บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าแบบช่วงของ β_0 กับ β_1 3 วิธีได้แก่วิธีแบบฉบับ วิธีบูทสแตรป และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักและปรับให้เหมาะสม ภายใต้ประชากรที่มีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบเบ้ขวาได้แก่ การแจกแจงแลมดาตูกีร์ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงลอกนอร์มอล ณ ความเบ้ และความโด่งระดับต่างๆ ทั้งนี้ได้ทำการทดลองในกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติไว้ด้วยเพื่อความเป็นธรรมแก่วิธีแบบฉบับ

ในการศึกษาเปรียบเทียบ ผู้วิจัยคำนวณขนาดความกว้างของค่าประมาณแบบช่วงจากข้อมูลตัวอย่าง โดยใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 , 20 , 30 , 40 , 50 และ 60 พร้อมทั้งทดสอบการผ่านระดับความเชื่อมั่น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.1 , 0.05 และ 0.01 วิธีที่ให้ขนาดของค่าประมาณแบบช่วงน้อยที่สุดจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ข้อมูลที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้จากการจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคของมอนติคาร์โล

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ประสิทธิภาพของการประมาณค่า β_0

<u>กรณีที่ 1 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาของตูกีร์</u>

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ในทุกสถานการณ์วิธี AWLS จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีจะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลกระทบที่เกิดจากความเบ้ของประชากรลดลง และสามารถอธิบายประชากรได้ดีขึ้น

<u>กรณีที่ 2 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา</u>

1. วิธี AWLS และวิธี BT จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.วิธี CM จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในบางสถานการณ์ที่ความเบ้ระดับต่ำ

3.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองลดลง กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองของ β_0 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

4.ทุกขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองลดลง กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองของ β_0 แปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เพราะเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น ผลกระทบที่มีต่อการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนก็จะมีมากขึ้น การครอบคลุมพารามิเตอร์ของช่วงความเชื่อมั่นจึงลดลง

<u>กรณีที่ 3 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล</u>

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองลดลง กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองของ β_0 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง

3.ทุกขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองเพิ่มขึ้น กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองของ β_0 แปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้

<u>กรณีที่ 4 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ</u>

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.วิธี AWLS จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง เพราะเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ข้อมูลที่ได้จะสามารถอธิบายประชากรได้ดีขึ้น

ในการพิจารณาว่าค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ของวิธีการใดให้ค่าต่ำที่สุดนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ในตาราง 5.1.1 ถึง 5.1.10 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1.1 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
n	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.2 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
n	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	~~	~~	~~	~~	~~	~~
20	~~	~~	~~	~~	~~	~~
30	~~	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1.3 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.11	โด่ง = 3.45	โด่ง =4.83	โด่ง = 7.25	โด่ง =10.9	โด่ง =15.9
10	~~	~~	~~	~~	~~	~~
20	~~	~~	~~	~~	~~	~~
30	~~	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.4 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.5 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	CM	~~	~~	~~	~~	~~
20	~~	~~	~~	~~	~~	~~
30	~~	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.6 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.11	โด่ง = 3.45	โด่ง =4.83	โด่ง = 7.25	โด่ง =10.9	โด่ง =15.9
10	~~	~~	~~	~~	~~	~~
20	~~	~~	~~	~~	~~	~~
30	~~	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1.7 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
n	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.8 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
n	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	CM	~~	~~	~~	~~	~~
20	CM	~~	~~	~~	~~	~~
30	CM	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1.9 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25 โด่ง = 3.11	เบ้ = 0.5 โด่ง = 3.45	เบ้ = 1 โด่ง =4.83	เบ้ = 1.5 โด่ง = 7.25	เบ้ = 2 โด่ง =10.9	เบ้ = 2.5 โด่ง =15.9
10	~~	~~	~~	~~	~~	~~
20	~~	~~	~~	~~	~~	~~
30	~~	~~	~~	~~	~~	~~
40	~~	~~	~~	~~	~~	~~
50	~~	~~	~~	~~	~~	~~
60	~~	~~	~~	~~	~~	~~

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.1.10 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_0 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงปกติ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% 95% และ 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	0.9	0.95	0.99
10	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2 **ประสิทธิภาพของการประมาณค่า β_1**

กรณีที่ 1 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาของตูกีร์

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี AWLS ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.เมื่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ใช้ในการคำนวณช่วงประมาณเพิ่มขึ้น วิธี CM จะมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ณ บางสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างระดับต่ำ

4.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลกระทบที่เกิดจากความเบ้ของประชากรลดลง และสามารถอธิบายประชาการได้ดีขึ้น

กรณีที่ 2 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี AWLS ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.เมื่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ใช้ในการคำนวณช่วงประมาณเพิ่มขึ้น วิธี CM จะมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ณ บางสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างระดับต่ำ และความเบ้ระดับสูง

4.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลกระทบที่เกิดจากความเบ้ของประชากรลดลง และสามารถอธิบายประชาการได้ดีขึ้น

5. ทุกขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 แปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เพราะค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนซึ่งมีการแจกแจงแบบแกมมาจะมีค่าน้อยลงเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น

กรณีที่ 3 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี AWLS ให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.ทุกค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ใดๆ เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ลดลง กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง เพราะขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลกระทบที่เกิดจากความเบ้ของประชากรลดลง และสามารถอธิบายประชาการได้ดีขึ้น

4.ทุกขนาดตัวอย่างใดๆ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น วิธีการประมาณแบบช่วงทุกวิธีมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 เพิ่มขึ้น กล่าวคือค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 แปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เพราะค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนซึ่งมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลจะมีค่ามากขึ้นเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เพิ่มขึ้น

<u>กรณีที่ 4 ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบปกติ</u>

1.ทุกวิธีการประมาณจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกสถานการณ์

2.ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% และ 95% วิธี AWLS จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธี BT และวิธี CM ตามลำดับ

3.ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% วิธี CM จะให้ค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ต่ำที่สุดในทุกขนาดตัวอย่าง ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 ซึ่งวิธี AWLS ให้ผลดีที่สุด

4.เมื่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ใช้ในการคำนวณช่วงประมาณเพิ่มขึ้น วิธี CM จะมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

ในการพิจารณาว่าค่าความยาวเฉลี่ยของค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ของวิธีการใดให้ค่าต่ำที่สุดนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ในตาราง 5.2.1 ถึง 5.2.10 ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2.1 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
n	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	CM	AWLS	AWLS	CM	AWLS	AWLS	CM	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.2 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
n	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.3 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.11	โด่ง = 3.45	โด่ง =4.83	โด่ง = 7.25	โด่ง =10.9	โด่ง =15.9
10	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.4 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	CM	AWLS	AWLS	CM	AWLS	CM	CM	CM
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	CM	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.5 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	AWLS	AWLS	AWLS	CM	CM	CM
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.6 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
	โด่ง = 3.11	โด่ง = 3.45	โด่ง =4.83	โด่ง = 7.25	โด่ง =10.9	โด่ง =15.9
10	AWLS	AWLS	AWLS	CM	CM	CM
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.7 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแลมดาตูกีร์ จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25			เบ้ = 1			เบ้ = 2		
n	โด่ง = 2	โด่ง = 3.2	โด่ง = 6.2	โด่ง = 4.2	โด่ง = 5.4	โด่ง = 8.4	โด่ง = 11.4	โด่ง = 12.6	โด่ง = 15.6
10	AWLS	CM	AWLS	CM	CM	CM	CM	CM	CM
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	CM	AWLS	AWLS	CM	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	CM	AWLS	AWLS	CM	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	CM	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.8 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบแกมมา จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

	เบ้ = 0.25	เบ้ = 0.5	เบ้ = 1	เบ้ = 1.5	เบ้ = 2	เบ้ = 2.5
n	โด่ง = 3.09	โด่ง = 3.38	โด่ง = 4.5	โด่ง = 6.37	โด่ง = 9	โด่ง =12.4
10	AWLS	CM	CM	CM	CM	CM
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	CM	CM
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.9 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบลอกนอร์มอล จำแนกตามระดับความเบ้ ความโด่ง และขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	เบ้ = 0.25 โด่ง = 3.11	เบ้ = 0.5 โด่ง = 3.45	เบ้ = 1 โด่ง =4.83	เบ้ = 1.5 โด่ง = 7.25	เบ้ = 2 โด่ง =10.9	เบ้ = 2.5 โด่ง =15.9
10	AWLS	CM	CM	CM	BT	BT
20	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
30	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
40	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
50	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS
60	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 5.2.10 วิธีหาค่าประมาณแบบช่วงของ β_1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดกรณีค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงปกติ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% 95% และ 99% เมื่อพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลคือ 1 และ 2 ตามลำดับ

n	0.9	0.95	0.99
10	AWLS	AWLS	CM
20	AWLS	AWLS	CM
30	AWLS	AWLS	CM
40	AWLS	AWLS	CM
50	AWLS	AWLS	CM
60	AWLS	AWLS	AWLS

หมายเหตุ ~~ หมายถึง วิธีการประมาณค่าแบบช่วงทุกวิธีให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นจากการทดลองต่ำกว่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ด้านดังนี้

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

1.ในสถานการณ์ที่ไม่มีวิธีการใดผ่านระดับความเชื่อมั่น ผู้ใช้งานควรใช้วิธีการประมาณแบบอื่นนอกเหนือจากที่เสนอไว้ในการวิจัยนี้

2.ถึงแม้ว่า "วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักและปรับให้เหมาะสม" จะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานะการณ์ส่วนใหญ่ของงานวิจัยชิ้นนี้ แต่ก็มีขั้นตอนการคำนวณที่ยุ่งยากอีกทั้งยังให้ช่วงประมาณที่แคบกว่าวิธีบูตสแตรปไม่มากนัก ดังนั้นผู้ใช้งานจึงควรพิจารณาเลือกใช้วิธีการประมาณให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานและทรัพยากร

3.เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้พารามิเตอร์ $\beta_0 = 1$ และ $\beta_1 = 2$ ในการจำลองข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยใช้พารามิเตอร์ $\beta_0 = -1$ และ $\beta_1 = -3$ ดังแสดงในตาราง ก 1.1.1 – ก 2.2.10 ในภาคผนวก ก และพบว่าให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผลการวิจัยนี้จึงสามารถนำไปใช้กับกรณีที่ β_0 และ β_1 เท่ากับค่าอื่นๆได้

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1.ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียว (Simple Linear Regression) ผู้สนใจอาจศึกษาในกรณีของสมการถดถอยแบบอื่นๆ

2.ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบเบ้ขวา ผู้สนใจอาจศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงแบบเบ้ซ้าย

3.สำหรับผู้สนใจศึกษาเพิ่มเติมอาจเพิ่มรายละเอียดของระดับความเบ้และความโด่ง เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย