



วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร

MUT Journal of Business Administration

ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2565)

Volume 19 Number 1 (January – June 2022)

**การพิจารณาขนาดตัวอย่างกับกำลังการทดสอบที่เหมาะสม
กับระดับความแรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
ในการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง**

**Determining an Appropriate Sample Size and Power of Test
with Strength Degree of the Relationship between Variables
in the Structural Equation Modeling**

Received: May 5, 2022

Revised: May 24, 2022

Accepted: May 27, 2022

อภิญญา อิงอาจ Apinya Ingard^{1,*}

¹ Ph.D., ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยศิลปากร นนทบุรี ประเทศไทย

Ph.D, Assistant Professor, Dept. Digital Technology for Business,

Faculty of Information and Communication Technology, Silpakorn University, Nonthaburi, Thailand

บทคัดย่อ

เมื่อนักวิจัยใช้เทคนิคการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง มักมีคำถามเกี่ยวกับขนาดตัวอย่าง เนื่องจากไม่แน่ใจว่าควรกำหนดด้วยวิธีการใด ต้องกำหนดขนาดตัวอย่างจำนวนเพียงใดจึงจะเพียงพอที่จะทำให้มีความมั่นใจต่อผลการวิจัย ในบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเน้นประเด็นสำคัญที่ควรใช้เพื่อพิจารณาขนาดตัวอย่างในการนำเทคนิคการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างมาใช้ บทความนี้ได้แสดงให้เห็นผลการทดสอบพารามิเตอร์ของประชากรภายใต้เงื่อนไขการกำหนดขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน 7 เงื่อนไข และกำหนดระดับความแรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ระดับ เพื่อค้นหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมที่ทำให้มีกำลังการทดสอบไม่น้อยกว่า 0.80 จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า (1) ขนาดตัวอย่างที่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองการวัดที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับปานกลางและระดับสูงคือควรกำหนดอย่างน้อย 150 ตัวอย่าง (2) ขนาดตัวอย่างที่

* E-mail address: ingard_a@su.ac.th

เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างที่ไม่มีตัวแปรแฝงคั่นกลางและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกอยู่ในระดับปานกลาง คือ กำหนดให้มีขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า $k(k+3)/2$ เมื่อ k คือ จำนวนตัวแปรสังเกตได้ และ (3) ขนาดตัวอย่างที่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างที่มีตัวแปรแฝงคั่นกลาง และ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกอยู่ในระดับปานกลาง และระดับสูง คือ กำหนดให้มีขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้

คำสำคัญ: การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง ขนาดตัวอย่าง กำลังการทดสอบ
ความแกร่งของความสัมพันธ์

ABSTRACT

When researchers apply structural equation modeling (SEM) technique, sample size issue is involved. The researchers are uncertain about how to calculate sample size and how many subjects for high confidence in the accuracy of the research. This paper aims to highlight the key points that should be considered when calculating sample size applying structural equation modeling techniques. The paper demonstrates the results of testing population parameters fewer than 7 different sample sizes conditions and determines the 3 strength degrees of correlation between variables to find accuracy sample size that power of test exceeded 0.80. The study founded that (1) an appropriate sample size for the measurement models with moderate and high correlation between latent variables was at least 150 samples, (2) the structural equation modeling without mediate latent variables and the relationship between exogenous variables was moderate; the appropriate sample size was not less than $k(k+3)/2$, where k was the number of observable variables, and (3) the structural equation modeling with mediate latent variables and the relationship between exogenous latent variables were at moderate and high level, the appropriate sample size was not less than 20 subjects per observed variables.

Keywords: Structural Equation Modeling, sample size, power of test, relationship strength

บทนำ

Wilkinson, L. and the Task Force on Statistical Inference (1999) ได้เขียนแนะนำการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการ ในประเด็นของการเขียนวิธีการทางสถิติซึ่งได้เขียนไว้ในวารสาร American Psychologist โดยกล่าวถึงประเด็นขนาดตัวอย่าง (Sample size) ไว้ว่า ในการ

ตีพิมพ์ผลงานวิจัยของนักวิจัยควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งควรครอบคลุมถึง กระบวนการที่นำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง ทั้งการกำหนดขนาดผลกระทบ (Effect size) วิธีการเลือกตัวอย่าง (Sampling method) และข้อตกลงของการวัดตัวแปร (Measurement assumptions) ตลอดจนกำลังการทดสอบ ($\text{Power of test} = 1 - \beta$) โดยเฉพาะกำลัง การทดสอบ ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของการสรุปผลการวิจัยที่ถูกต้อง กล่าวคือ กำลังการทดสอบคือ ความน่าจะเป็นของการไม่ยอมรับ H_0 ที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ Wilkinson, L. and the Task Force on Statistical Inference ยังได้กล่าวว่า การพิจารณากำลังการทดสอบควรดำเนินการทั้งก่อนการรวบรวม ข้อมูลและหลังการวิเคราะห์ข้อมูลที่ควรรายงานผลการวิจัยให้ปรากฏไว้ในรายงานการวิจัยด้วยเพื่อ ประโยชน์ในการประเมินความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

