

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษา เปรียบเทียบสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่คือ การทดสอบโกลด์เฟลด์และควอนท์ (Goldfeld-Quandt test) การทดสอบสโรเตอร์ (Sroeter test) การทดสอบบรูส์และพาแกน (Breusch - Pagan test) และการทดสอบ BAMSET (Bartlett's M Specification Error test) โดยศึกษาอำนาจของการทดสอบ และความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบทั้ง 4 วิธีดังกล่าว เมื่อสามารถจัดลำดับและไม่สามารถจัดลำดับค่าสังเกตตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน ณ ความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ระดับต่าง ๆ โดยสนใจศึกษาเมื่อความแปรปรวนมีรูปแบบของการคูณ และรูปแบบของการบวกขนาดตัวอย่างเป็น 20 และ 50 ที่ระดับนัยสำคัญมีค่า 0.05 และ 0.01

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/3010 ใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN) เพื่อสร้างข้อมูลให้มีลักษณะตามแผนการการทดลองที่กำหนด และกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองทั้งหมด 3000 ครั้งในแต่ละสถานะการณ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลสรุปจากการวิจัยครั้งนี้จำแนกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

5.1.1 ผลสรุปของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบโกลด์เฟลด์และควอนท์ การทดสอบสโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาแกน และการทดสอบ BAMSET ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า  $\alpha$  ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ Bradley และ Cochran จำแนกผลสรุปได้ดังนี้

5.1.1.1 กรณีที่ค่าสังเกตเรียงลำดับ ตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน  
สรุปผลได้ดังนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$  การทดสอบโกลฟิลด์และ  
 ความถี่ การทดสอบสโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาแกน และการทดสอบ BAMSET  
 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่าง 20 การทดสอบ  
 สโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาแกน และการทดสอบ BAMSET ไม่สามารถควบคุมความ  
 คลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran

ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.01$  การทดสอบโกลฟิลด์และความถี่  
 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี ไม่ว่าจะใช้เกณฑ์ของ Bradley หรือ  
 Cochran

การทดสอบสโรเตอร์ และการทดสอบบรูส์และพาแกน  
 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่าง 20 จะไม่  
 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran ส่วนการ  
 ทดสอบ BAMSET สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ไม่ว่าจะขนาดตัวอย่างจะ  
 เป็น 20 หรือ 50 เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley แต่จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อน  
 ประเภทที่ 1 ได้เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran

ลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ของการทดสอบทั้ง 3 วิธีนั้นความน่าจะเป็น  
 เป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองมีค่าน้อยกว่า  $\alpha$  ที่กำหนดทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม จากข้อกำหนดของการวิจัยนี้ว่า ถ้าการ  
 ทดสอบใด มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในขอบเขตที่ระบุเกณฑ์ใด  
 เกณฑ์หนึ่ง จะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เท่า  
 กับค่า  $\alpha$  ที่กำหนด และสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นสรุป  
 ได้ว่า การทดสอบทั้ง 4 วิธีดังกล่าวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

5.1.1.2 กรณีที่กำลังเกิดไม่ได้เรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน สรุปผลได้ดังนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$  การทดสอบโกลด์และควอนท์ การทดสอบสโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาทแกน และการทดสอบ BAMSET สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีไม่ว่าจะใช้เกณฑ์ของ Bradley หรือ Cochran ยกเว้นกรณีที่ยกตัวอย่างเป็น 20 การทดสอบสโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาทแกน และการทดสอบ BAMSET ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran

ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.01$  การทดสอบโกลด์และควอนท์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีไม่ว่าจะใช้เกณฑ์ของ Bradley หรือ Cochran การทดสอบบรูส์และพาทแกน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ยกเว้น กรณีขนาดตัวอย่าง 20 จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran ส่วนการทดสอบสโรเตอร์และการทดสอบ BAMSET สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Bradley แต่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อใช้เกณฑ์ของ Cochran ทุกขนาดตัวอย่าง

ลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ของการทดสอบทั้ง 3 วิธี ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองมีค่าน้อยกว่า  $\alpha$  ที่กำหนดทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม จากข้อกำหนดของการวิจัยนี้ว่า ถ้าการทดสอบใด มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในขอบเขตที่ระบุเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง จะถือว่าการทดสอบนั้นมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เท่ากับค่า  $\alpha$  ที่กำหนด และสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การทดสอบทั้ง 4 วิธีดังกล่าวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

## 5.12 ผลสรุปอำนาจของการทดสอบ

จากการทดลอง เพื่อหาค่าอำนาจของการทดสอบโกลฟิลด์และควอนท์ การทดสอบสโรเตอร์ การทดสอบบรูส์และพาแกม และการทดสอบ BAMSET เมื่อสามารถจัดลำดับและไม่สามารถจัดลำดับค่าสังเกตตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวนจำแนกรูปได้ดังนี้

### 5.1.2.1 กรณีที่ค่าสังเกตเรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน

#### 5.1.2.1.1 การทดสอบสโรเตอร์มีอำนาจของการทดสอบ

สูงที่สุด ไม่ว่าจะกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่  $\alpha = 0.01$  หรือ  $\alpha = 0.05$  เกือบทุกระดับความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่และขนาดตัวอย่างที่กำหนด ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 20 และความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ๆ (C.V. = (0.0491, 0.2322)) หรือสูงมาก ๆ (C.V. = (1.4389, 1.9587)) การทดสอบโกลฟิลด์และควอนท์ จะมีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบสโรเตอร์

5.1.2.1.2 ไม่ว่าความแปรปรวนจะมีรูปแบบของการคูณหรือรูปแบบของการบวก เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง, C.V. ของความแปรปรวนและระดับนัยสำคัญของการทดสอบ ค่าใดค่าหนึ่งหรือพร้อม ๆ กัน จะทำให้อำนาจของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 วิธีมีค่าเพิ่มขึ้น และที่ระดับนัยสำคัญเดียวกัน อำนาจของการทดสอบทั้ง 4 วิธี จะมีค่าเท่ากัน เมื่อขนาดตัวอย่าง และ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน

5.1.2.1.3 เมื่อปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่มีความรุนแรงอยู่ในระดับสูง (C.V. = (1.1960, 1.7265)) และตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (ขนาด 50) อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 วิธีจะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าเป็น 1 เมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าเป็น 1.8251 สำหรับ  $\alpha = 0.05$  และ 2.2171 สำหรับ  $\alpha = 0.01$

5.1.2.1.4 การทดสอบบรูส์และพาแกมและการทดสอบ BAMSET มีอำนาจการทดสอบต่ำกว่าการทดสอบโกลฟิลด์และควอนท์ และการทดสอบสโรเตอร์ โดยที่การทดสอบ BAMSET มีอำนาจการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับการทดสอบอื่น ๆ ทุกระดับความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ ขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญที่กำหนด

### 5.1.2.2 กรณีค่าสังเกตไม่ได้เรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน

#### 5.1.2.2.1 การทดสอบบรูส์และพาแกนมียอำนาจการทดสอบ

สิ่งที่รู้ ส่วนการทดสอบโกลฟีลด์และควอนท์ การทดสอบสโรเตอร์ และการทดสอบ BAMSET มียอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน และเป็นอำนาจการทดสอบที่มีค่าต่ำทั้ง 3 การทดสอบ เมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าน้อยกว่า 0.66 สำหรับ  $\alpha = 0.05$  และเมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าน้อยกว่า 1.00 สำหรับ  $\alpha = 0.01$  แต่เมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่ามากกว่าค่าดังกล่าวแล้ว การทดสอบ BAMSET จะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าการทดสอบโกลฟีลด์และควอนท์ และการทดสอบสโรเตอร์ ตามลำดับทุกระดับนัยสำคัญ และขนาดตัวอย่างที่กำหนด

5.1.2.2.2 ไม่ว่าความแปรปรวนจะมีรูปแบบของการคูณหรือรูปแบบของการบวก เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง C.V. ของความแปรปรวน และระดับนัยสำคัญของการทดสอบค่าใดค่าหนึ่งหรือพร้อม ๆ กัน จะทำให้อำนาจของการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 4 วิธี มีค่าเพิ่มขึ้นและที่ระดับนัยสำคัญเดียวกัน อำนาจของการทดสอบทั้ง 4 วิธี มีค่าเท่ากัน เมื่อขนาดตัวอย่าง และ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน

5.1.2.2.3 เมื่อปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ มีความรุนแรงอยู่ในระดับสูง และตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (ขนาด 50) อัตราการเพิ่มขึ้นของอำนาจของการทดสอบ BAMSET จะมีอัตราการเพิ่มที่ค่อนข้างสูงและจะแตกต่างจากค่าอำนาจของการทดสอบโกลฟีลด์และควอนท์ และการทดสอบสโรเตอร์ในทางมากกว่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่ามากขึ้น

5.1.2.2.4 การทดสอบโกลฟีลด์และควอนท์ การทดสอบสโรเตอร์และการทดสอบ BAMSET มียอำนาจการทดสอบต่ำกว่ากรณีค่าสังเกตเรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน ทุกกรณีที่ทำการศึกษาทดลอง

