การประมาณค่าขนาดอิทธิพลของลองฟอร์ดและการประยุกต์
Longford's Estimation of Effect Size and Application

วิโรจน์ มงคลเทพ*

อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน 55000

บทคัดย่อ

วิธีการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้วิธีการทางสถิติมาสังเคราะห์งานวิจัยหลาย ๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาการวิจัยเดียวกัน หรือที่เรียกว่า การวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis) เพื่อหาดัชนีมาตรฐานที่วัดในรูปขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำที่มีต่อตัวแปรตามว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นค่าที่มีหน่วยมาตรฐานเดียวกันและทำให้สามารถสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณเข้าด้วยกันได้ บทความวิชาการนี้ ผู้นิพนธ์ได้นำเสนอและอธิบายวิธีการประมาณค่าขนาดอิทธิพลตามวิธีของลองฟอร์ด ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งและได้รับการพัฒนาล่าสุด โดยได้พิสูจน์ให้เห็นถึงที่มาและรูปแบบของฟังก์ชันของตัวประมาณค่าขนาดอิทธิพล ตลอดจนได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าประมาณขนาดอิทธิพลตามวิธีของลองฟอร์ดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์อภิมานต่อไป

Abstract

Quantitative research synthesis employed statistical methods to synthesize several research papers which were identical in terms of research problems, Meta-Analysis, in order to discover a standard index that was able to synthesize the aforementioned research papers and to measure the quantifiable effects of manipulated variable on the dependent variable. Regarding this article, the author presented and explained Longford's estimation of effect size, which is one of the most efficient and recent estimations. The study proved the background and functional model of the estimator of effect size. In addition, the calculation examples following the estimator of Longford's effect size were demonstrated by meta-analysis.

คำสำคัญ : การประมาณค่า ขนาดอิทธิพล

Keywords : Estimation; Effect Size

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ wiroj-mongkolthep@hotmail.com โทร. 08 1993 2744*

1. บทนำ

ในการวิจัยไม่ว่าจะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง หรือการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ก็มีจุดมุ่งหมายของการวิจัยที่มุ่งศึกษาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปรที่ศึกษา ผลการวิจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยดัชนีมาตรฐานที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อบ่งชี้ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในปัญหาวิจัยที่นักวิจัยนำมาสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ หรือเรียกว่า การวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) ค่าดัชนีมาตรฐานดังกล่าวที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด ดัชนีชนิดแรก คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นค่าสถิติที่ถูกนำมาใช้เป็นดัชนีมาตรฐานในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ค่าสถิตินี้พัฒนาโดย Pearson, K. เมื่อ ค.ศ. 1904 ดัชนีชนิดที่สอง คือ ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เป็นค่าสถิติที่ถูกนำมาใช้เป็นดัชนีมาตรฐานในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงทดลอง ค่าสถิตินี้พัฒนาโดย Cohen, J. เมื่อ ค.ศ. 1969 (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) โดย Glass, G.V. ริเริ่มใช้ค่าขนาดอิทธิพลและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นดัชนีมาตรฐานในการสังเคราะห์งานวิจัย และบัญญัติศัพท์ Mata-analysis ในปี ค.ศ. 1976 จากนั้นการวิเคราะห์อภิมานได้รับการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นโดย Glass, McGaw and Smith ในปี ค.ศ. 1981 โดย Hunter, Schmidt and Jackson ในปี ค.ศ. 1982 และโดย Hedges and Olkin ในปี ค.ศ. 1985 (Hedges and Olkin, 1985; รัตนะ บัวสนธ์, 2539) ในปัจจุบันวิธีการประมาณค่าดัชนีมาตรฐานดังกล่าวมีรูปแบบแตกต่างกันออกไปตามการพัฒนาของนักสถิติหลายท่าน ซึ่งผู้นิพนธ์จะได้กล่าวถึงการประมาณค่าขนาดอิทธิพลที่ได้พัฒนาล่าสุดโดย Longford, N.T. เมื่อ ค.ศ. 2009 ที่ได้นำเสนอการประมาณค่าขนาดอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพ (Efficiency estimator) อีกรูปแบบหนึ่งสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงทดลอง

2. การประมาณค่าขนาดอิทธิพล

ลองฟอร์ด เอ็น ที (Longford, N.T., 2009) เป็นนักสถิติอีกท่านหนึ่งที่ได้ศึกษาลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติในการประมาณค่าขนาดอิทธิพล (Sampling distribution of estimator of effect size) เช่นเดียวกับวิธีของเฮดจ์และอัลคิน (Hedges and Olkin) เมื่อ ค.ศ. 1985 ซึ่งมีบริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่มีจำนวนจำกัด โดยที่ค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่ได้จะไม่มีความเอนเอียง (Unbiased estimator) และความแปรปรวนของค่าประมาณขนาดอิทธิพลมีค่าต่ำ หรือที่เรียกว่า ค่าประมาณที่มีประสิทธิภาพ (Efficiency estimator) โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) ที่มีค่าต่ำสุด

ค่าขนาดอิทธิพลของลองฟอร์ดอยู่ในรูปของอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยประชากรและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลในรูปของ

$$\mu/\sigma = (\mu_E - \mu_C)/\sigma$$

เมื่อ μ_E, μ_C เป็นค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามลำดับ และ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของประชากรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โดยที่ $d = \bar{Y}/S = (\bar{Y}_E - \bar{Y}_C)/S$ เป็นค่าประมาณขนาดอิทธิพลของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อ

$\bar{Y}_E - \bar{Y}_C$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามลำดับ และ $S = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2 \Big/ n-1}$ ซึ่งเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Longford, 2009)

จากข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ (Normality) และมีความแปรปรวนคงที่ (Homoscedasticity) และจากทฤษฎีทางสถิติที่ระบุว่า $\bar{Y}$ และ S^2 เป็นค่าประมาณที่ไม่เอนเอียงของ μ และ σ^2 ตามลำดับ และ S เป็นค่าประมาณที่เอนเอียงของ σ (พิษณุ เจียวคุณ, 2550) ดังนั้น $\bar{Y}/S$ จะเป็นค่าประมาณที่มีความเอนเอียงและไม่มีประสิทธิภาพของ μ/σ นั่นเอง จึงทำให้ลองฟอร์ดได้ศึกษาและพัฒนาเพื่อให้ได้ค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่ไม่ลำเอียงและมีประสิทธิภาพขึ้น

จากทฤษฎีทางสถิติ S^2 เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง แต่ไม่มีประสิทธิภาพของพารามิเตอร์ σ^2 โดยหลักการจะทำให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของ S^2 มีค่าต่ำ คือ กำหนดให้ค่าสถิติอยู่ในรูปของ cS^2 เมื่อ c เป็นค่าคงที่ใด ๆ ที่ทำให้ MSE ต่ำที่สุด (Longford, 2009) จะได้

$$MSE\left(cS^2;\sigma^2\right) = \sigma^4\left\{\frac{2c^2}{n-1} + (c-1)^2\right\}, c > 0 \quad (1)$$

ดังนั้น การประมาณค่าขนาดอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพในรูปของ $c\bar{Y}/S$ สำหรับค่าคงที่ $c > 0$ และให้ $\bar{Y}$ และ S^2 เป็นอิสระจากกันและเป็นค่าประมาณที่ไม่เอนเอียงของ μ และ σ^2 ตามลำดับ และมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็น $\tau^2 = var(\bar{Y}) = \sigma^2/n$

เริ่มต้นจากการหาค่าคาดหวัง (Expected value) ของ $1/S^2$ และ $1/S$ ซึ่งการแจกแจงของค่าสถิติทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กับการแจกแจงไคกำลังสอง (Chi-square distribution) คือ $(n-1)S^2/\sigma^2$ มีการแจกแจงไคกำลังสอง ที่มีองศาเสรี (Degree of freedom) เป็น $n-1$ โดยฟังก์ชันการแจกแจงความหนาแน่นน่าจะเป็น (Probability Density Function) ของตัวแปรสุ่ม X ที่มีการแจกแจงไคกำลังสองมีองศาเสรี k คือ

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{k}{2}} x^{\frac{k}{2}-1}\exp\left(-\frac{x}{2}\right), \; x > 0 \quad (2)$$

จากตัวแปรสุ่ม X ที่มีการแจกแจงไคกำลังสองจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ k และมีความแปรปรวนเท่ากับ $2k$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E\left(\frac{1}{X}\right) &= \int_0^{+\infty}\frac{1}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{k}{2}} x^{\frac{k}{2}-2}\exp\left(-\frac{x}{2}\right)dx \\ &= \frac{1}{2}\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-1\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \\ &= \frac{1}{k-2}, \quad k > 2 \end{aligned} \quad (3)$$

และจากการอินทิเกรทฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นของการแจกแจงไคกำลังสองที่มีองศาเสรีเท่ากับ $k-2$ จะได้

$$E\left(\frac{1}{S^2}\right) = \frac{n-1}{(n-3)\sigma^2}, \quad n > 3 \quad (4)$$

สำหรับ $n-3$ แล้วค่าคาดหวังของ $1/S^2$ จะมีค่าอนันต์ (Infinite)

ในทำนองเดียวกันจะได้

$$\begin{aligned} E\left(\frac{1}{\sqrt{X}}\right) &= \int_0^{+\infty}\frac{1}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{k}{2}} x^{\frac{k}{2}-\frac{3}{2}}\exp\left(-\frac{x}{2}\right)dx \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{\Gamma\left(\frac{k-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}, \quad k > 1 \end{aligned} \quad (5)$$

และ $$E\left(\frac{1}{S}\right) = \sqrt{\frac{n-1}{2\sigma^2}}\frac{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}, \quad n > 2 \quad (6)$$

ดังนั้น การหาค่าคงที่ c ที่ทำให้ค่าประมาณ $c\bar{Y}/S$ มีค่า MSE ต่ำที่สุด เพื่อเป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพล (μ/σ) ซึ่งสมการของ MSE โดยทั่วไปที่มี $\hat{\theta}$ เป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ θ เป็นดังนี้

$$MSE\left(\hat{\theta};\theta\right) = E\left(\hat{\theta}^2\right) - \left\{E\left(\hat{\theta}\right)\right\}^2 + \left\{E\left(\hat{\theta}\right) - \theta\right\}^2 = E\left(\hat{\theta}^2\right) - 2\theta E\left(\hat{\theta}\right) + \theta^2 \quad (7)$$

จะได้ MSE ของ $c\bar{Y}/S$ คือ

$$MSE\left(\frac{c\bar{Y}}{S};\frac{\mu}{\sigma}\right) = c^2 E\left(\frac{\bar{Y}^2}{S^2}\right) - 2c\frac{\mu}{\sigma}E\left(\frac{\bar{Y}}{S}\right) + \frac{\mu^2}{\sigma^2}$$

$$= c^2(\mu^2+\tau^2)E\left(\frac{1}{S^2}\right) - 2c\frac{\mu^2}{\sigma}E\left(\frac{1}{S}\right) + \frac{\mu^2}{\sigma^2} \quad (8)$$

โดยที่ $n > 3$ ดังนั้น จากสมการ (8) จะมีค่า MSE ต่ำที่สุดโดยใช้วิธีทางแคลคูลัสหาค่าต่ำสุด โดยหาอนุพันธ์ของ MSE เทียบกับ c แล้วกำหนดให้อนุพันธ์ดังกล่าวเท่ากับศูนย์ จะได้

$$c = \frac{\mu^2}{(\mu^2+\tau^2)}\frac{E\left(\frac{1}{S}\right)}{\sigma E\left(\frac{1}{S^2}\right)} = \frac{\mu^2}{(\mu^2+\tau^2)}K(n)$$

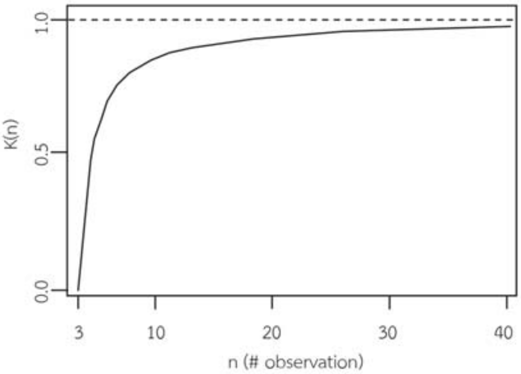
เมื่อ $$K(n) = \frac{n-3}{\sqrt{2(n-1)}}\frac{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)} \quad (9)$$

นั่นคือ ค่าประมาณที่มีประสิทธิภาพอยู่ในรูปของ $c\bar{Y}/S$ คือ $(\mu^2/(\mu^2+\tau^2)K(n)\bar{Y})/S$ แต่ในทางปฏิบัติ ค่าพารามิเตอร์ μ^2 และ τ^2 ซึ่งไม่ทราบค่าโดยค่าเหล่านี้อาจถูกละทิ้งไปหรือความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอาจถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ $(\tau^2 = 0)$ จึงทำให้ค่า $(\mu^2/(\mu^2+\tau^2)$ มีค่าเป็นหนึ่งหน่วย (Unity) ลองฟอร์ดจึงได้ให้ข้อสังเกตว่าประสิทธิภาพของค่าประมาณขนาดอิทธิพลอาจลดลง แต่ในการปรับแก้ค่าขนาดอิทธิพลของลองฟอร์ดนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าคงที่เพียงเท่านั้น ซึ่งค่าคงที่นั้น คือ ขนาดตัวอย่าง

ดังนั้น ค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพของลองฟอร์ด คือ $K(n)\bar{Y}/S$

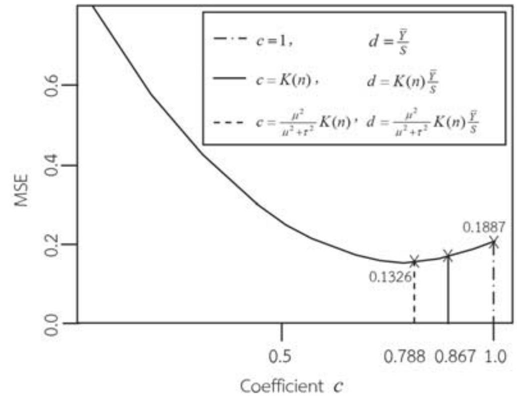
โดยที่ $$K(n) = \frac{n-3}{\sqrt{2(n-1)}}\frac{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}, \quad n > 2$$

เมื่อ n เป็นขนาดตัวอย่าง



รูปที่ 1 ฟังก์ชันของ $K(n)$

จากรูปที่ 1 แสดงฟังก์ชันของ K ที่ขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างมีเพียง 3 ค่า จะให้ค่า $K(3)$ เท่ากับ 0 โดยที่ $K(n) < 1$ และ $c < 1$ สำหรับทุกค่าของ n และถ้า $n \to \infty$ แล้ว $c \to 1$



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณขนาดอิทธิพลแต่ละวิธี สำหรับ $n = 11$, $\mu = 10$, $\sigma^2 = 110$ และ $\tau^2 = 10$ และฟังก์ชันของ c

จากรูปที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณขนาดอิทธิพลแต่ละวิธี สำหรับ $n = 11$, $\mu = 10$, $\sigma^2 = 110$ และ $\tau^2 = 10$

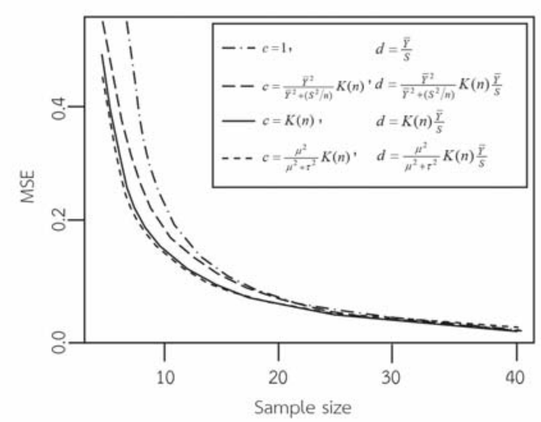
จากค่า $K(n) = \dfrac{n-3}{\sqrt{2(n-1)}} \dfrac{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}$

จะได้ค่า $K(11) = \dfrac{11-3}{\sqrt{2(11-1)}} \dfrac{\Gamma\left(\frac{11-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{11-1}{2}\right)} = 0.867$

และกรณีที่ $c = \mu^2 / (\mu^2 + \tau^2) K(n)$

$= 100/(100+10) K(11) = 0.788$

ให้ค่า MSE = 0.1326 กรณีที่กำหนดให้ $\tau^2 = 0$ แล้ว $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2) = 1$ ได้ค่า $c = K(n) = K(11) = 0.867$ ให้ค่า MSE = 0.1404 และกรณีที่ $c = 1$ ให้ค่า MSE = 0.1887 ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบค่า MSE ของค่าประมาณขนาดอิทธิพลแต่ละวิธี สรุปได้ว่า ค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อค่า $c = \mu^2/(\mu^2 + \tau^2)K(n)$ รองลงมาคือ $c = K(n)$ และ $c = 1$ ตามลำดับ



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณ ขนาดอิทธิพลแต่ละวิธี สำหรับ $\mu = 10$, $\sigma^2 = 110$ และ $\tau^2 = \sigma^2 / n$

จากรูปที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณขนาดอิทธิพลแต่ละวิธี กรณีที่ $\sigma^2 = 110$ และ $\tau^2 = \sigma^2 / n$ สำหรับทุกค่าของขนาดตัวอย่าง พบว่า ค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่อยู่ในรูปของ $\bar{Y}/S$ จะมีประสิทธิภาพเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ และค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่อยู่ในรูปของ $\mathrm{K}(n)\bar{Y}/S$ จะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่ใช้ค่า $\bar{Y}^2/(\bar{Y}^2 + (S^2/n)$ เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)$ นั่นคือ $\bar{Y}^2/(\bar{Y}^2 + (S^2/n)\mathrm{K}(n)\bar{Y}/S$

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาค่าประมาณขนาดอิทธิพลที่อยู่ในรูป $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)\mathrm{K}(n)\bar{Y}/S$ จะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าค่าประมาณขนาดอิทธิพลอื่น แต่ในทางปฏิบัติแล้วค่าพารามิเตอร์ μ^2 และ τ^2 ไม่ทราบค่า จึงทำให้อัตราส่วน $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)$ นั้นไม่สามารถหาค่าที่แท้จริงได้ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงปัญหาในการปรับแก้ค่าขนาดอิทธิพลที่มีข้อจำกัดนี้ โดยที่ลองฟอร์ดได้เสนอแนะว่า อัตราส่วนดังกล่าวอาจใช้รูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้ที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบอื่น ๆ ของค่า μ^2 และ τ^2 และประสิทธิภาพของค่าประมาณขนาดอิทธิพลจะสูงขึ้นกรณีตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่า 12 (Longford, 2009)

3. บทประยุกต์

ในที่นี้ผู้นิพนธ์ได้ยกตัวอย่างข้อมูลสมมติเพื่อแสดงการคำนวณและประสิทธิภาพของค่าประมาณขนาดอิทธิพลตามวิธีของลองฟอร์ด ในแบบแผนการทดลองวัดผลหลังการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุม (Randomized control group posttest design) กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 2 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับวิธีการสอน

แบบบทบาทสมมติ และกลุ่มควบคุมได้รับวิธีการสอนปกติ มีการวัดผลจากแบบทดสอบหลังการทดลอง คะแนนเต็ม 70 คะแนน โดยกำหนดให้ตัวแปร Y_C เป็นคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม และ Y_E เป็นคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติของตัวแปร Y_C และ Y_E ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	ตัวแปร		
	Y_C	Y_E	$Y_E - Y_C$
1	56	65	9
2	48	54	6
3	46	54	8
4	52	54	2
5	64	69	5
6	53	67	14
7	60	62	2
8	50	49	–1
9	46	57	11
ค่าเฉลี่ย	52.78	59.00	6.22
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.24	6.96	4.79

ค่าประมาณขนาดอิทธิพล

$$d = (\bar{Y}_E - \bar{Y}_C)/S = (59.00 - 52.78)/4.79 = 1.30$$

จาก $K(n) = \dfrac{n-3}{\sqrt{2(n-1)}} \dfrac{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}$

ได้ค่า $K(9) = \dfrac{9-3}{\sqrt{2(9-1)}} \dfrac{\Gamma\left(\frac{9-2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{9-1}{2}\right)} = 0.88$

ดังนั้น ค่าขนาดอิทธิพลของลองฟอร์ดมีค่าเท่ากับ $K(n)\bar{Y}/S = K(9)\bar{Y}/S = 0.88 \times 1.30 = 1.14$ มีความหมายว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม 1.14 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และถ้าตกลงยอมรับว่าคะแนนของกลุ่มประชากรมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติแล้ว ก็อาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 13 ของกลุ่มทดลอง หรือในทำนองเดียวกันกล่าวได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 87 ของกลุ่มควบคุม (เพราะ d=1.14 ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 87)

ทั้งนี้ ลองฟอร์ดได้อภิปรายเพิ่มเติมไว้ว่าสำหรับค่า $c = 1$ และ $c = K(9)$ จากยกตัวอย่างข้อมูลสมมติข้างต้น จะให้ค่า MSE เท่ากับ 0.365 และ 0.267 ตามลำดับ หากสมมติว่าทราบค่าอัตราส่วน $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)$ มีค่าเท่ากับ 1.7/2.3 จะได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)K(9)\bar{Y}/S$ = 1.7/2.3 x 1.14 = 0.84 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.246 ซึ่งมีค่าลดลงจากค่า MSE ของ $K(9)\bar{Y}/S$ เพียงร้อยละ 8 แต่ถ้าอัตราส่วน $(\mu^2/(\mu^2 + \tau^2)$ ไม่ทราบค่า การประมาณค่าขนาดอิทธิพลจะมีความถูกต้องน้อยลง โดยที่ $\bar{Y}^2/(\bar{Y}^2 + (S^2/n)K(9)\bar{Y}/S$ จะมีประสิทธิภาพด้อยกว่า $K(9)\bar{Y}/S$

4. สรุป

งานวิจัยที่นักวิจัยสังเคราะห์รวบรวมมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์อภิมานนั้น มีแบบแผนการวิจัยแตกต่างกัน วัดตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์ด้วยเครื่องมือต่างกัน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติแตกต่างกัน ทำให้ผลการวิจัยที่ศึกษาปัญหาเดียวกันมีผลอยู่ในรูปแตกต่างกัน นำมาเปรียบเทียบหรือสังเคราะห์ผลการวิจัยทันทีไม่ได้ จะทำได้ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนรูปผลการวิจัยให้มีมาตรฐานเดียวกันก่อน โดยสร้างดัชนีมาตรฐานจากผลการ

วิจัยแต่ละเรื่องก่อน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ดังค่าขนาดอิทธิพลตามวิธีของลองฟอร์ด (Longford) ในปี ค.ศ. 2009 เป็นวิธีที่ได้รับการพัฒนาล่าสุด ซึ่งวิธีที่เสนอนี้ให้ค่าขนาดอิทธิพลที่ไม่เอนเอียงและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่งสำหรับกรณีตัวอย่างมีขนาดเล็ก โดยที่สูตรการประมาณค่าขนาดอิทธิพลนี้ต้องทำการประมาณค่าจากข้อมูลโดยตรง ยังไม่สามารถประมาณค่าจากผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้ดังเช่นวิธีของ Glass ที่เป็นที่รู้จักกันดีและได้รับความนิยมในการวิเคราะห์อภิมานอยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ดี การประมาณค่าขนาดอิทธิพลตามวิธีของลองฟอร์ดถือเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณมากนัก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยทุกเรื่องที่นำมาสังเคราะห์ ผลการวิเคราะห์อภิมานจะได้ข้อสรุปที่เป็นข้อยุติสุดท้ายที่มีความเที่ยงตรงสูงกว่าข้อสรุปที่ได้จากงานวิจัยเพียงเรื่องเดียว (Hedges and Olkin, 1985)

5. เอกสารอ้างอิง

รัตนะ บัวสนธ์. 2539. **บางแง่มุมของการวิเคราะห์อภิมาน.** พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542. **การวิเคราะห์อภิมาน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิษณุ เจียวคุณ. 2550. **สถิติคณิตศาสตร์ 1**. เชียงใหม่: เอกสารคำสอน ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Hedges, L.V. and Olkin, I. 1985. **Statistical Methods for Meta-Analysis**. Boston: Academic Press.

Longford, N. T. 2009. Efficient Estimation of the Standardized Value. **Journal of Educational and Behavioral Statistics.** 34(4): 522-529.