อย่างไรก็ตาม ยังมีผลงานวิจัยจำนวนมากที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีการกำหนดขนาด ตัวอย่างโดยใช้สูตรหรือตารางสำเร็จรูปของทาโร ยามาเน่ และสูตรหรือตารางสำเร็จรูปของเครจซีและ มอร์แกน ซึ่งสูตรดังกล่าวใช้สำหรับการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยเชิง สหสัมพันธ์ (Correlation research) จึงไม่ควรใช้สูตรดังกล่าวเนื่องจากมีแนวคิดของสูตรคำนวณขนาด ตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งสูตรทาโร ยามาเน่ และสูตรเครจซีและ มอร์แกนเป็นการประมาณพารามิเตอร์ที่เป็นค่าสัดส่วน (Proportion) และเป็นตัวแปรสุ่มแบบทวิ (Dichotomous) เท่านั้น (วัลลภ รัชฉัตรานนท์, 2562) ด้วยเหตุนี้งานวิจัยที่ใช้การพัฒนาแบบจำลอง สมการโครงสร้าง หรือ Structural equation modeling (SEM) ที่มีตัวแปรในแบบจำลองการวิจัยเป็น แบบต่อเนื่อง อีกทั้งการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างที่ใช้แนวทางการพัฒนาด้วยวิธีการภาวะ น่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) ที่ศึกษาความเข้าใกล้กันระหว่างโครงสร้างของความแปรปรวน ร่วมของทฤษฎี (Theoretical covariance structural) กับ โครงสร้างของความแปรปรวนร่วมของข้อมูล เชิงประจักษ์ (Empirical covariance structural) จึงควรหลีกเลี่ยงสูตรทาโร ยามาเน่ และสูตรเครจซีและ มอร์แกนในการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อไม่ทำให้ผลงานวิจัยมีข้อบกพร่องซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความ น่าเชื่อถือในงานวิจัย

นั่นจึงนำไปสู่ข้อคำถามของนักวิจัยที่ทำวิจัยด้วยการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างที่มีต่อ การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ที่ผ่านมามีข้อแนะนำเกี่ยวกับการกำหนดขนาดตัวอย่างไว้ หลากหลาย เช่น (1) ขนาดตัวอย่าง 5 ถึง 10 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์ (2) ขนาดตัวอย่าง 20 เท่า ของจำนวนตัวแปร (3) ขนาดตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 150 ตัวอย่าง (4) ขนาดตัวอย่าง 200 ถึง 500 ตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งแน่นอนว่า ขนาดตัวอย่างตามที่มีการเสนอแนะไว้ไม่ได้เหมาะสมกับทุกกรณีเสมอ ไป ทั้งนี้เนื่องจากขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในงานวิจัยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความซับซ้อนของ แบบจำลอง การแจกแจงของข้อมูล ความเชื่อมั่นของตัวแปร รวมทั้งความแกร่งของความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร (Muthén, & Muthén, 2002) ดังนั้นบทความนี้จึงมุ่งนำเสนอประเด็นการพิจารณาขนาด ตัวอย่างในงานวิจัยที่ใช้การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง โดยพิจารณาถึงความแกร่งของ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และกำลังการทดสอบพารามิเตอร์ประกอบด้วย

ความแรงของความสัมพันธ์

ความแรงของความสัมพันธ์ (Strength of the relations) ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัวใด ๆ ที่วัดได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient เขียนแทนด้วย r) ซึ่งมีค่าระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ทั้งนี้มีความหมายว่า ถ้าหาก r มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายความว่าตัวแปรคู่หนึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำมาก ๆ และค่าที่ติดลบเป็นการบ่งชี้ว่าตัวแปรคู่หนึ่งสัมพันธ์ทิศทางตรงกันข้าม และถ้าหากมีค่าเป็นบวก ก็แสดงว่าตัวแปรคู่หนึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน สำหรับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เป็นดังสมการที่ 1

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (1)$$

เมื่อ S_{xy} คือ ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร x และ y

S_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร x

S_y คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร y

ในการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างจะสร้างเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (Variance – Covariance matrix) ของตัวแปร ซึ่งค่าในแนวทแยงของเมทริกซ์จะเป็นค่าความแปรปรวน (Variance: Var) ของตัวแปร ส่วนค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance: Cov) ระหว่างตัวแปรจะจัดวางใต้แนวทแยงของเมทริกซ์ ดังรูปที่ 1

	X1	X2	X3	X4
X1	Var (X1)			
X2	Cov (X1, X2)	Var (X2)		
X3	Cov (X1, X3)	Cov (X2, X3)	Var (X3)	
X4	Cov (X1, X4)	Cov (X2, X4)	Cov (X3, X4)	Var (X4)

รูปที่ 1: เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร

สมมติเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X1 – X4 และ X5 – X8 เป็นดังรูปที่ 2 และเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จึงได้เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร X1 – X4 และ X5 – X8 ดังรูปที่ 3

	X1	X2	X3	X4		X5	X6	X7	X8
X1	.953				X5	.532			
X2	.509	.982			X6	.120	.528		
X3	.503	.501	.963		X7	.130	.067	.579	
X4	.527	.537	.583	.976	X8	.093	.090	.086	.573

รูปที่ 2: เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X1 – X4 และ ตัวแปร X5 – X8

	X1	X2	X3	X4		X5	X6	X7	X8
X1	1.000				X5	1.000			
X2	.526	1.000			X6	.226	1.000		
X3	.526	.516	1.000		X7	.234	.121	1.000	
X4	.546	.549	.602	1.000	X8	.168	.163	.149	1.000

รูปที่ 3: เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X1 – X4 และ X5 – X8

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ดังรูปที่ 3 จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากแต่ละเมทริกซ์มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่ง Chiang, Jhangiani, & Price, (2015) ได้กำหนดระดับความแรงของความสัมพัธ์ระหว่างตัวแปรไว้ดังนี้

- (1) r เข้าใกล้ $\pm .10$ หมายถึง มีความแรงแรงระดับต่ำ (Small)
- (2) r เข้าใกล้ $\pm .30$ หมายถึง มีความแรงแรงระดับปานกลาง (Moderate)
- (3) r เข้าใกล้ $\pm .50$ หมายถึง มีความแรงแรงระดับสูง (High)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าหากความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรมีค่าสูงจะนำไปสู่ความแรงแรงของความสัมพัธ์ระหว่างตัวแปรสูงตามไปด้วย ในทางกลับกันถ้าหากความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรมีค่าต่ำความแรงแรงของความสัมพัธ์ก็จะต่ำลง นั่นหมายความว่าความแรงแรงของความสัมพัธ์ระหว่างตัวแปรมีความแปรผันตามความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร ซึ่งความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรไม่ได้มีผลกระทบจากขนาดตัวอย่าง หากแต่มีผลกระทบจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างที่มาจากการวิธีการเลือกตัวอย่าง ดังนั้นเมื่อนักวิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้แล้วจึงควรเลือกวิธีการเลือกตัวอย่างที่สามารถลดความเอนเอียงจากการเลือกตัวอย่างด้วยการเลือกตัวอย่างอย่างสุ่ม (Random sample)

