

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ต้องการศึกษเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบค่าเฉลี่ย 4 วิธี คือ สถิติทดสอบที สถิติทดสอบทีของจอห์นสัน สถิติทดสอบทีของลิงเชน และสถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน ของประชากรกลุ่มเดียวที่มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา ณ ระดับความเบ้ต่างกัน เพื่อหาข้อสรุปว่า สถิติทดสอบวิธีใดมีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คือ
  - การแจกแจงแกมมา (Gamma distribution)
  - การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution)
  - การแจกแจงลอการิธึม (Log-normal distribution)
2. ขนาดตัวอย่าง คือ 10 15 20 30 50 และ 70
3. ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.01 0.05 และ 0.10
4. ระดับความเบ้ เท่ากับ 0.25 0.50 1.00 1.50 2.00 และ 2.50

โดยศึกษาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธี ในแต่ละสถานการณ์ ผลสรุปของการวิจัยเป็นดังนี้

## 5.1 ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบค่าเฉลี่ย 4 วิธี คือ สถิติทดสอบที สถิติทดสอบทีของจอห์นสัน สถิติทดสอบทีของลิงเชน และสถิติทดสอบแบบผสมของซัตตัน เมื่อใช้เกณฑ์การทดสอบทวินาม (binomial test) สรุปผลได้ดังนี้

**กรณีที่ 1** ทดสอบสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu < \mu_0$  สำหรับทุกการแจกแจง

### - สถิติทดสอบที

ที่ทุกระดับนัยสำคัญและทุกขนาดตัวอย่าง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ความเบ้ 0.25

### - สถิติทดสอบทีของจอห์นสัน

ที่ทุกระดับนัยสำคัญ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $10 \leq n \leq 15$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ความเบ้ 0.25

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลางและใหญ่ ( $20 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50]

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลางและใหญ่ ( $20 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 1.00] ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50]

### - สถิติทดสอบทีของลิงเชน

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อกลุ่มตัวขนาดปานกลางและใหญ่ ( $15 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50] ยกเว้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $15 \leq n \leq 20$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50] และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $30 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 1.00]

### - สถิติทดสอบแบบผสมของซัตตัน

ที่ทุกระดับนัยสำคัญและทุกขนาดตัวอย่าง ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25, 2.50]

**กรณีที่ 2** ทดสอบสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu > \mu_0$  สำหรับทุกการแจกแจง

- ที่ทุกระดับนัยสำคัญและทุกขนาดตัวอย่าง สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยทั้ง 4 วิธี สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25, 2.50]

**กรณีที่ 3** ทดสอบสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu \neq \mu_0$  สำหรับทุกการแจกแจง

- สถิติทดสอบที

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ที่ทุกขนาดตัวอย่าง สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50]

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $10 \leq n \leq 15$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50] แต่เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลางและใหญ่ ( $20 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 1.00]

- สถิติทดสอบทีของจอห์นสัน

ที่ทุกระดับนัยสำคัญ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $10 \leq n \leq 15$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50] แต่เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลางและใหญ่ ( $20 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 1.00]

- สถิติทดสอบทีของลิงเชน

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $15 < n \leq 20$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ความเบ้ [0.25, 0.50] ยกเว้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ความเบ้ 0.25

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $30 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 0.50]

ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $30 \leq n \leq 70$ ) สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ที่ช่วงความเบ้ [0.25, 1.00]

- สถิติทดสอบแบบผสมของชัตตัน

ที่ทุกระดับนัยสำคัญและทุกขนาดตัวอย่าง ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เลยที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25, 2.50]

ผลการทดสอบสมมติฐานทั้ง 3 กรณี จะเห็นว่า การทดสอบสมมติฐานกรณีที่ 1 และกรณีที่ 3 สำหรับทุกการแจกแจงที่ศึกษา สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยทั้ง 4 วิธี ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อประชากรมีความเบ้อยู่ในช่วง(1.00,2.50) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยทั้ง 4 วิธี เฉพาะกรณีทดสอบสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu > \mu_0$  ซึ่งจะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัยในขั้นต่อไป

