

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติพาราเมตริกและ
สถิตินอนพาราเมตริกในการทดสอบค่ากลางระหว่าง
ประชากรหลายกลุ่มเมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ
Efficiency Comparison of Parametric and Nonparametric
Statistics on Central Testing Between Population Groups
When Using Five-level Likert-type Scales

มนตรี สังข์ทอง*

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ตำบลหันตรา อำเภอฟนนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

Montri Sangthong*

Division of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology

Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติพาราเมตริกและสถิตินอนพาราเมตริกในการทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ ตัวสถิติทดสอบประกอบด้วย one-way ANOVA (F test), Kruskal-Wallis test (K-W test), van der Waerden normal scores test (V-W test) และ median test (M test) เปรียบเทียบการจำลองแบบปัญหา คือ การแจกแจงของประชากร 3 ลักษณะ ประกอบด้วย การแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ การแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ แบ่งเป็น 3, 4 และ 5 กลุ่ม ขนาดตัวอย่าง 3 ระดับ คือ ขนาดเล็ก ($n = 10$) ขนาดกลาง ($n = 25, 50$) และขนาดใหญ่ ($n = 100$) กำหนดความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยแต่ละสถานการณ์จำลองข้อมูลจำนวน 10,000 รอบ สำหรับประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบพิจารณาจากความสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในแต่ละสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1, K = 4$) ตัวสถิติทดสอบส่วนใหญ่ไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อประชากรมีการแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0, K = 2$) กรณีตัวอย่างขนาดกลาง ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test กรณีตัวอย่าง

ขนาดใหญ่ คือ F test, K-W test และ V-W test และเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1, K = 4$) กรณีตัวอย่างขนาดเล็กและความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test และ K-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ F test กรณีตัวอย่างขนาดกลางและความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ K-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test กรณีตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test, K-W test และ V-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test รองลงมา คือ K-W test

คำสำคัญ : การทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม; ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1; อำนาจการทดสอบ; ลิเคิร์ท 5 ระดับ; ประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ

Abstract

This research aimed to compare the efficiency of parametric and nonparametric statistics on central testing between population groups. The data were measured with five-level Likert-type scales. The testing statistics included one-way ANOVA (F test), Kruskal-Wallis test (K-W test), van der Waerden normal scores test (V-W test), and median test (M test). The conditions of problem simulation were three distributions of population including negative skewness and leptokurtic distribution, symmetric and platykurtic distribution, and positive skewness and leptokurtic distribution. The populations were divided into 3, 4 and 5 groups. The sample size was allocated to three levels; small size ($n = 10$), medium size ($n = 25, 50$), and large size ($n = 100$). Equal and unequal variances were determined. All situations were hypothesized at significant levels of 0.05 and 0.01. Each situation was simulated with 10,000 replications. For efficiency of testing statistics, the ability control type I error and the highest power of the test were taking into consideration for each situation. The results showed that when populations were having negative skewness and leptokurtic distribution ($S_k = -1, K = 4$), all testing statistics were found ineffective. For population with symmetric and platykurtic distribution ($S_k = 0, K = 2$), the highest effectiveness of test statistics for medium sample size was F test, while that for large sample size were F test, K-W test, and V-W test. In addition, for population with positive skewness and leptokurtic distribution ($S_k = 1, K = 4$), small sample size with equal variance found F test and K-W test as highest effective testing statistics whereas unequal variance found only F test as an effective testing statistics. For medium sample size, the highest effective test was K-W test for equal variance and V-W test for unequal variance. For large sample size, the highest effective tests were F test, K-W test and V-W test for equal variance and V-W test and K-W test for unequal variance.

Keywords: central testing; type I error; power of the test; Likert scale; testing statistic

1. บทนำ

การวิจัยทางสังคมศาสตร์ ได้แก่ การศึกษา บริหารธุรกิจ การจัดการ การตลาด การท่องเที่ยว และ สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิจัยหรือเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามมาตรประมาณค่าหรือแบบลิเคิร์ท (Likert scale) โดยให้แสดงความคิดเห็นหรือทัศนคติต่อคำถามว่าเห็นด้วยในระดับใด ประกอบด้วยน้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด และให้คะแนนเรียงตามลำดับ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 จากการวิเคราะห์บทความวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูล SCOPUS และได้รับการจัดอันดับให้อยู่ในควอร์ไทล์ที่ 3 จำนวน 5 เรื่อง พบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่เป็น มาตรประมาณค่าหรือแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยสถิติพาราเมตริก [1-5] การวิเคราะห์ข้อมูล มาตรประมาณค่าหรือลิเคิร์ท 5 ระดับ พบว่า มีนักวิชาการทั้งกลุ่มที่เห็นว่าสามารถดำเนินการและไม่สามารถดำเนินการ โดยกลุ่มที่เห็นว่าสามารถวิเคราะห์ด้วยสถิติพาราเมตริกเนื่องจากการทดสอบดังกล่าวมีความแข็งแกร่งกว่าสถิตินอนพาราเมตริก [6,7] นอกจากนี้ มีผลงานวิจัยยืนยันถึงความแข็งแกร่งของตัวสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว เช่น การศึกษาของ Murray [8] พบว่าการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสหสัมพันธ์ของเพียร์สันเมื่อจำลองข้อมูลเป็นแบบมาตราเรียงอันดับ (ordinal scale) โดยให้มีการแจกแจงปกติและการแจกแจงยูนิฟอร์ม พบว่าตัวสถิติทดสอบมีความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สอดคล้องกับการศึกษาของ Glass และคณะ [9] พบว่าการทดสอบเอฟ (F test) มีความแข็งแกร่งในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ มนตรี [7] โดยจำลองข้อมูลแบบลิเคิร์ท

5 ระดับ พบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงปกติ แบบเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ และแบบเบ้ขวาและความโด่งสูงกว่าปกติ การทดสอบที่ (independent sample t test) ยังเป็นสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักวิจัยอีกกลุ่มกล่าวว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงมาตราเรียงอันดับไม่ควรนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากไม่มีสมบัติของข้อมูลเชิงปริมาณ [10,11] นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวไม่ได้มีการแจกแจงปกติหรือมีการแจกแจงแบบเบ้ จึงไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพาราเมตริก [12] และการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ชัดเจน

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร สถิติทดสอบที่ได้รับ ความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้กรณีประชากร 2 กลุ่ม คือ การทดสอบที่ (independent sample t test) สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance) ซึ่งเป็นชื่อเรียกสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ สำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์จะเรียกว่า แผนแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) โดยทดสอบสมมติฐานอาศัยการแจกแจงแบบเอฟ (F distribution) ทั้งนี้การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติดังกล่าวมีข้อกำหนดเบื้องต้น [13] คือ (1) ประชากรแต่ละกลุ่มต้องมีการแจกแจงปกติ (2) ตัวอย่างแต่ละหน่วยต้องเป็นอิสระกัน และ (3) ความแปรปรวนแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน ทั้งนี้การทดสอบสมมติฐานดังกล่าว ถ้าไม่เป็นไปตามข้อดังกล่าวเบื้องต้นควรใช้สถิตินอนพาราเมตริก (nonparametric statistics) ซึ่งมีหลายตัวสถิติทดสอบ ได้แก่ Kruskal-Wallis test (K-W test), median test (M test), van der Waerden normal scores test (V-W test) เป็น

ต้น ทั้งนี้ตัวสถิติทดสอบดังกล่าวมีความโดดเด่นที่แตกต่างกัน เช่น การศึกษาของ ประภาส [14] ที่ศึกษาประสิทธิภาพของสถิติพาราเมตริกและสถิตินอนพาราเมตริกในการทดสอบตำแหน่งของประชากรหลายกลุ่มพบว่าเมื่อประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ขนาดตัวอย่างเล็กและปานกลาง K-W test และ V-W test มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบ F ทั้งนี้เมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Hecke [15] พบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ สถิติทดสอบ K-W test จะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบ F นอกจากนี้การศึกษาของ สุชาติ และกฤษณา [16] พบว่าสถิติทดสอบ F มีความแกร่งเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ทั้งกรณีตัวอย่างมีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ภายใต้การแจกแจงปกติ

ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่ายังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบมาตราประมาณค่าหรือลิเคิร์ท 5 ระดับ และยังมีการอภิปรายกันอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาประสิทธิภาพของสถิติพาราเมตริกและสถิตินอนพาราเมตริกในการทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ สำหรับสถิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance) และการทดสอบของคลัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) และการทดสอบมัธยฐาน (median test) โดยทั้ง 3 ตัวสถิติทดสอบ ปรากฏในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติอย่างแพร่หลาย เช่น โปรแกรม SPSS, SAS, MINITAB สำหรับการทดสอบของ แวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล สกอร์ (van der Waerden normal scores test) เป็นตัวสถิติทดสอบที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพแต่ยังไม่ได้ได้รับความนิยมแพร่หลายนักจึงต้องการนำมาศึกษาเปรียบ

เทียบในครั้งนี้นำเสนอตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ โดยจำลองการแจกแจงของประชากร 3 ลักษณะ คือ การแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ การแจกแจงแบบสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ และการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ คือ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในแต่ละสถานการณ์

2. วิธีการทางสถิติ

การศึกษาประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ ประกอบด้วยสถิติพาราเมตริก คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และสถิตินอนพาราเมตริก คือ การทดสอบคลัสคัล-วอลลิส การทดสอบแวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล สกอร์ และการทดสอบมัธยฐาน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) เป็นสถิติพาราเมตริกที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยตัวสถิติทดสอบมีการแจกแจงเอฟ มีรายละเอียดดังนี้ [13]

$$F = \frac{MSB}{MSW} \quad (1)$$

เมื่อ F คือ ตัวสถิติทดสอบเอฟ; MSB คือ ค่าเฉลี่ยกำลัง

$$\text{สองระหว่างกลุ่ม} = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{n}}{k - 1}; \text{MSW คือ}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยกำลังสองภายในกลุ่ม} = \frac{\sum \sum X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i}}{n - k};$$

T_i คือ ผลรวมของค่าสังเกตกลุ่มที่ i ; T คือ ผลรวมของค่าสังเกตทุกกลุ่ม; k คือ จำนวนกลุ่ม; n_i คือ ขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i ; n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F \geq F_{\alpha, (k-1, n-k)}$ โดย $F_{\alpha, (k-1, n-k)}$ คือ ค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางการแจกแจงเอฟ

2.2 การทดสอบคลัสคัล-วอลลิส

การทดสอบคลัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) พัฒนาโดย Kruskal และ Wallis ในปี ค.ศ. 1952 โดยเป็นการทดสอบค่ากลางของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป อาศัยการแจกแจงไคสแควร์ มีรายละเอียดดังนี้ [17]

$$K-W = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \left[\frac{(\sum R_i)^2}{n_i} \right] - 3(N+1) \quad (2)$$

เมื่อ $K-W$ คือ ตัวสถิติทดสอบคลัสคัล-วอลลิส โดยมีการแจกแจงไคสแควร์; R_i คือ อันดับของค่าสังเกตกลุ่มที่ i ; k คือ จำนวนกลุ่ม; n_i คือ ขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i ; N คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $K-W \geq \chi_{\alpha, (k-1)}^2$ โดย $\chi_{\alpha, (k-1)}^2$ คือ ค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางการแจกแจงไคสแควร์

2.3 การทดสอบแวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล สกอร์

การทดสอบแวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล สกอร์ (van der Waerden normal scores test) นำเสนอโดย แวน เดอ แวร์เดน ในปี ค.ศ. 1953 โดยใช้ค่า inverse-normal scores ($Z^{(i)}$) แทนค่าสังเกต โดยมีรายละเอียดดังนี้ [17]

$$V-W = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i)^2}{\tilde{S}^2} \quad (3)$$

เมื่อ $V-W$ คือ ตัวสถิติทดสอบแวนเดอแวร์เดน โดยมีการแจกแจงไคสแควร์; $\bar{Z}_i$ คือ คะแนนมาตรฐานเฉลี่ย

ของกลุ่มที่ i ; $\tilde{S}^2$ คือ ค่าประมาณความแปรปรวนประชากรของคะแนนปกติ; k คือ จำนวนกลุ่ม; n_i คือ ขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i

ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $V-W \geq \chi_{\alpha, k-1}^2$ โดย $\chi_{\alpha, k-1}^2$ คือ ค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางการแจกแจงไคสแควร์

2.4 การทดสอบมัธยฐาน

การทดสอบมัธยฐาน (median test) ใช้ทดสอบค่ากลางของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยสร้างตารางการแจกแจงขนาด $2 \times m$ เมื่อ $m \geq 3$ และจำแนกค่าสังเกตแต่ละกลุ่มออกเป็นกลุ่มที่มีค่ามากกว่าและน้อยกว่าหรือเท่ากับค่ามัธยฐานร่วม โดยค่ามัธยฐานร่วมจะเป็นค่ามัธยฐานของตัวอย่างทั้งหมด มีรายละเอียดดังนี้ [18]

$$M = \frac{N^2}{ab} \sum_{i=1}^k \frac{\left(O_{ii} - \frac{n_i a}{N} \right)^2}{n_i} \quad (4)$$

เมื่อ M คือ ตัวสถิติทดสอบมัธยฐาน โดยมีการแจกแจงไคสแควร์; a คือ ผลรวมของจำนวนค่าสังเกตที่มีค่ามากกว่ามัธยฐานร่วม; b คือ ผลรวมของจำนวนค่าสังเกตที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับมัธยฐานร่วม; O_{ii} คือ จำนวนค่าสังเกตที่มีค่ามากกว่ามัธยฐานร่วมของกลุ่มที่ i ; n_i คือ ขนาดตัวอย่างกลุ่มที่ i ; N คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $M \geq \chi_{\alpha, (k-1)}^2$ โดย $\chi_{\alpha, (k-1)}^2$ คือ ค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางการแจกแจงไคสแควร์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติพารามетริกและสถิตินอนพารามетริกในการทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ จำลองแบบปัญหาด้วยเทคนิคมอนติ

คาร์โล โดยโปรแกรม R เวอร์ชัน 3.4.1 มีรายละเอียดดังนี้

3.1 สร้างประชากรกลุ่มละ 100,000 หน่วย ประกอบด้วย 3, 4 และ 5 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1$, $K = 4$) การแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0$, $K = 2$) และการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1$, $K = 4$) ด้วยวิธีของ Ramberg และคณะ [19] โดยมีสูตรดังนี้

$$X = \lambda_1 + \frac{[R^{\lambda_3} - (1-R)^{\lambda_4}]}{\lambda_2} \quad (5)$$

เมื่อ R คือ เลขสุ่มที่มีการแจกแจงยูนิฟอร์ม (0, 1); λ_1 คือ พารามิเตอร์กำหนดตำแหน่ง (location parameter); λ_2 คือ พารามิเตอร์กำหนดการกระจาย (scale parameter); λ_3, λ_4 คือ พารามิเตอร์กำหนดรูปร่าง (shape parameter)

สำหรับค่า $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ และ λ_4 อ่านจาก

ตารางการแจกแจงของ Ramberg และคณะ [19] ตามค่าความเบ้และค่าความโด่ง โดย λ_1, λ_2 จะมี $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ ถ้าค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 จะต้องแทนค่า λ_1, λ_2 ดังนี้

$$\lambda_1(\mu, \sigma^2) = \lambda_1(0, 1) \sigma + \mu \quad (6)$$

$$\lambda_2(\mu, \sigma^2) = \lambda_2(0, 1) \div \sigma \quad (7)$$

การจำลองแบบปัญหาครั้งนี้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของประชากรกลุ่มที่ 1 คือ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 และความแปรปรวนเท่ากับ 0.5 สำหรับประชากรกลุ่มอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของอัตราส่วนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนประชากร ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้การแปลงข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ อาศัยฟังก์ชัน round () ของโปรแกรม R

3.2 สุ่มตัวอย่างโดยกำหนดขนาดตัวอย่าง 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (10) ขนาดกลาง (25, 50) และขนาดใหญ่ (100) ทั้งนี้การจำลองแบบปัญหานี้กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากันทุกกลุ่ม

