บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรสองกลุ่ม ซึ่งในที่นี้มีทั้งหมด 4 ประเภท คือ สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น สถิติทดสอบวอลด์ และสถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับ เพื่อหาข้อสรุปว่าสถิติทดสอบประเภทใดมีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรในแต่ละสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ แบบแกมมา และแบบไวบูลล์
2. ขนาดตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน คือ 10 20 30 50 70 และ 100 ตามลำดับ
3. อัตราส่วนความแตกต่างของสัมประสิทธิ์การแปรผัน 11 ระดับ คือ

$CV_1 : CV_2$ = 1 : 1.1 1 : 1.3 1 : 1.5 1 : 1.7 1 : 2.0 1 : 2.3 1 : 2.5 1 : 2.7 1 : 3.0 1 : 3.5 และ 1 : 4.0

4. กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 0.05 และ 0.10

โดยศึกษาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น สถิติทดสอบวอลด์ และสถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับ โดยใช้เกณฑ์ของ Bradley สรุปผลได้ดังนี้

1. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลงสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.8]

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ทุกระดับสัมประสิทธิ์การแปรผันที่ศึกษา ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเล็ก ($n<20$) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

สถิติทดสอบวอลด์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันมีค่าน้อย คือมีค่าอยู่ในช่วง [0.05, 0.2]

สถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.6]

2. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา

สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลงสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.4]

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.4] ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n<20$) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.3, 0.4]

สถิติทดสอบวอลด์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในภรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.2]

สถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.4]

3. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลงสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.35]

สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความ

คลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.35] ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \leq n < 20$) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.3, 0.35]

สถิติทดสอบวอลด์สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.2, 0.3]

สถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.35]

4. ช่วงสัมประสิทธิ์การแปรผันที่สถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ มีแนวโน้มกว้างขึ้น เมื่อระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น

5. ช่วงสัมประสิทธิ์การแปรผันที่สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ มีแนวโน้มกว้างขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา

6. ช่วงสัมประสิทธิ์การแปรผันที่สถิติทดสอบวอลด์และสถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ มีแนวโน้มกว้างขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและแบบแกมมา

5.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผัน

จากการพิจารณาค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 ประเภท เฉพาะกรณีที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ผลสรุปมีดังนี้

1. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ โดยส่วนใหญ่สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \leq n < 20$) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 สถิติทดสอบเบนเนตต์ดัดแปลงมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

2. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา โดยส่วนใหญ่สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \leq n < 20$) สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.3) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 สถิติทดสอบเบนเนตต์ดัดแปลงมีอำนาจการทดสอบสูงสุด

3. เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ โดยส่วนใหญ่สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \leq n < 20$) สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.3) และระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 สถิติทดสอบเบนเนตต์ดัดแปลง

มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

4. ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 ประเภท แปรผันตามขนาดตัวอย่าง อัตราส่วนสัมประสิทธิ์การแปรผัน และระดับนัยสำคัญ

5. ค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 ประเภท จะใกล้เคียงกันมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่าง หรืออัตราส่วนสัมประสิทธิ์การแปรผันมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลือกสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันไปใช้ในแต่ละสถานการณ์นั้น จะต้องเลือกสถิติทดสอบให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องมากที่สุด นั่นคือจะต้องพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบ โดยเลือกสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และให้อำนาจการทดสอบสูงที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากรสองกลุ่ม จึงได้อธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1.1 ขั้นแรกต้องทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวอย่าง เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันแทนสัมประสิทธิ์การแปรผันของประชากร ซึ่งสัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวอย่างคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวอย่าง} = \frac{S}{\bar{X}}$$

เมื่อ

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(X_j - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_j}{n}$$

1.2 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ เราสามารถเลือกสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันให้เหมาะสมได้ดังนี้

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n < 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.8] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง

เมื่อขนาดตัวอย่างปานกลางขึ้นไป ($n \ge 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 2] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 2] ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

1.3 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบแกมมา เราสามารถเลือกสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันให้เหมาะสมได้ดังนี้

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n < 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.3) ควรเลือกใช้สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง

เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n < 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.3, 0.4] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

เมื่อขนาดตัวอย่างปานกลางขึ้นไป ($n \ge 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.4] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.05, 0.5] ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

1.4 ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบไวบูลล์ เราสามารถเลือกสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันให้เหมาะสมได้ดังนี้

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n < 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.3) ควรเลือกใช้สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง

เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ($10 \le n < 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.3, 0.35] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

เมื่อขนาดตัวอย่างปานกลางขึ้นไป ($n \ge 20$) และสัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.25, 0.35] ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 สัมประสิทธิ์การแปรผันอยู่ในช่วง [0.2, 0.4] ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง ควรเลือกใช้สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

1.5 ในกรณีนอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ไม่แนะนำให้ใช้สถิติทดสอบใด เนื่องจากไม่มีสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1.6 คำนวณค่าสถิติทดสอบที่เลือก

1.7 เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากข้อ 1.6 กับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตารางและทำการตัดสินใจตามเกณฑ์ที่ได้เสนอไว้ในบทที่ 2

2. ถ้าผู้ใช้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ทำการศึกษาก็อาจเลือกสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบรองลงมา แต่เป็นสถิติที่สามารถคำนวณได้ง่ายกว่า ซึ่งในบางกรณีก็มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันมากหรือเท่ากันได้ นั่นคือ เมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่ หรืออัตราส่วนสัมประสิทธิ์การแปรผันมาก ยกตัวอย่างเช่น เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่างใหญ่เท่ากับ 100 สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลงและสถิติทดสอบเชิงเส้นกำกับจะมีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น แต่คำนวณได้ง่ายกว่า

3. ควรทำการศึกษาและเปรียบเทียบสถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพดีสำหรับการทดสอบ ในกรณีที่ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้สถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันให้เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงได้สรุปเป็นแผนผัง โดยใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้คือ

α	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญที่กำหนด
n	หมายถึง	ขนาดตัวอย่าง
CV	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การแปรผัน
MBTS	หมายถึง	สถิติทดสอบเบนเนตดัดแปลง
LRTS	หมายถึง	สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.1 แผนผังสรุปการเลือกใช้สถิติทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การแปรผันของสองประชากร