## 5.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบค่าเฉลี่ย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01(1%)

### 0.05(5%) และ 0.10(10%) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา

1. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สำหรับทุกการแจกแจงและทุกค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ ) สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน มีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25,2.50] ทุกขนาดตัวอย่าง

2. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สำหรับทุกการแจกแจงและทุกค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ )

เมื่อกุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและปานกลาง ( $10 \leq n \leq 30$ ) สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตันจะมีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ช่วงความเบ้ [0.25,0.50] และสถิติทดสอบทีของลิงเชน จะมีอำนาจการทดสอบสูงสุด ที่ช่วงความเบ้(0.50,2.50)

เมื่อกุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $50 \leq n \leq 70$ ) สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน มีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25,2.50]

3. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 สำหรับทุกการแจกแจงและทุกค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ )

เมื่อกุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและปานกลาง ( $10 \leq n \leq 30$ ) สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตันจะมีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ช่วงความเบ้ [0.25,0.50] และสถิติทดสอบทีของลิงเชน จะมีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ช่วงความเบ้ (0.50,2.50)

เมื่อกุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ( $50 \leq n \leq 70$ ) สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน มีอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับความเบ้ที่ศึกษา [0.25,2.50]

สำหรับผลการศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 จะให้ค่าอำนาจการทดสอบไม่เท่ากัน แต่ผลสรุปที่ได้เหมือนกัน

4. การเพิ่มระดับนัยสำคัญ ขนาดตัวอย่างและค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ ) มีผลทำให้อำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบที สถิติทดสอบทีของจอห์นสัน สถิติทดสอบทีของลิงเชนและสถิติทดสอบแบบผสมของซัดตันเพิ่มขึ้น

5. ทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ ) เท่ากับ 0.5 สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยทุกวิธีจะมีอำนาจการทดสอบลดลงเมื่อความเบ้ของประชากรเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ ) เท่ากับ 1.5 และ 2.5 สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยทุกวิธี จะมีอำนาจการทดสอบเพิ่มขึ้น เมื่อความเบ้ของประชากรเพิ่มขึ้น ยกเว้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 เมื่อค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจริงกับค่าเฉลี่ยในสมมติฐานว่าง ( $k$ ) เท่ากับ 1.5 ศิวสถิติทดสอบที่ จะมีอำนาจการทดสอบลดลงเมื่อความเบ้ของประชากรมากขึ้น

### 5.3 ข้อแนะนำ

สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย(ทางด้านมากกว่า) เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา ในการเลือกสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆขึ้นอยู่กับ ระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบ ระดับความเบ้ของประชากร และขนาดตัวอย่าง ดังนั้นควรเลือกตัวสถิติทดสอบให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องมากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่ว่ามีความเบ้เท่ากับเท่าใด ซึ่งสามารถประมาณได้โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์ความเบ้ของข้อมูลตัวอย่าง ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1

