9. การทดสอบสมมุติฐาน

1. หลักเบื้องต้นในการทดสอบสมมุติฐาน
2. การทดสอบสมมุติฐาน
3. การทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร
4. การทดสอบสัดส่วนของประชากร (สำหรับตัวอย่างขนาดใหญ่)
5. การทดสอบความแตกต่างของ 2 ค่าเฉลี่ย
6. การทดสอบความแตกต่างของ 2 สัดส่วน

9.1 ถ้าเราปฏิเสธข้อสมมุติ เพราะค่าสถิติที่คำนวณได้จากตัวอย่างใหญ่กว่า 1 หน่วย ของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน จงหาความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธข้อสมมุติที่เป็นจริง

$P(X > \sigma_{\bar{X}}) = P(Z > 1.0) = .1587$

และ $P(X < -\sigma_{\bar{X}}) = P(Z < -1.0) = .1587$

นั่นคือ โอกาสที่จะปฏิเสธ $= .1587 + .1587 = .3174$

9.2 ถ้าเราต้องการให้มีความมั่นใจ 95.5% ที่จะยอมรับข้อสมมุติที่เป็นจริง จะต้องห่างจากค่าสมมุติกี่หน่วยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความมั่นใจ $= 1 - \alpha = .955$ ดังนั้น ความเสี่ยง $= \alpha = .045, \alpha/2 = .0225$

$Z_{.0225} = \pm 2.0 = P(-2 < Z < 2)$

นั่นคือ X จะต้องห่างจากค่าสมมุติภายใน 2 หน่วยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

9.3 โรงงานผลิตยางอ้างว่า ยางที่ผลิตรุ่นล่าสุดจะมีอายุใช้งานเฉลี่ย 18,300 ไมล์ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,400 ไมล์ ถ้าวารสาร "ผู้บริโภค" ทำการทดลองใช้ยางที่สุ่มมา 25 เส้น พบว่ามีอายุการใช้งานเฉลี่ย 17,000 ไมล์ ถ้าใช้เกณฑ์ว่าจะยอมรับถ้าค่าสถิติอยู่ในช่วง 2 หน่วย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยรอบค่าเฉลี่ย จะยอมรับคำอ้างของผู้ผลิตว่ามีความทนทานเฉลี่ย 18,300 ไมล์ ได้หรือไม่?

$\mu = 18{,}300$ ไมล์, $\sigma = 2{,}400$ ไมล์, $n = 25$, $\bar{X} = 17{,}000$ ไมล์

$\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n} = 2400/\sqrt{25} = 480$ ไมล์

$$\begin{aligned} \bar{X} \pm 2\sigma_{\bar{X}} &= 17{,}000 \pm 2(480) \\ &= 16{,}040,\ 17{,}960 \end{aligned}$$

นั่นคือ จะยอมรับว่ามีความทนทานเฉลี่ย 18,300 ไมล์ ($\mu = 18{,}300$ ไมล์) ถ้า μ อยู่ในช่วง 16,040 – 17,960 ซึ่งเป็นช่วงความคลาดเคลื่อน 2 หน่วยจากค่าเฉลี่ย แต่ $\mu = 18{,}300$ ไมล์ อยู่นอกช่วงดังกล่าว จึงไม่ยอมรับคำอ้างของผู้ผลิตว่ามีความทนทานเฉลี่ย 18,300 ไมล์

วิธีข้างต้นเป็นวิธีเดิม คือ การหาช่วงเชื่อมั่น มีอีกวิธีคือ คำนวณค่าสถิติ

$Z = \dfrac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \dfrac{(17{,}000 - 18{,}300)}{480} = -2.7$, ค่าสถิติที่ได้ไม่อยู่ภายในช่วง 2 หน่วย-ความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ย จึงไม่ยอมรับคำอ้างของผู้ผลิต

9.4 กำหนดให้ $\sigma = 12, \mu = 84, n = 64, \bar{X} = 87.2$

จงตรวจสอบว่าค่าสถิติอยู่ภายในช่วง 2 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานหรือไม่?
นั่นคือ ทดสอบว่าค่าที่อ้างจริงหรือไม่?

$$\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n} = 12/\sqrt{64} = 1.5$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{87.2 - 84}{1.5} = 2.13$$

ค่าสถิติที่คำนวณได้ไม่อยู่ในช่วง 2 หน่วย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน นั่นคือ ไม่ยอมรับว่า $\mu = 84$

9.5 ผู้ผลิตรถยนต์อ้างว่ารถรุ่นใหม่วิ่งได้ 24 ไมล์ต่อแกลลอน แต่เมื่อคณะกรรมการทดลองใช้รถตัวอย่าง 36 คัน พบว่าใช้น้ำมันเฉลี่ย 23.1 ไมล์ต่อแกลลอน และทราบจากการศึกษาเดิม พบว่า $\sigma = 3$ **ไมล์ต่อแกลลอน จากข้อมูลที่ได้จากตัวอย่าง จะทำให้เราคาดหมาย (ภายใน 2 หน่วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ว่าเป็นตัวอย่างจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 24 ไมล์ต่อแกลลอนได้ไหม?**

$$n = 36, \bar{X} = 23.1, \sigma_{\bar{X}} = 3/\sqrt{36} = 0.5, \mu = 24$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{23.1 - 24}{0.5} = -1.8$$

ค่าสถิติที่คำนวณได้อยู่ภายใน 2 หน่วย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ดังนั้น จึงยอมรับว่าประชากรมีค่าเฉลี่ย 24 ไมล์ต่อแกลลอน

9.6 จงตั้งสมมุติฐานว่างเปล่าและสมมุติฐานรอง เพื่อทดสอบว่าชายไทยมีอายุโดยเฉลี่ย 68 ปี-

$$H_o : \mu = 68$$

$$H_A : \mu \neq 68$$

9.7 ในการสอบสวนผู้ต้องหา ผู้รักษากฎหมายจะตั้งสมมุติฐานว่างเปล่าว่า บุคคลนั้นเป็นผู้บริสุทธิ์จากคดีกล่าวหา อยากทราบว่า ผู้รักษากฎหมายจะยินดีที่จะกระทำความผิดประเภทใดมากกว่ากัน ระหว่างความผิดประเภทที่ 1 และความผิดประเภทที่ 2

Ho : ผู้ต้องหาเป็นผู้บริสุทธิ์

Ha : ผู้ต้องหากระทำความผิด

α = P(ปฏิเสธว่าบริสุทธิ์/เขาเป็นผู้บริสุทธิ์)

β = P(ยอมรับว่าบริสุทธิ์/เขาเป็นผู้ผิด)

ผู้พิพากษาจะพยายามหลีกเลี่ยงการทำความผิดประเภทที่ 1 เพราะไม่ต้องการจำคุกผู้บริสุทธิ์ จึงต้องให้ α เป็นค่าเล็ก นั่นคือ ต้องใช้ระดับนัยสำคัญให้สูง เช่น $\alpha = .005, \alpha = .01$ เป็นต้น

9.8 จงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง "ระดับนัยสำคัญ" กับ "ความผิดประเภทที่ I"

ระดับนัยสำคัญ คือ α

α คือ P(ทำความผิดประเภทที่ I) = P(ปฏิเสธ Ho/Ho จริง)

9.9 ถ้าเราตั้งใจว่า จะยอมรับสมมุติฐานว่างเปล่าด้วยความมั่นใจ 99% ว่าเป็นความจริง และ $n > 30$ จงแสดงเขตยอมรับ และเขตปฏิเสธ สำหรับสมมุติฐานรองต่อไปนี้

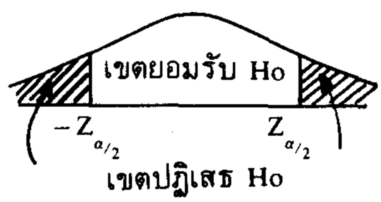
ก) $\mu \neq 0$, **ข)** $\mu < 0$, **ค)** $\mu > 0$

เขตวิกฤตจะอยู่ภายใต้โค้ง Z เพราะ $n > 30$

ก) Ha: $\mu \neq 0$

เขตยอมรับ Ho: $Z < Z_{\alpha/2}$ และ $z > -z_{\alpha/2}$

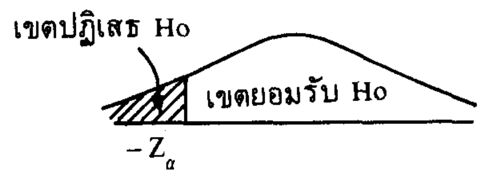
เขตปฏิเสธ Ho: $Z > Z_{\alpha/2}$ และ $z < -z_{\alpha/2}$



ข) Ha : $\mu < 0$

เขตยอมรับ Ho : $Z > -Z_{\alpha}$

เขตปฏิเสธ Ho : $Z < -Z_{\alpha}$



ค) Ha : $\mu > 0$

เขตยอมรับ Ho : $Z < Z_{\alpha}$

เขตปฏิเสธ Ho : $Z > Z_{\alpha}$

๙.10 จงแสดงการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบต่อไปนี้

ก) Ho : μ = 25, Ha : μ > 25, $\overline{X}$ = 28.2, σ = 4, n = 12

ทราบค่า σ = 4 จึงใช้การแจกแจงแบบ Z

ข) Ho : μ = 1024, Ha : $\mu \neq$ 1024, $\overline{X}$ = 976, σ = 60, n = 30

ทราบค่า σ = 60, จึงใช้การแจกแจงแบบ z

ค) Ho : μ = 100, Ha : μ > 100, $\overline{X}$ = 107, S = 3.2, n = 16

$\hat{\sigma}$ = s = 3.2, n < 30 จึงใช้การแจกแจงแบบ t ที่มี ν = 15

ง) Ho : μ = 500, Ha : μ > 500, $\overline{X}$ = 508, S = 4, n = 40

$\hat{\sigma}$ = S = 4, แต่ n > 30 จึงใช้การแจกแจงแบบ z

จ) Ho : μ = 6, Ha : $\mu \neq$ 6, $\overline{X}$ = 5.4, S = .5, n = 25

$\hat{\sigma}$ = S = .5, n < 30 จึงใช้การแจกแจงแบบ t ที่มี ν = 24

๙.11 ถ้าวิศวกรตั้งสมมุติฐานว่า สะพานที่พึ่งสร้างเสร็จจะสามารถรับน้ำหนัก ได้ 50 ตัน

ก) วิศวกรจะพอใจกระทำความผิดประเภทที่ 1 หรือประเภทที่ 2

ข) จากข้อ (ก) ควรใช้ระดับนัยสำคัญมากหรือน้อย

๙.11 ก) α = P(type I error) = P(ปฏิเสธ Ho/Ho จริง)

Ho : สะพานรับน้ำหนักได้ 50 ตัน หรือ μ = 50

Ha : สะพานรับน้ำหนักได้น้อยกว่า 50 ตัน หรือ μ < 50

ดังนั้น α = P(ปฏิเสธว่าสะพานรับน้ำหนักได้ 50 ตัน/μ = 50)

ส่วน β = P(ยอมรับ Ho/Ho เท็จ)

= P(ยอมรับว่าสะพานแข็งแรง/μ < 50 คือสะพานไม่แข็งแรง)

จะเห็นว่า (ความผิดประเภทที่ 2) = β ร้ายแรงแรงกว่าความผิดประเภทที่ 1 เพราะจะทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต จึงควรให้ β เป็นค่าน้อย ส่วนความผิดประเภทที่ 1 จะไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต แต่ทำให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ β เป็นค่าเล็ก ดังนั้น

(ข) ระดับนัยสำคัญ คือ α จึงต้องเป็นค่าโต เช่น $\alpha = .10$ เรียกว่าระดับนัยสำคัญต่ำ เพราะมีโอกาสปฏิเสธบ่อยครั้ง

9.12 ท่านจะใช้การทดสอบแบบด้านเดียว และแบบ 2 ด้าน เมื่อใด?

เราจะใช้การทดสอบแบบด้านเดียว เมื่อเราทราบทิศทางที่จะแย้ง เช่น แย้งว่ามากกว่า คือ $Ha : \mu > \mu_0$ หรือแย้งว่าเล็กกว่า คือ $Ha : \mu < \mu_0$ แต่ถ้าเราไม่ทราบทิศทางแน่นอน จะแย้งว่า Ho ไม่จริง คือ $Ha : \mu \neq \mu_0$

9.13 ถ้าท่านตกลงใจว่าจะใช้การทดสอบแบบด้านเดียว ท่านจะทราบได้อย่างไรว่าเป็นด้านซ้ายมือ หรือ ด้านขวามือ

จะทราบได้จากสมมุติฐานรอง เช่น $Ha : \mu < \mu_0$ แสดงว่า เขตวิกฤตอยู่ทางด้านน้อย คือ ด้าน $-\infty$ หรือด้านซ้ายมือ ส่วน $Ha : \mu > \mu_0$ จะมีเขตวิกฤตอยู่ทางด้านมาก คือ ด้าน $+\infty$- หรือด้านขวามือ

9.14 ถ้าวิศวกรต้องการทดสอบความแข็งแรงของสะพานอันหนึ่ง ซึ่งสร้างมา 20 ปีแล้ว โดยที่เขามีข้อมูลจากการทดสอบแบบเดียวกันนี้ แต่เป็นสะพานอื่นซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกัน เขาควรใช้การทดสอบแบบด้านเดียวหรือ 2 ด้าน

ควรใช้การทดสอบแบบ 2 ทาง เพราะยังไม่ทราบว่าความทนทานของสะพานที่สร้างมา 20 ปี เมื่อเทียบกับสะพานที่มีสภาพใกล้เคียงกันแล้วอันไหนจะทนทานกว่ากัน

9.15 จากข้อ 9.14 ถ้ากำหนดให้สะพานต้องรับน้ำหนักได้อย่างน้อยที่สุด 10 ตัน เขาจะตั้งสมมุติฐานว่างเปล่า และสมมุติฐานรองว่าอย่างไร?

$Ho : \mu = 10$ (สะพานรับน้ำหนักได้อย่างน้อย 10 ตัน)

$Ha : \mu < 10$ (สะพานรับน้ำหนักได้น้อยกว่า 10 ตัน)

9.16 ผู้ผลิตเครื่องถูพื้น เชื่อว่ามีความสิ้นเปลืองโดยเฉลี่ย 115.2 ไมล์ต่อแกลลอน เมื่อทดลองสุ่มตัวอย่างมา 49 เครื่อง ให้ค่าเฉลี่ย 117.6 ไมล์ต่อแกลลอน ถ้าทราบว่า σ = 8.4 จงทดสอบว่า ค่าเฉลี่ยที่แท้จริงคือ 115.2 ไมล์ต่อแกลลอน หรือสูงกว่า 115.2 ไมล์ต่อแกลลอน โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 5%

1) Ho : $\mu = 115.2$ ไมล์ต่อแกลลอน
2) Ha : $\mu > 115.2$ ไมล์ต่อแกลลอน
3) $a = 0.05$
4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_c > Z_{.05} = 1.645$
5) $n = 49, \bar{X} = 117.6, \sigma_{\bar{x}} = 8.4/\sqrt{49} = 1.2$
   ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ
   $$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{117.6 - 115.2}{1.2} = 2.0$$
6) $Z_c = 2.0$ มากกว่า 1.645 จึงอยู่ในเขตวิกฤต ดังนั้นจึงปฏิเสธ Ho และสรุปว่า $\mu > 115.2$ ไมล์ต่อแกลลอน นั่นคือ อัตราความสิ้นเปลืองสูงกว่าที่อ้างไว้

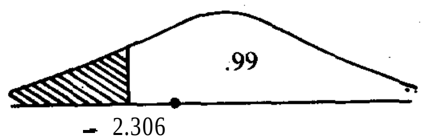
9.17 โรงพิมพ์แห่งหนึ่งเชื่อว่าแท่นพิมพ์ขนาดใหญ่มีอายุการใช้งาน เฉลี่ยเครื่องละ 13,000 ชั่วโมง และ σ = 2,000 ชั่วโมง แต่จากตัวอย่างสุ่ม 16 เครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยเพียง 12,000 ชั่วโมง ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ 0.1 โรงพิมพ์จะสรุปว่าอายุการใช้งานน้อยกว่า 13,000 ชั่วโมง ได้หรือไม่?

1. Ho : $\mu = 13{,}000$ ชั่วโมง
2. Ha : $\mu < 13{,}000$ ชั่วโมง
3. $\alpha = 0.01$
4. จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_c < Z_{.01} = -2.326$
5. $n = 16, \bar{X} = 12{,}000, \mu_0 = 13{,}000,$

   $\sigma_{\bar{x}} = 2{,}000/\sqrt{16} = 500$

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ $Z = \dfrac{(\bar{X} - \mu_0)}{\sigma_{\bar{x}}}$

$$= \frac{12,000 - 13,000}{500}$$



$$= -2.0$$

6) ค่าสถิติ $Z_c - 2.0$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังไม่ปฏิเสธ Ho

นั่นคือ ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะคัดค้านว่าอายุการใช้งานไม่ถึง 13,000 ชั่วโมง

ข้อสังเกตุ : กรณีนี้ สาเหตุที่ยังปฏิเสธ Ho ไม่ได้ เป็นเพราะใช้ระดับนัยสำคัญสูงเกินไป คือ $\alpha = .01$ ถ้าลดระดับนัยสำคัญเหลือ $\alpha = .05$ นั่นคือ จะปฏิเสธ Ho ถ้า $Z_c < -Z_{.05} = -1.645$ ก็จะสามารถปฏิเสธ Ho ได้

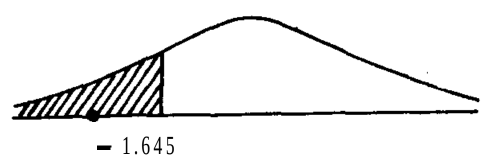
9.18 เจ้าของโรงหนังชั้น 2 ในกรุงเทพฯ พบว่า หนังที่ได้รับความนิยมสูง จะฉายได้โดยเฉลี่ย 15 วัน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3 วัน ถ้าเจ้าของโรงหนังชั้น 2 ในจังหวัดเชียงใหม่ได้เก็บสถิติจากโรงหนังตัวอย่าง 16 โรง พบว่า หนังที่ได้รับความนิยมสูงจะมีจำนวนวันฉายโดยเฉลี่ย 12 วัน เมื่อใช้ระดับนัยสำคัญ 5% จะสรุปว่า จำนวนวันฉายโดยเฉลี่ยในจังหวัดเชียงใหม่ต่ำกว่ากรุงเทพฯ อย่างมีนัยสำคัญได้หรือไม่?

$\mu_0 = 15, \sigma = 3, n = 16, \sigma_{\bar{X}} = 3/\sqrt{16} = .75$

$\bar{X} = 12, \alpha = .05$

1) Ho : $\mu = 15$

2) Ha : $\mu < 15$



3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_c < -Z_{.05} = -1.645$

5) $z = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{a_{\bar{X}}} = \frac{(12 - 15)}{.75} = -4.0$

6) $Z_c = -4.0$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha

นั่นคือ จำนวนวันฉายโดยเฉลี่ยในจังหวัดเชียงใหม่ต่ำกว่าในกรุงเทพฯ

9.19 โรงงานผลิตเก้าอี้ทราบว่า คนงานสามารถประกอบเก้าอี้ได้โดยเฉลี่ยชั่วโมงละ 15 ตัว และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 ตัว มีผู้เสนอให้ใช้กาวชนิดใหม่ ซึ่งจะช่วยทำให้การประกอบรวดเร็วขึ้น เมื่อลองใช้กาวชนิดใหม่ในเวลา 100 ชั่วโมง คนงานผลิตได้โดยเฉลี่ยคนละ 16 ตัวต่อชั่วโมง ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ .01 ฝ่ายจัดการจะมีเหตุผลเพียงพอที่จะเชื่อว่ากาวชนิดใหม่ช่วยเร่งการผลิตได้หรือไม่?

$\mu_0 = 15, \sigma = 5, n = 100, \overline{X} = 16, \alpha = .01$

$\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n} = 5/\sqrt{100} = .5$

1) Ho : $\mu = 15$ (กาวชนิดใหม่ไม่ช่วยเร่งการผลิต)

2) Ha : $\mu > 15$ (กาวชนิดใหม่ช่วยเร่งการผลิต)

ในเมื่อ μ คือจำนวนเก้าอี้ที่ผลิตได้ต่อชั่วโมง เมื่อใช้กาวชนิดใหม่

3) $\alpha = .01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_c > Z_{.01} = 2.326$

5) $Z = \dfrac{(\overline{X} - \mu_0)}{\sigma_{\bar{x}}} = \dfrac{(16 - 15)}{.5}$

$= 2.0$

$-\infty \quad 0 \quad 2.326 \quad +\infty$

6) $Z_c = 2.0$ ยังไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังปฏิเสธ Ho ไม่ได้ นั่นคือ ยังไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่ากาวชนิดใหม่ช่วยเร่งการผลิต

9.20 กำหนดให้ $\overline{X} = 19.1, S = 4, n = 25$ จงทดสอบว่าข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 17 หรือโตกว่า 17 โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01

1) Ho : $\mu = 17$ (ข้อมูลมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย = 17)

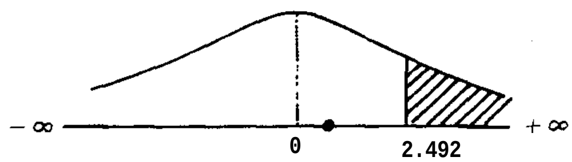
2) Ha : $\mu > 17$ (ข้อมูลมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 17)

3) $\alpha = 0.01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T > t_{.01,24} = 2.492$

5) $T = \dfrac{(\overline{X} - \mu_0)}{S/\sqrt{n}}$

$= \dfrac{(19.1 - 17)}{4/\sqrt{25}} = 2.625$



6) T = 2.625 อยู่ในเขตวิกฤต จึงต้องปฏิเสธ Ho มายอมรับ Ha และสรุปว่าข้อมูลมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 17

9.21 กำหนดให้ $\mu = 10$, $\bar{X} = 12$, $S = 1.96$ จงทดสอบว่า มาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 13 หรือเป็นค่าอื่น ๆ โดยใช้ระดับนัยสำคัญ .05

1) Ho : $\mu = 13$ (ข้อมูลมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย = 13)

2) Ha : $\mu \neq 13$ (ข้อมูลมาจากประชากรอื่น ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ≠ 13)

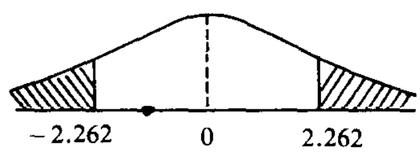
3) a = .05

4) **จะปฏิเสธ** Ho **เมื่อ** $T > t_{.025,9} = 2.262$ **หรือ** $T < -2.262$

5) $T = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} = \dfrac{12 - 13}{1.96/\sqrt{10}}$

$= \dfrac{-1}{0.62}$

$= -1.61$



6) ค่า T = −1.61 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ ข้อมูลมาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย = 13

9.22 เมื่อสุ่มตัวอย่าง 50 หน่วย จากประชากร 2,000 หน่วย ได้ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 105.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21.5 จงใช้ระดับนัยสำคัญ .05 ทดสอบว่ามาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย 102 หรือเป็นค่าอื่น

n = 50, N = 2,000 จึงเป็นประชากรแบบจำกัด

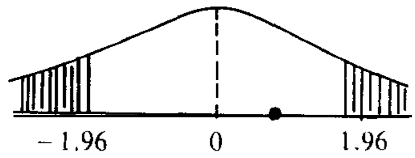
n/N = 50/2000 = .025 < .05 จึงไม่ต้องใช้ปรับค่าด้วย fpc ซึ่ง = (N − n)/(N − 1)

$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = 21.5/\sqrt{50} = 3.04$

กรณีนี้ ไม่ทราบค่า σ แต่ n > 30 จึงใช้การแจกแจงแบบ Z

1) Ho : $\mu = 102$

2) Ha : $\mu \neq 102$



3) $a = 0.05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z > Z_{.025}$ หรือเมื่อ

$Z < -Z_{.025}, Z_{.025} = \pm 1.96$

5) $z = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$

$= \dfrac{(105.1 - 102)}{21.5/\sqrt{50}} = \dfrac{3.10}{3.04} = 1.02$

6) $Z = 1.02$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต ซึ่งยอมรับ Ho ว่าข้อมูลมาจากประชากรที่มี $\mu = 102$-

9.23 ฝ่ายรวบรวมข้อมูลของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่ง ได้ติดตั้งเครื่องวีดิโอแทนเครื่องเก่าและให้พนักงาน 160 คน ฝึกหัดการใช้เครื่องใหม่นี้ พบว่าพนักงานต้องทำการทดลองโดยเฉลี่ยคนละ 14.1 ครั้ง จึงจะสามารถใช้เครื่องติดตั้งใหม่ได้ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4 ครั้ง จากประสบการณ์ในการใช้เครื่องต่าง ๆ ที่ใช้อยู่เดิมก่อนการเปลี่ยนแปลง พบว่าพนักงานต้องใช้เวลาฝึกหัดโดยเฉลี่ยคนละ 12.6 ครั้ง จึงจะทำได้โดยไม่ผิดพลาด เมื่อใช้ระดับนัยสำคัญ .05 จะสรุปได้หรือไม่ว่า การเรียนรู้จากเครื่องใหม่ยากกว่าเครื่องเดิม

$n = 160, \bar{X} = 14.1, S = 4, \mu_0 = 12.6, \alpha = .05$

ไม่ทราบค่า σ, จึงประมาณด้วย S, $\hat{\sigma}_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} = 4/\sqrt{160} = 0.316$

และแม้ว่าจะประมาณ σ ด้วย S แต่ $n > 30$ จึงใช้การแจงแจงแบบ Z

1) Ho : $\mu = 12.6$ (การเรียนรู้เครื่งใหม่ไม่ยากกว่าเครื่องเดิม)

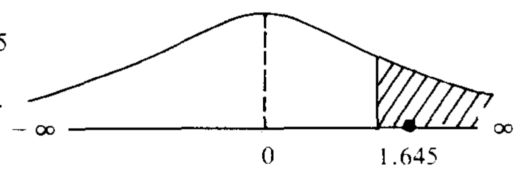
2) Ha : $\mu > 12.6$ (การเรียนรู้เครื่องใหม่ยากกว่าเครื่องเดิม)

3) $\alpha = 0.05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z > Z_{.05} = 1.645$

5) $Z = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S_{\bar{x}}} = \dfrac{14.1 - 12.6}{0.316}$

$= 4.75$



6) $Z_C = 4.75$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมับ Ha นั่นคือ การเรียนรู้เครื่องใหม่ยากกว่าเครื่องเดิม

9.24 จากรายงานของแพทย์ แสดงว่า ยาบรรเทาอาการปวดหัวชั้นดี จะระงับอาการปวดได้ภายใน 15 นาที ถ้าโรงงานผลิตยาได้ทดลองใช้ยาแก้ปวดหัวที่ผลิตตามสูตรใหม่กับผู้ป่วย 9 ราย พบว่าใช้เวลาระงับปวดโดยเฉลี่ย 13.5 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.2 นาที จากหลักฐานที่ได้จากการทดลองนี้ จะสรุปว่า ยาที่ผลิตตามสูตรใหม่ใช้เวลาบรรเทาอาการปวดน้อยลงกว่ายาสูตรเดิมด้วยระดับนัยสำคัญ .05 ได้ไหม?

$\mu_0 = 15$ นาที, $n = 9$, $\bar{X} = 13.5$, $S = 1.2$, $\alpha = .05$

$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = S_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} = 1.2/\sqrt{9} = .40$ ต้องใช้การแจกแจงแบบ t เพราะไม่ทราบค่า σ และ $n < 30$

ให้ μ คือค่าเฉลี่ยของเวลาบรรเทาอาการปวดภายหลังจากกินยาสูตรใหม่

1) Ho : $\mu = 15$ (ยาสูตรใหม่ ใช้เวลาบรรเทาปวดเท่าสูตรเก่า)

2) Ha : $\mu < 15$ (ยาสูตรใหม่ ใช้เวลาบรรเทาอาการปวดน้อยกว่าสูตรเดิม)

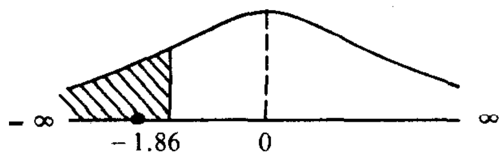
3) $\alpha = 0.05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T < -t_{.05,8} = -1.86$

5) $T = \dfrac{(\bar{X} - \mu_0)}{S/\sqrt{n}}$

$= \dfrac{13.5 - 15.0}{0.4}$

$= -3.75$



6) T = −3.75 ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho มารับ Ha และสรุปว่า ยาสูตรใหม่ใช้เวลาบรรเทาอาการปวดน้อยกว่าสูตรเดิม

9.25 จากข้อ 9.24 ถ้าทำการทดลอง 49 ราย จงสรุปผล

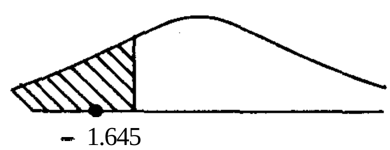
ดังนั้น $S_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} = 1.2/\sqrt{49} = 1.2/7 = 0.17$

และใช้การแจกแจงแบบ Z เพราะ $n > 30$

1) Ho : $\mu = 15$, Ha : $\mu < 15$

3) a = .os 4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z < -Z_{.05} = -1.645$

5) $Z = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S_{\bar{x}}} = \dfrac{13.5 - 15.0}{0.17}$



$= -8.82$

6) $Z_C = -8.82$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho เช่นกัน

9.26 ผู้ผลิตเสื้อเชิ้ตชาย JQ ทราบว่ามีอัตราส่วนการครองตลาด 15% ถ้าการตรวจตลาดครั้งล่าสุด โดยการสำรวจร้านขายเสื้อผ้า 75 แห่ง พบว่ามีอัตราการครองตลาด 18.7% ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ .05 จะเชื่อได้หรือไม่ว่าเสื้อ JQ ได้รับความนิยมสูงขึ้น

1) $H_0 : \pi = .15$ (เสื้อ JQ ได้รับความนิยมเท่าเดิม)

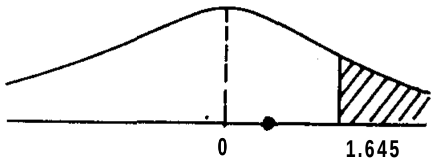
2) $H_a : \pi > .15$ (เสื้อ JQ ได้รับความนิยมสูงขึ้น)

3) $\alpha = 0.05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.05} = 1.645$

5) $Z = \dfrac{P - \pi_0}{\sigma_p} = \dfrac{.187 - .150}{.04123} = 0.897$

$$\boxed{\begin{aligned} \sigma_p &= \sqrt{\frac{\pi_0(1-\pi_0)}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{.15(.85)}{75}} \\ &= \sqrt{.0017} \\ &= .04123 \end{aligned}}$$



6) $Z_C = 0.897$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่าเสื้อ JQ ยังคงได้รับความนิยมเท่าเดิม

9.27 ธนาคารหนึ่งมีลูกหนี้ 8,000 ราย เมื่อสุ่มมา 300 ราย พบว่าเป็นข้าราชการ 37% จากรายงานประจำปีของธนาคาร เมื่อ 5 ปีก่อน มียอดลูกหนี้ที่เป็นข้าราชการ 32% จงใช้ระดับนัยสำคัญ .01 ทดสอบว่าอัตราการกู้ยืมของข้าราชการเปลี่ยนแปลงจากเดิมหรือไม่?

$n = 8{,}000,\ \mu = 300,\ p = .37,\ \pi_0 = .32,\ \alpha = .01$

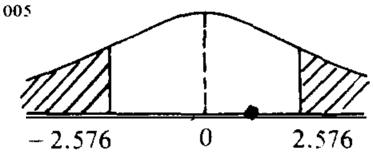
$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi_0(1-\pi_0)}{n}} = \sqrt{\frac{(.32)(.68)}{300}} = \sqrt{.0007} = .0265$$

1) $H_0 : \pi = .32$ (อัตราการกู้ยืมของข้าราชการไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม)

2) $H_a : \pi \neq .32$ (อัตราการกู้ยืมของข้าราชการเปลี่ยนแปลงจากเดิม)

3) $\alpha = .01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.005}$ หรือ $Z_C < -Z_{.005}$



$Z_{.005} = \pm 2.576$

5) $Z = \dfrac{p - \pi_0}{\sigma_p} = \dfrac{.37 - .32}{.0265} = 1.87$

6) $Z_C = 1.87$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho ว่าอัตราการกู้ยืมของข้าราชการยังไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม

9.28 ผู้จัดการบริษัทขายยาสีฟันทราบว่า 58% ของประชากรนิยมใช้ยาสีฟันของเขาในปีนี้ บริษัทคู่แข่งได้เพิ่มงบประมาณ โฆษณาจากปีก่อน ๆ เขาจึงสุ่มผู้บริโภคมา 500 ราย พบว่ามีผู้ใช้ยาสีฟันของเขา 54%

ก) ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ .10 เขาจะสรุปว่า ความนิยมสินค้าของเขาลดลงได้ไหม?

ข) ใช้คำถามเหมือนข้อ (ก) แต่ใช้ระดับนัยสำคัญ .05

$\pi_0 = .58,\ n = 500,\ p = .54$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}} = \sqrt{\frac{(.58)(.42)}{500}} = \sqrt{.000487} = .022$$

1) Ho : $\pi = .58$ (ความนิยมเท่าเดิม)

2) Ha : $\pi < .58$ (ความนิยมลดลง)

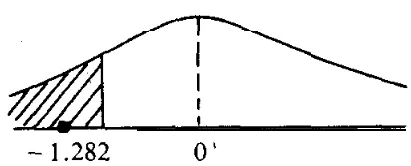
3) $\alpha = 0.10$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.10} = -1.282$

5. $Z = \dfrac{p - \pi_0}{\sigma\pi} = \dfrac{p - \pi_0}{\sqrt{\dfrac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$

$= \dfrac{.54 - .58}{.022}$

$= -1.82$



6) $Z_C = -1.82$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha และสรุปด้วยความเชื่อมั่น 90% ว่า ความนิยมสินค้าของเขาได้ลดลงจากเดิม

9.29 ผู้ผลิตซอสมะเขือเทศ ได้ทำการสำรวจตลาดโดยโทรศัพท์ถึงแม่บ้าน 5,000 ราย และถามความคิดเห็นว่า ถ้าบริษัทจะปรุงแต่งซอสให้มีรสเครื่องเทศมากขึ้น จะชอบหรือไม่ มีแม่บ้าน 235 คน ตอบว่าจะซื้อซอสที่ปรุงแต่งใหม่ ผลการสำรวจเมื่อ 2 ปีก่อน พบว่ามีแม่บ้านนิยมซอสของเขาอยู่ 4% ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ 2% จะสรุปว่าแม่บ้านให้ความนิยมสูงขึ้นสำหรับซอสที่เพิ่มเครื่องเทศ ได้หรือไม่?

