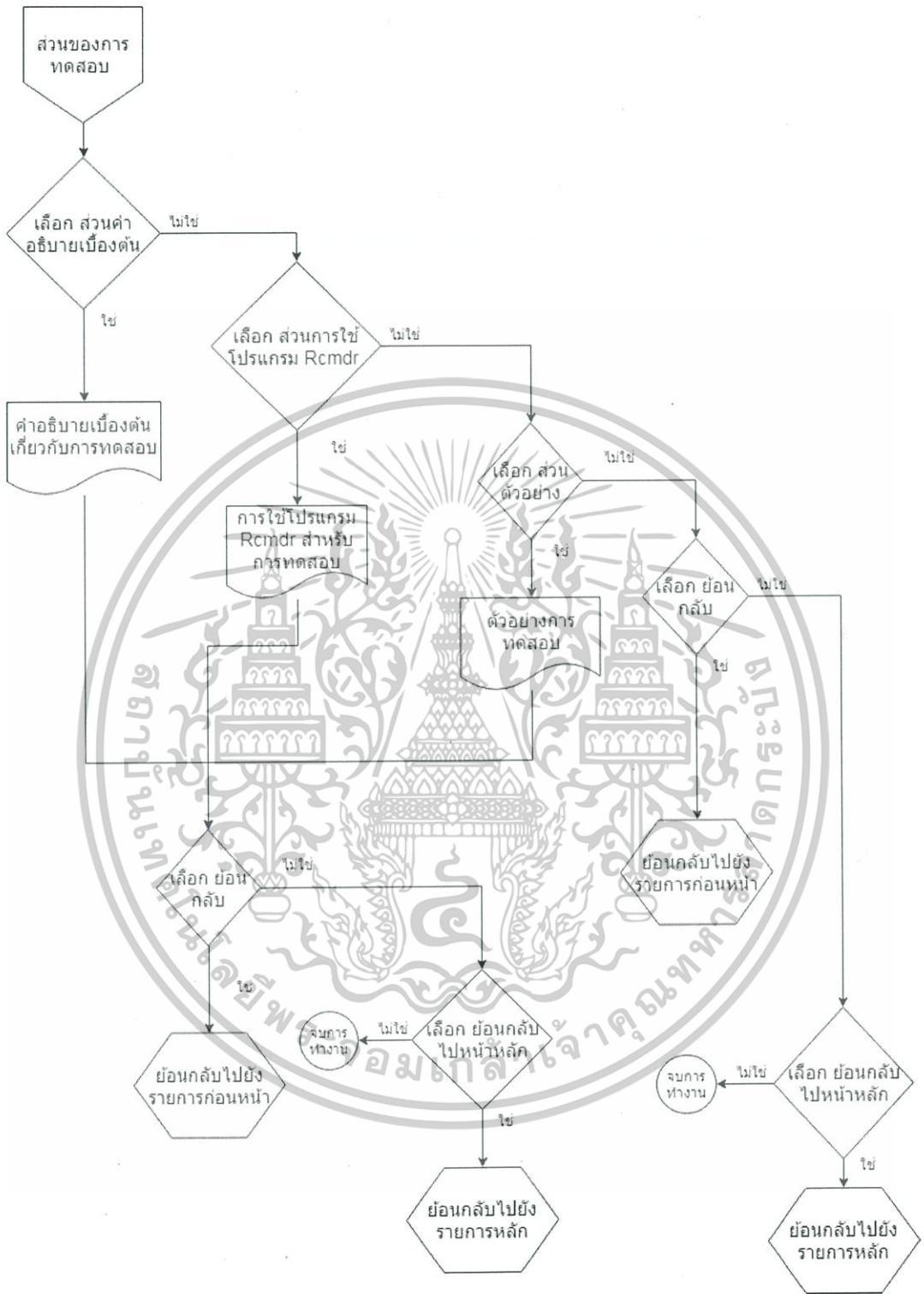
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของกรเลือกตามรายข้อสถิติทดสอบต่อ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของการทำงานของการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบต่อ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



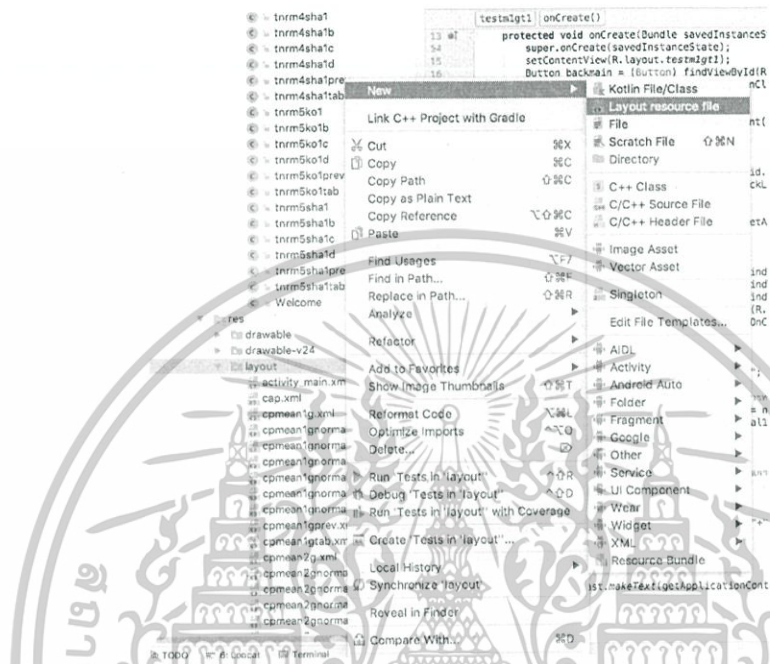
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของ การทดสอบสมมติฐานทางสถิติทั้ง 19 การทดสอบ

(เนื่องจากโครงสร้างของทุกการทดสอบเหมือนกันจึงยกมาแค่ส่วนเดียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม Android studio สร้างแอปพลิเคชันได้ ดังนี้

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม Android studio จะเริ่มจากการกดเลือกสร้างอินเตอร์เฟซ จากนั้นจะปรากฏโค้ดของการเริ่มสร้างหน้าจออินเตอร์เฟซขึ้นเองโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3.16 หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้างอินเตอร์เฟซ

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <android.support.constraint.ConstraintLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3   xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
4   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
5   android:layout_width="match_parent"
6   android:layout_height="match_parent"
7   tools:layout_editor_absoluteY="81dp">
8
9 </android.support.constraint.ConstraintLayout>

```

รูปที่ 3.17 โค้ดของการเริ่มสร้างหน้าจออินเตอร์เฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดเลือกเริ่มสร้างอินเตอร์เฟซแล้ว จะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ เป็นหน้าจอที่ว่างเปล่าสามารถใส่ข้อความหรือปุ่มต่างๆ ได้โดยการเขียนโค้ดอินเตอร์เฟซ



รูปที่ 3.18 หน้าต่างของการเริ่มสร้างหน้าจออินเตอร์เฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

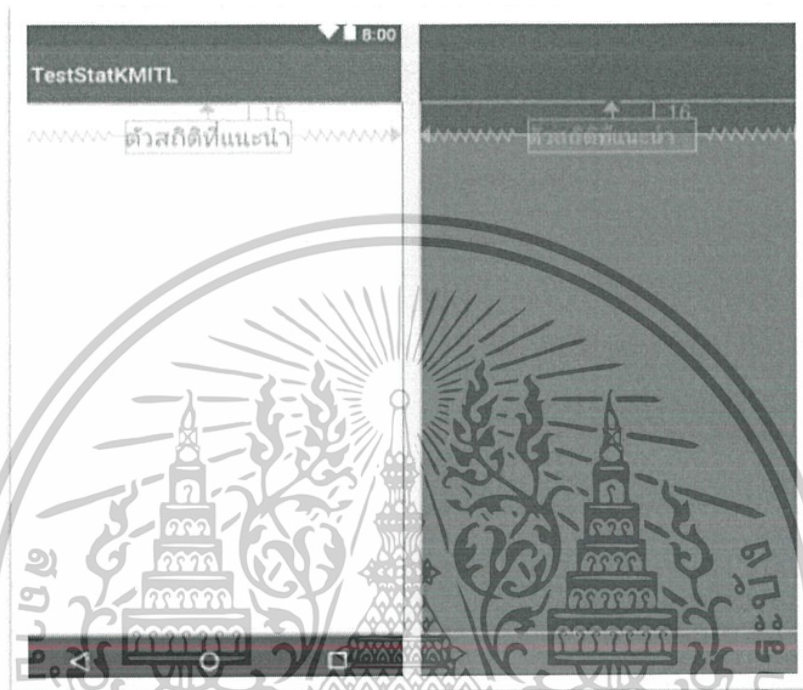
เมื่อต้องการใส่ข้อความลงในหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ จึงกดเลือกสร้าง TextView แล้วเขียนโค้ดของข้อความนั้นๆ ซึ่ง TextView จะสามารถกำหนดข้อความหรือกำหนดชื่อ กำหนดพอนต์และขนาดของตัวอักษร รวมทั้งการจัดวางได้ ซึ่งการกำหนดข้อความหรือกำหนดชื่อนั้นถ้าเป็น android : id คือ id ของ object ที่สามารถเรียกเพื่อกำหนดการทำงาน ส่วน android : text คือ ข้อความหรือชื่อที่แสดงบนหน้าต่างการทำงาน และในหน้าต่างนี้ได้ใส่ข้อความคือคำว่า สถิติที่แนะนำ



รูปที่ 3.20 การสร้าง TextView ด้วยการเขียนโค้ดของตัวสถิติที่แนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้าง TextView ด้วยการเขียนโค้ดของตัวสถิติที่แนะนำ แล้วจะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ ที่ปรากฏข้อความขึ้นมาว่า ตัวสถิติที่แนะนำ



รูปที่ 3.21 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของตัวสถิติที่แนะนำ

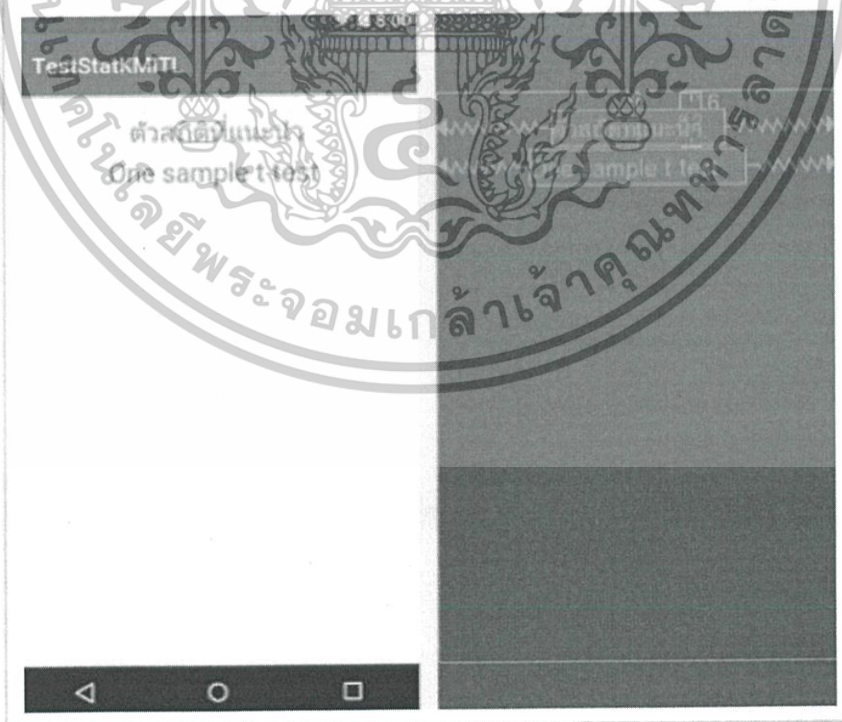
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการใส่ข้อความเพิ่มลงในหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ จึงทำการสร้าง TextView เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของ One sample t test

```
18 <TextView
19     android:id="@+id/textView"
20     android:layout_width="wrap_content"
21     android:layout_height="wrap_content"
22     android:layout_marginTop="52dp"
23     android:text="One sample t test "
24     android:textSize="24sp"
25     app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
26     app:layout_constraintHorizontal_bias="0.502"
27     app:layout_constraintLeft_toLeftOf="parent"
28     app:layout_constraintRight_toRightOf="parent"
29     app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
30     app:layout_constraintTop_toTopOf="parent" />
```

รูปที่ 3.22 การสร้าง TextView เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของ One sample t test

เมื่อสร้าง TextView เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของ One sample t test แล้วจะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ ที่ปรากฏข้อความเพิ่มขึ้นมาว่า One sample t test



เอกสารนี้เป็นเอกสารปีที่ ๒๐๒๓ หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของ One sample t test เพิ่มขึ้น โยชนด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการสร้างปุ่มเพื่อให้เลือกได้เพียงปุ่มเดียวจากปุ่มตัวเลือกทั้งหมด จึงมีการสร้างกลุ่มของ RadioGroup หรือ RadioButton ด้วยการกดเลือกสร้าง RadioGroup หรือ RadioButton แล้วเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือก เพื่อสร้างปุ่ม RadioButton ที่เลือกได้เพียงปุ่มเดียวโดยสามารถกำหนดข้อความหรือกำหนดชื่อของแต่ละ RadioButton กำหนดพอนต์และขนาดของตัวอักษร รวมทั้งการจัดวางได้ ซึ่งการกำหนดข้อความหรือกำหนดชื่อนั้นถ้าเป็น android : id คือ id ของ object ที่สามารถเรียกเพื่อกำหนดการทำงาน ส่วน android : text คือ ข้อความหรือชื่อที่แสดงบนหน้าต่างการทำงาน และในหน้าต่างนี้ได้ใส่ชื่อของตัวเลือกทั้งหมด 3 ตัวเลือก คือ 1. คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ 2. การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ 3. ตัวอย่างการทดสอบ



รูปที่ 3.24 หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง RadioGroup



รูปที่ 3.25 หน้าต่างของโปรแกรม Android studio ที่แสดงการกดเลือกสร้าง RadioButton เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

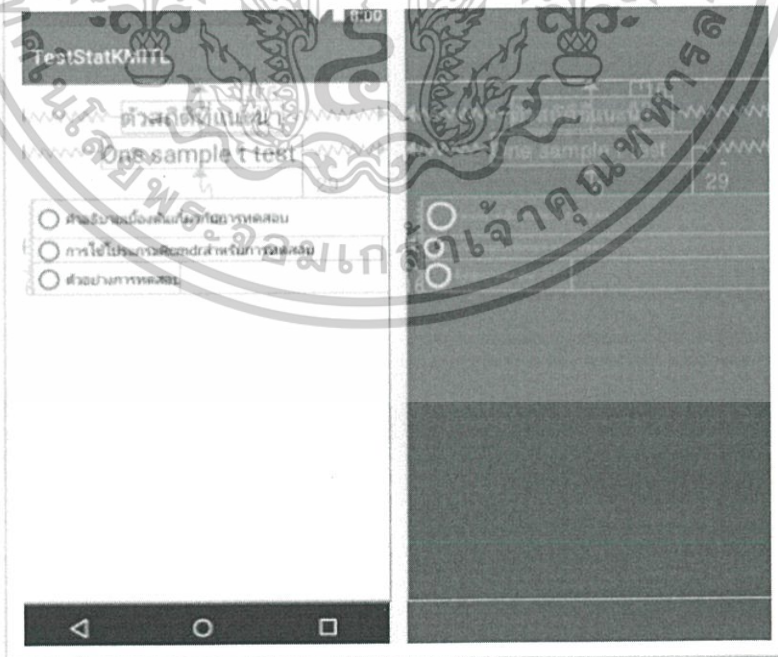
```

31 <RadioGroup
32     android:id="@+id/radioGroup1"
33     android:layout_width="350dp"
34     android:layout_height="8dp"
35     android:layout_alignParentTop="true"
36     android:layout_centerHorizontal="true"
37     android:layout_marginBottom="41dp"
38     android:layout_marginEnd="3dp"
39     android:layout_marginStart="16dp"
40     android:layout_marginTop="29dp"
41     app:layout_constraintBottom_toBottomOf="@+id/confirm"
42     app:layout_constraintEnd_toEndOf="@+id/confirm"
43     app:layout_constraintHorizontal_bias="0.0"
44     app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
45     app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/textView"
46     app:layout_constraintVertical_bias="1.0">
47
48
49     <RadioButton
50         android:id="@+id/sb"
51         android:layout_width="372dp"
52         android:layout_height="39dp"
53         android:text="คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ"
54         tools:layout_editor_absoluteX="16dp"
55         tools:layout_editor_absoluteY="77dp" />
56
57     <RadioButton
58         android:id="@+id/sr"
59         android:layout_width="339dp"
60         android:layout_height="24dp"
61         android:text="การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ"
62         tools:layout_editor_absoluteX="16dp"
63         tools:layout_editor_absoluteY="123dp" />
64
65     <RadioButton
66         android:id="@+id/me"
67         android:layout_width="wrap_content"
68         android:layout_height="wrap_content"
69         android:text="ตัวอย่างการทดสอบ"
70         tools:layout_editor_absoluteX="16dp"
71         tools:layout_editor_absoluteY="169dp" />
72 </RadioGroup>

```

รูปที่ 3.26 การสร้าง RadioGroup หรือ RadioButton ด้วยการเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือก

เมื่อสร้าง RadioGroup หรือ RadioButton ด้วยการเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือกแล้ว จะได้นหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชัน ที่ปรากฏข้อความขึ้นมาว่า คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 3.27 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของกลุ่มตัวเลือกใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการสร้างปุ่มกดหรือ Button ไปยังหน้าต่างอื่นๆ จึงมีการการสร้างปุ่มกดหรือ Button ด้วยการกดเลือกสร้าง Button แล้วเขียนโค้ดของปุ่มกดนั้นๆ ซึ่งสามารถตั้งชื่อปุ่ม กำหนด ฟอนต์และขนาดของตัวอักษร รวมทั้งการจัดวางได้ ซึ่งการตั้งชื่อปุ่มนั้นถ้าเป็น android : id คือ id ของ object ที่สามารถเรียกเพื่อกำหนดการทำงาน ส่วน android : text คือ ชื่อปุ่มที่แสดงบน หน้าต่างการทำงาน และในหน้าต่างนี้ได้ตั้งชื่อปุ่มไว้ว่า MAIN MENU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้างปุ่มกดหรือ Button ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม MAIN MENU แล้ว จะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ ที่ปรากฏปุ่มขึ้นมาพร้อมมีชื่อเรียกว่า MAIN MENU



รูปที่ 3.30 หน้าต่างการทำงานเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม MAIN MENU

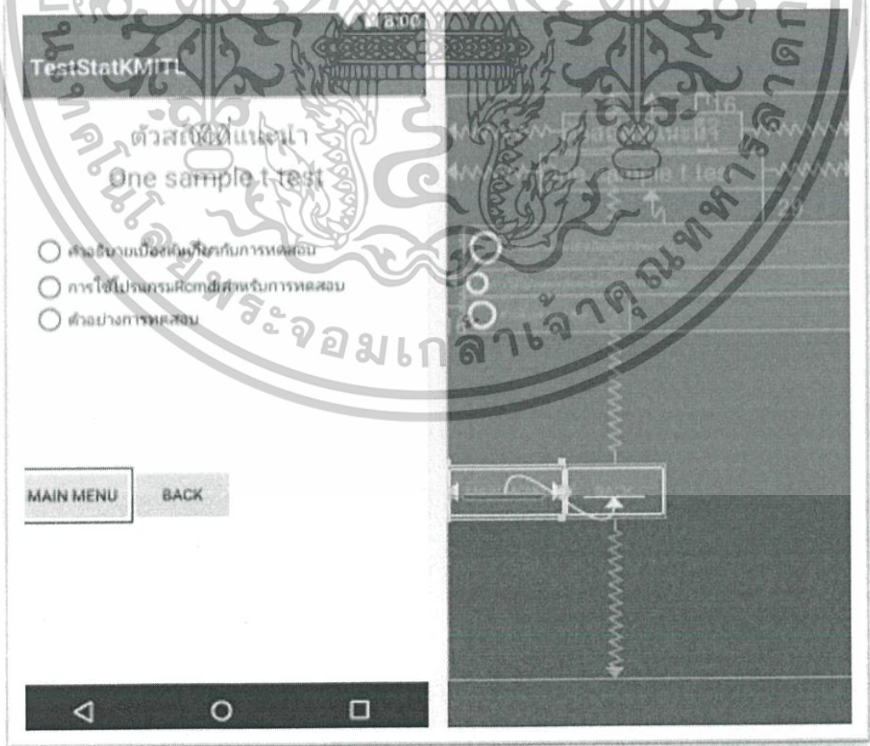
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มลงในหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ จึงทำการสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม BACK

```
82 <Button
83     android:id="@+id/back"
84     android:layout_width="wrap_content"
85     android:layout_height="wrap_content"
86     android:text="back"
87     app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
88     app:layout_constraintEnd_toStartOf="@+id/confirm"
89     app:layout_constraintLeft_toLeftOf="parent"
90     app:layout_constraintRight_toRightOf="parent"
91     app:layout_constraintStart_toEndOf="@+id/backmain"
92     app:layout_constraintTop_toTopOf="parent"
93     app:layout_constraintVertical_bias="0.695" />
```

รูปที่ 3.31 การสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม BACK

เมื่อสร้างปุ่มกดหรือ Button ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม BACK แล้ว จะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ ที่ปรากฏปุ่มเพิ่มขึ้นมาพร้อมมีชื่อเรียกว่า BACK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ที่รูปที่3.32 หน้าต่างการทำงานของเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม BACK เพิ่มขึ้นใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มลงในหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ จึงทำการสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT

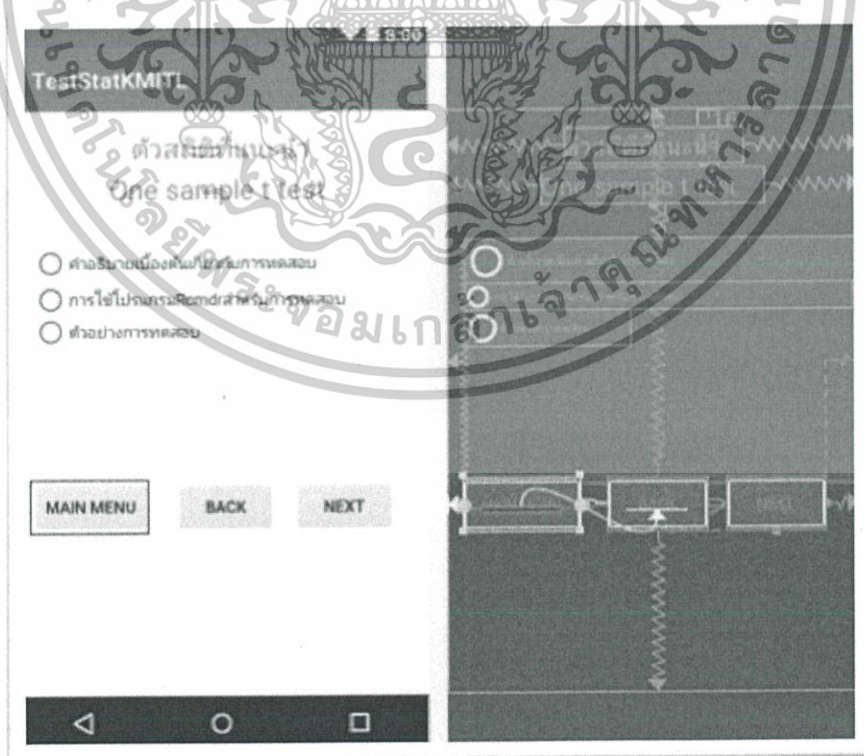
```

100 <Button
101     android:id="@+id/confirm"
102     android:layout_width="wrap_content"
103     android:layout_height="wrap_content"
104     android:layout_marginEnd="14dp"
105     android:text="next"
106     app:layout_constraintBaseline_toBaselineOf="@+id/back"
107     app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
108     app:layout_constraintStart_toEndOf="@+id/back" />
109
110
111 </android.support.constraint.ConstraintLayout>

```

รูปที่ 3.33 การสร้างปุ่มกดหรือ Button เพิ่มขึ้น ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT

เมื่อสร้างปุ่มกดหรือ Button ด้วยการเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT แล้ว จะได้หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Android studio ที่ใช้ออกแบบโมบายแอปพลิเคชันฯ ที่ปรากฏปุ่มเพิ่มขึ้นมาพร้อมมีชื่อเรียกว่า NEXT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.34 หน้าต่างการทำงานของเมื่อเขียนโค้ดของปุ่ม NEXT เพิ่มขึ้น
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดการทำงานของโมบายแอปพลิเคชันฯ นี้มีความสอดคล้องกับโค้ดการทำงานภายในอินเตอร์เฟซและมีการสร้างขึ้นเพื่อกำหนดการทำงานของปุ่มต่างๆ ทั้ง RadioButton และ Button โดยกำหนดว่าเมื่อผู้ใช้กดเลือกปุ่ม BACK จะส่งผ่านการทำงานกลับไปยังหน้าต่างก่อนหน้านี้ เมื่อกดเลือกปุ่ม MAIN MENU จะส่งผ่านการทำงานไปยังหน้าต่างเมนูหลัก และเมื่อกดเลือกปุ่ม NEXT จะถูกส่งการทำงานไปยังหน้าต่างที่ถูกกดเลือกไว้โดย RadioButton หรือกล่าวได้ว่าโค้ดการทำงานของโมบายแอปพลิเคชันฯ นี้เป็นการอธิบายการทำงานในแต่ละส่วนของโปรแกรม Android studio

```

package com.example.funnycup.myapplication;

import ...

public class testmigt1 extends AppCompatActivity {
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.testmigt1);
        Button backmain = (Button) findViewById(R.id.backmain);
        backmain.setOnClickListener((v) -> {
            Intent MainActivity = new Intent(getApplicationContext(),MainActivity.class);
            startActivity(MainActivity);
        });
        Button back = (Button) findViewById(R.id.back);
        back.setOnClickListener((v) -> {
            Intent paramean = new Intent(getApplicationContext(),cpmeanignormal1tab.class);
            startActivity(paramean);
        });
        final RadioButton mb = (RadioButton) findViewById(R.id.mb);
        final RadioButton mr = (RadioButton) findViewById(R.id.mr);
        final RadioButton me = (RadioButton) findViewById(R.id.me);
        Button confirm = (Button) findViewById(R.id.confirm);
        confirm.setOnClickListener((arg0) -> {
            String str="รายการที่ถูกเลือก"+ "\n";
            if(mb.isChecked()){
                str = str + "เมนูนี้ถึงคนของกราดทดสอบ"+"\n";
                Intent cpmeanignormal1tab = new Intent(getApplicationContext(),testmigt1b.class);
                startActivity(cpmeanignormal1tab);
            }
            if(mr.isChecked()){
                str = str + "กล่าวทดสอบกับโปรแกรม R"+"\n";
            }
            if(me.isChecked()){
                str = str + "ตัวอย่างการทดสอบ"+"\n";
            }
        });
        Toast.makeText(getApplicationContext(),str,Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}
}
}

```

รูปที่ 3.35 โค้ดการทำงานของโมบายแอปพลิเคชันฯ ของหน้าต่าง
ตัวสถิติที่แนะนำคือ One sample t test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี โดยจะสุ่มตัวอย่างของผู้ใช้งานจำนวน 92 คน จากนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 ทุกภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นผู้ประเมินความพึงพอใจในรายละเอียดต่างๆ ของโมบายแอปพลิเคชัน เช่น ความน่าสนใจของโมบายแอปพลิเคชันลงในระบบปฏิบัติการแบบ android ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ความสะดวกในการใช้งาน เป็นต้น วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Rcmdr เพื่อประเมินถึงความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีว่ามีความพึงพอใจมากน้อยเพียงใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโมบายแอปพลิเคชันได้จากเว็บไซต์ของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 4.1 หน้าเริ่มต้นการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันฯ
- 4.2 หน้าเมนูหลัก
- 4.3 เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ
 - 4.3.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย
 - 4.3.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ
 - 4.3.3 การทดสอบความสัมพันธ์
 - 4.3.4 การทดสอบความแปรปรวน
 - 4.3.5 การทดสอบสัดส่วน
- 4.4 เลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ
- 4.5 แนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น
- 4.6 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี ประกอบไปด้วยหน้าต่างของโมบายแอปพลิเคชันในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

4.1 หน้าเริ่มต้นการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันฯ

เป็นหน้าจอเริ่มต้นการใช้งานของโมบายแอปพลิเคชัน โดยมีปุ่มให้เลือกเพียงปุ่มเดียวคือ ปุ่ม START



รูปที่ 4.1 หน้าต่างของหน้าเริ่มต้นการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หน้าเมนูหลัก

เป็นหน้าเมนูหลักของโมบายแอปพลิเคชันฯ โดยมีหัวข้อให้เลือก ดังนี้

1. เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ
2. เลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ
3. แนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น

เราสามารถเลือกหัวข้อตามที่ต้องการแล้วก็เลือกปุ่ม NEXT ซึ่งในนั้นจะมีข้อมูลต่างๆให้ และจะกล่าวโดยละเอียดในรูปถัดๆ ไป



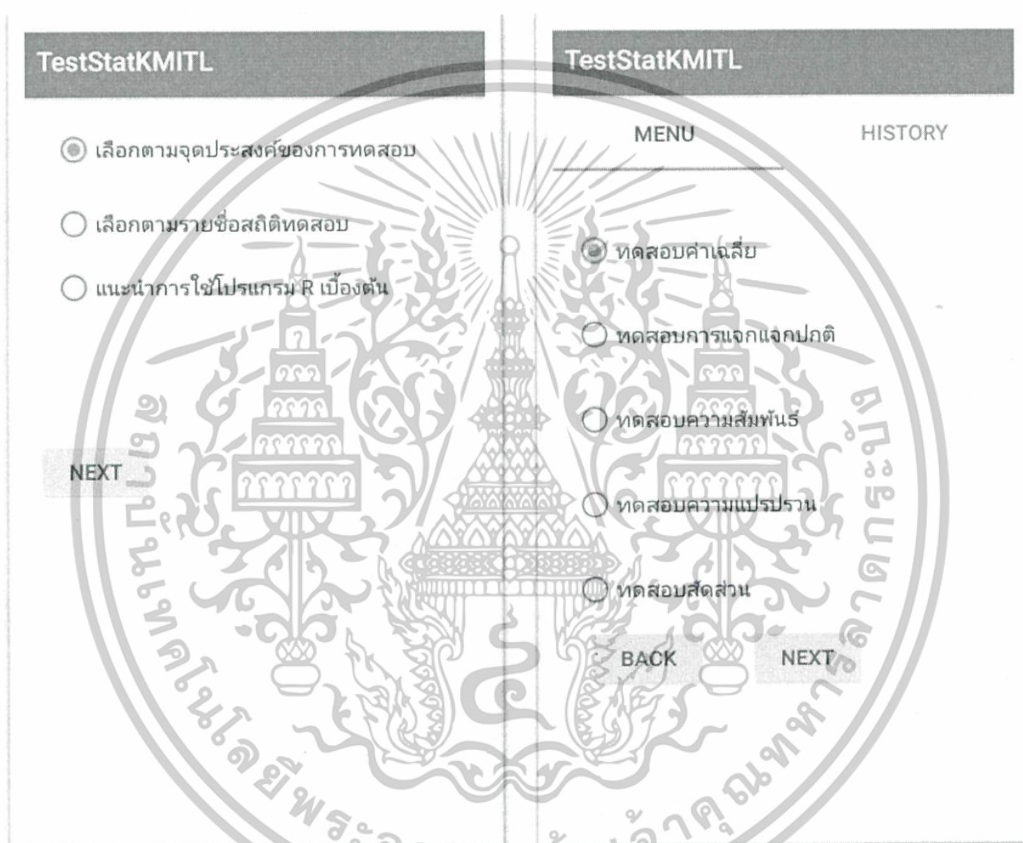
รูปที่ 4.2 หน้าต่างหน้าเมนูหลักของโมบายแอปพลิเคชันฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ

จะมีหัวข้อการทดสอบทางสถิติทั้งหมด 5 หัวข้อ ดังนี้

4.3.1 การทดสอบค่าเฉลี่ย หากเราเลือกเมนูเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ ในรูปที่ 4.3 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปดังรูปที่ 4.4 โดยในรูปที่ 4.4 นี้เป็นการเลือกหัวข้อการทดสอบค่าเฉลี่ย และมีปุ่ม NEXT เพื่อไปยังหัวข้อถัดไปที่เราเลือก และปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังเมนูก่อนหน้ากับปุ่ม



รูปที่ 4.3 หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อ
เลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ

รูปที่ 4.4 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์
ของการทดสอบโดยเลือกการทดสอบค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการทดสอบค่าเฉลี่ยแล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปโดยมีหัวข้อให้เลือกต่ออีกว่าเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกี่กลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ทดสอบค่าเฉลี่ยตัวอย่าง 1 กลุ่ม ทดสอบค่าเฉลี่ยตัวอย่าง 2 กลุ่ม และทดสอบค่าเฉลี่ยตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม ดังปรากฏในรูปที่ 4.5 และในรูปที่ 4.5 เป็นการเลือกหัวข้อทดสอบค่าเฉลี่ยตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม แล้วได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6 โดยมีเมนูให้เลือกต่ออีกว่าตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งมีหัวข้อดังนี้ ตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ ตัวอย่างไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีข้อความอธิบายว่าถ้าไม่ทราบการแจกแจงให้ไปทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติก่อน และในรูปที่ 4.6 ได้เลือกหัวข้อตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีปุ่มเพิ่มขึ้นมาคือ ปุ่ม MAIN MENU หากเลือกปุ่มนี้จะเป็นการย้อนกลับไปหน้าเมนูหลัก

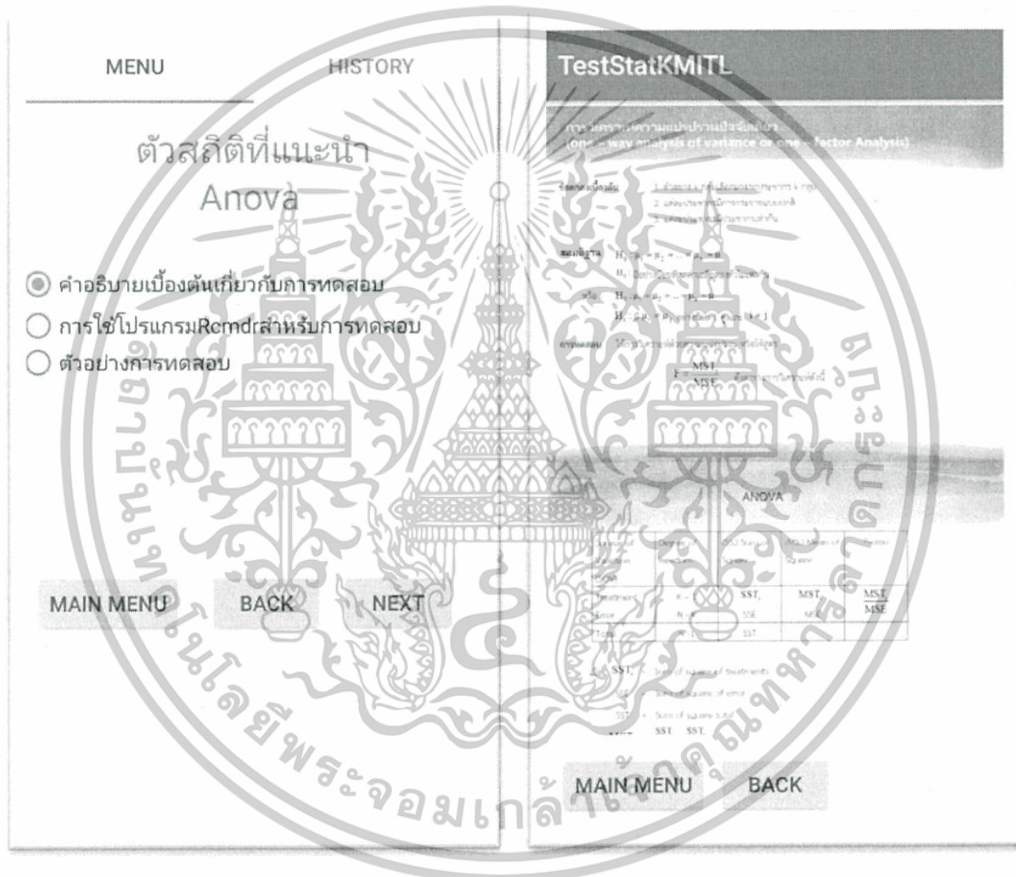


รูปที่ 4.5 หน้าต่างของการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยเลือกทดสอบค่าเฉลี่ยตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม

รูปที่ 4.6 หน้าต่างของการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยเลือกตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อต่างๆ จนครบแล้วโมบายแอปพลิเคชันจะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำที่มีลักษณะตรงตามหัวข้อที่ได้เลือกไปข้างต้น ซึ่งในรูปที่ 4.7 นี้เป็นการทดสอบ ANOVA และมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้คือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เมื่อเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.7 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.8 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ANOVA



รูปที่ 4.7 หน้าต่างการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.8 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.9 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.10 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นการทดสอบ ANOVA ด้วยโปรแกรม Rcmdr



รูปที่ 4.9 หน้าตงการทดสอบค่าเฉลี่ย
ของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อ
การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.10 หน้าตางวิธีการทดสอบ
ANOVA ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับ
การทดสอบค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.11 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.12 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างเป็นตัวอย่างของการทดสอบ ANOVA



รูปที่ 4.11 หน้าต่างการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.12 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยของการทดสอบ ANOVA

จากเมนูการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบแล้วเลือกการทดสอบค่าเฉลี่ย เราต้องทราบลักษณะของข้อมูลและเลือกตามหัวข้อดังนี้ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีกี่กลุ่ม ตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งหากเราเลือกครบทุกหัวข้อแล้วจะปรากฏชื่อการทดสอบสมมติฐานและหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนั้น ซึ่งวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบ ANOVA ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านบนของโมบายแอปพลิเคชันมีแท็บให้เลือก 2 แท็บ คือ แท็บ MENU จะแสดงหน้าต่างปัจจุบันที่เราใช้งานอยู่ และแท็บ HISTORY MENU จะแสดงหน้าต่างหัวข้อที่เลือกมาก่อนหน้านี้ ซึ่งในที่นี้เป็นแท็บ MENU และแท็บ HISTORY MENU ของการทดสอบ ANOVA และจะเป็นเช่นนี้เหมือนกันสำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบอื่นๆ ด้วย

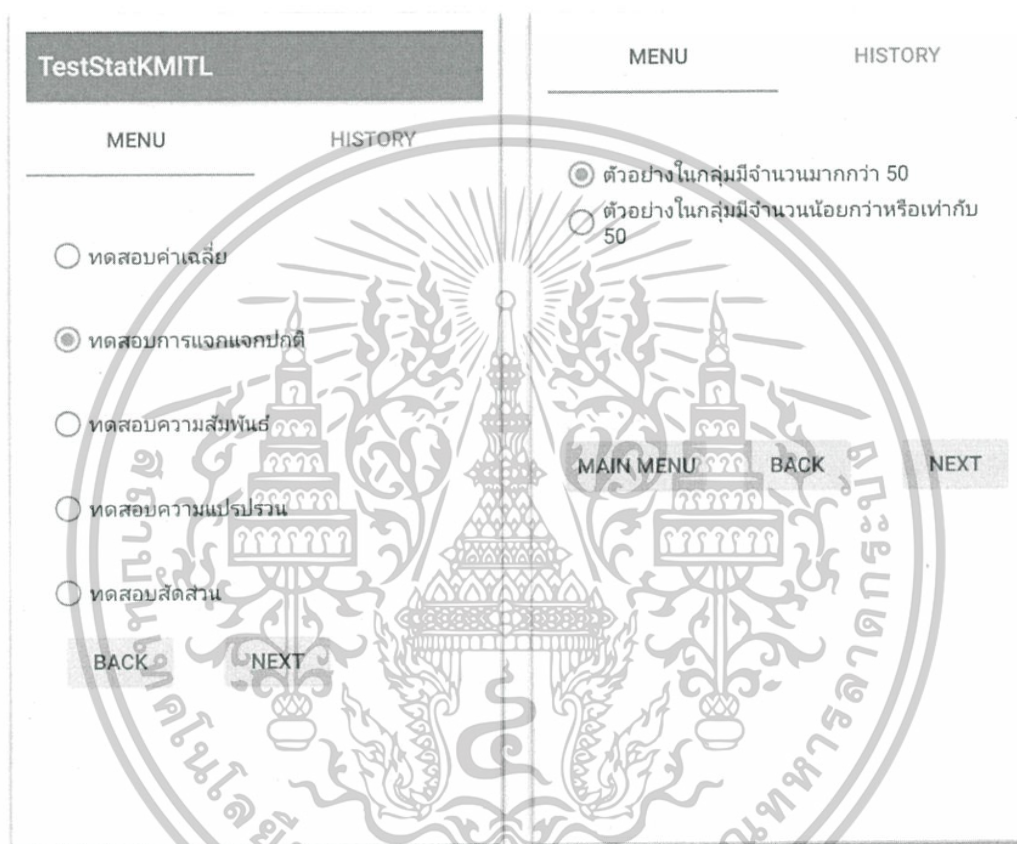


รูปที่ 4.13 หน้าต่างแท็บ MENU
ของการทดสอบ ANOVA

รูปที่ 4.14 หน้าต่างแท็บ HISTORY MENU
ของการทดสอบ ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ หากเราเลือกหัวข้อการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ดังรูปที่ 4.15 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปโดยมีหัวข้อให้เลือกต่ออีกว่า ตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนเท่าใด ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนมากกว่า 50 และตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 และในที่นี่ได้เลือกหัวข้อตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนมากกว่า 50 ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือกการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

รูปที่ 4.16 หน้าต่างของการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดยเลือกตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนมากกว่า 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อว่าตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนเท่าใดแล้ว โมบายแอปพลิเคชันจะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำที่มีลักษณะตรงตามหัวข้อที่ได้เลือกไปข้างต้น ซึ่งในรูปที่ 4.17 นี้เป็นการทดสอบ Kolmogorov smirnov test และมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้คือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เมื่อเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.17 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.18 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะ เป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ Kolmogorov smirnov test



รูปที่ 4.17 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.18 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.19 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.20 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นวิธีการทดสอบ Kolmogorov smirnov test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

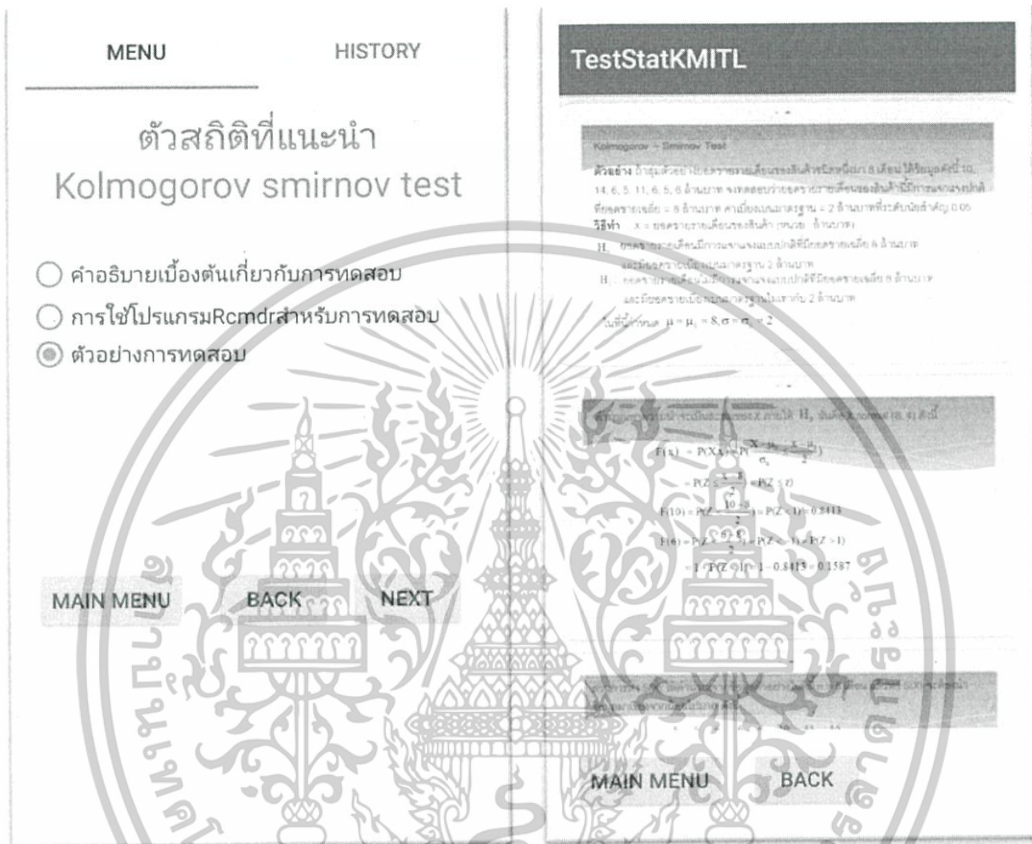


รูปที่ 4.19 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test โดยเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.20 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Kolmogorov smirnov test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.21 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.22 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test



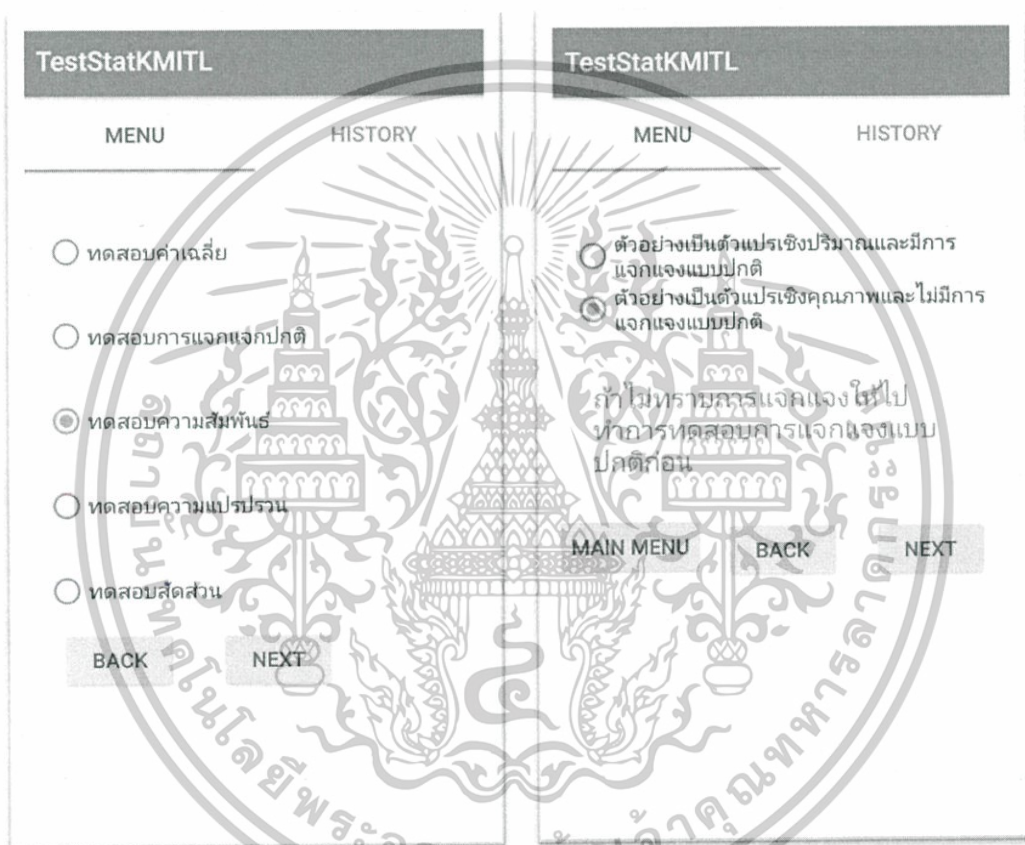
รูปที่ 4.21 หน้าต่างการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.22 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของการทดสอบ Kolmogorov smirnov test

จากเมนูการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบแล้วเลือกการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ เราต้องทราบลักษณะของข้อมูลและเลือกตอบว่า ตัวอย่างในกลุ่มมีจำนวนเท่าใด หากเราเลือกสำเร็จแล้วจะปรากฏชื่อการทดสอบสมมติฐานและหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนั้น ซึ่งวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบ Kolmogorov smirnov test ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ Kolmogorov smirnov test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดสอบความสัมพันธ์ หากเราเลือกหัวข้อการทดสอบความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 4.23 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปโดยมีหัวข้อให้เลือกต่ออีกว่า ตัวอย่างเป็นตัวแปรชนิดใดและมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวอย่างเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและมีการแจกแจงแบบปกติ ตัวอย่างเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพและไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีข้อความอธิบายว่าถ้าไม่ทราบการแจกแจงให้ไปทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติก่อน และในที่นี้ได้เลือกหัวข้อตัวอย่างเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพและไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังรูปที่ 4.24

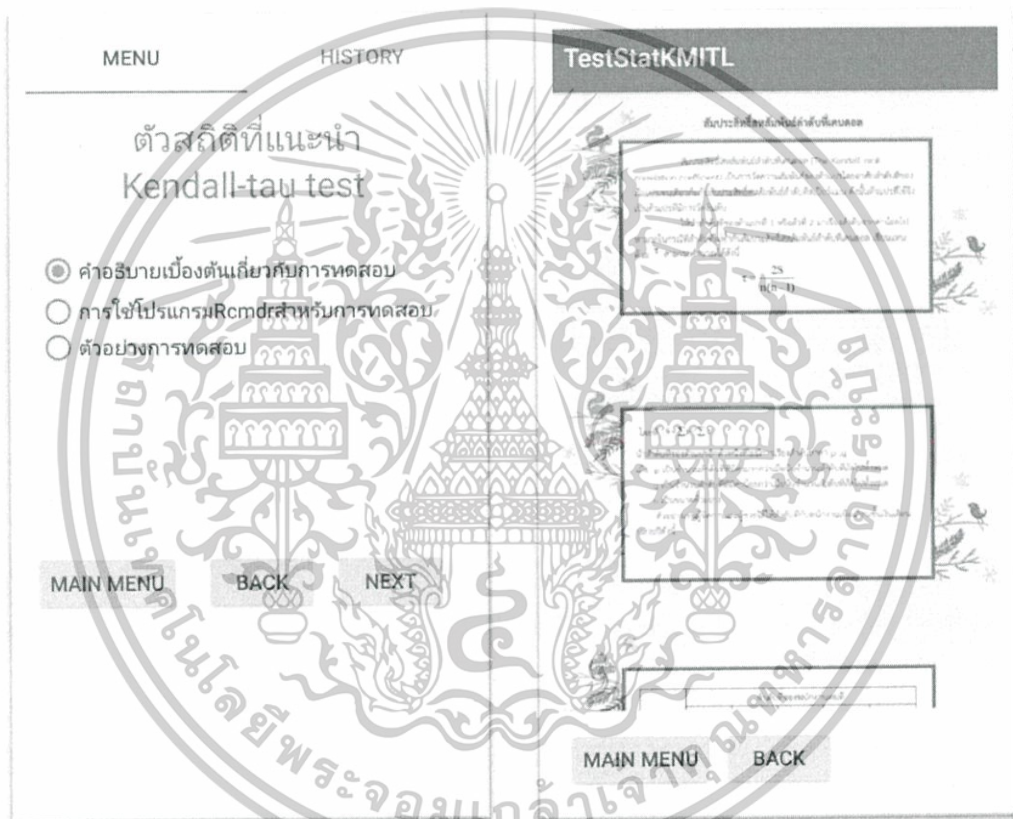


รูปที่ 4.23 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือกการทดสอบความสัมพันธ์

รูปที่ 4.24 หน้าต่างของการทดสอบความสัมพันธ์โดยเลือกตัวอย่างเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพและไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อว่าตัวอย่างเป็นตัวแปรชนิดใดและมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่แล้ว โบบาย แอปพลิเคชันจะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำที่มีลักษณะตรงตามหัวข้อที่ได้เลือกไปข้างต้น ซึ่งในรูปที่ 4.25 นี้เป็นการทดสอบ Kendall-tau test และมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้คือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เมื่อเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.25 จะปรากฏหน้าต่างต่อมา ดังรูปที่ 4.26 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ Kendall-tau test



รูปที่ 4.25 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.26 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.27 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.28 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นวิธีการทดสอบ Kendall-tau test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

The image shows two screenshots from the Rcmdr software. The left screenshot displays the 'MENU' and 'HISTORY' tabs, with the 'ตัวสถิติที่แนะนำ' (Recommended Statistics) section showing 'Kendall-tau test' selected. Below it are three radio buttons: 'คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ' (Basic explanation of the test), 'การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ' (Using Rcmdr for the test), and 'ตัวอย่างการทดสอบ' (Test examples). The right screenshot shows the 'TestStatKMITL' window with the title 'การทดสอบความสัมพันธ์' (Correlation Test) and 'ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "AMSSurvey"' (Using data from file "AMSSurvey"). It displays a data table with columns for 'AMSSurvey', 'Rcmdr', 'StatCrunch', and 'MINITAB'. Below the table is a menu path: 'ไปที่ Statistics > Proportion > Correlation test...'. A dropdown menu is open, showing options like 'Contingency tables', 'Means', 'Proportions', 'Nonparametric tests', and 'Fit models'. The 'Correlation test...' option is highlighted.

รูปที่ 4.27 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์
ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือกหัวข้อ
การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.28 หน้าต่างวิธีการทดสอบ
Kendall-tau test ด้วยโปรแกรม Rcmdr
สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.29 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.30 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ Kendall-tau test



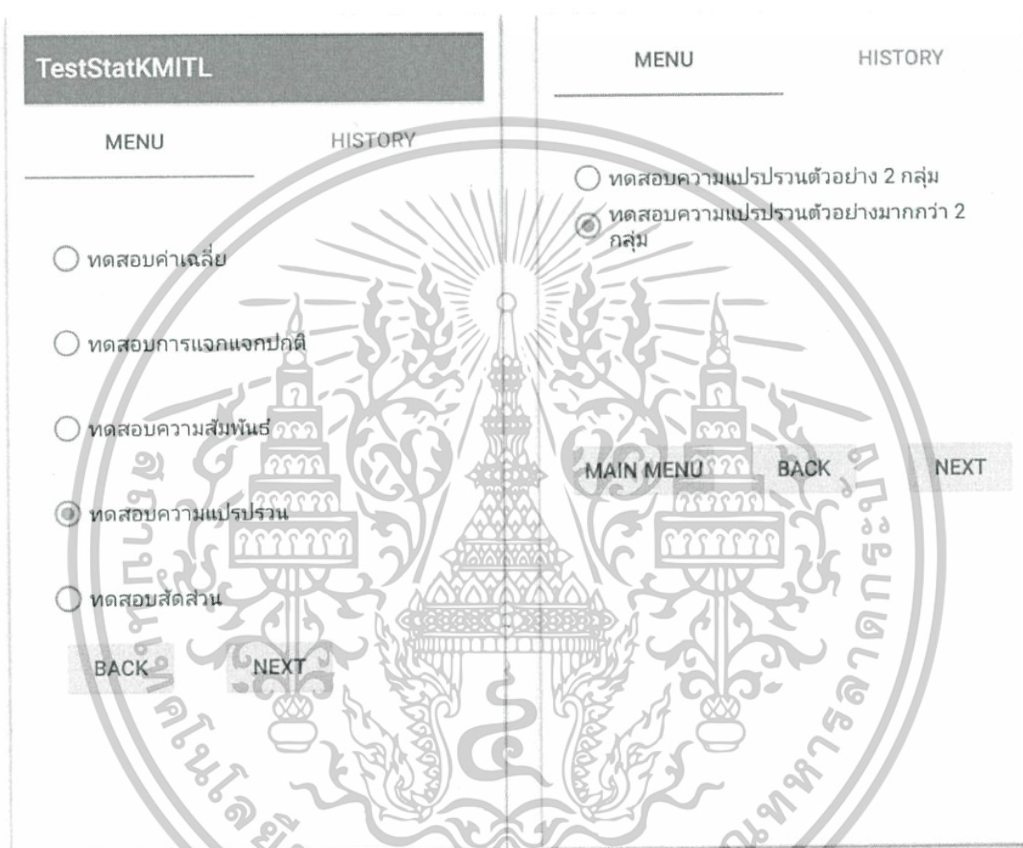
รูปที่ 4.29 หน้าต่างการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.30 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบความสัมพันธ์ของการทดสอบ Kendall-tau test

จากเมนูการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบแล้วเลือกการทดสอบความสัมพันธ์ เราต้องทราบลักษณะของข้อมูลและเลือกตอบว่า ตัวอย่างเป็นตัวแปรชนิดใดและมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ หากเราเลือกสำเร็จแล้วจะปรากฏชื่อการทดสอบสมมติฐานและหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนั้น ซึ่งวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบ Kendall-tau test ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ Kendall-tau test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การทดสอบความแปรปรวน หากเราเลือกหัวข้อการทดสอบความแปรปรวน ดังรูปที่ 4.31 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปโดยมีหัวข้อให้เลือกต่ออีกว่า การทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างมีกี่กลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ทดสอบความแปรปรวนตัวอย่าง 2 กลุ่ม และ ทดสอบความแปรปรวนตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม ซึ่งในที่นี่ได้เลือกหัวข้อการทดสอบความแปรปรวน ตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 4.32

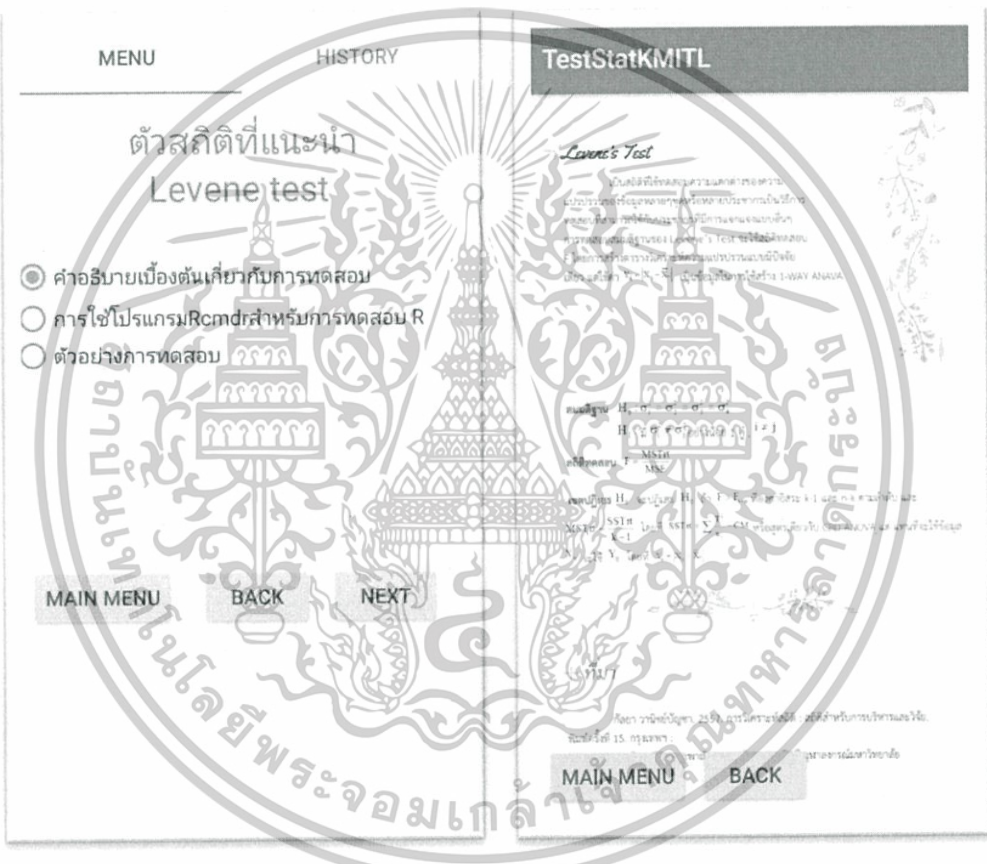


รูปที่ 4.31 หน้าต่างของการเลือกตามจุดประสงค์
ของการทดสอบโดยเลือก
การทดสอบความแปรปรวน

รูปที่ 4.32 หน้าต่างของการทดสอบ
ความแปรปรวนโดยเลือกทดสอบ
ความแปรปรวนตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อว่าการทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างมีกี่กลุ่มแล้ว โมบายแอปพลิเคชัน จะแสดงชื่อตัวสถิติที่แนะนำที่มีลักษณะตรงตามหัวข้อที่ได้เลือกไปข้างต้น ซึ่งในรูปที่ 4.33 นี้เป็นการ ทดสอบ Levene test และมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้คือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการ ทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เมื่อเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.33 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.34 ซึ่ง หน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะ เป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ Levene test



รูปที่ 4.33 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวน ของการทดสอบ Levene test โดยเลือกหัวข้อ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.34 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับ การทดสอบสำหรับการทดสอบ ความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.35 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.36 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นวิธีการทดสอบ Levene test ด้วยโปรแกรม Rcmdr



รูปที่ 4.35 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test โดยเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.36 หน้าต่างวิธีการทดสอบ Levene test ด้วยโปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบความแปรปรวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.37 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.38 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ Levene test

The image shows two screenshots of the TestStatKMITL software interface. The left screenshot (Figure 4.37) displays the 'ตัวสถิติที่แนะนำ Levene test' section with three radio button options: 'คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ', 'การใช้โปรแกรมRomdrสำหรับการทดสอบ R', and 'ตัวอย่างการทดสอบ' (which is selected). The right screenshot (Figure 4.38) shows the 'TestStatKMITL' results screen for the Levene test. It includes a table of data and a statistical summary.

ข้อมูลตัวอย่าง			
1	2	3	4
60.8	68.7	102.6	87.9
57	67.7	102.1	84.2
85	74	100.2	83.1
58.6	66.3	96.5	85.7
81.7	69.8		90.3

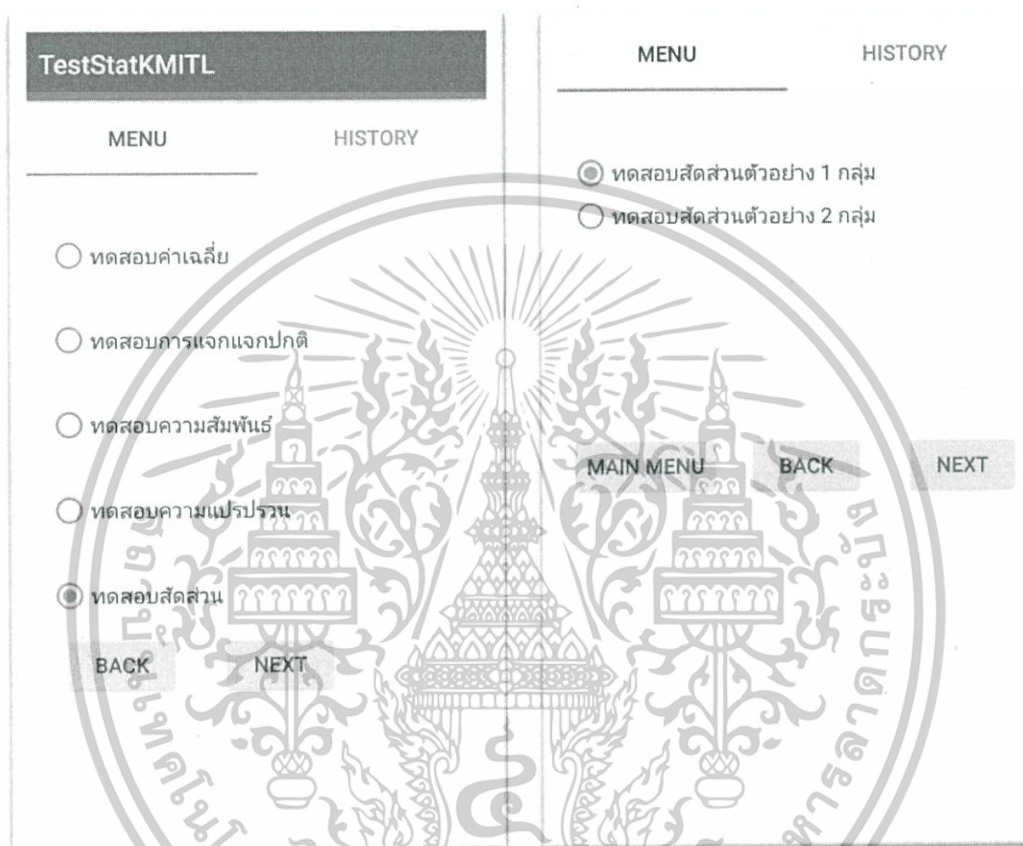
รูปที่ 4.37 หน้าต่างการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.38 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบความแปรปรวนของการทดสอบ Levene test

จากเมนูการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบแล้วเลือกการทดสอบความแปรปรวน เราต้องทราบลักษณะของข้อมูลและเลือกตอบว่า การทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างมีกี่กลุ่ม หากเราเลือกสำเร็จแล้วจะปรากฏชื่อการทดสอบสมมติฐานและหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนั้น ซึ่งวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบ Levene test ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ Levene test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การทดสอบสัดส่วน หากเราเลือกหัวข้อการทดสอบสัดส่วน ดังรูปที่ 4.39 แล้ว โหมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปโดยมีหัวข้อให้เลือกต่ออีกว่า การทดสอบสัดส่วนของตัวอย่างมีกี่กลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ทดสอบสัดส่วนตัวอย่าง 1 กลุ่ม และทดสอบสัดส่วนตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งในที่นี้ได้เลือกหัวข้อทดสอบสัดส่วนตัวอย่าง 1 กลุ่ม ดังรูปที่ 4.40



รูปที่ 4.39 หน้าต่างของการเลือกตาม
จุดประสงค์ของการทดสอบโดยเลือก
การทดสอบสัดส่วน

รูปที่ 4.40 หน้าต่างของการทดสอบสัดส่วน
โดยเลือกทดสอบสัดส่วนตัวอย่าง 1 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อว่าการทดสอบสัดส่วนของตัวอย่างมีกี่กลุ่มแล้ว โหมดแอปพลิเคชันจะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำที่มีลักษณะตรงตามหัวข้อที่ได้เลือกไปข้างต้น ซึ่งในรูปที่ 4.41 นี้เป็นการทดสอบ Single sample proportion test และมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนี้คือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เมื่อเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.41 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.42 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ Single sample proportion test



รูปที่ 4.41 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.42 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.43 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.44 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นการทดสอบ Single sample proportion test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

The image shows two screenshots of the Rcmdr software interface. The left screenshot shows the 'MENU' and 'HISTORY' tabs, with the 'Single sample proportion test' option selected. The right screenshot shows the 'TestStatKMITL' window with a data table and a menu path: 'ไปที่ Statistics > Proportion > Single-sample proportion test...'. The data table in the right screenshot is as follows:

File	Variable	Value	Count	Percent
AMSsurvey	Q1	1	33	33.0
AMSsurvey	Q1	2	33	33.0
AMSsurvey	Q1	3	33	33.0
AMSsurvey	Q2	1	33	33.0
AMSsurvey	Q2	2	33	33.0
AMSsurvey	Q2	3	33	33.0
AMSsurvey	Q3	1	33	33.0
AMSsurvey	Q3	2	33	33.0
AMSsurvey	Q3	3	33	33.0
AMSsurvey	Q4	1	33	33.0
AMSsurvey	Q4	2	33	33.0
AMSsurvey	Q4	3	33	33.0
AMSsurvey	Q5	1	33	33.0
AMSsurvey	Q5	2	33	33.0
AMSsurvey	Q5	3	33	33.0
AMSsurvey	Q6	1	33	33.0
AMSsurvey	Q6	2	33	33.0
AMSsurvey	Q6	3	33	33.0
AMSsurvey	Q7	1	33	33.0
AMSsurvey	Q7	2	33	33.0
AMSsurvey	Q7	3	33	33.0
AMSsurvey	Q8	1	33	33.0
AMSsurvey	Q8	2	33	33.0
AMSsurvey	Q8	3	33	33.0
AMSsurvey	Q9	1	33	33.0
AMSsurvey	Q9	2	33	33.0
AMSsurvey	Q9	3	33	33.0
AMSsurvey	Q10	1	33	33.0
AMSsurvey	Q10	2	33	33.0
AMSsurvey	Q10	3	33	33.0

รูปที่ 4.43 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของ
การทดสอบ Single sample proportion test
โดยเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr
สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.44 หน้าต่างวิธีการทดสอบ
Single sample proportion test ด้วย
โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.45 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.46 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ Single sample proportion test



รูปที่ 4.45 หน้าต่างการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.46 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบสัดส่วนของการทดสอบ Single sample proportion test

จากเมนูการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบแล้วเลือกการทดสอบสัดส่วน เราต้องทราบลักษณะของข้อมูลและเลือกตอบว่า การทดสอบสัดส่วนของตัวอย่างมีกี่กลุ่ม หากเราเลือกสำเร็จแล้วจะปรากฏชื่อการทดสอบสมมติฐานและหัวข้อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบนั้น ซึ่งวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดสอบ Single sample proportion test ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ Single sample proportion test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ

หากเราเลือกเมนูการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ ในรูปที่ 4.47 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปดังรูปที่ 4.48 โดยในรูปที่ 4.48 นี้จะมีเมนูให้เลือกเป็นรายชื่อการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีที่มีอยู่ในโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งมีทั้งหมด 19 รายชื่อ ดังนี้ 1.ANOVA 2.Friedman-test 3.F-test 4.Kendal Spearman-test 5.Kolmogorov Smirnov-test 6.Kruskall Wallis-test 7.Levane-test 8.One Sample t-test 9.One Sample Wilcoxon-test 10.One Sample Z-test 11.Pair Sample t-test 12.Pair Sample Wilcoxon-test 13.Pearson Chisquare-test 14.Shapirowilk-test 15.Single Sample proportion-test 16.Two Sample proportion-test 17.Two Sample t-test 18.Two Sample Wilcoxon-test 19.Two Sample Z-test และมีปุ่ม NEXT เพื่อไปยังหัวข้อถัดไปที่เราเลือกกับปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังเมนูก่อนหน้า แล้วด้านบนของโมบายแอปพลิเคชันมีแท็บ MENU จะแสดงหน้าต่างปัจจุบันที่เราใช้งานอยู่ และแท็บ HISTORY MENU จะแสดงหัวข้อที่เลือกมาก่อนหน้านี้



รูปที่ 4.47 หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อ

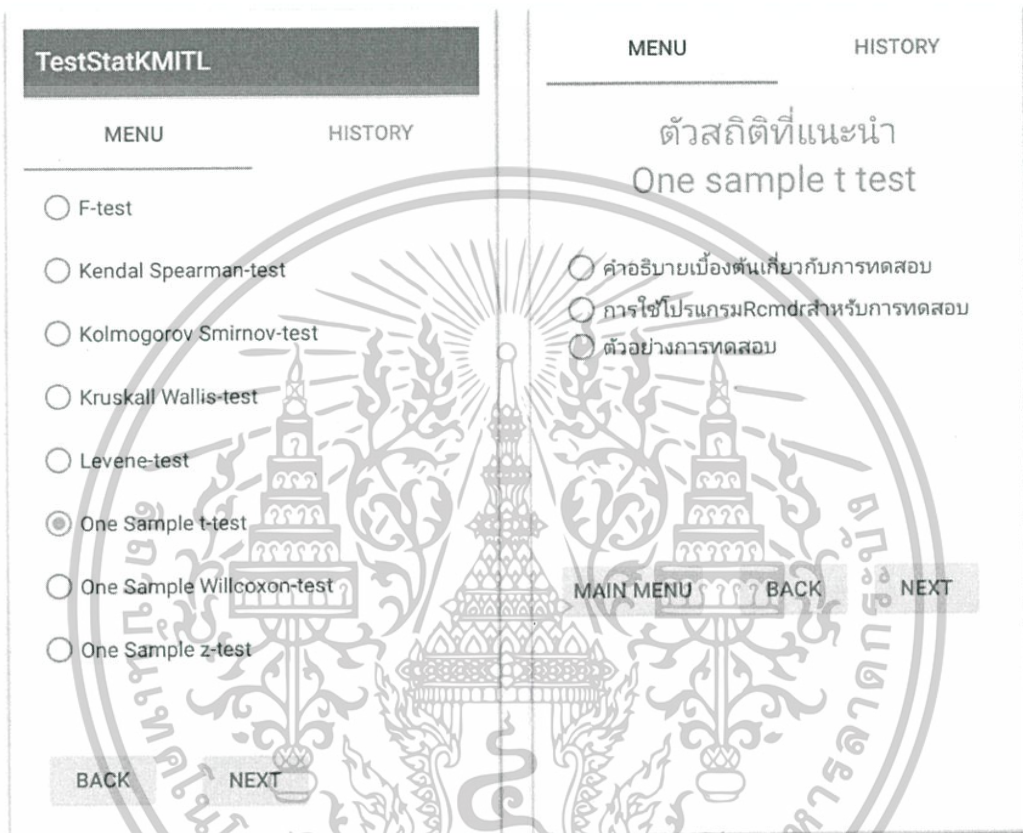
เลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ

รูปที่ 4.48 หน้าต่างของการเลือกตาม

รายชื่อสถิติทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อ One Sample t-test ในรูปที่ 4.49 โมบายแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.50 ซึ่งจะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำนั้นๆ และมี 3 หัวข้อให้เลือกคือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ ซึ่งมีปุ่มเพิ่มขึ้นมาคือ ปุ่ม MAIN MENU หากเลือกปุ่มนี้จะเป็นการย้อนกลับไปหน้าเมนูหลัก



รูปที่ 4.49 หน้าต่างของการเลือกตาม

รูปที่ 4.50 หน้าต่างของการทดสอบ

รายชื่อสถิติทดสอบโดยเลือกหัวข้อ

One Sample t-test

One Sample t-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.51 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.52 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ One Sample t-test



รูปที่ 4.51 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.52 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบของการทดสอบ One Sample t-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.53 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.54 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นวิธีการทดสอบ One Sample t-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr



รูปที่ 4.53 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.54 หน้าต่างวิธีการทดสอบ One Sample t-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.55 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.56 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ One Sample t-test

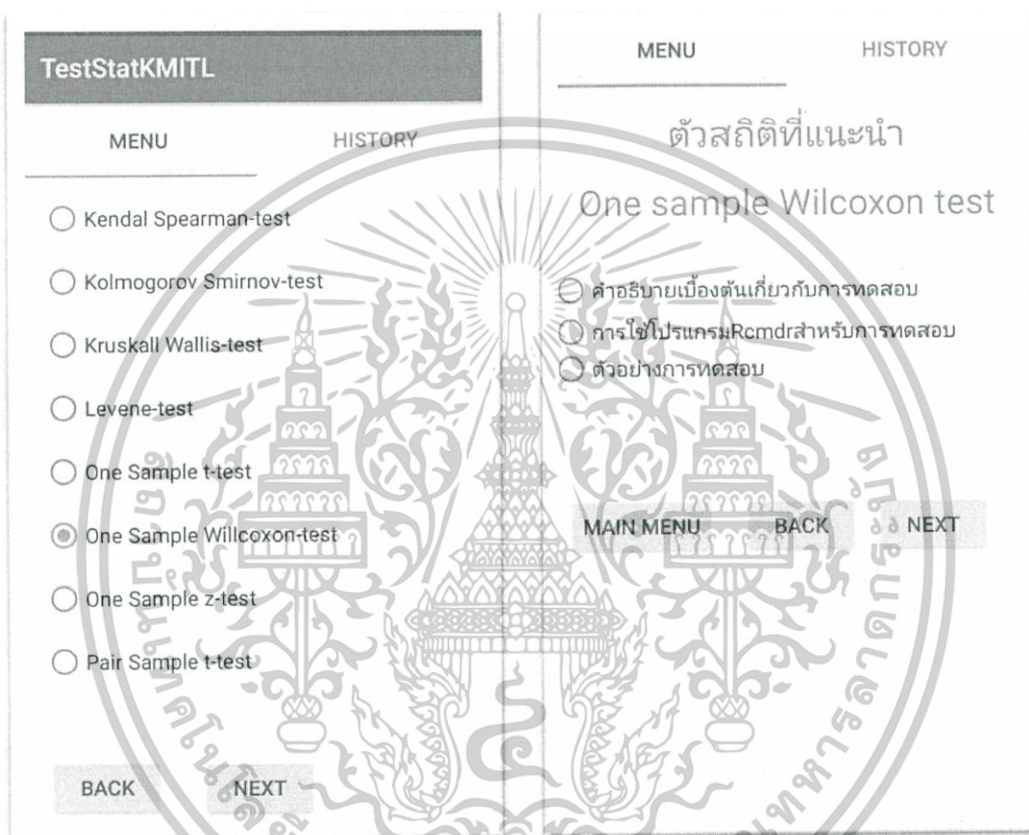


รูปที่ 4.55 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample t-test โดยเลือกหัวข้อ ตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.56 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบของการทดสอบ One Sample t-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเปลี่ยนจากการเลือกหัวข้อ One Sample t-test เป็นหัวข้อ One Sample Wilcoxon-test ดังรูปที่ 4.57 โหมบายแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.58 ที่จะแสดงชื่อของตัวสถิติที่แนะนำนั้นๆ และมี 3 หัวข้อให้เลือกคือ คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ และตัวอย่างการทดสอบ เหมือนกับหัวข้อ One Sample t-test



รูปที่ 4.57 หน้าต่างของการเลือกตามรายชื่อ สถิติทดสอบโดยเลือกหัวข้อ One Sample Wilcoxon-test

รูปที่ 4.58 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.59 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.60 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test

The screenshot shows the TestStatKMITL software interface. On the left, there is a menu titled "ตัวสถิติที่แนะนำ" (Recommended Statistics) with the sub-header "One sample Wilcoxon test". Below this, there are three radio button options:

- คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ (Basic explanation of the test)
- การใช้โปรแกรม Remdr สำหรับการทดสอบ (Using the Remdr program for testing)
- ตัวอย่างการทดสอบ (Test examples)

 At the bottom of the menu are buttons for "MAIN MENU", "BACK", and "NEXT".

On the right, the main window displays the title "TestStatKMITL" and the subtitle "การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location)". Below this, there is a detailed text explanation in Thai:

บางทีเราต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร แต่มีข้อมูลบางอย่างที่ไม่สามารถใช้ในการทดสอบ Z หรือ t เช่น ถ้ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กคือ $n < 30$ ฯลฯ ประชากรที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ เราใช้วิธีของวิลคอกซันได้โดยใช้สมมติฐานที่สมมาตร เช่น การทดสอบเครื่องหมาย ใช้วิธีอันดับที่มีช่วงห่างไม่สม่ำเสมอ (interval scale) ซึ่งไม่สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์ที่สนใจ เช่น คือ การทดสอบวิลคอกซัน

 Below the text is a section titled "ข้อตั้งเบื้องต้น" (Preliminary questions) with four numbered items:

1. สมมติฐานว่างและสมมติฐาน
2. สมมติฐานที่สมมาตร
3. การแจกแจงที่ประชากรเป็นแบบสมมาตร
4. สมมติฐานว่างและสมมติฐานที่สนใจ

 At the bottom of the main window are buttons for "MAIN MENU" and "BACK".

รูปที่ 4.59 หน้าต่างของการทดสอบ
One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อ
คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ

รูปที่ 4.60 หน้าต่างคำอธิบายเบื้องต้น
เกี่ยวกับการทดสอบของการทดสอบ
One Sample Wilcoxon-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อการใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ ดังรูปที่ 4.61 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.62 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ ด้วยโปรแกรม Rcmdr และในหน้าต่างนี้จะเป็นวิธีการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

The image shows two screenshots from the Rcmdr software. The left screenshot (Figure 4.61) displays the 'MENU' window with the 'One sample Wilcoxon test' option selected. The right screenshot (Figure 4.62) shows the 'TestStatKMITL' window with a data table and a menu for selecting the test.

Figure 4.61: MENU window

MENU HISTORY

ตัวสถิติที่แนะนำ

One sample Wilcoxon test

- คำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับการทดสอบ
- การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ
- ตัวอย่างการทดสอบ

MAIN MENU BACK NEXT

Figure 4.62: TestStatKMITL window

TestStatKMITL

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวอย่าง 1 กลุ่มที่ไม่มีแจกแจงแบบปกติ

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "dietsudy"

ไปที่ Statistics > Nonparametric > Single-sample Wilcoxon test ...

id	totalfat	totalfat2	totalfat3	totalfat4	totalfat5	totalfat6	totalfat7	totalfat8	totalfat9			
1	49	N	150	143	109	119	100	139	136	188	182	
2	16	N	109	94	119	75	92	237	233	232	228	225
3	50	N	882	189	86	149	119	233	231	229	228	226
4	16	F	112	145	136	159	82	109	101	177	174	212
5	66	M	156	104	187	79	87	238	237	215	213	214
6	49	F	107	108	82	107	171	169	166	165	162	161
7	60	N	138	132	146	149	132	222	219	215	215	210
8	85	F	145	129	150	118	123	167	167	164	162	161
9	32	N	105	103	129	139	174	199	200	196	196	193
10	45	N	154	103	128	235	92	233	228	229	229	226
11	61	F	116	114	124	221	179	182	176	179	179	178
12	49	F	107	114	154	168	157	288	153	159	155	154
13	62	N	146	107	129	86	189	157	151	155	145	143
14	59	N	136	141	138	152	101	216	219	210	210	206
15	59	N	132	107	103	29	149	257	265	234	232	249
16	60	F	226	223	217	79	230	114	186	184	184	180

Statistics Graphs Models Distributions Tools Help

- Summaries
- Contingency tables
- Means
- Proportions
- Variances
- Nonparametric tests
 - Two-sample Wilcoxon test...
 - One-sample Wilcoxon test...
 - Paired-samples Wilcoxon test...
- Dimensional analysis
- Fit models

MAIN MENU BACK

รูปที่ 4.61 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อ การใช้โปรแกรม Rcmdr สำหรับการทดสอบ

รูปที่ 4.62 หน้าต่างวิธีการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test ด้วยโปรแกรม Rcmdr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ ดังรูปที่ 4.63 จะปรากฏหน้าต่างต่อมาดังรูปที่ 4.64 ซึ่งหน้าต่างที่ปรากฏจะเป็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานนั้นๆ และในหน้าต่างนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test



รูปที่ 4.63 หน้าต่างของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test โดยเลือกหัวข้อตัวอย่างการทดสอบ

รูปที่ 4.64 หน้าต่างตัวอย่างการทดสอบของการทดสอบ One Sample Wilcoxon-test

จากเมนูการเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบจะมีรายชื่อการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีทั้งหมด 19 รายชื่อ ซึ่งมีหัวข้อหรือวิธีการใช้โมบายแอปพลิเคชันเช่นเดียวกับการทดสอบ One Sample t-test และ One Sample Wilcoxon-test ดังนั้นจึงสามารถศึกษาและใช้งานโมบายแอปพลิเคชันได้ตามหัวข้อการทดสอบ One Sample t-test และ One Sample Wilcoxon-test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 แนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น

หากเราเลือกเมนูแนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น ดังรูปที่ 4.65 แล้วโมบายแอปพลิเคชันจะทำงานต่อไปดังรูปที่ 4.66 โดยในรูปที่ 4.66 นี้จะมีคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการใช้งานโปรแกรม R Commander (Rcmdr) ผ่านโปรแกรม R และมีปุ่ม MAIN MENU หากเลือกปุ่มนี้จะเป็นการย้อนกลับไปหน้าเมนูหลัก



รูปที่ 4.65 หน้าต่างของหน้าเมนูหลักในหัวข้อ แนะนำการใช้โปรแกรม R เบื้องต้น

รูปที่ 4.66 หน้าต่างของคำอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการใช้งานโปรแกรม R Commander (Rcmdr) ผ่านโปรแกรม R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจจากการใช้โมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งมีทั้งหมด 9 ข้อคือ 1.ความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน 2.ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน 3.ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ 4.ความสะดวกในการใช้งาน 5.โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน 6.ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน 7.ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา 8.ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน 9.สามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้ โดยให้ผู้ใช้บอกถึงความพึงพอใจต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีในระดับต่างๆ 5 ระดับ คือ พอใจมากที่สุด พอใจมาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี ซึ่งตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 ทุกภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยหาขนาดของตัวอย่าง ดังนี้

การหาขนาดของตัวอย่างทั้งหมด เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (ตลชาติ ดันตวานิช, 2559)

โดยใช้สูตร

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad \text{โดยที่} \quad n_0 = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 S^2}{B^2}$$

เมื่อ n = ขนาดของตัวอย่างทั้งหมด

N = ขนาดของประชากรทั้งหมด (ในที่นี้ $N = 978$)

S^2 = ความแปรปรวนของตัวอย่าง (ในที่นี้ $S^2 = 0.0655555$)

B = ขอบเขตของความผิดพลาดหรือความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ (ในที่นี้

กำหนด $B = 0.05$)

α = ระดับนัยสำคัญ (กำหนด $\alpha = 0.05$)

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = ค่าสถิติจาก standard normal distribution ($Z_{\frac{0.05}{2}} = Z_{0.025} = 1.96$)

แทนค่าลงในสูตร

$$n_0 = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 S^2}{B^2} = \frac{(1.96)^2 (0.0655555)}{(0.05)^2} = 100.7352035 \approx 101$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $\frac{n_0}{N} = \frac{101}{978} = 0.1033$ ซึ่ง $\frac{n_0}{N} \geq 0.05$ จึงกำหนดขนาดของตัวอย่างเท่ากับ n

$$\text{ดังนั้น } n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{101}{1 + \frac{101}{978}} = 91.5459 \approx 92 \text{ คน}$$

เพราะฉะนั้นจึงได้ขนาดตัวอย่างเป็นจำนวน 92 คน ได้รายละเอียดจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อคำถามต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน

ความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อย	6	6.52	6.52
ปานกลาง	16	17.39	23.91
มาก	55	59.78	83.69
มากที่สุด	15	16.30	100
รวม	92	100	

ตารางที่ 4.2 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน

ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ปานกลาง	23	25.00	25
มาก	56	60.87	85.87
มากที่สุด	13	14.13	100
รวม	92	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้

ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ปานกลาง	22	23.91	23.91
มาก	55	59.78	83.69
มากที่สุด	15	16.30	100
รวม	92	100	

ตารางที่ 4.4 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อความสะดวกในการใช้งาน

ความสะดวกในการใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อยที่สุด	1	1.09	1.09
น้อย	3	3.26	4.35
ปานกลาง	10	10.87	15.22
มาก	40	43.48	58.7
มากที่สุด	38	41.30	100
รวม	92	100	

ตารางที่ 4.5 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อโมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน

โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อย	3	3.26	3.26
ปานกลาง	11	11.96	15.22
มาก	41	44.57	59.79
มากที่สุด	37	40.22	100
รวม	92	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน

ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อย	1	1.09	1.09
ปานกลาง	14	15.22	16.31
มาก	41	44.57	60.88
มากที่สุด	36	39.13	100
รวม	92	100	

ตารางที่ 4.7 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Remdr ในหัวข้อความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา

ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อย	1	1.09	1.09
ปานกลาง	7	7.61	8.7
มาก	53	57.61	66.31
มากที่สุด	31	33.70	100
รวม	92	100	

ตารางที่ 4.8 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน

ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ปานกลาง	16	17.39	17.39
มาก	48	52.17	69.56
มากที่สุด	28	30.43	100
รวม	92	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Rcmdr ในหัวข้อสามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

สามารถนำความรู้ที่ได้ ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อย	2	2.17	2.17
ปานกลาง	3	3.26	5.43
มาก	40	43.48	48.91
มากที่สุด	47	51.09	100
รวม	92	100	

สามารถสรุปได้ว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในด้านสามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้ และมีความพึงพอใจในระดับมากในด้านความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ ความสะดวกในการใช้งาน โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา และใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน หรือสรุปได้ว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้คือการสร้างโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี ซึ่งโมบายแอปพลิเคชันนี้เรียกว่า TestStatKMITL สามารถนำไปเลือกการทดสอบสมมติฐานทางสถิติตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบค่าเฉลี่ย การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ การทดสอบความสัมพันธ์ การทดสอบความแปรปรวน และการทดสอบสัดส่วน โดยลักษณะของโมบายแอปพลิเคชันเป็นแบบสามารถค้นหาหลักการใช้การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี และการสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ โดยเริ่มจากการเลือกตามจุดประสงค์ของการทดสอบ การเลือกตามรายชื่อสถิติทดสอบ ซึ่งเนื้อหาจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของโมบายแอปพลิเคชัน นอกจากนี้โมบายแอปพลิเคชันได้ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้ใช้มากขึ้น รวมถึงการใช้คำสั่งโปรแกรม Rcmdr เบื้องต้น เพื่อช่วยแนะนำให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกใช้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ และตรงตามลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้มีอยู่ สามารถเชื่อมั่นในคำตอบได้อย่างแท้จริง เนื่องจากการวิเคราะห์นั้นจะถูกนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามทฤษฎีทางสถิติ โมบายแอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกในการเลือกการทดสอบสมมติฐานทางสถิติให้ถูกต้อง รวมทั้งได้รับความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของวิธีวิเคราะห์นั้นๆ โดยผู้วิจัยได้เสนอเนื้อหา วิธีการ ตลอดจนตัวอย่างและคำสั่งโปรแกรม Rcmdr เบื้องต้น ให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง และทำให้อยู่ในรูปแบบของโมบายแอปพลิเคชันที่สวยงามและน่าสนใจ ซึ่งโมบายแอปพลิเคชันนี้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้จากเว็บไซต์ของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสามารถใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ android เท่านั้น

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ในด้านสามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้ และมีความพึงพอใจในระดับมากในด้านความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ ความสะดวกในการใช้งาน โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา และใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน หรือสรุปได้ว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การสร้างโมบายแอปพลิเคชันโดยโปรแกรม Android studio ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ Class และ Interface ค่อนข้างมากและยากต่อการหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโปรแกรม หากจะมีการนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรศึกษาและมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโค้ดภาษา JAVA เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ด้วยระยะเวลาที่จำกัดจึงไม่สามารถสร้างโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรีให้อยู่ในรูปแบบเคลื่อนไหวหรือมีเสียงบรรยายที่สามารถสื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้โมบายแอปพลิเคชันยังมีข้อจำกัดคือ สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้จากเว็บไซต์ของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายและข้อจำกัดของเวลาในการตรวจสอบเพื่อลงใน Play Store และสามารถใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ android เท่านั้น เนื่องจากการพัฒนาแอปพลิเคชันลงในระบบปฏิบัติการ android และระบบปฏิบัติการ ios นั้นใช้ทักษะการพัฒนาที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบการใช้งานของผู้ใช้แล้วจะพบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ระบบปฏิบัติการ android มากกว่าระบบปฏิบัติการ ios ในเบื้องต้นจึงเลือกที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันลงในระบบปฏิบัติการ android



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2550. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2557. การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2557. หลักสถิติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สามลดา.
- ดลชาติ ตันติวานิช. 2554. สถิติเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ดลชาติ ตันติวานิช. 2557. สถิติเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ดลชาติ ตันติวานิช. 2559. เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง. สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นงลักษณ์ ขาดทองคำ, ธเนศ สวมชัยภูมิ และมีทันภรณ์ บุขัติ. 2552. “โปรแกรมคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติแบบนอนพาราเมตริก.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรารพร เหลือสินทรัพย์. 2560. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศรียุญา ศรีนวล, ศรีสุดา สุระภาพ, ศุภณิธิดา นรมาศ และสาริกา โทธิเบญจกุล. 2557. “โปรแกรมช่วยตัดสินใจเลือกใช้สถิติทดสอบผ่านระบบอินเทอร์เน็ตกรณีข้อมูลมีมาตราวัดนามบัญญัติหรือเรียงลำดับ.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง. 2551. สถิติเบื้องต้น = Elementary Statistics. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : จามจรีโปรดักท์.
- สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง. 2555. สถิติเบื้องต้น = Elementary Statistics. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : จามจรีโปรดักท์.
- สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง. 2558. การวางแผนแบบการทดลอง เล่ม 1 = Experimental Designs1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จามจรีโปรดักท์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์. 2542. การวางแผนการทดลอง EXPERIMENTAL DESIGN. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุจิตรา สุคนธมัต. 2556. เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเบื้องต้น. สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุจิตรา สุคนธมัต. 2559. เอกสารประกอบการสอนโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติ 2 Statistical Package. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุจิตรา สุคนธมัต, บุญญสิทธิ วรจันทร์, พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์, สายชล สินสมบุรณ์ทอง, พรชัย หลายพสุ, ยุติ กล่อมวิเศษ และวราพร เหลือสินทรัพย์. 2561. เอกสารประกอบการอบรมโครงการอบรมสถิติและโปรแกรมสถิติเพื่อการวิจัยรุ่นที่ 4. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชาติดา พลาชัยภิมย์ศิลป์. 2554. “แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน.” *วารสารนักบริหาร*. 31(4) : 110-115.
- สุมาลี จันทร์ชะลอ. 2547. สถิติ. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- อมรรัตน์ แมกไม้รักษา. 2550. สถิติไม่อิงพารามิเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : หจก.ภาพพิมพ์.
- อุมาพร จันทร์ศร. 2542. สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิสิทธ์เซ็นเตอร์.
- อุมาพร จันทร์ศร. 2558. เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุมาพร จันทร์ศร, สุธิศักดิ์ บ่อมแจ่มศรี, ธัญญา สิงห์สุวรรณกุล, นพวรรณ ปรีดาวรรณเลิศ และไพลินสว่างขจร. 2556. “โปรแกรมช่วยตัดสินใจเลือกสถิติทดสอบแบบไคสแควร์สำหรับตารางการจร.” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 21(2) : 91-103.
- Nicholas Hebb. 2018. *Flowchart Symbols Defined*. [Online]. Available : <http://www.breezetre.com/article-excel-flowchart-shapes.htm>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

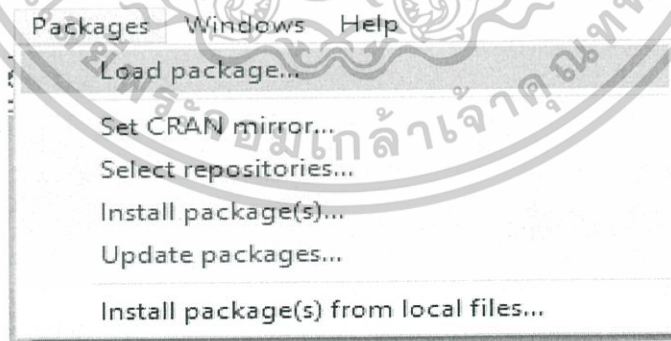
คู่มือชุดคำสั่งในโปรแกรม Rcmdr สำหรับวิเคราะห์การทดสอบ สมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

การใช้ R Commander

เปิดโปรแกรม R



ไปที่ Packages แล้วไปที่ Load package...



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีหน้าต่างเพิ่มขึ้นมาให้ไปที่ Rcmdr แล้วกด OK

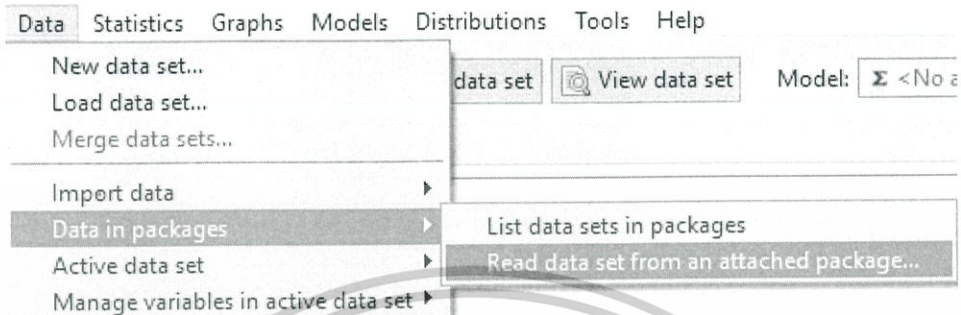


จะได้หน้าต่าง Rcmdr ดังนี้

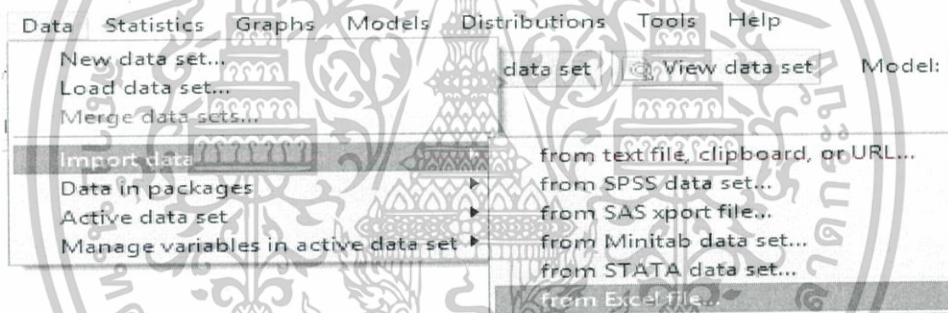


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำข้อมูลเข้ามาวิเคราะห์ผลทำได้โดยไปที่ Data เข้าไปที่ Data in packages แล้วเข้าไปที่ Read data set from an attached package... เพื่อเลือก Data set ตัวอย่างที่มาพร้อมกับ package ใน R



หรือ ถ้าต้องการนำข้อมูลซึ่งเป็นไฟล์ Excel ให้ไปที่ Data เข้าไปที่ Import data แล้วไปที่ from Excel file... แล้วเลือก Data set ที่ต้องการ



เมื่อได้ Data set ที่ต้องการทดสอบแล้ว สามารถดูด้วย View data set และแก้ไขได้ผ่านทาง Edit data set



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้รูปดังนี้

	type	sex	citizen	count	count11
1	I (Pu)	Male	US	132	148
2	I (Pu)	Female	US	35	40
3	I (Pr)	Male	US	87	63
4	I (Pr)	Female	US	20	22
5	II	Male	US	96	161
6	II	Female	US	47	53
7	III	Male	US	47	71
8	III	Female	US	32	28
9	IV	Male	US	71	89
10	IV	Female	US	54	55
11	Va	Male	US	34	42
12	Va	Female	US	14	21
13	I (Pu)	Male	Non-US	130	136
14	I (Pu)	Female	Non-US	29	32
15	I (Pr)	Male	Non-US	79	82
16	I (Pr)	Female	Non-US	25	26
17	II	Male	Non-US	89	116
18	II	Female	Non-US	50	56
19	III	Male	Non-US	53	61
20	III	Female	Non-US	39	30
21	IV	Male	Non-US	122	153
22	IV	Female	Non-US	105	115
23	Va	Male	Non-US	28	27
24	Va	Female	Non-US	12	17

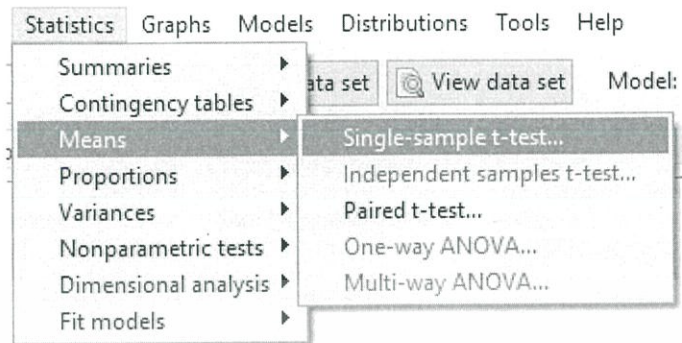
1. การทดสอบค่าเฉลี่ย

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มเดียว

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "accidents" ไปที่ Statistics > Means > Single-sample t-test...

	agecat	gender	accid	pop
1	1	1	57997	198522
2	2	1	57113	203200
3	3	1	54123	200744
4	1	0	63936	187791
5	2	0	64835	195714
6	3	0	66804	208239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกตัวแปรที่ต้องการจะทดสอบค่าเฉลี่ยคือ acid



เลือก สมมติฐานที่ Alternative Hypothesis

ตั้งค่าเฉลี่ยที่ต้องการทดสอบ (Null hypothesis mu)

ตั้งค่าความเชื่อมั่น 0.99 , 0.95 , 0.90 (Confidence Level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

ค่า $t = 5.2252$ $df = 5$ $p\text{-value} = 0.003395$ เนื่องจากค่า $p\text{-value}$ มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักคือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่าไม่เท่ากับ 50000 ที่ความเชื่อมั่น 0.95

```

One Sample t-test

data: accid
t = 5.2252, df = 5, p-value = 0.003395
alternative hypothesis: true mean is not equal to 50000
95 percent confidence interval:
 55487.48 66115.19
sample estimates:
mean of x
 60801.33

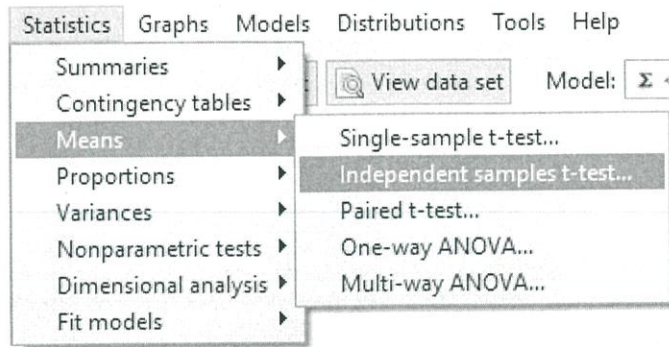
```

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน

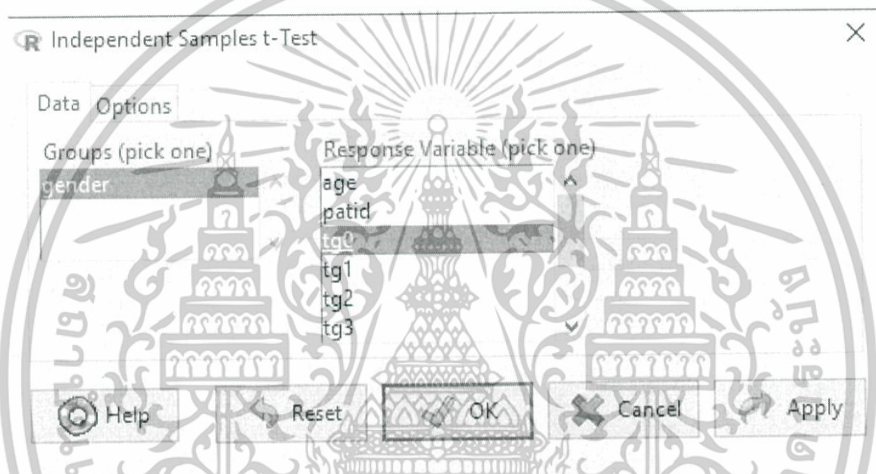
ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "testscore" ไปที่ Statistics > Means > Independent samples t-test...

	school	school_setting	school_type	classroom	teaching_method	n	student	student_id
1	ANKYI	1	2	60L	0	20	2	2FHT3
2	ANKYI	1	2	60L	0	20	3	3JIVH
3	ANKYI	1	2	60L	0	20	3	3XOWE
4	ANKYI	1	2	60L	0	20	5	55600
5	ANKYI	1	2	60L	0	20	7	74LOE
6	ANKYI	1	2	60L	0	20	7	7Y208
7	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	9KM2D
8	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	9USQK
9	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	CS5QP
10	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	D6HT8
11	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	D2MKU
12	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	FH7B9
13	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	J19VG
14	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	JQM2W
15	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	MEUC4
16	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	R4U8H
17	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	TH7KI
18	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	U1FV7
19	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	WCS16
20	ANKYI	1	2	60L	0	20	9	ZBQ4T
21	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	0	0CRO6
22	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	1	1QMDI
23	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	3	3CFUK
24	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	4	44700
25	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	4	4IDEM
26	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	5	5UQNP
27	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	AV	AV95M
28	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	BX	BX6I6
29	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	EY	EYFXR
30	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	FF	FFC9M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

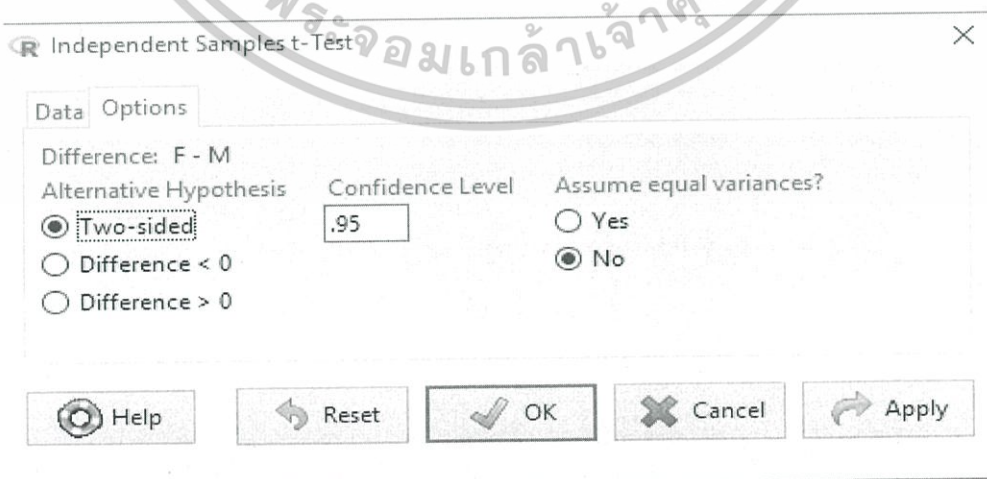


เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ คือ tg0 ในแต่ละเพศ



ตั้งค่าการทดสอบ: ถ้ามีค่าความแปรปรวนเท่ากัน

ให้คลิก Assume equal variances? เลือก Yes และถ้ามีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากันให้เลือก No



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

เมื่อความแปรปรวนของตัวอย่างสองกลุ่มไม่เท่ากันจะพบว่าค่า p-value มากกว่า 0.05 คือ ยอมรับสมมติฐานหลัก ค่า tg0 ของเพศชายและเพศหญิงมีค่าไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

เมื่อความแปรปรวนของตัวอย่างสองกลุ่มเท่ากันจะพบว่าค่า p-value มากกว่า 0.05 คือ ยอมรับสมมติฐานหลัก ค่า tg0 ของเพศชายและเพศหญิงมีค่าไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Welch Two Sample t-test

```
data: tg0 by gender
t = -1.4194, df = 12.345, p-value = 0.1805
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-51.44998 10.78331
sample estimates:
mean in group F mean in group M
127.0000 147.3333
```

Two Sample t-test

```
data: tg0 by gender
t = -1.438, df = 14, p-value = 0.1724
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-50.661070 9.994404
sample estimates:
mean in group F mean in group M
127.0000 147.3333
```

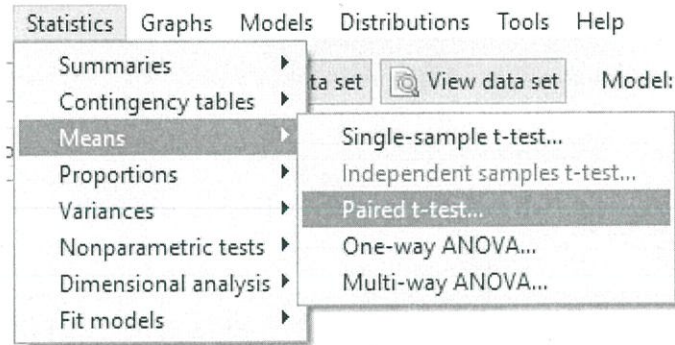
การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "testscore" ไปที่ Statistics > Means > Paired t-test...

school	school	setting	school	type	classroom	teaching	method	n	student	student	id
1	ANKYI	1	2	60L	0	20	2FHT3				
2	ANKYI	1	2	60L	0	20	3JIVH				
3	ANKYI	1	2	60L	0	20	3XOWE				
4	ANKYI	1	2	60L	0	20	55600				
5	ANKYI	1	2	60L	0	20	74LOE				
6	ANKYI	1	2	60L	0	20	7YZ08				
7	ANKYI	1	2	60L	0	20	9FKZD				
8	ANKYI	1	2	60L	0	20	9USQK				
9	ANKYI	1	2	60L	0	20	C55QP				
10	ANKYI	1	2	60L	0	20	D6HT8				
11	ANKYI	1	2	60L	0	20	D2MKU				
12	ANKYI	1	2	60L	0	20	FH7B9				
13	ANKYI	1	2	60L	0	20	J19VG				
14	ANKYI	1	2	60L	0	20	JQM2W				
15	ANKYI	1	2	60L	0	20	MEUC4				
16	ANKYI	1	2	60L	0	20	R4USH				
17	ANKYI	1	2	60L	0	20	TH7KI				
18	ANKYI	1	2	60L	0	20	U1FV7				
19	ANKYI	1	2	60L	0	20	WCS16				
20	ANKYI	1	2	60L	0	20	ZBQ4T				
21	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	OCRO6				
22	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	1QMDI				
23	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	3CFUK				
24	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	44700				
25	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	4IDEM				
26	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	5UQNP				
27	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	AV95M				
28	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	BX616				
29	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	EYFXR				
30	ANKYI	1	2	ZNS	0	21	FFC9M				

เอกสารนี้แจ้งให้ทราบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า

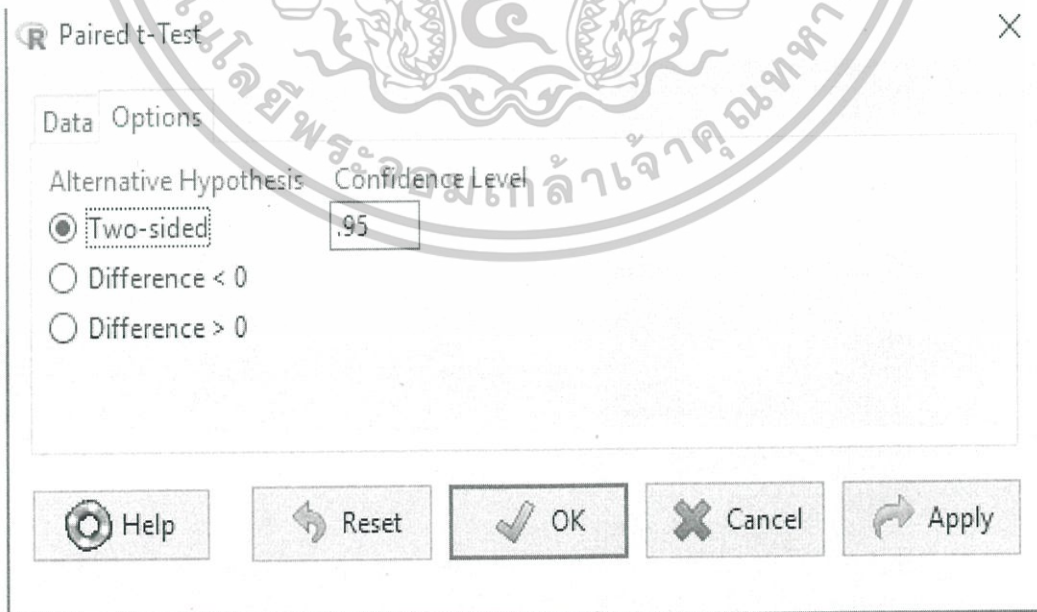
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือก ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ คือ pretest และ posttest



ตั้งค่าการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักคือค่าเฉลี่ยของpretest ต่างกันกับ posttest ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

```

Paired t-test

data: pretest and posttest
t = -129.33, df = 2132, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-12.33045 -11.96209
sample estimates:
mean of the differences
-12.14627

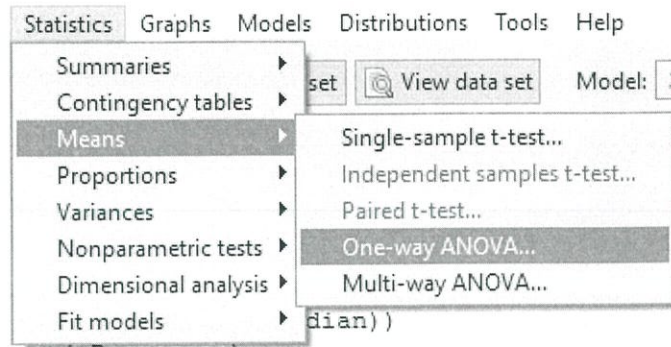
```

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่ม

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "brakes" ไปที่ Statistics > Means > One-way ANOVA...

	machine	brake
1	A	322.0003
2	A	322.0048
3	A	322.0215
4	A	321.9907
5	A	322.0109
6	A	321.9954
7	A	322.0059
8	A	321.9759
9	A	321.9981
10	A	321.9957
11	A	321.9841
12	A	321.9836
13	A	322.0037
14	A	322.0000
15	A	322.0033
16	A	322.0023
17	B	322.0069
18	B	322.0306
19	B	322.0114
20	B	322.0289
21	B	322.0087
22	B	322.0257
23	B	322.0176
24	B	322.0070
25	B	322.0183
26	B	321.9864
27	B	322.0178
28	B	322.0182

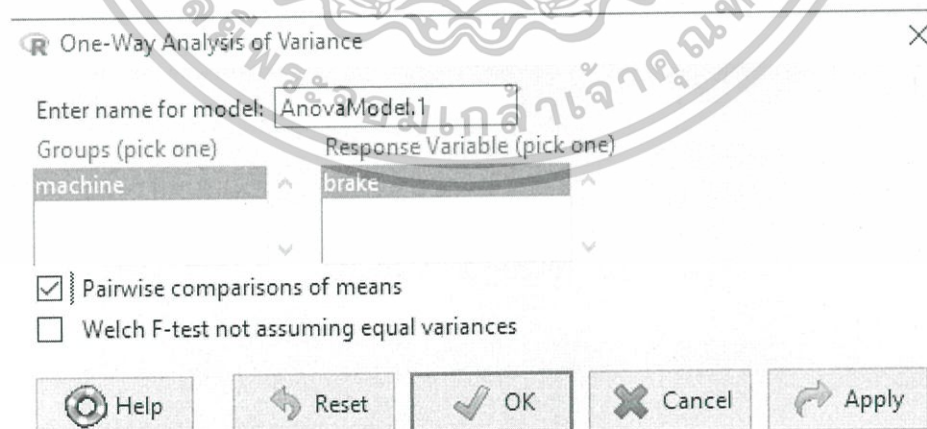
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ brake ในแต่ละ machine



เลือก Pairwise comparisons of means เพื่อทำการทดสอบหาความต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละคู่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักคือ ค่าเฉลี่ยของ brake ในแต่ละ machine มีค่าต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Machine number 1 แตกต่างจาก Machine number 2 อย่างมีนัยสำคัญ

Machine number 2 แตกต่างจาก Machine number 3 อย่างมีนัยสำคัญ

Machine number 2 แตกต่างจาก Machine number 4 อย่างมีนัยสำคัญ

Machine number 2 แตกต่างจาก Machine number 5 อย่างมีนัยสำคัญ

Machine number 2 แตกต่างจาก Machine number 6 อย่างมีนัยสำคัญ

Machine number 2 แตกต่างจาก Machine number 8 อย่างมีนัยสำคัญ

```

      Df    Sum Sq   Mean Sq F value    Pr(>F)
machine    7  0.004325  0.0006178    7.027 5.08e-07 ***
Residuals 120  0.010550  0.0000879
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

  A      B      C      D      E      F      G      H
"ab"   "c"   "ab"   "a"   "ac"   "ab"   "bc"   "ab"
    
```

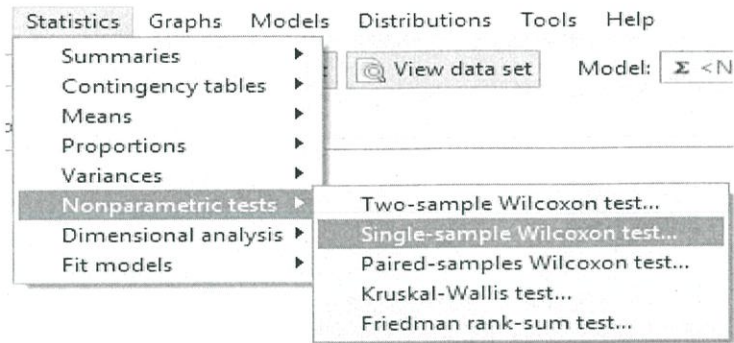
การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มเดียวที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "dietstudy" ไปที่ Statistics > Nonparametric > Single-sample

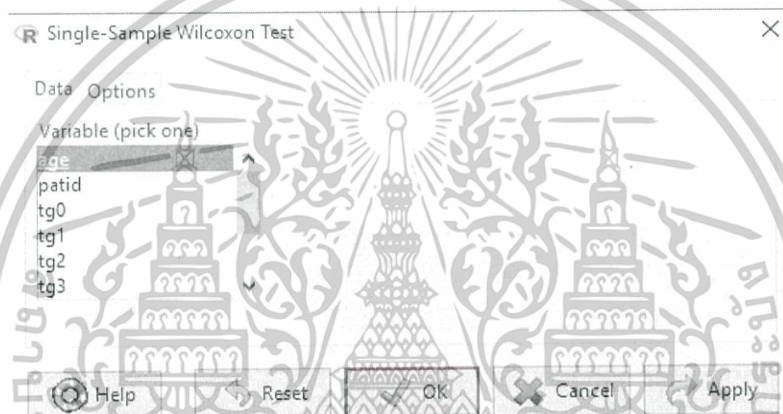
Wilcoxon test ...

	patid	age	gender	tg0	tg1	tg2	tg3	tg4	wgt0	wgt1	wgt2	wgt3	wgt4
1	1	45	M	180	148	106	113	100	198	196	193	188	192
2	2	56	M	139	94	119	75	92	237	233	232	228	225
3	3	50	M	152	185	86	149	118	233	231	229	228	226
4	4	46	F	112	145	136	149	82	179	181	177	174	172
5	5	64	M	156	104	157	79	97	219	217	215	213	214
6	6	49	F	167	138	88	107	171	169	166	165	162	161
7	7	63	M	138	132	146	143	132	222	219	215	215	210
8	8	63	F	160	128	150	118	123	167	167	166	162	161
9	9	52	M	107	120	129	195	174	199	200	196	196	193
10	10	45	M	156	103	126	135	92	233	229	229	229	226
11	11	61	F	94	144	114	114	121	179	181	176	173	173
12	12	49	F	107	93	156	148	150	158	153	155	155	154
13	13	61	F	145	107	129	86	159	157	151	150	145	143
14	14	59	M	186	142	128	122	101	216	213	210	210	206
15	15	52	M	112	107	103	89	148	257	255	254	252	249
16	16	60	F	104	103	117	79	130	151	146	144	144	140

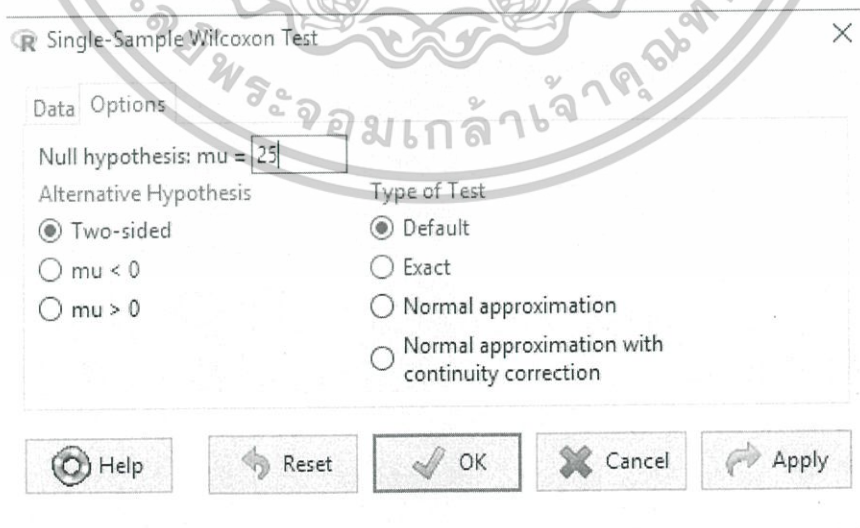
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือก ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ คือ age



ตั้งค่าการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 จะได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีค่าไม่เท่ากับ 25 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: age

V = 136, p-value = 0.0004772

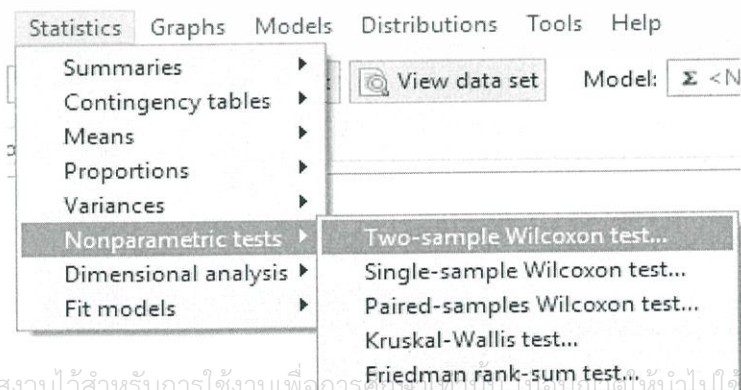
alternative hypothesis: true location is not equal to 25

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "dietstudy" ไปที่ Statistics > Nonparametric > Two-sample

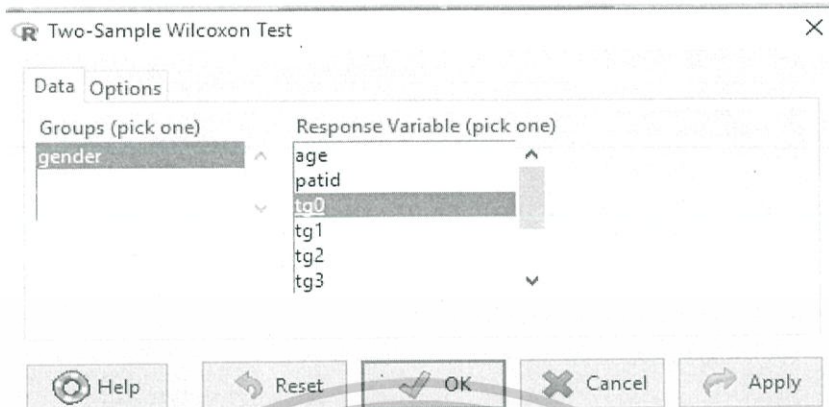
Wilcoxon test...

	patid	age	gender	tg0	tg1	tg2	tg3	tg4	wgt0	wgt1	wgt2	wgt3	wgt4
1	1	45	M	180	148	106	113	100	198	196	193	188	192
2	2	56	M	139	94	119	75	92	237	233	232	228	225
3	3	50	M	152	185	86	149	118	233	231	229	228	226
4	4	46	F	112	145	136	149	82	179	181	177	174	172
5	5	64	M	156	104	157	79	97	219	217	215	213	214
6	6	49	F	167	138	88	107	171	169	166	165	162	161
7	7	63	M	138	132	146	143	132	222	219	215	215	210
8	8	63	F	160	128	150	118	123	167	167	166	162	161
9	9	52	M	107	120	129	195	174	199	200	196	196	193
10	10	45	M	156	103	126	135	92	233	229	229	229	226
11	11	61	F	94	144	114	114	121	179	181	176	173	173
12	12	49	F	107	93	156	148	150	158	153	155	155	154
13	13	61	F	145	107	129	86	159	157	151	150	145	143
14	14	59	M	186	142	128	122	101	216	213	210	210	206
15	15	52	M	112	107	103	89	148	287	255	254	252	249
16	16	60	F	104	103	117	79	130	151	146	144	144	140



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ tg0 ในแต่ละเพศ

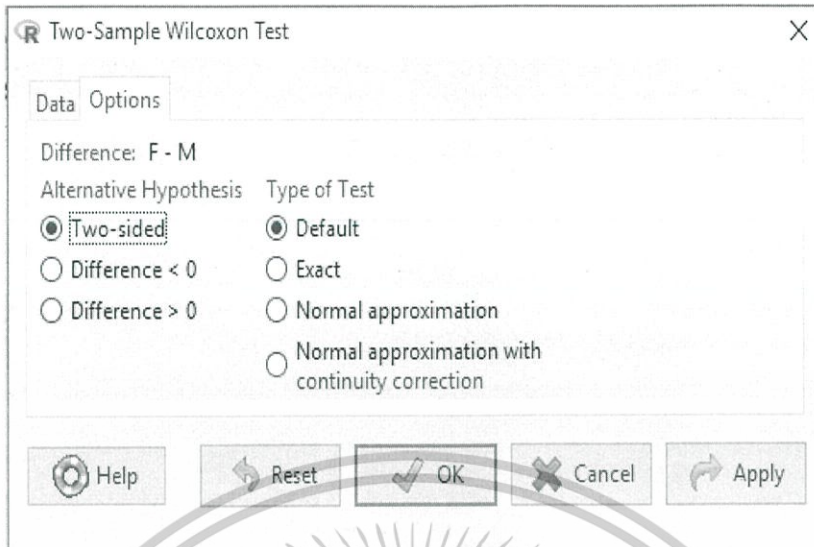


ตั้งค่าการทดสอบ

ถ้าตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 50 ให้เลือก type of test เป็น Exact
แต่ถ้าไม่น้อยกว่า 50 ให้เลือก Default



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลลัพธ์

จากค่า p-value มากกว่า 0.05 นั่นคือ ยอมรับสมมติฐานหลักคือค่าเฉลี่ยของpretest ไม่ต่างกันกับ posttest ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Wilcoxon rank sum test

data: tg0 by gender

W = 20, p-value = 0.2225

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: tg0 by gender

W = 20, p-value = 0.2432

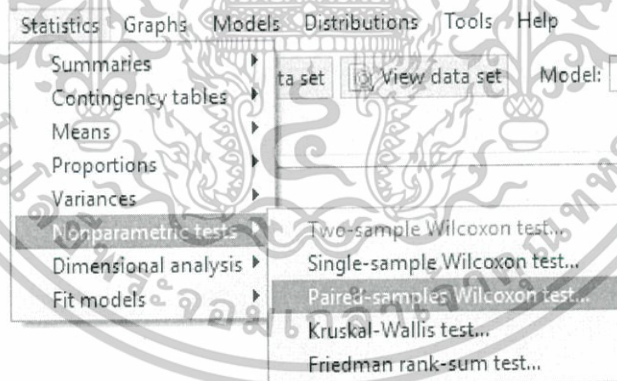
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสองกลุ่มสัมพันธ์กันที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

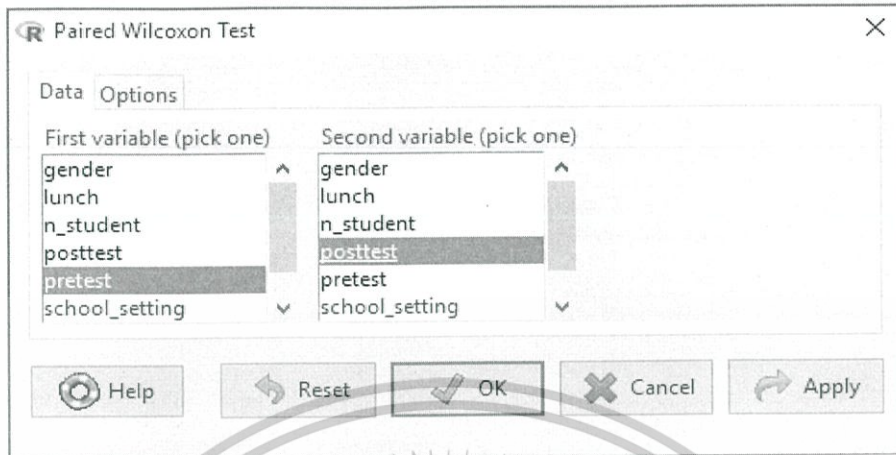
ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “dietstudy” ไปที่ Statistics > Nonparametric > Paired - sample Wilcoxon test...

	patid	age	gender	tg0	tg1	tg2	tg3	tg4	wgt0	wgt1	wgt2	wgt3	wgt4
1	1	45	M	180	148	106	113	100	198	196	193	188	192
2	2	56	M	139	94	119	75	92	237	233	232	228	225
3	3	50	M	152	185	86	149	118	233	231	229	228	226
4	4	46	F	112	145	136	149	82	179	181	177	174	172
5	5	64	M	156	104	157	79	97	219	217	215	213	214
6	6	49	F	167	138	88	107	171	169	166	165	162	161
7	7	63	M	188	132	146	143	132	222	219	215	215	210
8	8	63	F	160	128	150	118	123	167	167	166	162	161
9	9	52	M	107	120	129	195	174	199	200	196	196	193
10	10	45	M	156	103	126	135	92	233	229	229	229	226
11	11	61	F	94	144	114	114	121	179	181	176	173	173
12	12	49	F	107	93	156	148	150	158	153	155	155	154
13	13	61	F	145	107	129	86	159	157	151	150	145	143
14	14	59	M	186	142	128	122	101	216	213	210	210	206
15	15	52	M	112	107	103	89	148	257	255	254	252	249
16	16	60	F	104	103	117	79	130	151	146	144	144	140

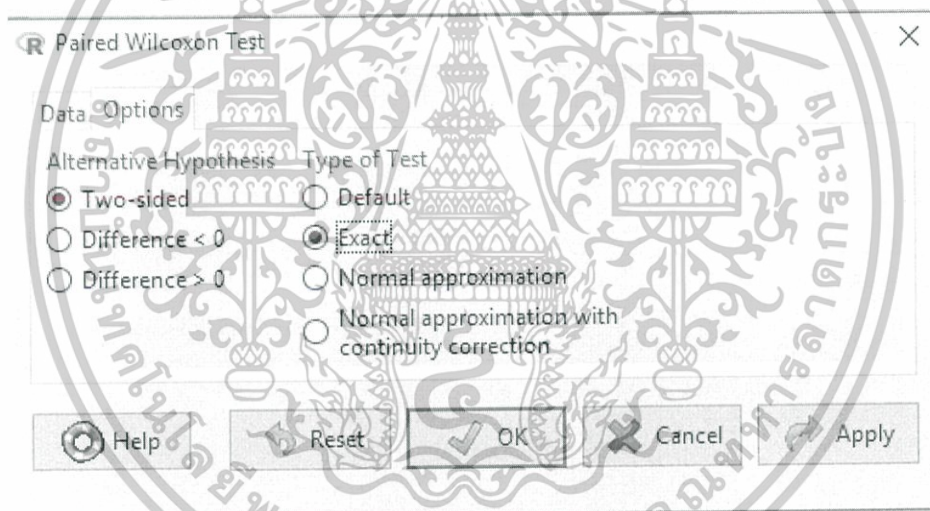


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ pretest และ posttest



ตั้งค่าการทดสอบถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่มากว่า 50 ให้เลือก Type of test เป็น Exact



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักคือค่าเฉลี่ย ของpretest ต่างกันกับ posttest ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: pretest and posttest

V = 7.5, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: pretest and posttest

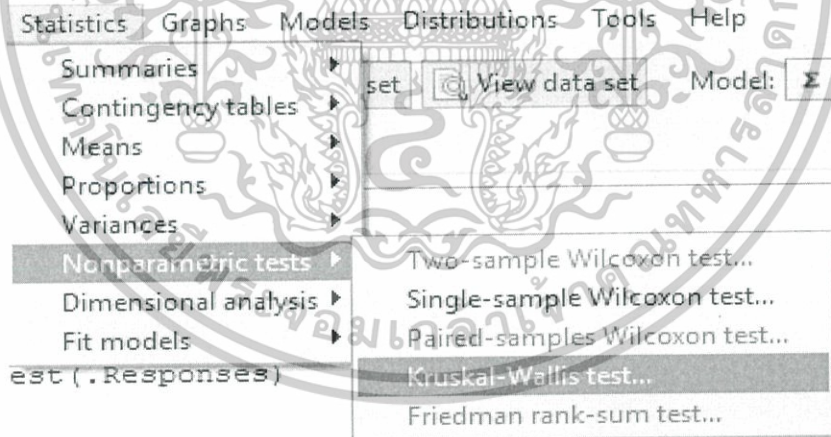
V = 7.5, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่มที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

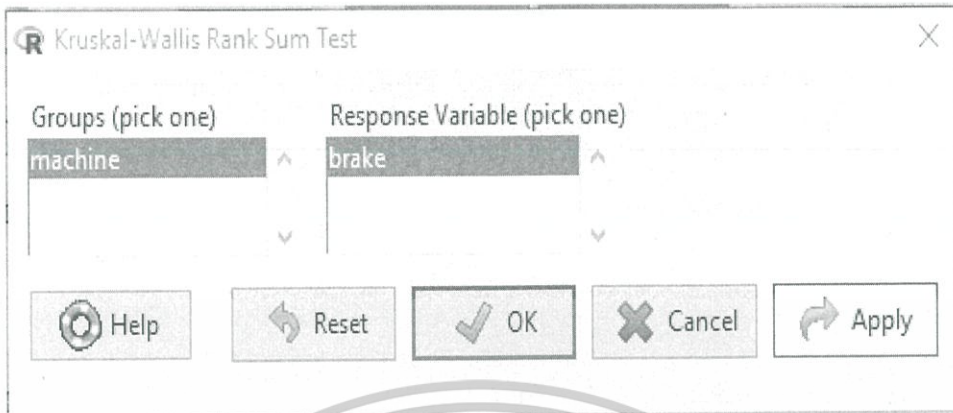
ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “breaks” ไปที่ Statistics > Nonparametric tests > Kruskal-Wallis

test...



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ brake ในแต่ละ machine



ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักคือ ค่าเฉลี่ยของ brake ในแต่ละ machine มีค่าต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Kruskal-Wallis rank sum test

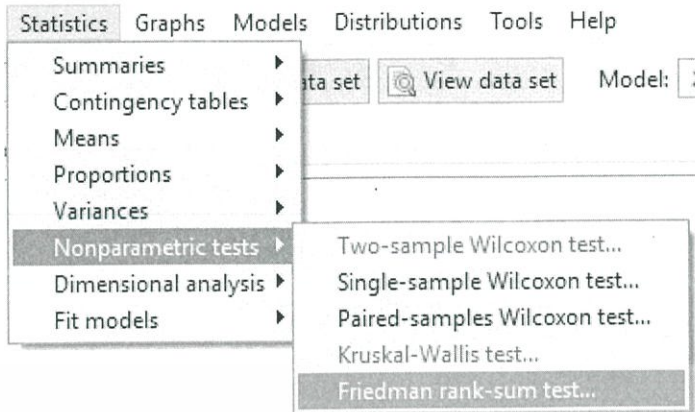
data: brake by machine

Kruskal-Wallis chi-squared = 36.35, df = 7, p-value = 6.227e-06

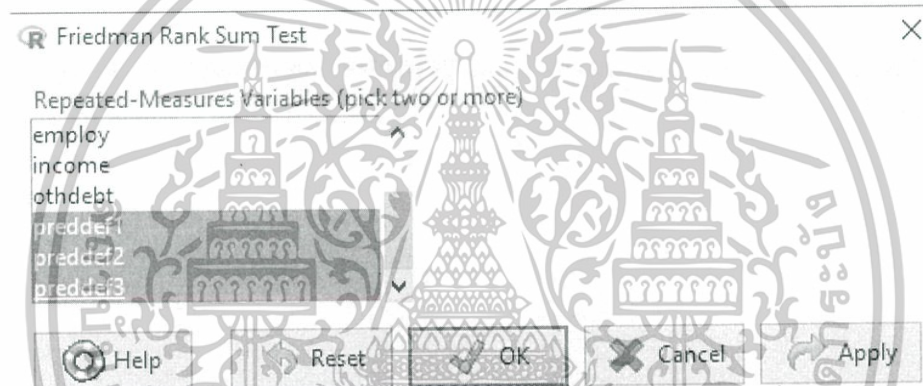
การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่มสัมพันธ์กันที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "bankloan" ไปที่ Statistics > Nonparametric tests > Friedman rank-sum test...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ preddef1, preddef2 , preddef3



ผลลัพธ์

จากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักคือค่าเฉลี่ยของ preddef1 และ preddef2 ต่างกันกับ preddef3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Medians:

```
preddef1  preddef2  preddef3
0.1715129  0.1590730  0.2001035
```

Friedman rank sum test

data: .Responses

Friedman chi-squared = 56.802, df = 2, p-value = 4.629e-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “brakes” ไปที่ Statistics > Summaries > Test of normality...

The screenshot shows an R Studio window with a data frame named 'brakes'. The data frame has two columns: 'machine' and 'brake'. The 'machine' column contains categorical values 'A' and 'B', and the 'brake' column contains numerical values. The 'Statistics' menu is open, and the 'Test of normality...' option is selected.

machine	brake
A	322.0003
A	322.0048
A	322.0215
A	321.9907
A	322.0109
A	321.9954
A	322.0059
A	321.9759
A	321.9981
A	321.9957
A	321.9841
A	321.9836
A	322.0037
A	322.0000
A	322.0033
A	322.0023
B	322.0069
B	322.0306
B	322.0114
B	322.0289
B	322.0087
B	322.0257
B	322.0176
B	322.0070
B	322.0183
B	321.9864
B	322.0178
B	322.0182

Statistics > Graphs > Models > Distributions > Tools > Help

- Summaries >
- Contingency tables >
- Means >
- Proportions >
- Variances >
- Nonparametric tests >
- Dimensional analysis >
- Fit models >
- Active data set
- Numerical summaries...
- Frequency distributions...
- Count missing observations
- Table of statistics...
- Correlation matrix...
- Correlation test...
- Test of normality...**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ

ถ้าตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 50 ให้เลือกการทดสอบแบบ Shapiro-Wilk

ถ้าตัวอย่างมีขนาดมากกว่า 50 ให้เลือกการทดสอบแบบ Lilliefors(Kolmogorov-Smirnov)

R Test of Normality [X]

Variable (pick one)
brake

Normality Test

Shapiro-Wilk

Anderson-Darling

Cramer-von Mises

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)

Shapiro-Francia

Pearson chi-square

Number of bins for Pearson chi-square: <auto>

Help Reset OK Cancel Apply

R Test of Normality [X]

Variable (pick one)
brake

Normality Test

Shapiro-Wilk

Anderson-Darling

Cramer-von Mises

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)

Shapiro-Francia

Pearson chi-square

Number of bins for Pearson chi-square: <auto>

Help Reset OK Cancel Apply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

เนื่องจากตัวอย่างมีขนาดของข้อมูลมากกว่า 50 จึงต้องใช้การทดสอบ Lilliefors พบว่าค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 หมายความว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก คือ ข้อมูล brake มีการแจกแจงแบบปกติ

Shapiro-Wilk normality test

```
data: brake
```

```
W = 0.99307, p-value = 0.7848
```

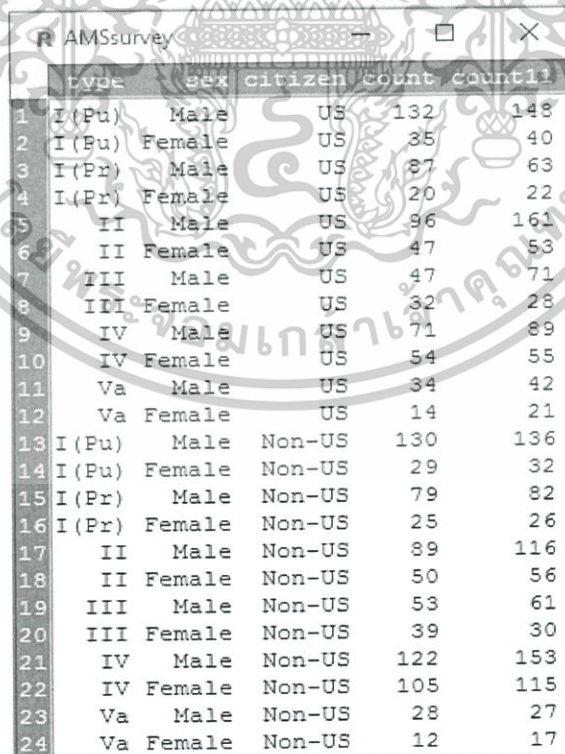
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

```
data: brake
```

```
D = 0.050875, p-value = 0.5753
```

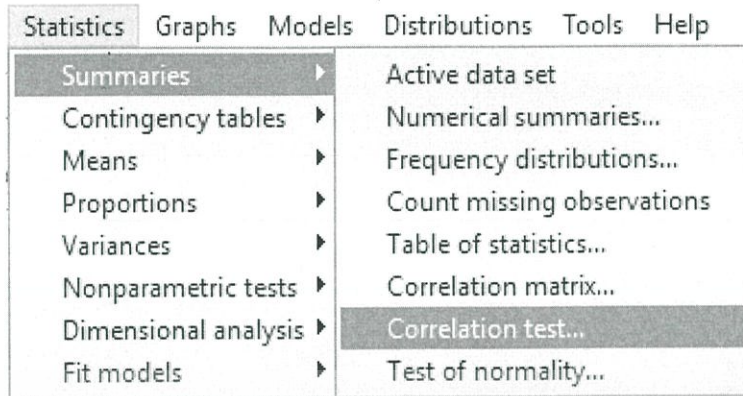
3. การทดสอบความสัมพันธ์

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "AMSSurvey" ไปที่ Statistics > Proportion > Correlation test...



	type	sex	citizen	count	count11
1	I (Pu)	Male	US	132	148
2	I (Pu)	Female	US	35	40
3	I (Pr)	Male	US	37	63
4	I (Pr)	Female	US	20	22
5	II	Male	US	96	161
6	II	Female	US	47	53
7	III	Male	US	47	71
8	III	Female	US	32	28
9	IV	Male	US	71	89
10	IV	Female	US	54	55
11	Va	Male	US	34	42
12	Va	Female	US	14	21
13	I (Pu)	Male	Non-US	130	136
14	I (Pu)	Female	Non-US	29	32
15	I (Pr)	Male	Non-US	79	82
16	I (Pr)	Female	Non-US	25	26
17	II	Male	Non-US	89	116
18	II	Female	Non-US	50	56
19	III	Male	Non-US	53	61
20	III	Female	Non-US	39	30
21	IV	Male	Non-US	122	153
22	IV	Female	Non-US	105	115
23	Va	Male	Non-US	28	27
24	Va	Female	Non-US	12	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ และตั้งการทดสอบ
ถ้ามีการแจกแจงปกติให้เลือกเป็น Pearson product-moment



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่มีการแจกแจงแบบปกติให้เลือก Kendall's tau

R Correlation Test

Variables (pick two)
count
count11

Type of Correlation
 Pearson product-moment
 Spearman rank-order
 Kendall's tau

Alternative Hypothesis
 Two-sided
 Correlation < 0
 Correlation > 0

Help Reset OK Cancel Apply

ผลลัพธ์

พบว่าค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ count และ count11 มีความสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

```

Pearson's product-moment correlation
data: count and count11
t = 13.38, df = 22, p-value = 4.763e-12
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.8724109 0.9756702
sample estimates:
      cor
0.9436951

```

Kendall's rank correlation tau

```

data: count and count11
z = 5.7812, p-value = 7.417e-09
alternative hypothesis: true tau is not equal to 0
sample estimates:
      tau
0.8457364

```

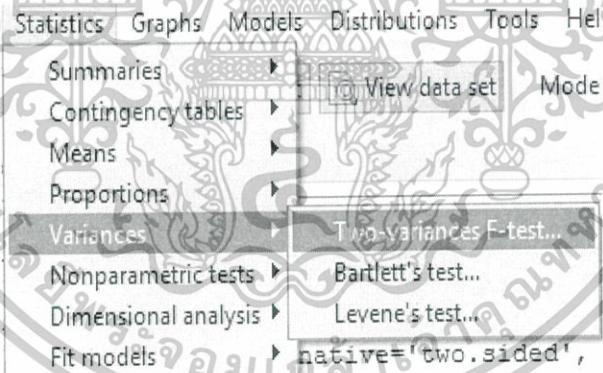
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบความแปรปรวน

การทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างสองกลุ่ม

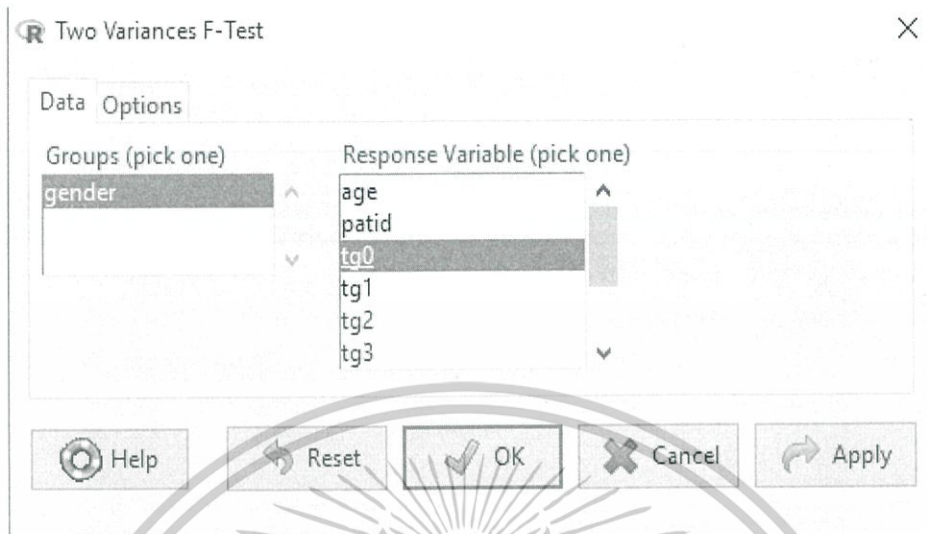
ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “dietstudy” ไปที่ Statistics > Variances > Two - sample F test ...

	patid	age	gender	tg0	tg1	tg2	tg3	tg4	wgt0	wgt1	wgt2	wgt3	wgt4
1	1	45	M	180	148	106	113	100	198	196	193	188	192
2	2	56	M	139	94	119	75	92	237	233	232	228	225
3	3	50	M	152	185	86	149	118	233	231	229	228	226
4	4	46	F	112	145	136	149	82	179	181	177	174	172
5	5	64	M	156	104	157	79	97	219	217	215	213	214
6	6	49	F	167	138	88	107	171	169	166	165	162	161
7	7	63	M	138	132	146	143	132	222	219	215	215	210
8	8	63	F	160	128	150	118	123	167	167	166	162	161
9	9	52	M	107	120	129	195	174	199	200	196	196	193
10	10	45	M	156	103	126	135	92	233	229	229	229	226
11	11	61	F	94	144	114	114	121	179	181	176	173	173
12	12	49	F	107	93	156	148	150	158	153	155	155	154
13	13	61	F	145	107	129	86	159	157	151	150	145	143
14	14	59	M	186	142	128	122	101	216	213	210	210	206
15	15	52	M	112	107	103	89	148	257	255	254	252	249
16	16	60	F	104	103	117	79	130	151	146	144	144	140



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ tg0 ของแต่ละเพศ



ตั้งค่าการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

จากค่า p-value มากกว่า 0.05 นั่นคือ ยอมรับสมมติฐานหลักคือ ความแปรปรวนของ tg0 ในเพศหญิงและเพศชายมีค่าไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

F test to compare two variances

data: tg0 by gender

F = 1.2154, num df = 6, denom df = 8, p-value = 0.7761

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:

0.2612812 6.8057853

sample estimates:

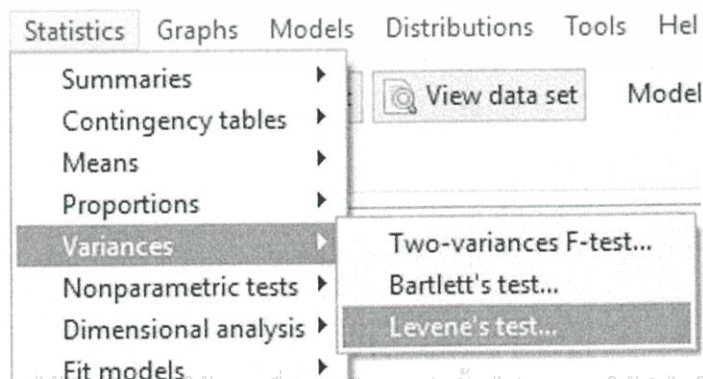
ratio of variances

1.215401

การทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่ม

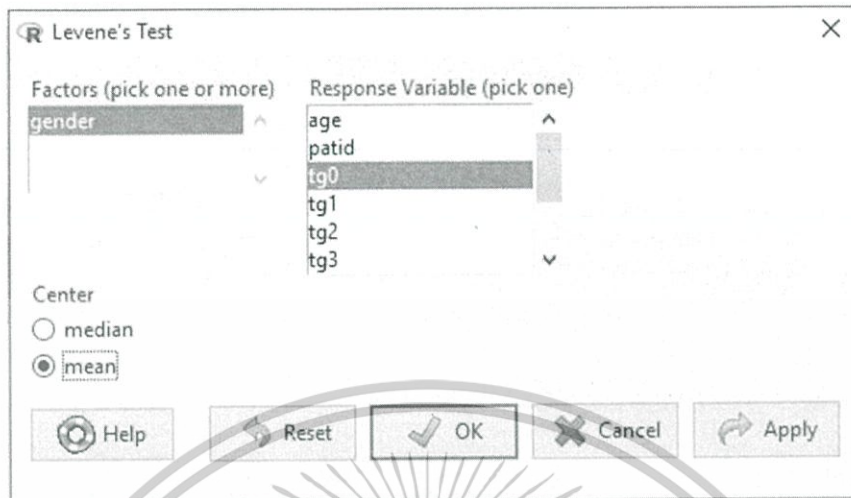
ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “dietstudy” ไปที่ Statistics > Variances > Levene’s test ...

	patid	age	gender	tg0	tg1	tg2	tg3	tg4	wt0	wt1	wt2	wt3	wt4
1	45	M	180	148	106	113	100	198	196	193	188	192	
2	56	M	139	94	119	75	92	287	233	232	228	225	
3	50	M	152	135	86	149	118	233	231	229	228	226	
4	46	F	112	145	136	149	82	179	181	177	174	172	
5	64	M	156	104	157	79	97	219	217	215	213	214	
6	49	F	167	138	88	107	171	169	166	165	162	161	
7	63	M	138	132	146	143	132	222	219	215	215	210	
8	63	F	160	126	150	118	123	167	167	166	162	161	
9	52	M	107	120	129	195	174	199	200	196	196	193	
10	45	M	156	103	126	135	92	233	229	229	229	226	
11	61	F	94	144	114	114	121	179	181	176	173	173	
12	49	F	107	93	156	148	150	158	153	155	155	154	
13	61	F	145	107	129	86	159	157	151	150	145	143	
14	59	M	186	142	128	122	101	216	213	210	210	206	
15	52	M	112	107	103	89	148	257	255	254	252	249	
16	60	F	104	103	117	79	130	151	146	144	144	140	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบคือ tg0 ของแต่ละเพศ



ผลลัพธ์

จากค่า p-value มากกว่า 0.05 นั่นคือ ยอมรับสมมติฐานหลักคือ ความแปรปรวนของ tg0 ในเพศหญิงและเพศชายมีค่าไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

```
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
  Df F value Pr(>F)
group 1  0.6305  0.4404
    14
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทดสอบสัดส่วน

การทดสอบสัดส่วนของตัวอย่างกลุ่มเดียว

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ “AMSSurvey” ไปที่ Statistics > Proportion > Single-sample proportion test...

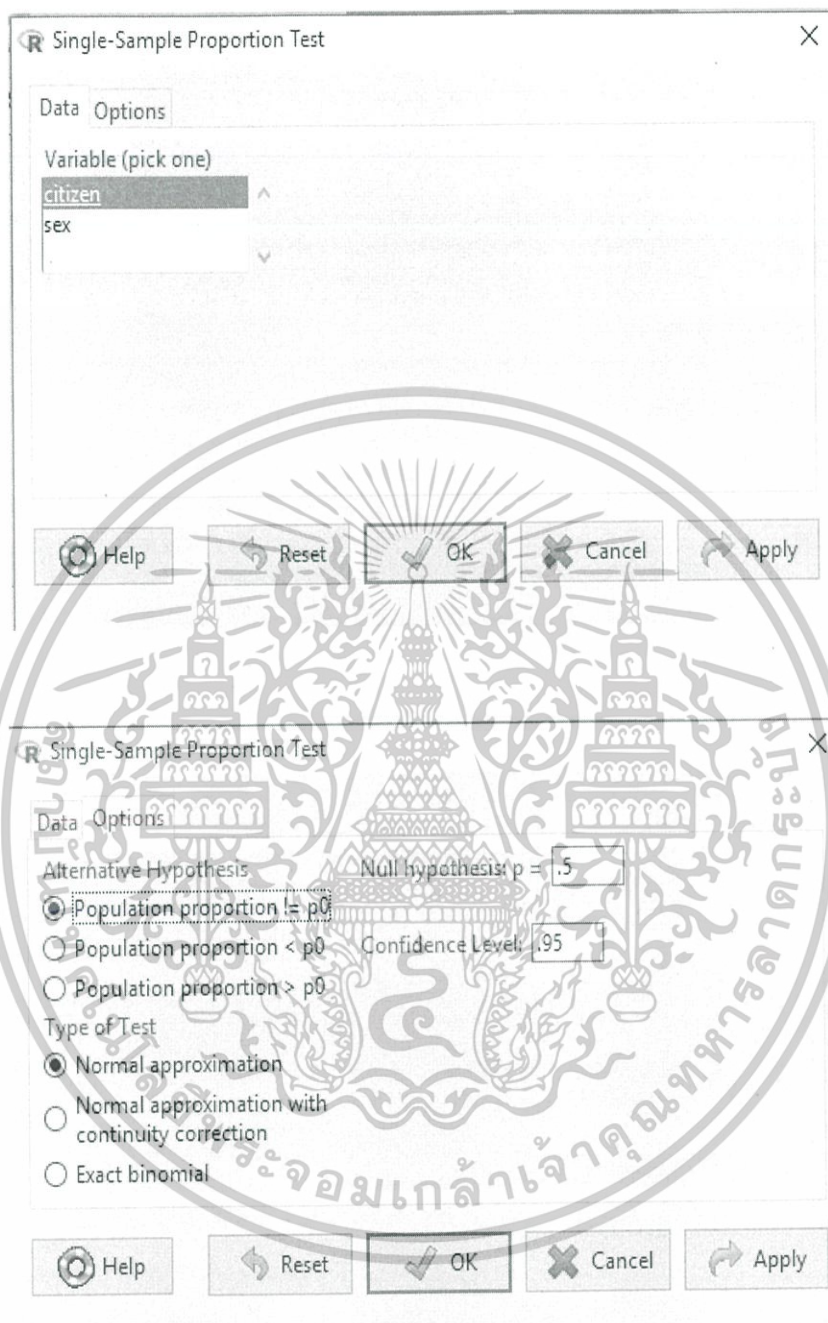
The screenshot shows the R console window titled "AMSSurvey" with a data table and a menu path for a single-sample proportion test.

	type	sex	citizen	count	count11
1	I (Pu)	Male	US	132	148
2	I (Pu)	Female	US	35	40
3	I (Pr)	Male	US	87	63
4	I (Pr)	Female	US	20	22
5	II	Male	US	96	161
6	II	Female	US	47	53
7	III	Male	US	47	71
8	III	Female	US	32	28
9	IV	Male	US	71	89
10	IV	Female	US	54	55
11	Va	Male	US	34	42
12	Va	Female	US	14	21
13	I (Pu)	Male	Non-US	130	136
14	I (Pu)	Female	Non-US	29	32
15	I (Pr)	Male	Non-US	79	82
16	I (Pr)	Female	Non-US	25	26
17	II	Male	Non-US	89	116
18	II	Female	Non-US	50	56
19	III	Male	Non-US	53	61
20	III	Female	Non-US	39	30
21	IV	Male	Non-US	122	153
22	IV	Female	Non-US	105	115
23	Va	Male	Non-US	26	27
24	Va	Female	Non-US	12	17

The menu path shown is: Statistics > Proportions > Single-sample proportion test...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ และตั้งการทดสอบที่ options



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

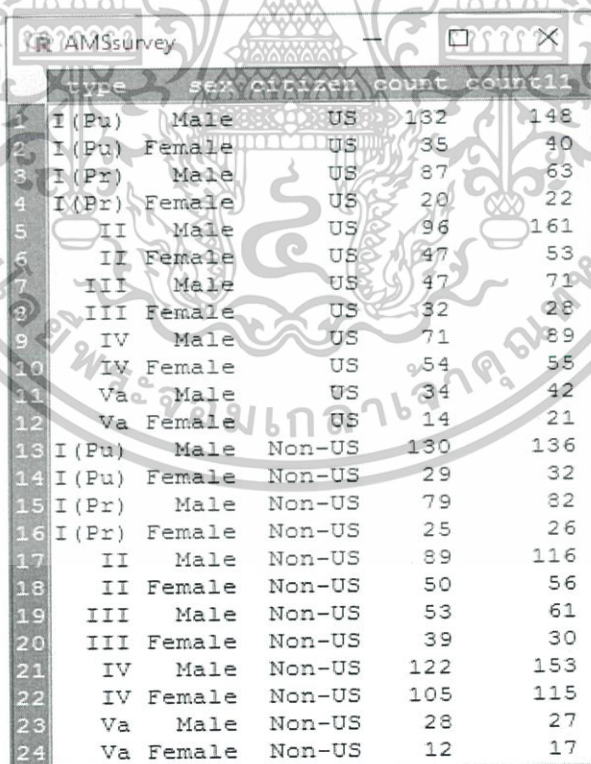
พบว่าค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 หมายความว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก คือ สัดส่วนของ citizen มีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

1-sample proportions test without continuity correction

```
data: rbind(.Table), null probability 0.5
X-squared = 0, df = 1, p-value = 1
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.3142743 0.6857257
sample estimates:
 p
0.5
```

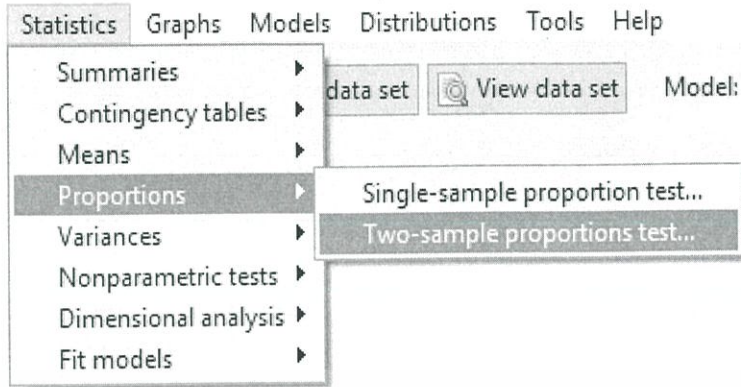
การทดสอบสัดส่วนของตัวอย่างสองกลุ่ม

ใช้ข้อมูลจากไฟล์ "AMSSurvey" ไปที่ Statistics > Proportion > Two-sample proportion test...

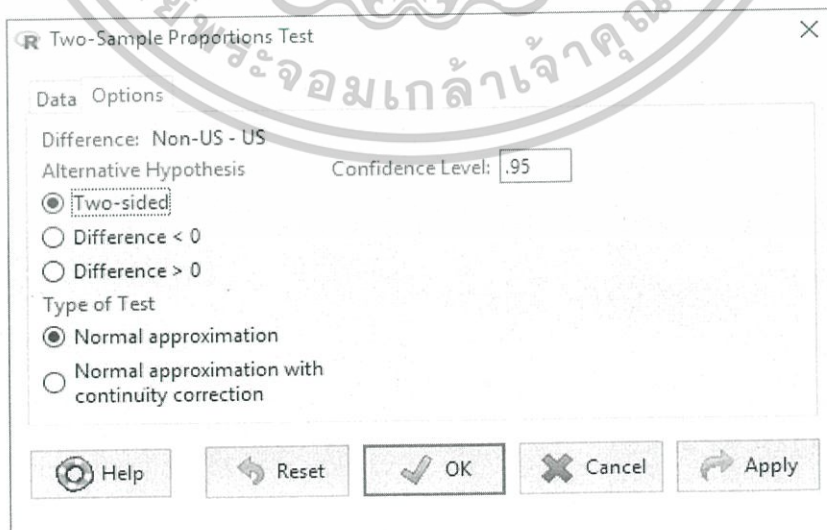
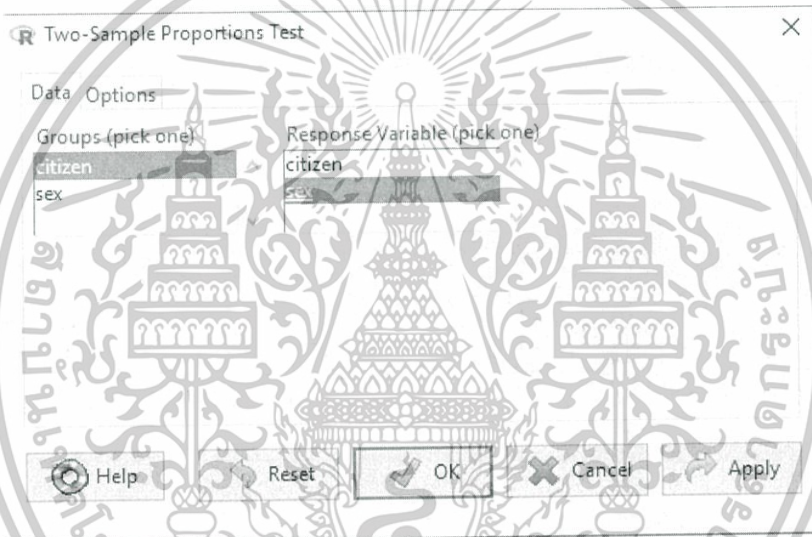


	type	sex	citizen	count	count11
1	I (Pu)	Male	US	132	148
2	I (Pu)	Female	US	35	40
3	I (Pr)	Male	US	87	63
4	I (Pr)	Female	US	20	22
5	II	Male	US	96	161
6	II	Female	US	47	53
7	III	Male	US	47	71
8	III	Female	US	32	28
9	IV	Male	US	71	89
10	IV	Female	US	54	55
11	Va	Male	US	34	42
12	Va	Female	US	14	21
13	I (Pu)	Male	Non-US	130	136
14	I (Pu)	Female	Non-US	29	32
15	I (Pr)	Male	Non-US	79	82
16	I (Pr)	Female	Non-US	25	26
17	II	Male	Non-US	89	116
18	II	Female	Non-US	50	56
19	III	Male	Non-US	53	61
20	III	Female	Non-US	39	30
21	IV	Male	Non-US	122	153
22	IV	Female	Non-US	105	115
23	Va	Male	Non-US	28	27
24	Va	Female	Non-US	12	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ และตั้งการทดสอบที่ options



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์

พบว่าค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 หมายความว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก คือ สัดส่วนของ citizen มีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

2-sample test for equality of proportions without continuity correction

```
data: .Table
X-squared = 0, df = 1, p-value = 1
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.400076  0.400076
sample estimates:
prop 1 prop 2
 0.5   0.5
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

1. การทดสอบค่าเฉลี่ย

1.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว

ตัวอย่างที่ 1 ในการศึกษาโอกาสทางธุรกิจการบริการดูแลสุขภาพที่บ้านของผู้สูงอายุ จำนวน 8 คน พบว่าความคิดเห็นต่อความต้องการดูแลสุขภาพที่บ้านมีค่าเฉลี่ย 3.92 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.562 ความคิดเห็นต่อความต้องการดูแลสุขภาพที่บ้านมีการแจกแจงปกติ ควรทำธุรกิจการบริการดูแลสุขภาพที่บ้านของผู้สูงอายุหรือไม่ โดยการทำธุรกิจจะทำเมื่อความคิดเห็นต่อความต้องการดูแลสุขภาพที่บ้านมีค่ามากกว่า 3.50 ขึ้นไป ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 (สุจิตรา สுகนธมัต, 2556)

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu \leq 3.50$$

$$H_1 : \mu > 3.50$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.10

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$

$$\text{กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ } t_{\alpha, n-1} = t_{0.10, 7} = 1.415$$

คำนวณค่าสถิติ

$$n = 8, \bar{X} = 3.92, S = 0.562, \alpha = 0.10$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} = \frac{3.92 - 3.50}{0.562/\sqrt{8}} = 2.1138$$

สรุปผล เนื่องจาก $t > t_{\alpha, n-1}$ จึงอยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0

แสดงว่า ควรทำธุรกิจการบริการดูแลสุขภาพที่บ้านของผู้สูงอายุ เนื่องจากความคิดเห็นต่อความต้องการดูแลสุขภาพที่บ้านมีค่ามากกว่า 3.50 ขึ้นไป ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

ตัวอย่างที่ 2 จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารเสริมต่อเดือนเฉลี่ยเป็น 1800 บาท และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 100 บาท ผู้วิจัยจึงได้สุ่มผู้บริโภคมา 50 คน แล้วหาค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารเสริมต่อเดือนเฉลี่ยได้เป็น 1780 บาท และต้องการทดสอบว่าค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารเสริมต่อเดือนเฉลี่ยลดลงกว่าเดิม (สุจิตรา สுகนธมัต, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu \geq 1800$$

$$H_1 : \mu < 1800$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$

$$\text{กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ } -Z_\alpha = -Z_{0.05} = -1.645$$

คำนวณค่าสถิติ

$$n = 50, \bar{X} = 1780, \sigma = 100, \alpha = 0.05$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{1780 - 1800}{100 / \sqrt{50}} = -1.4142$$

สรุปผล เนื่องจาก $Z > -Z_\alpha$ จึงอยู่นอกบริเวณปฏิเสธ จะยอมรับ H_0

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารเสริมต่อเดือนเฉลี่ยไม่ลดลงกว่าเดิม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวอย่างที่ 3 ในการศึกษาพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงสุ่มตัวอย่างนักศึกษา มา 45 คน ได้ข้อมูลจำนวนวันที่ใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อเดือน ดังนี้

24	26	24	27	24	24	25	26	26
18	30	19	27	25	24	25	30	29
27	25	23	24	29	25	24	24	27
28	24	29	28	25	29	21	23	22
28	26	24	24	24	20	27	29	23

จะสรุปได้หรือไม่ว่าจำนวนวันที่ใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อเดือน เท่ากับ 25 วัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (สุจิตรา สุขนรมัต, 2556)

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu = 25$$

$$H_1 : \mu \neq 25$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.01

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}}$

$$\text{กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ } \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} = \pm Z_{0.005} = \pm 2.576$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าสถิติ

$$n = 45, \bar{X} = 25.2222, S = 2.7707, \alpha = 0.01$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} = \frac{25.2222 - 25}{2.7707/\sqrt{45}} = 0.5380$$

สรุปผล เนื่องจาก $Z < Z_{\frac{\alpha}{2}}$ จึงอยู่นอกบริเวณปฏิเสธ จะยอมรับ H_0

แสดงว่า จำนวนวันที่ใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อเดือน เท่ากับ 25 วัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

1.2 การทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม

ตัวอย่างที่ 4 จากประสบการณ์ที่ผ่านมาทราบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาอ่านหนังสือนอกเวลาเรียนต่อวันของเด็กในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลเป็น 4 และ 5 นาทีตามลำดับ และสุ่มตัวอย่างเด็กมาอย่างละ 100 คน เวลาอ่านหนังสือนอกเวลาเรียนเฉลี่ยต่อวันได้ $\bar{X}_1 = 28$ และ $\bar{X}_2 = 25$ นาทีตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทดสอบว่าเวลาอ่านหนังสือนอกเวลาเรียนเฉลี่ยต่อวันของเด็กในเขตเทศบาลมากกว่าเด็กนอกเขตเทศบาลอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ (สุจิตรา สุนทรมัต, 2556)

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ $Z_{\alpha} = Z_{0.05} = 1.645$

คำนวณค่าสถิติ

$$n_1 = n_2 = 100, \bar{X}_1 = 28, \bar{X}_2 = 25, \sigma_1 = 4, \sigma_2 = 5$$

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{(28 - 25) - 0}{\sqrt{\frac{16}{100} + \frac{25}{100}}} = 4.6852$$

สรุปผล เนื่องจาก $Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ จึงอยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0

แสดงว่า เวลาอ่านหนังสือนอกเวลาเรียนเฉลี่ยต่อวันของเด็กในเขตเทศบาลมากกว่าเด็กนอกเขตเทศบาล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 5 เจ้าของภัตตาคารต้องการทราบว่า การโฆษณาจะทำให้ยอดขายเฉลี่ยเพิ่มขึ้นได้หรือไม่ จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายเป็นรายวันก่อนทำการโฆษณา 50 วัน คำนวณยอดขายเฉลี่ยได้ 13,500 บาท และค่าความแปรปรวน 6,724 บาท² หลังการโฆษณาไประยะหนึ่งจึงเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายรายวัน 45 วัน คำนวณยอดขายเฉลี่ยได้เท่ากับ 13,675 บาท และค่าความแปรปรวน 7,569 บาท² จากข้อมูลที่มีอยู่นี้จะทำให้เจ้าของภัตตาคารสรุปได้หรือไม่ว่าการโฆษณาจะทำให้ยอดขายเพิ่มขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ 1% ถ้ายอดขายก่อนและหลังการโฆษณา มีการแจกแจงปกติ (สายชล สนิสมบูรณ์ทอง, 2555)

วิธีทำ

ให้ μ_1 แทน ยอดขายเฉลี่ยก่อนการโฆษณาของภัตตาคาร

ให้ μ_2 แทน ยอดขายเฉลี่ยหลังการโฆษณาของภัตตาคาร

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq 0 \quad \text{หรือ} \quad H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 < 0 \quad \text{หรือ} \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

คำนวณค่าสถิติทดสอบ

$$\bar{X}_1 = 13,500, S_1^2 = 6,724, n_1 = 50$$

$$\bar{X}_2 = 13,675, S_2^2 = 7,569, n_2 = 45$$

เนื่องจากไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร และตัวอย่างมีขนาดใหญ่จึงใช้สถิติ

ทดสอบ Z โดยที่

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{(13500 - 13675) - 0}{\sqrt{\frac{6724}{50} + \frac{7569}{45}}} = -10.06$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.01

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $Z < -Z_{0.99} = -2.327$

สรุปผลการทดลอง เนื่องจาก $Z = -10.06 < -2.327$ จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ การโฆษณาทำให้ยอดขายเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ 1%

ตัวอย่างที่ 6 เพื่อตรวจสอบดูว่าจะมีความแตกต่างของปริมาณสารพิษตกค้างเคลด้าเมทธรินในมะม่วงที่ปลูกในแปลงทดลอง 2 แปลงหรือไม่ จึงได้สุ่มมะม่วงจากแปลงทดลองทั้งสองแปลงมา แปลงละ 7 วัน แล้วตรวจดูปริมาณสารพิษตกค้างเคลด้าเมทธริน ปรากฏผลดังนี้

แปลงที่ 1 : 0.17 0.17 0.14 0.12 0.09 0.06 0.05

แปลงที่ 2 : 0.18 0.17 0.16 0.11 0.09 0.08 0.05

ซึ่งข้อมูลมีการแจกแจงปกติ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร แต่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$

(สุจิตรา สุนธมัต, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad \text{VS} \quad H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n_1 + n_2 - 2} = \pm t_{0.025, 12} = \pm 2.179$

คำนวณค่าสถิติ

$$n_1 = n_2 = 7, \quad \bar{X}_1 = 0.1143, \quad \bar{X}_2 = 0.1843, \quad S_1^2 = 0.0024, \quad S_2^2 = 0.0210$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(7 - 1)(0.0024) + (7 - 1)(0.0210)}{7 + 7 - 2}} = 0.1082$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{(0.1143 - 0.1843) - 0}{0.1082 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{1}{7}}} = -0.5036$$

สรุปผล เนื่องจาก $t > -t_{\frac{\alpha}{2}, n_1 + n_2 - 2}$ จึงอยู่นอกบริเวณปฏิเสธ จะยอมรับ H_0

แสดงว่า ปริมาณสารพิษตกค้างคลอตาเมทรินในมะม่วงที่ปลูกในแปลงทดลอง 2 แปลงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวอย่างที่ 7 ผลของการวัด PH ในดินสดที่นำมาเพื่อการแยกเชื้อแอคติโนมัยสิท ระหว่างดินจากป่าเบญจพรรณ และดินจากป่าเต็งรัง ได้ดังต่อไปนี้

ป่าเบญจพรรณ : 6.76 6.60 6.87 6.65 6.88

ป่าเต็งรัง : 7.20 6.95 6.65 6.85 6.90

ทดสอบสมมติฐานว่าค่าของค่า PH ของดินป่าเต็งรัง มีค่าต่ำกว่าค่า PH ของดินป่าเบญจพรรณโดยประชากรทั้งสองมีการแจกแจงปกติและมีค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน (สุจิตรา สุคนธมัต, 2556)

วิธีทำ

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าสถิติ

$$n_1 = n_2 = 5, \bar{X}_1 = 6.796, \bar{X}_2 = 6.866, S_1^2 = 0.0147, S_2^2 = 0.053$$

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1-1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2-1}} = \frac{\left(\frac{0.0147^2}{5} + \frac{0.053^2}{5}\right)^2}{\frac{(0.0147^2/5)^2}{5-1} + \frac{(0.053^2/5)^2}{5-1}} = 6.063 \approx 6$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{(6.796 - 6.866) - 0}{\sqrt{\frac{0.0147}{5} + \frac{0.053}{5}}} = -0.6014$$

สรุปผล เนื่องจาก $t > -t_{\alpha, v}$ จึงอยู่นอกบริเวณปฏิเสธ จะยอมรับ H_0

แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของค่า PH ของดินป่าเต็งรัง มีค่าไม่ต่ำกว่าค่า PH ของดินป่าเบญจพรรณ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวอย่างที่ 8 คณะวิทยาศาสตร์จัดอบรมหลักสูตร “การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี” แก่นักวิทยาศาสตร์ โดยก่อนอบรมจะให้ทุกคนทำแบบทดสอบและหลังจากอบรมเสร็จจะทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม ปรากฏผลดังนี้

นักวิทยาศาสตร์คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
คะแนนก่อนอบรม	8	9	10	7	6	5	12	9	8	12	13	7	6	5
คะแนนหลังอบรม	14	15	13	12	10	8	11	9	15	16	13	12	13	10

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะสรุปได้หรือไม่ว่า คะแนนก่อนอบรมต่ำกว่าคะแนนหลังอบรม

(สุจิตรา สุคนธ์มัต, 2556)

วิธีทำ

คนที่	ก่อนอบรม	หลังอบรม	ผลต่าง (D_i)	D_i^2
1	8	14	-6	36
2	9	15	-6	36
3	10	13	-3	9
4	7	12	-5	25
5	6	10	-4	16
6	5	8	-3	9
7	12	11	1	1
8	9	9	0	0
9	8	15	-7	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	12	16	-4	16
11	13	13	0	0
12	7	12	-5	25
13	6	13	-7	49
14	5	10	-5	25
			-54	296

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_d \geq 0$$

$$H_1 : \mu_d < 0$$

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

ตัวสถิติที่เหมาะสมในการทดสอบ คือ $t = \frac{\bar{D} - d_0}{S_D / \sqrt{n}}$

$$\text{กำหนดบริเวณปฏิเสธตามระดับนัยสำคัญ } -t_{\alpha, n-1} = -t_{0.05, 13} = -1.771$$

คำนวณค่าสถิติ

$$n = 14, \text{ เมื่อ } \bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{54}{14} = -3.8571$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_i^2 - n\bar{D}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{296 - 14(-3.8571)^2}{14-1}} = 2.5976$$

$$t = \frac{\bar{D} - d_0}{S_D / \sqrt{n}} = \frac{-3.8571 - 0}{2.5976 / \sqrt{14}} = -5.5559$$

สรุปผล เนื่องจาก $t < -t_{\alpha, n-1}$ จึงอยู่ในบริเวณปฏิเสธ H_0

แสดงว่า คะแนนก่อนอบรมต่ำกว่าคะแนนหลังอบรม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (One-Way Analysis of Variance or One-Factor Analysis)

ตัวอย่างที่ 9 ในการปลูกข้าวโพด 4 สายพันธุ์ คือ A B C D ผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบผลผลิตว่าสายพันธุ์ไหนให้ผลผลิตดีกว่า จึงทำการเพาะปลูกในดินที่มีความสม่ำเสมอและมีการดูแลเหมือนกัน จึงได้มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD และทำการทดลองได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ (Treatment)	ผลผลิต				ผลรวม (total)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
A	3	4	2	5	14 ($Y_{1.}$)	3.5 ($\bar{Y}_{1.}$)
B	8	9	10	9	36 ($Y_{2.}$)	9.0 ($\bar{Y}_{2.}$)
C	10	8	12	8	38 ($Y_{3.}$)	9.5 ($\bar{Y}_{3.}$)
D	14	12	15	17	58 ($Y_{4.}$)	14.5 ($\bar{Y}_{4.}$)
					146 ($Y_{..}$)	9.125 ($\bar{Y}_{..}$)

ผู้ทดลองได้ตั้งระดับนัยสำคัญ α ที่ 0.05 (สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์, 2542)

วิธีทำ

1. เมื่อข้อมูลผ่านการตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้นแล้ว ผลปรากฏว่าผ่านจึงนำมาวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

2. ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_1 : มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

3. ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบสมมติฐานของการทดลองดังนี้

3.1 หา CT

$$\begin{aligned} &= \frac{(G.T.)^2}{tr} \\ &= \frac{(146)^2}{4 \times 4} \\ &= 1,332.25 \end{aligned}$$

3.2 หา Total SS

$$\begin{aligned} &= (3)^2 + (4)^2 + \dots + (17)^2 - CT \\ &= 1,606 - 1,332.25 \\ &= 273.75 \end{aligned}$$

3.3 หา Treatments SS

$$\begin{aligned} &= \frac{T_1^2(Y_{1.}) + \dots + T_4^2(Y_{4.})}{r} - CT \\ &= \frac{(14)^2 + (36)^2 + (38)^2 + (58)^2}{4} - CT \\ &= 1,575 - 1,332.25 \\ &= 242.75 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 หา Error SS

$$\begin{aligned} &= \text{TotalSS} - \text{TreatmentSS} \\ &= 273.75 - 242.75 \\ &= 31 \end{aligned}$$

3.5 หา Treatments MS

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{TreatmentSS}}{\text{df.Treatment}} \\ &= \frac{242.75}{3} \\ &= 80.917 \end{aligned}$$

3.6 หา Error MS

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{ErrorSS}}{\text{df.Error}} \\ &= \frac{31}{4(4-1)} \\ &= 2.583 \end{aligned}$$

3.7 หาค่า F_c

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{TreatmentsMS}}{\text{ErrorMS}} \\ &= \frac{80.917}{2.583} \\ &= 31.323 \end{aligned}$$

3.8 หาค่า F_t จากตารางสถิติ ซึ่งมี df. เท่ากับตัวตั้งและตัวหารของ F_c ในที่นี้คือ df. ของ Treatments MS และ Error MS ตามลำดับที่ $\alpha = 0.05$

$$F_t = F_{0.05, 3, 12} = 3.49$$

3.9 สรุปผลเนื่องจาก $F_c > F_t$ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปฏิเสศสมมติฐานหลักนั่นคือ ยอมรับสมมติฐานทางเลือกอื่นก็แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยของผลผลิตของข้าวโพดอย่างน้อย 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่างกัน

4. หาค่า CV

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{\text{MSE}}}{\text{G.M}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{2.583}}{9.125} \times 100\% \\ &= 17.61\% \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

S.V.	df	SS	MS	F
Treatments	3	242.75	80.917	31.323*
Error	12	31.00	2.583	
Total	15	273.75		

6. เมื่อผลการวิเคราะห์ออกมาอย่างน้อย 1 คู่สายพันธุ์ที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการตรวจสอบว่าคู่ใดบ้างที่ให้ผลแตกต่างกัน หรือทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกีย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบเท่ากับ $4(t)$ องศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (MSE) เท่ากับ 12 (V) และจำนวนค่าสังเกตของแต่ละสายพันธุ์เท่ากับ 4 ซ้ำ

$$\begin{aligned} W(\text{HSD}) &= q_{0.05}(4,12) \sqrt{\text{MSE}/4} \\ &= 4.20 \sqrt{2.583/4} \\ &= 3.36 \end{aligned}$$

คำนวณผลต่างของทุกคู่ของค่าเฉลี่ยตัวอย่างถ้า

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > W(\text{HSD}), i \neq j$$

แสดงว่าค่า μ_i และ μ_j แตกต่างกัน ใช้ $W(\text{HSD})$ ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกคู่ซึ่งเท่ากับ 4C_2 และได้ผลการคำนวณดังนี้

$$|\bar{Y}_4 - \bar{Y}_1| = 14.5 - 3.5 = 11.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_4 - \bar{Y}_2| = 14.5 - 9.0 = 5.5 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_4 - \bar{Y}_3| = 14.5 - 9.5 = 5.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1| = 9.5 - 3.5 = 6.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_3 - \bar{Y}_2| = 9.5 - 9.0 = 0.5 < 3.36$$

$$|\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1| = 9.0 - 3.5 = 5.5 > 3.36$$

ซึ่งสามารถแสดงผลการทดลองได้ดังนี้

Group A	B	C	D	
Mean	3.5	9.0	9.5	14.5

หรือ a b b c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถสรุปได้ว่าผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดสายพันธุ์ A แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ B, C และ D ในขณะที่สายพันธุ์ B และ C ไม่แตกต่างกันและสายพันธุ์ D ก็แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A, B และ C

1.4 การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test for Location หรือ One sample Wilcoxon test)

ตัวอย่างที่ 10 การศึกษาคนไข้ที่เป็น post cardiac โดยสุ่มคนไข้มาเป็นตัวอย่าง 15 คน แล้ววัดค่า cardiac (ลิตร/นาที) ได้ข้อมูลดังนี้

4.91 4.10 6.74 7.27 7.42 7.50 6.56

4.64 5.98 3.14 3.23 5.80 6.17 5.39 5.77

ต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรแตกต่างจาก 5.05 หรือไม่
วิธีทำ

1. สมมติฐานทางสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ

$$H_0: \mu = 5.05 \text{ VS } H_1: \mu \neq 5.05$$

ที่ระดับนัยสำคัญ $(\alpha) = 0.05$

2. สถิติทดสอบ คือ T^+ หรือ T^- ตัวที่มีค่าเล็กกว่า

3. ค่าวิกฤติของสถิติทดสอบเปิดจากตาราง Probability Levels for the Wilcoxon Signed Rank Test

4. กฎการตัดสินใจคือ เราจะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า T ที่คำนวณได้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า วิกฤติที่เปิดจากตารางที่จำนวนตัวอย่าง $n = 15$ และ $\frac{\alpha}{2} = 0.0240$ ซึ่งเป็นค่าที่ ใกล้ที่สุดกับค่า 0.0250 ในตารางได้ค่า $T = 25$

5. ค่าวนค่าสถิติทดสอบของตัวอย่าง ดังแสดงการคำนวณค่าสถิติทดสอบของตัวอย่าง

6. เนื่องจากค่า T ที่คำนวณได้เท่ากับ 34 มากกว่าค่าวิกฤติ T ที่เปิดจากตารางเท่ากับ 25 ดังนั้นจึงตัดสินใจยอมรับ H_0

7. สรุปผลคือ ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 5.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง การคำนวณค่าสถิติทดสอบของตัวอย่าง

Cardiac Output	$d_i = x_i - 5.05$	ลำดับที่ของ d_i	เครื่องหมายลำดับที่ของ d_i
4.91	-14	1	-1
4.10	-95	7	-7
6.74	+1.69	10	+10
7.27	+2.22	13	+13
7.42	+2.37	14	+14
7.50	+2.45	15	+15
6.56	+1.51	9	+9
4.64	-.41	3	-3
5.98	+.93	6	+6
3.14	-1.91	12	-12
3.23	-1.82	11	-11
5.80	+.75	5	+5
6.17	+1.12	8	+8
5.39	+.34	2	+2
5.77	+.72	4	+4

ค่าวิกฤติ T คือ T^+ หรือ T^- ตัวที่มีค่าเล็กกว่าในตัวอย่างนี้คือ T^-

$$T^+ = 86, T^- = 34$$

1.5 การทดสอบของวิลคอกซันแมนวิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney test หรือ Two sample wilcoxon test)

ตัวอย่างที่ 11 เพื่อทดสอบความแข็งแรงของเหล็กที่ได้จาก 2 แหล่ง คือ A และ B ได้สุ่มตัวอย่างเหล็กจากแหล่ง A มาทั้ง 4 ชิ้น และจากแหล่ง B มา 5 ชิ้น แล้วนำ 2 ชิ้นมาขัดถูกันพิจารณาว่าชิ้นใดมีร่องรอยความเสียหายมากกว่า ให้เป็นชิ้นที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าทำเช่นนี้กับตัวอย่างทั้ง 9 ชิ้น แล้วให้ลำดับที่ 1 แก่ชิ้นที่แข็งแรงน้อยที่สุด จนถึงอันดับที่ 9 คือชิ้นที่แข็งแรงที่สุด

ได้ข้อมูลผลการทดลองดังนี้ A A A B A B B B B

ลำดับที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ทดสอบสมมติฐานว่าเหล็กจากแหล่งทั้ง 2 มีความแข็งแรงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (อมาพร จันทกร, 2542)

วิธีทำ ใช้การทดสอบของ Wilcoxon และ Mann Whitney เนื่องจากเป็นกรณี 2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การนำมาใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อิสระกัน และมีมาตรวัดข้อมูลแบบเรียงลำดับ พิจารณาในแง่ค่ากลางคือ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H_0 : ค่ามัธยฐานความแข็งแรงของเหล็กจาก 2 แหล่งไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่ามัธยฐานความแข็งแรงของเหล็กจาก 2 แหล่งแตกต่างกัน

สถิติที่ใช้ทดสอบ $T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$

หา S จากแหล่ง $A = 1+2+3+5 = 11$

$$T = 11 - \frac{4(5)}{2} = 1$$

หาค่าวิกฤตจากตาราง เมื่อเป็นการทดสอบ 2 ทางที่ $\alpha = 0.05$

ดังนั้นหาค่าวิกฤตที่ค่า $\alpha = 0.025$ $n_1 = 4$ และ $n_2 = 5$ ได้ค่าวิกฤต = 2

ดังนั้น $W_{\frac{\alpha}{2}} = 2$ หาค่า $W_{1-\frac{\alpha}{2}} = n_1 n_2 - W_{\frac{\alpha}{2}} = 4(5) - 2 = 18$

อาณาเขตวิกฤต คือ $T \leq 2$ หรือ $T \geq 18$

T ข้อมูลตัวอย่าง = 1 จึงตกในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0

สรุปว่า เหล็กจาก 2 แหล่ง มีความแข็งแรงไม่เท่ากันหรือแตกต่างกัน

ถ้าคำนวณ Z จะได้ค่า $Z = -2.205$ ดังนั้นได้ค่า $P = 2P(Z < -2.205) = 2(0.0139) = 0.027$

ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด จึงปฏิเสธ H_0

ตัวอย่างที่ 12 ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตสิ่งของต่างๆขึ้นใช้ในประเทศแต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเชื่อถือในเรื่องประสิทธิภาพบริษัทผลิตสินค้าขนาดใหญ่แห่งหนึ่งต้องการเปลี่ยนอุปกรณ์ชนิดหนึ่ง โดยจะตัดสินใจเปลี่ยนอุปกรณ์นี้ที่เดิมใช้ของต่างประเทศมาใช้อุปกรณ์ที่ผลิตในไทย ถ้าจากที่ผลิตในไทยใช้ได้นานกว่าจากต่างประเทศจึงทำการทดลองเก็บตัวอย่างระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ของไทยและต่างประเทศ ได้ข้อมูลดังนี้ (อุมพร จันทพร, 2542)

X_i	อุปกรณ์ของไทย	Y_i อุปกรณ์ของต่างประเทศ					
		12.7	16.9	7.6	2.4	6.2	9.9
14.8	10.6	14.2	7.9	11.3	6.4	6.1	10.6
7.3	12.5	12.6	16	8.3	9.1	15.3	14.8
5.6	12.9	2.1	10.6	6.7	6.7	10.6	5
6.3	16.1	17.7	5.6	3.6	18.6	1.8	2.6
9	11.4	11.8	5.6	1	3.2	5.9	4
4.2	2.7						

วิธีทำ เลือกใช้ Wilcoxon-Mann-Whitney Test

$$H_0 : M_y \geq M_x$$

$$H_1 : M_y < M_x$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วเรียงลำดับ

X	Y	ลำดับที่	X	Y	ลำดับที่	X	Y	ลำดับที่
	1	1		6.2	17		11.3	33
	1.8	2	6.3		18	11.4		34
	2.1	3		6.4	19		11.8	35
	2.4	4		6.7	20.5	12.5		36
	2.6	5		6.7	20.5		12.6	37
2.7		6	7.3		22		12.7	38
	3.2	7		7.6	23	12.9		39
	3.6	8		7.9	24		14.2	40
	4	9		8.3	25		14.8	41.5
4.2		10	9		26	14.8		41.5
	5	11		9.1	27		15.3	43
	5.6	13		9.9	28		16	44
	5.6	13		10.6	30.5	16.1		45
5.6		13		10.6	30.5		16.9	46
	5.9	15	10.6		30.5		17.7	47
	6.1	16		10.6	30.5		18.6	48

มี ties เกิดขึ้น ค่าลำดับที่ให้จะคือค่าเฉลี่ยของลำดับที่ควรเป็น เช่น ค่า 5,6 มี 3 ค่า ลำดับที่ควรจะเป็นคือ 12, 13 และ 14 ดังนั้นค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ค่า คือ 13 จึงให้ลำดับที่ของค่า 5,6 ทั้ง 3 ค่า = 13

หาค่า S = ผลรวมลำดับที่ของ Y

$$= 1+2+3+4+5+\dots+48$$

$$= 855$$

$$\text{ดังนั้น } T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2} = 855 - \frac{36(36+1)}{2} = 189$$

ด้วยการทดสอบทางเดียวด้านซ้าย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หาค่าวิกฤตด้านซ้ายจึงได้อามาเขตวิกฤต คือ $Z < -1.645$ (เมื่อเป็นกรณีตัวอย่างขนาดใหญ่)

$$\text{จากข้อมูลตัวอย่างคำนวณสถิติทดสอบ } Z = \frac{189 - (12)(36)/2}{\sqrt{12(26)(12+36+1)/12}} = -0.642$$

Z ไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0

นั่นคืออุปกรณ์จากในประเทศไม่สามารถใช้ได้ในระยะเวลานานกว่าอุปกรณ์จากต่างประเทศ

เอกสารนี้สรุปได้ว่า บริษัทอุตสาหกรรมนี้จะไม่เปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ของไทยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 การทดสอบวิลคอกซ์อันดับที่มีเครื่องหมาย (The Wilcoxon Matched-Pairs-Signed-Rank test หรือ Pair sample wilcoxon test)

ตัวอย่างที่ 13 ผู้จัดการบริษัทนำเที่ยวแห่งหนึ่งกำลังพิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าจะใช้น้ำมันชนิดใหม่แทนที่น้ำมันที่ใช้อยู่ในปัจจุบันหรือไม่เนื่องจากน้ำมันชนิดใหม่มีราคาแพงกว่าชนิดเก่ามากจึงตัดสินใจว่าถ้าใช้น้ำมันทั้งสองแล้วได้ระยะทางไม่แตกต่างกันก็จะไม่เปลี่ยนไปใช้น้ำมันชนิดใหม่จึงทดลองใช้น้ำมันทั้งสองชนิดกับรถยนต์ที่สุ่มมา 20 คัน โดยสองสัปดาห์แรกใช้น้ำมันชนิดหนึ่งอีกสองสัปดาห์ต่อมาใช้น้ำมันอีกชนิดหนึ่ง โดยขับรถในสภาพแวดล้อมเดียวกันการเลือกใช้น้ำมันชนิดใดก่อนเป็นไปโดยสุ่มบันทึกระยะทางเฉลี่ยที่รถวิ่งได้เป็นไมล์/แกลลอน ได้ดังนี้

รถยนต์คันที่	ชนิดใหม่ (S_1)	ชนิดใหม่ (S_2)	ผลต่าง $D = S_1 - S_2$	อันดับของ $ D_i $	เครื่องหมาย	
					ลบ	บวก
1	15	18	-3	4.5	-4.5	
2	13	12	1	1.5		1.5
3	14	16	-2	3	-3	
4	18	22	-4	6	-6	
5	19	24	-5	7.5	-7.5	
6	12	18	-6	9	-9	
7	20	13	7	10		10
8	16	13	3	4.5		4.5
9	15	23	-8	11	-11	
10	21	21	0	-		
11	18	27	-9	12	-12	
12	25	15	10	13		13
13	23	11	12	14		14
14	11	24	-13	15	-15	
15	12	27	-15	17	-17	
16	12	26	-14	16	-16	
17	20	20	0	-		
18	16	11	5	7.5		7.5
19	28	12	16	18		18
20	23	24	-1	1.5	-1.5	
				Total	102.5	68.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ S_1 แทน ระยะทางเฉลี่ยที่รถวิ่งได้จากการใช้น้ำมันชนิดใหม่

เมื่อ S_2 แทน ระยะทางเฉลี่ยที่รถวิ่งได้จากการใช้น้ำมันชนิดเก่า

สมมติทราบว่าค่าผลต่างของระยะทางเฉลี่ยมีการแจกแจงสมมาตร จงหาผลสรุปว่าผู้จัดการจะเปลี่ยนไปใช้น้ำมันชนิดใหม่หรือไม่โดยสรุปผลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (อุมาพร จันทศร, 2542)

วิธีทำ เนื่องจากเป็นตัวอย่างจับคู่ และข้อมูลมีมาตรวัดแบบอันดับจะใช้การทดสอบของ Wilcoxon ซึ่งทำตามขั้นตอนดังนี้

1. หาผลต่างระหว่างค่าสังเกตระหว่างข้อมูลในแต่ละคู่ = D_i
2. จัดอันดับให้แก่ค่า $|D_i|$
3. ให้เครื่องหมายนำหน้าอันดับด้วยเครื่องหมายเดิมของ D_i
4. หาผลรวมของอันดับที่มีความถี่ของเครื่องหมายน้อยซึ่งคือเครื่องหมาย + เพื่อหาค่า T

จะได้ $T = 68.5$

5. หาค่าวิกฤตและการสรุปผล

กำหนดระดับนัยสำคัญ = 0.05 เมื่อเป็นการทดสอบแบบ 2 ทาง

ได้ค่า $T_{วิกฤต} = 41$ (เมื่อ $n = 18$)

$\therefore T_{คำนวณ} > T_{ตาราง}$ ไม่ตกในอาณาเขตวิกฤต

ยอมรับ H_0 สรุปได้ว่าน้ำมันทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพพอๆ กัน ดังนั้นจะใช้น้ำมันชนิดเดิมต่อไป โดยการสรุปผลครั้งนี้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ถ้าใช้การแจกแจงปกติประมาณ จะได้ $Z_{cal} = -0.7404$ ซึ่งจะได้ค่า $P = 2P(Z < -0.7404) = 2(0.2296) = 0.4592$ มีค่าใหญ่กว่า $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0

ตัวอย่างที่ 14 สุ่มตัวอย่างขนาด 30 จากตัวแปรสุ่ม X และได้ข้อมูลดังตารางข้างล่างนี้ (ข้อมูลได้เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก) ต้องการทดสอบสมมติฐานว่า ค่ามัธยฐานของตัวแปรสุ่ม X , M_x จะมีค่าไม่มากกว่า 30 ให้ทดสอบสมมติฐานนี้ ที่ $\alpha = 0.05$

X_i	$D_i = X_i - 30$	Rank of $ D_i $	X_i	$D_i = X_i - 30$	Rank of $ D_i $	X_i	$D_i = X_i - 30$	Rank of $ D_i $
23.8	-6.2	17	33.9	+3.9	10	38.2	.	.
26	-4	11	34.3	+4.3	12	39.6	.	.
26.9	-3.1	8	34.9	+4.9	13	40.6	.	.
27.4	-2.6	6	35	+5	14	41.1	.	.
28	-2	5	35.9	+5.9	15	42.3	.	.
30.3	+0.3	1	36.1	+6.1	16	42.8	.	.
30.7	+0.7	2	36.4	+6.4	18	44	.	.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31.2	+1.2	3	36.6	+6.6		45.8		
31.3	+1.3	4	37.2	+7.2				
32.8	+2.8	7	37.3	+7.3				
33.2	+3.2	9	37.9	+7.9				

(อมาพร จันทศร, 2542)

วิธีทำ

- $H_0 : M_x \leq 30$ คือค่ามัธยฐานของตัวแปรสุ่ม X มีค่าไม่มากกว่า 30
 $H_1 : M_x > 30$ คือค่ามัธยฐานของตัวแปรสุ่ม X มีค่ามากกว่า 30
- สามารถใช้การทดสอบของ Wilcoxon โดยการหาผลต่างของค่า $X_i - 30$
- ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ $T =$ ผลบวกของอันดับที่มีความถี่น้อย (คือเครื่องหมาย-) = 47
 ในขณะที่เครื่องหมาย + จะได้ผลรวมคือ T'

$$T' = \frac{n(n+1)}{2} - T = 30 \frac{(30+1)}{2} - 47 = 418$$

- หาอาณาเขตวิกฤตเนื่องจาก $n = 30 > 25$ ใช้การประมาณด้วยการแจกแจงปกติ

$$Z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{n(n+1)}{4} = \frac{30(31)}{4} = 232.5$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} = \sqrt{\frac{30(31)(61)}{24}} = 48.6$$

$$\therefore Z = \frac{47 - 232.5}{48.6} = -3.816$$

- กำหนด $\alpha = 0.05$

ฉะนั้นอาณาเขตวิกฤตคือ $Z < -1.65$ เนื่องจากใช้ตัวสถิติทดสอบ $T =$ ค่าน้อย
 ดังนั้น C.R. อยู่ด้านซ้ายเสมอ
 $Z < -1.65$ ดังนั้น ยอมรับ H_1
 นั่นคือ ค่ามัธยฐานของตัวแปรสุ่มมีค่ามากกว่า 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test)

ตัวอย่างที่ 15 ในการทดสอบความเร็วในการพิมพ์ของพนักงาน ซึ่งถูกอบรมด้วยวิธีที่ต่างกัน 3 วิธี สุ่มพนักงานมา 13 คน สุ่มให้ถูกอบรมด้วยวิธี ก และ ข วิธีละ 4 คน ที่เหลืออีก 5 คน ถูกอบรมด้วยวิธี บันทึกรวดเร็วในการพิมพ์ได้ดังนี้

อันดับ	วิธี ก	อันดับ	วิธี ข	อันดับ	วิธี ค
7	82	1	71	12	91
5	80	4	79	13	93
6	81	3	78	9	84
8	83	2	74	11	90
				10	88
$R_1 = 26$		$R_2 = 10$		$R_3 = 55$	

ต้องการเปรียบเทียบวิธีการอบรมทั้ง 3 วิธี ว่าจะให้ผลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่ (อุมาพร จันทศรี, 2542)

วิธีทำ จะเลือกใช้วิธีการทดสอบของ Kruskal – Wallis เนื่องจากเป็นตัวอย่าง 3 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน และข้อมูลมีมาตราวัดเป็นแบบอัตราส่วนซึ่งสามารถจัดเป็นข้อมูลเรียงลำดับได้

วิธีการทดสอบของ Kruskal – Wallis ทำได้ดังนี้

1. จัดอันดับของข้อมูลที่น่ามารวมเป็นชุดเดียวกันจากน้อยไปหามาก
2. หาผลรวมของอันดับในข้อมูลแต่ละชุด
3. คำนวณค่าสถิติจากสูตร

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$= \frac{12}{13(13+1)} \left[\frac{26^2}{4} + \frac{10^2}{4} + \frac{55^2}{5} \right] - 3(13+1) = 10.68$$

4. หาอาณาเขตวิกฤตและสรุปผล

เนื่องจาก $n_i < 5$ ฉะนั้นจะหาค่าวิกฤต H จากตารางของ Kruskal ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ $H = 5.6176$ ซึ่ง H ที่คำนวณได้จากตัวอย่าง = 10.68 มีค่ามากกว่า H จากตาราง ดังนั้นปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่าวิธีการอบรมทั้ง 3 แบบ มีอย่างน้อย 1 คู่ ที่ได้ผลต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 การทดสอบของฟรีดแมน (The Friedman two-way Analysis of variance by rank test)

ตัวอย่างที่ 16 นักวิจัยต้องการทดสอบความยากง่ายของข้อสอบวิชาทดสอบความถนัดทางการแพทย์กับนักเรียนที่สุ่มมา 10 คน ให้นักเรียนที่สุ่มมาทำข้อสอบ 3 ชุดแต่ละชุดคะแนนเต็ม 100 ผลการทดสอบปรากฏดังตาราง

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่		
	1	2	3
1	79	90	80
2	20	60	50
3	70	30	50
4	80	50	60
5	90	20	70
6	30	60	20
7	60	40	10
8	90	10	60
9	80	50	40
10	70	60	50

ให้สรุปผลงานวิจัยนี้ (อุมภาพร จันทศร, 2542)

วิธีทำ

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อสอบทั้ง 3 ชุดมีความยากง่ายพอกัน

H_1 : มีข้อสอบอย่างน้อย 1 ชุดมีความยากง่ายแตกต่างกัน

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$\chi_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1)$$

ใช้วิธีทดสอบของฟรีดแมนเพราะเป็นการทดสอบประชากร 3 กลุ่มซึ่งมีความสัมพันธ์กัน จะหาค่า R_j โดยเรียงลำดับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนคนที่	ข้อสอบชุดที่		
	1	2	3
1	1	3	2
2	1	3	2
3	3	1	2
4	3	1	2
5	3	1	2
6	2	3	1
7	3	2	1
8	3	1	2
9	3	2	1
10	3	2	1
	$R_1 = 25$	$R_2 = 19$	$R_3 = 16$

$$\text{ดังนั้น } \chi_r^2 = \frac{12}{10(3)(3+1)} [25^2 + 19^2 + 16^2] - 3(10)(3+1) = 4.2$$

กำหนดนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นการหาอาณาเขตวิกฤตจากตารางการแจกแจง χ^2 ที่ $df = k-1 = 3-1$ $\alpha = 0.05$ ได้

ค่า $\chi_{2,0.05}^2 = 5.99$ และ $\chi_r^2 < \chi_{2,0.05}^2$ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้

สรุปได้ว่า ข้อสอบทั้ง 3 ชุดมีความยากง่ายพอๆกัน

ตัวอย่างที่ 17 ในการทดสอบความนิยมผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งซึ่งมี 4 ยี่ห้อ ผู้ศึกษาได้แจกตัวอย่างให้แม่บ้าน 15 คนได้ทดลองแล้วให้ลำดับความชอบปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

แม่บ้านคนที่	ลำดับความนิยม			
	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3	ชนิดที่ 4
1	2	3	4	1
2	2	4	1	3
3	1	3	4	2
4	1	3	2	4
5	1	4	3	2
6	1	3	4	2
7	2	1	4	3
8	2	3	4	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9	2	3	1	4
10	2	4	3	1
11	3	2	4	1
12	1	4	2	3
13	1	4	3	2
14	4	3	2	1
15	1	3	4	2
รวม	26	47	45	32

(อมาพร จันทสร, 2542)

วิธีทำ

H_0 : ความนิยมผลิตภัณฑ์ยี่ห้อต่างๆไม่แตกต่างกัน

H_1 : ความนิยมแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ของผลิตภัณฑ์

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$\chi_r^2 = \frac{12n}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3n(k+1)$$

$$\chi_r^2 = \frac{12}{15(4)(4+1)} [26^2 + 47^2 + 45^2 + 32^2] - 3(15)(4+1) = 32.14$$

จากตารางไคสแควร์เมื่อ $\alpha = 0.01$ ค่าวิกฤตคือ 11.3 ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 สรุปว่าความนิยมผลิตภัณฑ์ยี่ห้อต่างๆ แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

2. การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

2.1 Kolmogorov-Smirnov Test (Lilliefors's Test)

ตัวอย่างที่ 18 ถ้าสุ่มตัวอย่างยอดขายรายเดือนของสินค้าชนิดหนึ่งมา 8 เดือน ได้ข้อมูลดังนี้ 10, 14, 6, 5, 11, 6, 5, 6 ล้านบาท จงทดสอบว่ายอดขายรายเดือนของสินค้านี้มีการแจกแจงปกติที่ยอดขายเฉลี่ย=8 ล้านบาท ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน=2 ล้านบาทที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2557)

วิธีทำ X = ยอดขายรายเดือนของสินค้า (หน่วย : ล้านบาท)

H_0 : ยอดขายรายเดือนมีการแจกแจงแบบปกติที่มียอดขายเฉลี่ย 8 ล้านบาท และมียอดขายเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 ล้านบาท

H_1 : ยอดขายรายเดือนไม่มีการแจกแจงแบบปกติที่มียอดขายเฉลี่ย 8 ล้านบาท และมียอดขายเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 2 ล้านบาท

ในที่นี้กำหนด $\mu = \mu_0 = 8, \sigma = \sigma_0 = 2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาความน่าจะเป็นสะสมของ X ภายใต้ H_0 นั่นคือ X normal $(8, 4)$ ดังนี้

$$\begin{aligned} F(x) &= P(X \leq x) = P\left(\frac{X - \mu_0}{\sigma_0} \leq \frac{x - \mu_0}{2}\right) \\ &= P\left(Z \leq \frac{x - 8}{2}\right) = P(Z \leq z) \\ F(10) &= P\left(Z < \frac{10 - 8}{2}\right) = P(Z < 1) = 0.8413 \\ F(6) &= P\left(Z < \frac{6 - 8}{2}\right) = P(Z < -1) = P(Z > 1) \\ &= 1 - P(Z < 1) = 1 - 0.8413 = 0.1587 \end{aligned}$$

ส่วนการหา $S(X)$ ให้คำนวณจากข้อมูลตัวอย่างในที่นี้ $n = 8$ เดือน แล้วหา $S(X)$ จะต้องนำข้อมูลมาเรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้

$$S(x) = P(X < x) = \frac{\text{จำนวนครั้งของข้อมูลตัวอย่างที่ } X < x}{n}$$

เช่น

$$\begin{aligned} S(5) &= 2/8 = 0.25 \\ S(6) &= (2+3)/8 = 0.625 \\ S(10) &= (2+3+1)/8 = 0.75 \end{aligned}$$

X	$S(x)$	$Z = \frac{x - 8}{2}$	$F(x) = P(X \leq x)$ $= P(Z \leq z)$	$ F(x) - S(x) $
5	0.25	-1.5	0.0668	0.1832
6	0.625	-1	0.1587	0.4663 = D
10	0.75	1	0.8413	0.0913
11	0.933	1.5	0.9332	0.0582
14	1	3	0.9987	0.0013

สถิติทดสอบ $D = \max |F(x) - S(x)| = 0.4663$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $D >$ ค่าวิกฤตจากตาราง ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญกับขนาดตัวอย่างในที่นี้ระดับนัยสำคัญ 0.05 , $n = 8$ ได้ค่าวิกฤต 0.454 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ยอดขายรายเดือนของสินค้านี้ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติที่มี $\mu = 8$ และ $\sigma = 2$ ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Shapiro-Wilk Test

ตัวอย่างที่ 19 สุ่มตัวเลข 2 หลัก มา 50 ตัว จากสมุดบัญชีออมทรัพย์ ตัวเลขเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

23	23	24	27	29	31	23	23	33	35
36	37	40	42	43	43	44	45	48	48
54	54	56	57	57	58	58	58	58	59
61	61	62	63	64	65	66	68	68	70
73	73	74	75	77	81	87	89	93	97

จงทดสอบว่าตัวเลขมีการแจกแจงปกติหรือไม่

วิธีทำ ค่าสัมประสิทธิ์ a_i และค่าเรียงลำดับจากค่าน้อยที่สุดไปหาค่ามากที่สุด เป็นดังนี้

i	a_i	$X^{(n-i-1)} - X^i$	i	a_i	$X^{(n-i-1)} - X^i$
1	0.3751	97-23=74	14	0.0846	66-42=24
2	0.2574	93-23=70	15	0.0764	65-43=22
3	0.2260	89-24=65	16	0.0685	64-43=21
4	0.2032	60	17	0.0608	19
5	0.1847	52	18	0.0532	17
6	0.1691	46	19	0.0459	13
7	0.1554	43	20	0.0386	13
8	0.1430	41	21	0.0314	5
9	0.1317	40	22	0.0244	4
10	0.1212	38	23	0.0174	2
11	0.1113	34	24	0.0104	1
12	0.1020	31	25	0.0035	1
13	0.0932	28			

$$\left[\sum_{i=1}^k a_i (X^{(n-i-1)} - X^i) \right]^2 = [(0.3751)(97 - 23) + \dots + (0.0035)(58 - 57)]^2$$

$$= 130.63^2$$

$$= 17064.1969$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 D &= \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n} \\
 &= 23^2 + 23^2 + \dots + 97^2 - \frac{(23+23+\dots+97)^2}{50} \\
 &= 17677.92
 \end{aligned}$$

สถิติทดสอบ

$$T = \frac{17064.1969}{17677.92} = 0.9642$$

ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างควอไทล์ 0.10 และ 0.50 ของตารางแจกแจง จากการเทียบบัญญัติไตรยางค์ค่าใน ตารางจะได้ค่าประมาณคือ $p\text{-value} = 0.29 > 0.05$ ซึ่งไม่ตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤตจึงไม่สามารถ ปฏิเสธ H_0 ดังนั้นตัวเลขซีการแจกแจงปกติ

ในการคำนวณที่ถูกต้องมากขึ้นสำหรับ P-Value หาได้จากสัมประสิทธิ์ในตาราง สำหรับ

$$n = 50, b_{50} = -7.677, C_{50} = 2.212, d_{50} = 0.1436$$

จากสูตร

$$Q = b_{50} + C_{50} \ln\left(\frac{T - d_{50}}{1 - T}\right) = -7.677 + 2.212 \ln\left(\frac{0.9642 - 0.1436}{1 - 0.9642}\right) = -0.7488$$

$$P\text{-Value} = P(Q < -0.7488) \approx P(Q < -0.75)$$

$$\approx P(Z < -0.75) \approx P(Z > 0.75) \approx 0.2266$$

ดังนั้น p-value นี้มีความถูกต้องมากกว่า p-value ที่ได้จากการเทียบบัญญัติไตรยางค์

3. การทดสอบความสัมพันธ์

3.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation)

ตัวอย่างที่ 20 จากการศึกษาของฝ่ายวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและขนาดของหน้าอกใน ทารกแรกเกิด ได้ข้อมูลดังนี้

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ขนาดหน้าอก (เซนติเมตร)
2.75	29.5
2.15	26.3
4.41	32.2
5.52	36.5
3.21	27.2
4.32	27.7
2.31	28.3
4.30	30.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 3.71 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาต 28.7 นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. จงหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พร้อมทั้งอธิบายความหมาย
 ข. ฝ่ายวิจัยของหน่วยงานแห่งนี้เชื่อว่า ถ้าทารกแรกเกิดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ขนาดของหน้าอกจะเพิ่มขึ้นด้วย จงทดสอบความเชื่อของฝ่ายวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (สายชล สินสมบุรณ์ทอง, 2555)

วิธีทำ ก.

X_i	Y_i	$X_i Y_i$	X_i^2	Y_i^2
2.75	29.5	81.125	7.5625	870.25
2.15	26.3	56.545	4.6225	691.69
4.41	32.2	142.002	19.4481	1036.84
5.52	36.5	201.480	30.4704	1332.25
3.21	27.2	87.312	10.3041	739.84
4.32	27.7	119.664	18.6624	767.29
2.31	28.3	65.373	5.3361	800.89
4.30	30.3	130.290	18.4900	918.09
3.71	28.7	106.477	13.7641	823.69
$\sum_{i=1}^n X_i = 32.68$	$\sum_{i=1}^n Y_i = 266.7$	$\sum_{i=1}^n X_i Y_i = 990.268$	$\sum_{i=1}^n X_i^2 = 128.6602$	$\sum_{i=1}^n Y_i^2 = 7980.83$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{32.68}{9} = 3.63$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{266.7}{9} = 29.63$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n \bar{Y}^2 \right)}}$$

$$= \frac{990.268 - 9(3.63)(29.63)}{\sqrt{[128.6602 - 9(3.63)^2][7980.83 - 9(29.63)^2]}}$$

$$= \frac{22.2559}{28.2734} = 0.79$$

ดังนั้น น้ำหนักและขนาดหน้าอกทารกแรกเกิดมีความสัมพันธ์กันมากและในทิศทางเดียวกัน นั่นคือถ้า น้ำหนักเพิ่มขึ้น ขนาดหน้าอกจะเพิ่มขึ้น และถ้าน้ำหนักลดลง ขนาดหน้าอกจะลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การที่ฝ่ายวิจัยเชื่อว่า ถ้าทารกแรกเกิดมีขนาดน้ำหนักเพิ่มขึ้น ขนาดหน้าอกจะเพิ่มขึ้นด้วย เป็นการเชื่อว่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและขนาดของหน้าอกเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือเป็นบวก ($\rho > 0$)

1. ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho > 0$$

2. คำนวณสถิติทดสอบ

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.79}{\sqrt{\frac{1-(0.79)^2}{9-2}}} = \frac{0.79}{0.23} = 3.43$$

3. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01, 1 - \alpha = 0.99$

4. เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > t_{0.99,7} = 3.00$

5. สรุป เนื่องจาก $t = 3.43 > 3.00$ จึงปฏิเสธ H_0

แสดงว่า น้ำหนักและขนาดหน้าอกทารกแรกเกิดมีความสัมพันธ์ในทางบวก ดังนั้น ถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้น ขนาดหน้าอกจะเพิ่มขึ้น และถ้าน้ำหนักลดลง ขนาดหน้าอกจะลดลงด้วย นั่นคือ สิ่งที่ฝ่ายวิจัยเชื่อเป็นจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.

3.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เคนดอลล์ (Kendall's tau-b correlation)

ตัวอย่างที่ 21 มีการส่งเรียงความเข้าประกวดในรอบแรกจำนวน 36 คน โดยกรรมการ 2 คน ได้ให้คะแนนดังนี้

ผู้แข่งขันคนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กรรมการคนที่ 1	10	14	19	11	16	15	12	17	18	13	9	8
กรรมการคนที่ 2	19	13	10	15	12	14	17	11	16	18	7	5
ผู้แข่งขันคนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
กรรมการคนที่ 1	30	38	49	45	28	21	22	26	46	40	24	32
กรรมการคนที่ 2	45	44	27	32	37	35	36	33	43	40	47	22
ผู้แข่งขันคนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
กรรมการคนที่ 1	35	39	36	33	31	37	41	47	27	34	48	25
กรรมการคนที่ 2	21	28	49	29	30	48	41	42	34	39	49	29

คะแนนที่ได้จากกรรมการทั้งสองมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยคำนวณด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์ (อมรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

วิธีทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้แข่งขันคนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กรรมการคนที่ 1	10	14	19	11	16	15	12	17	18	13	9	8
ลำดับที่	3	7	12	4	9	8	5	10	11	6	2	1
กรรมการคนที่ 2	19	13	10	15	12	14	17	11	16	18	7	5
ลำดับที่	12	6	2	8	5	7	10	4	9	11	2	1
ผู้แข่งขันคนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
กรรมการคนที่ 1	30	38	49	45	28	21	22	26	46	40	24	32
ลำดับที่	20	28	34	32	19	13	14	17	33	30	15	22
กรรมการคนที่ 2	45	44	27	32	37	35	36	33	43	40	47	22
ลำดับที่	32	31	16	20	25	23	24	21	30	27	34	14
ผู้แข่งขันคนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
กรรมการคนที่ 1	35	39	36	33	31	37	41	47	27	34	48	25
ลำดับที่	25	29	26	23	21	27	31	34	18	24	35	16
กรรมการคนที่ 2	21	28	49	29	30	48	41	42	34	39	49	29
ลำดับที่	13	14	33	15	19	35	28	29	22	26	36	18

และนำลำดับที่ของกรรมการคนที่ 1 เรียงลำดับจาก 1-36 ดังนี้

ผู้แข่งขันคนที่	2	11	1	4	7	10	2	6	5	7	8	3
กรรมการคนที่ 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กรรมการคนที่ 2	1	2	12	8	10	11	6	7	5	4	9	3
p	35	34	24	27	25	24	26	25	25	25	24	24
q	0	0	9	5	6	6	3	3	2	1	1	0
ผู้แข่งขันคนที่	18	19	23	34	20	33	17	13	29	24	28	34
กรรมการคนที่ 1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
กรรมการคนที่ 2	23	24	34	18	21	22	25	32	19	14	15	26
p	13	12	2	15	13	11	10	3	10	13	12	8
q	10	10	19	5	7	7	7	13	5	1	1	4
ผู้แข่งขันคนที่	25	27	30	14	26	22	31	16	21	32	35	15
กรรมการคนที่ 1	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
กรรมการคนที่ 2	13	33	35	31	17	27	28	20	30	29	36	16
p	11	2	1	1	6	4	3	3	1	1	0	0
q	0	8	8	7	1	2	2	1	2	1	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S = \sum p - \sum q = 472 - 158 = 314$$

ในกรณีที่ลำดับที่ไม่ซ้ำกันสัมพันธ์สหสัมพันธ์ลำดับที่เคนดอลล์คำนวณได้ดังนี้

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)} = \frac{2(314)}{36(36-1)} = 0.498$$

ดังนั้นค่าสถิติการทดสอบ

$$Z = \frac{\tau - \mu_\tau}{\sigma_\tau} = 3\tau \sqrt{\frac{n(n-1)}{2(2n+5)}} = 3(0.498) \sqrt{\frac{36(36-1)}{2(2(36)+5)}} = 4.27$$

ค่า $Z_C = 4.27 >$ ค่าวิกฤต $Z_{0.025} = 1.96$ ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐานระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าการให้คะแนนของกรรมการทั้งสองมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. การทดสอบความแปรปรวน

4.1 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม (F-test)

ตัวอย่างที่ 22 หลายๆปีที่ผ่านมากรรมการบริหารของคณะหนึ่งสังเกตว่า นักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆมีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่านักศึกษาที่ไม่เข้าร่วมกิจกรรมจึงทำการสำรวจเกรดเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมจำนวนหนึ่งได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

การเข้าร่วมกิจกรรม	จำนวนนักศึกษา	เกรดเฉลี่ยสะสม	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เข้าร่วม (1)	13	2.03	0.68
ไม่เข้าร่วม (2)	13	2.21	0.59

ทดสอบว่า ความแปรปรวนของเกรดเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม σ_1^2 และไม่เข้าร่วมกิจกรรม σ_2^2 แตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ดลชาติ ดันติวานิช, 2557)

วิธีทำ

สถิติทดสอบ

$$F = \frac{S_M^2}{S_m^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2}, df_1 = n_1 - 1, df_2 = n_2 - 1$$

บริเวณวิกฤต

$$F > 3.28 \text{ ที่ } df_1 = 13 - 1 = 12, df_2 = 13 - 1 = 12 \text{ และ } \frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

คำนวณสถิติทดสอบ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0.4624}{0.3481} = 1.328$$

สรุปผล ค่า $F = 1.328$ ตกอยู่ในบริเวณที่รองรับสมมติฐาน นั่นคือ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 แสดงว่าความแปรปรวนของเกรดเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมของคณะไม่แตกต่างจากนักศึกษาที่ไม่เข้าร่วมกิจกรรมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบสมมติฐานความแปรปรวนของประชากรมากกว่าสองกลุ่ม (Levene's Test)

ตัวอย่างที่ 23 ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพอาหารหมู 4 ชนิด โดยแบ่งหมู 19 ตัว ออกเป็น 4 กลุ่ม แล้วสุ่มอาหารหมูให้กลุ่มละชนิด หลังจากนั้นระยะหนึ่งจึงชั่งน้ำหนักหมูได้ผลดังนี้

ชนิดของอาหารหมู			
1	2	3	4
60.8	68.7	102.6	87.9
57	67.7	102.1	84.2
65	74	100.2	83.1
58.6	66.3	96.5	85.7
61.7	69.8		90.3

(กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557)

วิธีทำ ในที่นี้ $k = 4, n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 5, n = 4n = 19$

สมมติฐาน

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

$$H_1 : \text{มี } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ อย่างน้อย 1 คู่ ; } i \neq j$$

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSTr}{MSE}$$

คำนวณสถิติทดสอบ

$$\bar{X}_1 = \frac{60.8+57+65+58.6+61.7}{5} = 60.62 ; \bar{X}_2 = \frac{68.7+67.7+74+66.3+69.8}{5} = 69.3$$

$$\bar{X}_3 = \frac{102.6+102.1+100.2+96.5}{5} = 100.35 ; \bar{X}_4 = \frac{87.9+84.2+83.1+85.7+90.3}{5} = 86.24$$

				$Y_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_i $			
X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	X_{4j}	Y_{1j}	Y_{2j}	Y_{3j}	Y_{4j}
60.8	68.7	102.6	87.9	0.18	0.6	2.25	1.66
57	67.7	102.1	84.2	3.62	1.6	1.75	2.04
65	74	100.2	83.1	4.38	4.07	0.15	3.14
58.6	66.3	96.5	85.7	2.02	3	3.85	0.54
61.7	69.8		90.3	1.08	0.5		4.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างตาราง 1 – WAY ANOVA โดยใช้ค่า Y_{ij} จะได้ผลลัพธ์ในตารางดังนี้

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	SS	MS = SS / df	F
ระหว่างชนิดอาหารหมู	4-1=3	0.262	0.008735	0.034
ภายในอาหารชนิดเดียวกัน (ความคลาดเคลื่อน)	18-3=15	39.096	2.606	
รวม	19+1=18	39.358		

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{0.008735}{2.606} = 0.034$$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า ที่ $F > F_{0.95}$ องศาอิสระ 3 และ 15 ตามลำดับ จากตารางได้ $F_{3;15;0.95} = 3.29$ จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้
ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ค่าแปรปรวนของน้ำหนักหมูที่ทานอาหารแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน

5. การทดสอบสัดส่วน

5.1 การทดสอบสัดส่วนของประชากรเดียว (Single sample proportion test)

ตัวอย่างที่ 24 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งประกาศว่า ในแต่ละปีบัณฑิตได้งานทำตรงกับสาขาที่เรียนมากกว่าร้อยละ 80 จากการสำรวจบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในปีที่ผ่านมาจำนวน 200 คน พบว่า 172 คนได้งานทำตรงสาขาที่เรียน มหาวิทยาลัยอยากทราบว่า ในปีการศึกษาที่ผ่านมา บัณฑิตได้งานตรงสาขาที่เรียนมากกว่าร้อยละ 80 หรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ดลชาติ ต้นติวานิช, 2557)

วิธีทำ

สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : p \leq 0.80$$

$$H_1 : p > 0.80$$

ให้ p เป็นสัดส่วนของบัณฑิตที่ได้งานทำตรงสาขาที่เรียน

กำหนด $\alpha = 0.05$

สถิติทดสอบและบริเวณวิกฤต

$$\text{สถิติทดสอบ : } Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{p_0 q_0 / n}}$$

$$\text{บริเวณวิกฤต : } Z > 1.645$$

คำนวณสถิติทดสอบ

$$N = 200, \hat{p} = \frac{172}{200} = 0.86 \text{ จะได้ } Z = \frac{0.86 - 0.80}{\sqrt{0.80(0.20) / 200}} = 2.12$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

ค่า Z ที่คำนวณได้ 2.12 ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต เราจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในปีที่ผ่านมาได้งานทำตรงกับสาขาเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.2 การทดสอบสัดส่วนของสองประชากร (Two sample proportion test)

ตัวอย่างที่ 25 สุ่มผู้ป่วยที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์สูง จำนวน 50 คน ให้รับประทานรำข้าวโอ๊ต 2 ช้อนโต๊ะ ทุกวันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ หลังจาก 6 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง 60% และสุ่มผู้ป่วยอีก 80 คน ให้รับประทานรำข้าวสาลี 2 ช้อนโต๊ะ ทุกวันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ หลังจากรับประทานไปแล้วพบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้ 25% มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง จงทดสอบว่าสัดส่วนของผู้ป่วยที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างกันหรือไม่ในผู้ป่วยที่รับประทานรำข้าวโอ๊ต และรำข้าวสาลี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ดลชาติ ต้นติวานิช, 2557)

วิธีทำ

สมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : p_1 = p_2 \text{ หรือ } p_1 - p_2 = 0$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2 \text{ หรือ } p_1 - p_2 \neq 0$$

ให้ p_1 เป็นสัดส่วนของผู้ป่วยที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงหลังจากรับประทานรำข้าวโอ๊ต และ p_2 เป็นสัดส่วนของผู้ป่วยที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงหลังจากรับประทานรำข้าวสาลี

กำหนด $\alpha = 0.05$

สถิติทดสอบและบริเวณวิกฤต

$$\text{สถิติทดสอบ : } Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - d_0}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}, \hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}, \hat{q} = 1 - \hat{p}$$

$$\text{บริเวณวิกฤต : } Z < -1.96 \text{ และ } Z > 1.96$$

คำนวณสถิติทดสอบ

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}, \hat{q} = 1 - \hat{p}$$

$$\hat{p}_1 = \frac{x_1}{n_1}, x_1 = \hat{p}_1 \times n_1 = 0.6(50) = 30$$

$$\hat{p}_2 = \frac{x_2}{n_2}, x_2 = \hat{p}_2 \times n_2 = 0.25(80) = 20$$

$$\therefore \hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{30 + 20}{50 + 80} = 0.385, \hat{q} = 1 - 0.385 = 0.615$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z = \frac{(0.6 - 0.25) - 0}{\sqrt{(0.385)(0.615)\left(\frac{1}{50} + \frac{1}{80}\right)}} = 3.99$$

สรุปผล

ค่า Z ที่คำนวณได้ 3.99 ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต เราจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สัดส่วนของผู้ป่วยที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างกันในผู้ป่วยที่รับประทานรำข้าวโอ๊ต กับผู้ป่วยที่รับประทานรำข้าวสาลี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โมบาย แอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับ การวิจัยระดับปริญญาตรี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อสร้างโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาชุดคำสั่งในโปรแกรม Rcmdr สำหรับวิเคราะห์การทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจจากการใช้โมบายแอปพลิเคชันแนะนำการทดสอบสมมติฐานสำหรับการวิจัยระดับปริญญาตรี จึงใคร่ขอความร่วมมือจากนักศึกษาให้ข้อมูลเกี่ยวกับโมบายแอปพลิเคชันนี้ เพื่อจะได้นำผลสรุปไปปรับปรุงโมบายแอปพลิเคชันต่อไป ผู้จัดทำขอขอบคุณในความร่วมมือนมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความขอบคุณ

คณะผู้จัดทำ

นาย	จิรวุฒิ	ทองวิทยาคุณ
นาย	ณัฐจักร์	เสงี่ยมชื่นภาพร
นางสาว	ธนชญา	เปียปัญญา
นาย	พลิชฐ	กุลปวโรภาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุดเพียง
คำตอบเดียว

ความพึงพอใจของผู้ใช้	ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.ความง่ายต่อการติดตั้งโมบายแอปพลิเคชัน					
2.ความเหมาะสมของการจัดวางบนหน้าโมบายแอปพลิเคชัน					
3.ความเหมาะสมของขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้					
4.ความสะดวกในการใช้งาน					
5.โมบายแอปพลิเคชันมีความรวดเร็วในการใช้งาน					
6.ความน่าสนใจของเนื้อหาภายในโมบายแอปพลิเคชัน					
7.ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา					
8.ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน					
9.สามารถนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้