กำลังการทดสอบ

กำลังการทดสอบ หรือ Power of test คือ ความน่าจะเป็นของการไม่ยอมรับ H_0 ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นผลของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ของประชากร ทั้งนี้สมมติฐานทางสถิติประกอบด้วย

- (1) สมมติฐานว่าง หรือ Null hypothesis ที่เขียนแทนด้วย H_0 และเป็นสมมติฐานที่วางให้พารามิเตอร์ของประชากรมีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ ($\theta = 0$) และ
- (2) สมมติฐานทางเลือก หรือ Alternative hypothesis ที่เขียนแทนด้วย H_1 หรือ H_a และเป็นสมมติฐานที่วางให้พารามิเตอร์ของประชากรมีค่าแตกต่างจากศูนย์ ($\theta \neq 0$) หรือ มากกว่าศูนย์ ($\theta > 0$) หรือ น้อยกว่าศูนย์ ($\theta < 0$) อย่างใดอย่างหนึ่ง

สำหรับการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ประกอบด้วยการยอมรับ H_0 และไม่ยอมรับ H_0 ซึ่งถ้าหากหลักฐานเชิงประจักษ์ทำให้ต้องตัดสินใจสรุปผลยอมรับ H_0 ที่เป็นจริง ก็จักเป็นผลการสรุปที่ถูกต้อง เรียกว่าระดับความเชื่อมั่น (Confidence level: $1 - \alpha$) แต่ถ้าหากหลักฐานเชิงประจักษ์ทำให้

สรุปผลผิดพลาดเช่น สรุปผลไม่ยอมรับ H_0 ทั้ง ๆ ที่ H_0 เป็นจริง เช่นนี้ถือเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error: α) และในกรณีที่สรุปผลยอมรับ H_0 ทั้ง ๆ ที่ H_0 นั้นไม่เป็นจริง ความผิดพลาดนี้เรียกว่าความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error: β) และ $1 - \beta$ คือ กำลังการทดสอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ความผิดพลาดของการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

สถานการณ์ความจริง	การตัดสินใจสรุป	
	ไม่ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0
H_0 เป็นจริง	ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error: α)	ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level: $1 - \alpha$)
H_0 ไม่เป็นจริง	กำลังการทดสอบ (Power of test: $1 - \beta$)	ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error: β)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hair, Black, Babin, Anderson and Tatham (2010)

ทั้งนี้ Schumacker and Lomax (2004) และ Hair, Black, Babin, Anderson and Tatham (2010) ได้แนะนำว่า กำลังการทดสอบในงานวิจัยควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.80 สมมติในงานวิจัยที่กำหนดให้กำลังการทดสอบเท่ากับ 0.80 มีความหมายว่า ผลการวิจัยร้อยละ 80 ที่จะสรุปผลว่าพารามิเตอร์ของประชากรมีค่าแตกต่างจากศูนย์ (ไม่ยอมรับ H_0) ซึ่งพารามิเตอร์ของประชากรมีค่าแตกต่างจากศูนย์จริง

ขนาดตัวอย่างและกำลังการทดสอบ

การกำหนดขนาดตัวอย่างนอกเหนือจากจะเกี่ยวข้องกับวิธีการทางสถิติที่เลือกใช้ และขนาดผลกระทบแล้ว ขนาดตัวอย่างยังมีความเกี่ยวข้องกับกำลังการทดสอบ ดังที่ Uttley (2019) ได้เขียนในบทความเรื่อง Power Analysis, Sample Size, and Assessment of Statistical Assumptions ไว้ว่า การเพิ่มขนาดตัวอย่างเป็นการเพิ่มกำลังการทดสอบ ซึ่งถือเป็นการลดความผิดพลาดประเภทที่ 2 หรือการลดโอกาสการยอมรับสมมติฐานที่ไม่เป็นจริง

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง มีคำแนะนำจากหลายแหล่งด้วยกัน ดังเช่น Anderson and Gerbing (1984) ได้เสนอแนะว่า ขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 150 ถือว่าเป็นจำนวนที่เพียงพอสำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรสังเกตได้จำนวนตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปต่อตัวแปรแฝง 1 ตัว อย่างไรก็ตามสำหรับการกำหนดขนาดตัวอย่างในงานพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างจะต้องคำนึงถึงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลประกอบด้วย ดังนั้นการกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยประเภทนี้จึงมักกำหนดให้มีขนาดใหญ่เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยมีการแจกแจงเป็นปกติ ซึ่ง Hoe (2008) และ Singh, Junnarkar, and Kaur (2016) ได้เสนอแนะไว้ว่าขนาดตัวอย่างควรมีจำนวนมากกว่า 200 ตัวอย่าง Thabachnick and Fidell (2013) แนะนำไว้ที่ 300 ตัวอย่าง และ Browne (1984) ที่ได้ทำการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับวิธีการวิเคราะห์แบบ generalized least squares ด้วยเทคนิคมอนติ คาร์โล พบว่าขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับการประมาณพารามิเตอร์คือ 500 ตัวอย่าง

Schumacker and Lomax (2004) ได้เขียนไว้ในหนังสือ A beginner's guide to structural equation modeling เกี่ยวกับกฎโดยนัยทั่วไป (Rule of thumb) ว่า แต่เดิมมีข้อเสนอแนะจากนักวิชาการให้กำหนดขนาดตัวอย่างที่ 20 เท่าของจำนวนตัวแปร และต่อมาได้มีการเสนอแนะให้กำหนดขนาดตัวอย่างเป็นจำนวน 100 200 จนถึง 500 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตามนักวิจัยควรต้องพิจารณาขนาดตัวอย่างให้สอดคล้องกับความซับซ้อนของแบบจำลอง รวมถึงความต้องการของนักวิจัยถ้าหากต้องการตรวจสอบข้ามกลุ่ม (Cross-validation) ในงานวิจัยนั้นด้วยซึ่งก็จะต้องกำหนดขนาดตัวอย่างให้มีจำนวนมากเพิ่มขึ้นอีก นอกจากประเด็นดังกล่าวแล้ว การพิจารณากำหนดการทดสอบให้เกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 0.80 ร่วมกับการกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยที่ใช้การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างก็เป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติด้วยเช่นกัน

ในการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง นักวิจัยจะระบุแบบจำลองการวิจัยตามสมมติฐานการวิจัย ซึ่งจะถูกระบุว่า Specified model หรือ Implied model ทั้งนี้การทดสอบแบบจำลองการวิจัยว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่อย่างไร โปรแกรมมักสร้างแบบจำลอง 3 แบบจำลอง คือ (1) แบบจำลองเริ่มต้น (Default model: DM) หมายถึง แบบจำลองที่ต้องการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานวิจัย (2) แบบจำลองอิ่มตัว (Saturated model: SM) ที่หมายถึงแบบจำลองที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ทุกค่า และ (3) แบบจำลองอิสระ (Independent model: IM) ที่หมายถึง แบบจำลองว่างเปล่าที่พารามิเตอร์จะไม่ถูกประมาณค่า

แบบจำลองอิ่มตัวที่มีตัวแปรสังเกตได้ (Observed variable) จำนวน k ตัว สามารถคำนวณพารามิเตอร์อิสระ (Free parameter: p) ทั้งหมดได้จากสูตรที่ 2

$$p_{SM} = k(k+1)/2 \quad (2)$$

เช่น งานวิจัยที่มีตัวแปรสังเกตได้ 18 ตัว จะคำนวณพารามิเตอร์อิสระ (p) จากสูตรที่ 2 ดังนี้

$$\begin{aligned} p_{SM} &= 18(18+1)/2 \\ &= 171 \end{aligned}$$

ด้วยเหตุนี้ Schumacker and Lomax (2004) จึงกล่าวว่า ถ้าขนาดตัวอย่างมีจำนวนน้อยจะทำให้ขาดข้อมูลที่เพียงพอต่อการประมาณพารามิเตอร์ที่มีจำนวนมากในแบบจำลองดังกล่าว อย่างไรก็ตามการคำนวณระดับขั้นความเสรีสำหรับแบบจำลองการวิจัย (Degree of freedom of default model: df_{DM}) นั้นคำนวณด้วยสูตรที่ 3

$$df_{DM} = k(k + 1)/2 - p_{DM} \quad (3)$$

เมื่อ k คือ จำนวนตัวแปรสังเกตได้ และ p_{DM} คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าในแบบจำลองการวิจัย ซึ่งจากสูตรดังกล่าว $k(k + 1)/2$ จะมีค่าเท่ากับจำนวนค่าความแปรปรวน-ความ
อธิบาย อิงอาจ

แปรปรวนร่วมในเมตริกซ์ เช่น กรณีมีตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัวแปร จะมีเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่ประกอบด้วย 10 ค่า ดังรูปที่ 1

นอกจากนั้น การนับจำนวนพารามิเตอร์อิสระในแบบจำลองอิมัลชันที่พารามิเตอร์ทุกค่าที่เป็นไปได้ จะมีค่าเท่ากับ $k(k + 3)/2$ เช่น ในที่นี้มี $k = 4$ ดังนั้นจำนวนพารามิเตอร์อิสระทั้งหมดที่เป็นไปได้ จึงเท่ากับ $4(4+3)/2 = 14$ จึงทำให้มีจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลองอิสระเท่ากับ $14 - 10 = 4$ พารามิเตอร์ ดังนั้นจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลองอิสระ (p_{IM}) จึงสามารถหาได้จากสูตรที่ 4

$$p_{IM} = [k(k + 3)/2] - [k(k + 1)/2] \quad (4)$$

การคำนวณระดับขั้นความเสรีของแบบจำลองอิสระ (df_{IM}) คำนวณได้จากสูตรที่ 5 หรือใช้สูตรที่ 6 ดังนี้

$$df_{IM} = [k(k + 1)/2] - [k(k + 3)/2 - k(k + 1)/2] \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &= k(k + 1)/2 + k(k + 1)/2 - k(k + 3)/2 \\ &= k(k + 1)/2 - k \end{aligned} \quad (6)$$

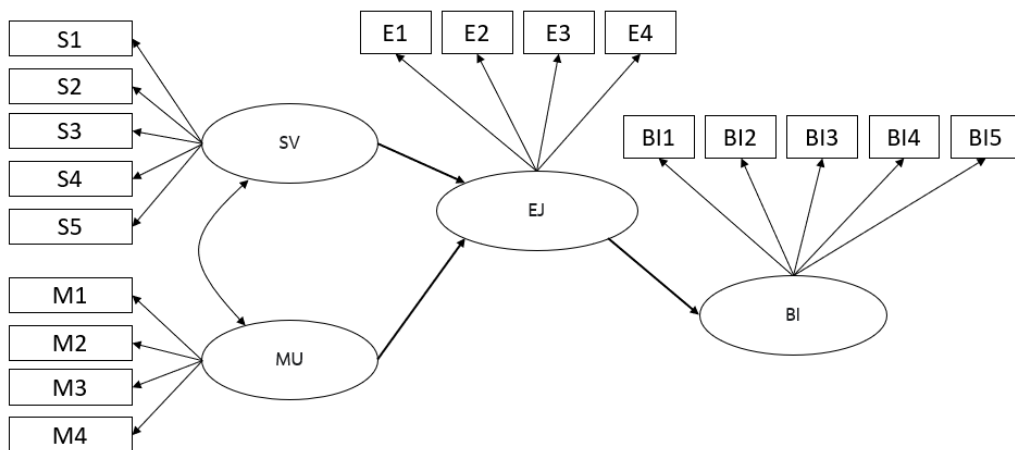
ทั้งนี้ พูลพงศ์ สุขสว่าง (2556) ได้แนะนำไว้ในหนังสือโมเดลสมการโครงสร้างเกี่ยวกับการกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการใช้โปรแกรม G*Power เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างว่าให้เลือกใช้ไค-สแควร์เป็นสถิติทดสอบแบบจำลองการวิจัย และกำหนดขนาดอิทธิพล ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ กำลังการทดสอบ และระดับขั้นความเสรีของแบบจำลองอิสระ (df of independent model)

นอกจากจะมีผู้แนะนำให้กำหนดขนาดตัวอย่างเป็นจำนวนเท่าของจำนวนตัวแปรแล้ว ยังมีผู้แนะนำให้กำหนดเป็นจำนวนเท่าของพารามิเตอร์อิสระในแบบจำลองการวิจัย ดังเช่น Tabachnick and Fidell (2007) และ Kline (2010) ที่เสนอแนะขนาดตัวอย่าง 5 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ในขณะที่ Raykov and Marcoulides (2006) เสนอแนะไว้ที่ 10 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์อิสระ (พารามิเตอร์อิสระ คือ พารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าและผู้วิจัยต้องการประมาณค่า)

ดังนั้นจะเห็นว่า การกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยที่ใช้การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างมีหลากหลายเกณฑ์ให้เลือกใช้ ทั้งอาจใช้กฎโดยนัยทั่วไปที่มีการแนะนำ หรือ อาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีการกำหนดปัจจัยที่ใช้เพื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง เช่น ขนาดอิทธิพล ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ กำลังการทดสอบ ตลอดจนประเภทการทดสอบสมมติฐาน และระดับขั้นความเสรีของแบบจำลองการวิจัย หรืออาจจะใช้ระดับขั้นความเสรีของแบบจำลองอิสระ อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นตัวกำหนด

แบบจำลองการวิจัยกับการพิจารณาขนาดตัวอย่างและการทดสอบ

สำหรับบทความนี้ ผู้เขียนกำหนดแบบจำลองการวิจัยดังภาพ



รูปที่ 4: แบบจำลองการวิจัย

ที่มา: ผู้เขียน

แบบจำลองการวิจัยตามรูปที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรดังนี้

(1) ตัวแปรสังเกตได้จำนวน 18 ตัวแปร

ได้แก่ S1 – S5, M1 – M4, E1 – E4 และ BI1 – BI5

(2) ตัวแปรแฝงภายนอกจำนวน 2 ตัว ได้แก่ SV และ MU

(3) ตัวแปรแฝงภายใน จำนวน 2 ตัว ได้แก่ EJ และ BI

แบบจำลองการวิจัยดังกล่าว ประกอบด้วยพารามิเตอร์อิสระจำนวน 40 ค่าดังนี้

(1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจำนวน 14 ค่า

(2) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน 18 ค่า

(3) ค่าความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายใน 2 ค่า

(4) ค่าความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายนอก 2 ค่า

(5) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง 3 ค่า

(6) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก 1 ค่า

จากการออกแบบแนวคิดแบบจำลองการวิจัย ดังข้างต้น ผู้เขียนจึงกำหนดขนาดตัวอย่าง 7 ระดับ
เพื่อใช้ในการพิจารณากำลังกการทดสอบด้วยเทคนิคมอนติ คาร์โล ดังนี้

(1) $n = 150$ (จำนวนตัวอย่างขั้นต่ำ ตามข้อเสนอแนะของ Anderson and Gerbing (1984))

(2) $n = 171$ (จำนวนเท่ากับค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสังเกตได้)

(3) $n = 189$ (จำนวนเท่ากับพารามิเตอร์อิสระที่เป็นได้ทั้งหมด $(18(18+3)/2 = 189)$)

(4) $n = 200$ (5 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์: 5×40)

(5) $n = 360$ (20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้: 20×18)

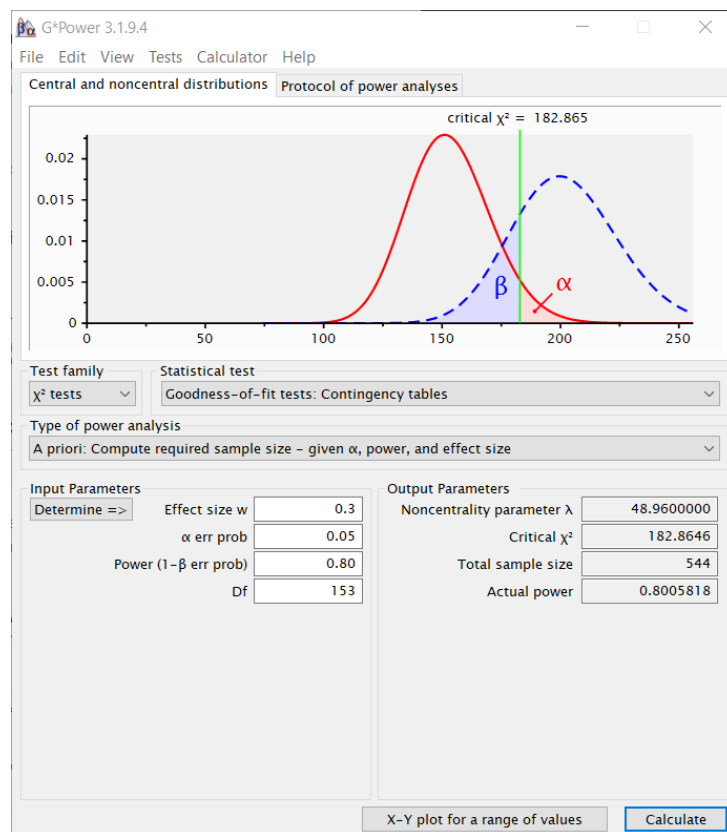
(6) $n = 400$ (10 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์: 10×40)

(7) $n = 544$ (คำนวณด้วยโปรแกรม G*Power)

สำหรับขนาดตัวอย่างในระดับที่ 7 ที่กำหนด $n = 544$ ผู้เขียนกำหนดตามโปรแกรม G*Power โดยกำหนดใช้ตระกูลสถิติไค-สแควร์และเลือกการทดสอบเชิงสถิติด้วยแบบการทดสอบภาวะรูปสนิที (Goodness-of-fit tests: Contingency tables) ร่วมกับอำนาจขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง (Effect size w) เท่ากับ 0.30 ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α err prob) เท่ากับ 0.05 กำลังการทดสอบ (Power: $1-\beta$ prob) เท่ากับ 0.80 และ ระดับขั้นความเสรี (Df) ในที่นี้ใช้ระดับขั้นความเสรีของแบบจำลองอิสระ (คำนวณตามสูตรที่ 6) เนื่องด้วยกรณีนี้มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ 18 ตัวแปร ดังนั้นแทนค่าในสูตรที่ 6 ดังนี้

$$df_{IM} = 18(18 + 1)/2 - 18 = 153$$

ซึ่งผลจากการใช้โปรแกรม G*Power ได้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อยที่จำนวน 544 ตัวอย่าง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5: ผลการกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power

ที่มา: ผู้เขียน

สำหรับแบบจำลองการวัดในแบบจำลองการวิจัย ควรมีความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ซึ่งเป็นการประเมินลักษณะของตัวแปรสังเกตได้ว่าสามารถสะท้อนตัวแปรแฝงได้อย่างแท้จริงหรือไม่ ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างดังนี้

(1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardized factor loadings: λ_i) มีค่ามากกว่า 0.70

(2) ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น หรือ R^2 มีค่ามากกว่า 0.50

ทั้งนี้ R^2 คำนวณจากค่ากำลังสองของน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน หรือ λ^2 ดังนั้นค่า $\lambda = 0.71$ จึงเป็นค่าที่ต่ำสุดที่จะทำให้ R^2 มีค่ามากกว่า 0.50

(3) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบของตัวแปรแฝง (Composite reliability: CR) มีค่ามากกว่า 0.70 และ

(4) ค่าความแปรปรวนโดยเฉลี่ยที่สกัดได้ของตัวแปรแฝง (Average variance extracted: AVE) มีค่ามากกว่า 0.50

ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบของตัวแปรแฝง (Composite reliability: CR) คำนวณจากสูตร

$$CR = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \right)^2 + \sum_{i=1}^n \text{var}(e_i)}$$

(6)

และค่าความแปรปรวนโดยเฉลี่ยที่สกัดได้ของตัวแปรแฝง (Average variance extracted: AVE) คำนวณจาก

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2 + \sum_{i=1}^n \text{var}(e_i)}$$

(7)

เมื่อ λ_i คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardized factor loadings)

$\text{Var}(e)$ คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน; $\text{Var}(e) = 1 - R^2$

เช่น ถ้าหาก $\lambda = 0.70$ จะได้ $R^2 = 0.49$ และ $\text{Var}(e) = 0.51$ เป็นต้น

นอกจากพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบจำลองการวัดแล้วนี้ Hair *et al.* (2010) ยังได้เสนอแนวทางการประเมินความตรงเชิงจำแนกของแบบจำลองการวัดตัวแปรแฝงแต่ละตัว ด้วยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง โดยมีเกณฑ์ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงไม่ควรมีความมากกว่ารากที่สองของค่าความแปรปรวนโดยเฉลี่ยที่สกัดได้ของตัวแปรแฝง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้เขียนจึงกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของประชากรมีค่าดังต่อไปนี้

(1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Λ) = 0.75

(2) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง

(2.1) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตัวแปรแฝงภายนอกไปตัวแปรแฝงภายใน (Γ) = 0.15

(2.2) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตัวแปรแฝงภายในไปตัวแปรแฝงภายใน (B) = 0.30

(3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Φ) จำแนกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

(3.1) ระดับต่ำ: $\Phi = 0.10$

(3.2) ระดับปานกลาง: $\Phi = 0.30$

(3.3) ระดับสูง: $\Phi = 0.50$

(4) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการวัด (ε) เท่ากับ 0.44

(5) ความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายนอก (ϕ) เท่ากับ 1.00

(6) ความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายใน (ξ) เท่ากับ 0.10 และ 0.12

สำหรับจุดมุ่งหมายของบทความนี้คือการค้นหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับแบบจำลองการวิจัย ร่วมกับการพิจารณาความแกร่งระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และการพิจารณากำลังการทดสอบพารามิเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งเป็นเทคนิคที่เป็นกระบวนการสร้างชุดข้อมูลตัวอย่างจำนวนมากขึ้นตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด และเป็นกระบวนการทำซ้ำ ๆ หลายครั้ง ซึ่งในบทความนี้ได้จำลองชุดข้อมูลตัวอย่างซ้ำ 10,000 ตัวอย่างและกำหนดเลขสุ่มให้เป็น Seed = 52,125 ผลการจำลองข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 2 - 4

ตารางที่ 2: กำลังการทดสอบพารามิเตอร์ด้วยเทคนิคมอนติ คาร์โล: กรณีความแกร่งต่ำ ($\Phi = 0.10$)

พารามิเตอร์	n = 150	n = 171	n = 189	n = 200	n = 360	n = 400	n = 544
Λ : S1 – S5 = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : M1 – M4 = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : E1 – E4 = 0.75	.890-.894	.931-.933	.951-.955	.963-.968	.999-1.00	1.00	1.00
Λ : BI1 – BI5 = 0.75	.741-.746	.800-.804	.838-.844	.857-.865	.986-.987	.993-.994	.999-1.00
Γ : SV $\rightarrow$ EJ = .15	.775	.848	.891	.911	.997	.998	1.00
Γ : MU $\rightarrow$ EJ = .15	.760	.836	.878	.903	.996	.998	1.00

118 | การพิจารณาขนาดตัวอย่างกับการทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
ในการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง

B: $EJ \rightarrow BI = 0.30$	.331	.417	.486	.517	.845	.880	.985
Φ : $SV \leftrightarrow MU = .10$	.194	.215	.228	.237	.372	.407	.519

ที่มา: ผู้เขียน

ตารางที่ 3: กำลังการทดสอบพารามิเตอร์ด้วยเทคนิคมอนติ คาร์โล: กรณีความแกร่งปานกลาง ($\Phi = 0.30$)

พารามิเตอร์	n = 150	n = 171	n = 189	n = 200	n = 360	n = 400	n = 544
Λ : $S1 - S5 = 0.75$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : $M1 - M4 = 0.75$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : $E1 - E4 = 0.75$	.914-.916	.948-.951	.964-.968	.973-.977	.999-1.00	1.00	1.00
Λ : $BI1 - BI5 = 0.75$	.752-.756	.809-.811	.847-.852	.865-.872	.987-.988	.993-.994	.999-1.00
Γ : $SV \rightarrow EJ = .15$	.732	.810	.862	.881	.992	.996	1.00
Γ : $MU \rightarrow EJ = .15$	.719	.799	.847	.875	.992	.996	1.00
B: $EJ \rightarrow BI = 0.30$	.376	.465	.537	.567	.879	.915	.973
Φ : $SV \leftrightarrow MU = .30$	.902	.932	.932	.965	.999	1.00	1.00

ที่มา: ผู้เขียน

ตารางที่ 4: กำลังการทดสอบพารามิเตอร์ด้วยเทคนิคมอนติ คาร์โล: กรณีความแกร่งระดับสูง ($\Phi = 0.50$)

พารามิเตอร์	n = 150	n = 171	n = 189	n = 200	n = 360	n = 400	n = 544
Λ : $S1 - S5 = 0.75$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : $M1 - M4 = 0.75$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Λ : $E1 - E4 = 0.75$	.931-.932	.959-.961	.972-.976	.980-.982	1.00	1.00	1.00
Λ : $BI1 - BI5 = 0.75$	.760-.763	.816-.820	.854-.859	.872-.874	.989	.994-.995	1.00
Γ : $SV \rightarrow EJ = .15$	.627	.708	.764	.792	.974	.982	.998
Γ : $MU \rightarrow EJ = .15$	.611	.695	.754	.784	.971	.985	.997
B: $EJ \rightarrow BI = 0.30$	.415	.510	.580	.614	.908	.938	.982
Φ : $SV \leftrightarrow MU = .50$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ที่มา: ผู้เขียน

จากผลทดสอบด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลดังที่ปรากฏดังตารางที่ 2 – 4 ตามเงื่อนไขของค่าพารามิเตอร์ของประชากร (คอลัมน์ที่ 1) เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Λ) เท่ากับ 0.75 เพื่อให้แบบจำลองการวัดของแต่ละตัวแปรแฝงมีความตรงเชิงโครงสร้างตามเกณฑ์การประเมินได้แก่ (1) น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ไม่น้อยกว่า 0.70 (2) ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ของแต่ละตัวแปรแฝง (R^2) มีค่ามากกว่า 0.50 (3) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (CR) มีค่ามากกว่า 0.70 และ (4) ค่าความแปรปรวนโดยเฉลี่ยที่สกัดได้ของแต่ละตัวแปรแฝง (AVE) มีค่ามากกว่า 0.50 พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานมีค่า 0.75 การกำหนดขนาดตัวอย่างจำนวน 171 ตัวอย่างขึ้นไปเป็นขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมที่ทำให้ได้กำลังการทดสอบไม่น้อยกว่า 0.80 และขนาดตัวอย่าง 171

อภิญา อิงอาจ

ตัวอย่างยังคงมีความเหมาะสมกับการใช้ประมาณพารามิเตอร์ Γ แต่เป็นขนาดตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมกับการประมาณพารามิเตอร์ B ซึ่งขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมกับการประมาณพารามิเตอร์ Γ และ B ตามระดับพารามิเตอร์ที่กำหนด คือ 360 ตัวอย่าง (20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้)

นอกจากนั้นแล้ว เมื่อพิจารณาระดับความแกร่งระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงภายนอกที่กำหนดไว้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ($\Phi = 0.10$) พบว่าต้องใช้ขนาดตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งในที่นี้เมื่อทดลองกำหนดขนาดตัวอย่าง 544 ตัวอย่างก็พบว่ายังไม่สามารถทำให้กำลังการทดสอบมีค่ามากกว่า 0.80 ($1 - \beta = 0.519$) นั้นหมายความว่าในกรณีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยเฉพาะที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีค่าระดับต่ำ จึงต้องใช้ขนาดตัวอย่างใหญ่มาก (Very large) แต่เมื่อพิจารณาตารางที่ 3 ซึ่งกำหนดระดับความแกร่งระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงภายนอกในระดับปานกลาง ($\Phi = 0.30$) และตารางที่ 4 กำหนดความแกร่งระดับสูง ($\Phi = 0.50$) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่สูงเกินกว่าค่ารากที่สองของ AVE (กำหนดให้ $AVE = 0.50$; $\sqrt{AVE} = 0.707$) เห็นได้ว่าขนาดตัวอย่าง 150 ตัวอย่างก็มีความเหมาะสมที่ทำให้ได้กำลังการทดสอบไม่น้อยกว่า 0.80

สรุป

การกำหนดขนาดตัวอย่างขั้นต่ำสำหรับงานวิจัยที่ใช้การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด สรุปได้ดังนี้

(1) งานวิจัยที่มีแบบจำลองการวิจัยเป็นแบบจำลองการวัดอย่างเดียว ทั้งกรณีแบบจำลองเอกมิตี และ/หรือกรณีแบบจำลองหลายมิตี ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับปานกลาง ($r = \pm .30$) และ ระดับสูง ($r = \pm .50$) ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่เหมาะสม คือ 150 ตัวอย่าง (ตามข้อเสนอแนะของ Anderson and Gerbing (1984))

(2) งานวิจัยที่มีแบบจำลองการวิจัยเป็นแบบจำลองสมการโครงสร้าง กรณีไม่มีตัวแปรแฝงคั่นกลาง (แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอย) ที่ตัวแปรแฝงภายนอกมีความสัมพันธ์ต่อกันระดับปานกลาง ($r = \pm .30$) ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่เหมาะสม คือ 189 ตัวอย่าง (ตามเกณฑ์จำนวนเท่ากับพารามิเตอร์อิสระที่เป็นได้ทั้งหมด)

(3) งานวิจัยที่มีแบบจำลองการวิจัยเป็นแบบจำลองสมการโครงสร้าง กรณีมีตัวแปรแฝงคั่นกลาง โดยที่ตัวแปรแฝงภายนอกมีความสัมพันธ์ต่อกันระดับปานกลาง ($r = \pm .30$) และ ระดับสูง ($r = \pm .50$) ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่เหมาะสม คือ 360 ตัวอย่าง (ตามเกณฑ์ 20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้)

ข้อเสนอแนะ

การกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยประเภทการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างที่ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด หรือ Covariance – Based SEM (CB

SEM) ที่ผ่านมามักใช้วิธีการกำหนดด้วยสูตรที่ไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสูตรที่นำมาใช้ รวมถึงการกำหนดขนาดตัวอย่างตามกฎโดยนัยทั่วไป หากแต่มีผลงานวิจัยจำนวนยังไม่มากนักที่กำหนดขนาดตัวอย่างโดยพิจารณาจากกำลังการทดสอบพารามิเตอร์ และขนาดความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร บทความนี้จึงได้เสนอแนะแนวทางการกำหนดขนาดตัวอย่างให้กับนักวิจัยโดยพิจารณากำหนดขนาดตัวอย่างจากกำลังการทดสอบและระดับความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อีกทั้งยังต้องพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝง และความตรงเชิงจำแนกระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกร่วมกับการพิจารณาด้วย ก็จะทำให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมและที่สำคัญเมื่อผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้แล้ว จำเป็นจะต้องเลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยไม่เอนเอียงด้วย เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติและมีความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในระดับเหมาะสม สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่จะนำมาใช้เพื่อทดสอบกำลังการทดสอบ ผู้วิจัยสามารถกำหนดตามผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต

รายการอ้างอิง/References

- วัลลภ รัษฎัตราพันธ์. 2562. การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย: มายาคติในการใช้สูตรของทาโร ยามาเน และเกรจซี-มอร์แกน. วารสารรัฐศาสตร์ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 6 (1) 24 – 40.
- พลพงศ์ สุขสว่าง. 2556. โมเดลสมการโครงสร้าง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D.W. 1984. The effect of sampling error on convergence, improper solutions, and goodness-of-fit indices for maximum likelihood confirmatory factor analysis. **Psychometrika**. 49 (2) 155–173. <https://doi.org/10.1007/BF02294170>
- Browne, M. W. 1984. Asymptotically distribution-free methods for the analysis of covariance structures. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**. 37, 62 - 83. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1984.tb00789.x>
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. 2010. **Multivariate Data Analysis** (7th Ed). Pearson, New York.
- Hoe, S. L. 2008. Issues and Procedures in Adopting Structural Equation Modeling Technique. **Journal of Applied Quantitative Methods**. 3 76 - 83.
- Kline, R. B. 2010. **Principles and practice of structural equation modeling**. (3rd ed.) Guilford Press, New York.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. 2002. How to use a Monte Carlo study to decide on sample size and determine power. **Structural Equation Modeling**. 9 599–620. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0904_8
- Chiang, I-C.A., Jhangiani, R.S., & Price, P.C. 2015. **Research Methods of Psychology**.

- (2nd ed.) Canadian Edition. Victoria, B.C.: BCcampus. Retrieved March 25, 2022 from <https://opentextbc.ca/researchmethods/>
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. 2006. **A first course in structural equation modeling**. (2nd ed.) Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Singh, K., Junnarkar, M., & Kaur, J. 2016. **Measures of Positive Psychology, Development and Validation**. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-3631-3>
- Schumacker, R. E., and Lomax, R. G. 2004. **A beginner's guide to structural equation modeling**. (2nd ed.) Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S. 2007. **Using Multivariate Statistics**. (5th ed.) New York: Allyn and Bacon.
- _____. 2013. **Using Multivariate Statistics**. Boston, MA: Pearson Education Inc.
- Uttley, J. 2019. Power Analysis, Sample Size, and Assessment of Statistical Assumptions. **The Journal of the Illuminating Engineering Society**. 15 (2 - 3) 1 - 20. <https://doi.org/10.1080/15502724.2018.1533851>
- Wilkinson, L. and the Task Force on Statistical Inference. 1999. Statistical Methods in Psychology Journals: Guidelines and Explanations. **American Psychologist**. 54 594 - 604. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.54.8.594>

รายการอ้างอิงจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ (Translated Thai References)

- Rathachatranon, Wanlop. 2019. Determining an Appropriate sample size for social science research: The Myth of using Taro Yamane and Krejcie & Morgan Method. **Political Science of Kasetsart University Review**. 6 (1) 24 – 40. (In Thai)
- Suksawang, Poonpong. 2013. **Structural equation modeling**. Bangkok: Printing house wattanaphanit. (In Thai)