Table 1 Ratio of means and variances

Number of populations	Ratio of means	Ratio of variances
3 Groups	1:1:1	1:1:1 (0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.5:3.5)	1:1.5:2(0.5:0.75:1)
	1:1.1:1.2	1:1:1 (0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.85:4.2)	1:1.5:2(0.5:0.75:1)
4 Groups	1:1:1:1	1:1:1:1 (0.5:0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.5:3.5:3.5)	1:1.5:1.5:2(0.5:0.75:0.75:1)
	1:1.1:1.1:1.2	1:1:1:1 (0.5:0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.85:3.85:4.2)	1:1.5:1.5:2(0.5:0.75:0.75:1)
5 Groups	1:1:1:1:1	1:1:1:1:1 (0.5:0.5:0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.5:3.5:3.5:3.5)	1:1.5:1.5:1.5:2(0.5:0.75:0.75:0.75:1)
	1:1.1:1.1:1.1:1.2	1:1:1:1:1 (0.5:0.5:0.5:0.5:0.5)
	(3.5:3.85:3.85:3.85:4.2)	1:1.5:1.5:1.5:2(0.5:0.75:0.75:0.75:1)

3.3 คำนวณตัวสถิติทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างค่ากลางของประชากร ประกอบด้วย one-way ANOVA, Kruskal- Wallist test, van der Waerden normal scores test และ median test กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยแต่ละสถานการณ์จำลองข้อมูลจำนวน 10,000 รอบ

3.4 คำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ โดยพิจารณาจากจำนวนการปฏิเสธ H_0 ตามเงื่อนไขของการจำลองข้อมูลแต่ละสถานการณ์จำนวน 10,000 รอบ สำหรับการพิจารณาความแปรปรวนใช้เกณฑ์ของ Cochran [20] คือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ระหว่าง 0.04-0.06 และที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ระหว่าง 0.007-0.015 ถือว่าสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หรือตัวสถิติทดสอบมีความแปรปรวน

3.5 นำเสนอตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran [20] และมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขการจำลองแบบปัญหาแต่ละสถานการณ์

4. ผลการวิจัย

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1, K = 4$) ผลการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1, K = 4$) ตัวสถิติทดสอบส่วน

ใหญ่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เกือบทุกระดับขนาดตัวอย่าง ทั้งการทดสอบสมมติฐานค่ากลางระหว่างประชากร 3, 4 และ 5 กลุ่ม

ตารางที่ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและมีความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1, K = 4$) ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ K-W test สำหรับตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง ตัวสถิติทดสอบส่วนใหญ่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

4.2 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0, K = 2$) ผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0, K = 2$) เมื่อตัวอย่างขนาดเล็ก ตัวสถิติทดสอบไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง ($n = 25$) และความแปรปรวนไม่เท่ากัน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ทุกตัวสถิติทดสอบ เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง ($n = 50$) กรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ F test, K-W test และ V-W test สำหรับกรณีตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ F test, K-W test, V-W test และ M test และตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ F-test, K-W test และ V-W test

Table 2 The probability of type I error of location difference testing statistics between population groups having negative skewness and leptokurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n_i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.0020	0.0005	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
		K-W	0.0020	0.0005	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
		V-W	0.0020	0.0004	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
		M	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	unequal	F	0.0132	0.0036	0.0061	0.0016	0.0018	0.0004
		K-W	0.0135	0.0027	0.0054	0.0008	0.0023	0.0002
		V-W	0.0132	0.0024	0.0057	0.0009	0.0017	0.0003
		M	0.0049	0.0014	0.0016	0.0001	0.0005	0.0001
25	equal	F	0.0020	0.0006	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000
		K-W	0.0022	0.0006	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000
		V-W	0.0024	0.0006	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
		M	0.0004	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	unequal	F	0.0191	0.0038	0.0084	0.0020	0.0048	0.0013
		K-W	0.0208	0.0034	0.0081	0.0023	0.0050	0.0015
		V-W	0.0191	0.0038	0.0077	0.0021	0.0049	0.0013
		M	0.0093	0.0009	0.0027	0.0004	0.0007	0.0001
50	equal	F	0.0023	0.0007	0.0005	0.0001	0.0004	0.0001
		K-W	0.0020	0.0006	0.0007	0.0002	0.0004	0.0001
		V-W	0.0027	0.0006	0.0006	0.0002	0.0004	0.0001
		M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	unequal	F	0.0279	0.0068	0.0186	0.0034	0.0101	0.0031
		K-W	0.0274	0.0061	0.0183	0.0031	0.0116	0.0025
		V-W	0.0250	0.0054	0.0159	0.0026	0.0090	0.0022
		M	0.0487*	0.0162	0.0235	0.0068	0.0112	0.0017
100	equal	F	0.0064	0.0019	0.0024	0.0007	0.0004	0.0000
		K-W	0.0065	0.0013	0.0022	0.0005	0.0002	0.0000
		V-W	0.0066	0.0017	0.0022	0.0005	0.0003	0.0000
		M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	unequal	F	0.0520*	0.0120	0.0404*	0.0090*	0.0366	0.0061
		K-W	0.0421*	0.0084*	0.0359	0.0077*	0.0305	0.0054
		V-W	0.0384	0.0086*	0.0355	0.0063	0.0291	0.0052
		M	0.3121	0.1069	0.2265	0.0981	0.1668	0.0742

*Ability to control the probability of type I error.