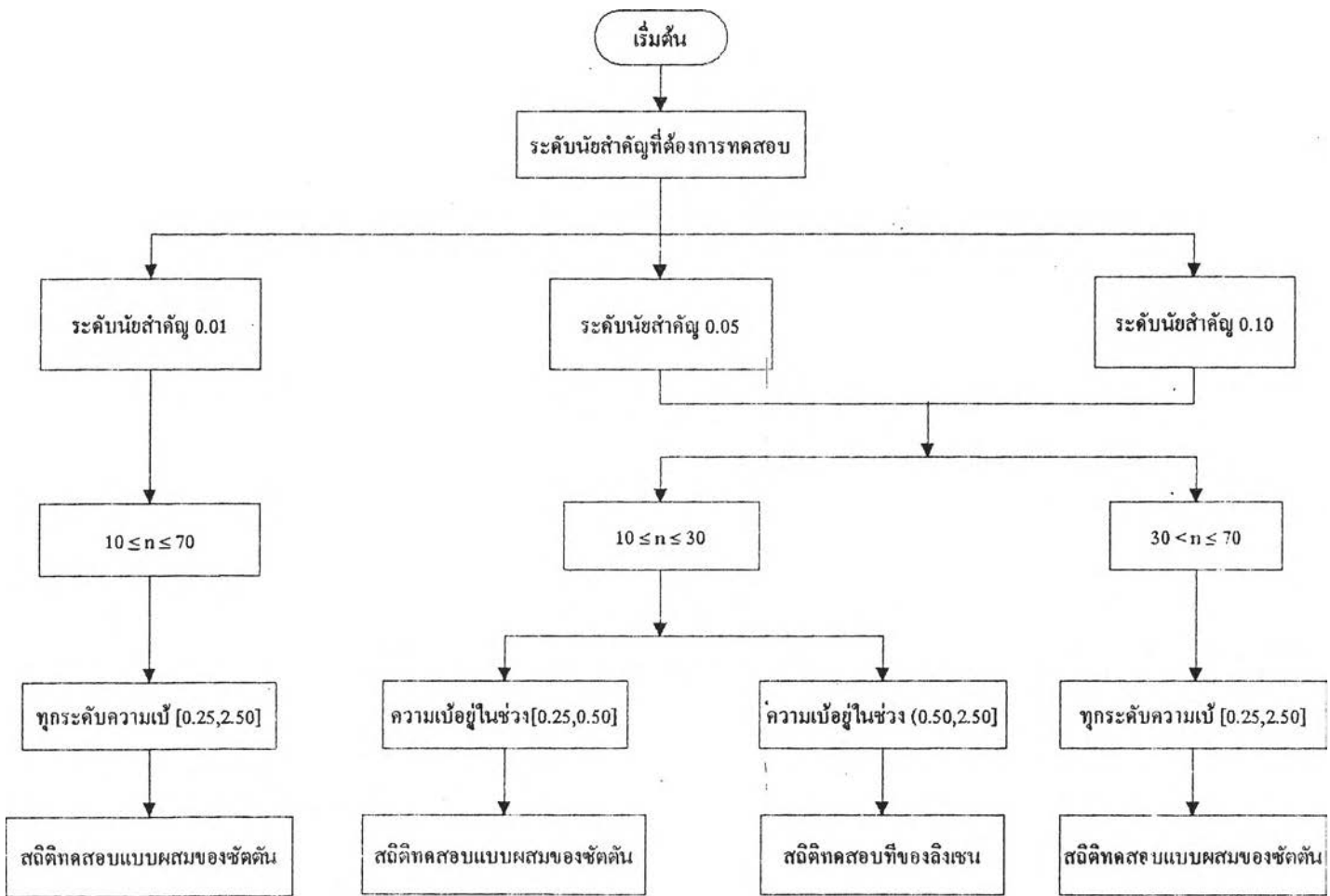
2. เลือกสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล ดังนี้

2.1 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 สำหรับทุกขนาดตัวอย่าง ควรเลือกใช้สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน ที่ทุกระดับความเบ้  $[0.25, 2.50]$

2.2 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ 0.10 สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและปานกลาง ( $10 \leq n \leq 30$ ) ควรเลือกใช้สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน เมื่อระดับความเบ้อยู่ในช่วง  $[0.25, 0.50]$  และใช้สถิติทดสอบทีของลิงเชน เมื่อระดับความเบ้อยู่ในช่วง  $(0.50, 2.50]$

สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ( $30 < n \leq 70$ ) ควรเลือกใช้สถิติทดสอบแบบผสมของซัดตัน ที่ทุกระดับความเบ้  $[0.25, 2.50]$

เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการเลือกใช้สถิติทดสอบค่าเฉลี่ย ให้เหมาะสมกับข้อมูล สามารถสรุปเป็นแผนผังได้ดังนี้



แผนผังแสดงการเลือกใช้สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล