"...ปัญหาของการวิจัยที่มักจะเกิดขึ้นดังกล่าวนี้ ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าสถิติที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ได้น้อย อาจจะเนื่องมาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร..."

การกำหนดขนาดในการเลือกตัวอย่าง

ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ *

การทดสอบสมมุติฐานเชิงสถิติจะไม่สามารถให้ผลการทดสอบถูกต้องตามความเป็นจริงทุกครั้ง ความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐานเชิงสถิติจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น วิธีที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานและขนาดตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นต้น ความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐานเชิงสถิติโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ความผิดพลาดชนิดที่หนึ่ง (Type I error) ซึ่งเป็นการผิดพลาดที่ปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) เมื่อจริง ๆ แล้วสมมุติฐานว่างเป็นจริง และความผิดพลาดชนิดที่สอง (Type II error) ซึ่งเป็นการผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับสมมุติฐานว่าง (H_0) เมื่อจริง ๆ แล้วสมมุติฐานว่างไม่จริง (สรชัย พิศาลบุตร.2532)

ปัญหาของการวิจัยที่มักจะเกิดขึ้นดังกล่าวนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าสถิติที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ได้น้อย อาจจะเนื่องมาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ดร.นิยม ปุราคำ (2517) ได้เสนอสูตรในการกำหนดขนาดตัวอย่างไว้ว่า

$$n = \frac{NZ^2(S.D.)^2}{d^2N+Z^2(S.D.)^2}$$

* *อาจารย์ภาควิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*

ผู้วิจัยจะกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง(n) จากจำนวนประชากร(N) โดยผู้วิจัยจะต้องทราบค่า S.D. และจะต้องกำหนดค่า d โดยที่ถ้ากำหนดให้ค่า d = 0 หมายความว่า ถ้าไม่ต้องการให้มีความคลาดเคลื่อนเลย ผู้วิจัยจะต้องใช้ประชากรทั้งหมด

$$n = \frac{NZ^2(S.D.)^2}{0+Z^2(S.D.)^2} = N$$

การใช้สูตรเพื่อกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนั้น สามารถคำนวณหาได้จากสูตรและตารางสำเร็จรูป ดังนี้

1. กรณีประมาณค่าสัดส่วนของประชากร สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$n = \frac{Nz^2pq}{z^2pq+d^2(N-1)}$$

2. กรณีของการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$n = \frac{Nz^2(S.D.)^2}{}$$

1. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ประมาณค่าสัดส่วนของประชากร ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการทราบค่าพารามิเตอร์ (parameter) ในลักษณะที่เป็นสัดส่วน(Proportion) เช่น ต้องการทราบว่ามีสัดส่วนของนักเรียนในหมู่บ้านอ่านเขียนภาษาไทยไม่ได้เป็นเท่าไร หลักวิชาในการกำหนดขนาดตัวอย่างจะเป็นดังนี้

กำหนดให้

ค่าสัดส่วนที่เป็นค่าพารามิเตอร์ $= p$

และ ค่าสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง $= \hat{p}$

การเลือกตัวอย่างที่ค่าสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ($\hat{p}$) เป็นตัวแทนที่ดีของค่าพารามิเตอร์ (p) จะได้

$$\hat{p} = p$$

การที่ค่าสถิติที่เป็นค่าสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างไปจากค่าพารามิเตอร์ ก็คือ ค่า d

$$\hat{p} - p = d$$

จากทฤษฎีที่ว่า การกระจายของค่าสถิติที่เป็นค่าสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง จะมีการกระจายเป็นโค้งปกติเมื่อประชากรมีขนาดใหญ่(N) และสามารถหาค่าความแปรปรวนของค่า p ได้จากสมการ

$$\sigma = \sqrt{\frac{N-n}{N-1} \cdot \frac{pq}{}}$$

เมื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่นเป็น $-\alpha$ ถ้ากำหนดให้ α = d จะได้ว่า

$$p \pm d = p \pm z\sqrt{\frac{N-n}{N-1}\cdot\frac{pq}{n}}$$

$$d^2 = z^2\,\frac{N-n}{N-1}\cdot\frac{pq}{n}$$

$$n = \frac{Nz^2pq}{d^2(N-1)+z^2pq}$$

เนื่องจากทราบว่าค่าความแปรปรวนในกรณีของค่าสัดส่วน คือ pq จะมีค่าสูงสุดไม่เกิน 0.25 และถ้ากำหนดค่า z = 1.96 ซึ่งเป็นค่าคะแนนมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะได้

$$n = \frac{N(1.96)^2(0.25)}{d^2(N-1)+(1.96)^2(0.25)} = \frac{N}{1+d^2(N-1)}$$

Krejcie and Morgan (1976) อาศัยแนวคิดดังกล่าวนี้เสนอสูตรการกำหนดขนาดตัวอย่าง ดังนี้

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{d^2(N-1)+\chi^2 p(1-p)}$$

$z^2 = \chi^2$ χ^2 คือ chi Squarre ที่ df = 1

โดยที่

q เขียนในรูปของ 1-p

และเสนอตารางสำเร็จรูปสำหรับการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกรณีของการประมาณค่าสัดส่วน ซึ่งได้จากการกำหนดค่าต่าง ๆ ในสมการ ดังนี้

χ^2 $.96^2 = 3.841$ ($\alpha = 0.05$)

เพื่อให้ได้ค่าความแปรปรวน(Variance)สูงสุดในกรณีของสัดส่วน จะได้

$p = 0.5$

กำหนดให้ค่า $d = 0.05$

นำค่าต่าง ๆ ไปแทนค่าในสมการข้างต้น จะได้

$$n = \frac{384.1N}{384.1+N}$$

Yamane (1973) ได้พัฒนาสูตรสำเร็จขึ้นโดยอาศัยแนวคิดจากสูตรดังกล่าวนี้และเมื่อกำหนดให้ค่า z = 2 ซึ่งเป็นค่าคะแนนมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่นสูงกว่าร้อยละ 95 เล็กน้อย จะได้

$$n = \frac{400N}{400+N}$$

2. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร

หลักวิชาในการเลือกตัวอย่างในการกำหนดค่า d คือ จะต้องกำหนดให้อัตราความแตกต่างไม่เกินร้อยละ r เมื่อเปรียบกับค่าเฉลี่ยประชากร

$$|\mu - \bar{x}| \leq r\mu$$

จาก Central Limit Theorem สามารถหาค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของประชากรได้ว่า

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}\cdot\frac{S.D.}{\sqrt{n}}} = \sqrt{\frac{N-n}{N}\cdot\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}$$

ดังนั้น ณ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด อัตราความคลาดเคลื่อนไม่เกิน d จะได้

$$\mu \pm r\mu = \mu \pm z.\sqrt{\frac{N-n}{N}\cdot\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}$$

$$\frac{z^2(N-n)}{N}\cdot\frac{S.D.}{\sqrt{n}}$$

$$n = \frac{Nz^2\,(S.D.)^2}{Nr^2\mu^2 + z^2\,(S.D.)^2}$$

จากสูตรดังกล่าวนี้ พิสิฐ ตัณฑวณิช (2530) ได้นำเสนอไว้ดังนี้

$$n = \frac{\frac{z^2}{r^2}\left(\frac{S.D.}{\mu}\right)}{1 + \frac{z^2}{Nr^2}\left(\frac{S.D.}{\mu}\right)^2}$$

$$n = \frac{\frac{z^2}{r^2}\left(\frac{S.D.}{\bar{x}}\right)^2}{\frac{z^2}{Nr^2}\left(\frac{S.D.}{\bar{x}}\right)}$$

ถ้ากำหนดให้

$\frac{S.D.}{\bar{x}}$

$r = 0.05$

$z = 2$

จะได้

$$n = \frac{400N}{400 + N}$$

การใช้สูตรในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างนี้มีข้อจำกัด คือ ใช้สำหรับการวิจัยองค์ประกอบเดียว (One factor design) ที่มี k ระดับ ($2 \leq k \leq 8$) ผลของการวัดเป็น dichotomous และสูตรดังกล่าวนี้ได้พิจารณาเฉพาะระดับความมีนัยสำคัญ หรือ TYPE I error เท่านั้น ในความเป็นจริงควรได้พิจารณาถึงอำนาจการทดสอบทางสถิติ ($1-\beta$) ซึ่งเป็นการพิจารณา Type II error (β) ด้วย