## 5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการวิจัยครั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงความแกร่งของการทดลอง เป็นที่น่าสังเกตว่า การทดลองสโรเตอร์ การทดลองบรูส์และพาแกน และการทดลอง BAMSET จะมีการตีที่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 รวมอยู่ด้วย เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก แต่จะไม่เกิดกรณีดังกล่าวขึ้นเลย หรือสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การทดลองทั้ง 3 วิธีดังกล่าว มีความแกร่งน้อยเมื่อตัวอย่างขนาดเล็ก และจะมีความเชื่อถือได้หรือแกร่งมาก เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ นั้นย่อมแสดงว่าความแกร่งของการทดลองสโรเตอร์ การทดลองบรูส์และพาแกน และการทดลอง BAMSET มีผลกระทบจากขนาดตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาถึงอำนาจของการทดลอง ปรากฏว่า ขนาดตัวอย่างมีผลต่ออำนาจของการทดลอง กล่าวคือ อำนาจของการทดลองจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่อสามารถจัดลำดับค่าสังเกตตาม การเพิ่มขึ้นของความแปรปรวนได้ และความแปรปรวน มีรูปแบบเป็น  $\sigma_c^2 = k^2 (1 + \lambda x_c)^2$ ,  $k$  เป็นค่าคงที่ใด ๆ การทดลองสโรเตอร์จะมีอำนาจการทดลองสูงที่สุด ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali และ Giaccotto (1984:355-373) และ Evan และ King (1985:163-178) ดังกล่าวมาแล้ว

อย่างไรก็ตามทั้ง Ali และ Giaccotto และ Evan และ King ก็ได้ทำการศึกษอำนาจของการทดลองในกรณีที่ค่าสังเกตสามารถจัดลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวนเท่านั้น แต่ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษากรณีที่ค่าสังเกตไม่ได้จัดลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวนด้วย ซึ่งผลการวิจัยได้ผลสรุปว่า

การจัดลำดับค่าสังเกตตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน มีผลต่ออำนาจของการทดลองโกลฟีลด์และควอนท์ การทดลองสโรเตอร์ และการทดลอง BAMSET กล่าวคือ การทดลองจะมีอำนาจการทดลองลดต่ำลง เมื่อค่าสังเกตไม่ได้เรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน แต่จะไม่มีผลต่อการทดลองบรูส์และพาแกน

กรณีที่ค่าสังเกตเรียงลำดับตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน การทดลองสโรเตอร์จะมีอำนาจการทดลองสูงที่สุด ยกเว้นกรณีตัวอย่างขนาดเล็กและปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ มีความรุนแรงอยู่ในระดับต่ำมาก ๆ (C.V. = (0.0491, 0.2322)) หรือสูงมาก ๆ (C.V. = (1.4389, 1.9587)) การทดลองโกลฟีลด์และควอนท์

จะมีอำนาจการทดสอบสูงกว่าการทดสอบสโรเตอร์ และเมื่อค่าสังเกต ไม่ได้เรียงลำดับตาม การเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน การทดสอบบรูส์และพาแกนจะมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด และการทดสอบที่ยังพอใช้ได้คือการทดสอบ BAMSET เนื่องจากมีอำนาจของการทดสอบสูงพอสมควร นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าอำนาจของการทดสอบทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา จะมีค่าเพิ่มขึ้นทุกขนาด ตัวอย่างและระดับนัยสำคัญที่กำหนด เมื่อ C.V. ของความแปรปรวนมีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่า ความแตกต่างของค่าความแปรปรวนมีอิทธิพลต่อค่าอำนาจของการทดสอบ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเสนอแนะเป็น 2 ด้านคือ

5.3.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สถิติทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ดังนี้

1. กรณีที่สามารถจัดลำดับค่าสังเกต ตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน ได้ ควรเลือกใช้การทดสอบสโรเตอร์ เพราะเป็นการทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กมาก และผู้ทดสอบต้องการผลอย่างรวดเร็วแล้ว น่าจะเลือกใช้ การทดสอบโกลด์ฟิลด์และควอนท์เพราะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดี และมีวิธีการคำนวณที่ง่ายกว่าการทดสอบสโรเตอร์ อีกทั้งมีอำนาจของการทดสอบสูงใกล้เคียงกับการทดสอบสโรเตอร์มาก

2. กรณีไม่ทราบรูปแบบของการแปรปรวนหรือไม่สามารถจัดลำดับค่าสังเกตตามการเพิ่มขึ้นของความแปรปรวน ควรเลือกใช้การทดสอบบรูส์และพาแกน เพราะเป็นการทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด และการทดสอบที่ยังพอจะนำมาใช้ได้เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอ ( $T > 50$ ) และ C.V. ของความแปรปรวนมีค่ามาก ๆ ( $C.V. > 1.4389$ ) คือการทดสอบ BAMSET

3. ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้กับสมการถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression) ได้เนื่องจากจากการทดสอบที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่ได้ขึ้นกับตัวแปรอิสระ ทำให้ไม่มีผลต่อลำดับที่ของการมีอำนาจของการทดสอบสูงที่สุดแต่อย่างใด

## 5.3.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1. การทดลองครั้งนี้ กำหนดค่าพารามิเตอร์  $x$  ในความแปรปรวนรูปแบบของการคูณ ที่มีค่าเป็นบวกทั้งหมด ดังนั้นจึงน่าจะมีการเปรียบเทียบกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์  $x$  มีค่าเป็นลบด้วย
2. ควรมีการศึกษาวิจัยหาค่าเองเดียวกันนี้ ในกรณีที่มีความแปรปรวนมีรูปแบบอื่น ๆ อีก



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย