# บทที่ 5

## ผลการศึกษาการประมาณค่าความเอนเอียงในพารามิเตอร์

ในการศึกษานี้ได้แบ่งส่วนของการศึกษาออกเป็น การประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : $r$ ) การประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination : $R^2$) ที่เป็นผลมาจากการเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ และพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในค่าของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ความเปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ และค่าสถิติ Durbin-Watson

### 5.1. การประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์

ในการศึกษานี้จะมีการกำหนดแบบจำลองที่แท้จริงเป็นดังนี้

$$True\ Model;\ Y = 0.5 + 2x_1 + 0.5x_2 + 0.5x_3 + 4x_4 + u \qquad (5.1)$$

จากนั้นจะสร้างข้อมูลของตัวแปรขึ้นมา แล้วทำการถดถอยเมื่อมีการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ($X_4$) ออกไปจากแบบจำลอง ซึ่งจะเกิดผลของการเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ แล้วนำค่าเอนเอียงที่ได้มานี้ไปหาความสัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : $r$ ) เพื่อจะดูว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นมานั้น จะมาจากผลของการเปลี่ยนแปลงในค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : $r$ ) ไปอย่างไรบ้าง โดยมีการกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ ( $r_{x_1x_4}$ ) อยู่ในช่วงต่างๆ กันดังที่ได้กำหนดไว้แล้วตามแบบจำลองทดสอบ และให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่นๆ อยู่ในช่วง

$$0.0 \le \left| r_{x_1x_2}, r_{x_1x_3}, r_{x_2x_3}, r_{x_2x_4}, r_{x_3x_4} \right| \le 0.3$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งสมการถดถอยระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเอนเอียงและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะเป็นไปตามสมการที่ 4.9

$$bias_0 = a_0 + a_1 r_{x_1x_4} + a_2 r_{x_2x_4} + a_3 r_{x_3x_4} + error_1$$
$$bias_1 = b_0 + b_1 r_{x_1x_4} + b_2 r_{x_2x_4} + b_3 r_{x_3x_4} + error_2$$
$$bias_2 = c_0 + c_1 r_{x_1x_4} + c_2 r_{x_2x_4} + c_3 r_{x_3x_4} + error_3$$
$$bias_3 = d_0 + d_1 r_{x_1x_4} + d_2 r_{x_2x_4} + d_3 r_{x_3x_4} + error_4$$

และจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในสมการที่ 4.9 เพื่อหาขนาดของการเอนเอียง ที่เป็นผลมาจากค่า $r_{x_1x_4}, r_{x_2x_4}, r_{x_3x_4}$ และพิจารณาดูค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยในสมการที่ 4.9 นั้นจะมีค่าเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าถดถอยที่ได้ในสมการที่ 4.9 กับค่าเฉลี่ยของการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการที่ 4.8 ซึ่งผลที่ได้จะเป็นดังต่อไปนี้

**5.1.1 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ เมื่อ $0.0 \le |r_{x_1x_4}| < 0.3$**

จากแบบจำลองทดสอบที่ 1 ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ คือ

$$\overline{bias_0} = 2.56 \quad ; \quad \overline{bias_1} = 0.21649$$
$$\overline{bias_2} = 0.20927; \quad \overline{bias_3} = 0.29707$$

แต่ค่า $\beta_4 \bar{X}_4 = 10$ จะเห็นได้ว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่า $bias_0$ จะมีค่าไม่เท่ากับ $\beta_4 \bar{X}_4$ ซึ่งจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรใดนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.9 ที่ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$bias_0 = 7.29171 - 9.07010 r_{x_1x_4} + 0.21693 r_{x_2x_4} - 0.00766 r_{x_3x_4}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.21973* | *0.25393* | *0.22467* | *0.21328* |
| | (0.00)* | (0.00)* | (0.3343) | (0.9713) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$bias_1 = -0.00803 + 0.42916r_{x_1x_4} - 0.00852r_{x_2x_4} - 0.00128r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.00742* *0.00858* *0.00759* *0.00721*

(0.2796) (0.00)* (0.2620) (0.8587)

$$bias_2 = 0.17552 + 0.05304r_{x_1x_4} + 0.00850r_{x_2x_4} + 0.00039r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.01080* *0.01248* *0.01104* *0.01048*

(0.00)* (0.00)* (0.4412) (0.9699)

$$bias_3 = 0.43247 - 0.19397r_{x_1x_4} - 0.05629r_{x_2x_4} + 0.01107r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.03483* *0.04025* *0.03561* *0.03381*

(0.00)* (0.00)* (0.1140) (0.7433)

(5.2)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสัมสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้ สามารถหาสัดส่วนหรืออิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ มีดังนี้

$Bias_0$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 54.68% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.31% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.04% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 43.96%

$Bias_1$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 96.01% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.91% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.28% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 1.8%

$Bias_2$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 22.34% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 3.58% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.15% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 73.92%

$Bias_3$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 27.96% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 8.11% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 1.59% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 62.33%

จะเห็นได้ว่า การเอนเอียงในเกิดขึ้นใน $bias_0$ กับ $bias_3$ ส่วนใหญ่จะเป็นผลของ อิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ และอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) โดยสัดส่วนของอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเองจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ยกเว้นการเอนเอียงใน $bias_1$ ที่มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเพียงอย่างเดียว ส่วนการเอนเอียงที่มาจากอิทธิพลของตัวแปร $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ จะมีสัดส่วนน้อยมากและยังเป็นปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.9 จะได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$bias_0 = 7.29422 - 8.98034r_{x_1x_4} + 0.21931r_{x_2x_4} - 0.00737r_{x_3x_4}$$
$$bias_1 = -0.00707 + 0.44967r_{x_1x_4} - 0.00843r_{x_2x_4} - 0.00111r_{x_3x_4}$$
$$bias_2 = 0.19582 + 0.05357r_{x_1x_4} + 0.00911r_{x_2x_4} + 0.00043r_{x_3x_4}$$
$$bias_3 = 0.50709 - 0.15170r_{x_1x_4} - 0.55733r_{x_2x_4} + 0.12077r_{x_3x_4}$$

ซึ่งสามารถที่จะแสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยดังตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยในแบบจำลองทดสอบที่ 1

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| bias0 | -0.00251 | -0.08976 | -0.00238 | -0.00060 |
| bias1 | -0.00096 | -0.02050 | -0.00009 | -0.00018 |
| bias2 | -0.02030 | -0.00053 | -0.00060 | -0.00003 |
| bias3 | -0.07461 | -0.04228 | -0.00563 | -0.01002 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย แต่มีความแตกต่างน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมการที่ 4.9 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

### 5.1.2 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ เมื่อ $0.3 \le |r_{x_1x_4}| < 0.5$

จากแบบจำลองทดสอบที่ 2 ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ คือ

$$\overline{bias_0} = 2.51 \quad ; \quad \overline{bias_1} = 0.74632$$
$$\overline{bias_2} = 0.19677; \quad \overline{bias_3} = 0.27159$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ค่า $\beta_4\bar{X}_4 = 21.44$ จะเห็นได้ว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่า $bias_0$ จะมีค่าไม่เท่ากับ $\beta_4\bar{X}_4$ ซึ่งจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรใดนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.9 ที่ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$bias_0 = 17.96363 - 9.29487r_{x_1x_4} - 0.38205r_{x_2x_4} - 0.17551r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.70834* *0.42240* *0.21059* *0.20555*
(0.00)* (0.00)* (0.0696) (0.3932)

$$bias_1 = -0.03588 + 0.47645r_{x_1x_4} + 0.00670r_{x_2x_4} - 0.00323r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.02118* *0.01263* *0.00629* *0.00614*
(0.0902)* (0.00)* (0.2868) (0.5983)

$$bias_2 = 0.11439 + 0.48523r_{x_1x_4} + 0.00647r_{x_2x_4} - 0.00280r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.03166* *0.01888* *0.00941* *0.00918*
(0.00)** (0.0102)* (0.4913) (0.7600)

$$bias_3 = 0.550 - 0.17032r_{x_1x_4} - 0.01149r_{x_2x_4} + 0.02910r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.10068* *0.06004* *0.02993* *0.02921*
(0.00)* (0.0046)* (0.7009) (0.3191)

(5.3)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสัมสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้ สามารถหาสัดส่วนหรืออิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ มีดังนี้

$Bias_0$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 33.42 % มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.37% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.62% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 64.58%

$Bias_1$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 91.23% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.28% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.61% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 6.87%

$Bias_2$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 28.18% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 3.76% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 1.62% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 66.44%

$Bias_3$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 28.46% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.12% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 16.64% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 53.77%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีลักษณะคล้ายกับแบบจำลองที่ 1 คือ การเอนเอียงในเกิดขึ้นใน $bias_0$ กับ $bias_3$ ส่วนใหญ่จะเป็นผลของ อิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ และอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) โดยสัดส่วนของอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเองจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ยกเว้นการเอนเอียงใน $bias_1$ ที่มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเพียงอย่างเดียว ส่วนการเอนเอียงที่มาจากอิทธิพลของตัวแปร $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ จะมีสัดส่วนน้อยมากและยังเป็นปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.9 จะได้ดังนี้

$$bias_0 = 18.13727 - 9.20296r_{x_1x_4} - 0.35571r_{x_2x_4} - 0.14252r_{x_3x_4}$$
$$bias_1 = -0.03387 + 0.49913r_{x_1x_4} + 0.00677r_{x_2x_4} - 0.00304r_{x_3x_4}$$
$$bias_2 = 0.11868 + 0.04901r_{x_1x_4} + 0.00675r_{x_2x_4} - 0.00253r_{x_3x_4}$$
$$bias_3 = 0.56573 - 0.16556r_{x_1x_4} - 0.01036r_{x_2x_4} + 0.31905r_{x_3x_4}$$

ซึ่งสามารถที่จะแสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยดังตารางที่ 5.2

**ตารางที่ 5.2** แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยในแบบจำลองทดสอบที่ 2

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| bias0 | -0.17363 | -0.09191 | -0.02635 | -0.03300 |
| bias1 | -0.00201 | -0.02267 | -0.00007 | -0.00020 |
| bias2 | -0.00429 | -0.00048 | -0.00027 | -0.00028 |
| bias3 | -0.01573 | -0.00476 | -0.00114 | -0.02795 |

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย แต่มีความแตกต่างน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมการที่ 4.9 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

### 5.1.3 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ เมื่อ $0.5 \le |r_{x_1x_4}| < 0.7$

จากแบบจำลองทดสอบที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ คือ

$$\overline{bias_0} = 2.36 \quad ; \quad \overline{bias_1} = 1.12417$$
$$\overline{bias_2} = 0.18742; \quad \overline{bias_3} = 0.19341$$

แต่ค่า $\beta_4 \bar{X}_4 = 28$ จะเห็นได้ว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่า $bias_0$ จะมีค่าไม่เท่ากับ $\beta_4 \bar{X}_4$ ซึ่งจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรใดนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.9 ที่ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$bias_0 = 23.87260 - 9.88457 r_{x_1x_4} - 0.36011 r_{x_2x_4} - 0.19333 r_{x_3x_4}$$
S.E. *1.12017* *0.48345* *0.24038* *0.22737*
(0.00)* (0.00)* (0.1341) (0.3952)

$$bias_1 = -0.01641 + 0.49352 r_{x_1x_4} + 0.00591 r_{x_2x_4} + 0.02195 r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.04130* *0.01782* *0.00886* *0.00838*
(0.6910) (0.00)* (0.5048) (0.0088)*

$$bias_2 = 0.22424 - 0.01593 r_{x_1x_4} + 0.00132 r_{x_2x_4} - 0.00497 r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.05243* *0.02262* *0.01125* *0.01064*
(0.00)* (0.4813) (0.9063) (0.6403)

$$bias_3 = 0.48553 - 0.14034 r_{x_1x_4} + 0.09318 r_{x_2x_4} - 0.06974 r_{x_3x_4}$$
S.E. *0.16466* *0.07106* *0.03533* *0.03342*
(0.0032)* (0.0483)* (0.0084)* (0.0369)*

(5.4)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสัมสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลที่ได้ สามารถหาสัดส่วนหรืออิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ มีดังนี้

$Bias_0$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 28.81 % มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.05% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.55% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 69.58%

$Bias_1$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 91.77% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.1% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 4.07% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 3.05 %

$Bias_2$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 6.46% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.54% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 2.01% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 90.98%

$Bias_3$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 17.79% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 11.81% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 8.83% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 61.55%

จะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีลักษณะคล้ายกับแบบจำลองที่ 1 คือ การเอนเอียงในเกิดขึ้นใน $bias_0$ กับ $bias_3$ ส่วนใหญ่จะเป็นผลของ อิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ และอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) โดยสัดส่วนของอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเองจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ยกเว้นการเอนเอียงใน $bias_1$ ที่มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเพียงอย่างเดียว ส่วนการเอนเอียงที่มาจากอิทธิพลของตัวแปร $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ จะมีสัดส่วนน้อยมาก

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.9 จะได้ดังนี้

$$bias_0 = 23.87512 - 9.79481r_{x_1x_4} - 0.35773r_{x_2x_4} - 0.19043r_{x_3x_4}$$
$$bias_1 = -0.01546 + 0.51703r_{x_1x_4} + 0.00600r_{x_2x_4} + 0.02214r_{x_3x_4}$$
$$bias_2 = 0.22627 - 0.01506r_{x_1x_4} + 0.00137r_{x_2x_4} - 0.00493r_{x_3x_4}$$
$$bias_3 = 0.49300 - 0.13612r_{x_1x_4} + 0.09375r_{x_2x_4} - 0.06874r_{x_3x_4}$$

ซึ่งสามารถที่จะแสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยดังตารางที่ 5.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่** 5.3 แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยในแบบจำลองทดสอบที่ 3

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณ แบบเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| bias0 | -0.00251 | -0.08976 | -0.00238 | -0.00291 |
| bias1 | -0.00096 | -0.02050 | -0.00009 | -0.00018 |
| bias2 | -0.00203 | -0.00053 | -0.00005 | -0.00004 |
| bias3 | -0.00746 | -0.00423 | -0.00056 | -0.00100 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย แต่มีความแตกต่างน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมการที่ 4.9 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

### 5.1.4 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ เมื่อ $0.7 \le |r_{x_1x_4}| < 0.9$

จากแบบจำลองทดสอบที่ 4 ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ คือ

$$\overline{bias_0} = 2.0962 \; ; \qquad \overline{bias_1} = 2.313$$
$$\overline{bias_2} = 0.21154; \qquad \overline{bias_3} = 0.28362$$

แต่ค่า $\beta_4\bar{X}_4 = 56$ จะเห็นได้ว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่า $\text{bias}_0$ จะมีค่าไม่เท่ากับ $\beta_4\bar{X}_4$ ซึ่งจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรใดนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.9 ที่ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$bias_0 = 30.30151 - 8.60226r_{x_1x_4} - 0.43845r_{x_2x_4} + 0.37752r_{x_3x_4}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| S.E. | *2.53352* | *0.76995* | *0.30989* | *0.31047* |
| | (0.00)* | (0.00)* | (0.1571) | (0.2240) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$bias_1 = -1.12883 + 1.05428r_{x_1x_4} - 0.00372r_{x_2x_4} - 0.03134r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.14676* *0.04460* *0.01795* *0.01798*

(0.00)* (0.00)* (0.8358) (0.0814)*

$$bias_2 = 0.41441 - 0.06419r_{x_1x_4} + 0.02285r_{x_2x_4} - 0.00224r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.08625* *0.02621* *0.01055* *0.01057*

(0.00)* (0.0143)* (0.0303)* (0.8321)

$$bias_3 = 1.77153 - 0.45969r_{x_1x_4} + 0.02230r_{x_2x_4} + 0.06499r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.25191* *0.07655* *0.03081* *0.03087*

(0.00)* (0.00)* (0.4692) (0.0353)*

(5.5)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสัมสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้ สามารถหาสัดส่วนหรืออิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ มีดังนี้

$Bias_0$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 21.66 % มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.1% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.94% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 76.29%

$Bias_1$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 47.53% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.17% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 1.4% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 50.89 %

$Bias_2$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 12.74% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 4.54% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.43% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 82.27%

$Bias_3$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 19.83% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.96% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 2.79% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 76.41%

จะเห็นได้ว่า การเอนเอียงในเกิดขึ้นใน $bias_0$ กับ $bias_3$ ส่วนใหญ่จะเป็นผลของ อิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ และอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) โดยสัดส่วนของอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเองจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด แต่ในการเอนเอียงใน $bias_1$ จะมีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ เป็นปัจจัยที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกับอิทธิพลมาจากตัวของมันเอง ($X_4$) ส่วนการเอนเอียงที่มาจากอิทธิพลของตัวแปร $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ จะมีสัดส่วนน้อยมาก

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.9 จะได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$bias_0 = 30.43541 - 8.51842r_{x_1x_4} - 0.40139r_{x_2x_4} + 0.38430r_{x_3x_4}$$
$$bias_1 = -1.07856 + 1.10857r_{x_1x_4} - 0.00335r_{x_2x_4} - 0.03082r_{x_3x_4}$$
$$bias_2 = 0.42507 - 0.01506r_{x_1x_4} + 0.00137r_{x_2x_4} - 0.00493r_{x_3x_4}$$
$$bias_3 = 1.81114 - 0.45006r_{x_1x_4} + 0.02456r_{x_2x_4} + 0.06904r_{x_3x_4}$$

ซึ่งสามารถที่จะแสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยดังตารางที่ 5.4

**ตารางที่** 5.4 แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยในแบบจำลองทดสอบที่ 4

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณ แบบเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| bias0 | -0.13389 | -0.08384 | -0.03707 | -0.00677 |
| bias1 | -0.05027 | -0.05429 | -0.00037 | -0.00052 |
| bias2 | -0.01065 | -0.00642 | -0.00145 | -0.00024 |
| bias3 | -0.03961 | -0.00964 | -0.00226 | -0.00404 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย แต่มีความแตกต่างน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมาการที่ 4.9 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

### 5.1.5 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ เมื่อ $0.9 \le |r_{x_1x_4}| < 1.0$

จากแบบจำลองทดสอบที่ 5 ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ คือ

$$\overline{bias_0} = 2.2706 \; ; \qquad \overline{bias_1} = 8.01958$$
$$\overline{bias_2} = 0.22023; \qquad \overline{bias_3} = 0.2886$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ค่า $\beta_4\bar{X}_4 = 220$ จะเห็นได้ว่าการเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่า $bias_0$ จะมีค่าไม่เท่ากับ $\beta_4\bar{X}_4$ ซึ่งจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรใดนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.9 ที่ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$bias_0 = 22.54506 - 5.19360r_{x_1x_4} - 0.37369r_{x_2x_4} - 0.51071r_{x_3x_4}$$

S.E. *9.00614* *2.31124* *0.34246* *0.33082*

(0.0123)* (0.0246)* (0.2752) (0.1227)

$$bias_1 = -163.42253 + 43.99517r_{x_1x_4} + 0.11731r_{x_2x_4} + 0.03898r_{x_3x_4}$$

S.E. *3.74124* *0.96011* *0.14226* *0.13742*

(0.00)* (0.00)* (0.4096) (0.7767)

$$bias_2 = 0.55979 - 0.08714r_{x_1x_4} - 0.00364r_{x_2x_4} - 0.01149r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.27727* *0.07115* *0.01054* *0.01018*

(0.0435)* (0.2207) (0.7295) (0.2593)

$$bias_3 = 3.38520 - 0.79485r_{x_1x_4} + 0.01822r_{x_2x_4} - 0.02370r_{x_3x_4}$$

S.E. *0.81552* *0.20928* *0.03101* *0.02995*

(0.00)* (0.00)* (0.5567) (0.4287)

(5.6)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้ สามารถหาสัดส่วนหรืออิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ มีดังนี้

$Bias_0$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 18.14 % มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 1.31% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 1.77% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 78.77%

$Bias_1$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 21.19% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.06% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.01% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 78.73 %

$Bias_2$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 13.16% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.55% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 1.73% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 84.55%

$Bias_3$ มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ อยู่ 18.83% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_2x_4}$ อยู่ 0.43% มีอิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_3x_4}$ อยู่ 0.55% และมีอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) อยู่ 80.18%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะเห็นได้ว่า การเอนเอียงในเกิดขึ้นใน $bias_0$ กับ $bias_3$ ส่วนใหญ่จะเป็นผลของ อิทธิพลจากตัวแปร $r_{x_1x_4}$ และอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเอง ($X_4$) โดยสัดส่วนของอิทธิพลที่มาจากตัวของมันเองจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ส่วนการเอนเอียงที่มาจากอิทธิพลของตัวแปร $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ จะมีสัดส่วนน้อยมาก

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.9 จะได้ดังนี้

$$bias_0 = 22.95842 - 5.14602r_{x_1x_4} - 0.36285r_{x_2x_4} - 0.49716r_{x_3x_4}$$
$$bias_1 = -162.61309 + 44.42478r_{x_1x_4} + 0.11834r_{x_2x_4} + 0.03980r_{x_3x_4}$$
$$bias_2 = 0.59226 - 0.08628r_{x_1x_4} - 0.00344r_{x_2x_4} + 0.01264r_{x_3x_4}$$
$$bias_3 = 3.40491 - 0.67944r_{x_1x_4} + 0.02006r_{x_2x_4} - 0.02084r_{x_3x_4}$$

ซึ่งสามารถที่จะแสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยดังตารางที่ 5.5

**ตารางที่** 5.5 แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบเฉลี่ยในแบบจำลองทดสอบที่ 5

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณ แบบเฉลี่ย | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| bias0 | -0.41336 | -0.04758 | -0.01084 | -0.01355 |
| bias1 | -0.80944 | -0.42961 | -0.00102 | -0.00081 |
| bias2 | -0.03247 | -0.00087 | -0.00020 | -0.00115 |
| bias3 | -0.01970 | -0.11541 | -0.00183 | -0.00287 |

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์จากการถดถอยมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย แต่มีความแตกต่างน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมการที่ 4.9 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

จากผลลัพธ์ที่ได้มาทั้งหมดนี้ จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยจากสมการที่ 4.9 ทุกแบบจำลองทดสอบจะมีคุณสมบัติของความแนบนัย (consistency) และค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ $X_1$ จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 0.21649 ถึง 8.01958 ส่วนค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ค่าอื่นๆ ค่อนข้างจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าสูงขึ้น ซึ่งอาจจะเนื่องจากการที่มีการกำหนดขอบเขตของค่า $r_{x_2x_4}$ และ $r_{x_3x_4}$ โดยดูได้จากตารางที่ 5.6

**ตารางที่ 5.6.** แสดงผลค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ และ%ของการเอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริง

| ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ และ % ของการเอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริง | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ยของการเอนเอียง | | | | %ของการเอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริง | | | |
| | Bias0 | Bias1 | Bias2 | Bias3 | % Bias0 | %Bias1 | %Bias2 | %Bias3 |
| $0.0 \le \lvert r_{x_1x_4} \rvert < 0.3$ | 2.56 | 0.21649 | 0.20927 | 0.29707 | 512 | 10.8245 | 41.854 | 59.414 |
| $0.3 \le \lvert r_{x_1x_4} \rvert < 0.5$ | 2.51 | 0.74632 | 0.19677 | 0.27159 | 502 | 37.316 | 39.354 | 54.318 |
| $0.5 \le \lvert r_{x_1x_4} \rvert < 0.7$ | 2.36 | 1.12417 | 0.18742 | 0.19341 | 472 | 56.2085 | 37.484 | 38.682 |
| $0.7 \le \lvert r_{x_1x_4} \rvert < 0.9$ | 2.0962 | 2.313 | 0.21154 | 0.28362 | 419.24 | 115.65 | 42.308 | 56.724 |
| $0.9 \le \lvert r_{x_1x_4} \rvert < 1.0$ | 2.2706 | 8.01958 | 0.22023 | 0.2886 | 454.12 | 400.979 | 44.046 | 57.72 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.6 จะเห็นได้ว่า การเอนเอียงที่เกิดขึ้นในทุกๆ ตัวแปรอิสระจะมีการเอนเอียงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์ของการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ที่เอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริงนั้น ค่าคงที่จะมีเปอร์เซ็นต์มากที่สุดถึง 454.12 – 512 และการเอนเอียงในตัวแปร $X_1$ จะมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจาก 10.82 – 400.97 เมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์ในการเอนเอียงในตัวแปร $X_2$ กับตัวแปร $X_3$ จะมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 40-50% ดังนั้นแล้วเมื่อมีความจำเป็นต้องละทิ้งตัวแปรที่สำคัญไปจากแบบจำลองที่แท้จริง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดไม่ว่าค่า r ระหว่างตัวแปรที่ถูกละทิ้งไปกับตัวแปรที่ยังอยู่ในแบบจำลองจะมีค่าเป็นเท่าไหร่ก็ตาม และเมื่อค่า r ระหว่างตัวแปรที่ถูกละทิ้งไปกับตัวแปรที่ยังอยู่ในแบบจำลองมีค่าสูงขึ้น การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองก็จะมีการเอนเอียงเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมากจนน่าเป็นห่วง ซึ่งการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเหล่านี้จะเป็นการเอนเอียงในทางที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 5.7** แสดงอัตราส่วนปัจจัยของการเอนเอียงในการประมาณสัมประสิทธิ์ (%)

| สัดส่วนปัจจัยของการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | constant | $r_{x_1x_4}$ | $r_{x_2x_4}$ | $r_{x_3x_4}$ |
| Model1; $0.0 \le \lvert r_{x_ix_4} \rvert < 0.3$ | bias0 | 43.96 | 54.68 | 1.31 | 0.04 |
| | bias1 | 1.80 | 96.01 | 1.91 | 0.28 |
| | bias2 | 73.92 | 22.34 | 3.58 | 0.15 |
| | bias3 | 62.33 | 27.96 | 8.11 | 1.59 |
| Model2; $0.3 \le \lvert r_{x_ix_4} \rvert < 0.5$ | bias0 | 64.58 | 33.42 | 1.37 | 0.62 |
| | bias1 | 6.87 | 91.23 | 1.28 | 0.61 |
| | bias2 | 66.44 | 28.18 | 3.76 | 1.62 |
| | bias3 | 53.77 | 28.46 | 1.12 | 16.64 |
| Model3; $0.5 \le \lvert r_{x_ix_4} \rvert < 0.7$ | bias0 | 69.58 | 28.81 | 1.05 | 0.55 |
| | bias1 | 3.05 | 91.77 | 1.10 | 4.07 |
| | bias2 | 90.98 | 6.46 | 0.54 | 2.01 |
| | bias3 | 61.55 | 17.79 | 11.81 | 8.83 |
| Model4; $0.7 \le \lvert r_{x_ix_4} \rvert < 0.9$ | bias0 | 76.29 | 21.66 | 1.10 | 0.94 |
| | bias1 | 50.89 | 47.53 | 0.17 | 1.4 |
| | bias2 | 82.27 | 12.74 | 4.54 | 0.43 |
| | bias3 | 76.41 | 19.83 | 0.96 | 2.79 |
| Model5; $0.9 \le \lvert r_{x_ix_4} \rvert < 1.0$ | bias0 | 78.77 | 18.14 | 1.31 | 1.77 |
| | bias1 | 78.73 | 21.19 | 0.06 | 0.01 |
| | bias2 | 84.55 | 13.16 | 0.55 | 1.73 |
| | bias3 | 80.18 | 18.83 | 0.43 | 0.55 |

ที่มา : จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 5.7 แสดงให้เห็นถึงว่าการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะมีอิทธิพลมาจากการละทิ้งตัวแปร $X_4$ เป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งดูได้จากการที่สัดส่วนของปัจจัยในคอลัมพ์ของ constant มีค่าสูงมาก ยกเว้นการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $X_1$ เท่านั้นที่มี

สัดส่วนน้อยมาก แต่เมื่อถ้าให้ค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ แล้วค่าของสัดส่วนก็จะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด

พิจารณาการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่นั้น จะเห็นได้ว่า เมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ ยังมีค่าน้อยๆ การเอนเอียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากอิทธิพลของการละทิ้งตัวแปร $X_4$ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ โดยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ จะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากกว่า แต่เมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ แล้ว การเอนเอียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากอิทธิพลของการละทิ้งตัวแปร $X_4$ เป็นปัจจัยสำคัญที่มากสุด และอิทธิพลของความสัมพันธ์ของตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ ก็จะมีค่าสัดส่วนลดลงไปเรื่อยๆ แต่ก็ยังมีความสำคัญอยู่ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า เมื่อมีการละทิ้งตัวแปรที่สำคัญออกไปจากแบบจำลองที่ถูกต้อง การเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่นั้น จะได้รับผลกระทบมากที่สุด (ดูจากตารางที่ 5.6 ที่แสดงถึงเปอร์เซ็นต์การเอนเอียงของค่าคงที่ที่เอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริงที่มีค่าสูงถึง 419.24-512) เหตุเนื่องมาจากอิทธิพลของการละทิ้งตัวแปรที่สำคัญออกไปจากแบบจำลองเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

พิจารณาการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $X_1$ จะเห็นได้ว่า เมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าน้อยๆ การเอนเอียงที่เกิดขึ้นส่วนมากจะมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด แต่เมื่อค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปแล้วการเอนเอียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากอิทธิพลของการละทิ้งตัวแปร $X_4$ เป็นปัจจัยสำคัญ ส่วนอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ จะมีค่าลดลง แต่ยังคงมีความสำคัญอยู่บ้าง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า เมื่อมีการละทิ้งตัวแปรที่สำคัญออกไปจากแบบจำลองที่ถูกต้อง การเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลอง และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ละทิ้งไปนั้น จะมีการเอนเอียงเพิ่มสูงมากขึ้นไปเรื่อยๆ จนน่าเป็นห่วง เมื่อค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 มีค่าสูงขึ้น (ดูจากตารางที่ 5.6 ที่แสดงถึงเปอร์เซ็นต์การเอนเอียงของตัวแปร $X_1$ ที่เอนเอียงไปจากค่าที่แท้จริงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 10.82-400.98) เหตุเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองกับตัวแปรที่ละทิ้งไปเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งจะอยู่ในช่วงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 มีค่าระหว่าง 0-0.7 แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 มีค่ามากกว่า 0.7 ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเอนเอียงจะกลายเป็นอิทธิพลที่มาจากการละทิ้งตัวแปรที่สำคัญออกไป

พิจารณาการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $X_2$ และ $X_3$ จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าน้อยหรือมีค่ามาก การเอนเอียงที่เกิดขึ้นจะมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ และอิทธิพลของการละทิ้งตัวแปร $X_4$ โดยที่อิทธิพลของการละทิ้งตัวแปร $X_4$ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
330.05
ก 146 ก
ค.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนอัตราส่วนที่ขาดหายไปจากตารางที่ 5.7 จะเป็นอัตราส่วนที่มาจากความคลาดเคลื่อน (error term) จากการถดถอยสมการที่ 4.9 ซึ่งมีอัตราส่วนที่น้อยมากในทุกๆ แบบจำลองทดสอบ

## 5.2. การประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$)

จากผลของการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองที่แท้จริง นอกจากจะทำให้เกิดความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แล้วยังทำให้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$) มีค่าลดลงด้วย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$) ที่ลดลงนั้นจะมาจากผลของความเอนเอียงที่เกิดขึ้นในค่าสัมประสิทธิ์เป็นสัดส่วนเท่าใดบ้าง ซึ่งจะทำการถดถอยตามสมการที่ 4.11 และพิจารณาดูค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยในสมการที่ 4.11 นั้นจะมีค่าเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าถดถอยที่ได้ในสมการที่ 4.11 กับค่าเฉลี่ยของการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการที่ 4.10 ซึ่งผลจากการคำนวณจะได้แสดงดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 5.8** แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ย $R^2$

| ผลต่างของค่าเฉลี่ย R-squared | | | |
|---|---|---|---|
| | R-squared จากแบบจำลองที่แท้จริง | R-squared จากแบบจำลองทดสอบ | ผลต่าง |
| model1 | 0.98120 | 0.62387 | -0.35734 |
| model2 | 0.98570 | 0.75799 | -0.22771 |
| model3 | 0.98769 | 0.78897 | -0.19871 |
| model4 | 0.99283 | 0.87864 | -0.11419 |
| model5 | 0.99818 | 0.96916 | -0.02902 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ยิ่งค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าสูงมากขึ้นเท่าใด ผลต่างของค่าเฉลี่ย R-squared ก็จะยิ่งมีค่าน้อยลงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ ที่มีค่าสูงมากจนอาจเรียกได้ว่าตัวแปรทั้ง 2 เปรียบเสมือนเป็นตัวเดียวกัน ทำให้การละทิ้งตัวแปรหรือการคงอยู่ของตัวแปร $X_4$ ไม่มีความสำคัญกับแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**5.2.1 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$)**
**เมื่อ $0.0 \le |r_{x_1x_4}| < 0.3$**

ผลลัพธ์จากการถดถอยค่า $R^2$ กับค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คือ

$$\Delta R^2 = -0.50478 + 0.01455 bias_0 + 0.31751 bias_1 + 0.15087 bias_2 + 0.03325 bias_3$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.06343* | *0.00633* | *0.13717* | *0.07918* | *0.01858* |
| | (0.00)* | (0.0216)* | (0.0206)* | (0.0567)* | (0.0736)* |

(5.7)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้พบว่า การที่ $R^2$ มีค่าลดลงไปอันเนื่องมาจากความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ จะมีสัดส่วนดังนี้ ตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) มีอิทธิพล 49.44 %, $bias_0$ มีอิทธิพล 1.42%, $bias_1$ มีอิทธิพล 31.09 %, $bias_2$ มีอิทธิพล 14.77 % และ $bias_3$ มีอิทธิพล 3.25 %

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.10 จะได้ดังนี้

$$\Delta R^2 = -0.51689 + 0.01572 bias_0 + 0.34336 bias_1 + 0.16259 bias_2 + 0.03560 bias_3$$

**5.2.2 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$)**
**เมื่อ $0.3 \le |r_{x_1x_4}| < 0.5$**

ผลลัพธ์จากการถดถอยค่า $R^2$ กับค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คือ

$$\Delta R^2 = -0.31966 + 0.00388 bias_0 + 0.09786 bias_1 + 0.04147 bias_2 + 0.00373 bias_3$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.02375* | *0.00795* | *0.01052* | *0.01093* | *0.00337* |
| | (0.00)* | (0.0005)* | (0.0001)* | (0.0096)* | (0.35) |

(5.8)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลที่ได้พบว่า การที่ $R^2$ มีค่าลดลงไปอันเนื่องมาจากความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ จะมีสัดส่วนดังนี้ ตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) มีอิทธิพล 68.51 %, $bias_0$ มีอิทธิพล 0.83 %, $bias_1$ มีอิทธิพล 20.97 %, $bias_2$ มีอิทธิพล 8.89 % และ $bias_3$ มีอิทธิพลอ 0.7 %

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.10 จะได้ดังนี้

$$\Delta R^2 = -0.32196 + 0.00399bias_0 + 0.10027bias_1 + 0.04158bias_2 + 0.00395bias_3$$

**5.2.3 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$)**

**เมื่อ $0.5 \le |r_{x_1x_4}| < 0.7$**

ผลลัพธ์จากการถดถอยค่า $R^2$ กับค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คือ

$$\Delta R^2 = -0.19857 + 0.00086bias_0 + 0.04895bias_1 + 0.00572bias_2 + 0.00738bias_3$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.03314* | *0.00120* | *0.02421* | *0.01451* | *0.00368* |
| | (0.00)* | (0.4521) | (0.0552)* | (0.6934) | (0.0449)* |

(5.9)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้พบว่า การที่ $R^2$ มีค่าลดลงไปอันเนื่องมาจากความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ จะมีสัดส่วนดังนี้ ตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) มีอิทธิพล 75.94%, $bias_0$ มีอิทธิพล 0.33 %, bias1 มีอิทธิพล 18.72 %, $bias_2$ มีอิทธิพล 2.19 % และ $bias_3$ มีอิทธิพล 2.81 %

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.10 จะได้ดังนี้

$$\Delta R^2 = -0.22023 + 0.00003bias_0 + 0.00612bias_1 + 0.00584bias_2 + 0.00762bias_3$$

**5.2.4 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$)**

**เมื่อ $0.7 \le |r_{x_1x_4}| < 0.9$**

ผลลัพธ์จากการถดถอยค่า $R^2$ กับค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta R^2 = -0.18277 + 0.00145bias_0 + 0.02821bias_1 - 0.00006bias_2 + 0.00096bias_3$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.00824* | *0.00024* | *0.00325* | *0.00635* | *0.00199* |
| | (0.00)* | (0.00)* | (0.00)* | (0.9916) | (0.6266) |

(5.10)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้พบว่า การที่ $R^2$ มีค่าลดลงไปอันเนื่องมาจากความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะมีสัดส่วนดังนี้ ตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) มีอิทธิพล 85.63%, $bias_0$ มีอิทธิพล 0.68 %, $bias_1$ มีอิทธิพล 13.22 %, $bias_2$ มีอิทธิพล 0.03 % และ $bias_3$ มีอิทธิพล 0.43 %

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.10 จะได้ดังนี้

$$\Delta R^2 = -0.21888 + 0.00152bias_0 + 0.02962bias_1 - 0.00007bias_2 + 0.00098bias_3$$

### 5.2.5 ผลการประมาณค่าความเอนเอียงของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$) เมื่อ $0.9 \le |r_{x_1x_4}| < 1.0$

ผลลัพธ์จากการถดถอยค่า $R^2$ กับค่าความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คือ

$$\Delta R^2 = 0.02084 - 0.00002bias_0 - 0.00101bias_1 - 0.00026bias_2 + 0.00021bias_3$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S.E. | *0.00164* | *0.00011* | *0.00014* | *0.00376* | *0.00118* |
| | (0.00)* | (0.8545)* | (0.00)* | (0.9449) | (0.855) |

(5.11)

S.E. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากผลที่ได้พบว่า การที่ $R^2$ มีค่าลดลงไปอันเนื่องมาจากความเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ จะมีสัดส่วนดังนี้ ตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) มีอิทธิพล 93.29 %, $bias_0$ มีอิทธิพล 0.09 %, $bias_1$ มีอิทธิพล 4.52 %, $bias_2$ มีอิทธิพล 1.16 % และ $bias_3$ มีอิทธิพล 0.93 %

ส่วนการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แบบเฉลี่ยในสมการที่ 4.10 จะได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\Delta R^2 = -0.02149 - 0.00002bias_0 - 0.00096bias_1 - 0.00025bias_2 + 0.00023bias_3$$

จากผลลัพธ์ทั้งหมดสามารถจะสรุปได้คือ แบบจำลองนี้สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้ ซึ่งสามารถที่จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.9

**ตารางที่ 5.9** แสดงถึงผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย

| ผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ย | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | constant | Bias0 | Bias1 | Bias2 | Bias3 |
| model1 | 0.01210 | -0.00116 | -0.02584 | -0.01171 | -0.00235 |
| model2 | 0.00230 | -0.00011 | -0.00240 | -0.00011 | -0.00022 |
| model3 | 0.01240 | -0.000001 | -0.00026 | -0.00012 | -0.00024 |
| model4 | 0.03611 | -0.00006 | -0.00140 | -0.000001 | -0.00001 |
| model5 | 0.00065 | -0.000001 | -0.00005 | -0.00001 | -0.00002 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตารางที่ 5.9 จะเห็นได้ว่าผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการถดถอยกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณแบบค่าเฉลี่ยจะมีค่าน้อยมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าสมาการที่ 4.11 สามารถทำการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการเอนเอียงในตัวแปรอิสระได้เป็นอย่างดี

ส่วนสัดส่วนของการเอนเอียงที่เกิดในค่า $R^2$ ที่เป็นผลมาจากการเกิดการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะแสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่** 5.10 แสดงอัตราส่วนในการลดลงของค่า $R^2$ ที่มาจากการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (%)

| สัดส่วนในการลดลงของค่า $R^2$ ที่มาจากการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | x4 | bias0 | bias1 | bias2 | bias3 |
| model1 | 49.44 | 1.43 | 31.1 | 14.78 | 3.25 |
| model2 | 68.51 | 0.83 | 20.97 | 8.89 | 0.79 |
| model3 | 75.94 | 0.33 | 18.72 | 2.19 | 2.81 |
| model4 | 85.63 | 0.68 | 13.22 | 0.03 | 0.44 |
| model5 | 93.29 | 0.09 | 4.52 | 1.16 | 0.93 |

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตาราง 5.10 แสดงให้เห็นว่า การลดลงของค่า $R^2$ จะมีสัดส่วนของปัจจัยที่มาจากตัวแปรที่ถูกละทิ้งไป ($X_4$) มีค่ามากที่สุด รองลงมาก็จะเป็น bias, โดยที่เมื่อค่า r มีค่าเพิ่มขึ้น สัดส่วนปัจจัยของตัวแปรที่ถูกละทิ้งไปจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนอาจจะกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า $R^2$ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้มาจากการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองเพียงอย่างเดียว ในขณะที่สัดส่วนปัจจัยที่มาจาก bias, กลับมีค่าลดลงจนแทบจะไม่มีอิทธิพลต่อค่า $R^2$ เลย ส่วนปัจจัยที่มาจากการเอนเอียงในค่าสัมประสิทธิ์ตัวอื่นๆ รวมถึงความคลาดเคลื่อน (error term) ด้วยนั้น มีอิทธิพลน้อยมาก

ถ้าพิจารณาตามการเพิ่มขึ้นของค่า $r_{x_1x_4}$ แล้ว จะพบว่า ยิ่งค่าของ $r_{x_1x_4}$ มีค่ามากขึ้น ค่าของ $|\Delta R^2|$ ก็จะยิ่งมีค่าน้อยลง เนื่องมาจากว่า การที่ค่า $r_{x_1x_4}$ มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ตัวแปร $X_1$ กับ $X_4$ เกือบเปรียบเสมือนเป็นตัวเดียวกัน ทำให้การคงอยู่หรือการละทิ้งตัวแปร $X_4$ แทบจะไม่มีผลกระทบต่อค่า $R^2$ ซึ่งสามารถพิจารณาจากตารางที่ 5.3 จะเห็นว่า แบบจำลองทดสอบที่ 5 จะมีค่า $|\Delta R^2|$ น้อยที่สุด และแม้ว่าค่า $r_{x_1x_4}$ จะเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ไม่ได้ทำให้สัดส่วนของการเอนเอียงในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลองเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด และยังมีสัดส่วนที่น้อยมากด้วย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความเอนเอียงที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแปรอิสระแทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า $R^2$ จะมีก็เพียงแต่ผลของการละทิ้งตัวแปรที่สำคัญเท่านั้นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า $R^2$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## 5.3. การเปลี่ยนแปลงในค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ($\hat{\sigma}^2$) ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ($\text{var}(\hat{\beta})$) และค่าสถิติ Durbin-Watson

จากผลของการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองที่แท้จริง จะส่งผลกระทบไปถึงการประมาณค่าของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร และค่าสถิติ Durbin-Watson ซึ่งจะได้แสดงผลในรูปของผลต่างของค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 5.11** แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ($\hat{\sigma}^2$)

| ค่าเฉลี่ยของผลต่างของความแปรปรวนของความเคลื่อน ($\hat{\sigma}^2$) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ยจากแบบจำลองที่แท้จริง | ค่าเฉลี่ยจากแบบจำลองทดสอบ | ผลต่าง | f-test |
| model 1 | 1.01556 | 16.97475 | 15.95919 | 17.0705* |
| model 2 | 1.00638 | 17.04804 | 16.04166 | 17.3081* |
| model 3 | 1.08052 | 16.76566 | 15.68514 | 17.1144* |
| model 4 | 1.01496 | 16.90133 | 15.88637 | 16.9891* |
| model 5 | 1.01712 | 16.92480 | 15.90768 | 16.9726* |

ที่มา: จากการคำนวณ

* คือ มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อ ค่า f วิกฤตคือ 1.31

จากตารางที่ 5.11 จะเห็นได้ว่าผลของการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองที่แท้จริง จะทำให้ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ไม่ว่าระดับของค่า $r_{x_3x_4}$ จะมีค่าอยู่ในระดับใดก็ตาม และจากการทดสอบแบบ White's general heteroscedasticity ยังพบว่าเกิดปัญหา heteroscedasticity ขึ้นมาด้วยในทุกแบบจำลองทดสอบ อันเนื่องมาจากตัวแปรที่ละทิ้งไป ($X_4$) จะไปรวมอยู่กับค่าของ error term ทำให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของ $X_4$ ด้วย ซึ่งก็เป็นไปตามทฤษฎีที่ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองที่แท้จริง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 5.12** แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ย Durbin-Watson

| ค่าเฉลี่ยของผลต่างของ Durbin-Watson | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ยจากแบบจำลองที่แท้จริง | ค่าเฉลี่ยจากแบบจำลองทดสอบ | ผลต่าง | f-test |
| model 1 | 1.98040 | 1.96821 | -0.0122 | 1.0016 |
| model 2 | 1.98882 | 1.98588 | -0.0029 | 1.0066 |
| model 3 | 2.00136 | 2.00890 | 0.0075 | 1.0121 |
| model 4 | 1.98882 | 1.98588 | -0.0034 | 1.009 |
| model 5 | 1.98040 | 1.96821 | -0.0033 | 1.0065 |

ที่มา: จากการคำนวณ

* คือ มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อ ค่า f วิกฤตคือ 1.31

จากตารางที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าผลของการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกไปจากแบบจำลองที่แท้จริง จะไม่ส่งผลกระทบต่อค่าสถิติ Durbin-Watson อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่า ในการศึกษานี้ทำการสร้างตัวเลขจำลองในแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional data) เท่านั้น จึงเป็นธรรมดาที่ค่าสถิติ Durbin-Watson จะไม่มีผลกระทบ นั้นคือ ปัญหา autocorrelation จะไม่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 5.13** แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $(\text{var}(\hat{\beta}))$

| ผลต่างของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $(\text{var}(\hat{\beta}))$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | model1 | model2 | model3 | model4 | model5 |
| difvar0 | 14.6723 | 14.9859 | 14.5757 | 14.6529 | 14.4959 |
| f-test | 17.5624* | 17.9379* | 18.1904* | 17.9836* | 17.7111* |
| difvar1 | 0.0169 | 0.0283 | 0.0394 | 0.0222 | 0.0219 |
| f-test | 17.2204* | 18.6480* | 23.9994* | 5.8121* | 2.9866* |
| difvar2 | 0.0170 | 0.0171 | 0.0193 | 0.0186 | 0.0184 |
| f-test | 17.2881* | 17.5081* | 21.8418* | 18.3499* | 17.9054* |
| difvar3 | 0.1575 | 0.1587 | 0.1533 | 0.1585 | 0.1589 |
| f-test | 17.7833* | 18.1689* | 17.5397* | 17.7495* | 17.6402* |

ที่มา: จากการคำนวณ

* คือ มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อ ค่า f วิกฤตคือ 1.31

จากตารางที่ 5.13 จะเห็นได้ว่าค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกๆ ตัว จะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกๆ แบบจำลองทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในค่าความแปรปรวนของค่าคงที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่การเพิ่มขึ้นของค่า $r_{x_1x_4}$ ไม่ได้ทำให้ค่าเอนเอียงของความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในทุกๆ ตัวเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มานี้ จะไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวว่า เมื่อมีการละทิ้งตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์จะมีค่าลดลง เหตุที่เป็นอย่างนี้สามารถที่จะพิจารณาจากสมการ

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + u$$

แล้วความแปรปรวนของพารามิเตอร์ในแบบจำลองทดสอบ คือ

$$\text{var}\left(\hat{\beta}_2^*\right) = \frac{\hat{\sigma}^{*2}}{\sum x_{2i}^2}$$

และความแปรปรวนของพารามิเตอร์ในแบบจำลองที่แท้จริง คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{var}\left(\hat{\beta}_2\right) = \frac{\hat{\sigma}^2}{\sum x_{2i}^2\left(1 - r_{23}^2\right)}$$

นั้นคือ ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในแบบจำลองทดสอบ ($\hat{\sigma}^{*2}$) มีค่าที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก จนสามารถที่จะชดเชยกับการเพิ่มขึ้นของค่า $r_{ij}^2$ โดยการชดเชยในตัวแปร $X_1$, $X_2$ และ $X_3$ จะมีค่าไม่มากนัก แต่ในค่าคงที่ค่าชดเชยจะมีค่ามาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved