

Received: 5 Oct 2021; Revised: 19 Oct 2021

Accepted: 26 Oct 2021

การคำนวณขนาดตัวอย่างในการออกแบบการทดลอง

วัฒนา ชยธวัช¹ และ พุทธิพงษ์ จรุงสิริพันธ์²

บทคัดย่อ

การคำนวณขนาดตัวอย่างในงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นสูตรที่ใช้ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 อำนาจทดสอบ (1 - ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2) และขนาดอิทธิพล (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เพื่อใช้ในการกำหนดขนาดตัวอย่างที่มาจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ (Normal populations) โดยรู้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงค่าแม้ว่าค่าเฉลี่ยของประชากรจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สามารถกำหนดขนาดของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ต้องการตรวจจับความแตกต่าง (ขนาดอิทธิพล) และสามารถกำหนดความเสี่ยงตามความประสงค์กับความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (ความเสี่ยงของผู้ผลิต) และความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (ความเสี่ยงของผู้บริโภค) ได้ ซึ่งสามารถใช้สูตรนี้โดยใช้ค่าขนาดอิทธิพลตามข้อเสนอแนะของโคเฮน (Cohen) ที่ไม่ต้องทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนแต่อย่างใด การจะเลือกขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการตรวจจับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจะมีขนาดเท่าใดก็ขึ้นกับงบประมาณในการทำวิจัยด้วย

คำสำคัญ: ขนาดอิทธิพล, อำนาจทดสอบ, ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1

¹ สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

² สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี E-mail: puttiphong.j@ptu.ac.th

SAMPLE SIZE CALCULATION IN DESIGN OF EXPERIMENTS

Vadhana Jayathavaj¹ and Puttiphong Jaroonsiriphan²

Abstract

Calculation of sample size in experimental research for mean comparison is formulated by using type I error, power of a test (1 - type II error) and effect size (the mean difference divided by the standard deviation). The formula is assigned to the normal population with the standard deviation. It is known and invariant even though the population mean has been changed. This makes it possible to determine the size of the mean difference for which the difference is to be detected (effect size) and the intended risks of type I error (producer's risk) and type II error (consumer's risk) can be determined. This formula can be applied effect size by Cohen's suggestions, without prior information acknowledgement of both the mean and standard deviation. Also, the choice of appropriated sample size to detect any mean difference depends on the research budget.

Keywords: Effect size, Power of a Test, Type I error

¹ Program in Thai Traditional Medicine, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

² Program in Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Pathumthani University

E-mail: puttiphong.j@ptu.ac.th

บทนำ

การคำนวณขนาดตัวอย่างที่แสดงในบทความวิชาการไม่ว่าจะเป็นการวิจัยเชิงสำรวจหรือการวิจัยเชิงทดลอง มีการอ้างอิงใช้ขนาดตัวอย่างตามบทความวิจัยก่อนหน้านี้แทนที่จะอ้างอิงที่มาของสูตรดั้งเดิมพร้อมค่าที่กำหนดใช้ในการคำนวณตามสูตร เช่น สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างของยามาเน (Yamane, 1967) สูตรของโคครัน (Cochran, 1977) และสูตรของเคร์จซีแอนด์มอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขาดความเข้าใจในการคำนวณขนาดตัวอย่าง การที่จะเข้าใจสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างได้ต้องเข้าใจถึงการแจกแจงความถี่ การแจกแจงความน่าจะเป็น การแจกแจงปกติมาตรฐาน การแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ซึ่งนำไปสู่สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง การปรับค่าขนาดตัวอย่างเมื่อรู้ขนาดประชากร สำหรับการคำนวณขนาดตัวอย่างในการออกแบบการทดลองที่ไม่ต้องระบุจำนวนประชากร แต่ใช้ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (Type I error) ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (Type II error) หรือ อำนาจทดสอบ และขนาดอิทธิพล (Effect size) ร่วมในการคำนวณด้วยแล้ว (Brainerd, n.d.) ไม่พบว่ามีกรอธิบายที่มาของสูตร อธิบายเพียงนิยามของขนาดอิทธิพล โดยไม่ได้อธิบายถึงการใช้อย่างไรจากขนาดอิทธิพลแต่อย่างใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทำการแสดงที่มาของสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในการออกแบบการทดลองสำหรับการตรวจจับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง พร้อมทั้งอธิบายความหมายของค่าที่กำหนดขนาดตัวอย่าง ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

สัญลักษณ์ที่ใช้

d	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
n	ขนาดตัวอย่าง
μ	ค่าเฉลี่ยของประชากร
μ_1	ค่าเฉลี่ยชุดที่ 1
μ_2	ค่าเฉลี่ยชุดที่ 2
α	ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1
β	ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2
σ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

δ	ขนาดอิทธิพล
X	ตัวแปร
x	ค่าของตัวแปร
$\bar{x}$	ค่าเฉลี่ยของตัวแปร X
Z	ค่ามาตรฐาน
z	ค่าที่เกิดจากการแปลงเป็นค่ามาตรฐาน
$Z_{\frac{\alpha}{2}}$	ค่ามาตรฐานที่ความน่าจะเป็น $\frac{\alpha}{2}$
Z_{β}	ค่ามาตรฐานที่ความน่าจะเป็น β

ตัวแปรและการแจกแจงความถี่

ตัวแปร คือสิ่งที่สนใจศึกษา มักจะใช้ตัวย่อแทนตัวแปรว่า X มีค่าต่าง ๆ กัน $x_1, x_2, \dots, x_n$ ตามจำนวน n ที่สนใจ เมื่อนำมาทำการแจกแจงความถี่ทำการแจกแจงนับค่าที่เหมือน ๆ กันหรือใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็สามารถสร้างเป็นกราฟแท่งเรียงจากค่าน้อยที่สุดไปยังค่ามากที่สุดได้

การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

โดยปกติเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลจำนวนมาก ๆ ข้อมูลจะเป็นไปตามทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (the central limit theorem) การแจกแจงความถี่จะออกมาเป็นรูปร่างเป็นโค้งระฆังคว่ำ (bell-shaped) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่ามัธยฐาน (median) และฐานนิยม (mode) อยู่ที่กึ่งกลางของการกระจาย มีโค้งเดียว (unimodal) โค้งการกระจายมีลักษณะสมมาตร เมื่อพับโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นจุดกึ่งกลาง (symmetrical about the mean) (Bluman, 1998)

การแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)

การแจกแจงปกติมาตรฐานคือ การแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 โดยการแปลงค่าจากตัวแปร การแปลงค่าของตัวแปร (x) ที่มีการแจกแจงปกติด้วยสูตร

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

เมื่อกำหนดให้

z ค่ามาตรฐาน

x ค่าของตัวแปร

μ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

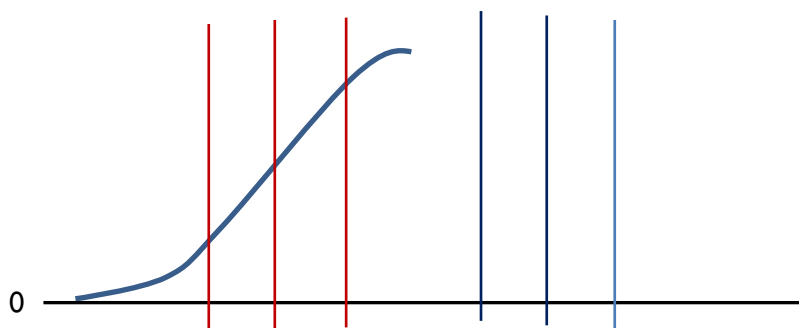
σ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

ภาพที่ 1 แสดงการแจกแจงปกติมาตรฐาน แกนนอนคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แกนตั้งคือ ความน่าจะเป็น โดยในแนวนอนได้แสดงข้อให้เห็นถึงการแจกแจงปกติที่ค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ ไว้ด้วย

- พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง -1 ถึง $+1$ ประมาณ 68% หรือ พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง $\mu - 1\sigma$ ถึง $\mu + 1\sigma$ ประมาณ 68%
- พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง -2 ถึง $+2$ ประมาณ 95% พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง $\mu - 2\sigma$ ถึง $\mu + 2\sigma$ ประมาณ 95%
- พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง -3 ถึง $+3$ ประมาณ 99.7% พื้นที่ใต้โค้งระหว่าง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ ประมาณ 99.7%

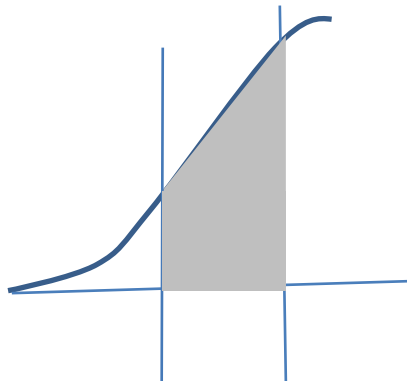
ซึ่งจาก $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ นี้เองมีขนาดเท่ากับ 6σ ที่เรียกกันว่า “Six Sigma” ซึ่งเป็นช่วงความเชื่อมั่นที่ใช้กันในงานควบคุมคุณภาพ

1



-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
-3	-2	-1	μ	+1	+2	+3
σ	σ	σ		σ	σ	σ

ภาพที่ 1 การแจกแจงความน่าจะเป็นปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)



ภาพที่ 2 พื้นที่ใต้โค้งแสดงความน่าจะเป็นจากการแจกแจงความน่าจะเป็นปกติมาตรฐาน

การหาความน่าจะเป็นจากค่าของตัวแปรจาก a ถึง b ดังแสดงในภาพที่ 2 สามารถแปลงค่ามาตรฐาน z_a และ z_b แล้วหาพื้นที่แสดงขนาดของความน่าจะเป็นได้จากตารางสถิติการแจกแจงปกติมาตรฐานซึ่งแสดงในหนังสือสถิติเบื้องต้น

การกระจายการสุ่มตัวอย่างของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง (Sampling Distributions of Sample Mean)

คุณสมบัติของตัวแปรที่มีการกระจายแบบโค้งปกติ คือ การนำมาตัวแปรมาบวกลบกัน ตัวแปรใหม่ที่ได้จากการบวกหรือลบกันก็ยังคงมีการกระจายแบบปกติ และการคูณหรือหารตัวแปรด้วยค่าคงที่ ตัวแปรใหม่ที่ได้จากการคูณหรือหารด้วยค่าคงที่ก็ยังคงมีการกระจายแบบปกติ (Oliveira, 2020; Johnson, and Wichern, 2007) ดังนั้นเมื่อทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน n มาหาค่าเฉลี่ยหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำมาแจกแจงความถี่ก็จะพบว่า การแจกการสุ่มตัวอย่างของค่าเฉลี่ยจึงมีการกระจายแบบโค้งปกติด้วย

การแจกแจงตัวอย่าง (sampling distribution) คือการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวสถิติ เช่น การแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจะเรียกว่า การแจกการสุ่มตัวอย่างของค่าเฉลี่ย การแจกแจงความน่าจะเป็นของสัดส่วนของตัวอย่างจะเรียกว่า การแจกการสุ่มตัวอย่างของสัดส่วน การแจกแจงการสุ่มตัวอย่างของตัวสถิติขึ้นอยู่กับขนาดของประชากร ขนาดของตัวอย่าง และ วิธีการเลือกตัวอย่าง (Mathai, and Haubold, 2017)

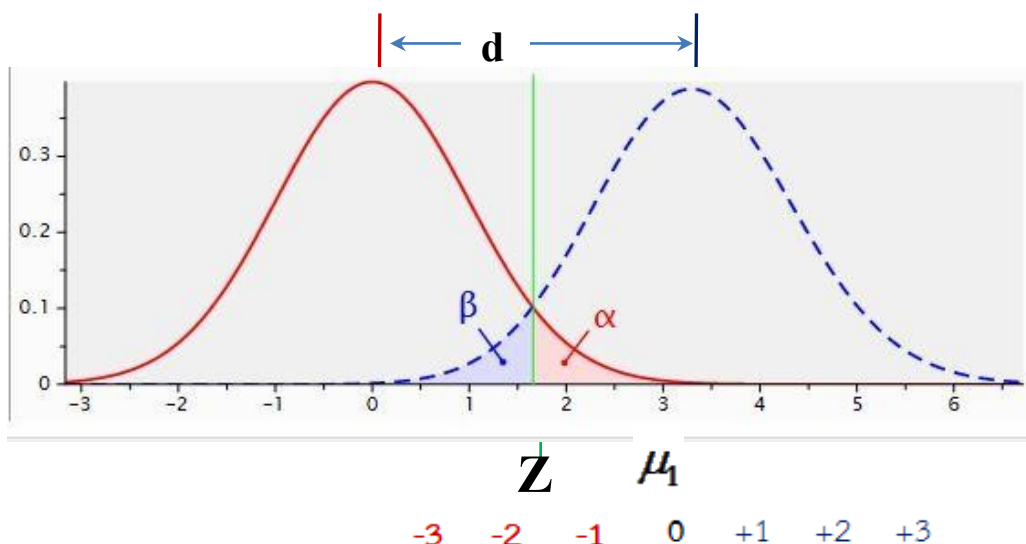
การทดสอบสมมติฐาน (tests of hypotheses)

ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (Type I error) หรือ α หมายถึง โอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นจริง และ $1 - \alpha$ หมายถึง ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval) หรือ โอกาสที่จะไม่ปฏิเสธ (ยอมรับ) สมมติฐานที่เป็นจริง ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (Type II error) หรือ β หมายถึง โอกาสที่จะไม่ปฏิเสธ (ยอมรับ) สมมติฐานที่เป็นเท็จ ($1 - \beta$) เรียกว่า อำนาจทดสอบ (Power of a test)

สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในการออกแบบการทดลอง (Sample Size Calculation Formula in Design of Experiment)

สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยสามารถเริ่มจากสูตรการแปลงเป็นค่ามาตรฐานของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างขนาด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีแนวโน้มนำเข้าสู่ส่วนกลาง ตามทฤษฎีแนวโน้มนำเข้าสู่ศูนย์กลาง (the central limit theorem) (Groebner, Shannon, Fry, and Smith, 2018; Bluman, 1998: 293)

คือ
$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}$$



ภาพที่ 3 ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 กรณีสมมติฐานเส้นโค้งทึบเป็นจริง
ที่มา โปรแกรม G*POWER, 2021

เมื่อกำหนดให้เส้นโค้งทึบเป็นสมมติฐานหนึ่ง (สมมติฐานที่เป็นจริง) กับเส้นโค้งประเป็นอีกสมมติฐานหนึ่ง (สมมติฐานที่เป็นเท็จ) ถ้า μ เป็นค่าเฉลี่ยที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่าง 1 ครั้ง เมื่อแปลงเป็นค่า Z แล้วได้ค่ามากกว่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ทำการปฏิเสธค่าเฉลี่ยของสุ่มตัวอย่างว่ามีค่าเฉลี่ยต่างไปจาก μ ก็จะเกิดความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ด้วยความน่าจะเป็น α แต่ถ้าผลการสุ่มตัวอย่าง 1 ครั้งได้ค่าเฉลี่ยมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเป็น μ_1 แล้ว เมื่อแปลงเป็นค่า Z แล้ว มีค่าน้อยกว่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ก็สรุปว่า ไม่ปฏิเสธว่าค่าเฉลี่ยที่สุ่มมาได้ไม่แตกต่างไปจาก μ (ยอมรับว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ) กล่าวได้ว่า เป็นการยอมรับสิ่งที่ผิด ด้วยความน่าจะเป็น β ซึ่งค่า Z_β เป็นค่าจากโค้งมาตรฐานเส้นประที่ใช้สเกล 0 ที่ μ_1

จากสูตรการแปลงค่าเฉลี่ยการสุ่มตัวอย่างเป็นค่า Z สำหรับ $\bar{x}$ ที่ตำแหน่ง $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ สามารถแปลงรูปสมการได้ดังนี้

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\bar{x} - \mu_1}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}$$

$$\bar{x} = Z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu \quad (1)$$

และ ค่า Z สำหรับ $\bar{x}$ ที่ตำแหน่ง Z_{β} สามารถแปลงรูปสมการได้ดังนี้

$$Z_{\beta} = \frac{\bar{x} - \mu_1}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{\bar{x} - (\mu + d)}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}$$

$$\bar{x} = Z_{\beta} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu + d \quad (2)$$

ดังนั้น สมการ (1) เท่ากับ สมการ (2) จะได้ว่า

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu = Z_{\beta} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu + d$$

$$d = \left(Z_{\frac{\alpha}{2}} - Z_{\beta}\right) \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

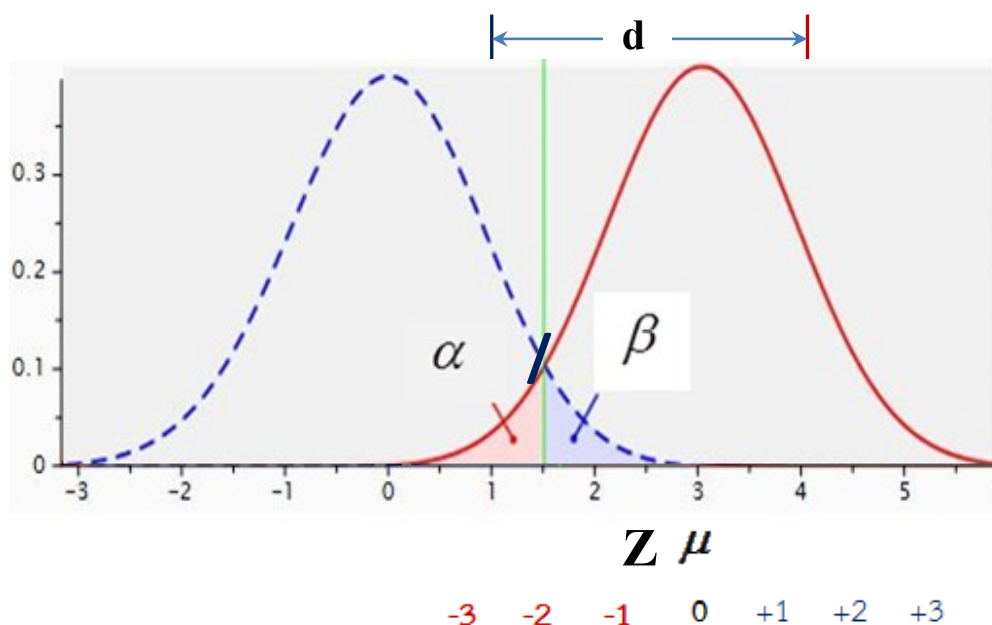
$$\sqrt{n} = \left(Z_{\frac{\alpha}{2}} - Z_{\beta}\right) \left(\frac{\sigma}{d}\right)$$

$$n = \left(Z_{\frac{\alpha}{2}} - Z_{\beta}\right)^2 \left(\frac{\sigma}{d}\right)^2$$

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ และ Z_{β} มีเครื่องหมายตรงกันข้าม และพจน์ $\left(Z_{\frac{\alpha}{2}} - Z_{\beta}\right)^2$ ซึ่งการที่ยกกำลังสองทำให้เป็นค่าบวกเสมอ จึงสามารถเขียนเป็น $n = \left(Z_{\frac{\alpha}{2}} - Z_{\beta}\right)^2 \left(\frac{\sigma}{d}\right)^2$ และเมื่อ $\frac{\sigma}{d}$ เขียนเป็น $\frac{d}{\sigma}$ แล้ว ก็จะได้พบสูตรที่ใช้กันโดยทั่วไป (Rosner, 2015) ดังนี้

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{\alpha} - Z_{\beta}}{2}\right)^2}{\left(\frac{d}{\sigma}\right)^2} \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้ δ เท่ากับ $\frac{d}{\sigma}$ หมายถึงค่าขนาดอิทธิพล (effect size) คือสัดส่วนระหว่างความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4 ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 กรณีสมมติฐานเส้นโค้งประเป็นจริง
ที่มา ดัดแปลงภาพจากโปรแกรม G*POWER, 2021

ในทำนองเดียวกัน ตามภาพที่ 4 ถ้าผลการสุ่มตัวอย่าง 1 ครั้งได้ค่าเฉลี่ยมาจากระชากรที่มีค่าเฉลี่ยเป็น μ_2 แล้ว เมื่อแปลงเป็นค่า Z แล้ว มีค่ามากกว่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ก็สรุปว่า ไม่ปฏิเสธว่าค่าเฉลี่ยที่สุ่มมาได้ไม่แตกต่างไปจาก μ (ยอมรับว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ) กล่าวได้ว่า เป็นการยอมรับสิ่งที่ผิด ด้วยความน่าจะเป็น β ซึ่งค่า Z_{β} เป็นค่าจากโค้งมาตรฐานเส้นประที่ใช้สเกล 0 ที่ μ_2

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}$$

$$\bar{x} = Z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu \quad (4)$$

$$Z_{\beta} = \frac{\bar{x} - \mu_2}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{\bar{x} - (\mu + d)}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}$$

$$\bar{x} = Z_{\beta} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu - d \quad (5)$$

ดังนั้น สมการ (4) เท่ากับ สมการ (5) จะได้ว่า

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu = Z_{\beta} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu - d$$

$$d = (Z_{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}}) \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

$$\sqrt{n} = (Z_{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}}) \left(\frac{\sigma}{d}\right)$$

$$n = (Z_{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}})^2 \left(\frac{\sigma}{d}\right)^2$$

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ และ Z_{β} มีเครื่องหมายตรงกันข้าม และพจน์ $(Z_{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}})^2$ ซึ่งการที่ยกกำลังสอง

ทำให้เป็นค่าบวกเสมอจึงสามารถเขียนเป็น $n = \frac{(Z_{\beta} - Z_{\frac{\alpha}{2}})^2}{\left(\frac{d}{\sigma}\right)^2}$ ได้เช่นเดียวกันกับสมการที่ (3)

ความหมายของขนาดอิทธิพล $\delta = \frac{d}{\sigma} = \frac{\mu_1 - \mu}{\sigma}$ หรือ $\delta = \frac{\mu - \mu_2}{\sigma}$ จึงหมายถึง ขนาดของความแตกต่างที่ใช้ในการตรวจจับค่าเฉลี่ยว่าแตกต่างกันหรือไม่ เป็นการวัดเชิงปริมาณของขนาดของผลการทดลอง จากสูตรตามสมการที่ (3) ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (α) (การใช้ $\frac{\alpha}{2}$ ในภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4 เป็นการแสดงการทดสอบ 2 ทาง ซึ่งเมื่อ $\frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2} = \alpha$ นั่นเอง) หรือ ค่า $(1 - \alpha)$ ก็คือ ช่วงความเชื่อมั่น และ ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (β) กำกับอยู่ด้วย ซึ่ง $(1 - \beta)$ ก็คือ อำนาจทดสอบ จะพบผลกระทบต่อขนาดตัวอย่างในการวิจัยเชิงทดลองจาก $\frac{\alpha}{2}$ β และ δ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดตัวอย่างจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (α) ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (β) และ ขนาดอิทธิพล (δ)

เมื่อ	ผลที่ตามมา	ผลในสูตร	จำนวนขนาดตัวอย่าง n
$\frac{\alpha}{2}$ ลดลง	ช่วงความเชื่อมั่น เพิ่มขึ้น	$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ เพิ่มขึ้น	n เพิ่มขึ้น
$\frac{\alpha}{2}$ เพิ่มขึ้น	ช่วงความเชื่อมั่น ลดลง	$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ลดลง	n ลดลง
β ลดลง	$(1 - \beta)$ เพิ่มขึ้น	Z_β เพิ่มขึ้น	n เพิ่มขึ้น
β เพิ่มขึ้น	$(1 - \beta)$ ลดลง	Z_β ลดลง	n ลดลง
δ		$\bar{x} - \mu$ ลดลง	n เพิ่มขึ้น
		$\bar{x} - \mu$ เพิ่มขึ้น	n ลดลง

อภิปรายผล

การใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยนี้

$$n = \frac{\left(Z_\beta - Z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2}{\left(\frac{d}{\sigma}\right)^2}$$

สามารถใช้กับการกำหนดตัวอย่างที่มาจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ (Normal populations) ที่รู้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและไม่เปลี่ยนแปลงแม้ค่าเฉลี่ยของประชากรจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สามารถกำหนดขนาดของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ต้องการตรวจจับความแตกต่าง (ขนาดอิทธิพล) และสามารถกำหนดความ

เสียงที่ประสงค์ที่ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และ ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2 (อำนาจทดสอบ) ได้ ซึ่งโปรแกรมคำนวณขนาดตัวอย่าง เช่น CinCalc.com (2021) ก็ใช้ค่าเหล่านี้เป็นข้อมูลนำเข้า โดยนักวิจัยต้องใช้ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของงานวิจัยก่อนหน้ามาอ้างอิง อย่างไรก็ตาม โปรแกรม G*Power (Faul, Erdfelder, Buchner, and Lang, 2009) ได้เสนอให้ใช้ค่าขนาดอิทธิพลตามแนวทางของโคเฮน (Cohen, 1988) เฉพาะกรณีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย กล่าวคือ ขนาดอิทธิพล น้อย กลาง และมาก เท่ากับ 0.20 0.50 และ 0.80 ตามลำดับ (Bartlett, 2021) ทำให้สามารถคำนวณขนาดตัวอย่างได้โดยไม่ต้องทราบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรแต่อย่างใด การจะเลือกขนาดอิทธิพลเท่าใดหรือการเลือกขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการตรวจจับขนาดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่กำหนดก็ขึ้นกับงบประมาณในการทำวิจัยด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Bartlett, J. (2021). **A Guide to G*Power, jamovi, and Superpower Version 1.3 (06/07/2021).**
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjh2lOD7Jr0AhVx8XMBHRVvAdQQFnoECAMQAw&url=https%3A%2F%2Fosf.io%2Fzqphw%2Fdownload&usq=AOvVaw196Jge9JYwy6HoDTA_R05T.
- Brainerd, S. (n.d.). **Basic Statistics Sample size ?.** OHSU OGI Class ECE-580-DOE: Statistical Process Control and Design of Experiments. https://myplace.frontier.com/~stevebrainerd1/STATISTICS/ECE-580-DOE%20WEEK%203_files/Sample_size_deter.pdf.
- Bluman, A.G. (1998). **Elementary Statistics.** (3rd ed). Boston: WBC McGraw-Hill.
- CinCalc.com. (2021). **Sample Size Calculator Determines the minimum number of subjects for adequate study power.** <https://clincalc.com/stats/samplesize.aspx>.
- Cochran, W. G. (1977). **Sampling techniques.** (3rd ed). New York: John Wiley & Sons.
- Cohen, J. (1988). **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** (2nd ed). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., and Lang, A.-G. (2009). **Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses.** Behavior Research Methods. 41, 1149-1160.

- Groebner, D.F., Shannon, P.W., Fry, P.C., and Smith, K.D. (2018). **Business Statistics: A Decision-Making Approach**. (10th ed). Harlow, England: Pearson.
- Krejcie, R.V., and Morgan, D.W. (1970). **Determining Sample Size for Research Activities**. Educational and Psychological Measurement. 30, 607-610.
- Mathai, A. and Haubold, H. (2017). **Sampling distributions**. In **Probability and Statistics: A Course for Physicists and Engineers** (pp. 259-302).
<https://doi.org/10.1515/9783110562545-010>.
- Oliveira, A.G. (2020). **Biostatics Decoded**. (2nd ed). New Jersey: Wiley.
- Johnson, R.A., and Wichern, D.W. (2007). **Applied Multivariate Statistical Analysis**. (6th ed). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Rosner, B. (2015). **Fundamentals of Biostatistics**. (8th ed). USA: Cengage Learning.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., and Ye, K. (2012). **Probability & Statistics for Engineers & Scientists**. (9th ed). Boston: Prentice Hall.
- Walpole, R. E. (1982). **Introduction to Statistics**. (3rd ed). New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Yamane, T. (1967). **Statistics: An Introductory Analysis**. (2nd ed). New York: Harper and Row.