นอกจากนี้ควรได้พิจารณาถึง Effect size : ค่าของ effect size จะถูกนิยามในรูปของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่หาได้จาก pilot study ตัวอย่างเช่น ถ้านักพฤติกรรมศาสตร์ต้องการตรวจสอบเวลาที่ให้กับสิ่งเร้าภายใต้ treatment 4 อย่าง (จะมีกลุ่ม 4 กลุ่ม) เวลาของการตอบสนองจาก treatment ทั้ง 4 จะเป็นตัวแปรเกณฑ์(Criterion variable) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า SD = 8 จากข้อมูลนี้หา effect size (ES) ได้โดยคำนวณ เช่น ES = 0.75 (เท่ากับ 3/4 ของ SD) เป็นต้น Krejcie และ Morgan กล่าวถึง effect size เสมือนเป็นดีกรีของความถูกต้อง (degree of accuracy = d และใช้ d = 0.05) มาจากนิยามว่า the degree to which the phenomenon exists ไม่มีเหตุผลที่ค่า ๆ เดียวของ d หรือ r จะเท่ากับ 0.05 เสมอไปหรือกล่าวได้ว่า ค่าเดียวนั้นจะเหมาะกับทุกสถานการณ์

Hinkle และ Oliver (1985) ได้พัฒนาตารางที่ 1 และ 2 ขึ้นเพื่อใช้กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เป็น one sample case และผลการวัดเป็น dichotomy ซึ่งได้พัฒนาขึ้นจากการใช้สูตรต่อไปนี้

$$n_i = \frac{\sigma^2(t_\beta - t_\alpha)^2}{d^2}$$

เมื่อ n_i คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับ infinite population
σ^2 คือ population error variance
t_β คือ ค่าจากตาราง t ที่ระดับ β
t_α คือ ค่าจากตาราง t ที่ระดับ α
d คือ effect size หรือดีกรีของความถูกต้อง

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดสอบทางเดียวหรือสองทาง มีค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ระดับความมีนัยสำคัญ (.05, .01)
2. อำนาจการทดสอบทางสถิติ (.75, .80, .85, .90, .95, .99)
3. ค่าความแปรปรวนโดยประมาณ (สัดส่วนของประชากรสมมุติว่าเท่ากับ 0.5) ซึ่งจะให้ค่าความแปรปรวนสูงสุด) และ
4. effect size ที่แสดงในรูปสัดส่วนในเทอมของความแตกต่างจริง (d จาก .01 ถึง .05 และแสดงในหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ES จาก .02 ถึง 1.0)

Hinkle และ Oliver (1985) เสนอตารางที่ 3 และ 4 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีตัวแปรอยู่ในระดับ interval/ratio scale ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยการใช้สูตรข้างต้นและการแจกแจงของ t ตารางนี้ใช้สำหรับการทดสอบทางเดียวหรือสองทาง โดยมีค่าต่อไปนี้

1. ระดับความมีนัยสำคัญ (.05, .01)
2. อำนาจการทดสอบทางสถิติ (.75, .80, .85, .90, .95, .99)
3. ค่าความแปรปรวนโดยประมาณ – standardized in the effect size
4. effect size ซึ่งนิยามในเทอมของหน่วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ES จาก .10 ถึง 1.50)

เพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้ตาราง สมมุติว่านักสังคมวิทยาต้องการกำหนดสัดส่วนของเด็กที่มาจากครอบครัวที่มีปัญหา ซึ่งเป็นการวัดแบบ dichotomous เพราะฉะนั้นก็จะใช้ทั้งตาราง 1 และตาราง 2 สำหรับการทดสอบ 2 ทาง α = .01, power = .80 และ d = .10 ขนาดของตัวอย่าง = 292

การเปรียบเทียบกับวิธีอื่น (Comparison with other methods)

คำถามที่มักถามกันก็คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในตารางที่ 1 และ 2 แตกต่างจากที่ Krejcie และ Morgan พัฒนามาอย่างไร ก่อนที่จะมีการเปรียบเทียบจำเป็นที่จะต้องปรับค่าในตารางที่ 1 และ 2 โดยการใช้ finite population correction (f.p.c.) การปรับโดยใช้ f.p.c. จะทำให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าการใช้ infinite population ดังสูตรต่อไปนี้

$$n_f = \frac{n_i}{1 + \left(\frac{n_i}{N}\right)}$$

เมื่อ n_f คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับ finite population
n_i คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับ infinite population
N คือ ขนาดของประชากร

เราไม่จำเป็นต้องใช้ f.p.c. ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ถ้าค่า n_i/N ไม่เกิน 5%

ตารางที่ 5 พัฒนาขึ้นเพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เสนอโดย Krejcie และ Morgan จากตารางของ Krejcie และ Morgan ถ้า N = 1,000,000 คน α = .05, d = .05 และทดสอบสองทาง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง = 384 แต่จากตารางที่ 5 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง = 785 จะเห็นว่าค่าทั้ง 2 แตกต่างกันมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับ Type II error (power = .80) ซึ่งในตารางที่ 5 ได้นำมาพิจารณา แต่ตารางของ Krejcie และ Morgan ไม่ได้นำมาพิจารณา

ข้อพิจารณาอื่น ๆ ในการตัดสินเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เทคนิคสำหรับประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับ one-sample case ได้อภิปรายมาแล้ว อย่างไรก็ตามก็ยังมีอีกหลายประเด็นที่ต้องพิจารณาคือ

1. ข้อตกลงที่กล่าวในบทความนี้ คือ ขนาดของตัวอย่าง (n) ต้องได้มาโดยการสุ่ม (random) ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงในวิธีการสุ่มอื่น ๆ นอกจากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ถ้านำวิธีสุ่มอย่างอื่นมาใช้จะต้องปรับโดยการประมาณค่าความแปรปรวน และ ES ก่อนใช้ตารางเช่นเดียวกัน กระบวนการปรับ การประมาณค่า ความแปรปรวนศึกษาได้จาก Cochran (1963), Kish (1965) และ Sudman (1976)

2. เกี่ยวกับอัตราการตอบและความสัมพันธ์กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงสำรวจที่มีการเก็บข้อมูลโดยการส่งแบบสำรวจ บางทีจะได้รับกลับคืนเพียง 40-50% ทั้ง ๆ ที่ควรจะได้รับ 100% ถ้าผู้วิจัยไม่แน่ใจว่าผู้ตอบจะตอบให้หรือไม่เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ให้มาก(เพราะจะมีกลุ่มที่ไม่ตอบ) เพื่อจะได้มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนเพียงพอ (แต่พึงระมัดระวังความสำคัญของกลุ่มที่ไม่ตอบ ข้อมูลอาจสูญหายได้)

ตารางที่ใช้ต้องสมมุติว่า สเกลการวัดของการตอบเป็นทั้ง dichotomous หรือ interval/ratio อย่างไรก็ตามเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจเป็นจำนวนมาก ประกอบด้วยข้อกระทง (item) ที่จะต้องตอบอยู่ในรูป mode เช่น Likert scale, semantic differential ตารางของ Krejcie และ Morgan ยังไม่เหมาะสมในข้อจำกัดของการวัดที่เป็น dichotomous ตามที่ได้อภิปรายไว้แล้ว ข้อจำกัดที่เหมือนกันที่ต้องพิจารณาในตารางที่กล่าวในที่นี้ ก็คือ ตัวแปรต้องเป็น dichotomous และ interval/ratio เพื่อที่จะใช้ได้กับข้อมูลที่เป็น ordinal จะต้องปรับตัวแปรให้เป็น dichotomous หรือ interval

Elliott (1980) ได้เสนอกระบวนการที่น่าสนใจในการประมาณค่าความแปรปรวนใน Likert scale ในการประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างคือ ใช้ $(\text{Range}/2)^2$ ในการประมาณค่าความแปรปรวน (ซึ่ง range คือค่าที่มีค่าน้อยกว่าจำนวนของ scale) อย่างไรก็ตามกระบวนการในการประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่ได้พิจารณาทั้ง type II error หรือ ES ถ้าผู้วิจัยสามารถประมาณค่าความแปรปรวนในการกำหนด ES ที่เหมาะสม และทำให้อยู่ในรูป S.D. ที่มาตรฐาน ตารางของขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับ interval scale สามารถใช้กับข้อมูลที่อยู่ใน scale Likert ได้ ตัวอย่าง Likert ที่มี 5 scale จะมี range (5-1=4) = 4 ค่าความแปรปรวนโดยประมาณ $(4/2)^2 = 4$ และ S.D. = 2 ถ้าความแตกต่างของ 1 scale point คิดว่าสำคัญ ค่า ES ควรกำหนดเท่ากับ .50

บทความที่กล่าวถึงนี้เป็นการชี้ให้เห็นเฉพาะ one-sample case ตารางที่ให้ใช้สำหรับกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ภายในดีกรีของความถูกต้องที่แน่นอน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ในการวิจัยเชิงสำรวจ จากประสบการณ์ที่ผ่านมา ผู้วิจัยไม่ต้องใช้ข้อมูลในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่เปรียบเทียบการตอบระหว่าง 2 กลุ่มหรือมากกว่า ตัวอย่างเช่น ความแตกต่างของการตอบระหว่างเพศชายและหญิง ถ้าผู้วิจัยวางแผนที่จะใช้ผลของการสำรวจในการเปรียบเทียบ ตารางที่ให้ก็ยังไม่เหมาะสมสำหรับกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องใช้ตารางของ Hinkle และ Oliver (1983)

บทความที่เสนอนี้เป็นการช่วยตอบคำถามเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยจะต้องพิจารณาถึง effect size ซึ่งจะเห็นได้ว่าเราไม่สามารถตอบคำถามของขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้ ถ้าเราไม่พิจารณาคำถามเกี่ยวกับ effect size

TABLE 1

Sample Sizes for Proportions Using One-Tailed Tests with Varying Effect Sizes and Levels of Power

		α = .05 Power of the statistical test					
d	*ES*	*.75*	*.80*	*.85*	*.90*	*.95*	*.99*
		13,450	15,457	17,974	21,412	27,057	
		3,363	3,865	4,493	5,353	6,765	
		841	967	1,124	1,339	1,692	
		538	619	719	857	1,083	
		374	430	500	595	752	
		211	242	281	335	423	
		135	155	180	215	271	
		60	69	80	96	121	
		34	39	45	54	68	
		22	25	29	35	44	
		6	7	8	9	11	
			α = .01				
.01	.02	22,512	25,089	28,270	32,543	39,426	54,117
.02	.04	5,628	6,272	7,068	8,136	9,857	13,530
.04	.08	1,407	1,568	1,767	2,034	2,465	3,383
.05	.10	901	1,004	1,131	1,302	1,577	2,165
.06	.12	626	697	786	904	1,096	1,504
.08	.16	352	393	442	509	616	846
.10	.20	226	251	283	326	395	542
.15	.30	100	112	126	145	176	241
.20	.40	57	63	71	82	99	136
.25	.50	36	41	46	53	64	87
.50	1.00	9	10	12	14	16	22

TABLE 2

Sample Sizes for Proportions Using Two-Tailed Tests with Varying Effect Sizes and Levels of Power

		α = .05					
		Power of the statistical test					
d	*ES*	*.75*	*.80*	*.85*	*.90*	*.95*	*.99*
.01		17,352		22,447	26,270	32,488	45,930
.02		4,338		5,612	6,568	8,123	11,483
.04		1,085		1,403	1,642	2,031	2,871
.05		695		898	1,051	1,300	1,838
.06		482		624	730	903	1,276
.08		272		351	411	508	718
.10		174		225	263	325	460
.15		78		100	117	145	205
.20		44		57	66	82	115
.25		28		36	42	52	74
.50		7		9	11	13	19
		α = .01					
.01	.02	26,412	29,197	32,620	37,199	44,536	60,076
.02	.04	6,603	7,300	8,155	9,300	11,134	15,020
.04	.08	1,651	1,825	2,039	2,325	2,784	3,755
.05	.10	1,057	1,168	1,305	1,488	1,782	2,403
.06	.12	734	811	907	1,034	1,238	1,669
.08	.16	413	457	510	582	696	939
	.20	265	292	327	372	446	601
	.30	118	130	145	166	198	267
.20	.40	66	73	82	93	112	151
.25	.50	43	47	53	60	73	97
.50	1.00	11	12	14	15	18	25

TABLE 3

Sample Sizes for Interval Data Using One-Tailed Tests with Varying Effect Sizes and Levels of Power

			α = .05 Power of the statistical test			
ES	*.75*	*.80*	*.85*	*.90*	*.95*	*.99*
			719	857	1,083	1,577
			180	215	271	395
			82	98	121	176
			47	56	70	103
			31	37	45	66
			23	26	32	46
			18	21	24	35
			15	19	21	31
			14	17	19	28
			11	13	16	22
			10	11	13	19
			7	8	10	
			6	7	9	11
			α = .01			
.10	901	1,004	1,131	1,302	1,577	2,165
.20	226	251	283	326	395	542
.30	101	112	126	145	176	241
.40	59	66	74	85	103	136
.50	39	43	48	55	66	91
.60	28	30	34	39	46	64
.70	21	23	26	29	35	48
.75	19	21	23	26	31	42
.80	17	19	21	23	27	37
.90	14	16	17	19	22	30
1.00	13	14	15	16	19	25
1.25	11	11	12	12	13	18
1.50	9	10	10	10	11	14

TABLE 4

Sample Sizes for Interval Data Using Two-Tailed Tests with Varying Effect Sizes and Levels of Power

			α = .05 Power of the statistical test			
ES	*.75*	*.80*	*.85*	*.90*	*.95*	*.99*
			898	1,051	1,300	
			225	263	325	
			103	117	145	
			58	68	84	
			38	44	54	
			27	32	38	
			21	24	29	
			18	21	26	
			16	19	23	
			14	15	19	
			12	13	16	
			9	10	11	
			9	9	10	
			α = .01			
.10	1,057	1,168	1,305	1,488	1,782	2,404
.20	265	292	327	372	446	601
.30	118	130	145	166	198	268
.40	70	77	86	97	116	151
.50	46	50	56	63	75	
.60	33	36	40	45	53	71
.70	25	27	30	34	40	53
.75	22	24	27	30	35	46
.80	20	22	24	27		
.90	17	18	20	22		
1.00	15	15	17	18		
1.25	12	12	13	14	15	19
1.50	11	11	12	12	13	16

TABLE 5

Sample Sizes for Proportions with Two Effect Sizes, α = .05 and Power = 0.80

	Sample size			
	d = .05		*d* = .10	
N	One-tailed test	Two-tailed test	One-tailed test	Two-tailed test
100	87	89	61	67
500	277	306	119	142
1,000	383	440	135	165
5,000	551	679	151	190
10,000	583	728	153	194
50,000	612	773	155	197
1,000,000	619	785	155	197

หนังสืออ้างอิง

Dennis e Hinkle, J Dale Oliver และ Charler A Hinkle How large should the sample be part II- The one sample case for survey research. **Education and Psychological Measurement 1985.**

Krejcie Robert V and Morgan Daryle W Determining Sample size for research activities **Educational and psychological Measurement** 1970.

Yamane Taro **Statistics An Introductory Analysis** Second Edition Harper International Edition 1970.

นิยม ปุราคำ. **ทฤษฎีของการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์** กรุงเทพ ศ ส การพิมพ์ 2517.

พิศิษฐ ตัณฑวณิช. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง **รวมบทความเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษา** สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2530.