การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา

นายกรกฎ วัฒนวีร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DETERMINATION OF NUMBER OF SAMPLE GROUPS FOR PROBIT REGRESSION ANALYSIS WITH GAUSSIAN COPULA

Mr. Korrakod Vadhanavira

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา
โดย	นายกรกฎ วัฒนวีร์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร. อรุณีกำลัง)

กรกฎ วัฒนวีร์ : การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา. (DETERMINATION OF NUMBER OF SAMPLE GROUPS FOR PROBIT REGRESSION ANALYSIS WITH GAUSSIAN COPULA) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์, 160 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อควบคุมให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือภายใต้ขอบเขตที่กำหนด โดยนำหลักการของการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทาง ในการควบคุมความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณ การตรวจสอบความถูกต้องใน การประยุกต์หลักการดังกล่าว ใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลจำลอง กับระดับความแม่นยำและความน่าเชื่อถือในการประมาณที่ได้จากหลักการของการกำหนดขนาดตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ความคลาดเคลื่อนใน การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จะมีแนวโน้มเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมากขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอสำหรับการใช้วิธีดังกล่าวในกรณีเฉพาะบางกรณี

ภาควิชา……สถิติ……..…. ลายมือชื่อนิสิต……..……..……

สาขาวิชา……..สถิติ…… ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา……. 2554……..….

5281757326 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS : PROBIT REGRESSION / GAUSSIAN COPULA / PRECISION / RELIABILITY

KORRAKOD VADHANAVIRA : DETERMINATION OF NUMBER OF SAMPLE GROUPS FOR PROBIT REGRESSION ANALYSIS WITH GAUSSIAN COPULA.

ADVISOR : ASST.PROF.SEKSAN KIATSUPAIBUL,Ph.D, 160 pp.

The purpose of this research is to determine the number of sample groups for probit regression analysis with Gaussian copula, in order to control the precision and the reliability of the estimated parameter, by employing the sample size determination methodology in the sampling theory. The procedure is validated by comparing the error of the parameter estimation from simulated data to the level of precision and reliability suggested by the sample size determination methodology. We found that the estimation errors of β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ and ρ tend to follow the precision and reliability under the sample survey theory when group sample size, the sample size in each group, is higher. We also provide adequate group sample sizes that insure the validity of the method in some specific cases.

Department : Statistics Student's Signature .....

Field of Study : Statistics Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา ดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดจนช่วยตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพ และซาบซึ้งเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา ประธานกรรมการ และอาจารย์ ดร. อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี กรรมการ ที่ให้ความช่วยเหลือรวมถึงการให้คำแนะนำในการทำการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ดร.อรุณี กำลัง ที่ท่านเสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ช่วยตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้กำเนิด และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ขอกราบขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในการเรียนจนจบการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 5

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย..... 7

1.8 เกณฑ์การตัดสินใจ..... 8

2 ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้อง..... 10

2.1 ตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา..... 10

2.2 ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า..... 13

2.3 การกำหนดขนาดตัวอย่าง..... 13

2.4 การทดสอบแบบทวินาม..... 17

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 19

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย..... 19

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 22

3.3 แนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอย
โพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาโดยใช้หลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง..... 29

บทที่		หน้า
	3.4 การจำลองข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	42
	3.5 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, …, m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*)	45
	3.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma^2_{\beta_g}$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ)	45
	3.7 การคำนวณค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (ค่าความเอนเอียง และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง)	45
	3.8 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ	46
	3.9 การคำนวณสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ	53
	3.10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณพารามิเตอร์ และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง	55
	3.11 การพิจารณาค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสม	55
	3.12 การวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย	56
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
	4.1 ผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1	59
	4.2 ผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2	100
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	130
	5.1 สรุปผลการวิจัย	130
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย	135
	5.3 ข้อเสนอแนะ	136
รายการอ้างอิง		138
ภาคผนวก		139
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		160

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอเมื่อ ρ มีค่าเป็น 0.1 0.5 และ 0.9 และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ β_0^* ให้มีขนาดความผิดพลาดไม่เกิน e และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99..... 31

3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอซึ่งคำนวณได้จากการแจกแจงแบบไคกำลังสอง และการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99..... 33

3.3 ค่า $\sigma_{\beta_g}^2$ และ $\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ..... 37

3.4 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอซึ่งคำนวณได้จากการแจกแจงแบบไคกำลังสอง และการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อ ρ มีค่าเป็น 0.1, 0.5 และ 0.9 และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ ρ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99..... 42

3.5 ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ β_0^* ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย.... 47

3.6 ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย..... 49

3.7 ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ และค่า $r_{1,\tau}^*$ และ $r_{2,\tau}^*$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย..... 52

4.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบสำหรับกรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 2..... 58

ตารางที่ หน้า

4.2 การสรุปผลการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 เมื่อจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ (สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้) มีค่าต่างๆ จากค่าประมาณที่ได้จากการทดลองซ้ำจำนวน 5,000 รอบ..... 65

4.3 ค่า δ_τ ในการประมาณ β_0^* และค่า $\hat{\beta}^*_{0\,l,\tau}$ และ $\hat{\beta}^*_{0\,u,\tau}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย..... 67

4.4 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา..... 70

4.5 ค่า δ_τ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ และค่า $\hat{\sigma}^2_{\beta_g\,l,\tau}$ และ $\hat{\sigma}^2_{\beta_g\,u,\tau}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย..... 79

4.6 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา..... 80

4.7 ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ และค่า $\hat{\rho}_{l,\tau}$ และ $\hat{\rho}_{u,\tau}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย..... 89

4.8 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา..... 90

4.9 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 98

4.10 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.95 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 99

4.11 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.99 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05..... 99

ตารางที่ หน้า

4.12 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 101

4.13 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 103

4.14 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 24 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 105

4.15 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 48 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 107

4.16 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 1 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 109

4.17 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 2 และ ρ เท่ากับ 0.5..... 112

4.18 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินาม ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.1..... 116

ตารางที่ หน้า

4.19 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.3..... 121

4.20 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.7..... 123

4.21 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.9..... 125

4.22 แสดงค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอของกรณีศึกษาทั้ง 10 กรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 2..... 129

5.1 แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ย..... 131

5.2 แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99..... 132

A แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* 144

B แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\sigma_{\beta_g}^2$ 149

ตารางที่ หน้า

C แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ρ 154

D แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1^* 159

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ค่า $-r_1^*$ และ r_2^* เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ สำหรับค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ r เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.5	38
3.2	แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ β_0^*	47
3.3	ค่า δ_τ ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย	48
3.4	แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$	48
3.5	ค่า δ_τ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย	50
3.6	แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ ρ	51
3.7	ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย	53
4.1	แสดงช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยในการทำซ้ำแต่ละรอบของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา	60
4.2	แสดงการสรุปผลการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 จากค่าประมาณที่ได้จากการทดลองซ้ำจำนวน 5,000 รอบ	64
4.3	ฟังก์ชันกำลังของการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 โดยการทดสอบแบบทวินามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	66
4.4	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน	73

ภาพที่		หน้า
4.5	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน.....	75
4.6	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน.....	77
4.7	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน.....	83
4.8	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน.....	85
4.9	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน.....	87
4.10	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน.....	93
4.11	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน.....	95

ภาพที่		หน้า
4.12	ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน.....	97
5.1	ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษา.....	133
5.2	ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 กรณีศึกษา.....	133
5.3	ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 กรณีศึกษา.....	134
A1	ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	140
A2	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	142
B1	ค่าความเอนเอียงในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	145
B2	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	147
C1	ค่าความเอนเอียงในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	150
C2	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	152
D1	ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	155
D2	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา.....	157

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแต่ละวันทุกคนจะต้องมีการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ อยู่เสมอ การตัดสินใจในเรื่องใดๆ ผู้ตัดสินใจที่ดีจะตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด กล่าวคือ เป็นทางเลือกที่สามารถนำไปสู่เป้าหมายที่ผู้ตัดสินใจต้องการได้ดีกว่าทางเลือกอื่นๆ ที่สามารถเป็นไปได้ภายใต้ข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่ผู้ตัดสินใจประสบอยู่ ซึ่งการพิจารณาความเหมาะสมของทางเลือกต่างๆ ให้มีความถูกต้องได้นั้น ผู้ตัดสินใจจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมที่จะนำมาซึ่งข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่นั้นได้อย่างถูกต้อง การเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่จะใช้เพื่อหาข้อสรุปจากข้อมูลจะต้องพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ และลักษณะของข้อมูล ตัวอย่างเช่น ในการพิจารณาอนุมัติสินเชื่อ ธนาคารจะตัดสินใจได้โดยพิจารณาจากโอกาสที่ลูกค้ารายนั้นจะผิดนัดชำระหนี้ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการผิดนัดชำระหนี้ เช่น รายได้ อาชีพ จำนวนสมาชิกในครอบครัว ฯลฯ ของลูกค้ามาพยากรณ์โอกาสที่ลูกค้ารายนั้นจะผิดนัดชำระหนี้ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่นิยมใช้วิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะนี้ คือ การวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิท (Probit Regression Analysis) โดยนำข้อมูลลูกหนี้ของธนาคารในอดีตมาสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์โอกาสที่ลูกค้ารายใหม่จะผิดนัดชำระหนี้ในอนาคต

การวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทเป็นวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ มีลักษณะเป็นตัวแบบเชิงเส้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยมีข้อสมมติว่าการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจของแต่ละหน่วยข้อมูลเป็นอิสระกัน กล่าวคือ ค่าของตัวแปรตามของค่าสังเกตแต่ละค่าไม่ได้ให้ข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าของตัวแปรตามของค่าสังเกตอื่น

การวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทเป็นวิธีที่นิยมใช้ เพราะเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว ข้อสมมติที่กำหนดว่าการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจของหน่วยข้อมูลเป็นอิสระกันอาจไม่เป็นจริง กล่าวคือ ค่าของตัวแปรตามของค่าสังเกตแต่ละค่าอาจมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น การผิดนัดชำระหนี้ของลูกหนี้แต่ละคนย่อมได้รับผลกระทบจากสภาวะทางเศรษฐกิจร่วมกัน ในช่วงที่มีสภาวการณ์ทางเศรษฐกิจไม่ดี การเกิดการผิดนัดชำระหนี้ก็จะมีมากขึ้นกว่าในช่วงที่มีสภาวการณ์ทางเศรษฐกิจที่ดี การเกิดการผิดนัดชำระหนี้ของลูกหนี้ในช่วงเวลาเดียวกันลักษณะนี้จึงถือได้ว่าเป็นการเกิดเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน หากใช้การวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทก็จะได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาดได้ จากปัญหา

ดังกล่าว ได้นำไปสู่งานวิจัยของสุกัญญา บุญมา (2551) ได้ศึกษาตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ซึ่งเป็นตัวแบบที่พัฒนาขึ้นจากตัวแบบความถดถอยโพรบิททั่วไป โดยใช้ตัวแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาซึ่งแนะนำโดย Li, D. (2000) และ Vasicek, O. A. (2002) มาประยุกต์เข้ากับตัวแบบความถดถอยโพรบิท เพื่อให้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจสำหรับแต่ละหน่วยข้อมูลเกิดขึ้นอย่างไม่เป็นอิสระซึ่งกันและกันได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยเกิดแนวคิดว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาสำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูลที่คำนวณได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแบบโพรบิทจากข้อมูล หรือเรียกได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$) สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นเสมือนกับเป็นค่าสังเกตตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงน่าจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ย และ $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ซึ่งคำนวณได้จากค่าความแปรปรวนตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล โดยการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างได้ในลักษณะเดียวกันกับการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อให้การประมาณค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนประชากรมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง งานวิจัยชิ้นนี้ จึงต้องการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันว่ามีความสอดคล้องกับระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างหรือไม่ ในแต่ละกรณีให้ผลลัพธ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง เพื่อหาข้อสรุป และข้อจำกัดต่างๆ ในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ต้องการ หรือใช้เป็นแนวทางในการคาดประมาณระดับความแม่นยำและระดับความน่าเชื่อถือของค่าประมาณ และการหาช่วงความเชื่อมั่นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อตรวจสอบแนวคิดในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการ

1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาไม่เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง และแนวทางที่จะสามารถใช้แก้ไขปัญหาได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วยการศึกษาใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ กับระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ มีค่าแตกต่างกัน และการศึกษาขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง การศึกษาทั้ง 2 ลักษณะจะดำเนินการภายใต้ขอบเขตดังต่อไปนี้

1.3.1 ศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากการจำลอง (Simulation) ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า และมีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร

1.3.2 กำหนดให้มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากันทุกกลุ่มในทุกกรณีศึกษา

1.3.3 กำหนดให้ตัวแปรอิสระ $X_{g,i}$; g = 1, 2, …, m, i = 1, 2, …, n มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ n คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

1.3.4 กำหนดให้ตัวแปรเกาซ์เซียนคอพพูลา (ตัวแปรที่ไม่ครบถ้วน) สำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูล Z_g; g = 1, 2, …, m มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

1.3.5 กำหนดค่าพารามิเตอร์ β_1 เท่ากับ -5

1.3.6 ในการศึกษาในลักษณะที่ 1 ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ กับระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง จะศึกษาในกรณีต่างๆ ดังนี้

1.3.6.1 กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48

1.3.6.2 กำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100

1.3.6.3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 1 และ 2

1.3.6.4 กำหนดค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9

1.3.7 ในการศึกษาในลักษณะที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง จะดำเนินการภายใต้ขอบเขตดังต่อไปนี้

1.3.7.1 กำหนดให้กรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม และมีค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ เท่ากับ 0 และ 0.5 ตามลำดับเป็นกรณีศึกษาหลัก

1.3.7.2 ศึกษาในกรณีอื่น ซึ่งแตกต่างไปจากกรณีศึกษาหลักในด้านใดด้านหนึ่ง โดยที่คุณลักษณะในด้านอื่นๆ ไม่แตกต่างไปจากกรณีศึกษาหลัก ดังนี้

(ก) ศึกษาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 ระดับ คือ 6 24 และ 48

(ข) ศึกษาในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 ระดับ คือ 1 และ 2

(ค) ศึกษาในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.7 และ 0.9

1.3.7.3 ในทุกกรณีศึกษา จะเริ่มต้นศึกษาโดยกำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 50 หน่วย และปรับค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นครั้งละ 50 หน่วย จนกระทั่งได้ค่าขนาดตัวอย่างที่สามารถยอมรับได้ว่าเป็นขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอ

1.3.8 กำหนดการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์จำนวน 5,000 รอบ

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 การจำลองข้อมูลในแต่ละรอบ จะมีการตรวจสอบให้มีข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 0 และข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 อย่างน้อยหนึ่งค่าในทุกๆ กลุ่ม เนื่องจากจะมีปัญหาในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ หากมีข้อมูลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งกลุ่มมีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 0 หรือเท่ากับ 1 เหมือนกันหมดทั้งกลุ่ม ซึ่งหากพบว่าข้อมูลที่จำลองได้มีค่าของตัวแปรตามเหมือนกันหมดทั้งกลุ่มอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม จะตัดข้อมูลชุดนั้นออกจากการพิจารณา และจำลองข้อมูลในรอบนั้นใหม่ทั้งหมด

1.4.2 ความแม่นยำในรูปความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่เป็นเลขทศนิยมไม่เกิน 4 ตำแหน่ง

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 *ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม (β_g)* คือ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา มีลักษณะเป็นผลกระทบที่เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Effect) ในตัวแบบเชิงเส้นแบบผสม (Linear Mixed Model) ซึ่งแนะนำโดย McCulloch, C. E. และ Searle, S. R. (2001)

1.5.2 *ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$)* คือ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาที่คำนวณได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแบบโพรบิทที่ไม่มีค่าคงที่จากข้อมูลด้วยวิธีการประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

1.5.3 *ความแม่นยำ (Precision)* คือ อสมการที่กำหนดขอบเขตความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งอาจกำหนดในรูปขนาดความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error)

1.5.4 *ความน่าเชื่อถือ (Reliability)* คือ ค่าความน่าจะเป็นที่ตัวประมาณจะมีค่าอยู่ในขอบเขตความแม่นยำที่กำหนด

1.5.5 *ความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ* คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดซึ่งทำให้ความน่าจะเป็น (ภายใต้สมมติฐานตัวประมาณมีการแจกแจงเป็นไปตามทฤษฎี) ที่ตัวประมาณจะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินกว่าค่านั้น มีค่าไม่น้อยกว่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด

1.5.6 *ช่วงของค่าประมาณที่กำหนด หรือช่วงที่กำหนด* คือ ช่วงของค่าประมาณที่มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด

1.5.7 *ขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนด* คือ ขอบเขตความคลาดเคลื่อนซึ่งกำหนดความแม่นยำในการประมาณให้มีความผิดพลาดได้ไม่เกินความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ และความน่าเชื่อถือในการประมาณเท่ากับระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด

1.5.8 *ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตาม (มีความสอดคล้องกับ) หลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง หรือขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนด* คือ ค่าประมาณที่มีค่าอยู่ในช่วงของค่าประมาณที่กำหนดมีสัดส่วนใกล้เคียงกับระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดไว้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อควบคุมให้ค่าประมาณค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลามีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

1.6.2 ใช้เป็นแนวทางในการคาดประมาณระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือของค่าประมาณ และการหาช่วงความเชื่อมั่นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ทำให้

สามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6.3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาในประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

1) ศึกษาตัวแบบ และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา

2) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง และการแจกแจงของตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาแนวทางในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาโดยการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4) จำลองข้อมูลให้มีคุณสมบัติตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามกรณีที่ต้องการศึกษา

5) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, ..., m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*)

6) ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) จากค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล

7) ทำการจำลองข้อมูลในขั้นตอน 4) และประมาณค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอน 5) และ 6) ซ้ำจนครบจำนวน 5,000 รอบ

8) คำนวณค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ของค่าประมาณที่ได้

9) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 90% 95% และ 99% สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในกรณีที่กำลังศึกษา

10) คำนวณสัดส่วนของค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือที่ได้ในขั้นตอน 9)

11) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณพารามิเตอร์ และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในกรณีศึกษาต่างๆ เมื่อดำเนินการตามขั้นตอน 4) ถึง 10) ในกรณีศึกษาต่างๆ ทั้งหมดจนครบ

12) วิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย

1.8 เกณฑ์การตัดสินใจ

1.8.1 *เกณฑ์ในการเปรียบเทียบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง*

ในการทำซ้ำ 5,000 รอบ พิจารณาจำนวนรอบ และสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณอยู่ในขอบเขตที่กำหนด ซึ่งกำหนดให้สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 3 ระดับ ได้แก่ 90% 95% และ 99% โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณจะมีความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างเมื่อค่าสัดส่วนของจำนวนรอบมีค่าใกล้เคียงกับระดับความน่าเชื่อถือ และสำหรับในแต่ละระดับความน่าเชื่อถือจะสรุปผลโดยใช้ค่าจำนวนรอบ และสัดส่วนของจำนวนรอบมาทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม (Binomial Test) ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบเป็นดังนี้

H_0: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในขอบเขตที่กำหนดเป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ

(ความคลาดเคลื่อนในการประมาณสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

H_1: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในขอบเขตที่กำหนด*ไม่*เป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ

(ความคลาดเคลื่อนในการประมาณ*ไม่*สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05

1.8.2 *เกณฑ์ในการตัดสินใจยอมรับว่า ขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มมีจำนวนมากเพียงพอที่จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง*

ในการศึกษาในลักษณะที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ซึ่งเริ่มต้นศึกษาโดยกำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 50 หน่วย และปรับค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นครั้งละ 50 หน่วย จนกระทั่งได้ค่าขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอจึงสิ้นสุดกรณีศึกษา จะตัดสินใจยอมรับว่าขนาดตัวอย่างมากเพียงพอเมื่อความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง (เกณฑ์การตัดสินใจที่ 1.8.1) ทั้ง 3 ระดับความน่าเชื่อถือ

บทที่ 2
ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา (หัวข้อที่ 2.1) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ต้องการศึกษาแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบให้มีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้ โดยจะกล่าวถึงลักษณะตัวแบบ และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ รวมทั้งแนวคิด และนิยามเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (หัวข้อที่ 2.2) และหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง (หัวข้อที่ 2.3) ในการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร และการประมาณค่าความแปรปรวนประชากรเมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่จะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาในครั้งนี้ และจะกล่าวถึงการทดสอบแบบทวินาม (หัวข้อที่ 2.4) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ใช้สำหรับทดสอบค่าสัดส่วนประชากร และจะใช้เปรียบเทียบความสอดคล้องกันระหว่างค่าประมาณที่ได้จากการจำลองข้อมูลในแต่ละกรณีศึกษา กับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

2.1 ตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา

ตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เป็นตัวแบบที่พัฒนาขึ้นจากตัวแบบความถดถอยโพรบิททั่วไปโดยมีการนำความสัมพันธ์แบบเกาซ์เซียนคอพพูลาซึ่งแนะนำโดย Li, D. (2000) และ Vasicek, O. A. (2002) เข้ามาประกอบการพิจารณา เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลซึ่งการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจสำหรับแต่ละหน่วยข้อมูลเกิดขึ้นอย่างไม่เป็นอิสระกัน โดยความไม่เป็นอิสระกันเกิดขึ้นเฉพาะภายในกลุ่มข้อมูล (ข้อมูลระหว่างกลุ่มเป็นอิสระกัน) ความไม่เป็นอิสระกันภายในกลุ่มข้อมูลอาจเกิดขึ้นจากอิทธิพลของเวลา หรือลักษณะเฉพาะทางภูมิศาสตร์ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มข้อมูล และมีผลกระทบกับหน่วยข้อมูลทั้งหมดภายในกลุ่มอย่างทั่วถึง

2.1.1 *ลักษณะตัวแบบ*

ตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า คือ 0 และ 1 มีลักษณะดังนี้

กำหนดให้ $Y_{g,i}$ เป็นตัวแปรตามซึ่งบอกลักษณะ สถานะ หรือสภาวะของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i; g = 1, 2, ..., m, i = 1, 2, ..., n_g โดยที่ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ n_g คือ จำนวนหน่วยตัวอย่างภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g ว่าหน่วยสังเกตมีลักษณะ สถานะ หรือสภาวะที่สนใจหรือไม่ ซึ่ง $Y_{g,i}$ มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เมื่อหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i ไม่มี หรือมีลักษณะ สถานะ หรือสภาวะที่สนใจ ตามลำดับ โดยที่

$$Y_{g,i} = \begin{cases} 0; & Y^*_{g,i} \le 0 \\ 1; & Y^*_{g,i} > 0 \end{cases} \tag{2.1.1}$$

เมื่อ $Y^*_{g,i}$ เป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) ของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i ที่มีรูปแบบเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) อยู่ในรูป

$$Y^*_{g,i} = \beta_0 + \underset{\sim}{\beta}_1' \underset{\sim}{X}_{g,i} + e_{g,i}$$

โดยที่

$$e_{g,i} = \sqrt{\rho} Z_g + \sqrt{1-\rho}\varepsilon_{g,i} \tag{2.1.2}$$

เมื่อ Z_g (ตัวแปรเกาซ์เซียนคอพพูลา หรือตัวแปรที่ไม่ครบถ้วน) และ $\varepsilon_{g,i}$ มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

ซึ่งสามารถจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$Y^*_{g,i} = \beta_0 + \underset{\sim}{\beta}_1' \underset{\sim}{X}_{g,i} + \sqrt{\rho} Z_g + \sqrt{1-\rho}\varepsilon_{g,i} \tag{2.1.3}$$

$$\frac{Y^*_{g,i}}{\sqrt{1-\rho}} = \frac{\beta_0 + \sqrt{\rho} Z_g}{\sqrt{1-\rho}} + \frac{1}{\sqrt{1-\rho}} \underset{\sim}{\beta}_1' \underset{\sim}{X}_{g,i} + \varepsilon_{g,i} \tag{2.1.4}$$

$$Y^{**}_{g,i} = \beta^*_0 + \sqrt{\frac{\rho}{1-\rho}} Z_g + \underset{\sim}{\beta}_1'^{*} \underset{\sim}{X}_{g,i} + \varepsilon_{g,i} \tag{2.1.5}$$

ซึ่งจะได้

$$Y^{**}_{g,i} = \beta_g + \underset{\sim}{\beta}_1'^{*} \underset{\sim}{X}_{g,i} + \varepsilon_{g,i} \tag{2.1.6}$$

โดยที่ $Y^{**}_{g,i} = \dfrac{Y^*_{g,i}}{\sqrt{1-\rho}}$, $\beta^*_0 = \dfrac{\beta_0}{\sqrt{1-\rho}}$, $\underset{\sim}{\beta}_1'^{*} = \dfrac{1}{\sqrt{1-\rho}} \underset{\sim}{\beta}_1'$

และ $\beta_g = \frac{\beta_0 + \sqrt{\rho}Z_g}{\sqrt{1-\rho}} = \beta_0^* + \sqrt{\frac{\rho}{1-\rho}}Z_g$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มสำหรับกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม

นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม (β_g) จะมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ β_0^* และค่าความแปรปรวน ($\sigma^2_{\beta_g}$) เท่ากับ $\frac{\rho}{1-\rho}$

และจะได้ $$\rho = \frac{\sigma^2_{\beta_g}}{1+\sigma^2_{\beta_g}} \quad (2.1.7)$$

ซึ่งได้แสดงในงานวิจัยของสุกัญญา บุญมา (2551)

2.1.2 *การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ*

พารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) สามารถประมาณค่าได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, …, m) โดยมีสูตรในการประมาณดังนี้

2.1.2.1 *การประมาณค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*)*

$$\hat{\beta}_0^* = \bar{\hat{\beta}}_g = \frac{1}{m}\sum_{g=1}^{m}\hat{\beta}_g \quad (2.1.8)$$

โดยที่ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2.2 *การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ)*

$$\hat{\rho} = \frac{s^2_{\hat{\beta}_g}}{1+s^2_{\hat{\beta}_g}} \quad (2.1.9)$$

เมื่อ $s^2_{\hat{\beta}_g}$ เป็นค่าความแปรปรวนตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล และเป็นค่าประมาณของค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma^2_{\beta_g}$)

ซึ่งคำนวณได้จาก

$$s^2_{\hat{\beta}_g} = \frac{1}{m-1}\sum_{g=1}^{m}\left(\hat{\beta}_g - \bar{\hat{\beta}}_g\right)^2 \qquad (2.1.10)$$

โดยที่ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า

ในการประมาณค่า ค่าประมาณซึ่งเป็นค่าสถิติที่คำนวณได้จากข้อมูลที่มีอยู่ มักจะมีค่าที่แตกต่างไปจากค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริง ความแตกต่างระหว่างค่าประมาณ และค่าพารามิเตอร์เรียกว่า *ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า* ซึ่งอาจนิยามได้ในรูปความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error) เมื่อให้ θ เป็นค่าพารามิเตอร์ และ $\hat{\theta}$ เป็นค่าประมาณของ θ จะได้ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ $\left|\hat{\theta}-\theta\right|$ และค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ $\left|\frac{\hat{\theta}-\theta}{\theta}\right|$

2.3 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

ในงานสำรวจตัวอย่างหากต้องการควบคุมความถูกต้องในการประมาณค่า สามารถทำได้โดยใช้หลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ซึ่งเป็นการคำนวณขนาดตัวอย่างที่จะทำให้ได้ค่าประมาณที่มีความแตกต่าง หรือคลาดเคลื่อนไปจากค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงไม่เกินกว่าค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ (ระดับความแม่นยำ) ด้วยความน่าจะเป็นไม่น้อยกว่าระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการ ซึ่งค่าความน่าจะเป็นจะพิจารณาจากการแจกแจงของตัวประมาณ

2.3.1 *การกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยประชากร (μ)*

เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2 < \infty$ ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{X}$ จะมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2/n หรือเมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n ซึ่งมีขนาดใหญ่จากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบใดๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2 < \infty$ โดยทฤษฎีขีดจำกัดกลาง (Central Limit Theorem) การแจกแจงของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $\bar{X}$ จะลู่เข้าสู่การแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวน

เท่ากับ σ^2/n ดังนั้น ค่าความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างจะแตกต่างจากค่าเฉลี่ยประชากรไม่เกินค่า d ซึ่งเป็นจำนวนจริงบวกใดๆ ($d \in \Re^+$) จะหาค่าได้จาก

$$P\left(\left|\overline{X}-\mu\right| \le d\right) = P\left(\frac{\left|\overline{X}-\mu\right|}{\sigma/\sqrt{n}} \le \frac{d}{\sigma/\sqrt{n}}\right)$$

$$= P\left(\left|Z\right| \le \frac{d}{\sigma/\sqrt{n}}\right)$$

$$= P\left(-\frac{d}{\sigma/\sqrt{n}} \le Z \le \frac{d}{\sigma/\sqrt{n}}\right)$$

$$= 1-2\times\Phi\left(-\frac{d}{\sigma/\sqrt{n}}\right) \qquad (2.3.1)$$

หากต้องการควบคุมให้ค่าเฉลี่ยตัวอย่างมีความถูกต้องในการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร โดยกำหนดระดับความแม่นยำให้มีค่าความผิดพลาดในการประมาณไม่เกิน e ซึ่งเป็นจำนวนจริงบวกใดๆ ($e \in \Re^+$) และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ จะสามารถหาค่าขนาดตัวอย่าง n_0 ที่ทำให้ความถูกต้องในการประมาณเป็นไปตามขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดได้ดังนี้

จากระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการ จะได้

$$P\left(\left|\overline{X}-\mu\right| \le e\right) \ge 1-\alpha \qquad (2.3.2)$$

โดยผลจากสมการ (2.3.1) จะสามารถเปลี่ยนอสมการ (2.3.2) ให้อยู่ในเทอมของค่าขนาดตัวอย่าง n_0 ได้เป็น

$$2\times\Phi\left(-\frac{e}{\sigma/\sqrt{n_0}}\right) \le \alpha \qquad (2.3.3)$$

นั่นคือ $$-\frac{e}{\sigma/\sqrt{n_0}} \le z_{\alpha/2} \qquad (2.3.4)$$

ดังนั้น สูตรของขนาดตัวอย่าง n_0 เมื่อกำหนดระดับความแม่นยำให้มีค่าความผิดพลาดในการประมาณไม่เกิน e และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ เป็นดังนี้

$$n_0 \ge \left(\frac{z_{\alpha/2}\sigma}{e}\right)^2 \qquad (2.3.5)$$

2.3.2 *การกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าความแปรปรวนประชากร (σ^2) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ*

เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2 < \infty$ จะได้ $\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$ มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองที่มีองศาอิสระ n - 1 โดยที่ $S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2$ เป็นค่าความแปรปรวนตัวอย่าง ดังนั้น ค่าความน่าจะเป็นที่ค่าความแปรปรวนตัวอย่างจะแตกต่างจากค่าความแปรปรวนประชากรไม่เกิน r เท่าของค่าความแปรปรวนประชากรจะหาค่าได้จาก

$$P\left(\left|S^2-\sigma^2\right| \le r\sigma^2\right) = P\left(\frac{\left|S^2-\sigma^2\right|}{\sigma^2} \le r\right)$$

$$= P\left(1-r \le \frac{S^2}{\sigma^2} \le 1+r\right)$$

$$= P\left((n-1)(1-r) \le \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \le (n-1)(1+r)\right)$$

$$= G_{n-1}[(n-1)(1+r)] - G_{n-1}[(n-1)(1-r)] \qquad (2.3.6)$$

เมื่อ $G_\upsilon[x]$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสม $P(X \le x)$ โดยที่ X มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองที่มีองศาอิสระ υ

หากต้องการควบคุมให้ค่าความแปรปรวนตัวอย่างมีความถูกต้องในการประมาณค่าความแปรปรวนประชากรโดยกำหนดระดับความแม่นยำให้มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ จะสามารถเขียนอสมการของขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดได้เป็น

$$P\left(\frac{\left|S^2-\sigma^2\right|}{\sigma^2} \le r\right) \ge 1-\alpha \qquad (2.3.7)$$

Desu, M.M. และ Raghavarao, D. (1990) ได้นำเสนอการหาค่าขนาดตัวอย่างที่ทำให้ความถูกต้องในการประมาณค่าความแปรปรวนประชากรเป็นไปตามขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่

กำหนดในอสมการ (2.3.7) โดยอาศัยผลจากสมการ (2.3.6) จะได้ ค่าขนาดตัวอย่าง คือ ค่า n_0 ที่ทำให้

$$G_{n_0-1}[(n_0-1)(1+r)]-G_{n_0-1}[(n_0-1)(1-r)]\geq 1-\alpha \qquad (2.3.8)$$

เนื่องจากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงแบบไคกำลังสองอาจทำให้การหาค่าขนาดตัวอย่าง n_0 จากสูตรตามสมการ (2.3.8) ทำได้ไม่สะดวกนัก Desu, M.M. และ Raghavarao, D. (1990) จึงเสนอแนวทางในการคำนวณโดยใช้การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ (Asymptotic) ดังนี้

$$P\left(\frac{\left|S^2-\sigma^2\right|}{\sigma^2}\leq r\right) = P\left((n-1)(1-r)\leq\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}\leq(n-1)(1+r)\right)$$

$$\approx P\left(\frac{(n-1)(1-r)-(n-1)}{\sqrt{2(n-1)}}\leq Z\leq\frac{(n-1)(1+r)-(n-1)}{\sqrt{2(n-1)}}\right)$$

$$= P\left(-r\sqrt{\frac{n-1}{2}}\leq Z\leq r\sqrt{\frac{n-1}{2}}\right)$$

$$= 1-2\times\Phi\left(-r\sqrt{\frac{n-1}{2}}\right) \qquad (2.3.9)$$

เมื่อ $Z = \left\{\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}-(n-1)\right\}\Big/\sqrt{2(n-1)}$ มีการแจกแจงเชิงกำกับเป็นแบบปกติมาตรฐาน เนื่องจาก $\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}$ มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองที่มีองศาอิสระ $n-1$ ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $n-1$ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ $2(n-1)$

ดังนั้น หากต้องการควบคุมให้ค่าความแปรปรวนตัวอย่างมีความถูกต้องในการประมาณค่าความแปรปรวนประชากรโดยกำหนดระดับความแม่นยำให้มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ จะสามารถหาค่าขนาดตัวอย่าง n_0 โดยประมาณจากการใช้การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับได้ดังนี้

โดยผลจากสมการ (2.3.9) จะสามารถเปลี่ยนอสมการ (2.3.7) ให้อยู่ในเทอมของค่าขนาดตัวอย่าง n_0 ได้เป็น

$$2\times\Phi\left(-r\sqrt{\frac{n_0-1}{2}}\right)\leq\alpha \qquad (2.3.10)$$

นั่นคือ $$-r\sqrt{\frac{n_0-1}{2}}\leq z_{\alpha/2} \qquad (2.3.11)$$

ดังนั้น สูตรของขนาดตัวอย่าง n_0 เมื่อกำหนดระดับความแม่นยำให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ เป็นดังนี้

$$n_0\geq\left\{2\times\left(\frac{z_{\alpha/2}}{r}\right)^2\right\}+1 \qquad (2.3.12)$$

2.4 การทดสอบแบบทวินาม

การทดสอบแบบทวินามเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนประชากรสำหรับประชากรเดียว เมื่อต้องการทราบว่าในประชากรทั้งหมดมีหน่วยข้อมูลที่มีคุณสมบัติตรงกับลักษณะที่สนใจคิดเป็นสัดส่วนเป็นไปตามค่าที่คาดไว้หรือไม่ รูปแบบของสมมติฐานอาจเป็นไปได้ทั้งสมมติฐานแบบทางเดียวทางซ้าย

$$H_0\text{: } \pi\geq\pi_0 \text{ (หรือ } \pi=\pi_0)$$

$$H_1\text{: } \pi<\pi_0$$

สมมติฐานแบบทางเดียวทางขวา

$$H_0\text{: } \pi\leq\pi_0 \text{ (หรือ } \pi=\pi_0)$$

$$H_1\text{: } \pi>\pi_0$$

หรือ สมมติฐานแบบสองทาง

$$H_0\text{: } \pi=\pi_0$$

$$H_1\text{: } \pi\neq\pi_0$$

โดยที่ π_0 คือ ค่าสัดส่วนที่ได้คาดไว้

ในการทดสอบแบบทวินาม จะใช้จำนวนหน่วยข้อมูลที่มีคุณสมบัติตรงกับลักษณะที่สนใจจากข้อมูลตัวอย่างเป็นตัวสถิติทดสอบในการตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis: H_0) และเกณฑ์การทดสอบจะสร้างขึ้นภายใต้ข้อสมมติว่าสมมติฐานว่างเป็นจริง นั่นคือ ค่าสัดส่วนประชากรที่มีคุณสมบัติตรงกับลักษณะที่สนใจเท่ากับ π_0 (ค่าสัดส่วนที่คาดไว้) และจำนวนหน่วยข้อมูลที่มีคุณสมบัติตรงกับลักษณะที่สนใจมีการแจกแจงแบบทวินามที่มีจำนวนการทดลอง n ครั้ง และมีโอกาสในการเกิดความสำเร็จ (โอกาสที่หน่วยข้อมูลจะมีคุณสมบัติตรงกับลักษณะที่สนใจ) เท่ากับ π_0

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการตรวจสอบแนวคิดในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการ ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม R ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า และมีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน โดยศึกษาในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบมีค่าต่างๆ และพิจารณาว่าการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ในกรณีใดบ้าง ซึ่งหากเกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณไม่เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง การเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ไขให้ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการกำหนดขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมเพิ่มเติม ซึ่งในแต่ละกรณีศึกษา จะทำการทดลองโดยกำหนดให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีค่าต่างๆ โดยเริ่มต้นศึกษาจากข้อมูลที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม 50 หน่วย และทำการทดลองซ้ำโดยปรับให้ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเพิ่มขึ้นครั้งละ 50 หน่วย จนกระทั่งได้ค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับกรณีต่างๆ รายละเอียดในการดำเนินการวิจัยทั้งหมดมีดังนี้

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วยการศึกษาใน 2 ประเด็น ได้แก่

ประเด็นที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่เกิดขึ้น กับขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดให้มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง โดยพิจารณากลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาว่าเป็นเสมือนหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยในการสำรวจตัวอย่าง ซึ่งจะศึกษาใน

สถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบมีค่าต่างๆ ตามที่กำหนด

<u>*ประเด็นที่ 2*</u> การศึกษาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบมีค่าต่างๆ ตามที่กำหนด โดยการปรับค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จะมีความสอดคล้องกับขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดขึ้นด้วยหลักการเดียวกันกับการศึกษาในประเด็นที่ 1 ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ทั้ง 3 ระดับ

การศึกษาทั้ง 2 ประเด็นจะดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม R ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า คือ 0 และ 1 และมีตัวแปรอิสระภายในตัวแบบ 1 ตัวแปร ซึ่งกำหนดให้แจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และกำหนดลักษณะเฉพาะเพิ่มเติม คือ กำหนดให้มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากันทุกกลุ่ม และกำหนดค่าพารามิเตอร์ β_1 เท่ากับ -5 ซึ่งทำให้ลักษณะตัวแบบที่จะศึกษาเป็นดังนี้

$$Y_{g,i} = \begin{cases} 0; & Y_{g,i}^* \le 0 \\ 1; & Y_{g,i}^* > 0 \end{cases} \tag{3.1.1}$$

$$Y^*_{g,i} = \beta_0 - 5X_{g,i} + e_{g,i} \tag{3.1.2}$$

และ

$$e_{g,i} = \sqrt{\rho} Z_g + \sqrt{1-\rho}\varepsilon_{g,i} \tag{3.1.3}$$

โดยที่ g = 1, 2, …, m และ i = 1, 2, …, n

เมื่อ $Y_{g,i}$ เป็นตัวแปรตามของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

$Y^*_{g,i}$ เป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) ของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

$X_{g,i}$ เป็นตัวแปรอิสระของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

Z_g เป็นตัวแปรเกาซ์เซียนคอพพูลา หรือตัวแปรที่ไม่ครบถ้วนสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ g

$\varepsilon_{g,i}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

m เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

n เป็นจำนวนหน่วยตัวอย่างภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

และ $X_{g,i}$ Z_g และ $\varepsilon_{g,i}$; g = 1, 2, …, m, i = 1, 2, …, n เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และเป็นอิสระกัน

ในการศึกษาทั้ง 2 ประเด็นจะดำเนินการศึกษาโดยจำลองข้อมูลให้เป็นไปตามตัวแบบข้างต้น ประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในตัวแบบจากข้อมูล และทำซ้ำจำนวน 5,000 รอบ การศึกษาใน 2 ประเด็นซึ่งมีรูปแบบ และวัตถุประสงค์ในการศึกษาที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้น จะดำเนินการศึกษาโดยกำหนดสถานการณ์ต่างๆ แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

3.1.1 *การดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1*

ในการศึกษาในประเด็นที่ 1 ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่เกิดขึ้น กับขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดให้มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง จะศึกษาในกรณีต่างๆ ดังนี้

3.1.1.1 กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48

3.1.1.2 กำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100

3.1.1.3 กำหนดค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 1 และ 2

3.1.1.4 กำหนดค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9

3.1.1.5 กำหนดระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณที่จะพิจารณา 3 ระดับ คือ 90% 95% และ 99%

3.1.2 *การดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2*

ในการศึกษาในประเด็นที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ในแต่ละกรณีศึกษาจะทำการทดลองโดยกำหนดให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีค่าต่างๆ เริ่มต้นจากกำหนดให้ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มเท่ากับ 50 หน่วย และทำการทดลองซ้ำในกรณีเดิมโดยปรับให้ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มเพิ่มขึ้นครั้งละ 50 หน่วย จนกระทั่งได้ค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มที่มากเพียงพอสำหรับกรณีศึกษาที่กำหนดนั้น จะศึกษาในกรณีต่างๆ ดังนี้

3.1.2.1 ศึกษากรณีที่ข้อมูลมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม และมีค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ เท่ากับ 0 และ 0.5 ตามลำดับ และกำหนดให้เป็นกรณีศึกษาหลัก

3.1.2.2 ศึกษาในกรณีอื่น ซึ่งแตกต่างไปจากกรณีศึกษาหลักในด้านใดด้านหนึ่ง โดยที่คุณลักษณะในด้านอื่นๆ ไม่แตกต่างไปจากกรณีศึกษาหลัก ดังนี้

(ก) ศึกษาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 ระดับ คือ 6 24 และ 48

(ข) ศึกษาในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 ระดับ คือ 1 และ 2

(ค) ศึกษาในกรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.7 และ 0.9

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด มีดังนี้

1) ศึกษาตัวแบบ และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา

2) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง และการแจกแจงของตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาแนวทางในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาโดยการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4) ทำการทดลองโดยใช้ข้อมูลจำลองที่เป็นไปตามสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาทั้ง 2 ประเด็น ซึ่งจะมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน เป็นดังนี้

- ขั้นตอนการทดลองสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1

(1) จำลองข้อมูลให้มีคุณสมบัติตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามกรณีที่ต้องการศึกษา

(2) บันทึกค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ($p_{Yg.=1}$; $\forall g \in \{1, 2, ..., m\}$)

(3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, ..., m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*)

(4) ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) จากค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล

(5) ทำซ้ำขั้นตอน (1) ถึง (4) จนครบจำนวน 5,000 รอบ

(6) คำนวณค่าความเอนเอียง (Bias) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ของค่าประมาณที่ได้

(7) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 90% 95% และ 99% สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ

(8) คำนวณสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในแต่ละระดับ

(9) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณพารามิเตอร์ และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในกรณีศึกษาต่างๆ เมื่อดำเนินการตามขั้นตอน (1) ถึง (8) จนครบทุกกรณีศึกษาตามที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1

- ขั้นตอนการทดลองสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2

(1) กำหนดสถานการณ์ให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีจำนวนเป็น 50 หน่วย

(2) จำลองข้อมูลให้มีคุณสมบัติตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามกรณีที่ต้องการศึกษา

(3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, ..., m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*)

(4) ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) จากค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล

(5) ทำซ้ำขั้นตอน (2) ถึง (4) จนครบจำนวน 5,000 รอบ

(6) คำนวณค่าความเอนเอียง (Bias) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ของค่าประมาณที่ได้

(7) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 90% 95% และ 99% สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ

(8) คำนวณสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในแต่ละระดับ

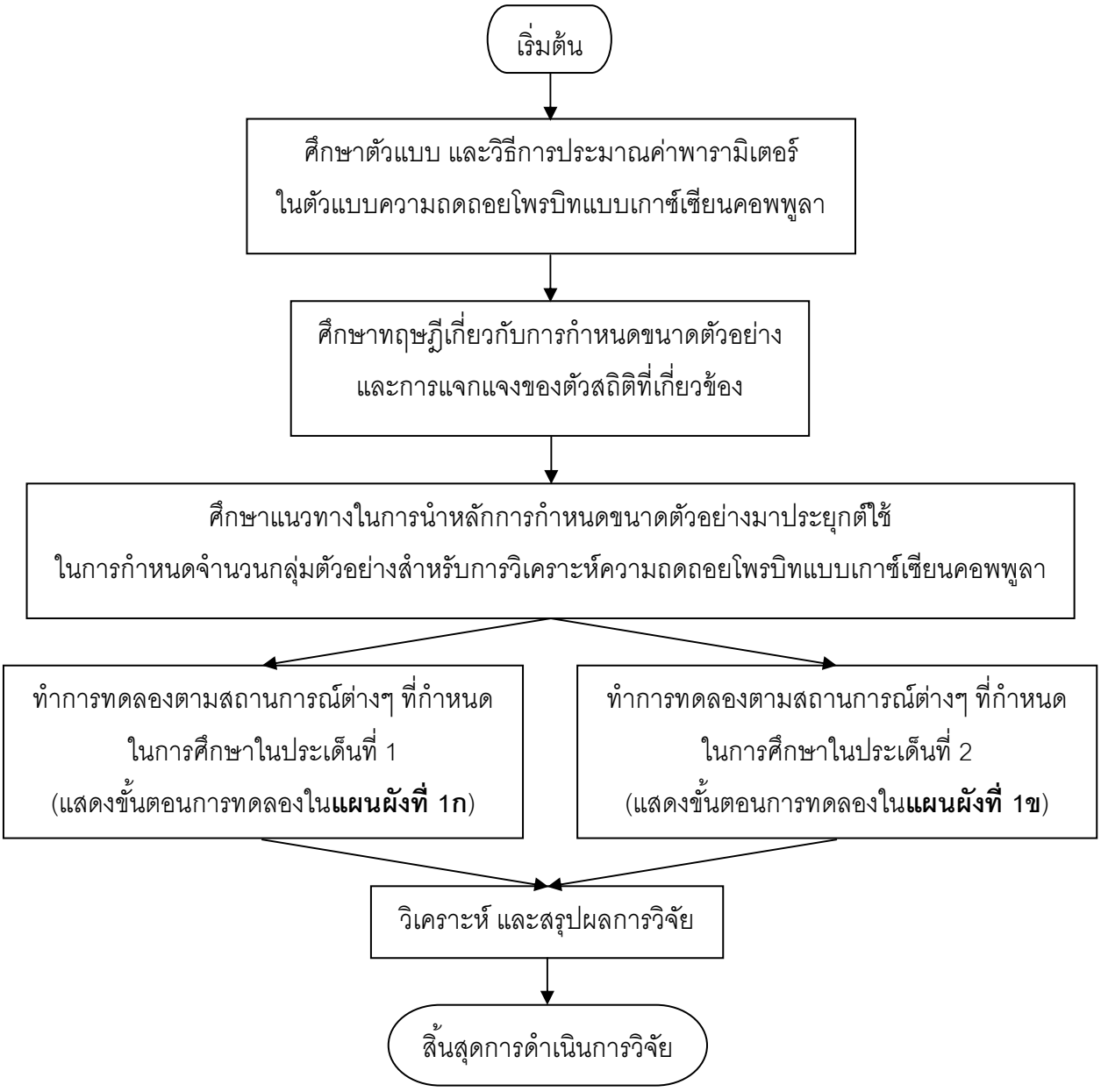
(9) พิจารณาว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างหรือไม่ หากค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง สิ้นสุดกรณีศึกษา และถือว่าค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลชุดนั้นเป็นขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา แต่หากค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ*ไม่*เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ทำซ้ำในกรณีศึกษาเดิมตั้งแต่ขั้นตอน (2) ถึง (9) โดยกำหนดสถานการณ์ให้ขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีจำนวนเพิ่มขึ้นไปจากเดิม 50 หน่วย ยกเว้นขั้นตอน (7) (เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือแต่ละระดับสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ไม่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มของข้อมูลเพิ่มมากขึ้น)

(10) เปรียบเทียบค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษาต่างๆ เมื่อดำเนินการตามขั้นตอน (1) ถึง (9) จนกระทั่งสิ้นสุดกรณีศึกษาครบทุกกรณีศึกษาตามที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2

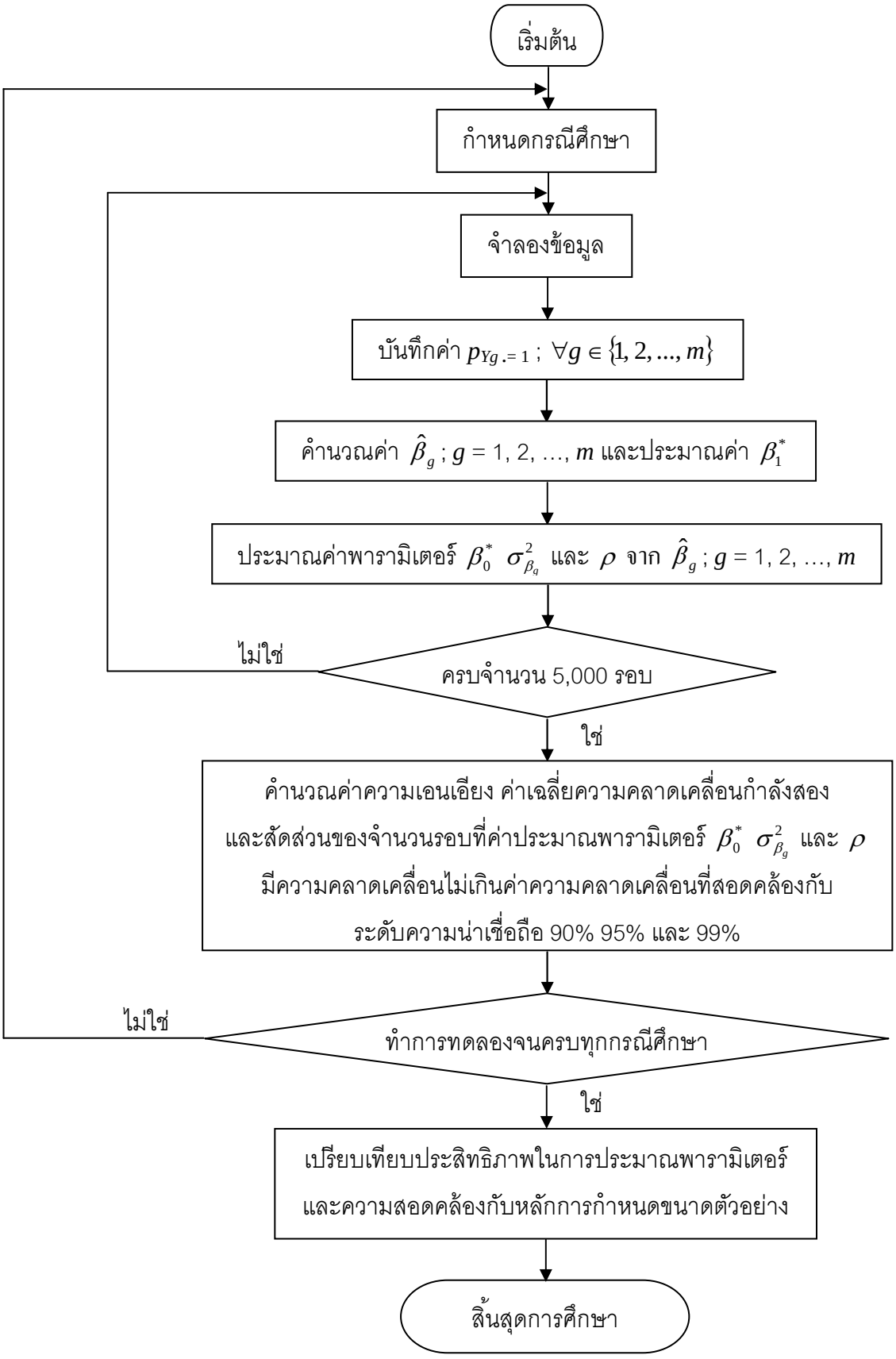
5) วิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย

จากขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยข้างต้น สามารถแสดงเป็นแผนผังการดำเนินงานได้ดังนี้

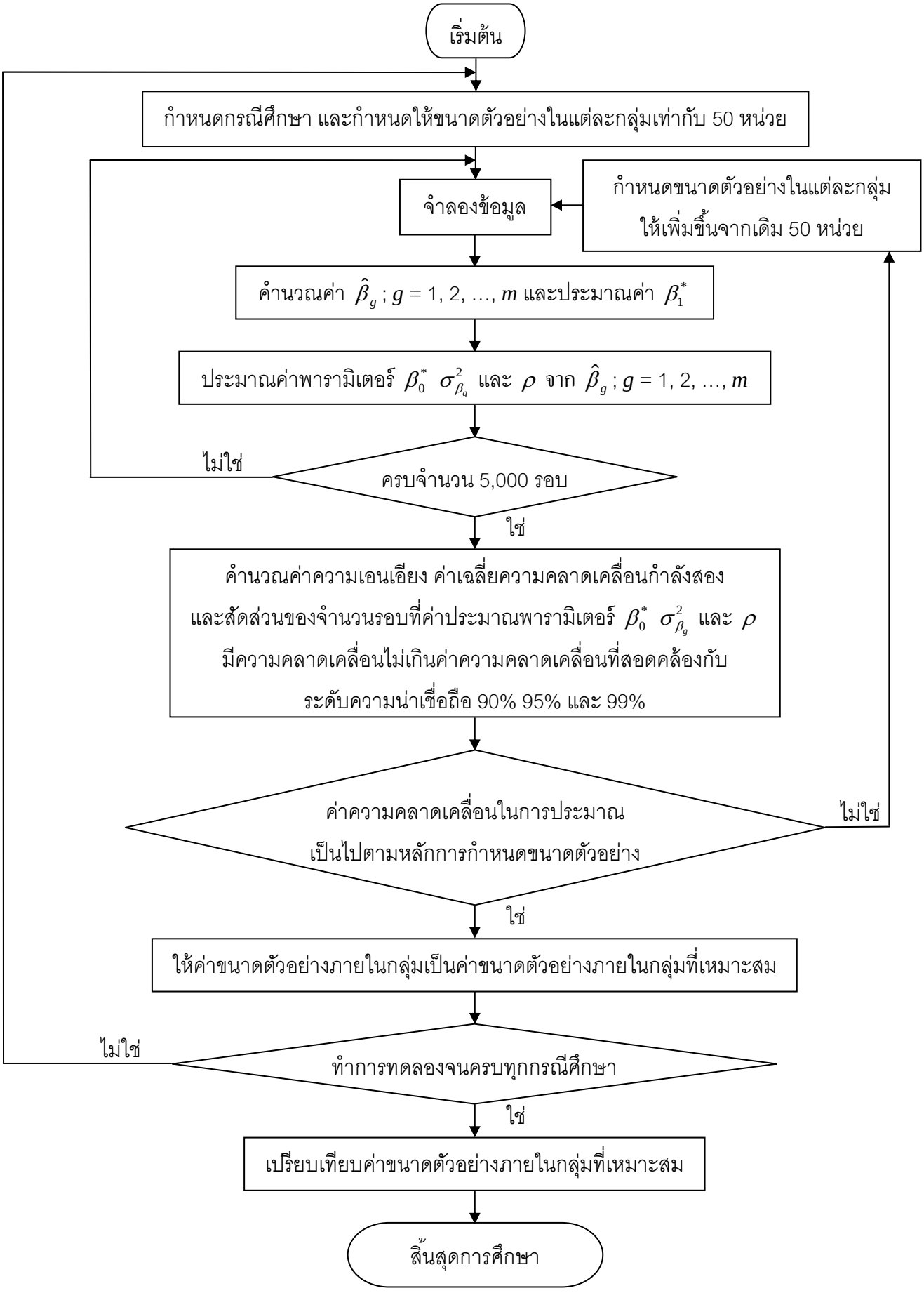
แผนผังที่ 1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



แผนผังที่ 1ก ขั้นตอนการทดลองสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1



แผนผังที่ 1ข ขั้นตอนการทดลองสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2



ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 1) และ 2) เป็นขั้นตอนในการศึกษาตัวแบบ และทฤษฎีสถิติที่จำเป็นต่อการวิจัย ซึ่งรายละเอียดได้รวบรวมไว้ในบทที่ 2 รายละเอียดของขั้นตอนอื่นๆ จะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

3.3 แนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาโดยใช้หลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง

พิจารณาตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา

$$Y_{g,i} = \begin{cases} 0; & Y^*_{g,i} \le 0 \\ 1; & Y^*_{g,i} > 0 \end{cases} \tag{3.3.1}$$

$$Y^*_{g,i} = \beta_0 + \underset{\sim}{\beta_1'} \underset{\sim}{X}_{g,i} + e_{g,i} \tag{3.3.2}$$

และ $$e_{g,i} = \sqrt{\rho} Z_g + \sqrt{1-\rho}\varepsilon_{g,i} \tag{3.3.3}$$

ซึ่งสามารถจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$Y^{**}_{g,i} = \beta_g + \underset{\sim}{\beta_1^{*'}} \underset{\sim}{X}_{g,i} + \varepsilon_{g,i} \tag{3.3.4}$$

เมื่อ $Y_{g,i}$ เป็นตัวแปรตามของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

$Y^*_{g,i}$ เป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) ของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

$\underset{\sim}{X}_{g,i}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรอิสระของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

Z_g เป็นตัวแปรเกาซ์เซียนคอพพูลา หรือตัวแปรที่ไม่ครบถ้วนสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ g

$\varepsilon_{g,i}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของหน่วยสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g หน่วยที่ i

$Y^{**}_{g,i} = \dfrac{Y^*_{g,i}}{\sqrt{1-\rho}}$, $\underset{\sim}{\beta_1^*} = \dfrac{1}{\sqrt{1-\rho}}\underset{\sim}{\beta_1}$

$\beta_g = \dfrac{\beta_0 + \sqrt{\rho} Z_g}{\sqrt{1-\rho}} = \beta_0^* + \sqrt{\dfrac{\rho}{1-\rho}} Z_g$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มสำหรับกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม

และ Z_g และ $\varepsilon_{g,i}$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และเป็นอิสระกัน

ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม (β_g) จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ *ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย* (β_0^*) ซึ่งเท่ากับ $\frac{\beta_0}{\sqrt{1-\rho}}$ และค่าความแปรปรวน ($\sigma_{\beta_g}^2$) เท่ากับ $\frac{\rho}{1-\rho}$ ตามที่แสดงในหัวข้อ 2.1.1 นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มแต่ละกลุ่มเป็นค่าที่เกิดขึ้นอย่างสุ่มภายใต้การแจกแจงแบบปกติ ซึ่งจะมีค่าที่แตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม และส่งผลต่อการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจของหน่วยข้อมูลทั้งหมดภายในกลุ่มอย่างทั่วถึง

หากนำข้อมูลซึ่งเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา และประกอบไปด้วยหน่วยข้อมูลที่มาจากกลุ่มที่แตกต่างกัน m กลุ่มมาวิเคราะห์ จะสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$) ที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง m กลุ่มได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแบบโพรบิทที่ไม่มีค่าคงที่ (Probit Model with No Intercept) ด้วยวิธีประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูลจะเป็นเสมือนค่าสังเกตตัวอย่างซึ่งวัดค่าได้จากกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม ซึ่งสามารถใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) ได้ตามที่แสดงในหัวข้อ 2.1.2

การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม จะสามารถทำได้โดยใช้หลักการเดียวกันกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง โดยพิจารณากลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มว่าเป็นเสมือนหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยในการสำรวจตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูลว่าเป็นเสมือนค่าสังเกตตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 *การกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ* β_0^*

ในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\hat{\beta}_0^* = \bar{\hat{\beta}}_g = \frac{1}{m}\sum_{g=1}^{m}\hat{\beta}_g \qquad (3.3.5)$$

จะใช้หลักการเดียวกันกับการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยประชากร (หัวข้อ 2.3.1) โดยใช้ค่า $\frac{\rho}{1-\rho}$ ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนของ β_g แทนที่ σ^2 ในสูตร ซึ่งจะได้สูตรของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เมื่อต้องการให้ระดับความแม่นยำในการประมาณ β_0^* มีขนาดความผิดพลาดไม่เกิน e และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ เป็นดังนี้

$$m_0 \geq \left(\frac{z_{\alpha/2}}{e}\right)^2 \frac{\rho}{1-\rho} \tag{3.3.6}$$

ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดความผิดพลาดที่ต้องการควบคุมมีค่าลดลง หรือระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการควบคุมมีค่าเพิ่มมากขึ้น หรือค่า ρ (ซึ่งเมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า $\frac{\rho}{1-\rho}$ ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนของ β_g มีค่าเพิ่มขึ้น) มีค่าเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันกับการคำนวณขนาดตัวอย่าง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอเมื่อ ρ มีค่าเป็น 0.1 0.5 และ 0.9 และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ β_0^* ให้มีขนาดความผิดพลาดไม่เกิน e; e = 0.1, 0.2, 0.3, ..., 1 และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99 แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอเมื่อ ρ มีค่าเป็น 0.1 0.5 และ 0.9 และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ β_0^* ให้มีขนาดความผิดพลาดไม่เกิน e และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99

e	ρ = 0.1			ρ = 0.5			ρ = 0.9		
	0.90	0.95	0.99	0.90	0.95	0.99	0.90	0.95	0.99
0.1	31	43	74	271	385	664	2,435	3,458	5,972
0.2	8	11	19	68	97	166	609	865	1,493
0.3	4	5	9	31	43	74	271	385	664
0.4	2	3	5	17	25	42	153	217	374
0.5	2	2	3	11	16	27	98	139	239
0.6	1	2	3	8	11	19	68	97	166
0.7	1	1	2	6	8	14	50	71	122
0.8	1	1	2	5	7	11	39	55	94
0.9	1	1	1	4	5	9	31	43	74
1	1	1	1	3	4	7	25	35	60

กรณีที่ไม่ทราบค่า ρ จะคำนวณโดยใช้ค่า ρ สูงสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งจะให้ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากที่สุดสามารถทำให้ $\hat{\beta}_0^*$ มีความผิดพลาดในการประมาณ β_0^* ไม่เกิน e ด้วยระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ ตามที่ต้องการได้สำหรับค่า ρ ใดๆ ซึ่งมีค่าไม่เกินค่า ρ ที่กำหนดในสูตร

3.3.2 *การกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ* $\sigma_{\beta_g}^2$

ในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\hat{\sigma}_{\beta_g}^2 = s_{\hat{\beta}_g}^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{g=1}^{m}\left(\hat{\beta}_g - \bar{\hat{\beta}}_g\right)^2 \tag{3.3.7}$$

จะใช้หลักการเดียวกันกับการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณพารามิเตอร์ค่าความแปรปรวนประชากรเมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (หัวข้อ 2.3.2) ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เมื่อต้องการให้ระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ คือ ค่า m_0 ที่ทำให้

$$G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1+r)\right] - G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r)\right] \geq 1-\alpha \tag{3.3.8}$$

เมื่อ $G_\upsilon[x]$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสม $P(X \leq x)$ โดยที่ X มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองที่มีองศาอิสระ υ

หากมีปัญหาในการคำนวณค่า $G_\upsilon[x]$ อาจหาค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ได้โดยใช้สูตรการคำนวณค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยประมาณที่คำนวณจากการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ (Asymptotic) ซึ่งจะได้สูตรของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เมื่อต้องการให้ระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ เป็นดังนี้

$$m_0 \geq \left\{2\times\left(\frac{z_{\alpha/2}}{r}\right)^2\right\}+1 \tag{3.3.9}$$

ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดความผิดพลาดที่ต้องการควบคุมมีค่าลดลง หรือระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการควบคุมมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าที่คำนวณได้จากสูตรตามอสมการ (3.3.8) และ (3.3.9) จะมีค่าใกล้เคียงกัน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอเมื่อต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r ; r = 0.1, 0.2, 0.3, …, 0.9 และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99 แสดงในตารางที่ 3.2 โดยแสดงค่าที่คำนวณจากการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (อสมการ (3.3.8)) และค่าโดยประมาณที่คำนวณจากการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ (อสมการ (3.3.9)) ไว้ด้านหน้า และด้านในวงเล็บตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอซึ่งคำนวณได้จากการแจกแจงแบบไคกำลังสองและการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99

m_0 จาก χ^2 dist. (m_0 จาก std.normal dist.)

r	0.90	0.95	0.99
0.1	541 (543)	769 (770)	1,331 (1,328)
0.2	135 (137)	192 (194)	335 (333)
0.3	60 (62)	86 (87)	151 (149)
0.4	34 (35)	48 (50)	87 (84)
0.5	22 (23)	31 (32)	57 (55)
0.6	15 (17)	22 (23)	41 (38)
0.7	11 (13)	16 (17)	31 (29)
0.8	8 (10)	13 (14)	25 (22)
0.9	6 (8)	10 (11)	21 (18)

3.3.3 *การกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ* ρ

ในการประมาณค่า ρ ซึ่งค่าประมาณคำนวณได้จากความสัมพันธ์กับค่า $s^2_{\hat{\beta}_g}$ ในรูป

$$\hat{\rho} = \frac{s^2_{\hat{\beta}_g}}{1+s^2_{\hat{\beta}_g}} \tag{3.3.10}$$

พิจารณาค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณค่า ρ เมื่อความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณค่า $\sigma^2_{\beta_g}$ มีค่าเท่ากับ r

ให้ s_1^2 และ s_2^2 เป็นค่าประมาณของ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์เท่ากับ r โดยที่ s_1^2 และ s_2^2 เป็นค่าประมาณที่มีค่าต่ำกว่า และสูงกว่า $\sigma^2_{\beta_g}$ ตามลำดับ นั่นคือ $s_1^2 = (1-r)\sigma^2_{\beta_g}$ และ $s_2^2 = (1+r)\sigma^2_{\beta_g}$

ให้ $\hat{\rho}_1$ และ $\hat{\rho}_2$ เป็นค่าประมาณของ ρ ซึ่งคำนวณจาก s_1^2 และ s_2^2 ตามลำดับ นั่นคือ

$$\hat{\rho}_1 = \frac{s_1^2}{1+s_1^2} = \frac{(1-r)\sigma^2_{\beta_g}}{1+(1-r)\sigma^2_{\beta_g}} \tag{3.3.11}$$

และ

$$\hat{\rho}_2 = \frac{s_2^2}{1+s_2^2} = \frac{(1+r)\sigma^2_{\beta_g}}{1+(1+r)\sigma^2_{\beta_g}} \tag{3.3.12}$$

ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณค่า ρ เมื่อประมาณด้วย $\hat{\rho}_1$ และ $\hat{\rho}_2$ จะมีค่าเป็นดังนี้

$$\frac{|\hat{\rho}_1-\rho|}{\rho} = 1-\frac{\hat{\rho}_1}{\rho} = 1-\frac{(1-r)\sigma^2_{\beta_g}}{1+(1-r)\sigma^2_{\beta_g}} \Bigg/ \frac{\sigma^2_{\beta_g}}{1+\sigma^2_{\beta_g}}$$

$$= 1-\frac{(1-r)(1+\sigma^2_{\beta_g})}{1+(1-r)\sigma^2_{\beta_g}}$$

$$= 1-\frac{1-r+\sigma^2_{\beta_g}-r\sigma^2_{\beta_g}}{1+\sigma^2_{\beta_g}-r\sigma^2_{\beta_g}}$$

$$= 1-\left(1-\frac{r}{1+\sigma^2_{\beta_g}-r\sigma^2_{\beta_g}}\right)$$

$$= \frac{r}{1+(1-r)\sigma^2_{\beta_g}} \tag{3.3.13}$$

$$\frac{|\hat{\rho}_2 - \rho|}{\rho} = \frac{\hat{\rho}_2}{\rho} - 1 = \frac{(1+r)\sigma^2_{\beta_g}}{1+(1+r)\sigma^2_{\beta_g}} \Big/ \frac{\sigma^2_{\beta_g}}{1+\sigma^2_{\beta_g}} - 1$$

$$= \frac{(1+r)(1+\sigma^2_{\beta_g})}{1+(1+r)\sigma^2_{\beta_g}} - 1$$

$$= \frac{1+r+\sigma^2_{\beta_g}+r\sigma^2_{\beta_g}}{1+\sigma^2_{\beta_g}+r\sigma^2_{\beta_g}} - 1$$

$$= \frac{r}{1+\sigma^2_{\beta_g}+r\sigma^2_{\beta_g}}$$

$$= \frac{r}{1+(1+r)\sigma^2_{\beta_g}} \tag{3.3.14}$$

นั่นคือ เมื่อคำนวณค่า $\hat{\rho}$ จากค่า $s^2_{\hat{\beta}_g}$ ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ เท่ากับ r ทางด้านน้อยกว่าค่าจริง ($s^2_{\hat{\beta}_g} = (1-r)\sigma^2_{\beta_g}$) และทางด้านมากกว่าค่าจริง ($s^2_{\hat{\beta}_g} = (1+r)\sigma^2_{\beta_g}$) ค่า $\hat{\rho}$ ที่ได้จะมีความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ ρ น้อยกว่า r ซึ่งจะมีค่าขึ้นอยู่กับ ρ ($\sigma^2_{\beta_g} = f(\rho) = \frac{\rho}{1-\rho}$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มของ ρ) และมีค่าเป็น $\frac{r}{1+(1-r)\sigma^2_{\beta_g}}$ และ $\frac{r}{1+(1+r)\sigma^2_{\beta_g}}$ ตามลำดับ

ดังนั้น หากต้องการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ให้มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r จะสามารถทำได้โดยการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ทางด้านค่าน้อยกว่าค่าจริงไม่เกิน r_1^* และมีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ทางด้านค่ามากกว่าค่าจริงไม่เกิน r_2^* ($-r_1^* \le \frac{s^2_{\hat{\beta}_g} - \sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \le r_2^*$) โดยที่ค่า r_1^* หาได้จาก

$$\frac{r_1^*}{1+(1-r_1^*)\sigma^2_{\beta_g}} = r \tag{3.3.15}$$

$$r_1^* = r\{1+(1-r_1^*)\sigma^2_{\beta_g}\} \tag{3.3.16}$$

$$r_1^*\left(1+r\sigma_{\beta_g}^2\right) = r\left(1+\sigma_{\beta_g}^2\right) \tag{3.3.17}$$

นั่นคือ
$$r_1^* = \frac{r\left(1+\sigma_{\beta_g}^2\right)}{1+r\sigma_{\beta_g}^2} \tag{3.3.18}$$

และค่า r_2^* หาได้จาก

$$\frac{r_2^*}{1+\left(1+r_2^*\right)\sigma_{\beta_g}^2} = r \tag{3.3.19}$$

$$r_2^* = r\left\{1+\left(1+r_2^*\right)\sigma_{\beta_g}^2\right\} \tag{3.3.20}$$

$$r_2^*\left(1-r\sigma_{\beta_g}^2\right) = r\left(1+\sigma_{\beta_g}^2\right) \tag{3.3.21}$$

นั่นคือ
$$r_2^* = \frac{r\left(1+\sigma_{\beta_g}^2\right)}{1-r\sigma_{\beta_g}^2} \tag{3.3.22}$$

แต่เนื่องจาก ρ จะมีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1) ในกรณีที่ต้องการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ให้มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r แต่ $(1+r)\rho$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ช่วงของค่า $\hat{\rho}$ ที่มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r จะต้องเปลี่ยนจาก $(1-r)\rho \le \hat{\rho} \le (1+r)\rho$ เป็น $(1-r)\rho \le \hat{\rho} < 1$ ซึ่งจะได้ช่วงของค่า $s_{\hat{\beta}_g}^2$ จากค่า $\hat{\rho}$ ที่มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r ดังกล่าวเป็น $s_{\hat{\beta}_g}^2 \ge \left(1-r_1^*\right)\sigma_{\beta_g}^2$ ซึ่งสามารถมีค่ามากกว่า $\left(1-r_1^*\right)\sigma_{\beta_g}^2$ ไปได้ไม่จำกัด

พิจารณาเมื่อ
$$(1+r)\rho \ge 1 \tag{3.3.23}$$

จะได้
$$r\rho \ge 1-\rho \tag{3.3.24}$$

ดังนั้น
$$r \ge \frac{1-\rho}{\rho} = \frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2} \tag{3.3.25}$$

นั่นคือ $(1+r)\rho$ จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดให้ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ r มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $\frac{1-\rho}{\rho}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$

ค่า $\sigma_{\beta_g}^2$ และ $\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่า $\sigma^2_{\beta_g}$ และ $\frac{1}{\sigma^2_{\beta_g}}$ เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ

ρ	$\sigma^2_{\beta_g}$	$1/\sigma^2_{\beta_g}$	ρ	$\sigma^2_{\beta_g}$	$1/\sigma^2_{\beta_g}$
0.001	0.001001	999	0.55	1.222222	0.818182
0.005	0.005025	199	0.60	1.5	0.666667
0.01	0.010101	99	0.65	1.857143	0.538462
0.05	0.052632	19	0.70	2.333333	0.428571
0.10	0.111111	9	0.75	3	0.333333
0.15	0.176471	5.666667	0.80	4	0.25
0.20	0.25	4	0.85	5.666667	0.176471
0.25	0.333333	3	0.90	9	0.111111
0.30	0.428571	2.333333	0.95	19	0.052632
0.35	0.538462	1.857143	0.99	99	0.010101
0.40	0.666667	1.5	0.995	199	0.005025
0.45	0.818182	1.222222	0.999	999	0.001001
0.50	1	1			

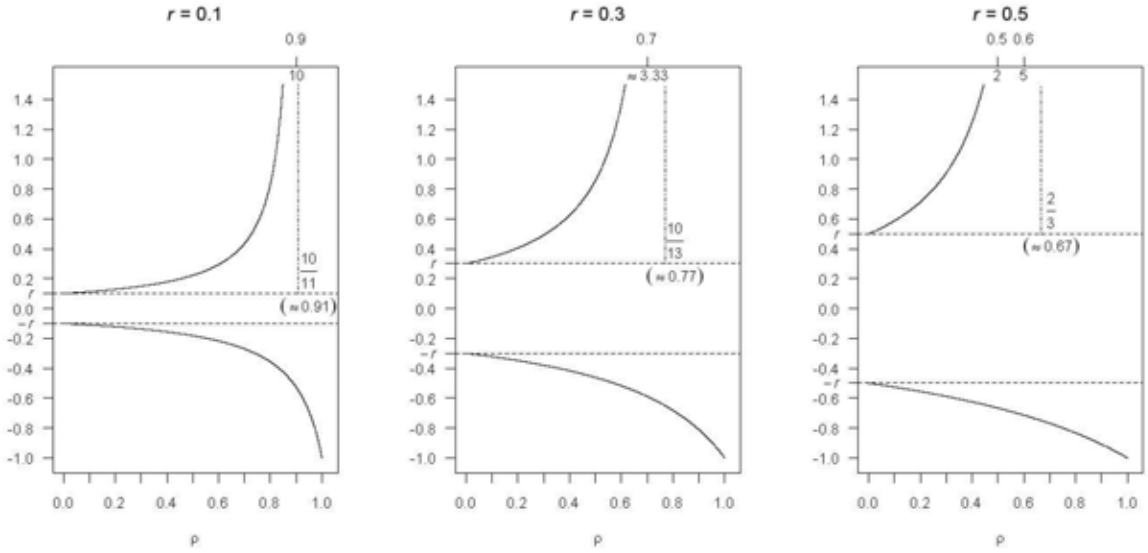
จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่า $\sigma^2_{\beta_g}$ จะมีค่าเพิ่มขึ้น และ $\frac{1}{\sigma^2_{\beta_g}}$ จะมีค่าลดลง เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าค่า $\sigma^2_{\beta_g}$ เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเป็น ρ_0 ใดๆ จะมีค่าเท่ากับค่า $\frac{1}{\sigma^2_{\beta_g}}$ เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเท่ากับ 1 - ρ_0 ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่าง $\sigma^2_{\beta_g}$ และ ρ อยู่ในรูป $\sigma^2_{\beta_g}$ เท่ากับ $\frac{\rho}{1-\rho}$

สรุปได้ว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เมื่อต้องการให้ระดับความแม่นยำในการประมาณ ρ มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ คือ ค่า m_0 ที่ทำให้

$$\begin{cases} G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1+r_2^*)\right]-G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r_1^*)\right]\geq 1-\alpha\,; & r<\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \\ G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r_1^*)\right]\leq \quad \alpha\,; & r\geq\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \end{cases} \tag{3.3.26}$$

เมื่อ $G_{\upsilon}[x]$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสม $P(X \le x)$ โดยที่ X มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองที่มีองศาอิสระ υ และ r_1^* และ r_2^* คำนวณจากค่า r และ $\sigma_{\beta_g}^2$ ตามสูตรในสมการ (3.3.18) และ (3.3.22) ตามลำดับ ซึ่งค่า r_1^* และ r_2^* เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ ρ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r ; r = 0.1, 0.3, 0.5 แสดงในรูปกราฟตามภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ค่า $-r_1^*$ และ r_2^* เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าต่างๆ สำหรับค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ r เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.5



จากภาพที่ 3.1 ซึ่งแสดงค่า $-r_1^*$ และ r_2^* ซึ่งเป็นขอบเขตของค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ($-r_1^* \le \dfrac{s_{\hat{\beta}_g}^2 - \sigma_{\beta_g}^2}{\sigma_{\beta_g}^2} \le r_2^*$) ที่จะทำให้ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ ρ มีค่าเท่ากับ r สำหรับค่าพารามิเตอร์ ρ ใดๆ ในรูปของกราฟจำนวน 3 รูป ในกรณีที่ r มีค่าเป็น 0.1 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ สำหรับค่า r_2^* จะแสดงกราฟเฉพาะกรณีที่ r_2^* มีค่าไม่เกิน 1.5 เนื่องจาก r_2^* จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเข้าใกล้ 1 มากยิ่งขึ้นไปได้ไม่จำกัด และจะไม่พิจารณาค่า r_2^* เมื่อ $\dfrac{1}{\sigma_{\beta_g}^2} \le r$ ซึ่งเป็นกรณีที่ทำให้ $(1+r)\rho$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ซึ่งในกรณีดังกล่าวจะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่า m_0 ที่ทำให้ $G_{m_0-1}[(m_0-1)(1-r_1^*)]$ มีค่าไม่เกิน α โดยในภาพจะแสดงค่า r_2^* ที่มากกว่า 1.5 สำหรับค่าพารามิเตอร์ ρ ที่มีค่าเป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่งเป็นตัวเลขทางด้านบนของรูปในตำแหน่งของค่า ρ นั้น และจะแสดงค่า ρ ที่ทำให้

$\frac{1-\rho}{\rho}$ ซึ่งเท่ากับ $\frac{1}{\sigma^2_{\beta_g}}$ เท่ากับ r ซึ่งจะได้ $(1+r)\rho$ เท่ากับ 1 พร้อมทั้งลากเส้นตั้งฉากกับเส้นของค่า r ซึ่งลากขนานกับแกนนอนในตำแหน่งของค่า ρ นั้น ซึ่งจะไม่พิจารณาค่า r_2^* สำหรับค่าพารามิเตอร์ ρ ใดๆ ที่มีค่าเกินกว่าค่า ρ นั้น

จากภาพจะเห็นได้ว่า ไม่ว่าค่าพารามิเตอร์ ρ และค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ r ที่ต้องการควบคุมจะมีค่าเป็นเท่าใด ค่า r_1^* และ r_2^* จะมีค่ามากกว่า r เสมอ และจะมีความแตกต่างจากค่า r มากยิ่งขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเข้าใกล้ 1 มากยิ่งขึ้น นั่นคือ การควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ ρ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r จะให้ขอบเขตความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่มากกว่า r เสมอ และขอบเขตความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ จะมีค่ามากกว่า r มากยิ่งขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเข้าใกล้ 1 มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเมื่อต้องการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างเมื่อต้องการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในระดับเดียวกัน และหากพารามิเตอร์ ρ มีค่าเข้าใกล้ 1 มากยิ่งขึ้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอที่จะทำให้ระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณ ρ อยู่ในระดับเดียวกันนั้นก็จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ

สำหรับสูตรในการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ เนื่องจากจะต้องควบคุมโดยใช้การควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ และปรับค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ r ในการประมาณ ρ ให้เป็นค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ทางด้านน้อยกว่าค่าจริง และทางด้านมากกว่าค่าจริงที่แตกต่างกันและมีค่าเป็น r_1^* และ r_2^* ตามลำดับ ($-r_1^* \le \frac{s^2_{\hat{\beta}_g} - \sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \le r_2^*$) จึงจำเป็นต้องมีการปรับสูตรในการคำนวณใหม่จากสูตรในการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณค่าความแปรปรวนประชากรเมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ ดังนี้

เมื่อต้องการควบคุมให้ค่า $\hat{\rho}$ มีความถูกต้องในการประมาณค่า ρ โดยกำหนดระดับความแม่นยำให้มีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ จะสามารถเขียนอสมการของขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดได้เป็น

$$P\left(\frac{|\hat{\rho}-\rho|}{\rho}\le r\right)\ge 1-\alpha \qquad (3.3.27)$$

ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ $s^2_{\hat{\beta}_g}$ และ $\sigma^2_{\beta_g}$ ได้เป็น

$$\begin{cases} P\left(-r_1^* \le \dfrac{s^2_{\hat{\beta}_g}-\sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \le r_2^*\right)\ge 1-\alpha;\ \ r<\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \\ P\left(\dfrac{s^2_{\hat{\beta}_g}-\sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \ge -r_1^*\right)\ge 1-\alpha;\ \ r\ge\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \end{cases} \qquad (3.3.28)$$

จากสมการ (2.3.9)

$$P\left(\frac{|S^2-\sigma^2|}{\sigma^2}\le r\right) \approx P\left(-r\sqrt{\frac{n-1}{2}}\le Z\le r\sqrt{\frac{n-1}{2}}\right)$$

จะได้

$$P\left(-r_1^* \le \frac{s^2_{\hat{\beta}_g}-\sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \le r_2^*\right) \approx P\left(-r_1^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\le Z\le r_2^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\right)$$

$$= \Phi\left(r_2^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\right)-\Phi\left(-r_1^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\right) \qquad (3.3.29)$$

และ $$P\left(\frac{s^2_{\hat{\beta}_g}-\sigma^2_{\beta_g}}{\sigma^2_{\beta_g}} \ge -r_1^*\right) \approx P\left(Z\ge -r_1^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\right)$$

$$= 1-\Phi\left(-r_1^*\sqrt{\frac{m-1}{2}}\right) \qquad (3.3.30)$$

โดยผลจากสมการ (3.3.29) และ (3.3.30) จะสามารถเปลี่ยนอสมการ (3.3.28) ให้อยู่ในเทอมของค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ได้เป็น

$$\begin{cases} \Phi\left(r_2^*\sqrt{\frac{m_0-1}{2}}\right)-\Phi\left(-r_1^*\sqrt{\frac{m_0-1}{2}}\right)\geq 1-\alpha; \;\; r<\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2} \\ \Phi\left(-r_1^*\sqrt{\frac{m_0-1}{2}}\right)\leq \quad \alpha; \;\; r\geq\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2} \end{cases} \tag{3.3.31}$$

จะเห็นว่า ในกรณีที่ $r<\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ จะไม่สามารถจัดรูปอสมการที่สามารถหาค่า m_0 ให้อยู่ในรูปสูตรคำนวณอย่างง่ายได้ จึงควรใช้สูตรที่คำนวณจากการแจกแจงแบบไคกำลังสอง ซึ่งจะได้ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่า m_0 ที่ทำให้ $G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1+r_2^*)\right]-G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r_1^*)\right]\geq 1-\alpha$ เนื่องจากเป็นค่าที่ได้จากการแจกแจงตามทฤษฎีโดยตรงจึงเป็นค่าที่มีความถูกต้องมากกว่า ส่วนในกรณีที่ $r\geq\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ จะสามารถจัดรูปอสมการใหม่ได้เป็น

$$-r_1^*\sqrt{\frac{m_0-1}{2}}\leq z_\alpha \tag{3.3.32}$$

ดังนั้น สูตรในการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 เพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ โดยที่ $r\geq\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ เป็นดังนี้

$$m_0\geq\left\{2\times\left(\frac{z_\alpha}{r_1^*}\right)^2\right\}+1 \tag{3.3.33}$$

ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดความผิดพลาดที่ต้องการควบคุมมีค่าลดลง หรือระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการควบคุมมีค่าเพิ่มมากขึ้น หรือค่า ρ (ซึ่งเมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้ขอบเขตความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ (r_1^* และ r_2^*) มีค่ามากกว่า r มากยิ่งขึ้น) มีค่าลดลง ซึ่งค่าที่คำนวณได้จากสูตรตามอสมการ (3.3.26) และ (3.3.31) (ซึ่งในกรณีที่ $r\geq\frac{1}{\sigma_{\beta_g}^2}$ จะสามารถคำนวณโดยใช้สูตรตามอสมการ (3.3.33) แทนอสมการ (3.3.31) ได้) จะมีค่าใกล้เคียงกัน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอเมื่อต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r ; r = 0.1, 0.2, 0.3, ..., 0.9 และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99 แสดงในตารางที่ 3.4 โดยแสดงค่าที่

คำนวณจากการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (อสมการ (3.3.26)) และค่าโดยประมาณที่คำนวณจากการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานโดยอาศัยสมบัติการแจกแจงเชิงกำกับ (อสมการ (3.3.31) และ (3.3.33)) ไว้ด้านหน้า และด้านในวงเล็บตามลำดับ

ตารางที่ 3.4 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง m_0 ที่เพียงพอซึ่งคำนวณได้จากการแจกแจงแบบไคกำลังสองและการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน เมื่อ ρ มีค่าเป็น 0.1 0.5 และ 0.9 และต้องการควบคุมระดับความแม่นยำในการประมาณ ρ ให้มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกิน r และระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า 0.90 0.95 และ 0.99

m_0 จาก χ^2 dist. (m_0 จาก std.normal dist.)

r	ρ = 0.1			ρ = 0.5			ρ = 0.9		
	0.90	0.95	0.99	0.90	0.95	0.99	0.90	0.95	0.99
0.1	439 (440)	622 (624)	1,076 (1,077)	137 (138)	194 (197)	335 (349)	11 (13)	16 (21)	28 (41)
0.2	110 (111)	156 (157)	270 (271)	35 (36)	50 (53)	86 (100)	6 (8)	8 (12)	13 (23)
0.3	49 (50)	69 (71)	120 (122)	17 (18)	23 (27)	40 (52)	4 (6)	6 (10)	9 (18)
0.4	28 (29)	39 (41)	68 (69)	10 (12)	14 (18)	23 (35)	4 (6)	5 (9)	7 (16)
0.5	18 (19)	25 (27)	44 (45)	7 (9)	9 (14)	16 (26)	3 (5)	4 (8)	6 (15)
0.6	12 (14)	17 (19)	31 (32)	5 (7)	7 (11)	11 (21)	3 (5)	4 (8)	5 (14)
0.7	9 (10)	13 (14)	23 (24)	4 (6)	5 (9)	8 (17)	3 (5)	3 (7)	5 (13)
0.8	7 (8)	10 (11)	18 (19)	4 (6)	4 (8)	7 (15)	3 (5)	3 (7)	4 (13)
0.9	5 (7)	8 (9)	15 (15)	3 (5)	4 (8)	5 (14)	2 (5)	3 (7)	4 (13)

กรณีที่ไม่ทราบค่า ρ จะคำนวณโดยใช้ค่า ρ ต่ำสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งจะให้ค่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากที่สุดสามารถทำให้ $\hat{\rho}$ มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ในการประมาณ ρ ไม่เกิน r ด้วยระดับความน่าเชื่อถือไม่น้อยกว่า $1-\alpha$ ตามที่ต้องการได้สำหรับค่า ρ ใดๆ ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าค่า ρ ที่กำหนดในสูตร

3.4 การจำลองข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม R ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า คือ 0 และ 1 และมีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร ซึ่งกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน โดยที่มีค่าพารามิเตอร์ β_1 เท่ากับ -5 และมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มซึ่งมีขนาดเท่ากันทุกกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบเป็นไปตามสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา จำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จำนวน 5,000 รอบ การจำลองข้อมูลแต่ละรอบมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบให้มีค่าเป็นไปตามสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

2) หากเป็นการจำลองข้อมูลตามสถานการณ์ที่กำหนดในขั้นตอน 1) เป็นครั้งแรก จะจำลองข้อมูลตัวแปรอิสระ $X_{g,i}$; g = 1, 2, ..., m, i = 1, 2, ..., n ให้มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน ซึ่งจะใช้ข้อมูลตัวแปรอิสระ $X_{g,i}$ ชุดเดียวกันนี้ในทุกรอบของการทำซ้ำภายใต้สถานการณ์เดียวกัน

3) จำลองตัวแปรเกาซ์เซียนคอพพูลา หรือตัวแปรที่ไม่ครบถ้วนสำหรับกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม Z_g; g = 1, 2, ..., m ให้มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

4) จำลองค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม $\varepsilon_{g,i}$; g = 1, 2, ..., m, i = 1, 2, ..., n ให้มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

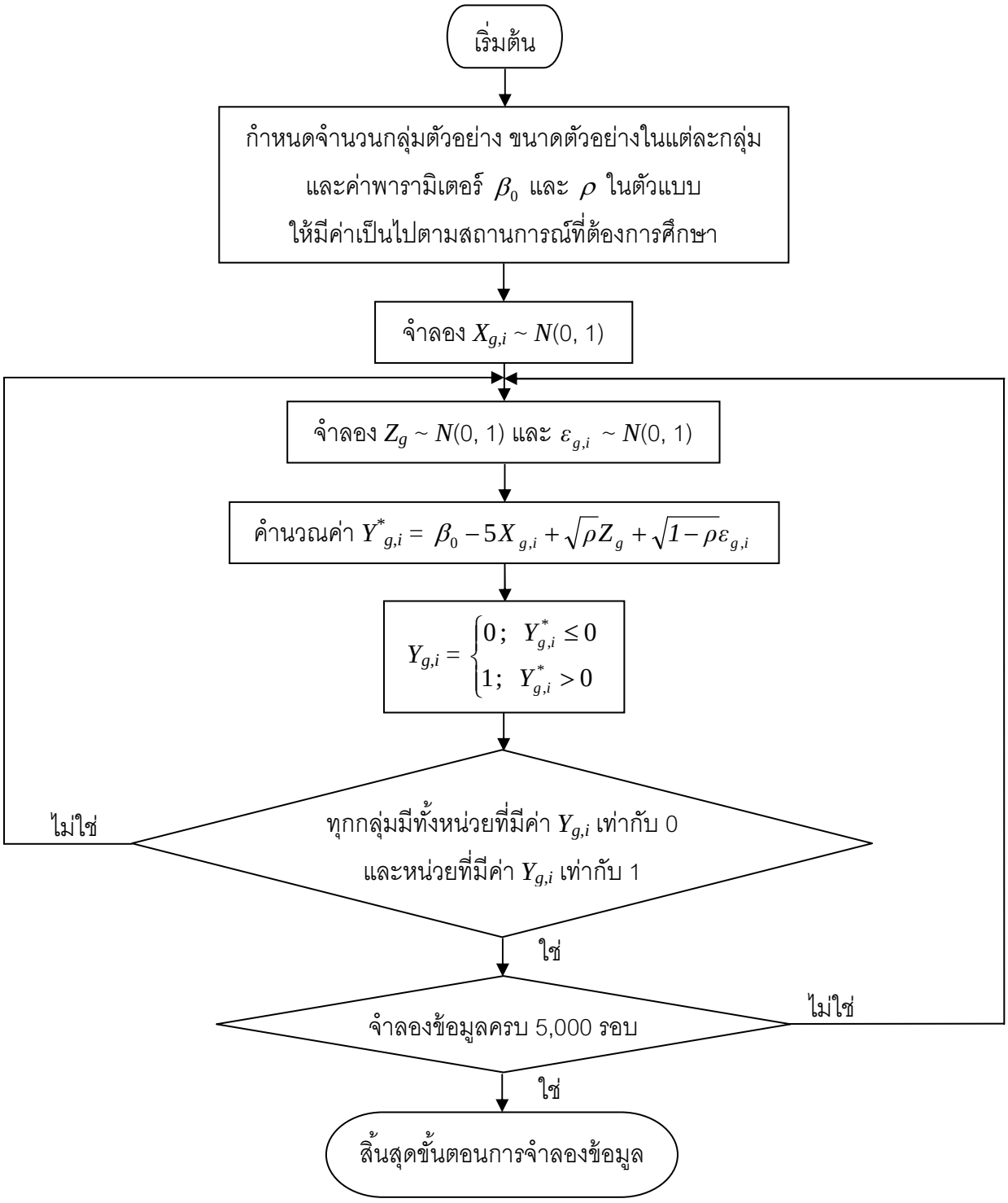
5) คำนวณค่า $Y^*_{g,i} = \beta_0 - 5X_{g,i} + \sqrt{\rho}Z_g + \sqrt{1-\rho}\varepsilon_{g,i}$; g = 1, 2, ..., m, i = 1, 2, ..., n

6) กำหนดตัวแปรตาม $Y_{g,i}$ ให้มีค่าเท่ากับ 0 หาก $Y^*_{g,i}$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 และให้มีค่าเท่ากับ 1 หาก $Y^*_{g,i}$ มีค่ามากกว่า 0

7) ตรวจสอบข้อมูลที่จำลองได้ว่ามีข้อมูลกลุ่มใดที่มีค่าของตัวแปรตาม $Y_{g,i}$; i = 1, 2, ..., n เท่ากับ 0 หรือเท่ากับ 1 เหมือนกันทั้งกลุ่มหรือไม่ หากพบว่ามีกลุ่มที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 0 หรือเท่ากับ 1 เหมือนกันทั้งกลุ่ม จะกลับไปทำในขั้นตอน 3) ถึง 6) ใหม่ (ตามข้อตกลงเบื้องต้น 1.4.1)

จากขั้นตอนในการจำลองข้อมูลข้างต้น สามารถแสดงเป็นแผนผังการดำเนินงานได้ดังนี้

แผนผังที่ 2 ขั้นตอนในการจำลองข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย



3.5 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, …, m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*)

เมื่อจำลองข้อมูลได้ตามกรณีที่ต้องการศึกษา จะใช้ข้อมูลตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรจำแนกกลุ่ม (g) มาประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแบบโพรบิทที่ไม่มีค่าคงที่ด้วยวิธีประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$) และค่าประมาณพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ ($\hat{\beta}_1^*$) จากค่าประมาณพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ความถดถอยสำหรับแต่ละค่าของตัวแปรจำแนกกลุ่ม และค่าประมาณพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรอิสระ ตามลำดับ

3.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ย (β_0^*) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่ม ($\sigma_{\beta_g}^2$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ)

หลังจากคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, …, m) ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแบบโพรบิทที่ไม่มีค่าคงที่ จะนำค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าประมาณของ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ตามสูตรในสมการ (3.3.5) (3.3.7) และ (3.3.10) ตามลำดับ

3.7 การคำนวณค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (ค่าความเอนเอียงและค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง)

เมื่อทำการจำลองข้อมูล คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$; g = 1, 2, …, m) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาของตัวแปรอิสระ (β_1^*) และประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ซ้ำจนครบจำนวน 5,000 รอบ จะนำค่าประมาณที่ประมาณได้มาคำนวณค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งจะพิจารณาประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และ β_1^* โดยพิจารณาจากค่าความเอนเอียง (Bias) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ซึ่งจะนำเสนอไว้ในภาคผนวก เนื่องจากไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้โดยตรง

3.8 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ

ให้ δ_τ เป็นค่าจำนวนจริงบวกที่น้อยที่สุดที่ทำให้

$$P\left(\left|\hat{\theta}-\theta\right| \le \delta_\tau\right) \ge \tau \tag{3.8.1}$$

หรือ

$$P\left(\frac{\left|\hat{\theta}-\theta\right|}{\theta} \le \delta_\tau\right) \ge \tau \tag{3.8.2}$$

ภายใต้สมมติฐาน $\hat{\theta}$ มีการแจกแจงเป็นไปตามทฤษฎี

เมื่อ θ เป็นค่าพารามิเตอร์ และ $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณของ θ

สำหรับกรณีที่ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ θ นิยามอยู่ในรูปความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์หรือความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ตามลำดับ จะเรียก δ_τ ว่า *ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ* τ *ในการประมาณ* θ

และจะเรียก $[\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}]$ ว่าเป็น *ช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ* τ *ในการประมาณ* θ เมื่อ $[\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}]$ นิยามดังนี้

$$[\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}] = \left[\theta-\delta_\tau, \theta+\delta_\tau\right] \cap \omega_{\hat{\theta}} \tag{3.8.3}$$

เมื่อ $\omega_{\hat{\theta}}$ เป็นปริภูมิของตัวประมาณ (Estimator Space) $\hat{\theta}$ และ δ_τ นิยามตามอสมการ (3.8.1)

หรือ

$$[\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}] = \left[(1-\delta_\tau)\theta, (1+\delta_\tau)\theta\right] \cap \omega_{\hat{\theta}} \tag{3.8.4}$$

เมื่อ $\omega_{\hat{\theta}}$ เป็นปริภูมิของตัวประมาณ (Estimator Space) $\hat{\theta}$ และ δ_τ นิยามตามอสมการ (3.8.2)

การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จะใช้สูตรในการคำนวณที่แตกต่างกันดังนี้

3.8.1 *ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณ* β_0^*

จากสูตรในการกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* ซึ่งอยู่ในรูป $m_0 \ge \left(\frac{z_{\alpha/2}}{e}\right)^2 \frac{\rho}{1-\rho}$ (อสมการ (3.3.6)) เมื่อข้อมูลมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m กลุ่ม และ

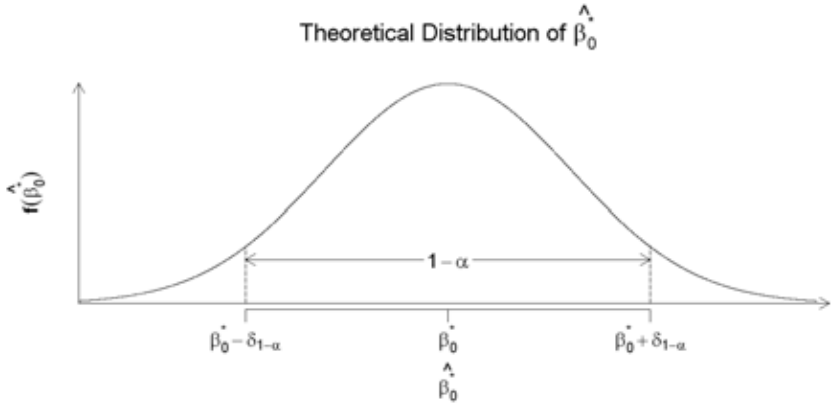
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่มเท่ากับ ρ จะได้ว่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ β_0^* คือ ค่า e_0 ที่น้อยที่สุดที่ทำให้

$$m \geq \left(\frac{z_{\alpha/2}}{e_0}\right)^2 \frac{\rho}{1-\rho} \tag{3.8.5}$$

นั่นคือ

$$\delta_{1-\alpha} = \left|z_{\alpha/2}\right| \sqrt{\frac{\rho}{m(1-\rho)}} \tag{3.8.6}$$

ภาพที่ 3.2 แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ β_0^*

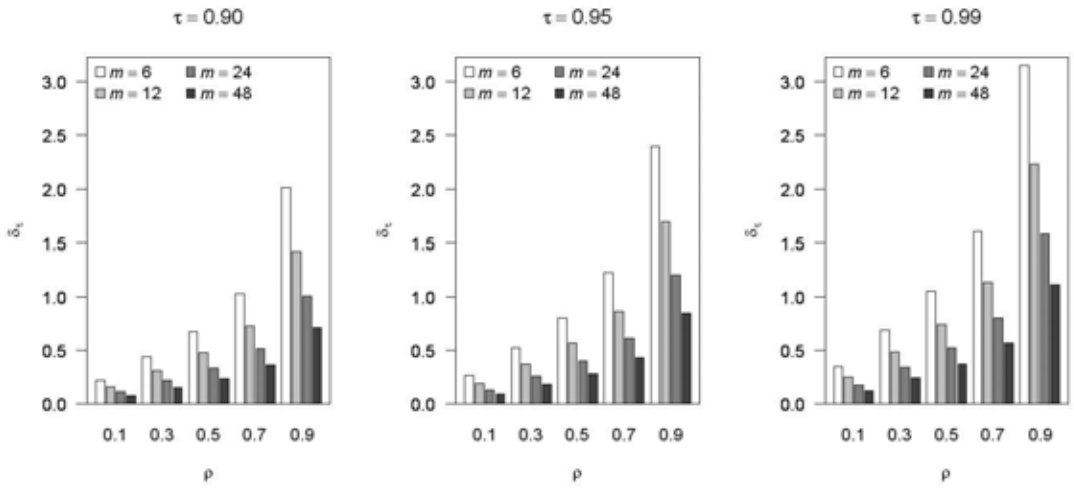


ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาต่างๆ ที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งจะศึกษาในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) มีค่าแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ β_0^* ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

ρ	m = 6			m = 12			m = 24			m = 48		
	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$
0.1	0.2238	0.2667	0.3505	0.1583	0.1886	0.2479	0.1119	0.1334	0.1753	0.0791	0.0943	0.1239
0.3	0.4396	0.5238	0.6884	0.3108	0.3704	0.4868	0.2198	0.2619	0.3442	0.1554	0.1852	0.2434
0.5	0.6715	0.8002	1.0516	0.4748	0.5658	0.7436	0.3358	0.4001	0.5258	0.2374	0.2829	0.3718
0.7	1.0257	1.2223	1.6063	0.7253	0.8643	1.1358	0.5129	0.6111	0.8032	0.3627	0.4321	0.5679
0.9	2.0145	2.4005	3.1547	1.4245	1.6974	2.2307	1.0073	1.2002	1.5774	0.7122	0.8487	1.1154

ภาพที่ 3.3 ค่า δ_τ ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

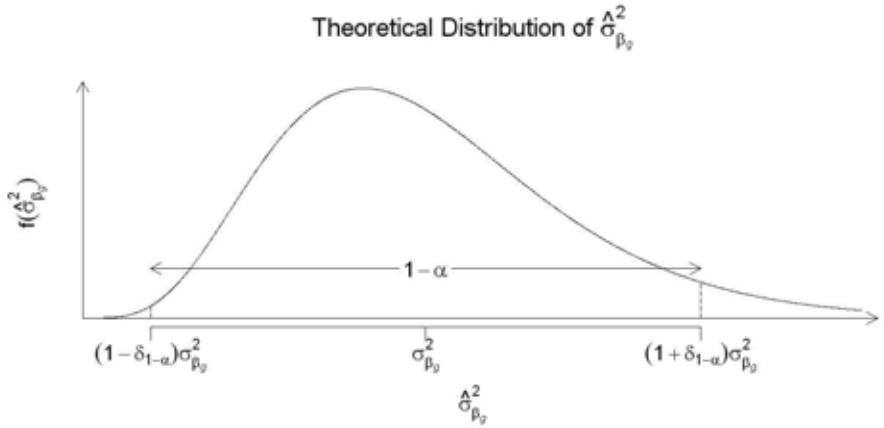


3.8.2 *ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณ* $\sigma_{\beta_g}^2$

จากสูตรในการกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่า m_0 ที่ทำให้ $G_{m_0-1}[(m_0-1)(1+r)]-G_{m_0-1}[(m_0-1)(1-r)] \geq 1-\alpha$ (อสมการ (3.3.8)) เมื่อข้อมูลมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m กลุ่ม จะได้ว่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ คือ ค่า r_0 ที่น้อยที่สุดที่ทำให้

$$G_{m-1}[(m-1)(1+r_0)]-G_{m-1}[(m-1)(1-r_0)] \geq 1-\alpha \qquad (3.8.7)$$

ภาพที่ 3.4 แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$



ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์สามารถมีค่าเป็นจำนวนจริงบวกใดๆ แต่เนื่องจาก $s^2_{\hat{\beta}_g}$ และ $\sigma^2_{\beta_g}$ จะเป็นค่าที่มากกว่า 0 เสมอ ทำให้ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ สามารถมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ได้เฉพาะในกรณีที่ค่าประมาณมีค่าสูงกว่าค่าจริงของ $\sigma^2_{\beta_g}$ นอกจากนี้โดยทั่วไปในการควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ผู้วิจัยจะต้องการควบคุมให้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย ในงานวิจัยนี้จึงสนใจพิจารณาเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่มีค่าน้อยกว่า 1 และเนื่องจากการหาค่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่แท้จริงซึ่งจะได้ $\delta_{1-\alpha}$ เท่ากับค่า r_0 ที่ทำให้ $G_{m-1}[(m-1)(1+r_0)]-G_{m-1}[(m-1)(1-r_0)]=1-\alpha$ ค่อนข้างจะทำได้ยาก ในงานวิจัยนี้จึงจะพิจารณาเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่เป็นเลขทศนิยมไม่เกิน 4 ตำแหน่ง โดยจะใช้ค่า r_0 ที่เป็นเลขทศนิยมไม่เกิน 4 ตำแหน่งที่น้อยที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ที่ทำให้อสมการ (3.8.7) เป็นจริงเป็นค่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$

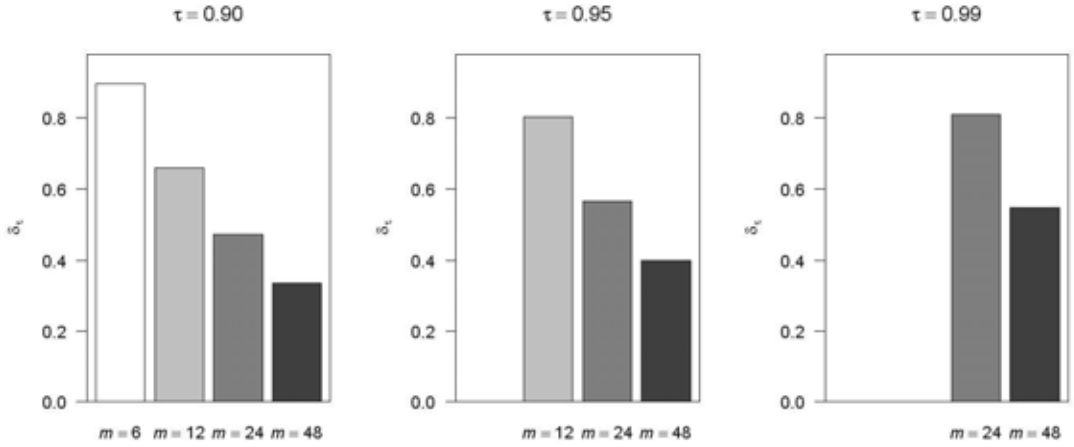
ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ของกรณีศึกษาต่างๆ ที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งจะศึกษาในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 แสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่า $\delta_{0.90}$ $\delta_{0.95}$ และ $\delta_{0.99}$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

m = 6			m = 12			m = 24			m = 48		
$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$*	$\delta_{0.99}$*	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$*	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\delta_{0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\delta_{0.99}$
0.8961	-	-	0.6578	0.8024	-	0.4708	0.5652	0.8105	0.3345	0.3998	0.5462

* สำหรับกรณี m = 6 และ m = 12 ซึ่งจะได้ $G_5[10]$ และ $G_{11}[22]$ ประมาณ 0.92 และ 0.98 ตามลำดับ ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 0.95 และ 0.99 ในกรณี m = 6 และค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 0.99 ในกรณี m = 12 เป็นค่าที่มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งจะไม่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ จึงได้แสดงค่าเป็น " - " ไว้ในตารางสำหรับกรณีดังกล่าว

ภาพที่ 3.5 ค่า δ_τ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย



3.8.3 *ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในการประมาณ* ρ

จากสูตรในการกำหนดจำนวนกลุ่มเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่า m_0 ที่ทำให้

$$\begin{cases} G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1+r_2^*)\right]-G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r_1^*)\right]\geq 1-\alpha\,; & r<\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \\ G_{m_0-1}\left[(m_0-1)(1-r_1^*)\right]\leq \quad \alpha\,; & r\geq\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \end{cases} \quad \text{(อสมการ (3.3.26))}$$

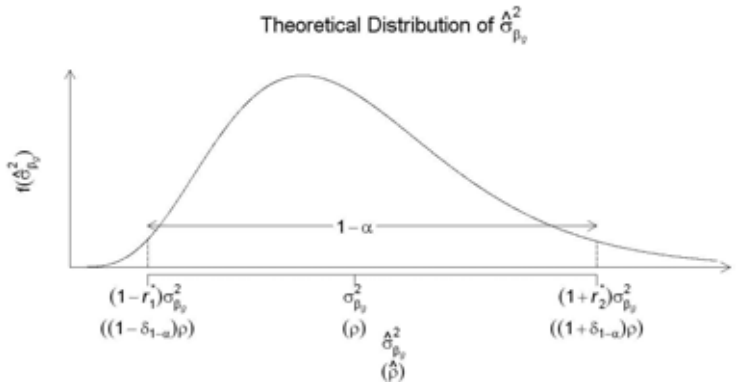
เมื่อข้อมูลมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง m กลุ่ม จะได้ว่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ ρ คือ ค่า r_0 ที่น้อยที่สุดที่ทำให้

$$\begin{cases} G_{m-1}\left[(m-1)(1+r_2^*)\right]-G_{m-1}\left[(m-1)(1-r_1^*)\right]\geq 1-\alpha\,; & r_0<\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \\ G_{m-1}\left[(m-1)(1-r_1^*)\right]\leq \quad \alpha\,; & r_0\geq\dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \end{cases} \quad (3.8.8)$$

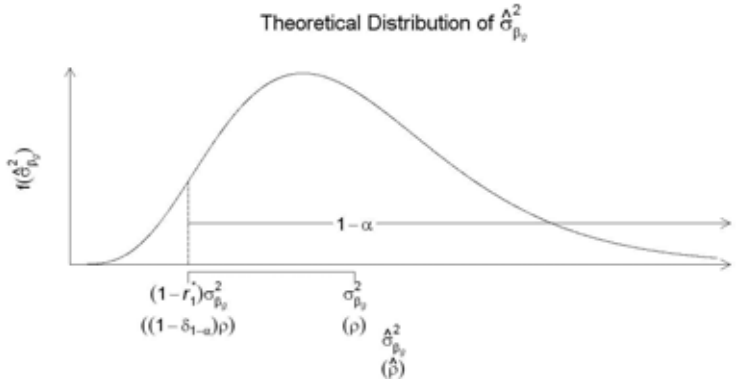
เมื่อ $r_1^* = \dfrac{r_0\left(1+\sigma^2_{\beta_g}\right)}{1+r_0\sigma^2_{\beta_g}}$ และ $r_2^* = \dfrac{r_0\left(1+\sigma^2_{\beta_g}\right)}{1-r_0\sigma^2_{\beta_g}}$

ภาพที่ 3.6 แสดงความหมายของ $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ ρ

ก. กรณี $(1+\delta_{1-\alpha})\rho<1$



ข. กรณี $(1+\delta_{1-\alpha})\rho\geq 1$



เช่นเดียวกันกับในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ในการหาค่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ ρ ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่เป็นเลขทศนิยมไม่เกิน 4 ตำแหน่ง โดยจะใช้ค่า r_0 ที่เป็นเลขทศนิยมไม่เกิน 4 ตำแหน่งที่น้อยที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ที่ทำให้อสมการ (3.8.8) เป็นจริงเป็นค่า $\delta_{1-\alpha}$ ในการประมาณ ρ

ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ และค่า $r^*_{1,\tau}$ และ $r^*_{2,\tau}$ ซึ่งเป็นค่า r_1^* และ r_2^* ที่แทนในสูตรตามอสมการ (3.8.8) สำหรับค่า δ_τ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาต่างๆ ที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งจะศึกษาในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) มีค่าแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ρ) มีค่าแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 แสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ และค่า $r_{1,\tau}^*$ และ $r_{2,\tau}^*$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

m	ρ	0.90			0.95			0.99		
		$\delta_{0.90}$	$r_{1,0.90}^*$	$r_{2,0.90}^*$	$\delta_{0.95}$	$r_{1,0.95}^*$	$r_{2,0.95}^*$	$\delta_{0.99}$	$r_{1,0.99}^*$	$r_{2,0.99}^*$
6	0.1	0.8190	0.834097	1.001100	0.9759	0.978258	1.216211	- *	- *	- *
	0.3	0.6734	0.746547	1.352263	0.7671	0.824723	1.632579	0.9154	0.939238	2.151958
	0.5	0.5256	0.689040	2.215852	0.6288	0.772102	3.387931	0.8005	0.889197	8.025063
	0.7	0.3871	0.677969	13.334482	0.5024	0.770931		0.7065	0.889183	
	0.9	0.1739	0.677946		0.2518	0.770926		0.4451	0.889151	
12	0.1	0.5961	0.621190	0.709314	0.7056	0.727003	0.850694	0.9984	0.998560	1.247750
	0.3	0.4750	0.563798	0.852018	0.5549	0.640415	1.040054	0.6966	0.766353	1.418679
	0.5	0.3528	0.521585	1.090235	0.4229	0.594420	1.465604	0.5658	0.722698	2.606172
	0.7	0.2284	0.496651	1.630031	0.2965	0.584179	3.207139	0.4385	0.722465	
	0.9	0.0886	0.492934	4.373149	0.1232	0.584219		0.2066	0.722529	
24	0.1	0.4251	0.451030	0.495749	0.5047	0.531000	0.594093	0.6805	0.702960	0.817958
	0.3	0.3344	0.417833	0.557631	0.3948	0.482381	0.678864	0.5075	0.595483	0.926518
	0.5	0.2433	0.391378	0.643055	0.2908	0.450573	0.820079	0.3887	0.559804	1.271716
	0.7	0.1504	0.371101	0.772391	0.1869	0.433814	1.104806	0.2737	0.556765	2.524675
	0.9	0.0529	0.358377	1.009735	0.0704	0.430950	1.921397	0.1116	0.556775	
48	0.1	0.3015	0.324141	0.346611	0.3586	0.383177	0.414979	0.4761	0.502422	0.558547
	0.3	0.2358	0.305940	0.374726	0.2797	0.356801	0.453992	0.3637	0.449506	0.615512
	0.5	0.1700	0.290598	0.409639	0.2028	0.337213	0.508781	0.2691	0.424080	0.736352
	0.7	0.1033	0.277457	0.453687	0.1255	0.323579	0.591563	0.1767	0.417050	1.002212
	0.9	0.0352	0.267315	0.515222	0.0441	0.315699	0.731222	0.0667	0.416797	1.668752

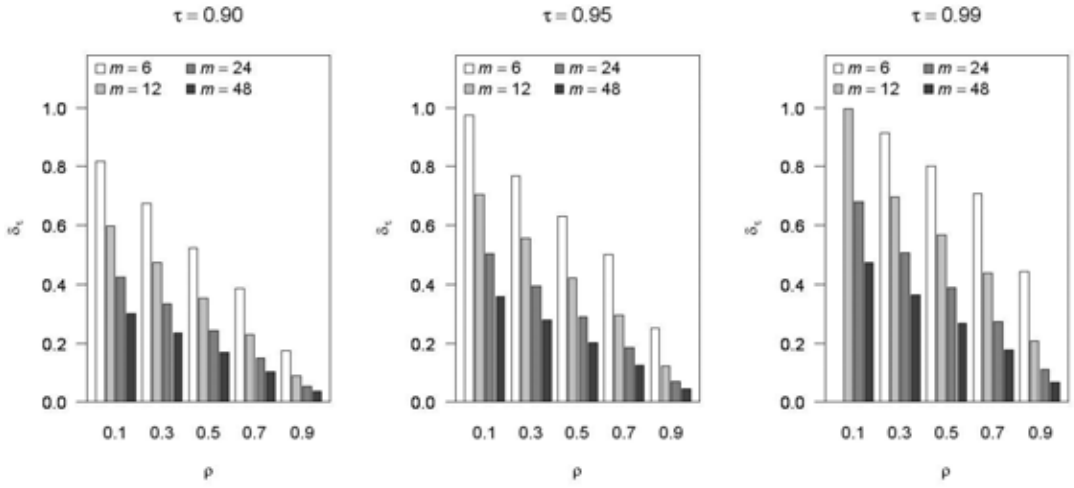
* สำหรับกรณี m = 6 และ ρ = 0.1 เมื่อให้ r_0 = 1 จะได้ r_1^* = 1 และ r_2^* = 1.25

ซึ่งจะได้ $G_5[5(1 + r_2^*)]$-$G_5[5(1 - r_1^*)]$ = $G_5[11.25]$ มีค่าประมาณ 0.953

ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ 0.99 ในกรณี m = 6 และ ρ = 0.1 เป็นค่าที่มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งจะไม่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ จึงได้แสดงค่าเป็น " - " ไว้ในตารางสำหรับกรณีดังกล่าว

กรณีที่ $(1+\delta_\tau)\rho \geq 1$ ค่าขอบบนของช่วงของ $\hat{\rho}$ จะเท่ากับ 1 ซึ่งจะไม่มีค่าขอบบนของช่วงของ $\hat{\sigma}_{\beta_g}^2$ ทำให้ r_2^* ไม่มีค่า จึงได้แรเงาทึบสำหรับกรณีดังกล่าว

ภาพที่ 3.7 ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย



3.9 การคำนวณสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ

ในแต่ละสถานการณ์ที่ทำการศึกษาจะคำนวณค่าสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณของ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จากการทำซ้ำ 5,000 รอบมีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริงไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ (δ_τ) ซึ่งทำได้โดยการหาค่าสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณของจะมีค่าอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ β_0^* ([$\hat{\beta}_{0\,l,\tau}^*, \hat{\beta}_{0\,u,\tau}^*$]) ที่หาได้จากสูตรตามสมการ (3.8.3) และช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ([$\hat{\sigma}_{\beta_g\,l,\tau}^2, \hat{\sigma}_{\beta_g\,u,\tau}^2$] และ [$\hat{\rho}_{l,\tau}, \hat{\rho}_{u,\tau}$]) ที่หาได้จากสูตรตามสมการ (3.8.4) ได้ดังนี้

$$[\,\hat{\beta}_{0\,l,\tau}^*, \hat{\beta}_{0\,u,\tau}^*\,] = \left[\beta_0^* - \delta_\tau, \beta_0^* + \delta_\tau\right] \tag{3.9.1}$$

$$[\,\hat{\sigma}_{\beta_g\,l,\tau}^2, \hat{\sigma}_{\beta_g\,u,\tau}^2\,] = [\,(1-\delta_\tau)\sigma_{\beta_g}^2, (1+\delta_\tau)\sigma_{\beta_g}^2\,] \cap \Re^+$$

$$= [\,\max\{(1-\delta_\tau)\sigma_{\beta_g}^2, 0\}, (1+\delta_\tau)\sigma_{\beta_g}^2\,] - \{0\} \tag{3.9.2}$$

$$[\,\hat{\rho}_{l,\tau}, \hat{\rho}_{u,\tau}\,] = \left[(1-\delta_\tau)\rho, (1+\delta_\tau)\rho\right] \cap (0,\ 1)$$

$$= \left[\max\{(1-\delta_\tau)\rho, 0\}, \min\{(1+\delta_\tau)\rho, 1\}\right] - \{0,1\} \tag{3.9.3}$$

เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่มีค่าน้อยกว่า 1 ค่า $(1-\delta_\tau)\sigma^2_{\beta_g}$ และ $(1-\delta_\tau)\rho$ จะมีค่ามากกว่า 0 เสมอ ทำให้ช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ และ ρ จะอยู่ในรูป

$$[\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,\tau}, \hat{\sigma}^2_{\beta_g u,\tau}] = [(1-\delta_\tau)\sigma^2_{\beta_g}, (1+\delta_\tau)\sigma^2_{\beta_g}] \tag{3.9.4}$$

$$[\hat{\rho}_{l,\tau}, \hat{\rho}_{u,\tau}] = \begin{cases} [(1-\delta_\tau)\rho, (1+\delta_\tau)\rho]; & \delta_\tau < \dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \\ [(1-\delta_\tau)\rho, 1); & \delta_\tau \geq \dfrac{1}{\sigma^2_{\beta_g}} \end{cases} \tag{3.9.5}$$

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอจะขอเรียกค่าประมาณที่มีค่าอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีว่า *ค่าประมาณที่ยอมรับได้*

ในการคำนวณสัดส่วนของจำนวนรอบที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือจะคำนวณได้จากสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้จากค่าประมาณทั้งหมดที่ได้จากการทำซ้ำ 5,000 รอบ กำหนดสัญลักษณ์เป็น $p([\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}])$ และมีสูตรในการคำนวณเป็นดังนี้

$$p([\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}]) = \frac{1}{5000}\sum_{i=1}^{5000} I_{[\hat{\theta}_{l,\tau}, \hat{\theta}_{u,\tau}]}(\hat{\theta}_i) \tag{3.9.6}$$

เมื่อ θ แทนพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma^2_{\beta_g}$ หรือ ρ

และ $\hat{\theta}_i$ แทนค่าประมาณของ θ ที่ประมาณได้จากการทำซ้ำในรอบที่ i

โดยที่ $I_A(x)$ คือ ฟังก์ชันบ่งชี้ (Indicator Function) ซึ่งนิยามโดย $I_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in A \\ 0; & x \notin A \end{cases}$

ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้เป็นค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเปรียบเทียบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง หากในสถานการณ์ใดได้ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ใกล้เคียงกับระดับความน่าเชื่อถือ τ มาก จะถือได้ว่าในสถานการณ์นั้นได้ค่าประมาณที่มีความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือนั้นมาก

3.10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณพารามิเตอร์ และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง

เมื่อทำการศึกษาจนครบทุกกรณีศึกษาตามที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินการวิจัยสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1 จะนำค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในสถานการณ์ต่างๆ มาเปรียบเทียบกันว่าในแต่ละสถานการณ์ที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ที่แตกต่างกันจะมีประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไร

นอกจากนี้จะนำค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในสถานการณ์ต่างๆ มาทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม (Binomial Test) เพื่อสรุปผลว่าค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้กับระดับความน่าเชื่อถือมีความใกล้เคียงกันมากพอที่จะยอมรับได้ว่าค่าประมาณที่ได้มีความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างหรือไม่ ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบเป็นดังนี้

H_0: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีเป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ (ความคลาดเคลื่อนในการประมาณสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

H_1: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎี*ไม่*เป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ (ความคลาดเคลื่อนในการประมาณ*ไม่*สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05

3.11 การพิจารณาค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสม

ในการศึกษาในประเด็นที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง ในแต่ละกรณีศึกษาจะทำการทดลองโดยกำหนดให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีค่าต่างๆ เริ่มต้น

จาก 50 หน่วย และทำการทดลองซ้ำในกรณีเดิมโดยปรับให้แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นครั้งละ 50 หน่วยหากยังไม่ได้ค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ

ในการพิจารณาว่าค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มมากเพียงพอจะใช้การทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินามในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 สำหรับกรณีศึกษาต่างๆ ในการศึกษาในประเด็นที่ 1 ที่ได้นำเสนอในหัวข้อ 3.10 ที่ระดับความน่าเชื่อถือทั้ง 3 ระดับ

3.12 การวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัยจะนำผลการทดลองที่ได้มาแสดงผลในรูปตาราง และกราฟ เพื่อแสดงการเปรียบเทียบ และสรุปผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณพารามิเตอร์ ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง และจำนวนขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบแนวคิดในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นการศึกษา 2 ประเด็น คือ

1. การเปรียบเทียบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ซึ่งจะพิจารณาจากค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดไว้หรือไม่เป็นเกณฑ์ ในกรณีศึกษาทั้งหมด 240 กรณีศึกษา ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย

- จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48

- ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100

- ค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 1 และ 2

- ค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9

2. การศึกษาขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีระดับความแม่นยำ และระดับความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ซึ่งจะศึกษาในกรณีศึกษาที่กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบแตกต่างกัน 10 กรณีศึกษา ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบสำหรับกรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 2

	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m)	β_0	ρ
1. กรณีศึกษาหลัก	12	0	0.5
- กรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษา			
2. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม	6	0	0.5
3. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 24 กลุ่ม	24		
4. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 48 กลุ่ม	48		
- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 กรณีศึกษา			
5. กรณีค่า β_0 เท่ากับ 1	12	1	0.5
6. กรณีค่า β_0 เท่ากับ 2		2	
- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 กรณีศึกษา			
7. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.1	12	0	0.1
8. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.3			0.3
9. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.7			0.7
10. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.9			0.9

ในแต่ละกรณีศึกษาจะทำการทดลองโดยกำหนดให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีค่าต่างๆ เริ่มต้นจาก 50 หน่วย และทำการทดลองซ้ำในกรณีเดิมโดยปรับให้ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มเพิ่มขึ้นครั้งละ 50 หน่วยหากยังไม่ได้ค่าขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ

ในการศึกษาทั้ง 2 ประเด็นจะทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม R ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา และมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบเป็นไปตามสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1

ในการนำเสนอผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 1 จะแสดงผลเพื่อสรุปแนวโน้มที่เกิดจากความแตกต่างของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ที่มีผลกระทบต่อ

- สัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
- ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99

4.1.1 *ค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม*

ค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มในแต่ละกรณีศึกษาเป็นค่าที่บ่งชี้ว่า ในแต่ละสถานการณ์ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกันจะมีโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (ตัวแปรตามมีค่าเท่ากับ 1) แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยใด

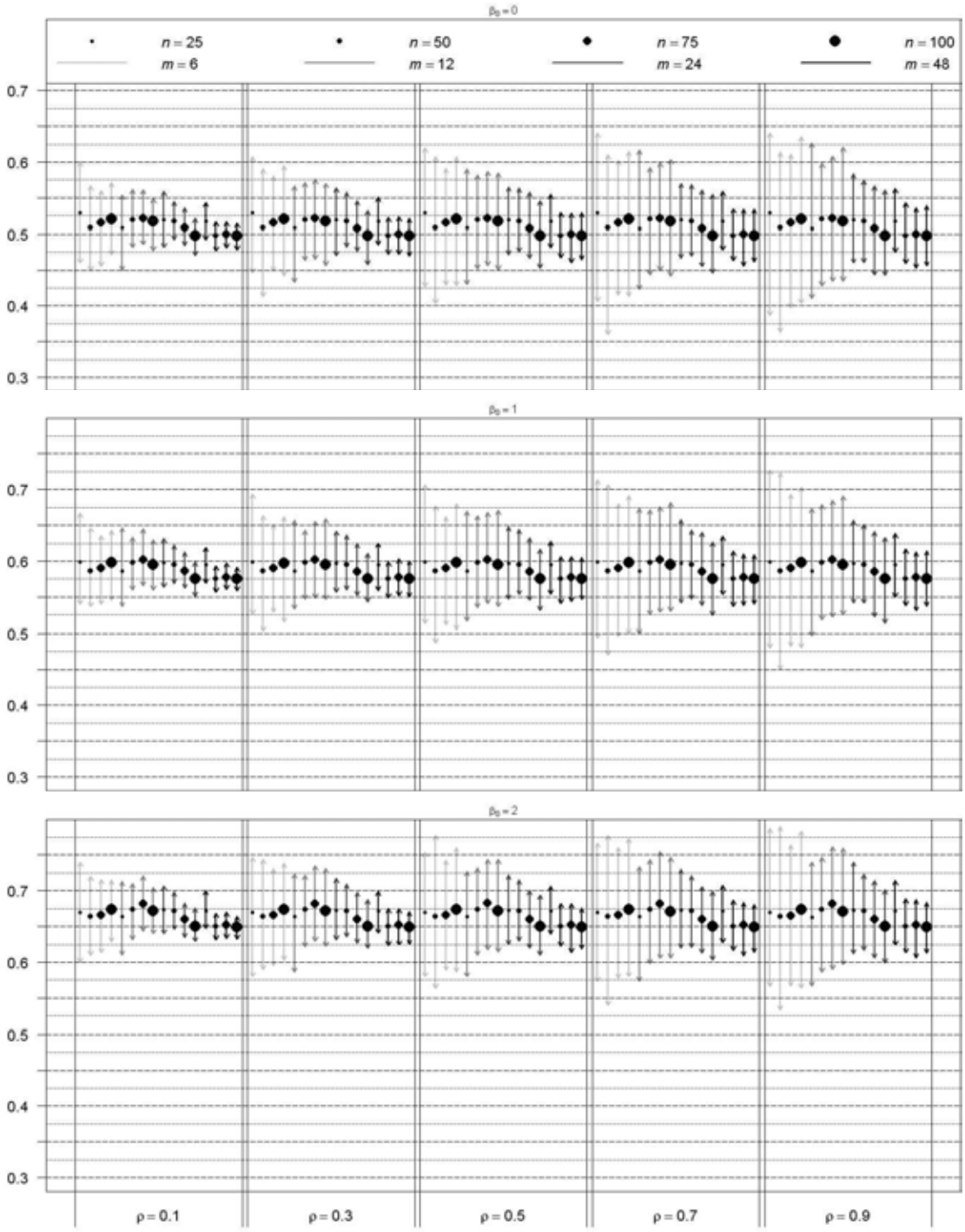
ภาพที่ 4.1 จะแสดงช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยในการทำซ้ำแต่ละรอบ $\overline{p_{Y_{g.}=1,i}}$; i = 1, 2, …, 5000 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา โดยที่

$$\overline{p_{Y_{g.}=1,i}} = \frac{1}{m}\sum_{g=1}^{m} p_{Y_{g.}=1,i} \qquad (4.1.1)$$

เมื่อ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

และ $p_{Yg.=1,i}$ คือ ค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างที่ g ในการทำซ้ำรอบที่ i

ภาพที่ 4.1 แสดงช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยในการทำซ้ำแต่ละรอบของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



จากภาพที่ 4.1 ซึ่งแสดงช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยในการทำซ้ำแต่ละรอบ พร้อมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยด้วยสัญลักษณ์ "•" ของทุกกรณีศึกษา โดยที่สัญลักษณ์ "•" จะมีขนาดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และสีของเส้นจะมีระดับความเข้มที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ของกรณีศึกษา เพื่อบอกให้ทราบว่าช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยแต่ละเส้นนั้นเป็นของกรณีศึกษาใด และสามารถพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปโดยที่ปัจจัยอื่นมีค่าสัมประสิทธิ์ได้โดยง่าย

จากภาพจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 1 และ 2 โดยจากภาพจะพบว่า

- กรณีศึกษาที่ β_0 มีค่าเท่ากับ 0 จะมีค่าประมาณ 0.5 - 0.525
- กรณีศึกษาที่ β_0 มีค่าเท่ากับ 1 จะมีค่าประมาณ 0.575 - 0.6
- กรณีศึกษาที่ β_0 มีค่าเท่ากับ 2 จะมีค่าประมาณ 0.65 - 0.675

นอกจากนี้ ยังพบว่าทุกกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, ρ) เท่ากัน แต่มีค่า β_0 แตกต่างกันเป็น 0 1 และ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 80 กลุ่ม ทั้งค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยในการทำซ้ำแต่ละรอบจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 1 และ 2

ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันนักสำหรับกรณีที่ β_0 มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีเพียงความแตกต่างระหว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ย (ความกว้างของช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด) ที่แตกต่างกันโดยผลจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ ρ ดังนี้

- *เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มมากขึ้น* ความแตกต่างระหว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดจะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของค่าเฉลี่ยที่เมื่อมีจำนวนข้อมูลมากขึ้นจะทำให้การกระจายของค่าเฉลี่ยลดลง

- *เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มมากขึ้น* ความแตกต่างระหว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดจะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะมีการกระจายเพิ่มมากขึ้น เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มมากขึ้น

ค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไม่ค่อยมีผลต่อค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมากนัก แต่หากขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าน้อยเกินไปอาจทำให้ค่าสัดส่วนภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยมีค่าไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของตัวแบบ ซึ่งจากภาพที่ 4.1 จะพบว่ามีหลายกรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม 25 หน่วยซึ่งมีช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยแตกต่างไปจากกรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม 50 75 และ 100 หน่วยที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน ในขณะที่กรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม 50 75 และ 100 หน่วยที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากันนั้นมีช่วงของค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันนัก

4.1.2 *ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99*

ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอการเปรียบเทียบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ในแต่ละสถานการณ์ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน เพื่อพิจารณาปัจจัยที่อาจส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ไม่เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง ซึ่งจะพิจารณาโดยเปรียบเทียบจากขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด และเพื่อความสะดวกในการนำเสนอจะกำหนดสัญลักษณ์เพื่อแทนความหมายต่างๆ ดังนี้

τ แทน ระดับความน่าเชื่อถือ

π แทน ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎี

$\hat{\pi}$ แทน ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้

$5000\hat{\pi}$ แทน จำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้

และ $|\hat{\pi} - \tau|$ แทน ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้กับค่าระดับความน่าเชื่อถือ

นอกจากนี้จะแสดงผลการทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม (Binomial Test) เพื่อสรุปว่าค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้มีความใกล้เคียงกับระดับความน่าเชื่อถือมากพอที่จะยอมรับได้ว่าค่าประมาณที่ได้มีความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างหรือไม่ ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบเป็นดังนี้

H_0: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีเป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ (ความคลาดเคลื่อนในการประมาณสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

H_1: ความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎี*ไม่*เป็นไปตามระดับความน่าเชื่อถือ (ความคลาดเคลื่อนในการประมาณ*ไม่*สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง)

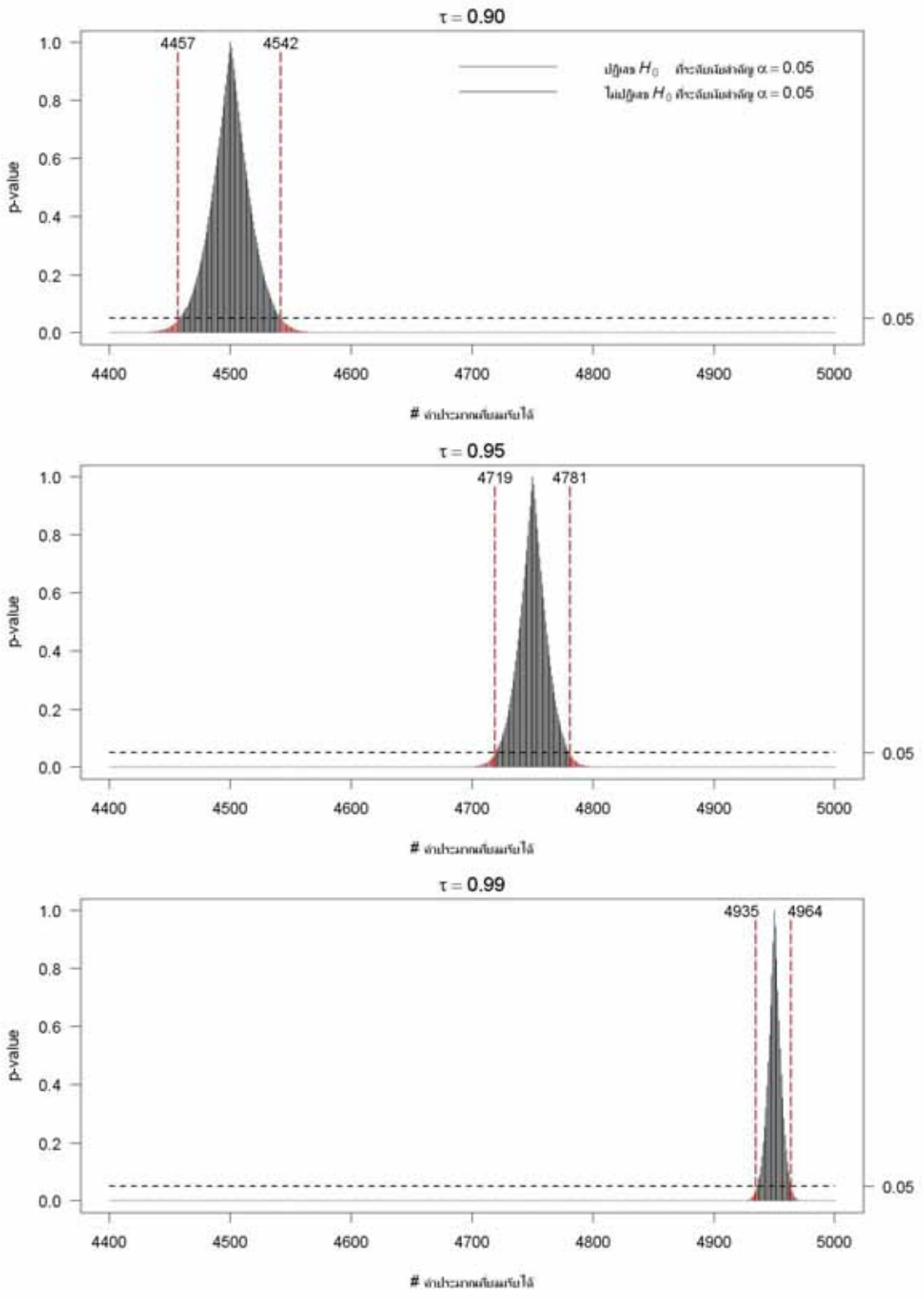
หรือ เขียนในรูปสัญลักษณ์ได้เป็น

H_0: $\pi = \tau$

H_1: $\pi \neq \tau$

โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ซึ่งจะสรุปผลการทดสอบได้โดยพิจารณาจากค่าพี (p-value) ที่คำนวณจากจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 แสดงการสรุปผลการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 จากค่าประมาณที่ได้จากการทดลองซ้ำจำนวน 5,000 รอบ



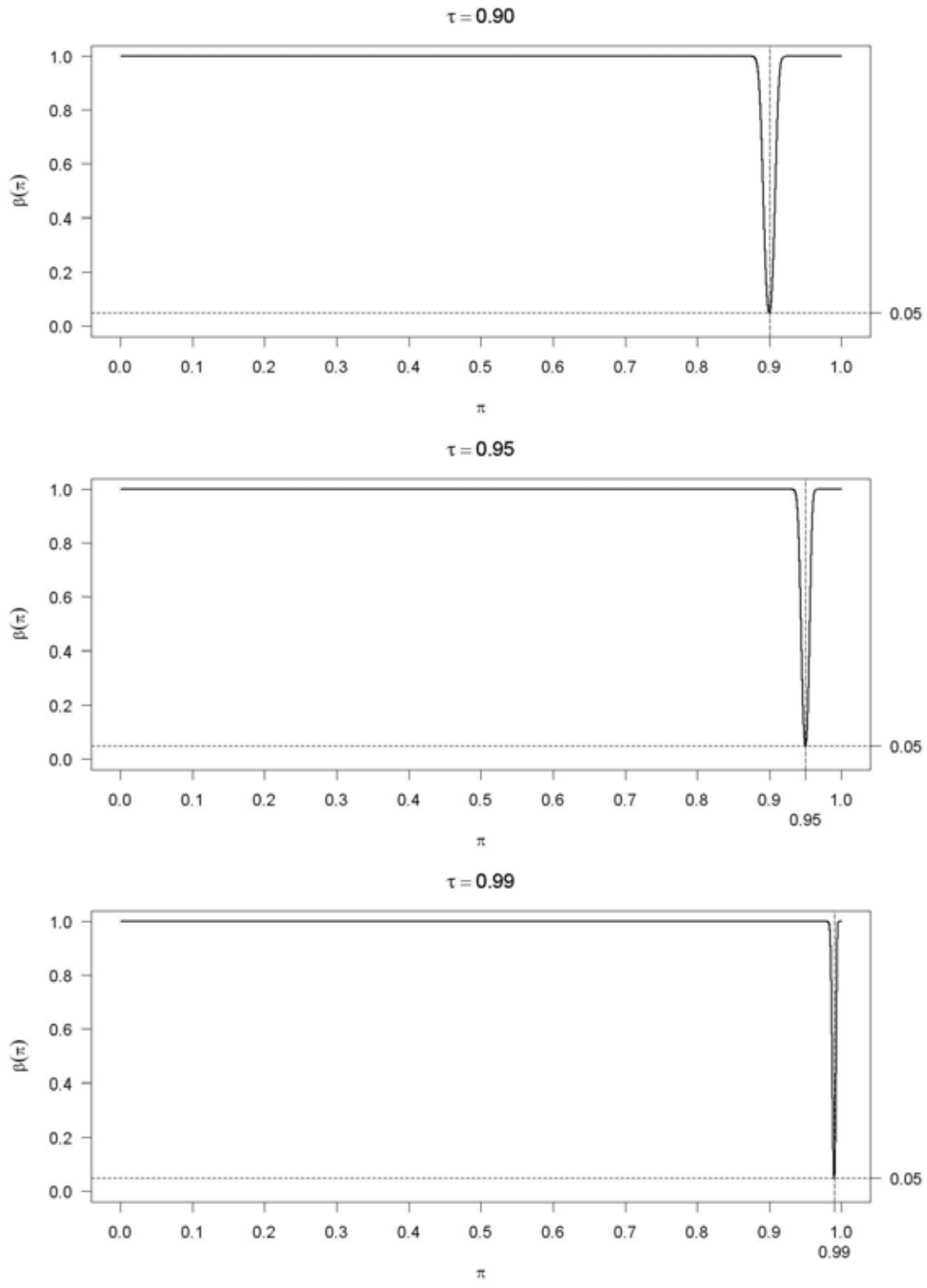
จากภาพที่ 4.2 จะสรุปการสรุปผลการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 เมื่อจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ (สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้) มีค่าต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การสรุปผลการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 เมื่อจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ (สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้) มีค่าต่างๆ จากค่าประมาณที่ได้จากการทดลองซ้ำจำนวน 5,000 รอบ

การสรุปผล		ระดับความน่าเชื่อถือ		
		0.90	0.95	0.99
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง ($\pi = \tau$)		4,458 - 4,541 (0.8916 - 0.9082)	4,720 - 4,780 (0.9440 - 0.9560)	4,936 - 4,963 (0.9872 - 0.9926)
ปฏิเสธสมมติฐานว่าง	$\pi < \tau$	0 - 4,457 (0 - 0.8914)	0 - 4,719 (0 - 0.9438)	0 - 4,935 (0 - 0.9870)
	$\pi > \tau$	4,542 - 5,000 (0.9084 - 1)	4,781 - 5,000 (0.9562 - 1)	4,964 - 5,000 (0.9928 - 1)

จากเกณฑ์การสรุปผลการทดสอบที่ได้ดังตารางที่ 4.2 จะสามารถแสดงฟังก์ชันกำลัง (Power Function) ของการทดสอบ $\beta(\pi)$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่บอกให้ทราบค่าความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีเท่ากับ π $\left(P(X \in C|\pi)\right)$ ได้เป็นดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 ฟังก์ชันกำลังของการทดสอบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 โดยการทดสอบแบบทวินามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ในการนำเสนอผลการศึกษาจะพิจารณาเปรียบเทียบความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณของแต่ละพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ ตามลำดับ

4.1.2.1 *ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ* β_0^*

ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ τ (δ_τ) และค่าขอบบน และขอบล่างของช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ β_0^* ($\hat{\beta}_{0\,l,\tau}^*$ และ $\hat{\beta}_{0\,u,\tau}^*$) ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า δ_τ ในการประมาณ β_0^* และค่า $\hat{\beta}_{0\,l,\tau}^*$ และ $\hat{\beta}_{0\,u,\tau}^*$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

β_0	ρ	β_0^*	m	0.90			0.95			0.99		
				$\delta_{0.90}$	$\hat{\beta}_{0\,l,0.90}^*$	$\hat{\beta}_{0\,u,0.90}^*$	$\delta_{0.95}$	$\hat{\beta}_{0\,l,0.95}^*$	$\hat{\beta}_{0\,u,0.95}^*$	$\delta_{0.99}$	$\hat{\beta}_{0\,l,0.99}^*$	$\hat{\beta}_{0\,u,0.99}^*$
0	0.1	0	6	0.2238	-0.2238	0.2238	0.2667	-0.2667	0.2667	0.3505	-0.3505	0.3505
			12	0.1583	-0.1583	0.1583	0.1886	-0.1886	0.1886	0.2479	-0.2479	0.2479
			24	0.1119	-0.1119	0.1119	0.1334	-0.1334	0.1334	0.1753	-0.1753	0.1753
			48	0.0791	-0.0791	0.0791	0.0943	-0.0943	0.0943	0.1239	-0.1239	0.1239
	0.3	0	6	0.4396	-0.4396	0.4396	0.5238	-0.5238	0.5238	0.6884	-0.6884	0.6884
			12	0.3108	-0.3108	0.3108	0.3704	-0.3704	0.3704	0.4868	-0.4868	0.4868
			24	0.2198	-0.2198	0.2198	0.2619	-0.2619	0.2619	0.3442	-0.3442	0.3442
			48	0.1554	-0.1554	0.1554	0.1852	-0.1852	0.1852	0.2434	-0.2434	0.2434
	0.5	0	6	0.6715	-0.6715	0.6715	0.8002	-0.8002	0.8002	1.0516	-1.0516	1.0516
			12	0.4748	-0.4748	0.4748	0.5658	-0.5658	0.5658	0.7436	-0.7436	0.7436
			24	0.3358	-0.3358	0.3358	0.4001	-0.4001	0.4001	0.5258	-0.5258	0.5258
			48	0.2374	-0.2374	0.2374	0.2829	-0.2829	0.2829	0.3718	-0.3718	0.3718

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

β_0	ρ	β_0^*	m	0.90			0.95			0.99		
				$\delta_{0.90}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.90}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.95}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.99}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.99}$
0	0.7	0	6	1.0257	-1.0257	1.0257	1.2223	-1.2223	1.2223	1.6063	-1.6063	1.6063
			12	0.7253	-0.7253	0.7253	0.8643	-0.8643	0.8643	1.1358	-1.1358	1.1358
			24	0.5129	-0.5129	0.5129	0.6111	-0.6111	0.6111	0.8032	-0.8032	0.8032
			48	0.3627	-0.3627	0.3627	0.4321	-0.4321	0.4321	0.5679	-0.5679	0.5679
	0.9	0	6	2.0145	-2.0145	2.0145	2.4005	-2.4005	2.4005	3.1547	-3.1547	3.1547
			12	1.4245	-1.4245	1.4245	1.6974	-1.6974	1.6974	2.2307	-2.2307	2.2307
			24	1.0073	-1.0073	1.0073	1.2002	-1.2002	1.2002	1.5774	-1.5774	1.5774
			48	0.7122	-0.7122	0.7122	0.8487	-0.8487	0.8487	1.1154	-1.1154	1.1154
1	0.1	1.0541	6	0.2238	-0.2238	0.2238	0.2667	-0.2667	0.2667	0.3505	-0.3505	0.3505
			12	0.1583	-0.1583	0.1583	0.1886	-0.1886	0.1886	0.2479	-0.2479	0.2479
			24	0.1119	-0.1119	0.1119	0.1334	-0.1334	0.1334	0.1753	-0.1753	0.1753
			48	0.0791	-0.0791	0.0791	0.0943	-0.0943	0.0943	0.1239	-0.1239	0.1239
	0.3	1.1952	6	0.4396	0.7556	1.6348	0.5238	0.6714	1.7191	0.6884	0.5068	1.8836
			12	0.3108	0.8844	1.5061	0.3704	0.8248	1.5656	0.4868	0.7084	1.6820
			24	0.2198	0.9754	1.4150	0.2619	0.9333	1.4571	0.3442	0.8510	1.5394
			48	0.1554	1.0398	1.3507	0.1852	1.0100	1.3804	0.2434	0.9518	1.4386
	0.5	1.4142	6	0.6715	0.7427	2.0857	0.8002	0.6141	2.2144	1.0516	0.3626	2.4658
			12	0.4748	0.9394	1.8890	0.5658	0.8484	1.9800	0.7436	0.6706	2.1578
			24	0.3358	1.0785	1.7500	0.4001	1.0141	1.8143	0.5258	0.8884	1.9400
			48	0.2374	1.1768	1.6516	0.2829	1.1313	1.6971	0.3718	1.0424	1.7860
	0.7	1.8257	6	1.0257	0.8000	2.8515	1.2223	0.6035	3.0480	1.6063	0.2194	3.4321
			12	0.7253	1.1004	2.5511	0.8643	0.9615	2.6900	1.1358	0.6899	2.9616
			24	0.5129	1.3129	2.3386	0.6111	1.2146	2.4369	0.8032	1.0226	2.6289
			48	0.3627	1.4631	2.1884	0.4321	1.3936	2.2579	0.5679	1.2578	2.3937
	0.9	3.1623	6	2.0145	1.1478	5.1768	2.4005	0.7618	5.5627	3.1547	0.0075	6.3170
			12	1.4245	1.7378	4.5868	1.6974	1.4649	4.8597	2.2307	0.9315	5.3930
			24	1.0073	2.1550	4.1695	1.2002	1.9620	4.3625	1.5774	1.5849	4.7396
			48	0.7122	2.4500	3.8745	0.8487	2.3136	4.0110	1.1154	2.0469	4.2776

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

β_0	ρ	β_0^*	m	0.90			0.95			0.99		
				$\delta_{0.90}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.90}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.95}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\hat{\beta}^*_{0\,l,0.99}$	$\hat{\beta}^*_{0\,u,0.99}$
2	0.1	2.1082	6	0.2238	1.8843	2.3320	0.2667	1.8415	2.3749	0.3505	1.7577	2.4587
			12	0.1583	1.9499	2.2665	0.1886	1.9196	2.2968	0.2479	1.8603	2.3560
			24	0.1119	1.9963	2.2201	0.1334	1.9748	2.2415	0.1753	1.9329	2.2834
			48	0.0791	2.0290	2.1873	0.0943	2.0139	2.2025	0.1239	1.9843	2.2321
	0.3	2.3905	6	0.4396	1.9509	2.8301	0.5238	1.8666	2.9143	0.6884	1.7020	3.0789
			12	0.3108	2.0796	2.7013	0.3704	2.0201	2.7609	0.4868	1.9037	2.8772
			24	0.2198	2.1707	2.6103	0.2619	2.1285	2.6524	0.3442	2.0462	2.7347
			48	0.1554	2.2350	2.5459	0.1852	2.2053	2.5757	0.2434	2.1471	2.6339
	0.5	2.8284	6	0.6715	2.1569	3.4999	0.8002	2.0283	3.6286	1.0516	1.7768	3.8800
			12	0.4748	2.3536	3.3033	0.5658	2.2626	3.3942	0.7436	2.0848	3.5720
			24	0.3358	2.4927	3.1642	0.4001	2.4284	3.2285	0.5258	2.3026	3.3542
			48	0.2374	2.5910	3.0658	0.2829	2.5455	3.1113	0.3718	2.4566	3.2002
	0.7	3.6515	6	1.0257	2.6257	4.6772	1.2223	2.4292	4.8737	1.6063	2.0452	5.2578
			12	0.7253	2.9262	4.3768	0.8643	2.7872	4.5157	1.1358	2.5156	4.7873
			24	0.5129	3.1386	4.1644	0.6111	3.0404	4.2626	0.8032	2.8483	4.4546
			48	0.3627	3.2888	4.0141	0.4321	3.2194	4.0836	0.5679	3.0836	4.2194
	0.9	6.3246	6	2.0145	4.3100	8.3391	2.4005	3.9241	8.7250	3.1547	3.1698	9.4793
			12	1.4245	4.9001	7.7490	1.6974	4.6272	8.0219	2.2307	4.0938	8.5553
			24	1.0073	5.3173	7.3318	1.2002	5.1243	7.5248	1.5774	4.7472	7.9019
			48	0.7122	5.6123	7.0368	0.8487	5.4759	7.1732	1.1154	5.2092	7.4399

สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
0	0.1	6	0.4412	0.6574	0.7310	0.7746	0.5050	0.7428	0.8090	0.8488	0.6146	0.8566	0.9074	0.9362
		12	0.4942	0.6632	0.7364	0.7780	0.5724	0.7470	0.8176	0.8520	0.6956	0.8680	0.9188	0.9440
		24	0.5158	0.6584	0.7374	0.7824	0.5902	0.7440	0.8208	0.8610	0.7098	0.8648	0.9210	0.9462
		48	0.5020	0.6648	0.7364	0.7822	0.5864	0.7492	0.8172	0.8626	0.7156	0.8610	0.9164	0.9460
	0.3	6	0.5682	0.7710	0.8184	0.8372	0.6426	0.8440	0.8850	0.9050	0.7454	0.9288	0.9594	0.9720
		12	0.6428	0.7738	0.8252	0.8496	0.7256	0.8504	0.8940	0.9072	0.8374	0.9388	0.9658	0.9742
		24	0.6600	0.7810	0.8222	0.8496	0.7360	0.8556	0.8930	0.9136	0.8514	0.9410	0.9694	0.9738
		48	0.6692	0.7818	0.8254	0.8532	0.7656	0.8586	0.8902	0.9164	0.8760	0.9434	0.9636	0.9776
	0.5	6	0.5818	0.7958	0.8292	0.8538	0.6480	0.8662	0.8980	0.9136	0.7434	0.9392	0.9640	0.9742
		12	0.6804	0.8006	0.8468	0.8578	0.7584	0.8722	0.9068	0.9200	0.8628	0.9506	0.9720	0.9798
		24	0.6930	0.8056	0.8340	0.8616	0.7718	0.8736	0.9074	0.9198	0.8806	0.9522	0.9750	0.9788
		48	0.7034	0.8092	0.8404	0.8652	0.7916	0.8766	0.9050	0.9228	0.8932	0.9562	0.9748	0.9822
	0.7	6	0.5190	0.7818	0.8168	0.8496	0.5842	0.8460	0.8874	0.9114	0.6618	0.9168	0.9530	0.9692
		12	0.6608	0.7980	0.8414	0.8586	0.7302	0.8672	0.9078	0.9146	0.8298	0.9448	0.9688	0.9764
		24	0.6846	0.8040	0.8374	0.8616	0.7604	0.8730	0.9058	0.9218	0.8642	0.9458	0.9720	0.9766
		48	0.6932	0.8116	0.8450	0.8660	0.7744	0.8796	0.9072	0.9228	0.8844	0.9560	0.9720	0.9810
	0.9	6	0.3790	0.6584	0.7428	0.8080	0.4200	0.7192	0.8108	0.8730	0.4920	0.7988	0.8956	0.9430
		12	0.5154	0.7134	0.7936	0.8218	0.5742	0.7906	0.8664	0.8952	0.6610	0.8780	0.9386	0.9628
		24	0.5814	0.7360	0.8010	0.8366	0.6520	0.8122	0.8738	0.9042	0.7550	0.9034	0.9532	0.9670
		48	0.6200	0.7566	0.8130	0.8446	0.6932	0.8326	0.8798	0.9088	0.8000	0.9240	0.9576	0.9734
1	0.1	6	0.2970	0.5420	0.6238	0.6808	0.3456	0.6110	0.7036	0.7598	0.4374	0.7300	0.8110	0.8718
		12	0.3216	0.5184	0.6114	0.6766	0.3698	0.5908	0.6914	0.7606	0.4662	0.7034	0.8200	0.8746
		24	0.2586	0.4714	0.5846	0.6498	0.3126	0.5448	0.6636	0.7334	0.4016	0.6612	0.7916	0.8520
		48	0.1758	0.3870	0.5436	0.6204	0.2112	0.4564	0.6246	0.7058	0.2830	0.5776	0.7498	0.8360
	0.3	6	0.4168	0.6742	0.7482	0.7968	0.4744	0.7444	0.8166	0.8612	0.5674	0.8428	0.9122	0.9384
		12	0.4286	0.6554	0.7472	0.7916	0.5002	0.7306	0.8224	0.8660	0.6086	0.8350	0.9140	0.9460
		24	0.3692	0.6212	0.7260	0.7750	0.4328	0.6980	0.8026	0.8494	0.5396	0.8204	0.9044	0.9376
		48	0.2596	0.5460	0.6856	0.7568	0.3114	0.6304	0.7702	0.8376	0.4134	0.7584	0.8802	0.9264
	0.5	6	0.4292	0.6976	0.7622	0.8138	0.4890	0.7654	0.8312	0.8704	0.5650	0.8520	0.9232	0.9468
		12	0.4668	0.6774	0.7694	0.8088	0.5256	0.7576	0.8428	0.8786	0.6252	0.8558	0.9298	0.9518
		24	0.3954	0.6484	0.7470	0.7950	0.4538	0.7252	0.8268	0.8670	0.5680	0.8312	0.9248	0.9502
		48	0.2694	0.5722	0.7176	0.7834	0.3240	0.6606	0.7980	0.8570	0.4400	0.7908	0.9046	0.9418

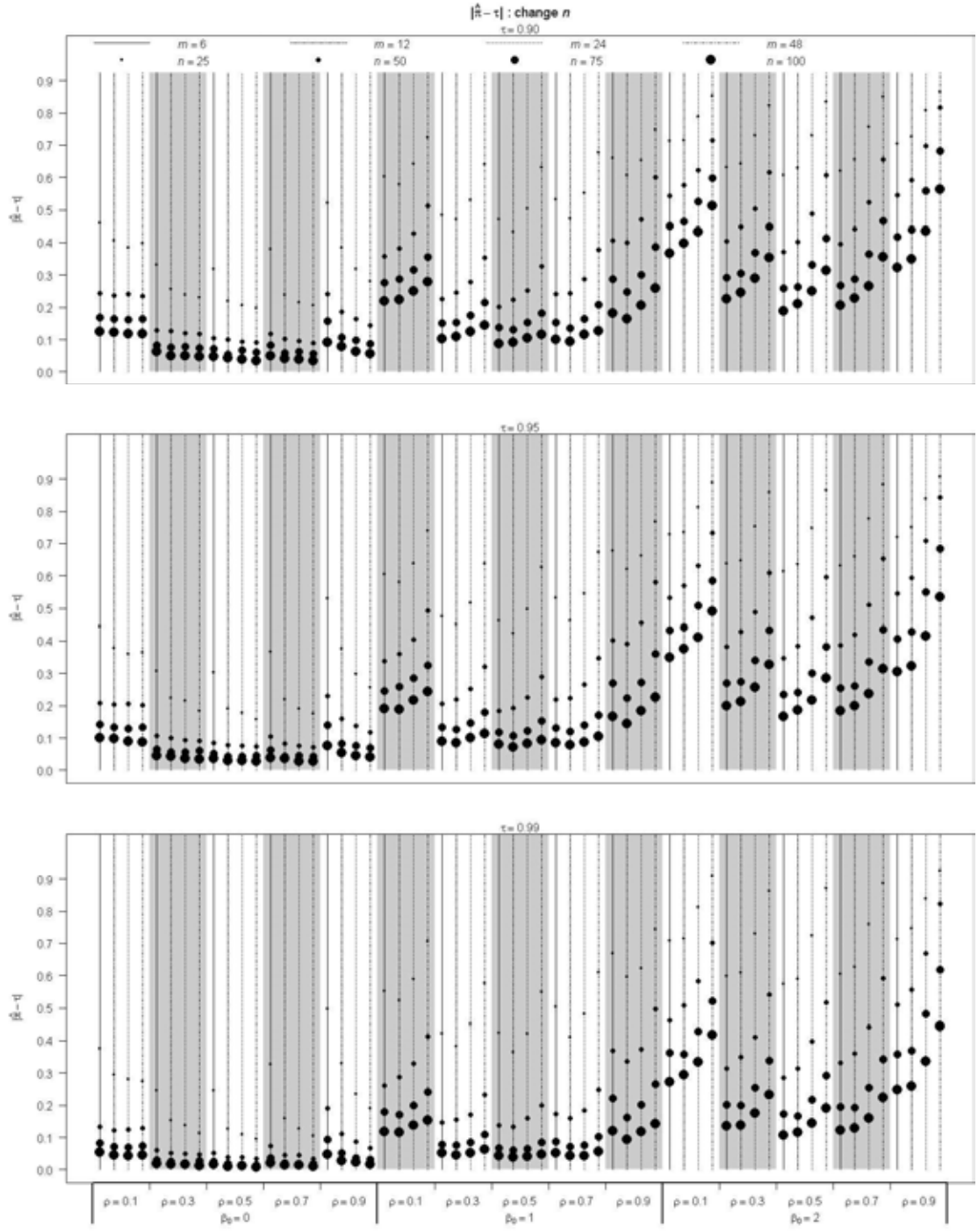
ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
1	0.7	6	0.3674	0.6584	0.7474	0.7996	0.4174	0.7304	0.8196	0.8644	0.4866	0.8172	0.9028	0.9384
		12	0.4278	0.6560	0.7640	0.8062	0.4892	0.7256	0.8306	0.8712	0.5782	0.8294	0.9182	0.9466
		24	0.3490	0.6116	0.7366	0.7854	0.4046	0.6844	0.8110	0.8620	0.5090	0.8056	0.9132	0.9476
		48	0.2230	0.5228	0.6918	0.7728	0.2760	0.6036	0.7802	0.8464	0.3806	0.7426	0.8876	0.9342
	0.9	6	0.2392	0.4942	0.6114	0.7192	0.2728	0.5488	0.6812	0.7842	0.3210	0.6200	0.7690	0.8710
		12	0.2926	0.4994	0.6526	0.7368	0.3290	0.5596	0.7274	0.8054	0.3938	0.6530	0.8278	0.8966
		24	0.2472	0.4298	0.5984	0.6942	0.2884	0.4946	0.6776	0.7670	0.3672	0.6170	0.7874	0.8712
		48	0.1508	0.3004	0.5136	0.6416	0.1830	0.3686	0.5896	0.7242	0.2468	0.4936	0.7240	0.8488
2	0.1	6	0.1878	0.3576	0.4500	0.5326	0.2206	0.4188	0.5180	0.6018	0.2824	0.5294	0.6276	0.7186
		12	0.1850	0.3234	0.4360	0.5016	0.2160	0.3802	0.5092	0.5744	0.2746	0.4828	0.6320	0.6950
		24	0.1124	0.2764	0.3744	0.4670	0.1376	0.3184	0.4418	0.5384	0.1778	0.4082	0.5606	0.6554
		48	0.0492	0.1846	0.3016	0.3882	0.0618	0.2166	0.3642	0.4586	0.0818	0.2886	0.4688	0.5724
	0.3	6	0.2690	0.4946	0.6072	0.6748	0.3112	0.5686	0.6812	0.7496	0.3908	0.6768	0.7878	0.8554
		12	0.2570	0.4508	0.5942	0.6548	0.3028	0.5210	0.6748	0.7372	0.3816	0.6410	0.7912	0.8522
		24	0.1688	0.3956	0.5316	0.6100	0.1964	0.4616	0.6098	0.6934	0.2594	0.5788	0.7364	0.8142
		48	0.0764	0.2838	0.4512	0.5464	0.0906	0.3408	0.5168	0.6230	0.1280	0.4498	0.6508	0.7566
	0.5	6	0.2930	0.5298	0.6408	0.7116	0.3354	0.6020	0.7150	0.7830	0.4168	0.7036	0.8168	0.8826
		12	0.2708	0.4972	0.6360	0.6892	0.3134	0.5662	0.7094	0.7636	0.3998	0.6752	0.8234	0.8744
		24	0.1698	0.4112	0.5682	0.6496	0.2010	0.4788	0.6492	0.7336	0.2650	0.5920	0.7726	0.8464
		48	0.0656	0.2934	0.4860	0.5850	0.0846	0.3542	0.5678	0.6656	0.1184	0.4728	0.6976	0.7992
	0.7	6	0.2796	0.5040	0.6324	0.6950	0.3178	0.5630	0.6966	0.7656	0.3840	0.6590	0.7946	0.8676
		12	0.2454	0.4572	0.6128	0.6714	0.2906	0.5292	0.6890	0.7498	0.3628	0.6306	0.7970	0.8604
		24	0.1438	0.3772	0.5358	0.6336	0.1722	0.4388	0.6144	0.7128	0.2300	0.5486	0.7348	0.8304
		48	0.0512	0.2438	0.4334	0.5452	0.0670	0.2960	0.5154	0.6350	0.1032	0.3976	0.6466	0.7660
	0.9	6	0.1960	0.3540	0.4816	0.5776	0.2298	0.4056	0.5436	0.6458	0.2772	0.4788	0.6328	0.7416
		12	0.1740	0.3074	0.4608	0.5500	0.2000	0.3558	0.5210	0.6262	0.2450	0.4344	0.6220	0.7308
		24	0.0928	0.2022	0.3420	0.4658	0.1114	0.2416	0.4000	0.5354	0.1524	0.3216	0.5090	0.6542
		48	0.0356	0.0832	0.2178	0.3376	0.0438	0.1070	0.2664	0.4148	0.0652	0.1660	0.3718	0.5452

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ β_0^* เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100 หน่วย ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน

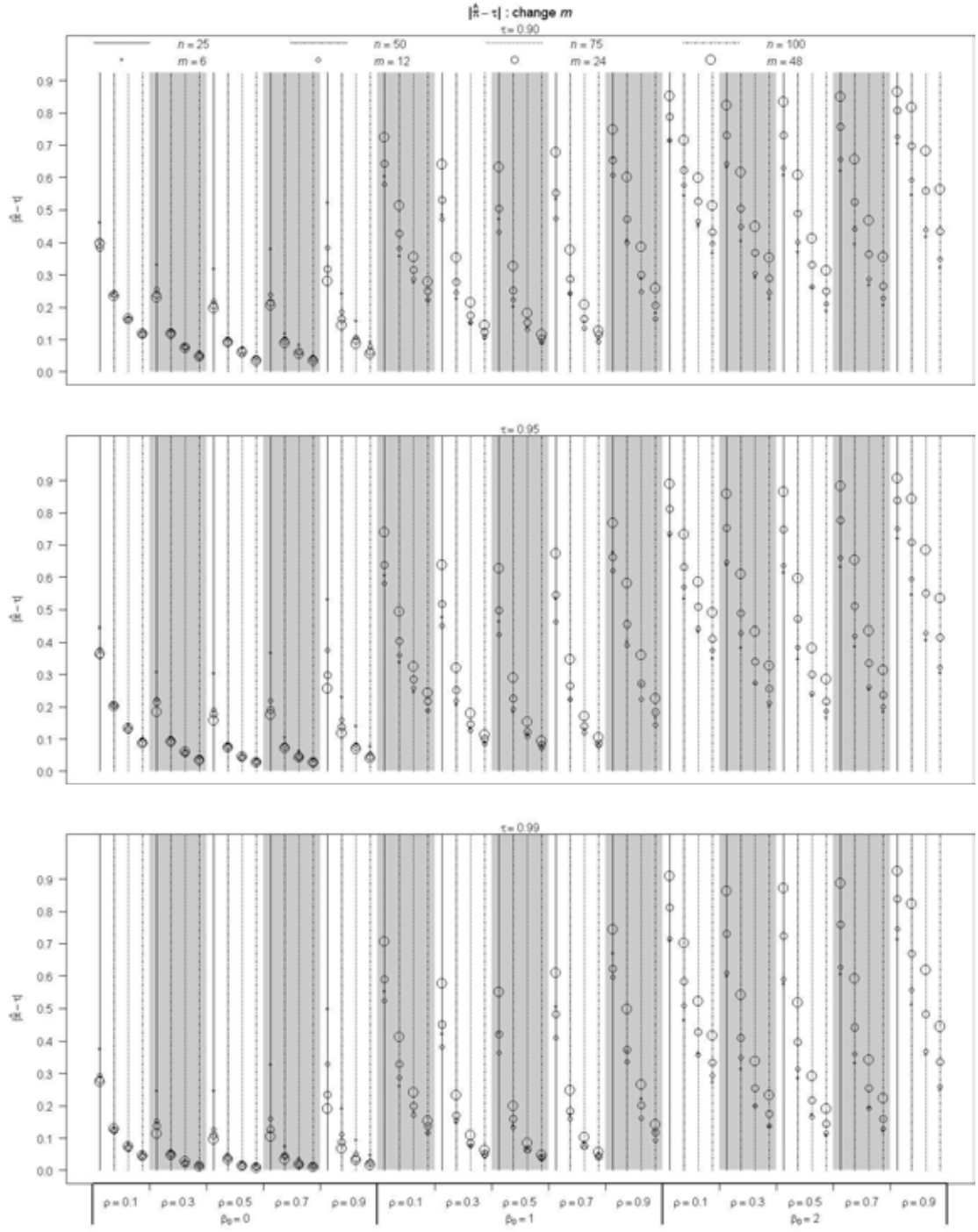


จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ β_0^* เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 กลุ่ม ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน

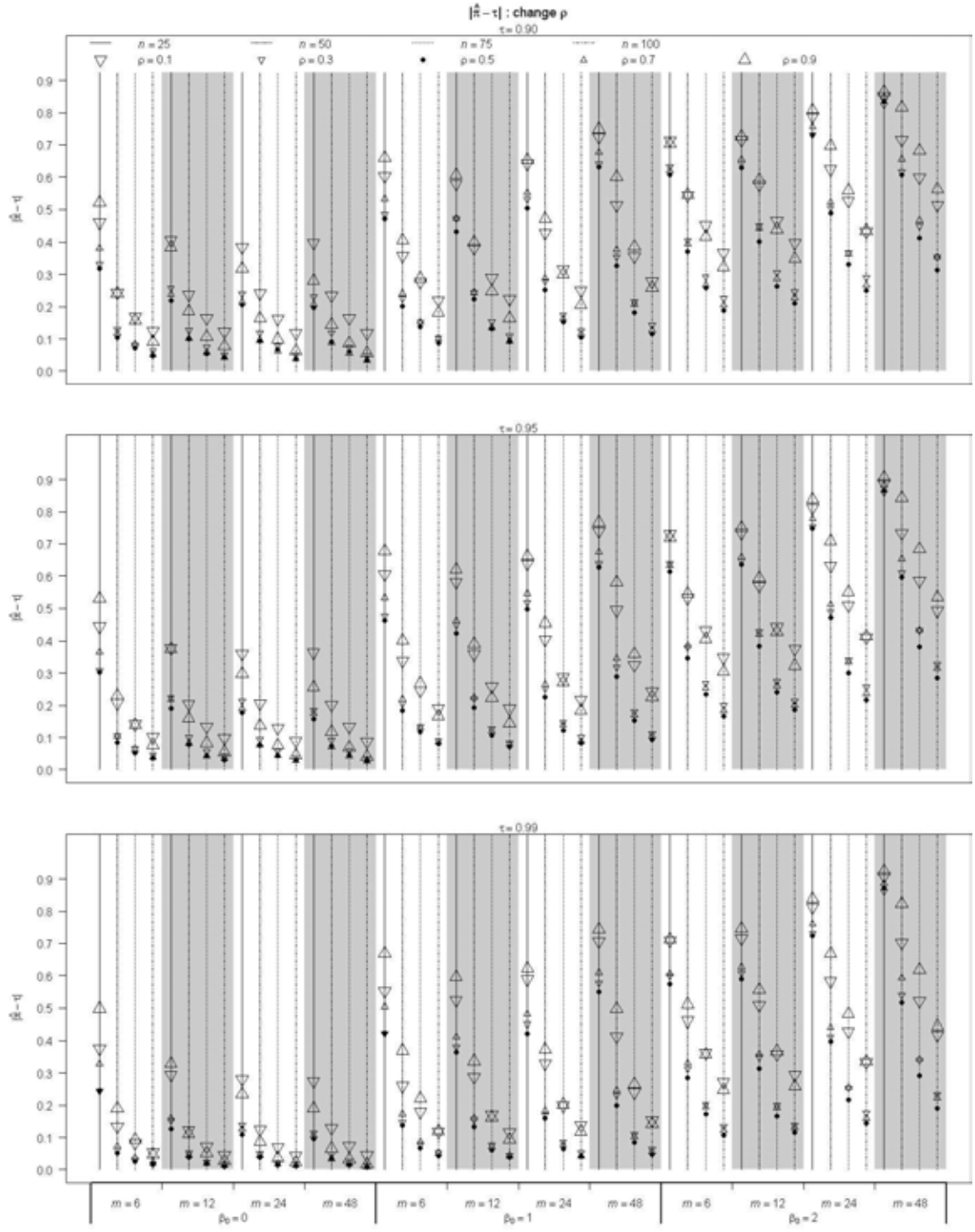


จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดมีแนวโน้มไม่แน่นอนเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเปลี่ยนแปลงไป แต่พบว่าลักษณะของการจัดอันดับจะใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า β_0 เท่ากัน

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ β_0^* เมื่อค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 เท่ากัน แต่มีค่า ρ ที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 48 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน



จากภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.5 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อค่า ρ แตกต่างไปจาก 0.5 มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.1 หรือ 0.9 ซึ่งมีค่าแตกต่างจาก 0.5 มากกว่าเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.3 หรือ 0.7 มักจะมีขนาดความแตกต่างที่มากกว่า

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ β_0^* เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า ρ เท่ากัน แต่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 เป็น 0 1 และ 2 มาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากภาพที่ 4.4 - 4.6 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>พิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม</u>

พบว่าค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา มีค่าสูงสุดในแต่ละระดับความน่าเชื่อถือเป็น 0.8660 0.9228 และ 0.9822 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าสัดส่วนที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้

จึงสรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษาไม่สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีมีค่าน้อยกว่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด

4.1.2.2 *ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ* $\sigma^2_{\beta_g}$

ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ τ (δ_τ) และค่าขอบบน และขอบล่างของช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ($\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,\tau}$ และ $\hat{\sigma}^2_{\beta_g u,\tau}$) ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษา

ต่างๆ ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่า δ_τ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ และค่า $\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,\tau}$ และ $\hat{\sigma}^2_{\beta_g u,\tau}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

ρ	$\sigma^2_{\beta_g}$	m	0.90			0.95			0.99		
			$\delta_{0.90}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,0.90}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g u,0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,0.95}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g u,0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g l,0.99}$	$\hat{\sigma}^2_{\beta_g u,0.99}$
0.1	0.1111	6	0.8961	0.0115	0.2107	-	-	-	-	-	-
		12	0.6578	0.0380	0.1842	0.8024	0.0220	0.2003	-	-	-
		24	0.4708	0.0588	0.1634	0.5652	0.0483	0.1739	0.8105	0.0211	0.2012
		48	0.3345	0.0739	0.1483	0.3998	0.0667	0.1555	0.5462	0.0504	0.1718
0.3	0.4286	6	0.8961	0.0445	0.8126	-	-	-	-	-	-
		12	0.6578	0.1467	0.7105	0.8024	0.0847	0.7725	-	-	-
		24	0.4708	0.2268	0.6303	0.5652	0.1863	0.6708	0.8105	0.0812	0.7759
		48	0.3345	0.2852	0.5719	0.3998	0.2572	0.5999	0.5462	0.1945	0.6627
0.5	1	6	0.8961	0.1039	1.8961	-	-	-	-	-	-
		12	0.6578	0.3422	1.6578	0.8024	0.1976	1.8024	-	-	-
		24	0.4708	0.5292	1.4708	0.5652	0.4348	1.5652	0.8105	0.1895	1.8105
		48	0.3345	0.6655	1.3345	0.3998	0.6002	1.3998	0.5462	0.4538	1.5462
0.7	2.3333	6	0.8961	0.2424	4.4242	-	-	-	-	-	-
		12	0.6578	0.7985	3.8682	0.8024	0.4611	4.2056	-	-	-
		24	0.4708	1.2348	3.4319	0.5652	1.0145	3.6521	0.8105	0.4422	4.2245
		48	0.3345	1.5528	3.1138	0.3998	1.4005	3.2662	0.5462	1.0589	3.6078
0.9	9	6	0.8961	0.9351	17.0649	-	-	-	-	-	-
		12	0.6578	3.0798	14.9202	0.8024	1.7784	16.2216	-	-	-
		24	0.4708	4.7628	13.2372	0.5652	3.9132	14.0868	0.8105	1.7055	16.2945
		48	0.3345	5.9895	12.0105	0.3998	5.4018	12.5982	0.5462	4.0842	13.9158

สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
0	0.1	6	0.0872	0.3410	0.4902	0.5982	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.0262	0.1708	0.3464	0.4516	0.0344	0.2114	0.4144	0.5294	-	-	-	-
		24	0.0008	0.0420	0.1580	0.2746	0.0016	0.0554	0.1994	0.3356	0.0040	0.1130	0.3368	0.5172
		48	0.0000	0.0020	0.0340	0.1030	0.0000	0.0040	0.0488	0.1376	0.0000	0.0096	0.1074	0.2596
	0.3	6	0.2738	0.5980	0.7046	0.7662	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.1828	0.4942	0.6514	0.7204	0.2198	0.5672	0.7272	0.7820	-	-	-	-
		24	0.0706	0.3468	0.5504	0.6568	0.0906	0.4202	0.6264	0.7366	0.1574	0.5868	0.7828	0.8670
		48	0.0076	0.1684	0.3988	0.5480	0.0106	0.2168	0.4786	0.6372	0.0236	0.3574	0.6528	0.8030
	0.5	6	0.3290	0.6550	0.7294	0.7846	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2758	0.5664	0.7076	0.7556	0.3218	0.6334	0.7708	0.8226	-	-	-	-
		24	0.1488	0.4696	0.6392	0.7232	0.1814	0.5396	0.7106	0.7914	0.2628	0.6976	0.8386	0.9092
		48	0.0372	0.3136	0.5460	0.6650	0.0494	0.3804	0.6210	0.7468	0.0940	0.5308	0.7740	0.8668
	0.7	6	0.3092	0.6258	0.7188	0.7786	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2852	0.5670	0.7042	0.7436	0.3236	0.6290	0.7698	0.8164	-	-	-	-
		24	0.1574	0.4702	0.6368	0.7210	0.1906	0.5348	0.7080	0.7878	0.2694	0.6810	0.8342	0.8924
		48	0.0532	0.3180	0.5460	0.6640	0.0704	0.3854	0.6190	0.7382	0.1176	0.5256	0.7656	0.8686
	0.9	6	0.2044	0.4674	0.5838	0.6746	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2220	0.4038	0.5646	0.6480	0.2528	0.4558	0.6294	0.7156	-	-	-	-
		24	0.1278	0.2872	0.4838	0.5996	0.1476	0.3344	0.5464	0.6630	0.1986	0.4488	0.6712	0.7858
		48	0.0564	0.1612	0.3470	0.5038	0.0690	0.1940	0.4124	0.5814	0.1048	0.2836	0.5462	0.7278
1	0.1	6	0.0832	0.3438	0.4794	0.5872	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.0248	0.1632	0.3516	0.4506	0.0328	0.2020	0.4182	0.5220	-	-	-	-
		24	0.0004	0.0438	0.1458	0.2638	0.0006	0.0582	0.1910	0.3268	0.0020	0.1232	0.3240	0.4940
		48	0.0000	0.0010	0.0220	0.0862	0.0000	0.0024	0.0380	0.1224	0.0000	0.0080	0.0852	0.2320
	0.3	6	0.2422	0.5906	0.7020	0.7642	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.1838	0.4836	0.6508	0.7134	0.2222	0.5468	0.7244	0.7812	-	-	-	-
		24	0.0506	0.3498	0.5356	0.6498	0.0654	0.4142	0.6104	0.7226	0.1272	0.5854	0.7712	0.8582
		48	0.0052	0.1638	0.3770	0.5296	0.0080	0.2128	0.4562	0.6186	0.0196	0.3418	0.6248	0.7808
	0.5	6	0.2972	0.6272	0.7260	0.7912	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2616	0.5612	0.7020	0.7658	0.3044	0.6294	0.7704	0.8250	-	-	-	-
		24	0.1222	0.4684	0.6400	0.7124	0.1538	0.5386	0.7098	0.7842	0.2388	0.6930	0.8422	0.9026
		48	0.0302	0.2924	0.5050	0.6464	0.0426	0.3632	0.5918	0.7304	0.0784	0.5162	0.7518	0.8626

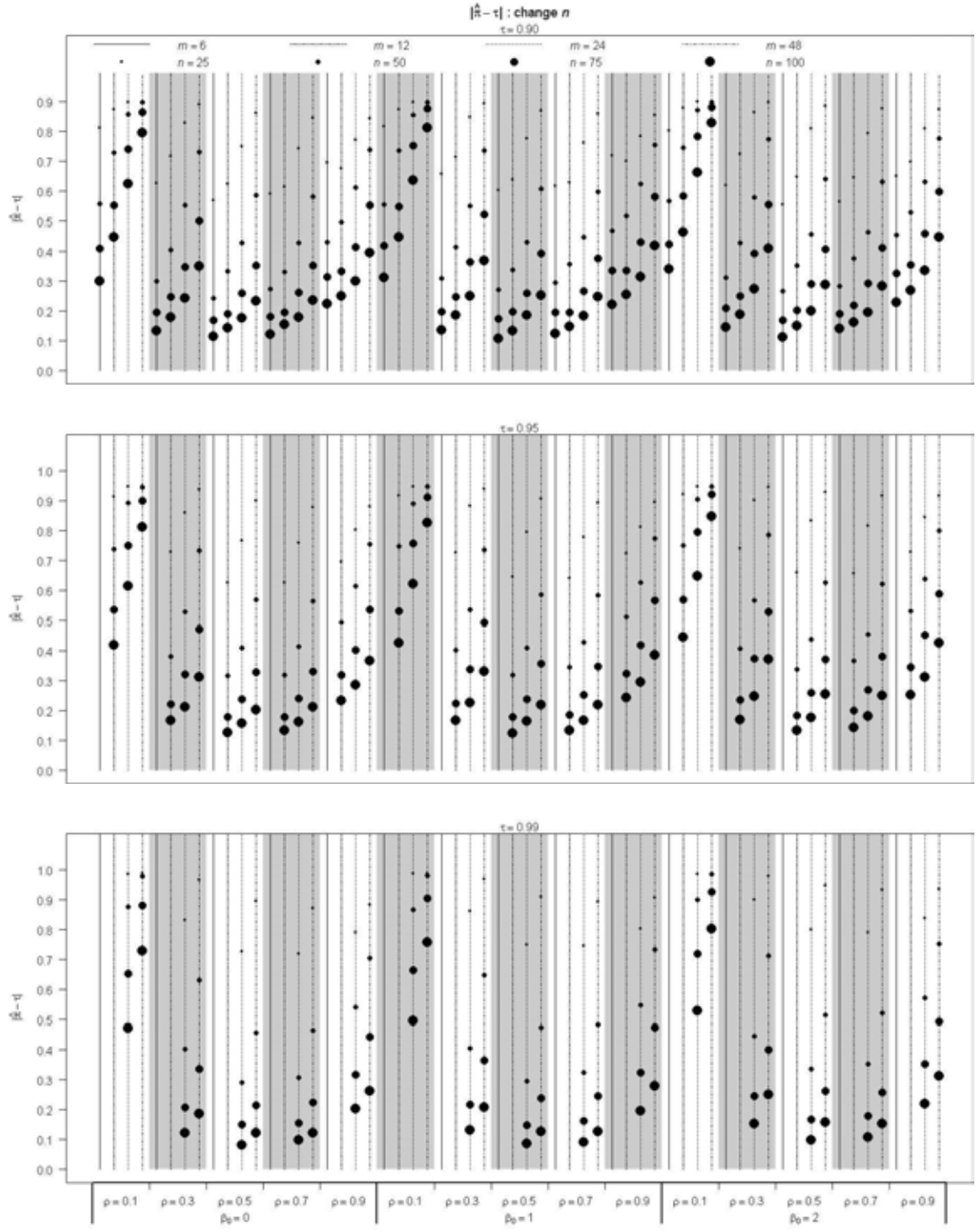
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
1	0.7	6	0.2826	0.6038	0.7028	0.7760	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2706	0.5416	0.7030	0.7520	0.3082	0.6044	0.7640	0.8148	-	-	-	-
		24	0.1372	0.4514	0.6322	0.7156	0.1694	0.5200	0.6978	0.7822	0.2432	0.6656	0.8260	0.8976
		48	0.0396	0.3010	0.5234	0.6520	0.0552	0.3660	0.6008	0.7294	0.0960	0.5052	0.7430	0.8636
	0.9	6	0.1804	0.4308	0.5634	0.6778	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.1990	0.3834	0.5624	0.6438	0.2262	0.4362	0.6254	0.7054	-	-	-	-
		24	0.1158	0.2750	0.4674	0.5848	0.1372	0.3240	0.5300	0.6544	0.1874	0.4410	0.6650	0.7946
		48	0.0434	0.1442	0.3190	0.4796	0.0550	0.1764	0.3830	0.5622	0.0810	0.2568	0.5162	0.7100
2	0.1	6	0.0962	0.3322	0.4746	0.5594	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.0210	0.1544	0.3158	0.4340	0.0280	0.1984	0.3792	0.5044	-	-	-	-
		24	0.0002	0.0282	0.1158	0.2380	0.0006	0.0442	0.1540	0.3014	0.0026	0.0884	0.2704	0.4608
		48	0.0000	0.0006	0.0186	0.0710	0.0000	0.0014	0.0278	0.1018	0.0000	0.0038	0.0632	0.1862
	0.3	6	0.2802	0.5866	0.6898	0.7528	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.1750	0.4702	0.6488	0.7100	0.2082	0.5412	0.7138	0.7804	-	-	-	-
		24	0.0340	0.3216	0.5068	0.6252	0.0472	0.3826	0.5764	0.7006	0.0890	0.5434	0.7430	0.8370
		48	0.0020	0.1250	0.3452	0.4904	0.0032	0.1630	0.4208	0.5768	0.0102	0.2770	0.5880	0.7388
	0.5	6	0.3434	0.6332	0.7298	0.7880	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2512	0.5472	0.6978	0.7490	0.2906	0.6106	0.7646	0.8168	-	-	-	-
		24	0.0892	0.4420	0.6084	0.6996	0.1148	0.5112	0.6884	0.7722	0.1880	0.6536	0.8214	0.8914
		48	0.0140	0.2592	0.4914	0.6114	0.0210	0.3240	0.5770	0.6934	0.0414	0.4738	0.7274	0.8324
	0.7	6	0.3336	0.6160	0.7090	0.7582	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2534	0.5218	0.6788	0.7382	0.2924	0.5828	0.7484	0.8070	-	-	-	-
		24	0.1068	0.4336	0.6058	0.7044	0.1318	0.4944	0.6806	0.7692	0.1980	0.6374	0.8098	0.8826
		48	0.0234	0.2692	0.4864	0.6152	0.0326	0.3278	0.5678	0.7000	0.0558	0.4688	0.7308	0.8372
	0.9	6	0.2490	0.4454	0.5722	0.6698	-	-	-	-	-	-	-	-
		12	0.2010	0.3702	0.5448	0.6306	0.2214	0.4190	0.6038	0.6974	-	-	-	-
		24	0.0886	0.2686	0.4390	0.5642	0.1044	0.3108	0.4970	0.6360	0.1510	0.4188	0.6368	0.7698
		48	0.0242	0.1230	0.3026	0.4514	0.0314	0.1498	0.3610	0.5238	0.0528	0.2362	0.4970	0.6778

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi}-\tau|$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100 หน่วย ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน

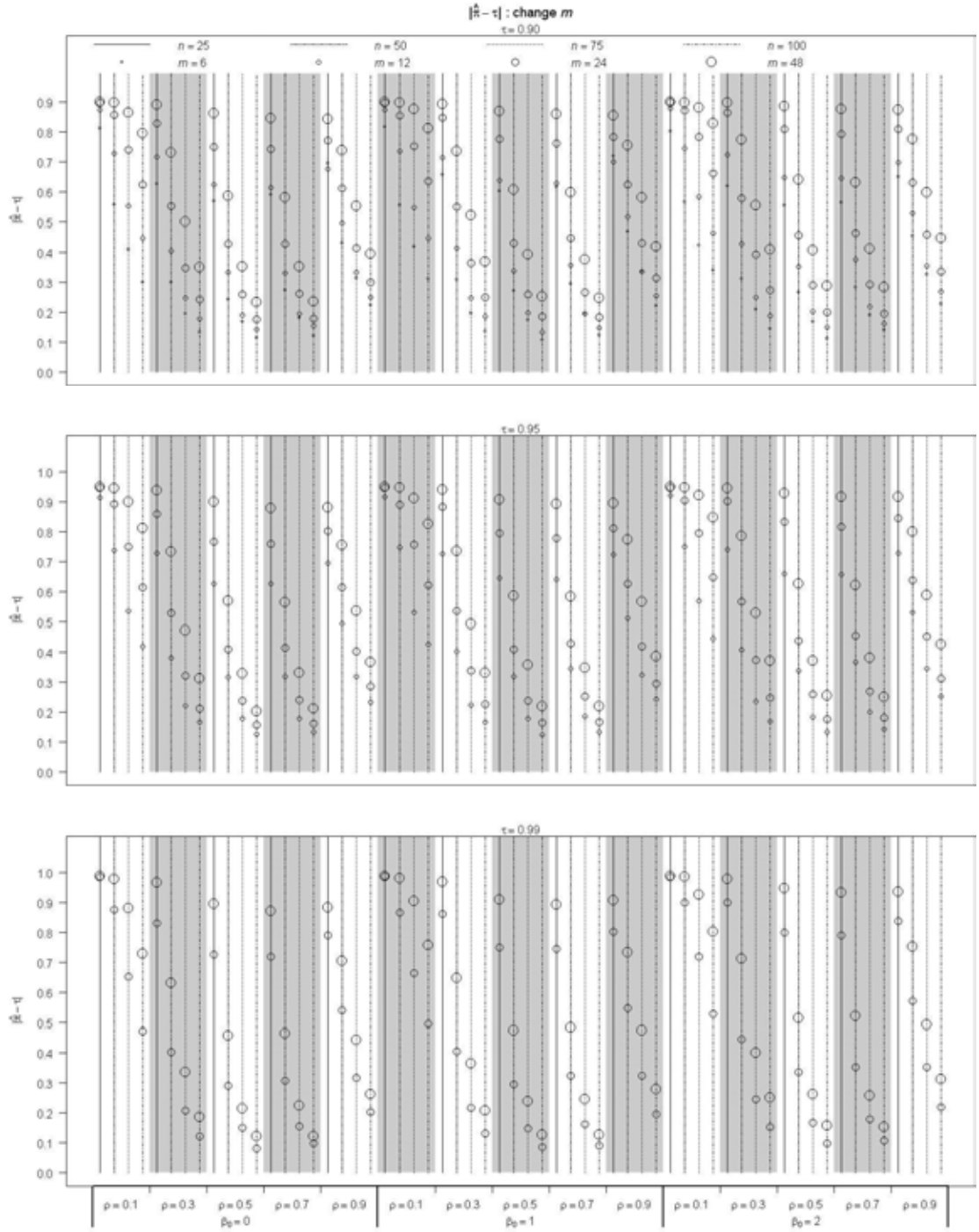


จากภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 กลุ่ม ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน

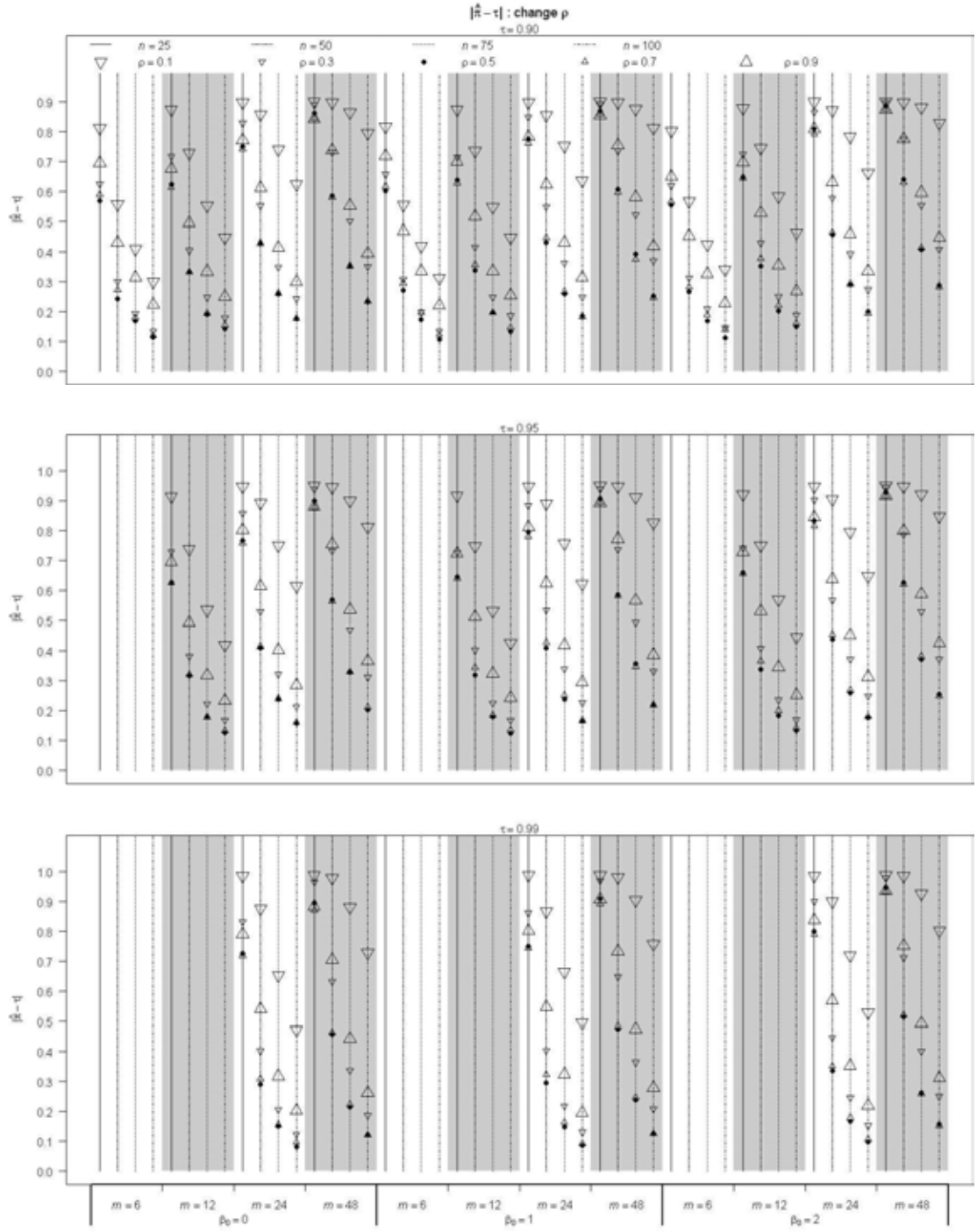


จากภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ เมื่อค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 เท่ากัน แต่มีค่า ρ ที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 48 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน



จากภาพที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.5 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อค่า ρ แตกต่างไปจาก 0.5 มากยิ่งขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่ ρ มีค่าน้อยกว่า 0.5 และกรณีที่ ρ มีค่ามากกว่า 0.5 ที่มีค่าแตกต่างไปจาก 0.5 เท่าๆ กัน จะพบว่าในกรณีที่ ρ มีค่าน้อยกว่า 0.5 มีแนวโน้มที่จะมีค่าขนาดความแตกต่างมากกว่าในกรณีที่ ρ มีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าขนาดความแตกต่างมักจะมีค่าสูงสุดเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.1 และขนาดความแตกต่างเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.3 มักจะมากกว่าเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.7 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับขนาดความแตกต่างเมื่อ ρ มีค่าเท่ากับ 0.5 ในหลายกลุ่มของกรณีศึกษา

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า ρ เท่ากัน แต่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 เป็น 0 1 และ 2 มาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากภาพที่ 4.7 - 4.9 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>พิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม</u>

พบว่าค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา มีค่าสูงสุดในแต่ละระดับความน่าเชื่อถือเป็น 0.7912 0.8250 และ 0.9092 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าสัดส่วนที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้

จึงสรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษาไม่สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยความน่าจะเป็นที่ค่าประมาณจะอยู่ในช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีมีค่าน้อยกว่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด

4.1.2.3 *ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ* ρ

ค่าความคลาดเคลื่อนที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือ τ (δ_τ) และค่าขอบบน และขอบล่างของช่วงของค่าประมาณตามทฤษฎีที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ ในการประมาณ ρ ($\hat{\rho}_{l,\tau}$ และ $\hat{\rho}_{u,\tau}$) ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่า δ_τ ในการประมาณ ρ และค่า $\hat{\rho}_{l,\tau}$ และ $\hat{\rho}_{u,\tau}$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างกันตามที่กำหนดในแผนการดำเนินการวิจัย

ρ	m	0.90			0.95			0.99		
		$\delta_{0.90}$	$\hat{\rho}_{l,0.90}$	$\hat{\rho}_{u,0.90}$	$\delta_{0.95}$	$\hat{\rho}_{l,0.95}$	$\hat{\rho}_{u,0.95}$	$\delta_{0.99}$	$\hat{\rho}_{l,0.99}$	$\hat{\rho}_{u,0.99}$
0.1	6	0.8190	0.01810	0.18190	0.9759	0.00241	0.19759	-	-	-
	12	0.5961	0.04039	0.15961	0.7056	0.02944	0.17056	0.9984	0.00016	0.19984
	24	0.4251	0.05749	0.14251	0.5047	0.04953	0.15047	0.6805	0.03195	0.16805
	48	0.3015	0.06985	0.13015	0.3586	0.06414	0.13586	0.4761	0.05239	0.14761
0.3	6	0.6734	0.09798	0.50202	0.7671	0.06987	0.53013	0.9154	0.02538	0.57462
	12	0.4750	0.15750	0.44250	0.5549	0.13353	0.46647	0.6966	0.09102	0.50898
	24	0.3344	0.19968	0.40032	0.3948	0.18156	0.41844	0.5075	0.14775	0.45225
	48	0.2358	0.22926	0.37074	0.2797	0.21609	0.38391	0.3637	0.19089	0.40911
0.5	6	0.5256	0.23720	0.76280	0.6288	0.18560	0.81440	0.8005	0.09975	0.90025
	12	0.3528	0.32360	0.67640	0.4229	0.28855	0.71145	0.5658	0.21710	0.78290
	24	0.2433	0.37835	0.62165	0.2908	0.35460	0.64540	0.3887	0.30565	0.69435
	48	0.1700	0.41500	0.58500	0.2028	0.39860	0.60140	0.2691	0.36545	0.63455
0.7	6	0.3871	0.42903	0.97097	0.5024	0.34832	1.00000	0.7065	0.20545	1.00000
	12	0.2284	0.54012	0.85988	0.2965	0.49245	0.90755	0.4385	0.39305	1.00000
	24	0.1504	0.59472	0.80528	0.1869	0.56917	0.83083	0.2737	0.50841	0.89159
	48	0.1033	0.62769	0.77231	0.1255	0.61215	0.78785	0.1767	0.57631	0.82369
0.9	6	0.1739	0.74349	1.00000	0.2518	0.67338	1.00000	0.4451	0.49941	1.00000
	12	0.0886	0.82026	0.97974	0.1232	0.78912	1.00000	0.2066	0.71406	1.00000
	24	0.0529	0.85239	0.94761	0.0704	0.83664	0.96336	0.1116	0.79956	1.00000
	48	0.0352	0.86832	0.93168	0.0441	0.86031	0.93969	0.0667	0.83997	0.96003

สัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
0	0.1	6	0.0954	0.3620	0.5174	0.6234	0.1142	0.4174	0.5756	0.6866	-	-	-	-
		12	0.0298	0.1860	0.3698	0.4824	0.0378	0.2248	0.4360	0.5508	0.0732	0.3500	0.5930	0.7180
		24	0.0010	0.0458	0.1682	0.2892	0.0016	0.0616	0.2148	0.3556	0.0040	0.1144	0.3404	0.5222
		48	0.0000	0.0026	0.0354	0.1106	0.0000	0.0042	0.0524	0.1488	0.0000	0.0116	0.1120	0.2740
	0.3	6	0.3414	0.6812	0.7796	0.8242	0.3858	0.7444	0.8402	0.8882	0.4548	0.8310	0.9086	0.9460
		12	0.2326	0.5834	0.7276	0.7800	0.2852	0.6592	0.8008	0.8502	0.3818	0.7744	0.8902	0.9316
		24	0.0898	0.4124	0.6132	0.7218	0.1168	0.4998	0.7042	0.7980	0.1912	0.6528	0.8348	0.9100
		48	0.0092	0.1962	0.4476	0.5998	0.0136	0.2656	0.5484	0.7032	0.0350	0.4220	0.7224	0.8572
	0.5	6	0.5026	0.8238	0.8682	0.8948	0.5992	0.9078	0.9432	0.9534	0.7622	0.9824	0.9922	0.9936
		12	0.3924	0.7210	0.8238	0.8598	0.4892	0.8194	0.9114	0.9330	0.6954	0.9542	0.9874	0.9920
		24	0.2050	0.5886	0.7436	0.8214	0.2650	0.6974	0.8318	0.9012	0.4348	0.8810	0.9546	0.9826
		48	0.0516	0.3868	0.6262	0.7470	0.0824	0.4914	0.7386	0.8344	0.1646	0.7062	0.8942	0.9542
	0.7	6	0.7082	0.9310	0.9426	0.9320	0.9934	0.9720	0.9724	0.9658	0.9994	0.9950	0.9944	0.9932
		12	0.5018	0.8090	0.8906	0.9098	0.7158	0.9432	0.9706	0.9698	0.9988	0.9970	0.9944	0.9942
		24	0.2512	0.6438	0.7872	0.8464	0.3650	0.7972	0.9052	0.9450	0.7058	0.9820	0.9948	0.9954
		48	0.0862	0.4296	0.6688	0.7736	0.1352	0.5634	0.7974	0.8874	0.3130	0.8422	0.9644	0.9886
	0.9	6	0.9820	0.9600	0.9490	0.9432	0.9914	0.9800	0.9760	0.9710	0.9988	0.9952	0.9952	0.9932
		12	0.5510	0.8432	0.9354	0.9460	0.9942	0.9838	0.9806	0.9780	0.9982	0.9970	0.9950	0.9956
		24	0.2372	0.5190	0.7380	0.8292	0.4252	0.7760	0.9312	0.9650	0.9984	0.9988	0.9978	0.9970
		48	0.0934	0.2596	0.5132	0.6826	0.1498	0.4042	0.6930	0.8474	0.4354	0.8178	0.9770	0.9940
1	0.1	6	0.0906	0.3660	0.5090	0.6138	0.1106	0.4190	0.5664	0.6778	-	-	-	-
		12	0.0276	0.1758	0.3754	0.4744	0.0346	0.2156	0.4404	0.5442	0.0638	0.3390	0.6032	0.7102
		24	0.0006	0.0470	0.1576	0.2784	0.0006	0.0642	0.2068	0.3476	0.0020	0.1240	0.3286	0.5010
		48	0.0000	0.0010	0.0236	0.0920	0.0000	0.0028	0.0420	0.1318	0.0000	0.0084	0.0888	0.2434
	0.3	6	0.3070	0.6802	0.7722	0.8250	0.3540	0.7392	0.8372	0.8820	0.4198	0.8180	0.9006	0.9466
		12	0.2320	0.5628	0.7230	0.7830	0.2786	0.6420	0.8026	0.8524	0.3752	0.7594	0.9006	0.9284
		24	0.0640	0.4076	0.5990	0.7084	0.0906	0.4898	0.6882	0.7906	0.1574	0.6498	0.8260	0.8998
		48	0.0072	0.1928	0.4270	0.5796	0.0116	0.2620	0.5156	0.6826	0.0286	0.4088	0.6996	0.8344

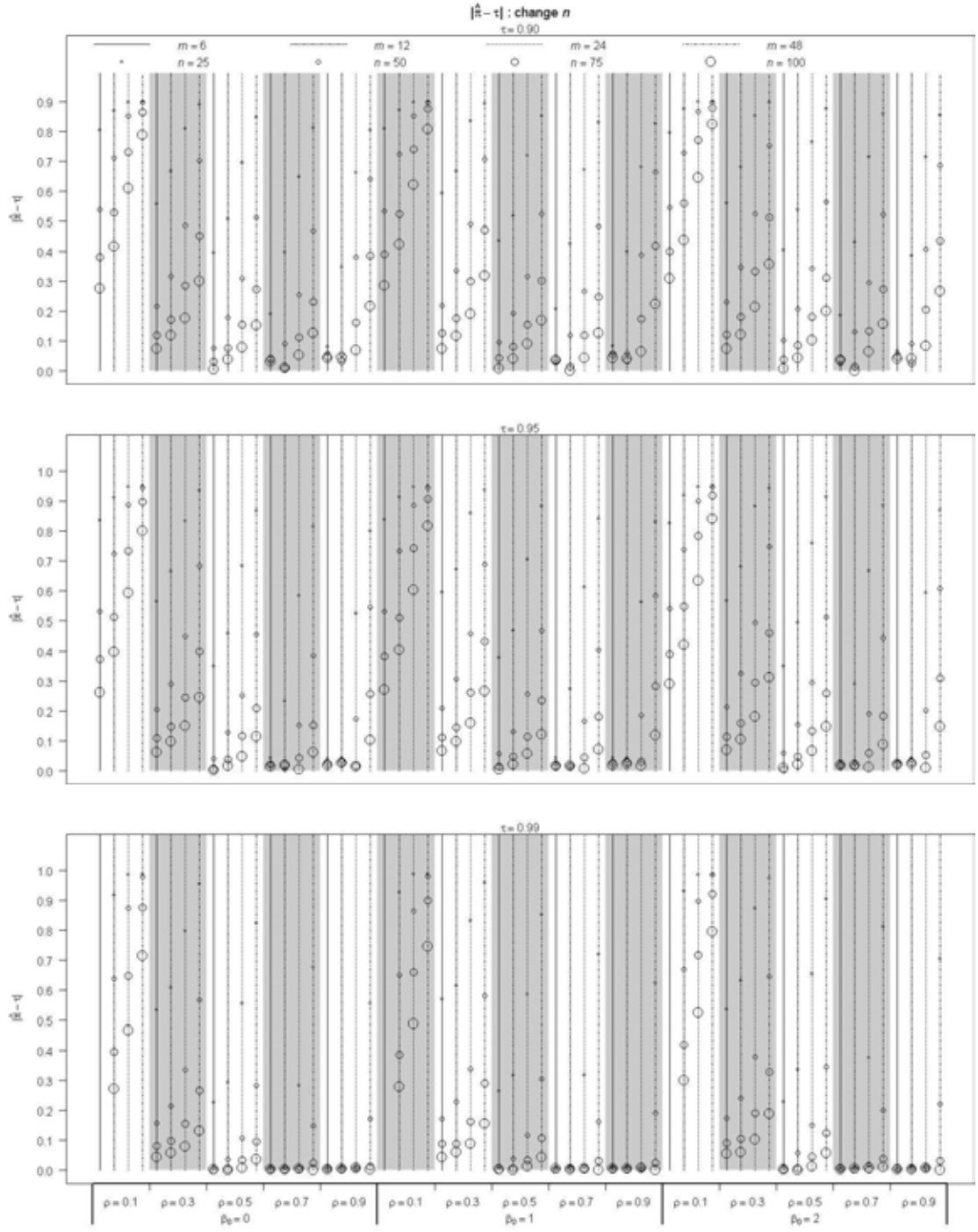
ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

β_0	ρ	m	0.90				0.95				0.99			
			n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100	n = 25	n = 50	n = 75	n = 100
1	0.5	6	0.4642	0.8030	0.8560	0.8922	0.5694	0.8918	0.9344	0.9562	0.7238	0.9776	0.9900	0.9926
		12	0.3824	0.7060	0.8180	0.8596	0.4800	0.8174	0.9018	0.9282	0.6734	0.9500	0.9840	0.9896
		24	0.1792	0.5814	0.7432	0.8094	0.2434	0.6930	0.8354	0.8930	0.4026	0.8718	0.9546	0.9772
		48	0.0458	0.3744	0.5970	0.7306	0.0668	0.4806	0.7130	0.8268	0.1370	0.6850	0.8820	0.9458
	0.7	6	0.6926	0.9290	0.9366	0.9356	0.9936	0.9754	0.9682	0.9684	0.9986	0.9960	0.9936	0.9956
		12	0.4732	0.7804	0.8852	0.9014	0.6762	0.9332	0.9684	0.9666	0.9990	0.9978	0.9956	0.9930
		24	0.2282	0.6312	0.7804	0.8564	0.3362	0.7832	0.9048	0.9424	0.6730	0.9756	0.9950	0.9962
		48	0.0674	0.4154	0.6506	0.7732	0.1076	0.5452	0.7678	0.8780	0.2694	0.8270	0.9592	0.9878
	0.9	6	0.9854	0.9612	0.9558	0.9436	0.9934	0.9822	0.9782	0.9708	0.9992	0.9980	0.9950	0.9952
		12	0.4992	0.8406	0.9376	0.9410	0.9932	0.9864	0.9806	0.9750	0.9986	0.9978	0.9952	0.9948
		24	0.2190	0.5120	0.7248	0.8344	0.3872	0.7632	0.9170	0.9678	0.9982	0.9968	0.9982	0.9972
		48	0.0730	0.2338	0.4800	0.6742	0.1192	0.3648	0.6654	0.8310	0.3644	0.7986	0.9646	0.9918
2	0.1	6	0.1038	0.3544	0.4994	0.5890	0.1232	0.4088	0.5594	0.6576	-	-	-	-
		12	0.0236	0.1702	0.3400	0.4610	0.0312	0.2104	0.4022	0.5278	0.0572	0.3196	0.5690	0.6888
		24	0.0002	0.0314	0.1266	0.2536	0.0006	0.0482	0.1654	0.3156	0.0026	0.0914	0.2732	0.4656
		48	0.0000	0.0008	0.0202	0.0762	0.0000	0.0016	0.0296	0.1086	0.0000	0.0042	0.0674	0.1944
	0.3	6	0.3398	0.6676	0.7786	0.8250	0.3824	0.7338	0.8338	0.8790	0.4542	0.8146	0.8976	0.9354
		12	0.2186	0.5524	0.7190	0.7782	0.2686	0.6236	0.7886	0.8442	0.3572	0.7478	0.8836	0.9304
		24	0.0466	0.3752	0.5654	0.6848	0.0662	0.4560	0.6532	0.7680	0.1156	0.6096	0.7976	0.8866
		48	0.0026	0.1458	0.3866	0.5420	0.0060	0.2020	0.4866	0.6376	0.0144	0.3448	0.6594	0.8010
	0.5	6	0.4944	0.7974	0.8618	0.8922	0.5998	0.8888	0.9442	0.9604	0.7612	0.9786	0.9926	0.9940
		12	0.3598	0.6910	0.8128	0.8554	0.4558	0.7948	0.9008	0.9264	0.6540	0.9330	0.9850	0.9894
		24	0.1342	0.5556	0.7192	0.7974	0.1904	0.6546	0.8164	0.8822	0.3340	0.8384	0.9436	0.9782
		48	0.0218	0.3342	0.5880	0.6994	0.0340	0.4380	0.6904	0.8002	0.0836	0.6438	0.8646	0.9328
	0.7	6	0.7144	0.9240	0.9394	0.9368	0.9854	0.9714	0.9706	0.9708	0.9968	0.9932	0.9950	0.9946
		12	0.4672	0.7670	0.8846	0.8988	0.6584	0.9230	0.9688	0.9700	0.9992	0.9956	0.9940	0.9950
		24	0.1852	0.6040	0.7662	0.8354	0.2818	0.7580	0.8896	0.9372	0.6124	0.9696	0.9926	0.9974
		48	0.0398	0.3768	0.6260	0.7428	0.0628	0.5038	0.7648	0.8618	0.1780	0.7890	0.9520	0.9800
	0.9	6	0.9674	0.9580	0.9482	0.9426	0.9812	0.9790	0.9738	0.9716	0.9966	0.9944	0.9960	0.9940
		12	0.5122	0.8084	0.9270	0.9408	0.9948	0.9870	0.9806	0.9738	0.9990	0.9976	0.9964	0.9946
		24	0.1854	0.4928	0.6942	0.8160	0.3552	0.7478	0.8972	0.9616	0.9988	0.9994	0.9976	0.9988
		48	0.0454	0.2142	0.4624	0.6324	0.0802	0.3416	0.6386	0.8020	0.2848	0.7684	0.9584	0.9920

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi}-\tau|$ ในการประมาณ ρ เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100 หน่วย ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, β_0, ρ) เท่ากัน

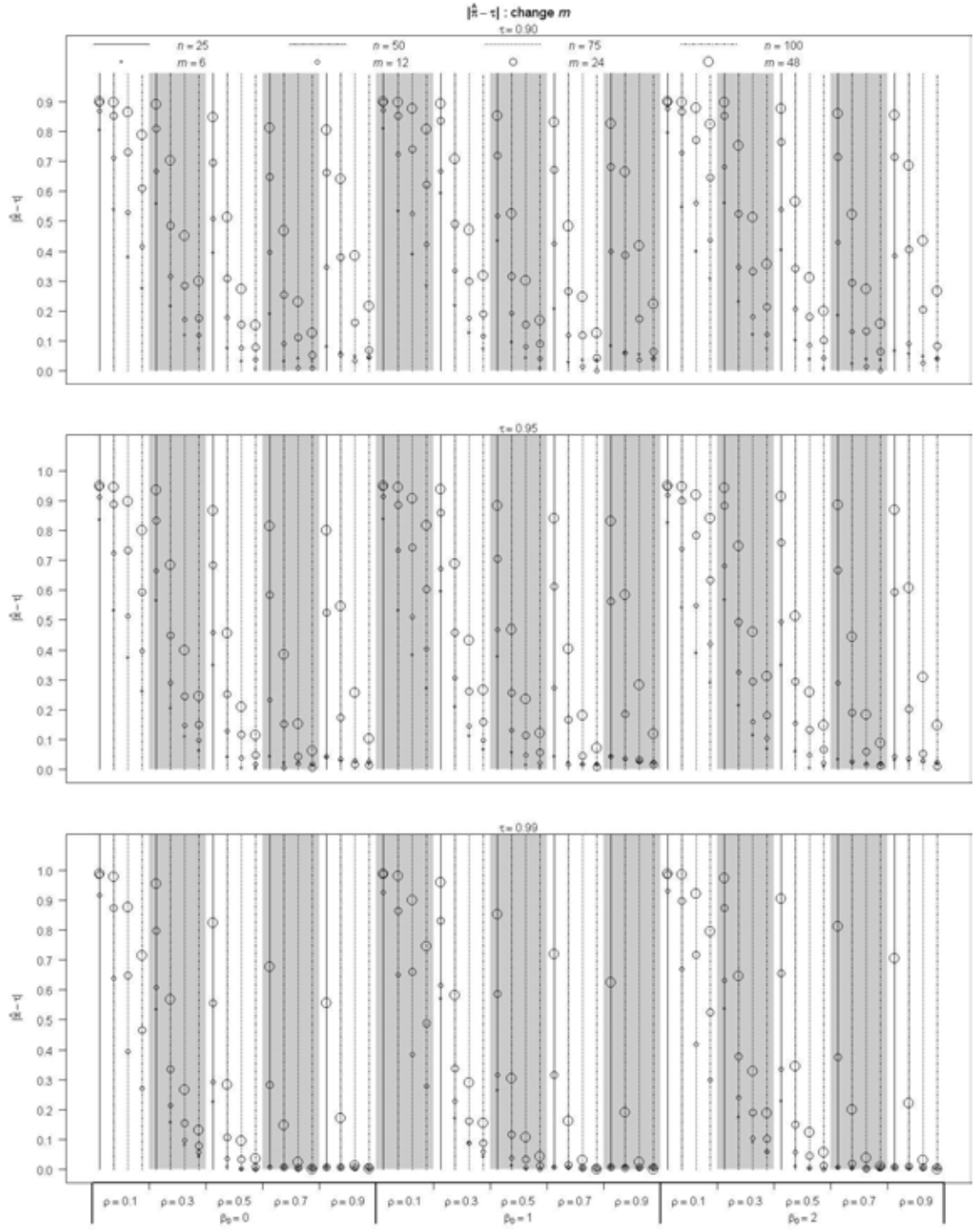


จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi} - \tau|$ ในการประมาณ ρ เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 และ ρ เท่ากัน แต่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 6 12 24 และ 48 กลุ่ม ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 60 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.11 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (n, β_0, ρ) เท่ากัน

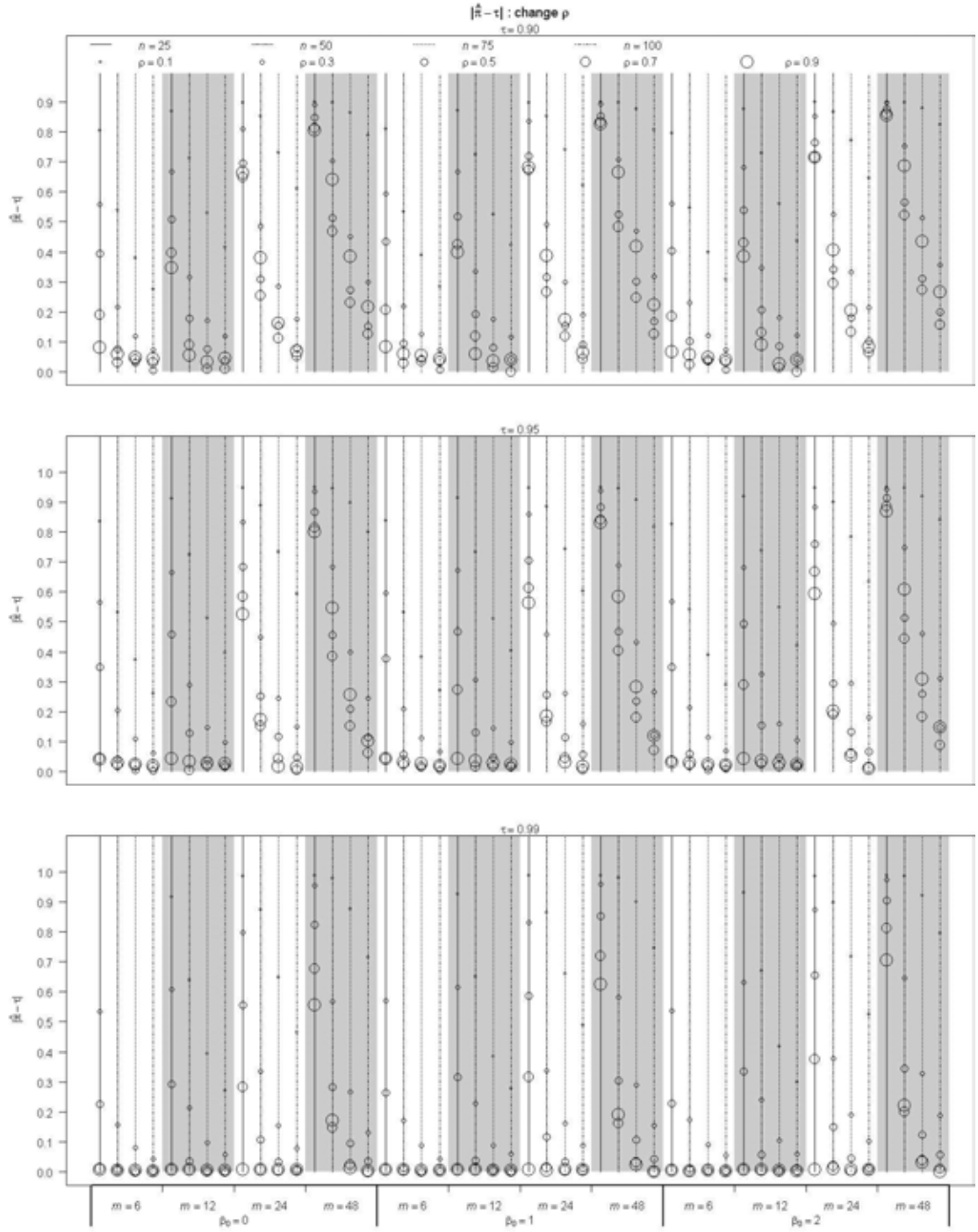


จากภาพที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi}-\tau|$ ในการประมาณ ρ เมื่อค่าพารามิเตอร์ ρ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า β_0 เท่ากัน แต่มีค่า ρ ที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 48 กลุ่ม มาเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด จะแสดงการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.12 ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่ระดับความน่าเชื่อถือ τ เท่ากับ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกลุ่มของกรณีศึกษาที่มีค่า (m, n, β_0) เท่ากัน



จากภาพที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>เปรียบเทียบ $|\hat{\pi}-\tau|$ ในการประมาณ ρ เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเปลี่ยนแปลงไป</u>

เมื่อนำกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (m) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n) และมีค่า ρ เท่ากัน แต่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 เป็น 0 1 และ 2 มาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากภาพที่ 4.10 - 4.12 จะเห็นได้ว่าขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มมากขึ้น

<u>พิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบแบบทวินาม</u>

พบว่าจากกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา มีบางกรณีที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ ประกอบด้วย

- กรณีที่สรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง มี 5 กรณี แสดงตามลำดับค่าพีจากมากไปน้อยได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

	β_0	ρ	m	n	5000 $\hat{\pi}$	%	p-value
1	2	0.7	12	100	4,494	89.88	0.7773
2	1	0.7	12	100	4,507	90.14	0.7593
3	0	0.5	6	100	4,474	89.48	0.2203
4	1	0.5	6	100	4,461	89.22	0.0695
5	2	0.5	6	100	4,461	89.22	0.0695

- กรณีที่สรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.95 สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง มี 3 กรณี แสดงตามลำดับค่าพีจากมากไปน้อยได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.95 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

	β_0	ρ	m	n	5000 $\hat{\pi}$	%	p-value
1	0	0.5	6	100	4,767	95.34	0.2842
2	0	0.7	24	100	4,725	94.50	0.1048
3	2	0.5	6	75	4,721	94.42	0.0643

- กรณีที่สรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.99 สอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง มี 13 กรณี แสดงตามลำดับค่าพีจากมากไปน้อยได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงกรณีศึกษาที่ค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.99 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

	β_0	ρ	m	n	5000 $\hat{\pi}$	%	p-value
1	1	0.5	6	75	4,950	99.00	1.0000
2	1	0.5	12	100	4,948	98.96	0.7759
3	2	0.5	12	100	4,947	98.94	0.6693
4	0	0.7	48	100	4,943	98.86	0.3190
5	1	0.9	48	100	4,959	99.18	0.2264
6	2	0.9	48	100	4,960	99.20	0.1762
7	0	0.5	12	100	4,960	99.20	0.1762
8	0	0.5	6	75	4,961	99.22	0.1348
9	1	0.7	48	100	4,939	98.78	0.1177
10	0	0.5	12	75	4,937	98.74	0.0749
11	1	0.5	6	100	4,963	99.26	0.0645
12	2	0.5	6	75	4,963	99.26	0.0645
13	2	0.7	24	75	4,963	99.26	0.0645

4.2 ผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2

ในการนำเสนอผลการศึกษาสำหรับการศึกษาในประเด็นที่ 2 จะแสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มของข้อมูลมีค่าต่างๆ ตั้งแต่มีขนาดตัวอย่าง 50 หน่วยจนกระทั่งได้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอของแต่ละกรณีศึกษาที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.1 และจะแสดงการเปรียบเทียบค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอของกรณีศึกษาทั้ง 10 กรณีศึกษา

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอจะแสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามไว้ในช่องเดียวกัน โดยแสดงค่าพีไว้ใน { } ใต้ค่าจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ สำหรับค่าที่อยู่ในเกณฑ์ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ค่าพีอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.05) และค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ค่าพีมากกว่า 0.05) จะแสดงสัญลักษณ์ " ' " และ " * " กำกับไว้ด้านหน้า { } เพื่อให้สังเกตได้ง่าย และสำหรับค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะแรเงาทึบในช่องนั้นเพื่อให้สังเกตได้ชัดเจนเป็นพิเศษด้วย

ในแต่ละสดมภ์จะแสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีในการประมาณแต่ละพารามิเตอร์ที่ระดับความน่าเชื่อถือแต่ละระดับ โดยจะใช้สัญลักษณ์เพื่อระบุพารามิเตอร์และระดับความน่าเชื่อถือของสดมภ์ต่างๆ ไว้ที่หัวสดมภ์ ดังนี้

b0_90 b0_95 และ b0_99 แทน สดมภ์จำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีในการประมาณ β_0^* ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ตามลำดับ

var_90 var_95 และ var_99 แทน สดมภ์จำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ตามลำดับ

และ rho_90 rho_95 และ rho_99 แทน สดมภ์จำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีในการประมาณ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ตามลำดับ

- กรณีศึกษาหลัก (กรณีศึกษาที่ 1 ในตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	4,003 {0}	4,361 {0}	4,753 {0}	2,832 {0}	3,167 {0}	3,605 {0}	4,097 {0}	4,771 {0}
100	4,289 {0}	4,600 {0}	4,899 {0}	3,778 {0}	4,113 {0}	4,299 {0}	4,665 {0}	4,960 *{0.1762}
150	4,370 {0}	4,663 {0}	4,913 {0}	4,106 {0}	4,412 {0}	4,432 {0.0016}	4,744 *{0.6970}	4,967 '{0.0128}
200	4,385 {0}	4,678 {0}	4,915 {0}	4,206 {0}	4,513 {0}	4,467 *{0.1198}	4,749 *{0.9482}	4,964 '{0.0463}
250	4,407 {0}	4,684 {0}	4,926 {0.0013}	4,276 {0}	4,555 {0}	4,472 *{0.1868}	4,750 *{1.0000}	4,968 {0.0084}
300	4,449 '{0.0173}	4,710 '{0.0113}	4,940 *{0.1548}	4,323 {0}	4,595 {0}	4,498 *{0.9249}	4,780 *{0.0515}	4,960 *{0.1762}
350	4,476 *{0.2579}	4,727 *{0.1355}	4,946 *{0.5690}	4,378 {0}	4,611 {0}	4,511 *{0.6206}	4,768 *{0.2560}	4,959 *{0.2264}
400	4,483 *{0.4229}	4,715 '{0.0251}	4,940 *{0.1548}	4,322 {0}	4,614 {0}	4,477 *{0.2782}	4,737 *{0.3988}	4,952 *{0.8313}
450	4,458 *{0.0504}	4,708 {0.0078}	4,938 *{0.0881}	4,405 {0}	4,638 {0}	4,510 *{0.6543}	4,763 *{0.4173}	4,958 *{0.2859}
500	4,450 '{0.0196}	4,722 *{0.0742}	4,937 *{0.0749}	4,417 {0.0001}	4,664 {0}	4,534 *{0.1142}	4,798 {0.0015}	4,966 '{0.0226}
550	4,444 {0.0095}	4,697 {0.0008}	4,931 '{0.0103}	4,414 {0}	4,692 {0.0003}	4,510 *{0.6543}	4,762 *{0.4555}	4,948 *{0.7759}
600	4,473 *{0.2031}	4,713 '{0.0178}	4,947 *{0.6693}	4,416 {0.0001}	4,659 {0}	4,484 *{0.4507}	4,757 *{0.6732}	4,962 *{0.1013}

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
650	4,509 *{0.6887}	4,735 *{0.3303}	4,940 *{0.1548}	4,429 {0.0010}	4,695 {0.0005}	4,502 *{0.9436}	4,749 *{0.9482}	4,948 *{0.7759}
700	4,483 *{0.4229}	4,721 *{0.0643}	4,939 *{0.1177}	4,427 {0.0007}	4,668 {0}	4,513 *{0.5557}	4,762 *{0.4555}	4,956 *{0.4343}
750	4,462 *{0.0770}	4,719 '{0.0477}	4,932 '{0.0153}	4,462 *{0.0770}	4,718 '{0.0409}	4,537 *{0.0811}	4,778 *{0.0692}	4,966 '{0.0226}
800	4,475 *{0.2386}	4,753 *{0.8712}	4,950 *{1.0000}	4,478 *{0.2997}	4,729 *{0.1729}	4,534 *{0.1142}	4,787 '{0.0163}	4,958 *{0.2859}
850	4,482 *{0.3961}	4,714 '{0.0212}	4,941 *{0.2002}	4,413 {0}	4,695 {0.0005}	4,462 *{0.0770}	4,736 *{0.3635}	4,947 *{0.6693}
900	4,502 *{0.9436}	4,769 *{0.2299}	4,954 *{0.6190}	4,440 {0.0054}	4,693 {0.0004}	4,509 *{0.6887}	4,749 *{0.9482}	4,957 *{0.3553}
950	4,521 *{0.3338}	4,752 *{0.9225}	4,956 *{0.4343}	4,415 {0}	4,681 {0}	4,503 *{0.9062}	4,760 *{0.5376}	4,944 *{0.3930}
1,000	4,488 *{0.5716}	4,761 *{0.4957}	4,955 *{0.5225}	4,490 *{0.6373}	4,740 *{0.5163}	4,529 *{0.1790}	4,759 *{0.5813}	4,949 *{0.8868}

- กรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก (กรณีศึกษาที่ 2 - 4 ในตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,979 {0}	4,331 {0}	4,696 {0}	3,275 {0}	4,119 {0}	4,539 {0}	4,912 {0}
100	4,269 {0}	4,568 {0}	4,871 {0}	3,923 {0}	4,474 *{0.2203}	4,767 *{0.2842}	4,968 {0.0084}
150	4,320 {0}	4,616 {0}	4,901 {0}	4,174 {0}	4,474 *{0.2203}	4,766 *{0.3145}	4,956 *{0.4343}
200	4,342 {0}	4,624 {0}	4,905 {0}	4,236 {0}	4,501 *{0.9812}	4,779 *{0.0598}	4,953 *{0.7225}
250	4,390 {0}	4,668 {0}	4,910 {0}	4,261 {0}	4,519 *{0.3831}	4,796 {0.0025}	4,963 *{0.0645}
300	4,442 {0.0072}	4,707 {0.0064}	4,928 {0.0028}	4,306 {0}	4,535 *{0.1038}	4,785 '{0.0231}	4,969 {0.0054}
350	4,463 *{0.0853}	4,699 {0.0013}	4,925 {0.0008}	4,348 {0}	4,497 *{0.8875}	4,753 *{0.8712}	4,944 *{0.3930}
400	4,415 {0}	4,696 {0.0007}	4,945 *{0.4766}	4,385 {0}	4,506 *{0.7954}	4,758 *{0.6265}	4,953 *{0.7225}
450	4,461 *{0.0695}	4,724 *{0.0916}	4,940 *{0.1548}	4,339 {0}	4,516 *{0.465}	4,778 *{0.0692}	4,957 *{0.3553}
500	4,489 *{0.6040}	4,738 *{0.4361}	4,945 *{0.4766}	4,425 {0.0005}	4,505 *{0.832}	4,773 *{0.1441}	4,959 *{0.2264}
550	4,495 *{0.8136}	4,750 *{1.0000}	4,940 *{0.1548}	4,443 {0.0083}	4,487 *{0.5400}	4,755 *{0.7703}	4,953 *{0.7225}

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	rho_90	rho_95	rho_99
600	4,450 '{0.0196}	4,715 '{0.0251}	4,936 *{0.0544}	4,403 {0}	4,487 *{0.5400}	4,751 *{0.9741}	4,950 *{1.0000}
650	4,475 *{0.2386}	4,716 '{0.0297}	4,942 *{0.2548}	4,412 {0}	4,518 *{0.4094}	4,775 *{0.1117}	4,959 *{0.2264}
700	4,426 {0.0006}	4,703 {0.0028}	4,938 *{0.0881}	4,455 '{0.0359}	4,467 *{0.1198}	4,730 *{0.1943}	4,939 *{0.1177}
750	4,445 '{0.0102}	4,715 '{0.0251}	4,947 *{0.6693}	4,446 '{0.0117}	4,512 *{0.5878}	4,768 *{0.2560}	4,958 *{0.2859}
800	4,481 *{0.3704}	4,715 '{0.0251}	4,932 '{0.0153}	4,461 *{0.0695}	4,491 *{0.6713}	4,764 *{0.3810}	4,955 *{0.5225}
850	4,440 {0.0054}	4,692 {0.0003}	4,931 '{0.0103}	4,434 {0.0022}	4,502 *{0.9436}	4,755 *{0.7703}	4,957 *{0.3553}
900	4,504 *{0.8690}	4,746 *{0.7952}	4,949 *{0.8868}	4,446 '{0.0117}	4,547 '{0.0267}	4,775 *{0.1117}	4,956 *{0.4343}
950	4,459 *{0.0562}	4,723 *{0.0854}	4,942 *{0.2548}	4,477 *{0.2782}	4,552 '{0.0142}	4,768 *{0.2560}	4,964 '{0.0463}
1,000	4,468 *{0.1314}	4,713 '{0.0178}	4,950 *{1.0000}	4,439 {0.0047}	4,530 *{0.1643}	4,771 *{0.1833}	4,950 *{1.0000}
1,050	4,475 *{0.2386}	4,746 *{0.7952}	4,951 *{0.9434}	4,463 *{0.0853}	4,519 *{0.3831}	4,773 *{0.1441}	4,958 *{0.2859}

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma^2_{\beta_g}$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 24 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	var_99	rho_90	rho_95	rho_99
50	4,028 {0}	4,368 {0}	4,761 {0}	2,348 {0}	2,698 {0}	3,488 {0}	2,943 {0}	3,487 {0}	4,405 {0}
100	4,308 {0}	4,599 {0}	4,894 {0}	3,616 {0}	3,957 {0}	4,546 {0}	4,107 {0}	4,506 {0}	4,913 {0}
150	4,386 {0}	4,680 {0}	4,929 {0.0044}	3,998 {0}	4,311 {0}	4,748 {0}	4,310 {0}	4,659 {0}	4,938 *{0.0881}
200	4,420 {0.0002}	4,685 {0}	4,925 {0.0008}	4,186 {0}	4,467 {0}	4,795 {0}	4,390 {0}	4,683 {0}	4,954 *{0.6190}
250	4,454 '{0.0319}	4,685 {0}	4,928 {0.0028}	4,281 {0}	4,579 {0}	4,871 {0}	4,448 '{0.0152}	4,734 *{0.2991}	4,958 *{0.2859}
300	4,410 {0}	4,685 {0}	4,925 {0.0008}	4,337 {0}	4,600 {0}	4,881 {0}	4,457 '{0.0451}	4,743 *{0.6496}	4,960 *{0.1762}
350	4,436 {0.0030}	4,703 {0.0028}	4,945 *{0.4766}	4,321 {0}	4,575 {0}	4,905 {0}	4,469 *{0.1439}	4,763 *{0.4173}	4,951 *{0.9434}
400	4,452 '{0.0251}	4,707 {0.0064}	4,936 *{0.0544}	4,388 {0}	4,649 {0}	4,911 {0}	4,485 *{0.4795}	4,751 *{0.9741}	4,958 *{0.2859}
450	4,465 *{0.0990}	4,711 '{0.0125}	4,940 *{0.1548}	4,388 {0}	4,631 {0}	4,888 {0}	4,476 *{0.2579}	4,751 *{0.9741}	4,964 '{0.0463}
500	4,479 *{0.3222}	4,733 *{0.2699}	4,944 *{0.3930}	4,404 {0}	4,677 {0}	4,923 {0.0004}	4,497 *{0.8875}	4,769 *{0.2299}	4,962 *{0.1013}
550	4,408 {0}	4,685 {0}	4,927 {0.0021}	4,406 {0}	4,663 {0}	4,940 *{0.1548}	4,480 *{0.3457}	4,770 *{0.2056}	4,950 *{1.0000}
600	4,478 *{0.2997}	4,742 *{0.6036}	4,935 '{0.0388}	4,406 {0}	4,655 {0}	4,911 {0}	4,461 *{0.0695}	4,734 *{0.2991}	4,945 *{0.4766}
650	4,477 *{0.2782}	4,739 *{0.4752}	4,932 '{0.0153}	4,432 {0.0016}	4,679 {0}	4,935 '{0.0388}	4,505 *{0.8320}	4,771 *{0.1833}	4,955 *{0.5225}

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	var_99	rho_90	rho_95	rho_99
700	4,470 *{0.1573}	4,749 *{0.9482}	4,934 '{0.0273}	4,427 {0.0007}	4,685 {0}	4,911 {0}	4,468 *{0.1314}	4,745 *{0.7455}	4,963 *{0.0645}
750	4,498 *{0.9249}	4,744 *{0.6970}	4,952 *{0.8313}	4,439 {0.0046}	4,693 {0.0004}	4,924 {0.0006}	4,503 *{0.9062}	4,767 *{0.2842}	4,965 '{0.0326}
800	4,498 *{0.9249}	4,752 *{0.9225}	4,951 *{0.9434}	4,454 {0.0319}	4,694 {0.0004}	4,920 {0}	4,512 *{0.5878}	4,746 *{0.7952}	4,959 *{0.2264}
850	4,453 '{0.0283}	4,731 *{0.2175}	4,936 *{0.0544}	4,448 '{0.0152}	4,697 {0.0008}	4,924 {0.0006}	4,501 *{0.9812}	4,748 *{0.8967}	4,953 *{0.7225}
900	4,497 *{0.8875}	4,751 *{0.9741}	4,953 *{0.7225}	4,432 {0.0016}	4,695 {0.0005}	4,923 {0.0004}	4,499 *{0.9624}	4,755 *{0.7703}	4,965 '{0.0326}
950	4,472 *{0.1868}	4,739 *{0.4752}	4,949 *{0.8868}	4,450 '{0.0196}	4,707 {0.0064}	4,927 {0.0021}	4,512 *{0.5878}	4,762 *{0.4555}	4,961 *{0.1348}
1,000	4,507 *{0.7593}	4,759 *{0.5813}	4,953 *{0.7225}	4,449 '{0.0173}	4,696 {0.0007}	4,935 '{0.0388}	4,532 *{0.1375}	4,760 *{0.5376}	4,956 *{0.4343}
1,050	4,436 {0.0030}	4,685 {0}	4,931 '{0.0103}	4,436 {0.0030}	4,708 {0.0078}	4,936 *{0.0544}	4,507 *{0.7593}	4,728 *{0.1534}	4,945 *{0.4766}
1,100	4,487 *{0.5400}	4,753 *{0.8712}	4,950 *{1.0000}	4,474 *{0.2203}	4,715 '{0.0251}	4,930 {0.0067}	4,506 *{0.7954}	4,763 *{0.4173}	4,949 *{0.8868}
1,150	4,453 '{0.0283}	4,744 *{0.6970}	4,944 *{0.3930}	4,431 {0.0013}	4,702 {0.0023}	4,934 '{0.0273}	4,490 *{0.6373}	4,746 *{0.7952}	4,950 *{1.0000}
1,200	4,504 *{0.8690}	4,745 *{0.7455}	4,950 *{1.0000}	4,484 *{0.4507}	4,719 '{0.0477}	4,928 {0.0028}	4,511 *{0.6206}	4,771 *{0.1833}	4,959 *{0.2264}
1,250	4,489 *{0.604}	4,737 *{0.3988}	4,955 *{0.5225}	4,455 '{0.0359}	4,700 {0.0016}	4,950 *{1.0000}	4,480 *{0.3457}	4,767 *{0.2842}	4,956 *{0.4343}
1,300	4,468 *{0.1314}	4,717 '{0.0349}	4,939 *{0.1177}	4,467 *{0.1198}	4,724 *{0.0916}	4,938 *{0.0881}	4,500 *{1.0000}	4,752 *{0.9225}	4,950 *{1.0000}
1,350	4,515 *{0.4943}	4,748 *{0.8967}	4,952 *{0.8313}	4,479 *{0.3222}	4,721 *{0.0643}	4,944 *{0.3930}	4,493 *{0.7414}	4,767 *{0.2842}	4,961 *{0.1348}

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 48 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	var_99	rho_90	rho_95	rho_99
50	4,046 {0}	4,383 {0}	4,781 {0}	1,568 {0}	1,902 {0}	2,654 {0}	1,934 {0}	2,457 {0}	3,531 {0}
100	4,326 {0}	4,614 {0}	4,911 {0}	3,325 {0}	3,734 {0}	4,334 {0}	3,735 {0}	4,172 {0}	4,771 {0}
150	4,408 {0}	4,675 {0}	4,920 {0}	3,804 {0}	4,161 {0}	4,626 {0}	4,100 {0}	4,496 {0}	4,895 {0}
200	4,392 {0}	4,691 {0.0002}	4,934 '{0.0273}	4,051 {0}	4,369 {0}	4,763 {0}	4,282 {0}	4,609 {0}	4,926 {0.0013}
250	4,402 {0}	4,683 {0}	4,937 *{0.0749}	4,175 {0}	4,505 {0}	4,846 {0}	4,380 {0}	4,687 {0}	4,943 *{0.3190}
300	4,405 {0}	4,681 {0}	4,915 {0}	4,226 {0}	4,532 {0}	4,845 {0}	4,401 {0}	4,676 {0}	4,941 *{0.2002}
350	4,457 '{0.0451}	4,719 '{0.0477}	4,924 {0.0006}	4,278 {0}	4,572 {0}	4,875 {0}	4,437 {0.0035}	4,739 *{0.4752}	4,964 '{0.0463}
400	4,452 '{0.0251}	4,711 '{0.0125}	4,935 '{0.0388}	4,326 {0}	4,595 {0}	4,874 {0}	4,425 {0.0005}	4,694 {0.0004}	4,944 *{0.3930}
450	4,465 *{0.0990}	4,725 *{0.1048}	4,943 *{0.3190}	4,330 {0}	4,622 {0}	4,902 {0}	4,444 {0.0095}	4,728 *{0.1534}	4,943 *{0.3190}
500	4,448 '{0.0152}	4,732 *{0.2427}	4,936 *{0.0544}	4,374 {0}	4,638 {0}	4,902 {0}	4,457 '{0.0451}	4,738 *{0.4361}	4,954 *{0.6190}
550	4,422 {0.0003}	4,696 {0.0007}	4,940 *{0.1548}	4,396 {0}	4,677 {0}	4,905 {0}	4,478 *{0.2997}	4,726 *{0.1194}	4,946 *{0.5690}
600	4,470 *{0.1573}	4,735 *{0.3303}	4,949 *{0.8868}	4,388 {0}	4,670 {0}	4,895 {0}	4,461 *{0.0695}	4,735 *{0.3303}	4,959 *{0.2264}
650	4,496 *{0.8504}	4,757 *{0.6732}	4,951 *{0.9434}	4,403 {0}	4,684 {0}	4,925 {0.0008}	4,488 *{0.5716}	4,743 *{0.6496}	4,957 *{0.3553}

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	var_99	rho_90	rho_95	rho_99
700	4,466 *{0.1090}	4,729 *{0.1729}	4,937 *{0.0749}	4,414 {0}	4,685 {0}	4,928 {0.0028}	4,484 *{0.4507}	4,749 *{0.9482}	4,954 *{0.6190}
750	4,509 *{0.6887}	4,751 *{0.9741}	4,946 *{0.5690}	4,470 *{0.1573}	4,701 {0.0020}	4,938 *{0.0881}	4,508 *{0.7237}	4,768 *{0.2560}	4,950 *{1.0000}
800	4,456 '{0.0403}	4,718 '{0.0409}	4,956 *{0.4343}	4,430 {0.0012}	4,689 {0.0001}	4,920 {0}	4,489 *{0.6040}	4,733 *{0.2699}	4,944 *{0.3930}
850	4,448 '{0.0152}	4,733 *{0.2699}	4,938 *{0.0881}	4,418 {0.0002}	4,679 {0}	4,911 {0}	4,482 *{0.3961}	4,721 *{0.0643}	4,944 *{0.3930}
900	4,492 *{0.7061}	4,745 *{0.7455}	4,938 *{0.0881}	4,455 '{0.0359}	4,699 {0.0013}	4,932 '{0.0153}	4,494 *{0.7773}	4,760 *{0.5376}	4,945 *{0.4766}
950	4,485 *{0.4795}	4,751 *{0.9741}	4,945 *{0.4766}	4,443 {0.0083}	4,713 '{0.0178}	4,943 *{0.3190}	4,517 *{0.4367}	4,764 *{0.3810}	4,960 *{0.1762}
1,000	4,498 *{0.9249}	4,764 *{0.3810}	4,961 *{0.1348}	4,431 {0.0013}	4,684 {0}	4,930 {0.0067}	4,472 *{0.1868}	4,768 *{0.2560}	4,961 *{0.1348}
1,050	4,488 *{0.5716}	4,738 *{0.4361}	4,936 *{0.0544}	4,406 {0}	4,682 {0}	4,944 *{0.3930}	4,459 *{0.0562}	4,744 *{0.6970}	4,941 *{0.2002}
1,100	4,497 *{0.8875}	4,730 *{0.1943}	4,949 *{0.8868}	4,493 *{0.7414}	4,751 *{0.9741}	4,932 '{0.0153}	4,515 *{0.4943}	4,755 *{0.7703}	4,954 *{0.6190}
1,150	4,493 *{0.7414}	4,751 *{0.9741}	4,957 *{0.3553}	4,444 {0.0095}	4,701 {0.0020}	4,932 '{0.0153}	4,494 *{0.7773}	4,736 *{0.3635}	4,955 *{0.5225}
1,200	4,496 *{0.8504}	4,737 *{0.3988}	4,933 '{0.0188}	4,473 *{0.2031}	4,718 '{0.0409}	4,941 *{0.2002}	4,513 *{0.5557}	4,764 *{0.3810}	4,953 *{0.7225}
1,250	4,466 *{0.1090}	4,718 '{0.0409}	4,950 *{1.0000}	4,451 '{0.0222}	4,715 '{0.0251}	4,928 {0.0028}	4,469 *{0.1439}	4,740 *{0.5163}	4,960 *{0.1762}
1,300	4,502 *{0.9436}	4,738 *{0.4361}	4,946 *{0.5690}	4,490 *{0.6373}	4,737 *{0.3988}	4,944 *{0.3930}	4,514 *{0.5245}	4,786 '{0.0194}	4,968 {0.0084}
1,350	4,522 *{0.3108}	4,776 *{0.0979}	4,954 *{0.6190}	4,435 {0.0025}	4,716 '{0.0297}	4,923 {0.0004}	4,481 *{0.3704}	4,706 {0.0052}	4,931 '{0.0103}
1,400	4,461 *{0.0695}	4,730 *{0.1943}	4,956 *{0.4343}	4,496 *{0.8504}	4,743 *{0.6496}	4,944 *{0.3930}	4,544 '{0.0380}	4,765 *{0.3467}	4,957 *{0.3553}

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	var_99	rho_90	rho_95	rho_99
1,450	4,458 *{0.0504}	4,735 *{0.3303}	4,947 *{0.6693}	4,485 *{0.4795}	4,719 '{0.0477}	4,940 *{0.1548}	4,501 *{0.9812}	4,750 *{1.0000}	4,945 *{0.4766}
1,500	4,481 *{0.3704}	4,731 *{0.2175}	4,947 *{0.6693}	4,513 *{0.5557}	4,749 *{0.9482}	4,937 *{0.0749}	4,554 '{0.0109}	4,790 {0.0086}	4,962 *{0.1013}
1,550	4,476 *{0.2579}	4,745 *{0.7455}	4,941 *{0.2002}	4,459 *{0.0562}	4,712 '{0.0149}	4,952 *{0.8313}	4,485 *{0.4795}	4,750 *{1.0000}	4,948 *{0.7759}
1,600	4,479 *{0.3222}	4,745 *{0.7455}	4,958 *{0.2859}	4,472 *{0.1868}	4,717 '{0.0349}	4,949 *{0.8868}	4,515 *{0.4943}	4,782 '{0.0378}	4,954 *{0.6190}
1,650	4,463 *{0.0853}	4,745 *{0.7455}	4,950 *{1.0000}	4,508 *{0.7237}	4,755 *{0.7703}	4,941 *{0.2002}	4,485 *{0.4795}	4,757 *{0.6732}	4,955 *{0.5225}

- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก (กรณีศึกษาที่ 5 - 6 ในตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 1 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,387 {0}	3,788 {0}	4,279 {0}	2,806 {0}	3,147 {0}	3,530 {0}	4,087 {0}	4,750 {0}
100	4,044 {0}	4,393 {0}	4,759 {0}	3,829 {0}	4,125 {0}	4,298 {0}	4,641 {0}	4,948 *{0.7759}
150	4,217 {0}	4,553 {0}	4,855 {0}	4,078 {0}	4,373 {0}	4,441 {0.0062}	4,720 *{0.0555}	4,966 '{0.0226}
200	4,272 {0}	4,558 {0}	4,867 {0}	4,185 {0}	4,486 {0}	4,486 *{0.5092}	4,766 *{0.3145}	4,963 *{0.0645}

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
250	4,315 {0}	4,627 {0}	4,900 {0}	4,272 {0}	4,559 {0}	4,468 *{0.1314}	4,752 *{0.9225}	4,954 *{0.6190}
300	4,369 {0}	4,670 {0}	4,927 {0.0021}	4,326 {0}	4,604 {0}	4,514 *{0.5245}	4,771 *{0.1833}	4,955 *{0.5225}
350	4,395 {0}	4,671 {0}	4,921 {0.0001}	4,327 {0}	4,606 {0}	4,496 *{0.8504}	4,764 *{0.3810}	4,959 *{0.2264}
400	4,424 {0.0004}	4,693 {0.0004}	4,926 {0.0013}	4,346 {0}	4,624 {0}	4,487 *{0.5400}	4,745 *{0.7455}	4,945 *{0.4766}
450	4,398 {0}	4,673 {0}	4,925 {0.0008}	4,380 {0}	4,655 {0}	4,518 *{0.4094}	4,752 *{0.9225}	4,962 *{0.1013}
500	4,408 {0}	4,695 {0.0005}	4,936 *{0.0544}	4,429 {0.0010}	4,674 {0}	4,530 *{0.1643}	4,791 {0.0071}	4,961 *{0.1348}
550	4,432 {0.0016}	4,672 {0}	4,916 {0}	4,404 {0}	4,683 {0}	4,520 *{0.3580}	4,777 *{0.0798}	4,955 *{0.5225}
600	4,453 '{0.0283}	4,698 {0.0010}	4,936 *{0.0544}	4,404 {0}	4,659 {0}	4,472 *{0.1868}	4,766 *{0.3145}	4,965 '{0.0326}
650	4,462 *{0.0770}	4,731 *{0.2175}	4,931 '{0.0103}	4,427 {0.0007}	4,693 {0.0004}	4,514 *{0.5245}	4,771 *{0.1833}	4,953 *{0.7225}
700	4,445 '{0.0102}	4,714 '{0.0212}	4,936 *{0.0544}	4,414 {0}	4,678 {0}	4,510 *{0.6543}	4,777 *{0.0798}	4,957 *{0.3553}
750	4,444 {0.0095}	4,710 '{0.0113}	4,921 {0.0001}	4,437 {0.0035}	4,716 '{0.0297}	4,528 *{0.1948}	4,766 *{0.3145}	4,957 *{0.3553}
800	4,459 *{0.0562}	4,735 *{0.3303}	4,939 *{0.1177}	4,466 *{0.1090}	4,715 '{0.0251}	4,544 '{0.0380}	4,788 '{0.0136}	4,962 *{0.1013}
850	4,456 '{0.0403}	4,715 '{0.0251}	4,933 '{0.0188}	4,412 {0}	4,681 {0}	4,450 '{0.0196}	4,737 *{0.3988}	4,949 *{0.8868}

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
900	4,490 *{0.6373}	4,774 *{0.1271}	4,943 *{0.3190}	4,429 {0.0010}	4,709 {0.0094}	4,489 *{0.6040}	4,751 *{0.9741}	4,951 *{0.9434}
950	4,484 *{0.4507}	4,734 *{0.2991}	4,950 *{1.0000}	4,440 {0.0054}	4,689 {0.0001}	4,497 *{0.8875}	4,780 *{0.0515}	4,953 *{0.7225}
1,000	4,454 '{0.0319}	4,748 *{0.8967}	4,951 *{0.9434}	4,479 *{0.3222}	4,739 *{0.4752}	4,523 *{0.2888}	4,765 *{0.3467}	4,960 *{0.1762}
1,050	4,453 '{0.0283}	4,707 {0.0064}	4,947 *{0.6693}	4,454 '{0.0319}	4,705 {0.0043}	4,534 *{0.1142}	4,778 *{0.0692}	4,957 *{0.3553}
1,100	4,480 *{0.3457}	4,742 *{0.6036}	4,950 *{1.0000}	4,464 *{0.0897}	4,718 '{0.0409}	4,527 *{0.2115}	4,766 *{0.3145}	4,949 *{0.8868}
1,150	4,463 *{0.0853}	4,732 *{0.2427}	4,938 *{0.0881}	4,489 *{0.6040}	4,725 *{0.1048}	4,550 '{0.0184}	4,777 *{0.0798}	4,962 *{0.1013}
1,200	4,490 *{0.6373}	4,757 *{0.6732}	4,940 *{0.1548}	4,448 '{0.0152}	4,697 {0.0008}	4,505 *{0.8320}	4,765 *{0.3467}	4,954 *{0.6190}
1,250	4,468 *{0.1314}	4,730 *{0.1943}	4,946 *{0.5690}	4,434 {0.0022}	4,713 '{0.0178}	4,513 *{0.5557}	4,754 *{0.8204}	4,956 *{0.4343}
1,300	4,448 '{0.0152}	4,717 '{0.0349}	4,929 {0.0044}	4,443 {0.0083}	4,730 *{0.1943}	4,505 *{0.8320}	4,731 *{0.2175}	4,937 *{0.07489}
1,350	4,494 *{0.7773}	4,747 *{0.8456}	4,941 *{0.2002}	4,472 *{0.1868}	4,719 '{0.0477}	4,508 *{0.7237}	4,747 *{0.8456}	4,951 *{0.9434}
1,400	4,485 *{0.4795}	4,738 *{0.4361}	4,940 *{0.1548}	4,467 *{0.1198}	4,716 '{0.0297}	4,529 *{0.179}	4,760 *{0.5376}	4,954 *{0.619}
1,450	4,449 '{0.0173}	4,724 *{0.0916}	4,938 *{0.0881}	4,462 *{0.0770}	4,707 {0.0064}	4,502 *{0.9436}	4,748 *{0.8967}	4,949 *{0.8868}
1,500	4,474 *{0.2203}	4,727 *{0.1355}	4,945 *{0.4766}	4,438 {0.0040}	4,691 {0.0002}	4,509 *{0.6887}	4,771 *{0.1833}	4,945 *{0.4766}

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,550	4,470 *{0.1573}	4,725 *{0.1048}	4,931 '{0.0103}	4,482 *{0.3961}	4,728 *{0.1534}	4,508 *{0.7237}	4,762 *{0.4555}	4,955 *{0.5225}
1,600	4,463 *{0.0853}	4,727 *{0.1355}	4,957 *{0.3553}	4,458 *{0.0504}	4,704 {0.0035}	4,501 *{0.9812}	4,754 *{0.8204}	4,950 *{1.0000}
1,650	4,488 *{0.5716}	4,748 *{0.8967}	4,943 *{0.319}	4,512 *{0.5878}	4,723 *{0.0854}	4,535 *{0.1038}	4,754 *{0.8204}	4,965 '{0.0326}
1,700	4,466 *{0.1090}	4,740 *{0.5163}	4,959 *{0.2264}	4,480 *{0.3457}	4,732 *{0.2427}	4,506 *{0.7954}	4,762 *{0.4555}	4,959 *{0.2264}

ตารางที่ 4.17 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 2 และ ρ เท่ากับ 0.5

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	2,486 {0}	2,831 {0}	3,376 {0}	2,736 {0}	3,053 {0}	3,455 {0}	3,974 {0}	4,665 {0}
100	3,446 {0}	3,818 {0}	4,372 {0}	3,745 {0}	4,084 {0}	4,277 {0}	4,632 {0}	4,947 *{0.6693}
150	3,828 {0}	4,181 {0}	4,658 {0}	4,054 {0}	4,355 {0}	4,385 {0}	4,721 *{0.0643}	4,956 *{0.4343}
200	3,981 {0}	4,319 {0}	4,725 {0}	4,194 {0}	4,485 {0}	4,460 *{0.0625}	4,746 *{0.7952}	4,957 *{0.3553}
250	4,116 {0}	4,465 {0}	4,812 {0}	4,258 {0}	4,527 {0}	4,477 *{0.2782}	4,762 *{0.4555}	4,959 *{0.2264}
300	4,191 {0}	4,524 {0}	4,853 {0}	4,315 {0}	4,580 {0}	4,506 *{0.7954}	4,781 '{0.0442}	4,952 *{0.8313}

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
350	4,230 {0}	4,533 {0}	4,876 {0}	4,342 {0}	4,620 {0}	4,519 *{0.3831}	4,772 *{0.1628}	4,957 *{0.3553}
400	4,267 {0}	4,563 {0}	4,868 {0}	4,300 {0}	4,607 {0}	4,474 *{0.2203}	4,759 *{0.5813}	4,955 *{0.5225}
450	4,278 {0}	4,568 {0}	4,879 {0}	4,382 {0}	4,641 {0}	4,510 *{0.6543}	4,775 *{0.1117}	4,962 *{0.1013}
500	4,314 {0}	4,606 {0}	4,904 {0}	4,427 {0.0007}	4,660 {0}	4,523 *{0.2888}	4,776 *{0.0979}	4,959 *{0.2264}
550	4,314 {0}	4,583 {0}	4,901 {0}	4,410 {0}	4,679 {0}	4,531 *{0.1504}	4,777 *{0.0798}	4,957 *{0.3553}
600	4,337 {0}	4,634 {0}	4,906 {0}	4,414 {0}	4,671 {0}	4,507 *{0.7593}	4,770 *{0.2056}	4,957 *{0.3553}
650	4,386 {0}	4,662 {0}	4,908 {0}	4,405 {0}	4,681 {0}	4,519 *{0.3831}	4,750 *{1.0000}	4,958 *{0.2859}
700	4,371 {0}	4,657 {0}	4,901 {0}	4,429 {0.0010}	4,655 {0}	4,518 *{0.4094}	4,784 '{0.0273}	4,958 *{0.2859}
750	4,375 {0}	4,660 {0}	4,909 {0}	4,469 *{0.1439}	4,696 {0.0007}	4,550 '{0.0184}	4,779 *{0.0598}	4,959 *{0.2264}
800	4,402 {0}	4,681 {0}	4,922 {0.0002}	4,460 *{0.0625}	4,710 '{0.0113}	4,558 {0.0058}	4,787 '{0.0163}	4,968 {0.0084}
850	4,397 {0}	4,676 {0}	4,921 {0.0001}	4,404 {0}	4,674 {0}	4,450 '{0.0196}	4,739 *{0.4752}	4,946 *{0.5690}
900	4,432 {0.0016}	4,727 *{0.1355}	4,930 {0.0067}	4,413 {0}	4,695 {0.0005}	4,504 *{0.8690}	4,765 *{0.3467}	4,953 *{0.7225}
950	4,444 {0.0095}	4,701 {0.0020}	4,939 *{0.1177}	4,407 {0}	4,677 {0}	4,506 *{0.7954}	4,770 *{0.2056}	4,951 *{0.9434}

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,000	4,415 {0}	4,698 {0.0010}	4,945 *{0.4766}	4,481 *{0.3704}	4,735 *{0.3303}	4,527 *{0.2115}	4,772 *{0.1628}	4,953 *{0.7225}
1,050	4,411 {0}	4,696 {0.0007}	4,933 '{0.0188}	4,441 {0.0062}	4,696 {0.0007}	4,541 *{0.0533}	4,769 *{0.2299}	4,950 *{1.0000}
1,100	4,433 {0.0019}	4,717 '{0.0349}	4,934 '{0.0273}	4,466 *{0.1090}	4,710 '{0.0113}	4,539 *{0.0660}	4,775 *{0.1117}	4,943 *{0.3190}
1,150	4,414 {0}	4,708 {0.0078}	4,911 {0}	4,499 *{0.9624}	4,712 '{0.0149}	4,531 *{0.1504}	4,785 '{0.0231}	4,965 '{0.0326}
1,200	4,445 '{0.0102}	4,710 '{0.0113}	4,927 {0.0021}	4,420 {0.0002}	4,673 {0}	4,506 *{0.7954}	4,771 *{0.1833}	4,954 *{0.6190}
1,250	4,406 {0}	4,699 {0.0013}	4,933 '{0.0188}	4,448 '{0.0152}	4,733 *{0.2699}	4,524 *{0.2679}	4,756 *{0.7212}	4,954 *{0.6190}
1,300	4,422 {0.0003}	4,693 {0.0004}	4,939 *{0.1177}	4,475 *{0.2386}	4,728 *{0.1534}	4,481 *{0.3704}	4,764 *{0.3810}	4,932 '{0.0153}
1,350	4,447 '{0.0133}	4,727 *{0.1355}	4,936 *{0.0544}	4,435 {0.0025}	4,716 '{0.0297}	4,507 *{0.7593}	4,752 *{0.9225}	4,954 *{0.6190}
1,400	4,430 {0.0012}	4,697 {0.0008}	4,931 '{0.0103}	4,470 *{0.1573}	4,713 '{0.0178}	4,529 *{0.1790}	4,752 *{0.9225}	4,950 *{1.0000}
1,450	4,435 {0.0025}	4,700 {0.0016}	4,927 {0.0021}	4,469 *{0.1439}	4,727 *{0.1355}	4,510 *{0.6543}	4,755 *{0.7703}	4,952 *{0.8313}
1,500	4,432 {0.0016}	4,692 {0.0003}	4,941 *{0.2002}	4,446 '{0.0117}	4,698 {0.0010}	4,511 *{0.6206}	4,781 '{0.0442}	4,948 *{0.7759}
1,550	4,419 {0.0002}	4,689 {0.0001}	4,927 {0.0021}	4,461 *{0.0695}	4,729 *{0.1729}	4,521 *{0.3338}	4,776 *{0.0979}	4,948 *{0.7759}
1,600	4,433 {0.0019}	4,720 *{0.0555}	4,934 '{0.0273}	4,441 {0.0062}	4,719 '{0.0477}	4,506 *{0.7954}	4,763 *{0.4173}	4,943 *{0.3190}

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,650	4,467 *{0.1198}	4,722 *{0.0742}	4,942 *{0.2548}	4,518 *{0.4094}	4,741 *{0.5591}	4,525 *{0.2481}	4,764 *{0.3810}	4,966 '{0.0226}
1,700	4,443 {0.0083}	4,725 *{0.1048}	4,939 *{0.1177}	4,481 *{0.3704}	4,730 *{0.1943}	4,510 *{0.6543}	4,762 *{0.4555}	4,959 *{0.2264}
1,750	4,416 {0.0001}	4,675 {0}	4,939 *{0.1177}	4,474 *{0.2203}	4,728 *{0.1534}	4,505 *{0.8320}	4,772 *{0.1628}	4,968 {0.0084}
1,800	4,463 *{0.0853}	4,722 *{0.0742}	4,935 '{0.0388}	4,448 '{0.0152}	4,720 *{0.0555}	4,465 *{0.0990}	4,751 *{0.9741}	4,943 *{0.3190}
1,850	4,449 '{0.0173}	4,738 *{0.4361}	4,942 *{0.2548}	4,489 *{0.604}	4,737 *{0.3988}	4,529 *{0.1790}	4,786 '{0.0194}	4,953 *{0.7225}
1,900	4,439 {0.0047}	4,697 {0.0008}	4,941 *{0.2002}	4,481 *{0.3704}	4,734 *{0.2991}	4,519 *{0.3831}	4,744 *{0.6970}	4,946 *{0.5690}
1,950	4,455 '{0.0359}	4,726 *{0.1194}	4,934 '{0.0273}	4,476 *{0.2579}	4,726 *{0.1194}	4,535 *{0.1038}	4,768 *{0.2560}	4,954 *{0.6190}
2,000	4,443 {0.0083}	4,709 {0.0094}	4,935 '{0.0388}	4,440 {0.0054}	4,724 *{0.0916}	4,492 *{0.7061}	4,739 *{0.4752}	4,949 *{0.8868}
2,050	4,477 *{0.2782}	4,719 '{0.0477}	4,927 {0.0021}	4,475 *{0.2386}	4,736 *{0.3635}	4,523 *{0.2888}	4,765 *{0.3467}	4,955 *{0.5225}
2,100	4,432 {0.0016}	4,698 {0.0010}	4,948 *{0.7759}	4,537 *{0.0811}	4,755 *{0.7703}	4,512 *{0.5878}	4,764 *{0.3810}	4,956 *{0.4343}
2,150	4,445 '{0.0102}	4,728 *{0.1534}	4,932 '{0.0153}	4,443 {0.0083}	4,690 {0.0002}	4,510 *{0.6543}	4,754 *{0.8204}	4,948 *{0.7759}
2,200	4,455 '{0.0359}	4,718 '{0.0409}	4,946 *{0.5690}	4,431 {0.0013}	4,680 {0}	4,497 *{0.8875}	4,767 *{0.2842}	4,955 *{0.5225}
2,250	4,495 *{0.8136}	4,758 *{0.6265}	4,943 *{0.3190}	4,503 *{0.9062}	4,745 *{0.7455}	4,492 *{0.7061}	4,747 *{0.8456}	4,951 *{0.9434}

- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก (กรณีศึกษาที่ 7 - 10 ในตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.18 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.1

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,316 {0}	3,735 {0}	4,340 {0}	854 {0}	1,057 {0}	930 {0}	1,124 {0}	1,750 {0}
100	3,890 {0}	4,260 {0}	4,720 {0}	2,258 {0}	2,647 {0}	2,412 {0}	2,754 {0}	3,590 {0}
150	4,061 {0}	4,428 {0}	4,788 {0}	3,066 {0}	3,416 {0}	3,191 {0}	3,507 {0}	4,221 {0}
200	4,156 {0}	4,493 {0}	4,863 {0}	3,495 {0}	3,838 {0}	3,591 {0}	3,945 {0}	4,533 {0}
250	4,225 {0}	4,552 {0}	4,881 {0}	3,682 {0}	4,031 {0}	3,788 {0}	4,118 {0}	4,638 {0}
300	4,287 {0}	4,605 {0}	4,904 {0}	3,907 {0}	4,222 {0}	3,982 {0}	4,282 {0}	4,742 {0}
350	4,322 {0}	4,626 {0}	4,909 {0}	3,999 {0}	4,307 {0}	4,078 {0}	4,372 {0}	4,748 {0}
400	4,329 {0}	4,645 {0}	4,914 {0}	4,014 {0}	4,329 {0}	4,072 {0}	4,401 {0}	4,817 {0}
450	4,335 {0}	4,637 {0}	4,909 {0}	4,119 {0}	4,415 {0}	4,154 {0}	4,455 {0}	4,822 {0}
500	4,404 {0}	4,657 {0}	4,916 {0}	4,215 {0}	4,500 {0}	4,268 {0}	4,539 {0}	4,853 {0}
550	4,362 {0}	4,646 {0}	4,907 {0}	4,232 {0}	4,534 {0}	4,280 {0}	4,568 {0}	4,878 {0}

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
600	4,432 {0.0016}	4,679 {0}	4,920 {0}	4,216 {0}	4,497 {0}	4,261 {0}	4,552 {0}	4,856 {0}
650	4,432 {0.0016}	4,691 {0.0002}	4,931 '{0.0102}	4,262 {0}	4,541 {0}	4,286 {0}	4,572 {0}	4,889 {0}
700	4,415 {0}	4,697 {0.0008}	4,936 *{0.0544}	4,257 {0}	4,549 {0}	4,302 {0}	4,591 {0}	4,881 {0}
750	4,383 {0}	4,678 {0}	4,928 {0.0028}	4,343 {0}	4,607 {0}	4,387 {0}	4,652 {0}	4,896 {0}
800	4,434 {0.0022}	4,711 '{0.0125}	4,930 {0.0067}	4,334 {0}	4,612 {0}	4,372 {0}	4,647 {0}	4,901 {0}
850	4,409 {0}	4,679 {0}	4,913 {0}	4,301 {0}	4,588 {0}	4,336 {0}	4,605 {0}	4,901 {0}
900	4,437 {0.0035}	4,735 *{0.3303}	4,931 '{0.0102}	4,308 {0}	4,612 {0}	4,355 {0}	4,638 {0}	4,904 {0}
950	4,463 *{0.0853}	4,703 {0.0028}	4,936 *{0.0544}	4,331 {0}	4,588 {0}	4,366 {0}	4,607 {0}	4,888 {0}
1,000	4,453 '{0.0283}	4,725 *{0.1048}	4,941 *{0.2002}	4,373 {0}	4,633 {0}	4,397 {0}	4,648 {0}	4,913 {0}
1,050	4,414 {0}	4,704 {0.0035}	4,933 '{0.0188}	4,387 {0}	4,629 {0}	4,414 {0}	4,648 {0}	4,902 {0}
1,100	4,463 *{0.0853}	4,718 '{0.0409}	4,937 *{0.0749}	4,372 {0}	4,643 {0}	4,403 {0}	4,666 {0}	4,917 {0}
1,150	4,442 {0.0072}	4,717 '{0.0349}	4,928 {0.0028}	4,397 {0}	4,662 {0}	4,422 {0.0003}	4,687 {0}	4,917 {0}
1,200	4,470 *{0.1573}	4,731 *{0.2175}	4,941 *{0.2002}	4,346 {0}	4,612 {0}	4,366 {0}	4,632 {0}	4,920 {0}

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,250	4,432 {0.0016}	4,719 '{0.0477}	4,943 *{0.3190}	4,377 {0}	4,639 {0}	4,406 {0}	4,656 {0}	4,923 {0.0004}
1,300	4,432 {0.0016}	4,706 {0.0052}	4,937 *{0.0749}	4,391 {0}	4,651 {0}	4,405 {0}	4,659 {0}	4,926 {0.0013}
1,350	4,463 *{0.0853}	4,723 *{0.0854}	4,946 *{0.5690}	4,366 {0}	4,656 {0}	4,395 {0}	4,677 {0}	4,907 {0}
1,400	4,453 '{0.0283}	4,723 *{0.0854}	4,936 *{0.0544}	4,409 {0}	4,668 {0}	4,421 {0.0003}	4,689 {0.0001}	4,923 {0.0004}
1,450	4,438 {0.0040}	4,737 *{0.3988}	4,939 *{0.1177}	4,378 {0}	4,671 {0}	4,421 {0.0003}	4,689 {0.0001}	4,911 {0}
1,500	4,464 *{0.0897}	4,740 *{0.5163}	4,939 *{0.1177}	4,387 {0}	4,642 {0}	4,421 {0.0003}	4,663 {0}	4,918 {0}
1,550	4,431 {0.0013}	4,700 {0.0016}	4,928 {0.0028}	4,410 {0}	4,679 {0}	4,427 {0.0007}	4,695 {0.0005}	4,926 {0.0013}
1,600	4,458 *{0.0504}	4,716 '{0.0297}	4,941 *{0.2002}	4,435 {0.0025}	4,663 {0}	4,443 {0.0083}	4,674 {0}	4,935 '{0.0388}
1,650	4,460 *{0.0625}	4,731 *{0.2175}	4,949 *{0.8868}	4,453 '{0.0283}	4,696 {0.0007}	4,480 *{0.3457}	4,708 {0.0078}	4,922 {0.0002}
1,700	4,459 *{0.0562}	4,726 *{0.1194}	4,953 *{0.7225}	4,418 {0.0002}	4,675 {0}	4,440 {0.0054}	4,699 {0.0013}	4,928 {0.0028}
1,750	4,423 {0.0004}	4,691 {0.0002}	4,945 *{0.4766}	4,426 {0.0006}	4,686 {0}	4,451 '{0.0222}	4,705 {0.0043}	4,930 {0.0067}
1,800	4,499 *{0.9624}	4,707 {0.0064}	4,941 *{0.2002}	4,405 {0}	4,683 {0}	4,417 {0.0001}	4,705 {0.0043}	4,923 {0.0004}
1,850	4,478 *{0.2997}	4,755 *{0.7703}	4,955 *{0.5225}	4,438 {0.0040}	4,674 {0}	4,460 *{0.0625}	4,693 {0.0004}	4,921 {0.0001}

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,900	4,461 *{0.0695}	4,703 {0.0028}	4,950 *{1.0000}	4,443 {0.0083}	4,689 {0.0001}	4,447 '{0.0133}	4,690 {0.0002}	4,929 {0.0044}
1,950	4,471 *{0.1716}	4,725 *{0.1048}	4,928 {0.0028}	4,426 {0.0006}	4,677 {0}	4,446 '{0.0117}	4,690 {0.0002}	4,928 {0.0028}
2,000	4,470 *{0.1573}	4,716 '{0.0297}	4,928 {0.0028}	4,408 {0}	4,688 {0}	4,423 {0.0004}	4,697 {0.0008}	4,927 {0.0021}
2,050	4,493 *{0.7414}	4,718 '{0.0409}	4,934 '{0.0273}	4,439 {0.0047}	4,679 {0}	4,450 '{0.0196}	4,703 {0.0028}	4,928 {0.0028}
2,100	4,479 *{0.3222}	4,728 *{0.1534}	4,941 *{0.2002}	4,493 *{0.7414}	4,716 '{0.0297}	4,505 *{0.8320}	4,733 *{0.2699}	4,943 *{0.3190}
2,150	4,467 *{0.1198}	4,723 *{0.0854}	4,935 '{0.0388}	4,399 {0}	4,655 {0}	4,404 {0}	4,674 {0}	4,932 '{0.0153}
2,200	4,455 '{0.0359}	4,723 *{0.0854}	4,949 *{0.8868}	4,405 {0}	4,671 {0}	4,417 {0.0001}	4,681 {0}	4,922 {0.0002}
2,250	4,500 *{1.0000}	4,761 *{0.4957}	4,944 *{0.3930}	4,428 {0.0009}	4,711 '{0.0125}	4,451 '{0.0222}	4,720 *{0.0555}	4,948 *{0.7759}
2,300	4,454 '{0.0319}	4,712 '{0.0149}	4,937 *{0.0749}	4,421 {0.0003}	4,669 {0}	4,431 {0.0013}	4,689 {0.0001}	4,930 {0.0067}
2,350	4,445 '{0.0102}	4,729 *{0.1729}	4,941 *{0.2002}	4,478 *{0.2997}	4,739 *{0.4752}	4,490 *{0.6373}	4,735 *{0.3303}	4,927 {0.0021}
2,400	4,458 *{0.0504}	4,724 *{0.0916}	4,939 *{0.1177}	4,437 {0.0035}	4,697 {0.0008}	4,446 '{0.0117}	4,703 {0.0028}	4,926 {0.0013}
2,450	4,480 *{0.3457}	4,740 *{0.5163}	4,941 *{0.2002}	4,450 '{0.0196}	4,700 {0.0016}	4,455 '{0.0359}	4,702 {0.0023}	4,940 *{0.1548}
2,500	4,473 *{0.2031}	4,729 *{0.1729}	4,946 *{0.5690}	4,429 {0.0010}	4,688 {0}	4,452 '{0.0251}	4,693 {0.0004}	4,934 '{0.0273}

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
2,550	4,454 '{0.0319}	4,726 *{0.1194}	4,951 *{0.9434}	4,444 {0.0095}	4,701 {0.0020}	4,458 *{0.0504}	4,710 '{0.0113}	4,940 *{0.1548}
2,600	4,476 *{0.2579}	4,727 *{0.1355}	4,948 *{0.7759}	4,445 '{0.0102}	4,697 {0.0008}	4,481 *{0.3704}	4,717 '{0.0349}	4,941 *{0.2002}
2,650	4,470 *{0.1573}	4,714 '{0.0212}	4,945 *{0.4766}	4,439 {0.0047}	4,715 '{0.0251}	4,457 '{0.0451}	4,719 '{0.0477}	4,927 {0.0021}
2,700	4,488 *{0.5716}	4,732 *{0.2427}	4,937 *{0.0749}	4,445 '{0.0102}	4,691 {0.0002}	4,455 '{0.0359}	4,702 {0.0023}	4,928 {0.0028}
2,750	4,469 *{0.1439}	4,744 *{0.6970}	4,949 *{0.8868}	4,441 {0.0062}	4,718 '{0.0409}	4,456 '{0.0403}	4,728 *{0.1534}	4,935 '{0.0388}
2,800	4,490 *{0.6373}	4,718 '{0.0409}	4,931 '{0.0102}	4,438 {0.0040}	4,692 {0.0003}	4,442 {0.0072}	4,692 {0.0003}	4,923 {0.0004}
2,850	4,480 *{0.3457}	4,725 *{0.1048}	4,942 *{0.2548}	4,446 '{0.0117}	4,706 {0.0052}	4,439 {0.0047}	4,717 '{0.0349}	4,934 '{0.0273}
2,900	4,461 *{0.0695}	4,737 *{0.3988}	4,936 *{0.0544}	4,435 {0.0025}	4,697 {0.0008}	4,443 {0.0083}	4,690 {0.0002}	4,923 {0.0004}
2,950	4,502 *{0.9436}	4,738 *{0.4361}	4,954 *{0.6190}	4,438 {0.0040}	4,694 {0.0004}	4,448 '{0.0152}	4,691 {0.0002}	4,940 *{0.1548}
3,000	4,479 *{0.3222}	4,735 *{0.3303}	4,954 *{0.6190}	4,447 '{0.0133}	4,704 {0.0035}	4,484 *{0.4507}	4,723 *{0.0854}	4,936 *{0.0544}
3,050	4,474 *{0.2203}	4,747 *{0.8456}	4,954 *{0.6190}	4,531 *{0.1504}	4,764 *{0.3810}	4,526 *{0.2293}	4,761 *{0.4957}	4,942 *{0.2548}

ตารางที่ 4.19 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma^2_{\beta_g}$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.3

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,869 {0}	4,252 {0}	4,694 {0}	2,471 {0}	2,836 {0}	2,917 {0}	3,296 {0}	3,872 {0}
100	4,248 {0}	4,536 {0}	4,871 {0}	3,602 {0}	3,910 {0}	3,900 {0}	4,251 {0}	4,658 {0}
150	4,317 {0}	4,640 {0}	4,900 {0}	3,950 {0}	4,270 {0}	4,185 {0}	4,502 {0}	4,826 {0}
200	4,328 {0}	4,644 {0}	4,914 {0}	4,152 {0}	4,441 {0}	4,326 {0}	4,602 {0}	4,862 {0}
250	4,387 {0}	4,662 {0}	4,927 {0.0021}	4,241 {0}	4,505 {0}	4,366 {0}	4,644 {0}	4,886 {0}
300	4,443 {0.0083}	4,692 {0.0003}	4,936 *{0.0544}	4,262 {0}	4,554 {0}	4,417 {0.0001}	4,702 {0.0023}	4,911 {0}
350	4,447 '{0.0133}	4,716 '{0.0297}	4,932 '{0.0153}	4,303 {0}	4,561 {0}	4,406 {0}	4,676 {0}	4,918 {0}
400	4,444 {0.0095}	4,712 '{0.0149}	4,936 *{0.0544}	4,308 {0}	4,607 {0}	4,413 {0}	4,697 {0.0008}	4,931 '{0.0102}
450	4,433 {0.0019}	4,706 {0.0052}	4,936 *{0.0544}	4,366 {0}	4,617 {0}	4,432 {0.0016}	4,703 {0.0028}	4,938 *{0.0881}
500	4,464 *{0.0897}	4,714 '{0.0212}	4,940 *{0.1548}	4,398 {0}	4,660 {0}	4,491 *{0.6713}	4,739 *{0.4752}	4,940 *{0.1548}
550	4,439 {0.0047}	4,683 {0}	4,923 {0.0004}	4,421 {0.0003}	4,672 {0}	4,464 *{0.0897}	4,726 *{0.1194}	4,938 *{0.0881}
600	4,449 '{0.0173}	4,707 {0.0064}	4,947 *{0.6693}	4,382 {0}	4,627 {0}	4,434 {0.0022}	4,718 '{0.0409}	4,937 *{0.0749}

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
650	4,510 *{0.6543}	4,737 *{0.3988}	4,943 *{0.3190}	4,395 {0}	4,678 {0}	4,476 *{0.2579}	4,727 *{0.1355}	4,936 *{0.0544}
700	4,478 *{0.2997}	4,712 '{0.0149}	4,936 *{0.0544}	4,410 {0}	4,661 {0}	4,465 *{0.0990}	4,721 *{0.0643}	4,941 *{0.2002}
750	4,453 '{0.0283}	4,720 *{0.0555}	4,929 {0.0044}	4,468 *{0.1314}	4,708 {0.0078}	4,518 *{0.4094}	4,761 *{0.4957}	4,944 *{0.3930}
800	4,463 *{0.0853}	4,746 *{0.7952}	4,945 *{0.4766}	4,445 '{0.0102}	4,705 {0.0043}	4,500 *{1.0000}	4,757 *{0.6732}	4,950 *{1.0000}
850	4,464 *{0.0897}	4,719 '{0.0477}	4,935 '{0.0388}	4,401 {0}	4,688 {0}	4,440 {0.0054}	4,702 {0.0023}	4,944 *{0.3930}
900	4,494 *{0.7773}	4,770 *{0.2056}	4,950 *{1.0000}	4,426 {0.0006}	4,693 {0.0004}	4,470 *{0.1573}	4,712 '{0.0149}	4,949 *{0.8868}
950	4,500 *{1.0000}	4,731 *{0.2175}	4,950 *{1.0000}	4,397 {0}	4,670 {0}	4,479 *{0.3222}	4,718 '{0.0409}	4,935 '{0.0388}
1,000	4,485 *{0.4795}	4,763 *{0.4173}	4,957 *{0.3553}	4,483 *{0.4229}	4,717 '{0.0349}	4,499 *{0.9624}	4,753 *{0.8712}	4,951 *{0.9434}
1,050	4,461 *{0.0695}	4,731 *{0.2175}	4,948 *{0.7759}	4,459 *{0.0562}	4,696 {0.0007}	4,488 *{0.5716}	4,738 *{0.4361}	4,929 {0.0044}
1,100	4,486 *{0.5092}	4,758 *{0.6265}	4,945 *{0.4766}	4,462 *{0.0770}	4,715 '{0.0251}	4,534 *{0.1142}	4,739 *{0.4752}	4,944 *{0.3930}
1,150	4,465 *{0.0990}	4,735 *{0.3303}	4,936 *{0.0544}	4,484 *{0.4507}	4,728 *{0.1534}	4,517 *{0.4367}	4,760 *{0.5376}	4,942 *{0.2548}

ตารางที่ 4.20 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.7

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,990 {0}	4,336 {0}	4,724 {0}	2,835 {0}	3,145 {0}	4,045 {0}	4,716 '{0.0297}	4,985 {0}
100	4,293 {0}	4,573 {0}	4,882 {0}	3,718 {0}	4,082 {0}	4,549 '{0.0209}	4,849 {0}	4,971 {0.0017}
150	4,358 {0}	4,662 {0}	4,910 {0}	4,094 {0}	4,394 {0}	4,578 {0.0002}	4,815 {0}	4,969 {0.0054}
200	4,388 {0}	4,656 {0}	4,916 {0}	4,206 {0}	4,521 {0}	4,560 {0.0043}	4,815 {0}	4,969 {0.0054}
250	4,418 {0.0002}	4,680 {0}	4,928 {0.0028}	4,244 {0}	4,547 {0}	4,548 '{0.0236}	4,791 {0.0071}	4,967 '{0.0128}
300	4,469 *{0.1439}	4,704 {0.0035}	4,936 *{0.0544}	4,310 {0}	4,592 {0}	4,581 {0}	4,808 {0.0001}	4,960 *{0.1762}
350	4,445 '{0.0102}	4,722 *{0.0742}	4,937 *{0.0749}	4,353 {0}	4,606 {0}	4,563 {0.0027}	4,790 {0.0086}	4,959 *{0.2264}
400	4,475 *{0.2386}	4,725 *{0.1048}	4,941 *{0.2002}	4,314 {0}	4,621 {0}	4,538 *{0.0732}	4,754 *{0.8204}	4,943 *{0.3190}
450	4,474 *{0.2203}	4,723 *{0.0854}	4,936 *{0.0544}	4,382 {0}	4,666 {0}	4,566 {0.0017}	4,777 *{0.0798}	4,952 *{0.8313}
500	4,454 '{0.0319}	4,727 *{0.1355}	4,947 *{0.6693}	4,444 {0.0095}	4,693 {0.0004}	4,570 {0.0008}	4,805 {0.0002}	4,970 {0.0034}
550	4,443 {0.0083}	4,691 {0.0002}	4,933 '{0.0188}	4,396 {0}	4,685 {0}	4,527 *{0.2115}	4,789 '{0.0104}	4,951 *{0.9434}
600	4,475 *{0.2386}	4,715 '{0.0251}	4,956 *{0.4343}	4,403 {0}	4,652 {0}	4,540 *{0.0593}	4,777 *{0.0798}	4,956 *{0.4343}

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
650	4,508 *{0.7237}	4,731 *{0.2175}	4,942 *{0.2548}	4,421 {0.0003}	4,695 {0.0005}	4,542 '{0.0477}	4,768 *{0.2560}	4,952 *{0.8313}
700	4,493 *{0.7414}	4,716 '{0.0297}	4,943 *{0.3190}	4,441 {0.0062}	4,680 {0}	4,550 '{0.0184}	4,782 '{0.0378}	4,951 *{0.9434}
750	4,461 *{0.0695}	4,725 *{0.1048}	4,931 '{0.0102}	4,460 *{0.0625}	4,727 *{0.1355}	4,534 *{0.1142}	4,788 '{0.0136}	4,957 *{0.3553}
800	4,480 *{0.3457}	4,750 *{1.0000}	4,952 *{0.8313}	4,460 *{0.0625}	4,711 '{0.0125}	4,522 *{0.3108}	4,792 {0.0058}	4,964 '{0.0463}
850	4,475 *{0.2386}	4,718 '{0.0409}	4,940 *{0.1548}	4,424 {0.0004}	4,704 {0.0035}	4,474 *{0.2203}	4,744 *{0.6970}	4,944 *{0.3930}
900	4,502 *{0.9436}	4,779 *{0.0598}	4,952 *{0.8313}	4,439 {0.0047}	4,702 {0.0023}	4,523 *{0.2888}	4,759 *{0.5813}	4,960 *{0.1762}
950	4,506 *{0.7954}	4,753 *{0.8712}	4,956 *{0.4343}	4,416 {0.0001}	4,678 {0}	4,527 *{0.2115}	4,777 *{0.0798}	4,941 *{0.2002}
1,000	4,483 *{0.4229}	4,770 *{0.2056}	4,959 *{0.2264}	4,487 *{0.5400}	4,745 *{0.7455}	4,553 '{0.0124}	4,774 *{0.1271}	4,946 *{0.5690}
1,050	4,467 *{0.1198}	4,723 *{0.0854}	4,949 *{0.8868}	4,433 {0.0019}	4,693 {0.0004}	4,553 '{0.0124}	4,778 *{0.0692}	4,948 *{0.7759}
1,100	4,498 *{0.9249}	4,759 *{0.5813}	4,946 *{0.5690}	4,463 *{0.0853}	4,714 '{0.0212}	4,534 *{0.1142}	4,770 *{0.2056}	4,944 *{0.3930}
1,150	4,490 *{0.6373}	4,741 *{0.5591}	4,935 '{0.0388}	4,493 *{0.7414}	4,733 *{0.2699}	4,555 {0.0089}	4,776 *{0.0978}	4,962 *{0.1013}
1,200	4,517 *{0.4367}	4,774 *{0.1271}	4,943 *{0.3190}	4,430 {0.0012}	4,688 {0}	4,517 *{0.4367}	4,770 *{0.2056}	4,952 *{0.8313}

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,250	4,474 *{0.2203}	4,736 *{0.3635}	4,954 *{0.6190}	4,448 '{0.0152}	4,718 '{0.0409}	4,527 *{0.2115}	4,765 *{0.3467}	4,948 *{0.7759}
1,300	4,471 *{0.1716}	4,731 *{0.2175}	4,946 *{0.5690}	4,464 *{0.0897}	4,746 *{0.7952}	4,509 *{0.6887}	4,739 *{0.4752}	4,936 *{0.0544}

ตารางที่ 4.21 แสดงจำนวนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ และค่าพีของการทดสอบแบบทวินามในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma^2_{\beta_g}$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 ของกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม พารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.9

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
50	3,567 {0}	3,953 {0}	4,390 {0}	2,019 {0}	2,279 {0}	4,216 {0}	4,919 {0}	4,985 {0}
100	4,109 {0}	4,476 {0}	4,814 {0}	3,240 {0}	3,578 {0}	4,730 {0}	4,890 {0}	4,978 {0}
150	4,275 {0}	4,573 {0}	4,875 {0}	3,779 {0}	4,111 {0}	4,676 {0}	4,844 {0}	4,975 {0.0002}
200	4,318 {0}	4,613 {0}	4,899 {0}	4,011 {0}	4,315 {0}	4,663 {0}	4,838 {0}	4,960 *{0.1762}
250	4,355 {0}	4,641 {0}	4,908 {0}	4,121 {0}	4,410 {0}	4,633 {0}	4,807 {0.0001}	4,957 *{0.3553}
300	4,418 {0.0002}	4,688 {0}	4,936 *{0.0544}	4,197 {0}	4,488 {0}	4,622 {0}	4,813 {0}	4,964 '{0.0463}
350	4,437 {0.0035}	4,705 {0.0043}	4,932 '{0.0153}	4,232 {0}	4,521 {0}	4,590 {0}	4,803 {0.0005}	4,957 *{0.3553}
400	4,443 {0.0083}	4,698 {0.0010}	4,929 {0.0044}	4,244 {0}	4,546 {0}	4,553 '{0.0124}	4,781 '{0.0442}	4,949 *{0.8868}

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
450	4,442 {0.0072}	4,698 {0.0010}	4,923 {0.0004}	4,345 {0}	4,592 {0}	4,590 {0}	4,796 {0.0025}	4,966 '{0.0226}
500	4,444 {0.0095}	4,716 '{0.0297}	4,940 *{0.1548}	4,373 {0}	4,641 {0}	4,583 {0}	4,803 {0.0005}	4,966 '{0.0226}
550	4,435 {0.0025}	4,675 {0}	4,917 {0}	4,374 {0}	4,622 {0}	4,565 {0.0020}	4,782 '{0.0378}	4,948 *{0.7759}
600	4,465 *{0.0990}	4,713 '{0.0178}	4,941 *{0.2002}	4,359 {0}	4,622 {0}	4,561 {0.0037}	4,774 *{0.1271}	4,964 '{0.0463}
650	4,476 *{0.2579}	4,722 *{0.0742}	4,948 *{0.7759}	4,394 {0}	4,654 {0}	4,557 {0.0067}	4,768 *{0.2560}	4,941 *{0.2002}
700	4,482 *{0.3961}	4,718 '{0.0409}	4,939 *{0.1177}	4,364 {0}	4,631 {0}	4,572 {0.0006}	4,795 {0.0031}	4,958 *{0.2859}
750	4,440 {0.0054}	4,718 '{0.0409}	4,929 {0.0044}	4,402 {0}	4,668 {0}	4,548 '{0.0236}	4,800 {0.0009}	4,956 *{0.4343}
800	4,465 *{0.0990}	4,731 *{0.2175}	4,940 *{0.1548}	4,429 {0.0010}	4,687 {0}	4,556 {0.0077}	4,797 {0.0018}	4,968 {0.0084}
850	4,468 *{0.1314}	4,707 {0.0064}	4,935 '{0.0388}	4,384 {0}	4,664 {0}	4,486 *{0.5092}	4,741 *{0.5591}	4,948 *{0.7759}
900	4,492 *{0.7061}	4,771 *{0.1833}	4,946 *{0.5690}	4,402 {0}	4,658 {0}	4,552 '{0.0142}	4,750 *{1.0000}	4,962 *{0.1013}
950	4,498 *{0.9249}	4,745 *{0.7455}	4,948 *{0.7759}	4,400 {0}	4,680 {0}	4,545 '{0.0339}	4,773 *{0.1441}	4,943 *{0.3190}
1,000	4,479 *{0.3222}	4,751 *{0.9741}	4,957 *{0.3553}	4,449 '{0.0173}	4,709 {0.0094}	4,530 *{0.1643}	4,778 *{0.0692}	4,947 *{0.6693}
1,050	4,456 '{0.0403}	4,722 *{0.0742}	4,949 *{0.8868}	4,421 {0.0003}	4,669 {0}	4,549 '{0.0209}	4,773 *{0.1441}	4,955 *{0.5225}

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,100	4,483 *{0.4229}	4,748 *{0.8967}	4,946 *{0.5690}	4,439 {0.0047}	4,704 {0.0035}	4,541 *{0.0533}	4,779 *{0.0598}	4,943 *{0.3190}
1,150	4,490 *{0.6373}	4,736 *{0.3635}	4,935 '{0.0388}	4,479 *{0.3222}	4,709 {0.0094}	4,573 {0.0005}	4,789 '{0.0104}	4,962 *{0.1013}
1,200	4,511 *{0.6206}	4,749 *{0.9482}	4,937 *{0.0749}	4,417 {0.0001}	4,666 {0}	4,526 *{0.2293}	4,775 *{0.1117}	4,954 *{0.6190}
1,250	4,473 *{0.2031}	4,731 *{0.2175}	4,954 *{0.6190}	4,421 {0.0003}	4,693 {0.0004}	4,540 *{0.0593}	4,768 *{0.2560}	4,950 *{1.0000}
1,300	4,452 '{0.0251}	4,730 *{0.1943}	4,945 *{0.4766}	4,450 '{0.0196}	4,733 *{0.2699}	4,504 *{0.8690}	4,744 *{0.6970}	4,934 '{0.0273}
1,350	4,498 *{0.9249}	4,749 *{0.9482}	4,943 *{0.3190}	4,439 {0.0047}	4,699 {0.0013}	4,549 '{0.0209}	4,757 *{0.6732}	4,954 *{0.6190}
1,400	4,474 *{0.2203}	4,733 *{0.2699}	4,944 *{0.3930}	4,440 {0.0054}	4,706 {0.0052}	4,541 *{0.0533}	4,759 *{0.5813}	4,958 *{0.2859}
1,450	4,462 *{0.0770}	4,726 *{0.1194}	4,938 *{0.0881}	4,432 {0.0016}	4,706 {0.0052}	4,520 *{0.3580}	4,765 *{0.3467}	4,949 *{0.8868}
1,500	4,478 *{0.2997}	4,736 *{0.3635}	4,952 *{0.8313}	4,430 {0.0012}	4,678 {0}	4,555 {0.0089}	4,769 *{0.2299}	4,952 *{0.8313}
1,550	4,485 *{0.4795}	4,712 '{0.0149}	4,935 '{0.0388}	4,460 *{0.0625}	4,693 {0.0004}	4,523 *{0.2888}	4,776 *{0.0978}	4,956 *{0.4343}
1,600	4,475 *{0.2386}	4,736 *{0.3635}	4,954 *{0.6190}	4,434 {0.0022}	4,696 {0.0007}	4,533 *{0.1254}	4,755 *{0.7703}	4,947 *{0.6693}
1,650	4,500 *{1.0000}	4,744 *{0.6970}	4,950 *{1.0000}	4,506 *{0.7954}	4,722 *{0.0742}	4,546 '{0.0301}	4,786 '{0.0194}	4,962 *{0.1013}
1,700	4,481 *{0.3704}	4,744 *{0.6970}	4,956 *{0.4343}	4,475 *{0.2386}	4,700 {0.0016}	4,535 *{0.1038}	4,770 *{0.2056}	4,959 *{0.2264}

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

n	b0_90	b0_95	b0_99	var_90	var_95	rho_90	rho_95	rho_99
1,750	4,437 {0.0035}	4,706 {0.0052}	4,955 *{0.5225}	4,479 *{0.3222}	4,705 {0.0043}	4,501 *{0.9812}	4,767 *{0.2842}	4,962 *{0.1013}
1,800	4,514 *{0.5245}	4,733 *{0.2699}	4,942 *{0.2548}	4,446 '{0.0117}	4,711 '{0.0125}	4,485 *{0.4795}	4,738 *{0.4361}	4,949 *{0.8868}
1,850	4,496 *{0.8504}	4,768 *{0.2560}	4,954 *{0.6190}	4,498 *{0.9249}	4,728 *{0.1534}	4,522 *{0.3108}	4,792 {0.0058}	4,956 *{0.4343}
1,900	4,458 *{0.0504}	4,712 '{0.0149}	4,946 *{0.5690}	4,479 *{0.3222}	4,732 *{0.2427}	4,512 *{0.5878}	4,756 *{0.7212}	4,954 *{0.6190}
1,950	4,493 *{0.7414}	4,747 *{0.8456}	4,939 *{0.1177}	4,473 *{0.2031}	4,716 '{0.0297}	4,544 {0.0380}	4,782 '{0.0378}	4,957 *{0.3553}
2,000	4,470 *{0.1573}	4,728 *{0.1534}	4,935 '{0.0388}	4,452 '{0.0251}	4,710 '{0.0113}	4,503 *{0.9062}	4,749 *{0.9482}	4,953 *{0.7225}
2,050	4,511 *{0.6206}	4,733 *{0.2699}	4,935 '{0.0388}	4,469 *{0.1439}	4,721 *{0.0643}	4,534 *{0.1142}	4,777 *{0.0798}	4,956 *{0.4343}
2,100	4,491 *{0.6713}	4,740 *{0.5163}	4,950 *{1.0000}	4,503 *{0.9062}	4,750 *{1.0000}	4,521 *{0.3338}	4,764 *{0.3810}	4,952 *{0.8313}

ค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ ซึ่งเป็นค่าขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่ทำให้การประมาณมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความน่าเชื่อถือทั้ง 3 ระดับโดยพิจารณาจากการทดสอบแบบทวินามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ที่แสดงในตารางที่ 4.12 - 4.21 ในการประมาณ β_0^* $\sigma^2_{\beta_g}$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของแต่ละกรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 2 จะแสดงในตารางที่ 4.22 ซึ่งจะประกอบไปด้วยสดมภ์ที่ให้ข้อมูลต่างๆ ของแต่ละกรณีศึกษา ได้แก่

m β_0 และ ρ แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ของกรณีศึกษาตามลำดับ

และขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ แบ่งออกเป็น 4 สดมภ์ ได้แก่ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และ all แสดงขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอของกรณีศึกษาทั้ง 10 กรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 2

	m	β_0	ρ	ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ			
				β_0^*	$\sigma_{\beta_g}^2$	ρ	All
1. กรณีศึกษาหลัก	12	0	0.5	350	800	300	1,000
- กรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษา							
2. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม	6	0	0.5	450	800	150	1,050
3. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 24 กลุ่ม	24			500	1,300	350	1,350
4. กรณีกลุ่มตัวอย่าง 48 กลุ่ม	48			450	1,300	550	1,650
- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 กรณีศึกษา							
5. กรณีค่า β_0 เท่ากับ 1	12	1	0.5	800	1,000	200	1,700
6. กรณีค่า β_0 เท่ากับ 2		2		1,650	1,000	200	2,250
- กรณีที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 กรณีศึกษา							
7. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.1	12	0	0.1	1,200	2,350	2,100	3,050
8. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.3			0.3	650	1,150	500	1,150
9. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.7			0.7	400	750	400	1,300
10. กรณีค่า ρ เท่ากับ 0.9			0.9	650	1,650	850	2,100

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการตรวจสอบแนวคิดในการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการ โดยศึกษาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่แตกต่างกัน เพื่อพิจารณาว่าการนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ในกรณีใดบ้าง ซึ่งหากเกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณไม่เป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง การเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดตัวอย่างภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง และสามารถนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลาได้

จากผลการศึกษาที่ได้ จะสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 *ปัจจัยที่มีผลต่อสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม*

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ยสรุปได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่มีค่าของตัวแปรตามเท่ากับ 1 ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยเฉลี่ย

ปัจจัย	ผลกระทบ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	อาจได้ค่าที่ผิดแปลกไปจากปกติหากขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าน้อยเกินไป
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	มีการกระจายอยู่ในขอบเขตที่แคบลงเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น
β_0	มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น
ρ	มีการกระจายอยู่ในขอบเขตที่กว้างขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

5.1.2 *ปัจจัยที่มีผลต่อความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ* β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ *และ* ρ *ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99*

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99 สรุปได้ดังตารางที่ 5.2

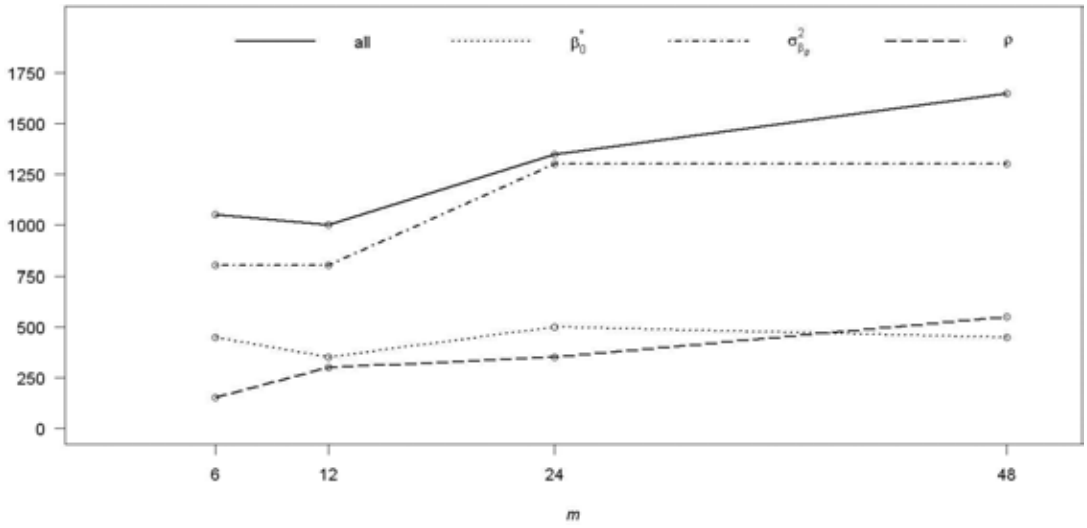
ตารางที่ 5.2 แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ที่ระดับความน่าเชื่อถือ 0.90 0.95 และ 0.99

ปัจจัย	ความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในการประมาณ		
	β_0^*	$\sigma_{\beta_g}^2$	ρ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	มากขึ้น (ใกล้เคียงกันมากขึ้น) เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น		
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับ β_0	ลดลง (แตกต่างกันมากขึ้น) เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น	
β_0	ลดลงเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น		
ρ	มากขึ้น เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าใกล้ 0.5	มากขึ้น เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าใกล้ 0.5 และเมื่อ ρ มีค่าน้อยกว่า 0.5 จะมีความสอดคล้องที่น้อยกว่าเมื่อ ρ มีค่ามากกว่า 0.5	มากขึ้น เมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

5.1.3 *ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอ*

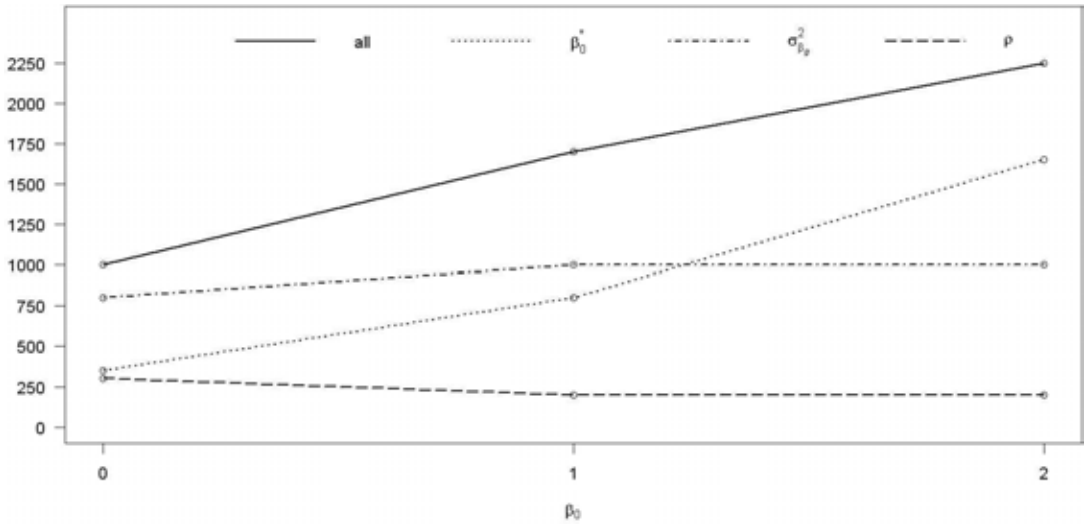
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม และกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษา ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง 6 24 และ 48 กลุ่ม แสดงเป็นกราฟเส้นได้ดังภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1 ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 3 กรณีศึกษา



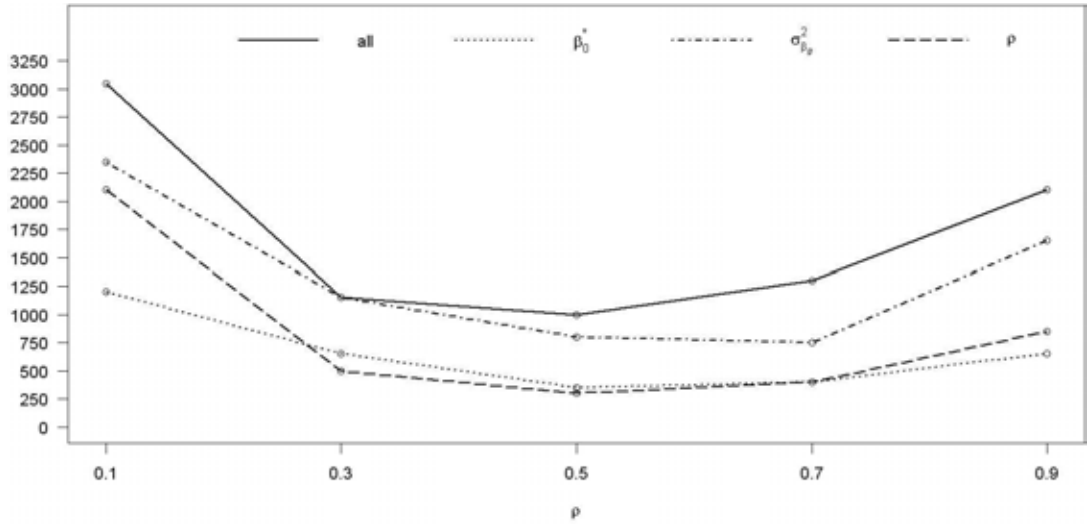
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 กรณีศึกษา ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 1 และ 2 แสดงเป็นกราฟเส้นได้ดังภาพที่ 5.2

ภาพที่ 5.2 ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ β_0 แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 2 กรณีศึกษา



ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ ρ เท่ากับ 0.5 และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 กรณีศึกษา ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ ρ เท่ากับ 0.1 0.3 0.7 และ 0.9 แสดงเป็นกราฟเส้นได้ดังภาพที่ 5.3

ภาพที่ 5.3 ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัว ของกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาที่มีค่าพารามิเตอร์ ρ แตกต่างจากกรณีศึกษาหลัก 4 กรณีศึกษา



จากภาพที่ 5.1 - 5.3 จะเห็นได้ว่าในสถานการณ์ที่กำหนดตามแผนการดำเนินการวิจัย ซึ่งข้อมูลจำลองมีคุณสมบัติเป็นไปตามตัวแบบความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เมื่อตัวแปรตามมีค่าได้เพียงสองค่า และมีตัวแปรอิสระภายในตัวแบบ 1 ตัวแปร มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และมีค่าพารามิเตอร์ β_1 เท่ากับ -5 ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบ สรุปได้ดังนี้

สำหรับกรณีค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบมีค่าคงที่ (ภาพที่ 5.1) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น และทำให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นด้วย ในขณะที่ขนาด

ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* จะมีค่าอยู่ในระดับที่คงที่ ผลการศึกษาในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 และ ρ เท่ากับ 0.5 พบว่า ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ จะมีค่าสูงกว่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* และ ρ โดยที่ขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* จะมีค่าประมาณ 350 - 500 หน่วย

สำหรับกรณีจำนวนกลุ่มตัวอย่างของข้อมูล และค่าพารามิเตอร์ ρ ในตัวแบบมีค่าคงที่ (ภาพที่ 5.2) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ จะมีค่าอยู่ในระดับที่คงที่ ผลการศึกษาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ ρ เท่ากับ 0.5 พบว่า ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ จะมีค่าสูงกว่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ ρ โดยที่ขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ จะมีค่าประมาณ 800 - 1,000 หน่วย และขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอในการประมาณ ρ จะมีค่าประมาณ 200 - 300 หน่วย

สำหรับกรณีจำนวนกลุ่มตัวอย่างของข้อมูล และค่าพารามิเตอร์ β_0 ในตัวแบบมีค่าคงที่ (ภาพที่ 5.3) ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวจะมีค่าน้อยเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าใกล้ๆ 0.5 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าแตกต่างจาก 0.5 มากยิ่งขึ้น ผลการศึกษาในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 12 กลุ่ม และค่าพารามิเตอร์ β_0 เท่ากับ 0 พบว่า ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ จะมีค่าสูงกว่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในการประมาณ β_0^* และ ρ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การนำหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างในทฤษฎีการสำรวจตัวอย่างมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา โดยพิจารณากลุ่มตัวอย่างว่าเป็นเสมือนหน่วยตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$) ว่าเป็นเสมือนค่าสังเกตตัวอย่างเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อควบคุมให้

การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้ ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูลไม่ใช่ค่าที่วัดได้โดยตรงเหมือนกับค่าสังเกตตัวอย่าง ซึ่งจะสามารถสะท้อนสภาพของตัวแบบได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ ค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูลนั้นย่อมต้องมีค่าที่แตกต่างไปจากค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มในตัวแบบ (β_g) ซึ่งหลักการ และสูตรต่างๆ ทั้งหมดในวิทยานิพนธ์นี้อยู่ภายใต้ข้อสมมติว่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล และค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มในตัวแบบมีค่าน้อยมากเข้าใกล้ 0 ซึ่งจะเป็นไปได้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่ามากเพียงพอ ทำให้สามารถสะท้อนสภาพที่แท้จริงของตัวแบบได้อย่างเหมาะสม ในงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นจะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีแนวโน้มเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างมากยิ่งขึ้น และเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีจำนวนมากเพียงพอจะให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ มีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือในการประมาณเป็นไปตามหลักการกำหนดขนาดตัวอย่างได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 สามารถนำหลักการในงานวิจัยนี้มาใช้ในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยโพรบิทแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ ในตัวแบบมีความแม่นยำ และความน่าเชื่อถืออยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้โดยจะต้องมีขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มในจำนวนมากเพียงพอ

5.3.2 อาจศึกษาในประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่สามารถสรุปผลในประเด็นเหล่านี้ได้ เช่น

- ศึกษาเกี่ยวกับค่าขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่มากเพียงพอในกรณีต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ในกรณีที่ข้อมูลมีความซับซ้อนมากขึ้น มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวแปร

- ขนาดความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของค่าประมาณที่ยอมรับได้ในการประมาณ β_0^* และ $\sigma_{\beta_g}^2$ กับค่าระดับความน่าเชื่อถือที่กำหนด และค่าขนาดตัวอย่างที่มากเพียงพอจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเป็น 0.5 หรือไม่

- ศึกษาว่าการที่เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_0 เพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (แสดงในภาคผนวก) และความสอดคล้องกับหลักการกำหนดขนาดตัวอย่าง

ลดลง เป็นผลจากค่า พารามิเตอร์ β_0 ที่เพิ่มขึ้น หรือเป็นผลจากสัดส่วนของหน่วยข้อมูลที่ตัวแปรตามมีค่าเป็น 0 และ 1 ที่แตกต่างกันมากขึ้น

- การประยุกต์ใช้ในการหาช่วงความเชื่อมั่นในการประมาณ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ และ ρ

5.3.3 อาจศึกษาวิธีการปรับปรุงสูตรในการคำนวณใหม่ ซึ่งนำความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มจากข้อมูล ($\hat{\beta}_g$) และค่าสัมประสิทธิ์ประจำกลุ่มในตัวแบบ (β_g) มาพิจารณาประกอบ หรือศึกษาการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการอื่น เช่น การพิจารณาทฤษฎีเกี่ยวกับตัวแบบเชิงเส้นแบบผสม (Linear Mixed Model)

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

สุกัญญา บุญมา. ตัวแบบความถดถอยโลจิสติคแบบเกาซ์เซียนคอพพูลา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ภาษาอังกฤษ

Desu, M.M., and Raghavarao, D. Sample Size Methodology. Boston: Academic Press, 1990.

Li, D. On Default Correlation: A copula function approach. Journal of Fixed Income 9 (March 2000) : 43-54.

McCulloch, C. E., and Searle, S. R. Generalized, Linear, and Mixed Models. New York: John Wiley & Sons, 2001.

Vasicek, O. A. The Distribution of Loan Portfolio Value. RISK 15 (December 2002) : 160-162.

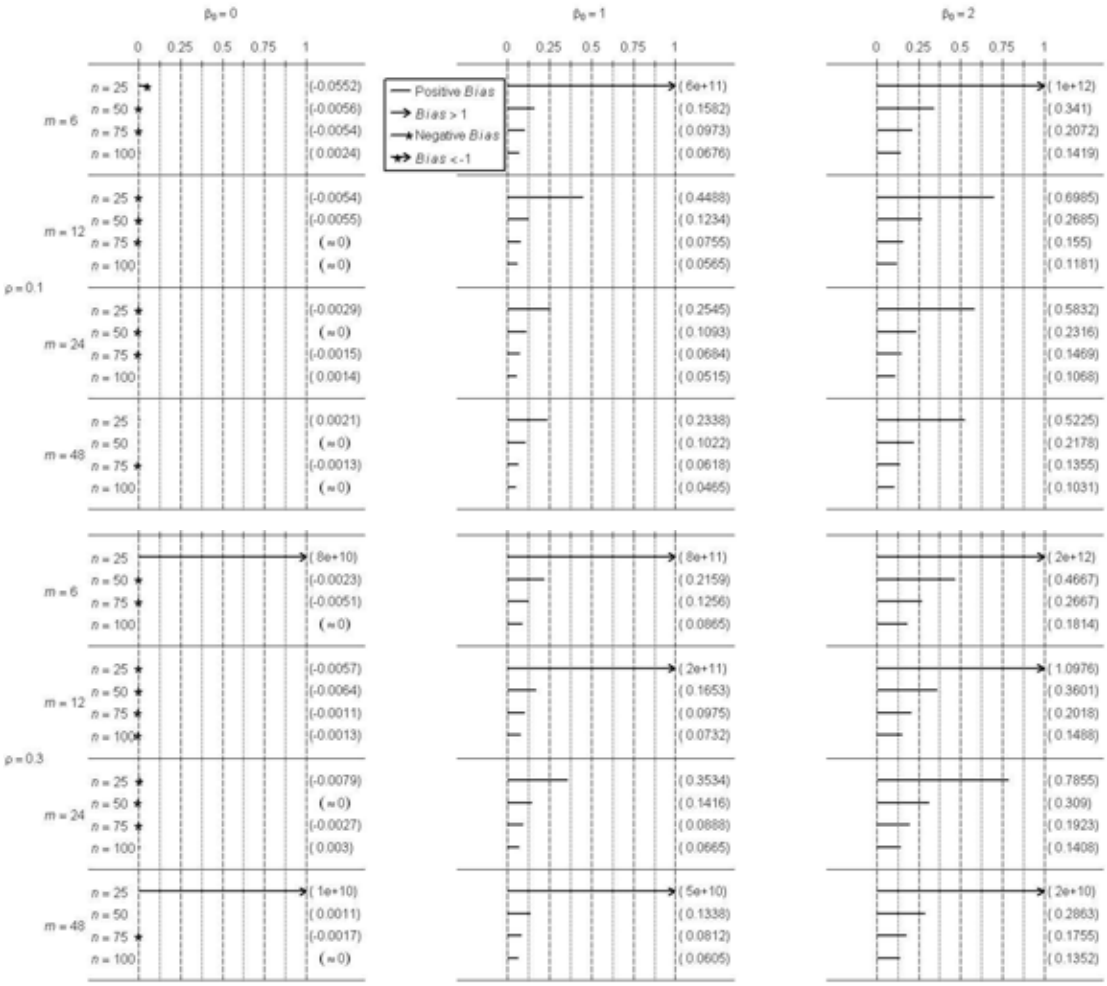
ภาคผนวก

แสดงค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* $\sigma_{\beta_g}^2$ ρ และ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษาในการศึกษาในประเด็นที่ 1

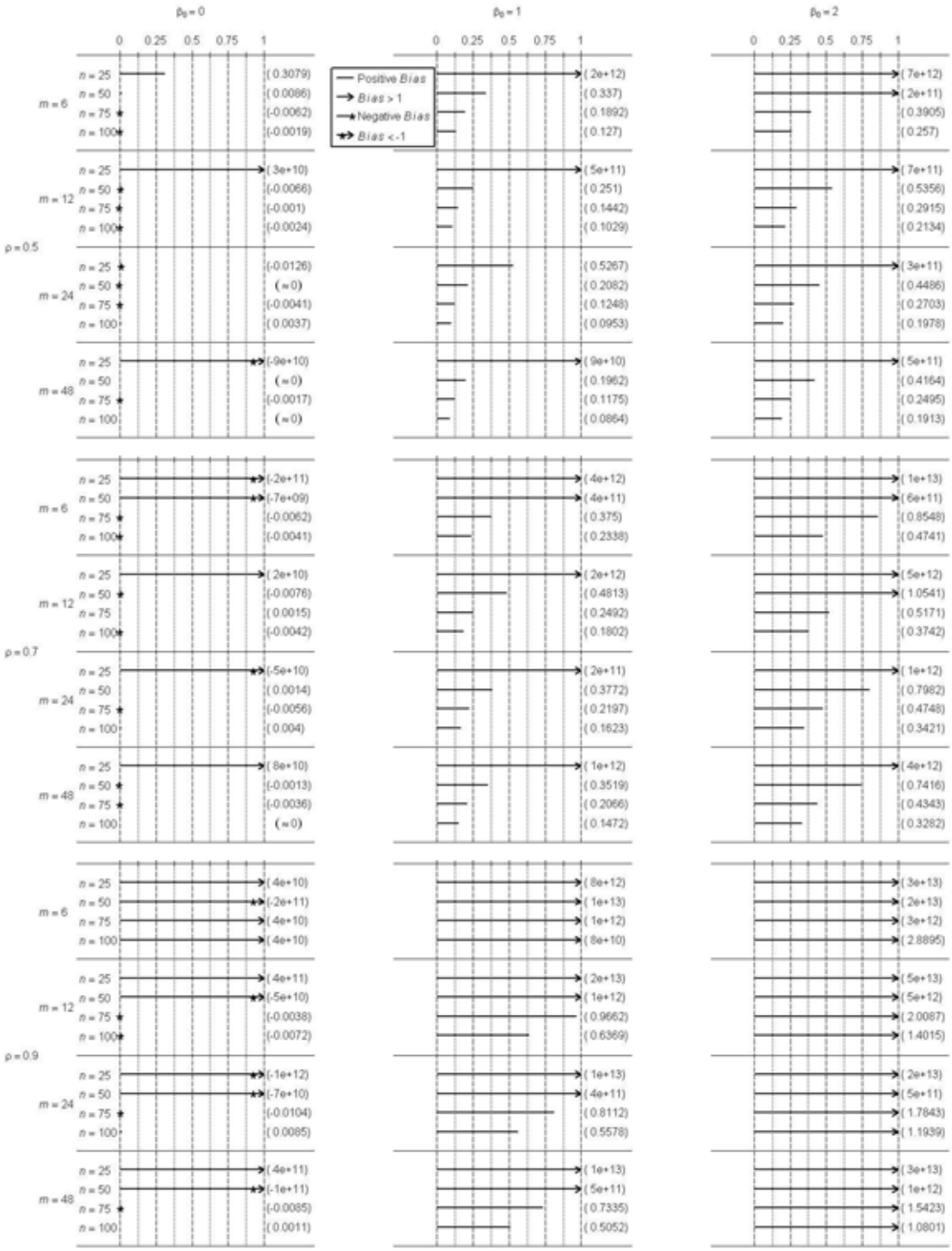
- ค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณ β_0^*
  - ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_0^*

ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ A1

ภาพที่ A1 ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



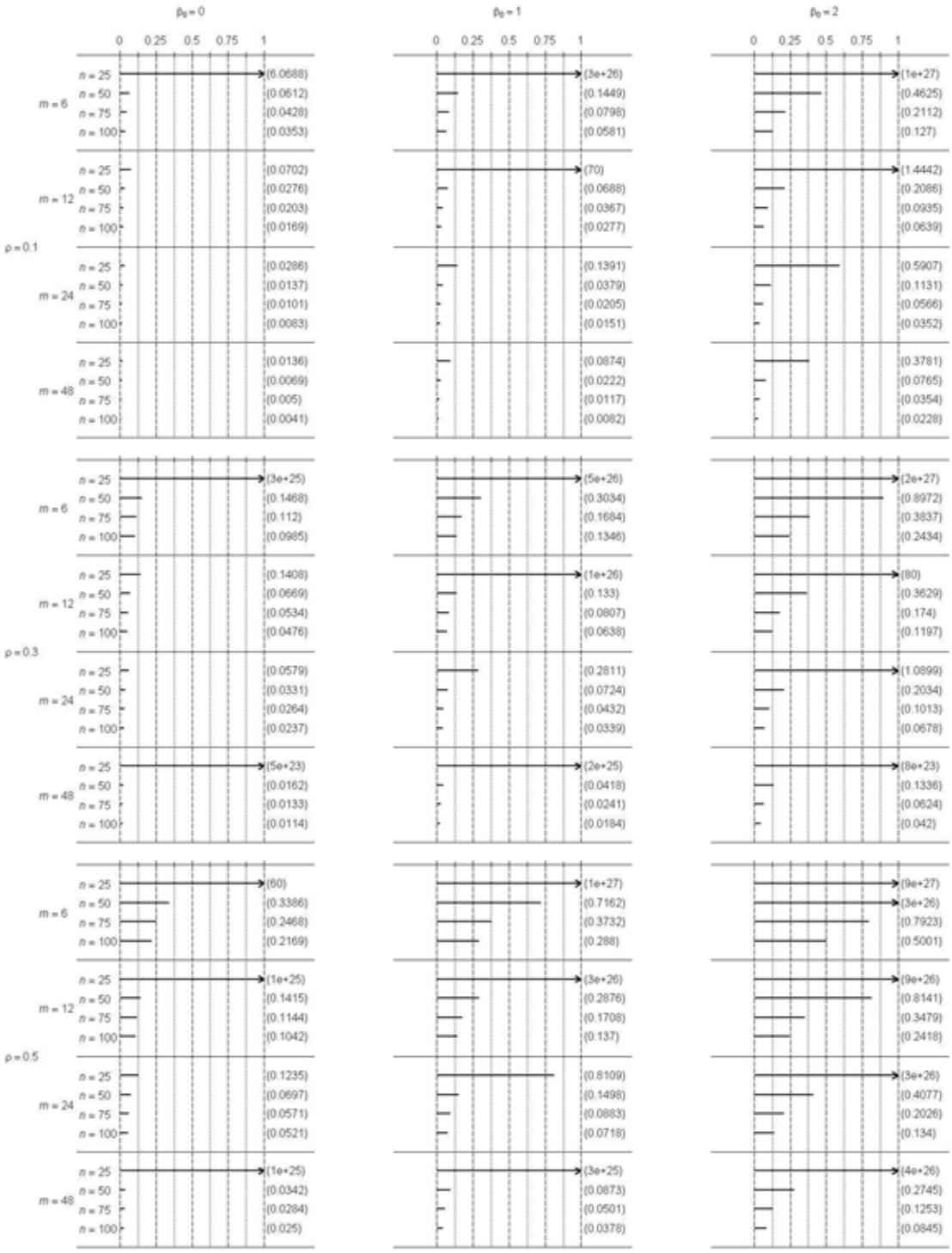
ภาพที่ A1 (ต่อ)


$\beta_0 = 0$
$\beta_0 = 1$
$\beta_0 = 2$
0 0.25 0.5 0.75 1
Positive Bias
Bias > 1
Negative Bias
Bias <-1
ρ = 0.5
ρ = 0.7
ρ = 0.9
m = 6
m = 12
m = 24
m = 48
n = 25
n = 50
n = 75
n = 100
(0.3079) (0.0086) (-0.0062) (-0.0019)
(3e+10) (-0.0066) (-0.001) (-0.0024)
(-0.0126) (≈0) (-0.0041) (0.0037)
(-9e+10) (≈0) (-0.0017) (≈0)
(2e+12) (0.337) (0.1892) (0.127)
(5e+11) (0.251) (0.1442) (0.1029)
(0.5267) (0.2082) (0.1248) (0.0953)
(9e+10) (0.1962) (0.1175) (0.0864)
(7e+12) (2e+11) (0.3905) (0.257)
(7e+11) (0.5356) (0.2915) (0.2134)
(3e+11) (0.4486) (0.2703) (0.1978)
(5e+11) (0.4164) (0.2495) (0.1913)
(-2e+11) (-7e+09) (-0.0062) (-0.0041)
(2e+10) (-0.0076) (0.0015) (-0.0042)
(-5e+10) (0.0014) (-0.0056) (0.004)
(8e+10) (-0.0013) (-0.0036) (≈0)
(4e+12) (4e+11) (0.375) (0.2338)
(2e+12) (0.4813) (0.2492) (0.1802)
(2e+11) (0.3772) (0.2197) (0.1623)
(1e+12) (0.3519) (0.2066) (0.1472)
(1e+13) (6e+11) (0.8548) (0.4741)
(5e+12) (1.0541) (0.5171) (0.3742)
(1e+12) (0.7982) (0.4748) (0.3421)
(4e+12) (0.7416) (0.4343) (0.3282)
(4e+10) (-2e+11) (-4e+10) (4e+10)
(4e+11) (-5e+10) (-0.0038) (-0.0072)
(-1e+12) (-7e+10) (-0.0104) (0.0085)
(4e+11) (-1e+11) (-0.0085) (0.0011)
(8e+12) (1e+13) (1e+12) (8e+10)
(2e+13) (1e+12) (0.9662) (0.6369)
(1e+13) (4e+11) (0.8112) (0.5578)
(1e+13) (5e+11) (0.7335) (0.5052)
(3e+13) (2e+13) (3e+12) (2.8895)
(5e+13) (5e+12) (2.0087) (1.4015)
(2e+13) (5e+11) (1.7843) (1.1939)
(3e+13) (1e+12) (1.5423) (1.0801)

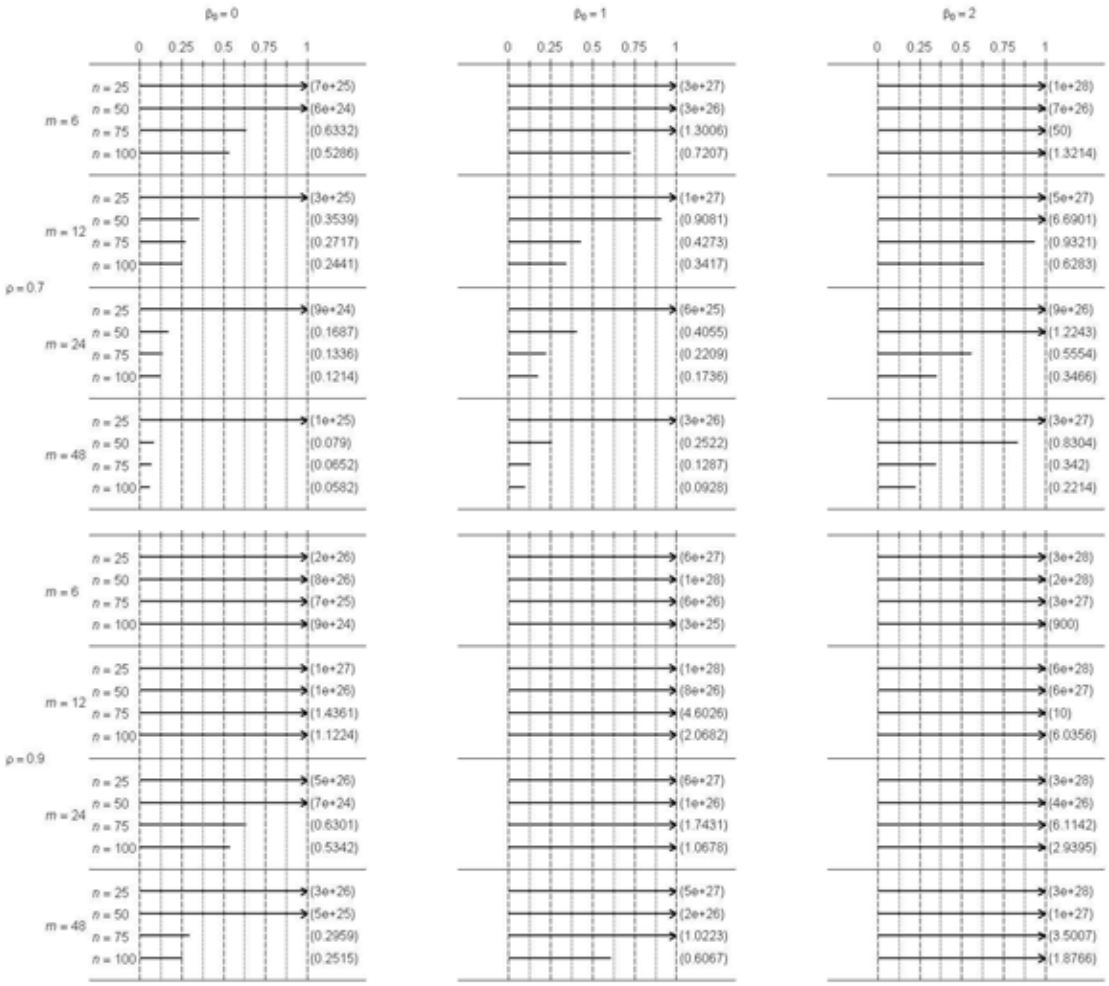
- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_0^*

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ A2

ภาพที่ A2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_0^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



ภาพที่ A2 (ต่อ)



- สรุปผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^*

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^* สรุปได้ดังตาราง A

ตาราง A แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0^*

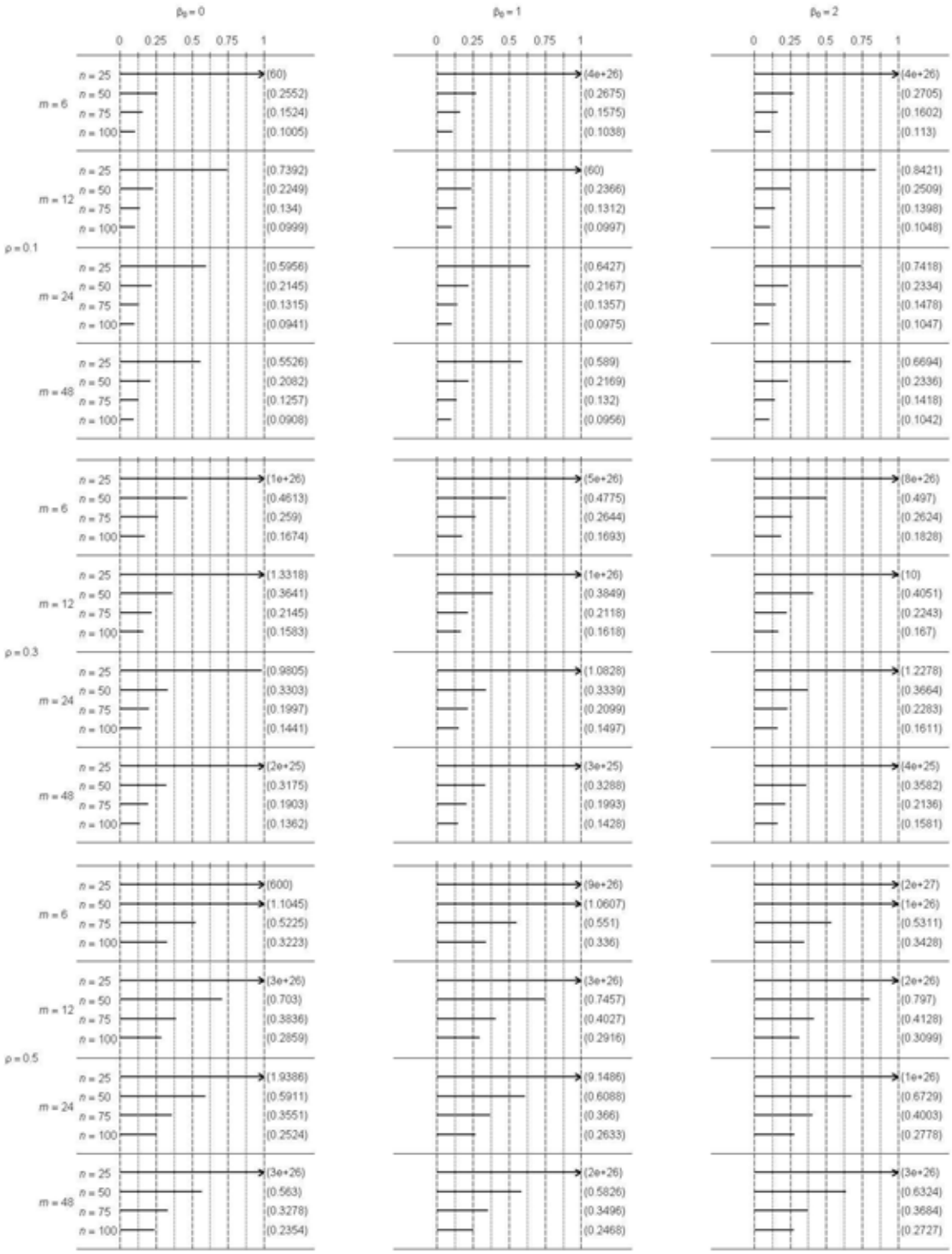
ปัจจัย	ผลกระทบ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_0^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_0^*\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_0^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_0^*\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น
β_0	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_0^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_0^*\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น
ρ	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_0^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_0^*\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

- ค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$

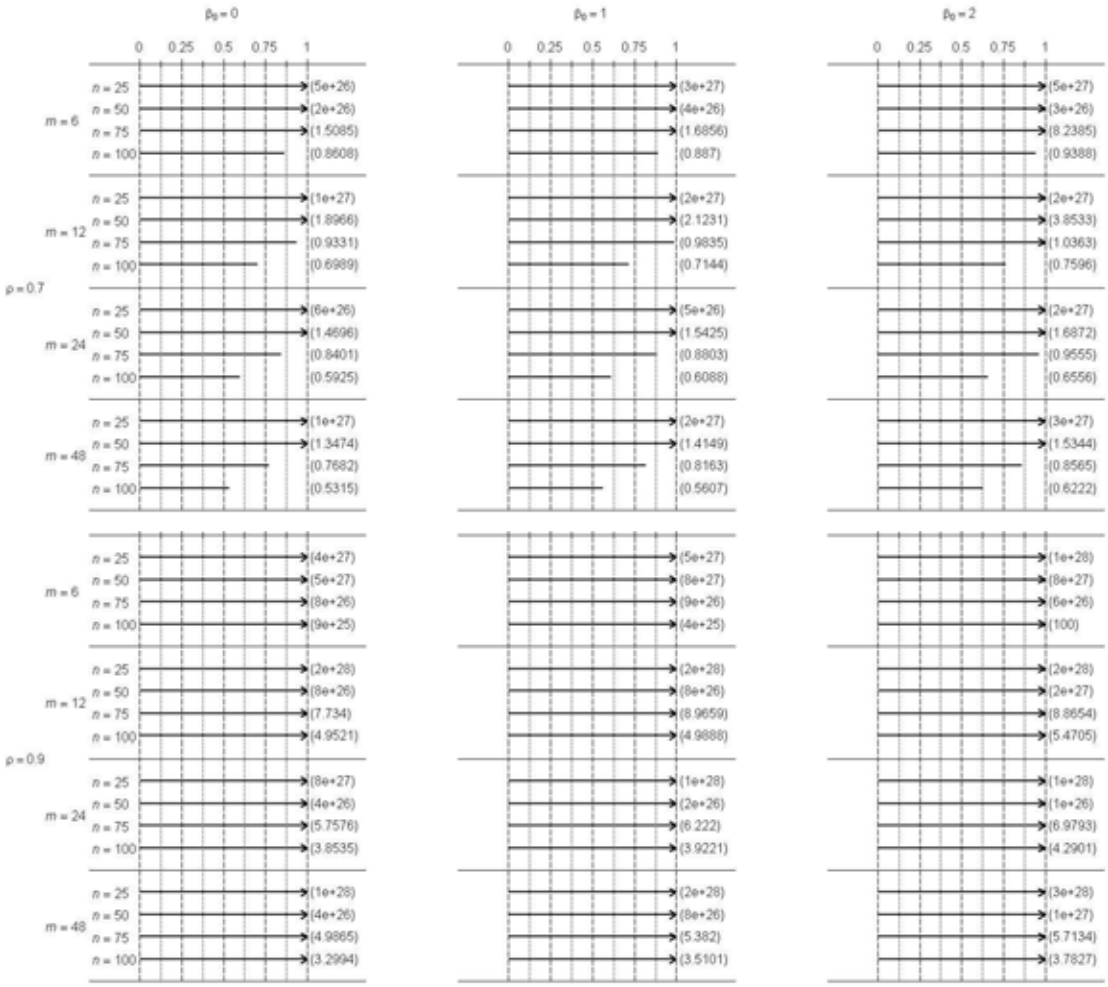
  - ค่าความเอนเอียงในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$

ค่าความเอนเอียงในการประมาณ $\sigma_{\beta_g}^2$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา ซึ่งมีค่าความเอนเอียงในทิศทางบวกในทุกกรณี แสดงในภาพที่ B1

ภาพที่ B1 ค่าความเอนเอียงในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



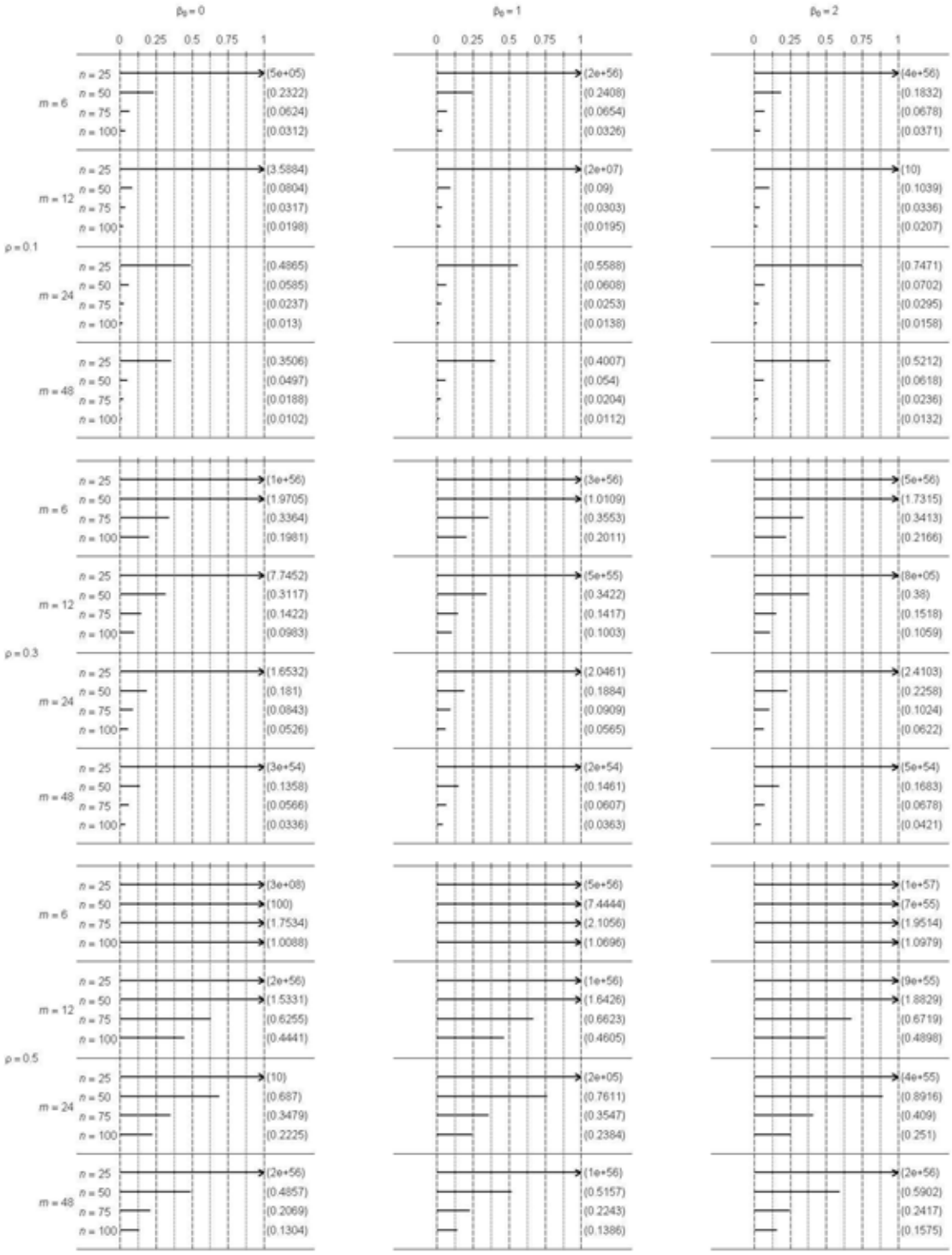
ภาพที่ B1 (ต่อ)



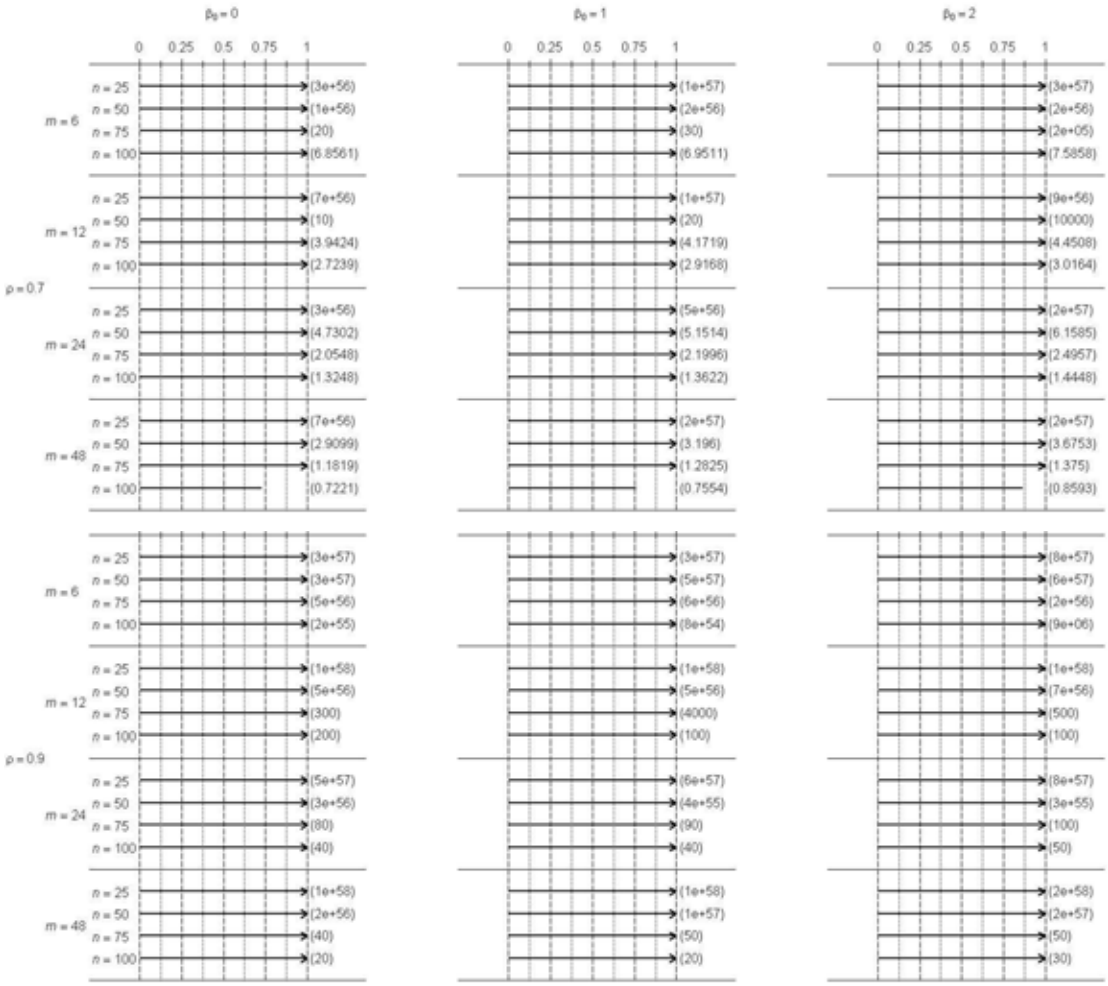
- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ B2

ภาพที่ B2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ $\sigma^2_{\beta_g}$ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



ภาพที่ B2 (ต่อ)



- สรุปผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\sigma^2_{\beta_g}$

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\sigma^2_{\beta_g}$ สรุปได้ดังตาราง B

ตาราง B แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\sigma^2_{\beta_g}$

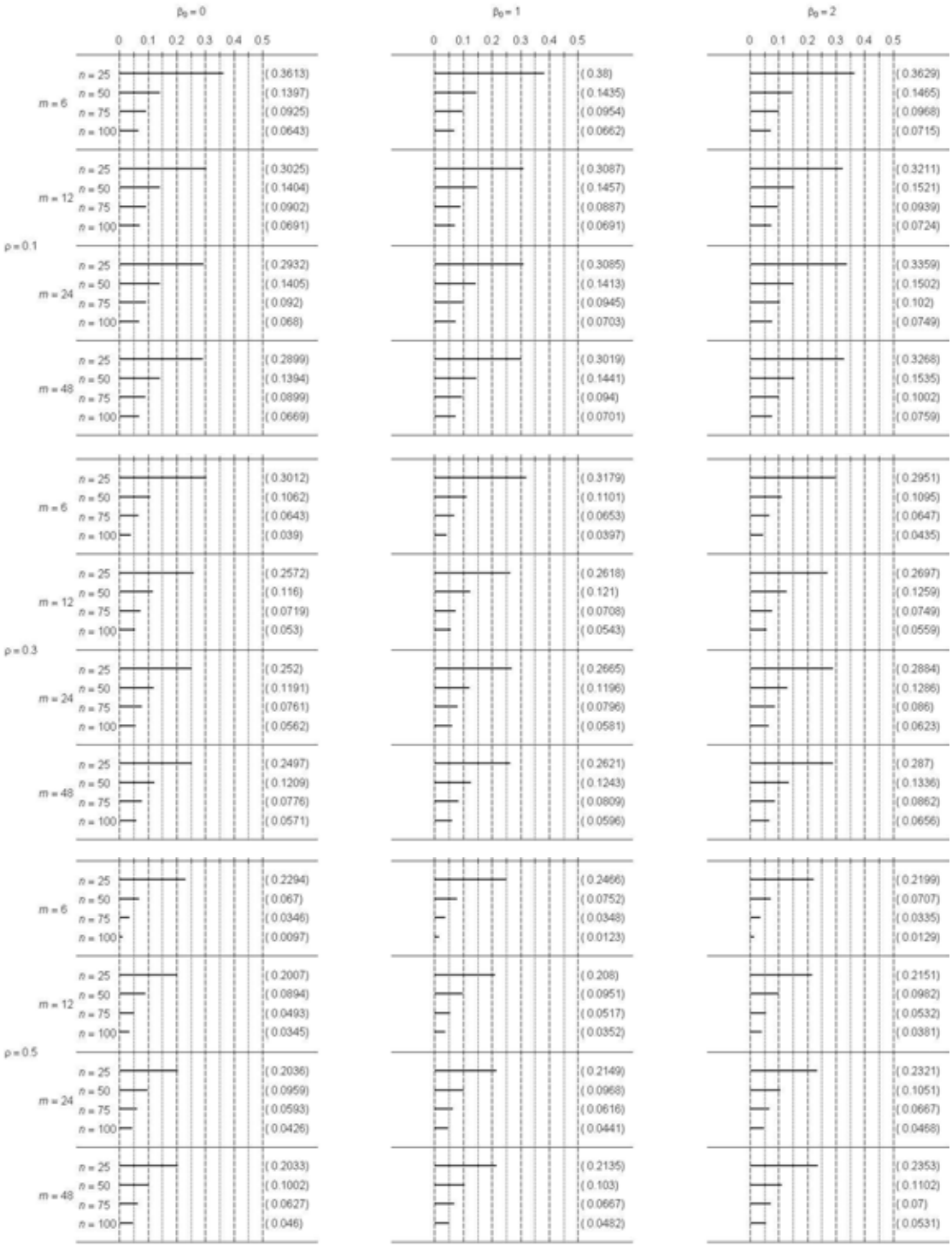
ปัจจัย	ผลกระทบ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	$\left\|Bias\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\left\|Bias\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น
β_0	$\left\|Bias\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น
ρ	$\left\|Bias\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\sigma}^2_{\beta_g}\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

- ค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณ ρ

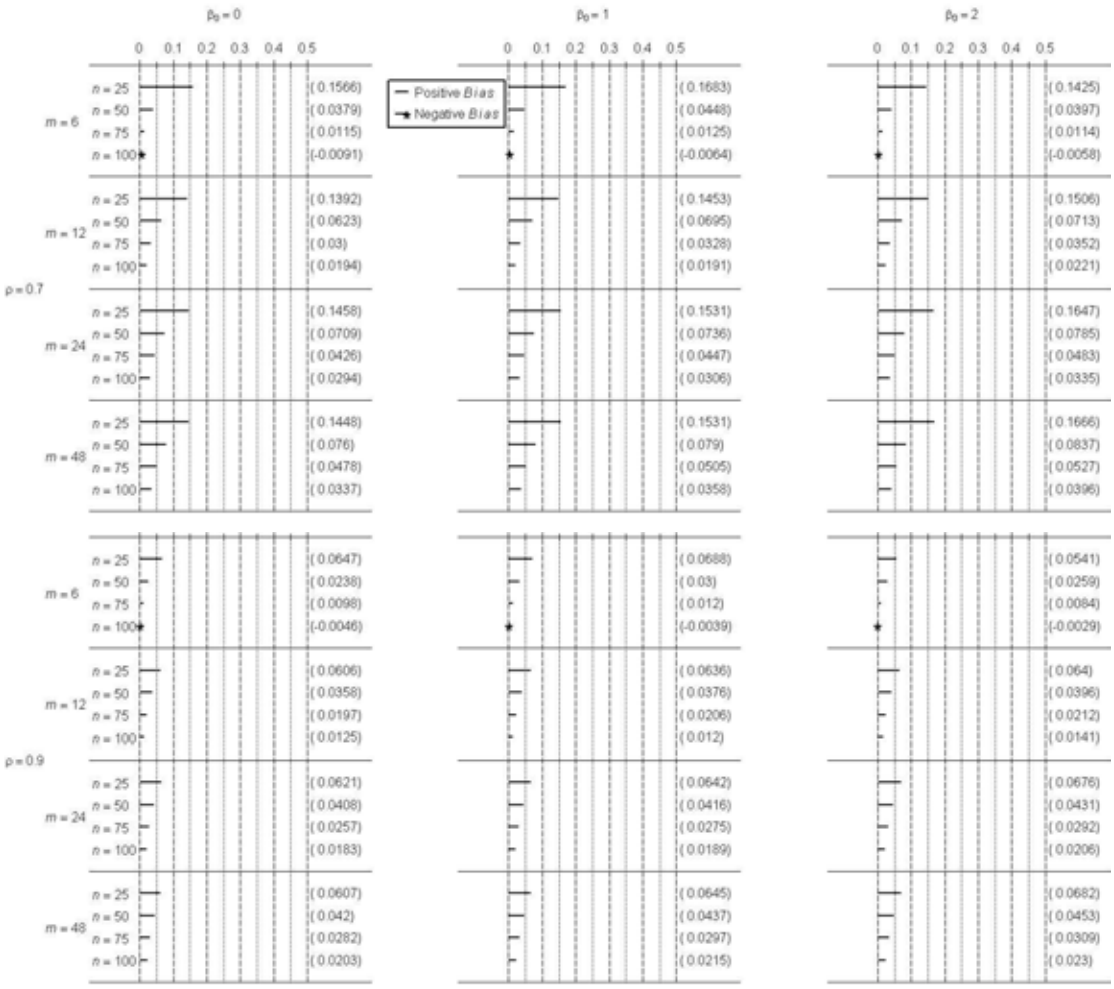
  - ค่าความเอนเอียงในการประมาณ ρ

ค่าความเอนเอียงในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ C1

ภาพที่ C1 ค่าความเอนเอียงในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



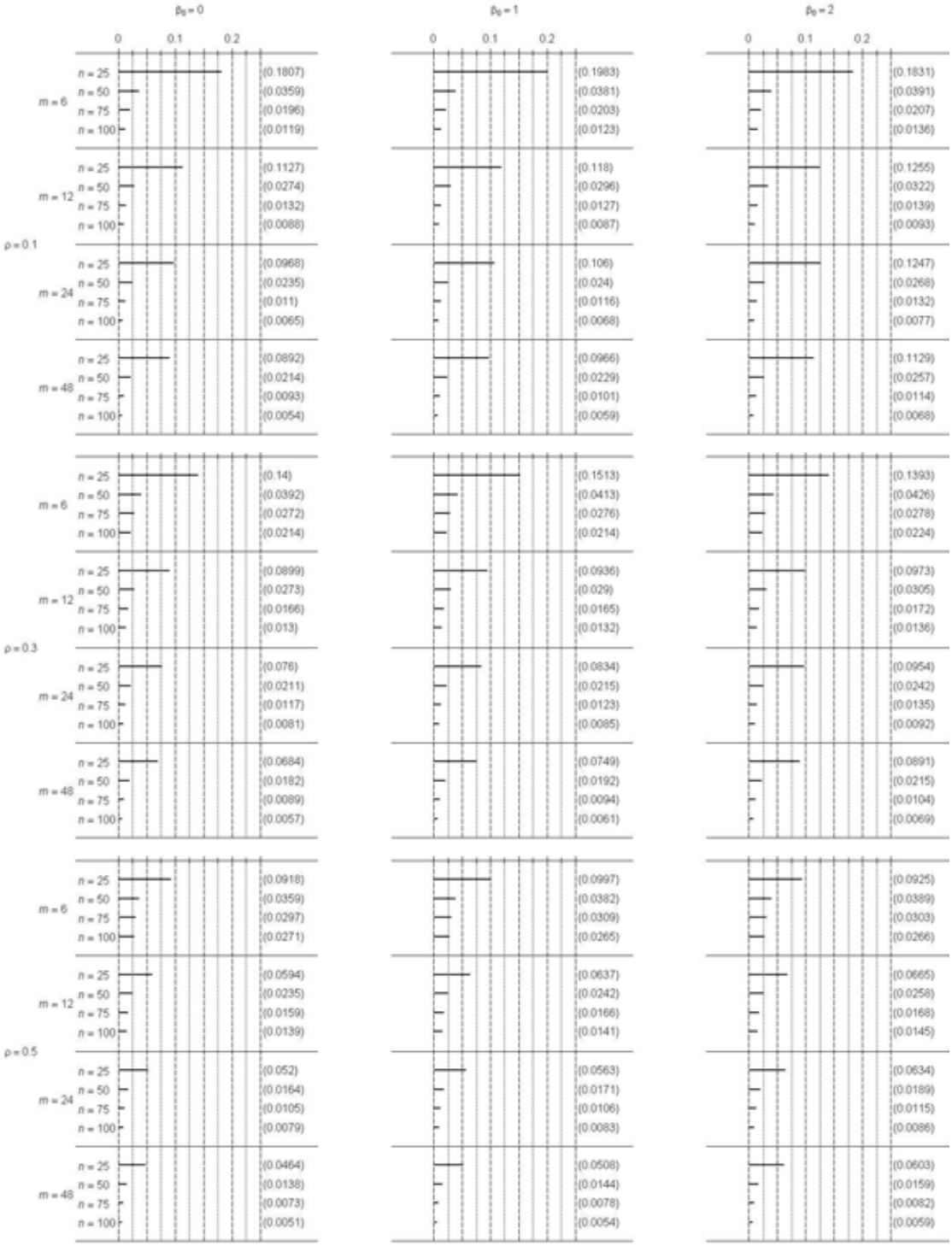
ภาพที่ C1 (ต่อ)



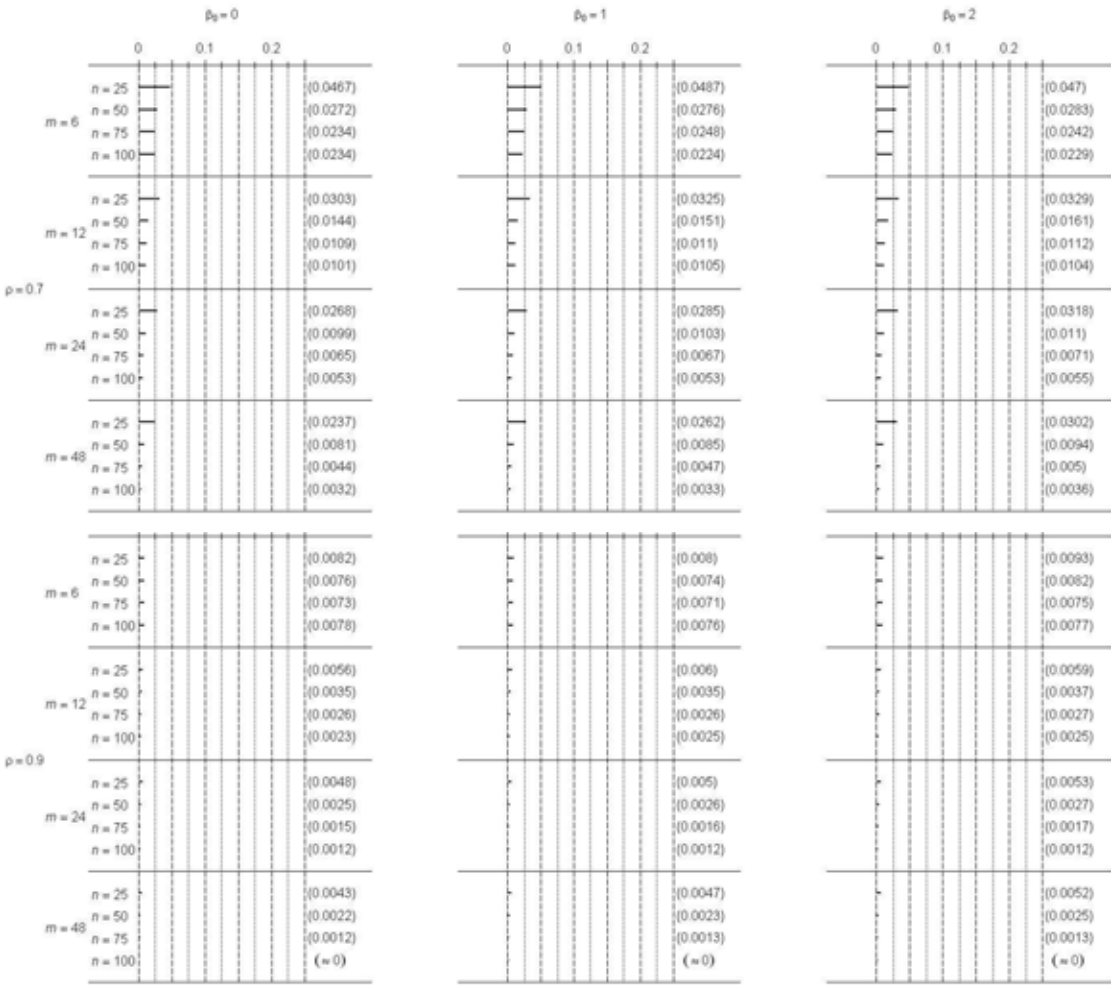
- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ ρ

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ C2

ภาพที่ C2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ ρ ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



ภาพที่ C2 (ต่อ)



- สรุปผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ρ

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ρ สรุปได้ดังตาราง C

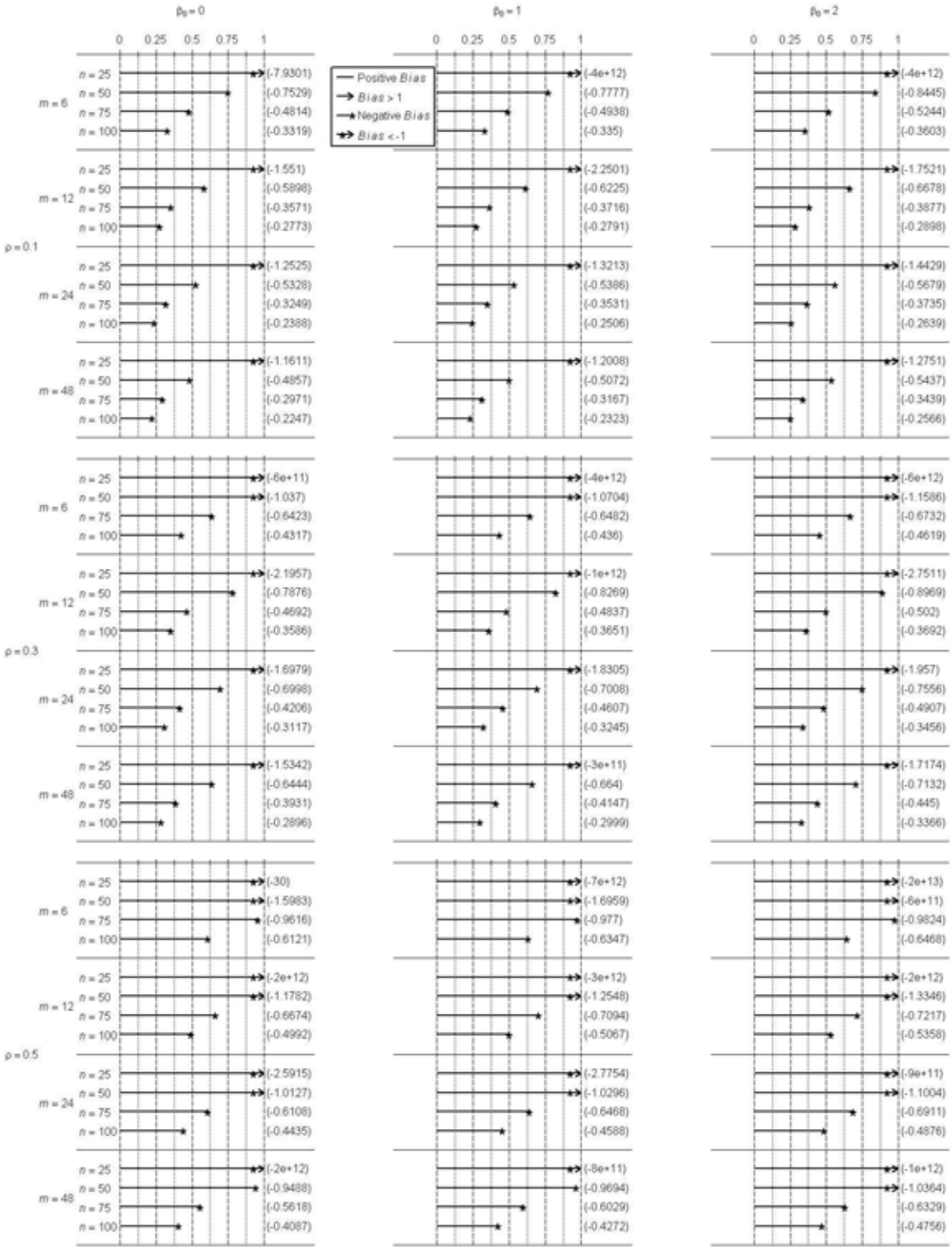
ตาราง C แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ρ

ปัจจัย	ผลกระทบ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	$\lvert Bias(\hat{\rho})\rvert$ และ $MSE(\hat{\rho})$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\lvert Bias(\hat{\rho})\rvert$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ $MSE(\hat{\rho})$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น
β_0	$\lvert Bias(\hat{\rho})\rvert$ และ $MSE(\hat{\rho})$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น
ρ	$\lvert Bias(\hat{\rho})\rvert$ และ $MSE(\hat{\rho})$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

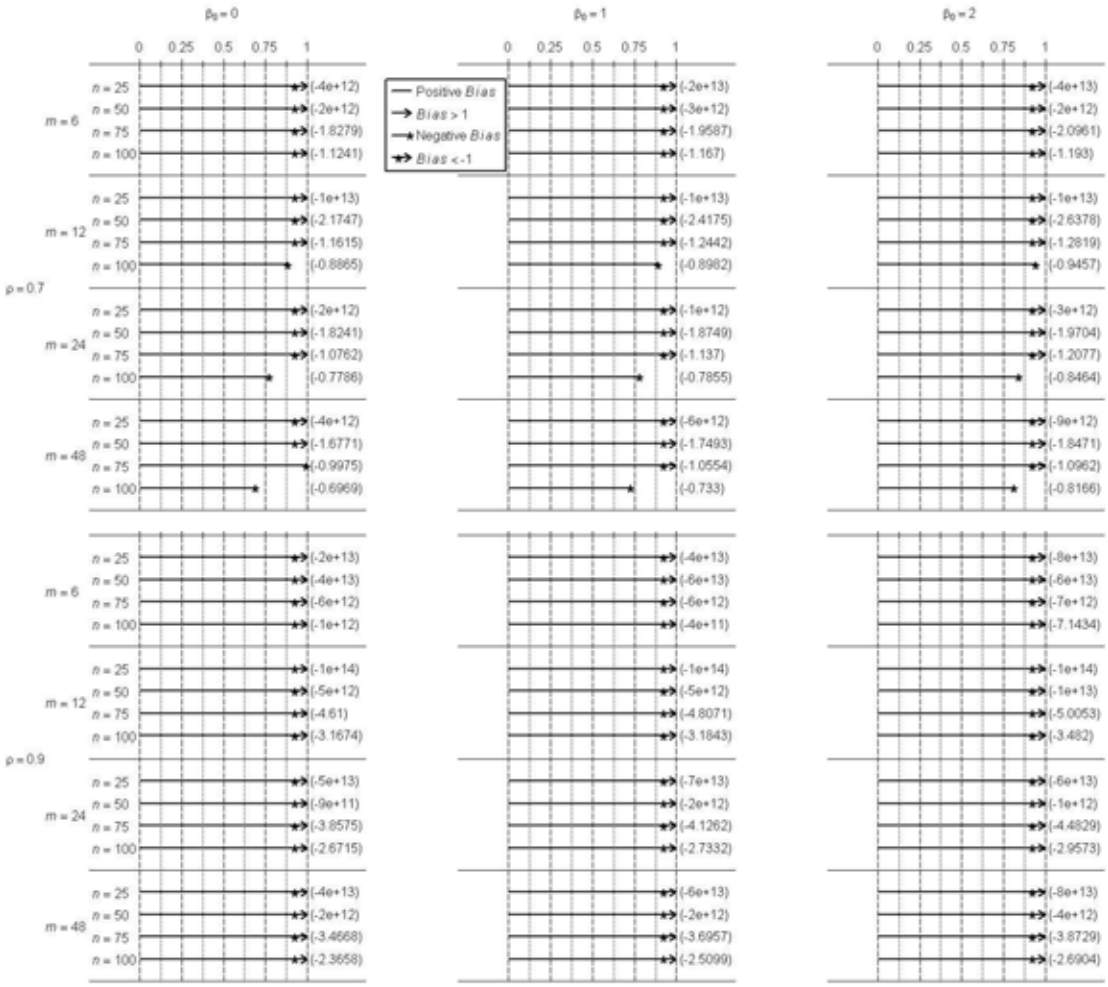
- ค่าวัดประสิทธิภาพในการประมาณ β_1^*
  - ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_1^*

ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา ซึ่งมีค่าความเอนเอียงในทิศทางลบเช่นเดียวกันกับทิศทางของค่า β_1^* ในทุกกรณี แสดงในภาพที่ D1

ภาพที่ D1 ค่าความเอนเอียงในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



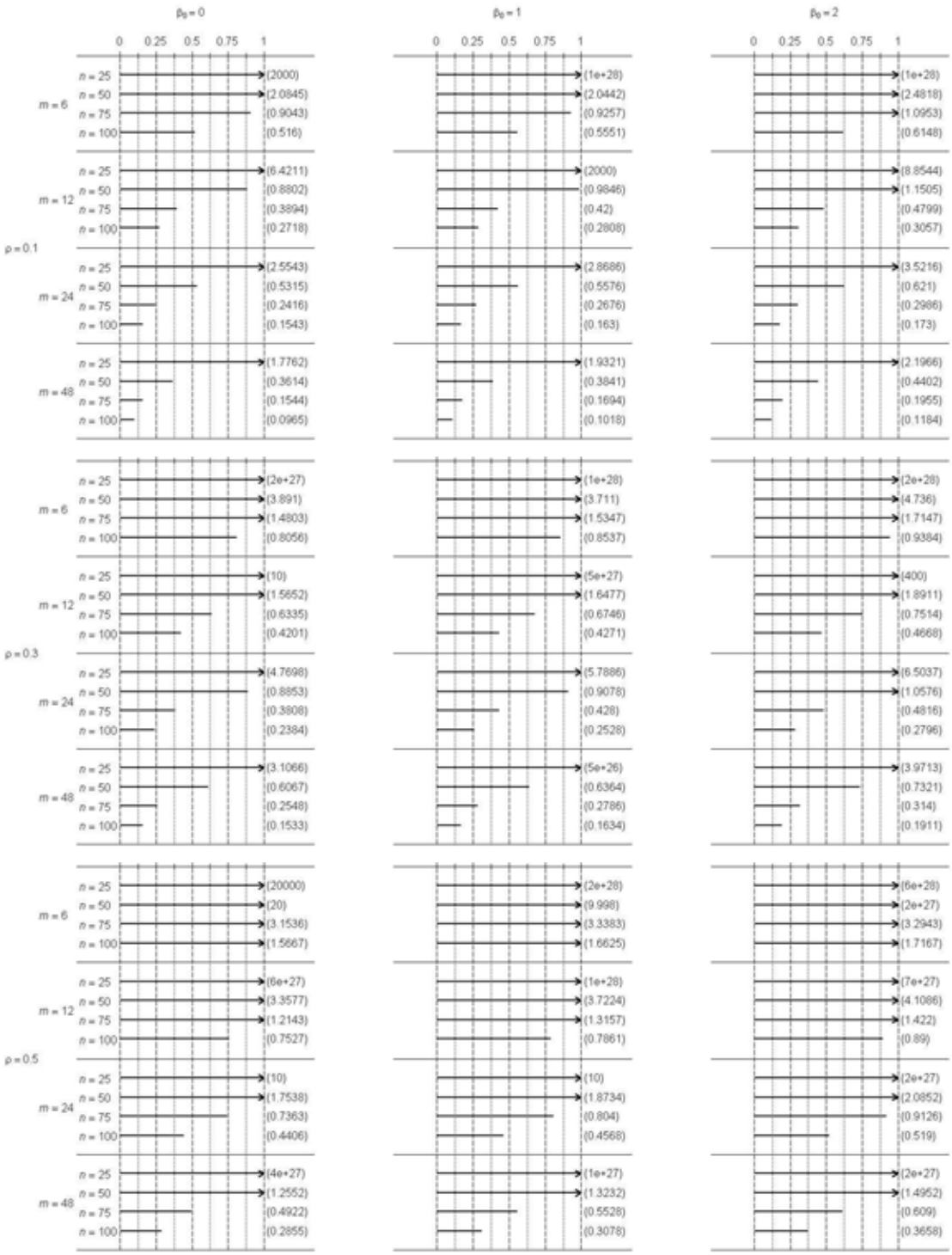
ภาพที่ D1 (ต่อ)



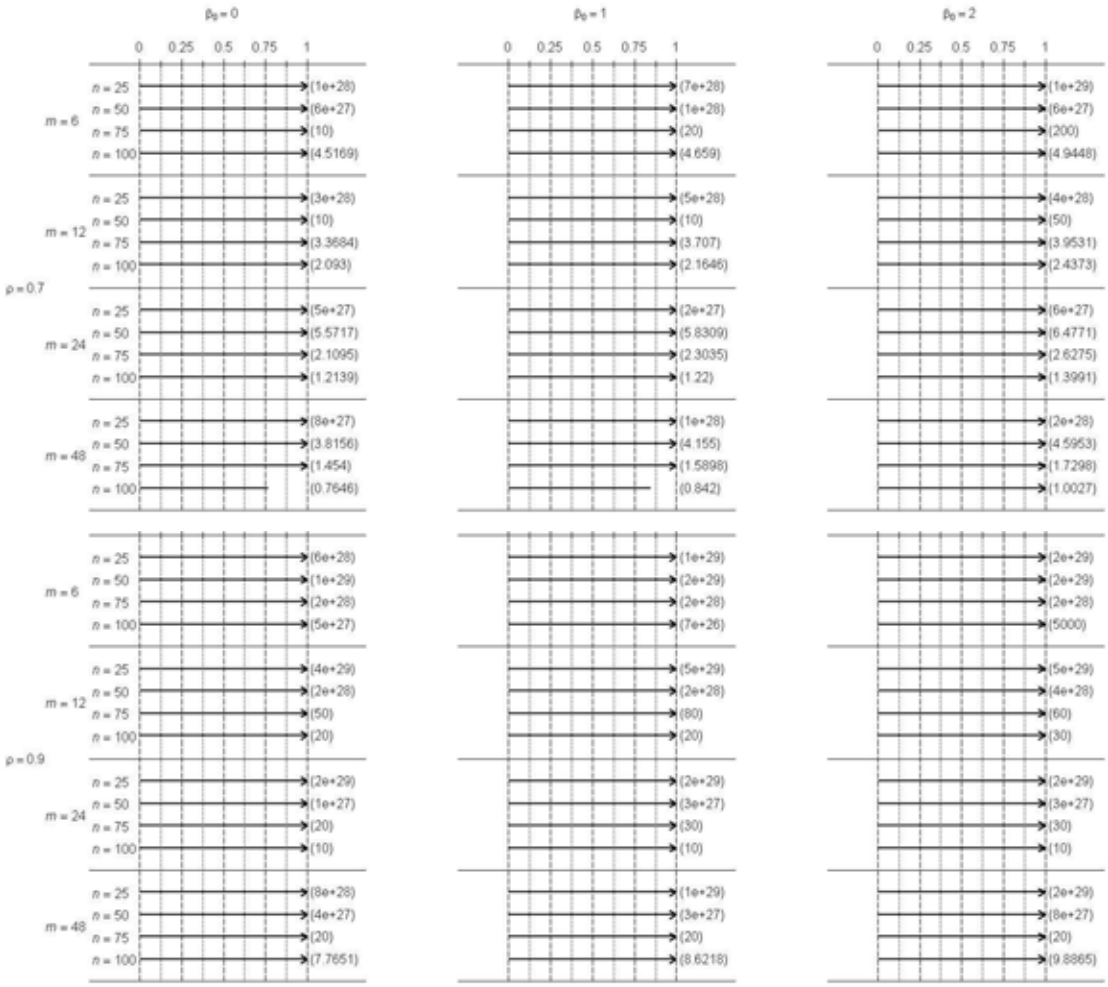
- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_1^*

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา แสดงในภาพที่ D2

ภาพที่ D2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณ β_1^* ของกรณีศึกษาทั้ง 240 กรณีศึกษา



ภาพที่ D2 (ต่อ)



- สรุปผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1^*

ผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1^* สรุปได้ดังตาราง D

ตาราง D แสดงผลของขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าพารามิเตอร์ β_0 และ ρ ในตัวแบบที่มีต่อประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_1^*

ปัจจัย	ผลกระทบ
ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_1^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_1^*\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_1^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_1^*\right)$ จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น
β_0	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_1^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_1^*\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ β_0 มีค่าเพิ่มขึ้น
ρ	$\left\|Bias\left(\hat{\beta}_1^*\right)\right\|$ และ $MSE\left(\hat{\beta}_1^*\right)$ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์ ρ มีค่าเพิ่มขึ้น

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกรกฎ วัฒนวีร์ เกิดเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2529 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาสถิติศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถิติ สาขาวิชาสถิติคณิตศาสตร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 ศึกษาต่อระดับปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552