

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MRA) การวิเคราะห์เส้นทาง (PA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (FA)

ดร.สมบัติ กายเรือคำ*

บทนำ

ในการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ มักจะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามเป้าหมายของการวิจัยเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ (โดยใช้ค่าสถิติ Z-test, t-test, F-test สถิตินอนพาราเมตริกซ์ หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน ฯลฯ) และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (โดยใช้สถิติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ : การวิเคราะห์ถดถอย การวิเคราะห์เส้นทางและการวิเคราะห์องค์ประกอบ ฯลฯ) ในบทความนี้จะกล่าวเฉพาะเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งนักวิจัยส่วนหนึ่งยังสับสนในเรื่องการเลือกใช้สถิติที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการวิเคราะห์ใน 3 เรื่องนี้คือ

1. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis : MRA) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัว (ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป) กับตัวแปรตาม หรือตัวแปรเกณฑ์เพียง 1 ตัว เมื่อผู้วิจัยสนใจว่าตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษาสามารถที่จะพยากรณ์ตัวแปรตามได้หรือไม่

* อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เช่น ตัวอย่างการวิจัย เรื่อง ปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการดำเนินงานเพื่อ การประกันคุณภาพการศึกษา โดยผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า ความวิตกกังวลของครู ในการดำเนินงานเพื่อ การประกันคุณภาพการศึกษา (ANX) ขึ้นอยู่กับตัวแปรความรู้เกี่ยวกับการประเมินภายนอก (KNOW) เจตคติต่อการประเมินภายนอก (ATT) ประสบการณ์ในการทำงาน (EXP) และความเป็นผู้นำ ของผู้บริหาร (ADMIN) หรือไม่ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์เส้นทาง(Path Analysis : PA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ ตัวแปรหลายตัว อีกวิธีหนึ่งที่อาศัย การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นพื้นฐานในการหาสัมประสิทธิ์เส้นทางแต่แตกต่าง จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณตรงที่การวิเคราะห์เส้นทางจะศึกษาว่าตัวแปรอิสระที่ศึกษามีอิทธิพล (Effect) ต่อตัวแปรตามหรือไม่ การที่จะกล่าวว่าตัวแปรใดมีอิทธิพลต่อตัวแปรใดได้นั้นจะต้องมีทฤษฎี และงานวิจัยรองรับว่าเป็นเช่นนั้น ซึ่งการวิเคราะห์เส้นทางจะเป็นการทดสอบสมมุติฐานว่า ข้อมูลเชิง ประจักษ์สอดคล้องกับโมเดลตามสมมุติฐานหรือไม่ และตัวแปรอิสระที่ศึกษามีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ทางตรงหรือทางอ้อม เช่นตัวอย่างงานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า ตัวแปรความถนัดทางการเรียน (ATP) เจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์ (ATT) รูปแบบการเรียน (STY) คุณภาพการสอนของครูคณิตศาสตร์ (QUA) มีอิทธิพลทางตรงหรือทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ACH) หรือไม่ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis : FA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ผู้วิจัย ไม่ได้กำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ผู้วิจัยมีแต่เพียงตัวแปรจำนวนหนึ่งซึ่ง ต้องการศึกษาวว่าตัวแปรเหล่านี้สามารถรวมกลุ่มกันได้กี่กลุ่ม กี่องค์ประกอบ เพื่ออะไร จากอัตราของ ความสัมพันธ์หรือการมีสิ่งร่วมกัน (Communality : h^2) การที่เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ สามารถหาองค์ประกอบเพียงไม่กี่องค์ประกอบมาแทนตัวแปรจำนวนมากได้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำ องค์ประกอบเพียงไม่กี่องค์ประกอบเหล่านั้นไปใช้ได้สะดวกกว่าการใช้ตัวแปรชุดเดิมซึ่งมีจำนวนมาก นอกจากนี้ เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติบางวิธี เช่น การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MRA) การวิเคราะห์เส้นทาง (PA) ที่กล่าวมาแล้วเมื่อนำตัวแปรจำนวนมากมาใช้ในการวิเคราะห์มักจะก่อให้เกิด ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระสูง (Multicollinearity) แต่หากนำตัวแปรเหล่านี้มา รวมกันเหลือเพียงไม่กี่องค์ประกอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน เราก็อาจใช้องค์ประกอบเหล่านี้แทน ตัวแปรทั้งหมดในการวิเคราะห์การถดถอย หรือการวิเคราะห์เส้นทางได้ เช่น ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ องค์ประกอบของความเครียดของครู ว่าถ้าจะวัดความเครียดของครูจะวัดได้อย่างไร และวัดจาก อะไรบ้าง

ผู้เขียนจะกล่าวถึงการวิเคราะห์ใน 3 เรื่องนี้ที่เกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนการคำนวณดังนี้

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis : MRA)

1. หลักการและลักษณะของข้อมูล

ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป และตัวแปรเกณฑ์ (ตัวแปรตาม) 1 ตัว โดยที่ตัวแปรทั้ง 2 ประเภท อยู่ในในมาตราอันตรภาค (Interval scale) หรืออัตราส่วน (Ratio scale)

ถ้าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป และตัวแปรเกณฑ์ (ตัวแปรตาม) 1 ตัว โดยที่ตัวแปรทั้ง 2 ประเภทจะอยู่ในรูปของข้อมูลที่วัดจะอยู่ในมาตราอันตรภาค (Interval scale) หรืออัตราส่วน (Ratio scale) โดยถ้าที่ตัวแปรพยากรณ์อยู่ในระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) ต้องแปลงเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ในการทดลองใช้วิธีสอน 3 แบบ วิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ผลการทดสอบเป็นดังนี้

ตาราง 1 ข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

	วิธีที่ 1 (X_1)	วิธีที่ 2 (X_2)	วิธีที่ 3 (X_3)
	18	30	35
	28	27	37
	25	29	28
	21	23	30
	20	25	32
รวม	112	134	162

40 การวัดผลการศึกษา มนส

จากตัวอย่างนี้ถ้าวิเคราะห์ด้วยการถดถอยพหุคูณจะต้องแปลงตัวแปรต้นจากตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (วิธีสอน) ให้เป็นตัวแปรต่อเนื่อง โดยการเปลี่ยนรหัสของตัวแปรด้วย การกำหนดแบบดัมมี่ (Dummy Coding) ค่าของตัวแปรดัมมี่จะมีค่าเป็น 1 และ 0 เมื่อ 1 แทนสมาชิกในกลุ่มที่กำหนดให้ เป็นตัวแปรดัมมี่ และ 0 แทนการไม่ได้เป็นสมาชิกในกลุ่ม จากตาราง 1 ผู้เขียนได้สร้างตัวแปรขึ้น 2 ตัว คือ Y_1 และ Y_2 แทนในวิธีการสอนที่ 1 และ 2 ตามลำดับดังนี้

ตาราง 2 การแปลงตัวแปรวิธีสอนให้เป็นตัวแปรดัมมี่

การกำหนดรหัสแบบดัมมี่			
วิธีสอน	X	Y_1	Y_2
1	18	1	0
	28	1	0
	25	1	0
	21	1	0
	20	1	0
2	30	0	1
	27	0	1
	29	0	1
	23	0	1
	25	0	1
3	35	0	1
	37	0	1
	28	0	1
	30	0	1
	32	0	1
ผลรวม	408	5	5

2. จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ สร้างสมการในการพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กัน จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างสมการในการพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ (ตัวแปรตาม) โดยใช้กลุ่มตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) รวมทั้งมีการหาตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้ถูกต้องโดยให้มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

3.1 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Inter-correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม เพื่อตรวจสอบความมีนัยสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง และตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม แล้วตรวจสอบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ (ในทางปฏิบัติคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติให้ด้วย) สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

3.2 คัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการ สมมุติว่า X_1 เข้าสมการ หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ($R_{y \cdot x_1}$) ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่คัดเลือกเข้าสมการ ถ้าค่า R มีค่าสูงมากเท่าใด แสดงว่าค่าตัวแปรตามที่ได้จากการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับค่าของตัวแปรตามที่ได้จากการวัดจริง ๆ มากเท่านั้น ถ้านำค่า R มายกกำลังสอง (R^2) จะเรียกว่าประสิทธิภาพในการพยากรณ์ ซึ่งถ้าค่า R^2 มีค่าสูงมากเท่าใด แสดงว่า ตัวแปรอิสระสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้มากเท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ คำนวณได้จากสูตร

$$R = \sqrt{\beta_1 r_{1y} + \beta_2 r_{2y} + \dots + \beta_p r_{py}}$$

3.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เป็นการทดสอบว่าตัวแปรอิสระที่เข้าสมการนั้นจะยังคงอยู่ในสมการต่อไปหรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรอิสระ (X_j) ที่เข้าสมการนั้นยังอยู่ในสมการการถดถอย ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R)/(N-k-1)}$$

3.4 หาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรในรูปคะแนนดิบ (b_j) และคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight : β) เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสมการพยากรณ์ และในกรณีที่ตัวแปรอิสระเข้าสมการหลายตัวก็เป็นการเปรียบเทียบว่าตัวแปรใดจะใช้พยากรณ์ตัวแปรตามได้ดีกว่ากัน คำนวณจากสูตรดังนี้

$$b_j = \beta_j \frac{S_y}{S_j}$$

$$\beta = \frac{S_j}{S_y} b_j$$

3.5 ทำการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระนั้น (X_j) สามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้หรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรตัวแปรอิสระสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้ ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$t_j = \frac{b_j}{SE_{b_j}}$$

หมายเหตุ จะใช้ค่าสัมบูรณ์ของ b_j มาทดสอบนัยสำคัญ (คือคิดเฉพาะจำนวน ไม่ต้องคิดเครื่องหมายบวกหรือลบของ b)

3.6 เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการแล้ว นักวิจัยสามารถเขียนสมการการถดถอยพหุคูณตามจำนวนตัวแปรอิสระ แล้วทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (SE_{est})

เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของสมการพยากรณ์ว่าจะทำนายได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์มีค่าน้อย ก็แสดงว่าค่าตัวแปรตามที่ได้จากสมการการถดถอยมีความเชื่อถือได้มากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (SE_{est}) คำนวณได้จากสูตร

$$SE_{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-P-1}}$$

3.7 คัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาเข้าสมการ สมมุติว่า X_2 เข้าสมการหลังจากนั้นทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่เปลี่ยนแปลง (R^2 change) เมื่อเพิ่ม X_2 เข้ามาเป็นตัวพยากรณ์ร่วมกับ X_1 แล้วทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยค่าสถิติทดสอบ

$$F = \frac{R_{change}^2}{(1-R^2)/(N-k-1)} \sim F_1, N-k-1$$

เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระที่ i เข้าสู่สมการถดถอยเป็นตัวสุดท้าย การทดสอบว่าค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระตัวที่ i นั้นมีนัยสำคัญหรือไม่ ถ้าทดสอบแล้วพบว่า ค่า R^2 change ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวที่ i ไม่อยู่ในสมการ เพราะถึงแม้จะเพิ่มเข้าไปในสมการก็ไม่สามารถเพิ่มการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้

3.8 ดำเนินการตามข้อที่ 3.3 , 3.4 , 3.5

หมายเหตุ การดำเนินการตั้งแต่ขั้นที่ 3.7-3.8 เรียกว่าวิธีการ Stepwise (เนื่องจากตัวแปรที่เข้าสมการแล้วในขั้นตอนแรก ๆ อาจจะถูกตัดออกจากสมการได้ในภายหลัง) ซึ่งมีหลายครั้งจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระที่จะเข้าสมการได้อีก จึงหยุดวิเคราะห์

3.9 เมื่อไม่มีตัวแปรอิสระที่จะเข้าสมการจึงเขียนสมการการถดถอยพหุคูณ พร้อมทั้งคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est}) ถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจง่ายขึ้น ผู้เขียนจะยกตัวอย่างรายงานการวิจัยเรื่อง ปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการดำเนินงานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา โดยมีตัวแปรตามคือ

ความวิตกกังวลในการดำเนินงานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา (Y) ตัวแปรอิสระได้แก่ อายุ (X₁) ประสบการณ์ในการทำงาน (X₂) ความคาดหวังในการประกันคุณภาพการศึกษา (X₃) ความรู้ในการดำเนินงานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา (X₄) เจตคติต่อการดำเนินงานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา (X₅) และแรงจูงใจต่อการดำเนินงานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา (X₆) (อคุลย์ ช่อวงศ์. 2546) ที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ตัวอย่างขั้นตอนในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (r_{XY}) ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์กับตัวแปรตาม

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	-					
X ₂	.925**	-				
X ₃	-.121**	-.125	-			
X ₄	-.060	-.031	.211**	-		
X ₅	-.054	-.050	.378**	.017	-	
X ₆	-.005	.019	.178**	-.026	.493**	-
Y	-.108*	-.110*	-.319**	-.218**	-.087	-.099*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางพบว่า ตัวแปรอิสระด้วยกันเองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 6 ตัว คือ (X₁-X₂) , (X₁-X₃) , (X₃-X₄) , (X₃-X₅) , (X₃-X₆) และ (X₅-X₆) ส่วนตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 3 ตัว คือ (X₁-Y) , (X₂-Y) , (X₆-Y) และตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 2 ตัว คือ (X₃-Y) และ (X₄-Y)

2. คัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการก่อน จากตาราง 1 จะพบว่า X₃ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สูงสุด คือ $-.319$ จึงถูกเลือกเข้าสมการเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นจะเป็น $X_4(-.218)$, $X_2(-.110)$ และ $X_1(-.108)$ ตามลำดับ ดังตัวอย่างในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (SE_b) ค่าสถิติ t ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าอำนาจการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est}) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ (a)

ตัวแปร	B	SE _b	β	t
ความคาดหวังต่อการประกันคุณภาพการศึกษา (X_3)	-.467	.066	-.303	7.039**
ความรู้ในการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษา (X_4)	-.517	.136	-.163	3.809**
อายุ (X_1)	-.347	.094	-.155	3.675**
R = 0.386 R ² = 0.149 F = 28.368**				
SE _{est} = 14.65 a = 116.925				

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. คำนวณค่า R , R^2 และ R^2 - Change ซึ่งในขั้นตอนที่เพิ่มตัวแปรเข้าสมการในทางปฏิบัติคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณและตรวจสอบนัยสำคัญ ด้วยสถิติ F ให้ด้วย

4. คำนวณค่า b และ β พร้อมทั้งตรวจสอบนัยสำคัญ ในทางปฏิบัติคอมพิวเตอร์จะคำนวณให้ จากตารางพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรที่เข้าสมการทุกตัวสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ ซึ่งดูได้จากค่าสถิติทดสอบ t -test ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ b และ β ในตาราง 2 มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ตัวแปรพยากรณ์ตัวนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเชิงลบ แต่ค่า t ที่แสดงในตารางจะชี้เฉพาะค่าบวกเสมอ เพราะเป็นการทดสอบว่าค่า b และ β มีนัยสำคัญหรือไม่เท่านั้น

5. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE_b) ของตัวแปรที่เข้าสมการที่ละตัวแปร จากตารางจะพบว่า ถ้าสมการการถดถอยที่มี X_3 เป็นตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว สมการนี้จะมี

46 การวัดผลการศึกษา มมส

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .088 ถ้าสมการการถดถอยที่มี X_4 เป็นตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว สมการนี้จะมี ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .136 และถ้าสมการการถดถอยที่มี X_1 เป็นตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว สมการนี้จะมี ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .094 ตามลำดับ และเมื่อมี X_3, X_4 และ X_1 ร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรตาม สมการนี้จะมี ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ 14.85

6. เขียนสมการพยากรณ์ในรูปของคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน ได้ดังนี้

$$Y' = 116.925 - .467X_3 - .517X_4 - .347X_1$$

$$Z'_y = -.303Z_3 - .163Z_4 - .155Z_1$$

การวิเคราะห์เส้นทาง (PA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (FA)
จะกล่าวต่อไปในวารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ปีที่ 9 : กรกฎาคม 2546

เอกสารอ้างอิง

- นงลักษณ์ วิรัชชัย. โมเดลลิสม์ : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. สถิติวิจัย 2. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ : เบสท์ กราฟฟิค เพรส, 2537
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2537.
- อดุลย์ ช่อวงศ์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษา ของครู ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมุกดาหาร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.