Table 3 The power of the test of location difference testing statistics between population groups having negative skewness and leptokurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n _i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.3096	0.1592	0.1667	0.079	0.0925	0.0425
		K-W	0.3108	0.1378	0.1673	0.0714	0.0903	0.0375
		V-W	0.311	0.1353	0.1648	0.0695	0.0912	0.0365
		M	0.3498	0.1222	0.1499	0.0674	0.0853	0.0361
	unequal	F	0.2964	0.1279	0.2189	0.0816	0.1557	0.0519
		K-W	0.3378	0.1239	0.2509	0.0772	0.1758	0.0511
		V-W	0.3235	0.1179	0.2395	0.0725	0.1684	0.0458
		M	0.5353	0.1992	0.3451	0.1277	0.2326	0.086
25	equal	F	0.8133	0.6825	0.7092	0.5769	0.619	0.4847
		K-W	0.8311	0.6998	0.7252	0.5944	0.6337	0.5033
		V-W	0.8392	0.7148	0.7381	0.6154	0.6473	0.5209
		M	0.8778	0.8072	0.7802	0.7122	0.695	0.6202
	unequal	F	0.7305	0.5047	0.6775	0.4427	0.6151	0.3756
		K-W	0.8482	0.6403	0.8003	0.5732	0.744	0.5035
		V-W	0.8340	0.6136	0.7864	0.5467	0.7883	0.5531
		M	0.9896	0.9374	0.9738	0.8671	0.7229	0.4754
50	equal	F	0.9890	0.97700	0.9774	0.9625	0.961	0.9394
		K-W	0.9891	0.9814	0.9796	0.9679	0.9645	0.9474
		V-W	0.9899	0.9845	0.9799	0.9723	0.9662	0.9529
		M	0.9905	0.9903	0.9816	0.981	0.9692	0.968
	unequal	F	0.9557	0.8680	0.9389	0.8263	0.927	0.7956
		K-W	0.9921	0.9566	0.9851	0.9443	0.9804	0.9259
		V-W	0.9909	0.9499	0.9819	0.9302	0.9823	0.9228
		M	0.9999**	0.9999	1.0000	0.9999	0.9758	0.9121
100	equal	F	0.9999	0.9999	0.9998	0.9998	0.9997	0.9997
		K-W	0.9999	0.9999	0.9998	0.9998	0.9997	0.9997
		V-W	0.9999	0.9999	0.9998	0.9998	0.9997	0.9997
		M	0.9999	0.9999	0.9998	0.9998	0.9997	0.9997
	unequal	F	0.9997	0.9971	0.9994**	0.9961	0.9997	0.9997
		K-W	0.9999**	0.9998**	1.0000	0.9998**	0.9997	0.9997
		V-W	0.9999	0.9998**	1.0000	0.9997	0.9997	0.9997
		M	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	0.9997	0.9997

**The highest power of the test.

Table 4 The probability of type I error of location difference testing statistics between population groups having symmetry and platykurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n_i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.0262	0.0044	0.0166	0.0046	0.0114	0.0015
		K-W	0.0245	0.0033	0.0142	0.0027	0.0088	0.0004
		V-W	0.0254	0.0027	0.0137	0.0028	0.0089	0.0005
		M	0.0131	0.0029	0.0105	0.0023	0.0057	0.0010
	unequal	F	0.0334	0.0069	0.0354	0.0068	0.0297	0.0069
		K-W	0.0316	0.0050	0.0290	0.0041	0.0261	0.0047
		V-W	0.0323	0.0045	0.0304	0.0036	0.0250	0.0053
		M	0.0245	0.0050	0.0202	0.0038	0.0180	0.0045
25	equal	F	0.0364	0.0069	0.0336	0.0075*	0.0234	0.0047
		K-W	0.0341	0.0061	0.0303	0.0064	0.0210	0.0041
		V-W	0.0345	0.0062	0.0320	0.0062	0.0215	0.0042
		M	0.0213	0.0030	0.0172	0.0031	0.0124	0.0022
	unequal	F	0.0462*	0.0108*	0.0483*	0.0106*	0.0447*	0.0095*
		K-W	0.0449*	0.0093*	0.0474*	0.0084*	0.0439*	0.0073*
		V-W	0.0439*	0.0091*	0.0447*	0.0086*	0.0424*	0.0077*
		M	0.0551*	0.0116*	0.0482*	0.0103*	0.0387	0.0079*
50	equal	F	0.0459*	0.0101*	0.0444*	0.0094*	0.0397	0.0092*
		K-W	0.0453*	0.0090*	0.0422*	0.0093*	0.0404*	0.0080*
		V-W	0.0451*	0.0095*	0.0431*	0.0088*	0.0389	0.0082*
		M	0.0316	0.0060	0.0285	0.0059	0.0246	0.0055
	unequal	F	0.0494*	0.0095*	0.0543*	0.0105*	0.0542*	0.0124*
		K-W	0.0497*	0.0090*	0.0499*	0.0092*	0.0548*	0.0107*
		V-W	0.0470*	0.0084*	0.0513*	0.0095*	0.0524*	0.0110*
		M	0.1179	0.0354	0.1021	0.0288	0.0887	0.0238
100	equal	F	0.0505*	0.0105*	0.0509*	0.0089*	0.0523*	0.0097*
		K-W	0.0500*	0.0096*	0.0506*	0.0078*	0.0527*	0.0101*
		V-W	0.0500*	0.0100*	0.0491*	0.0083*	0.0520*	0.0091*
		M	0.0410*	0.0072*	0.0429*	0.0084*	0.0408*	0.0071*
	unequal	F	0.0481*	0.0099*	0.0507*	0.0115*	0.0522*	0.0121*
		K-W	0.0481*	0.0089*	0.0516*	0.0105*	0.0515*	0.0111*
		V-W	0.0468*	0.0096*	0.0485*	0.0108*	0.0514*	0.0112*
		M	0.2437	0.1004	0.206	0.0822	0.1794	0.0630

*Ability to control the probability of type I error.

Table 5 The power of test of location difference testing statistics between population groups having symmetry and platykurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n _i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.4625	0.2537	0.3065	0.1591	0.0925	0.0425
		K-W	0.4437	0.201	0.2866	0.1258	0.0903	0.0375
		V-W	0.4403	0.1957	0.2862	0.1232	0.0912	0.0365
		M	0.1799	0.0376	0.0757	0.0222	0.0853	0.0361
	unequal	F	0.4225	0.2056	0.3200	0.1405	0.1557	0.0519
		K-W	0.3906	0.1545	0.2916	0.1038	0.1758	0.0511
		V-W	0.3966	0.1528	0.2936	0.1028	0.1684	0.0458
		M	0.2769	0.0688	0.1549	0.0477	0.2326	0.086
25	equal	F	0.9345	0.8519	0.8879	0.7809**	0.619	0.4847
		K-W	0.9292	0.8291	0.8795	0.7553	0.6337	0.5033
		V-W	0.9331	0.8343	0.884	0.7634	0.6473	0.5209
		M	0.6367	0.3770	0.5305	0.3123	0.695	0.6202
	unequal	F	0.8986**	0.7412**	0.8539**	0.6675**	0.6151	0.3756
		K-W	0.8744	0.6935	0.8223	0.6104	0.7440**	0.5035
		V-W	0.8891	0.7104	0.8426	0.6329	0.7229	0.4754
		M	0.7968	0.5176	0.7191	0.4495	0.9431	0.7988**
50	equal	F	0.9989**	0.9975**	0.9980**	0.9958**	0.9610	0.9394
		K-W	0.9985	0.9969	0.9979	0.9945	0.9645**	0.9474
		V-W	0.9988	0.9972	0.9979	0.9956	0.9662	0.9529**
		M	0.9548	0.8410	0.9270	0.7843	0.9692	0.9680
	unequal	F	0.9974**	0.9839**	0.9949**	0.9750**	0.9270	0.7956
		K-W	0.9961	0.9741	0.9927	0.9611	0.9804**	0.9259**
		V-W	0.9970	0.9803	0.9946	0.9702	0.9758	0.9121
		M	0.9884	0.9505	0.9792	0.9008	0.9996	0.9992
100	equal	F	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9997**	0.9997**
		K-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9997**	0.9997**
		V-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9997**	0.9997**
		M	0.9997	0.9970	0.9989	0.9933	0.9997	0.9997
	unequal	F	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9999**	0.9997**	0.9997**
		K-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9998	0.9997**	0.9997**
		V-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	0.9999**	0.9997**	0.9997**
		M	1.0000	0.9999	1.0000	1.0000	0.9997	0.9997

**The highest power of the test.

Table 6 The probability of type I error of location difference testing statistics between population groups having positive skewness and leptokurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n_i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.0470*	0.0083*	0.0449*	0.0101*	0.0405*	0.0083*
		K-W	0.0445*	0.0054	0.0443*	0.0072*	0.0386	0.0059
		V-W	0.0458*	0.0052	0.0421*	0.0069	0.0382	0.0056
		M	0.0424*	0.0083*	0.0436*	0.0068	0.0405*	0.0075*
	unequal	F	0.0501*	0.0089*	0.0429*	0.0082*	0.0445*	0.0093*
		K-W	0.0489*	0.0071*	0.0413*	0.0063	0.0437*	0.0067
		V-W	0.0491*	0.0067	0.0394	0.0057	0.0401*	0.0055
		M	0.0460*	0.0100*	0.0447*	0.0069	0.0439*	0.0079*
25	equal	F	0.0455*	0.0085*	0.0508*	0.0101*	0.0457*	0.0080*
		K-W	0.0471*	0.0084*	0.0504*	0.0089*	0.0439*	0.0069
		V-W	0.0459*	0.0082*	0.0503*	0.0081*	0.0423*	0.0065
		M	0.0502*	0.0097*	0.0511*	0.0103*	0.0480*	0.0067
	unequal	F	0.0488*	0.0101*	0.0519*	0.0108*	0.0505*	0.0112*
		K-W	0.0471*	0.0082*	0.0493*	0.0090*	0.0475*	0.0102*
		V-W	0.0472*	0.0083*	0.0511*	0.0077*	0.0470*	0.0099*
		M	0.0497*	0.0095*	0.0483*	0.0087*	0.0485*	0.0100*
50	equal	F	0.0511*	0.0101*	0.0510*	0.0098*	0.0494*	0.0102*
		K-W	0.0506*	0.0093*	0.0532*	0.0096*	0.0480*	0.0099*
		V-W	0.0514*	0.0087*	0.0515*	0.0096*	0.0475*	0.0099*
		M	0.0560*	0.0107*	0.0541*	0.0098*	0.0513*	0.0097*
	unequal	F	0.0540*	0.0123*	0.0504*	0.0108*	0.0578*	0.0129*
		K-W	0.0485*	0.0105*	0.0468*	0.0070*	0.0517*	0.0097*
		V-W	0.0469*	0.0096*	0.0482*	0.0079*	0.0507*	0.0103*
		M	0.0526*	0.0115*	0.0460*	0.0071*	0.0521*	0.0088*
100	equal	F	0.0537*	0.0106*	0.0494*	0.0099*	0.0526*	0.0099*
		K-W	0.0521*	0.0111*	0.0497*	0.0102*	0.0503*	0.0095*
		V-W	0.0532*	0.0102*	0.0479*	0.0096*	0.0521*	0.0096*
		M	0.0528*	0.0105*	0.0500*	0.0102*	0.0511*	0.0105*
	unequal	F	0.0706	0.0146*	0.0614*	0.0138*	0.0555*	0.0122*
		K-W	0.0493*	0.0095*	0.0542*	0.0107*	0.0500*	0.0089*
		V-W	0.0472*	0.0097*	0.0546*	0.0112*	0.0532*	0.0099*
		M	0.0509*	0.0107*	0.0498*	0.0106*	0.0493*	0.0089*

*Ability to control the probability of type I error.

Table 7 The power of the test of location difference testing statistics between population groups having positive skewness and leptokurtic distribution classified by sample sizes, variances, number of populations and significance levels

n _i	Variances	Testing statistics	3 Groups		4 Groups		5 Groups	
			0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
10	equal	F	0.5482	0.2925**	0.4383	0.2104	0.3644**	0.1654**
		K-W	0.5911**	0.2865	0.4794**	0.2072**	0.4031	0.1647
		V-W	0.5673	0.2662	0.4540	0.1923	0.3781	0.1491
		M	0.1296	0.0385	0.0893	0.0282	0.0764	0.0222
	unequal	F	0.3095	0.1170**	0.2587**	0.0917**	0.2245**	0.0786**
		K-W	0.3096	0.1054	0.2563	0.0813	0.2214	0.0624
		V-W	0.3099**	0.1007	0.2581	0.0755	0.2189	0.0621
		M	0.1728	0.0523	0.1337	0.0387	0.1111	0.0341
25	equal	F	0.9458	0.8286	0.9087	0.7541	0.8821	0.6983**
		K-W	0.9715**	0.8875**	0.9511**	0.8277**	0.9332**	0.7902
		V-W	0.9633	0.8632	0.9343	0.7925	0.9134	0.7426
		M	0.2919	0.1186	0.2399	0.0888	0.2281	0.0866
	unequal	F	0.7357	0.4849	0.6552	0.4010	0.6008	0.3430
		K-W	0.7419	0.4902	0.6560	0.3991	0.5984	0.3383
		V-W	0.7458**	0.4910**	0.6642**	0.4025**	0.6073**	0.3427**
		M	0.3923	0.1799	0.3358	0.1362	0.2942	0.1140
50	equal	F	0.9992	0.9948	0.9985	0.9908	0.9974	0.9835
		K-W	0.9997**	0.9986**	0.9998**	0.9978**	0.9999**	0.9955**
		V-W	0.9994	0.9979	0.9997	0.9958	0.9993	0.9914
		M	0.5633	0.3177	0.5043	0.2684	0.4508	0.2243
	unequal	F	0.9692	0.8928	0.9407	0.8188	0.9155	0.7722
		K-W	0.9716	0.8955	0.9406	0.8221	0.9141	0.7751
		V-W	0.9740**	0.9018**	0.9442**	0.8294**	0.9224**	0.7873**
		M	0.6933	0.4430	0.6153	0.3658	0.5533	0.3046
100	equal	F	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**
		K-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**
		V-W	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**	1.0000**
		M	0.8645	0.6823	0.8241	0.6262	0.7921	0.587
	unequal	F	0.9998	0.9990**	0.9993	0.9951	0.9990	0.9935
		K-W	0.9999**	0.9988	0.9996	0.9957	0.9988**	0.9934
		V-W	0.9998	0.9989	0.9997**	0.9960**	0.9991	0.9946**
		M	0.9558	0.8564	0.9217	0.7808	0.8995	0.7394

**The highest power of the test.

ตารางที่ 5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0, K = 2$) เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง ($n = 25$) และความแปรปรวนไม่เท่ากัน และตัวอย่างขนาดกลาง ($n = 50$) ทั้งความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด คือ F test เมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ ทั้งความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือ F test, K-W test และ V-W test

4.3 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1, K = 4$) ผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1, K = 4$) เมื่อตัวอย่างขนาดเล็ก ทั้งความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด คือ F test รองลงมา คือ M test เมื่อตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ทั้งความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบทั้งหมดสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ตารางที่ 7 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 กรณีประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1, K = 4$) เมื่อตัวอย่างขนาดเล็กและความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด คือ F test และ K-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ F test เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง กรณีความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติ

ทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด คือ K-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test และเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุดและสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ดีที่สุด คือ F test, K-W test และ V-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test รองลงมา คือ K-W test

5. วิจารณ์ผล

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติพารามetriks และสถิติ nonพารามetriks ในการทดสอบสมมติฐานค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ พบว่าอิทธิพลของการแจกแจง ขนาดตัวอย่าง และพิสัยของมาตรฐานค่ามีผลต่อประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบ โดยเฉพาะเมื่อประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและความโด่งสูงกว่าปกติ ตัวสถิติทดสอบจะมีประสิทธิภาพต่ำ การศึกษาของ ประภาส [14] พบว่าเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติ ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง คือ V-W test และตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ F test และการศึกษาของ มนตรี [7] พบว่าประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและความโด่งต่ำกว่าปกติเมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อตัวอย่างขนาดเล็ก คือ t test และ Mann Whitney U test ตัวอย่างขนาดกลางและขนาดใหญ่ คือ V-W test ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าถ้าประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบร่วมกับความโด่งสูงกว่าปกติ และข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบอย่างมาก นอกจากนี้กรณีประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ พบว่า K-W test จะมีประสิทธิ

ภาพสูงกว่า F test [15] สำหรับกรณีประชากรมีการแจกแจงสมมาตรพบว่า F test เป็นสถิติที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุชาติ และกฤษิรา [16] พบว่าสถิติทดสอบ F มีความแกร่งเมื่อความแปรปรวนเท่ากัน ทั้งกรณีตัวอย่างมีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ภายใต้การแจกแจงปกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบสมมาตร ทั้งนี้การกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่ากลางของประชากร เมื่อข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ควรกำหนดขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่ากลุ่มละ 100 หน่วย ซึ่งจะทำให้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติมีประสิทธิภาพนำไปสู่ความตรงภายใน (internal validity) และภายนอก (external validity) ของผลการวิจัย

6. สรุป

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติพาราเมตริกและสถิตินอนพาราเมตริกในการทดสอบค่ากลางระหว่างประชากรหลายกลุ่ม เมื่อข้อมูลเป็นแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

6.1 ประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงลบและมีความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = -1$, $K = 4$) ตัวสถิติทดสอบส่วนใหญ่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เกือบทุกสถานการณ์

6.2 ประชากรมีการแจกแจงสมมาตรและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($S_k = 0$, $K = 2$) เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F-test เมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test, K-W test และ V-W test

6.3 ประชากรมีการแจกแจงเบ้เชิงบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ ($S_k = 1$, $K = 4$) เมื่อตัวอย่างขนาดเล็กและความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test และ K-W test กรณี

ความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ F test เมื่อตัวอย่างขนาดกลาง กรณีความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ K-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test และเมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่และความแปรปรวนเท่ากัน ตัวสถิติทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ F test, K-W test และ V-W test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือ V-W test รองลงมา คือ K-W test

7. References

- [1] Vantamay, N. , 2018, Investigation and recommendations on the promotion of sustainable consumption behavior among young consumers in Thailand, Kasetsart J. Soc. Sci. 39: 51-58.
- [2] Jarunratanakul, P. and Keeratiparadorn, P., 2018, Mediation effect of organizational identification on the relationship between person- organization fit and affective commitment to the political party, Kasetsart J. Soc. Sci. 39: 601-610.
- [3] Tengpongsthorn, W. , 2017, Factors affecting the effectiveness of police performance in Metropolitan Police Bureau, Kasetsart J. Soc. Sci. 38: 39-44.
- [4] Chanjaraspong, T. , 2017. Acceptance factors for the use of video call via smartphone by blind people, Kasetsart J. Soc. Sci. 38: 81-87.
- [5] Promdee, S. , Saratapun, N. and Hirunwong, A., 2017, Factors related to at-risk behavior to obesity of grade 6 students under the Office of Bangkok

- Metropolitan Primary Education, Kasetsart J. Soc. Sci. 38: 435-444.
- [6] Sullivan, GM. , and Artino, AR. , 2013, Analyzing and interpreting data from Likert-type scales, J. Grad. Med. Edu. 5: 541-542.
- [7] Songthong, M. , 2014, Robustness and power of the test of parametric and nonparametric statistics in testing of central difference between two populations for Likert-type data 5 points, Thai Sci. Technol. J. 22: 605-619. (in Thai)
- [8] Murray, J., 2013, Likert data: what to use, parametric or non-parametric?, Int. J. Bus. Soc. Sci. 4: 258-264.
- [9] Glass, G.V. , Peckham, P.D. and Sanders, J.R. , 1972, Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analyses of variance and covariance, Rev. Edu. Res. 42: 237-288.
- [10] Kuzon, W. M. , Urbanchek, M. G. and McCabe, S., 1996, The seven deadly sins of statistical analysis, Ann. Plast. Surg. 37: 265-272.
- [11] Jamieson, S. , 2004, Likert scales: How to (ab)use them, Med. Edu. 38: 1217-1218.
- [12] Blaikie, N.W.H. , 2003, Analyzing Quantitative Data: From Description to Explanation, Sage Publications, London.
- [13] Sangthong, M., 2014, Principles of Statistics, Se-education, Bangkok, 456 p. (in Thai)
- [14] Klubnual, P. , 2018, The efficiency of parametric and non-parametric statistics on location testing with multiple population groups, RMUTSB Acad. J. 6: 84-100. (in Thai)
- [15] Hecke, T.V., 2010. Power Study of ANOVA Versus Kruskal- Wallis Test, Available Source: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09720510.2012.10701623>, June 1, 2018.
- [16] Bowarnkitiwong, S. and Areekul, K., 2017, Robustness of f-test for heterogeneity of population variances, SDU Res. J. 13: 1-16. (in Thai)
- [17] Sheskin, D.J., 2000, Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, 2nd Ed., Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- [18] Chongcharoen, S. , 2005, Nonparametric Statistical Analysis, The Academic Textbook Promotion Project of National Institute of Development Administration, Bangkok, 324 p. (in Thai)
- [19] Ramberg, J.S., Dudewicz, E.J., Tadikamalla, P.R. and Mykytka, E.F., 1979, A probability distribution and its uses in fitting data, Technometrics 21: 201-214.
- [20] Cochran, W.G. , 1954, Some methods for strengthening the common χ^2 tests, Biometrics 10: 417-451.