ให้ π คือความนิยมซอสที่เพิ่มเครื่องเทศ

$n = 5{,}000,\ X = 235,\ p = 235/5{,}000 = 0.047 = 4.7\%$

$\pi_0 = .04\ ,\ a = .02$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}} = \sqrt{\frac{(.04)(.96)}{5000}}$$

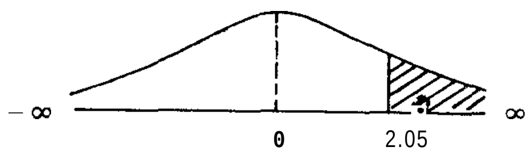
$$= \sqrt{.0000076} = .002757$$

1) Ho : $\pi = .04$ (ความนิยมเท่าเดิม)

2) Ha : $\pi > .04$ (ความนิยมสูงขึ้น)

3) $a = .02$

4) จะปฏิเสธเมื่อ $Z > Z_{.02} = 2.05$



5) $$Z = \frac{p - \pi_0}{\sigma_p} = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

$$= \frac{.047 - .040}{.002757}$$

$$\frac{.007}{.002757} = 2.54$$

6) $Z_c = 2.54$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และสรุปว่า ความนิยมซอสใส่เครื่องเทศสูงกว่าเดิม

9.30 เก็บตัวอย่างมา 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นอิสระกัน

$n_1 = 36,\ \overline{X}_1 = 240,\ S_1 = 40$

$n_2 = 49,\ \overline{X}_2 = 230,\ S_2 = 10$

จงใช้ระดับนัยสำคัญ 5% ทดสอบว่าเป็นตัวอย่างที่มาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเดียวกัน

1) Ho : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (ประชากรทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน)

2) $Ha: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (ประชากรทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ยต่างกัน)

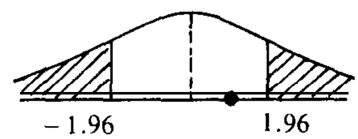
3) $\alpha = 0.05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z > Z_{.025}$ หรือเมื่อ $Z < -Z_{.025}$, $Z_{.025} = \pm 1.96$

5) ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ $Z = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$

$$S_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = \sqrt{\frac{40^2}{36} + \frac{10^2}{49}} = \sqrt{46.48} = 6.82$$

$$= \frac{240 - 230}{6.82} = 1.47$$



6) $Z_C = 1.47$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่าตัวอย่างทั้ง 2 มาจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน

9.31 ในการเปรียบเทียบวิธีอบรม 2 วิธี ได้สุ่มตัวอย่างผู้เข้าอบรมวิธีที่ 1 มา 6 คน ได้คะแนนความสามารถเฉลี่ย 35 คะแนน ความแปรปรวน 40 คะแนน และสุ่มจากวิธีที่ 2 มา 8 คน ได้คะแนนความสามารถเฉลี่ย 27 คะแนน และความแปรปรวน 45 คะแนน ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ 1% จะสรุปว่า วิธีการทั้ง 2 วิธี ให้ค่าเฉลี่ยความสามารถเท่ากันจะได้ไหม?

$n_1 = 6, \bar{X} = 35, S_1^2 = 40$

$n_2 = 8, \bar{X} = 27, S_2^2 = 45$

เนื่องจากไม่ทราบ σ_1, σ_2 จึงต้องมีข้อสมมุติเพิ่มเติมว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ และ

$$\hat{\sigma}^2 = S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{5(40) + 7(45)}{12} = 42.92$$

1) $Ho: \mu_1 = \mu_2$ (ความสามารถของ 2 วิธีไม่ต่างกัน)

2) $Ha: \mu_1 \neq \mu_2$ (ความสามารถของ 2 วิธีต่างกัน)

3) $\alpha = .01$

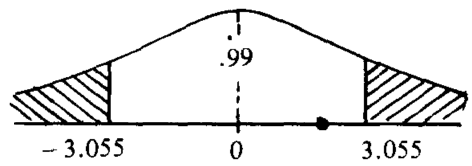
4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $|T| > t_{.005,12} = 3.055$

5) เนื่องจากไม่ทราบค่า σ_1^2, σ_2^2 และเป็นตัวอย่างขนาดเล็ก จึงใช้ $t-test$

$$T = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$= \frac{35 - 27}{\sqrt{42.92\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{8}\right)}}$$

$$= \frac{8}{\sqrt{12.52}} = \frac{8}{3.54} = 2.26$$



6) T = 2.26 ยังไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่า วิธีการอบรมทั้ง 2 วิธี ให้ความสามารถไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.32 จำนวนขายเป็นหน่วย จากตัวแทนจำหน่าย เวลา 1 เดือน ก่อนและหลังการส่งเสริม (promotion) **การขาย**

ตัวแทน	1	2	3	4	5	6	7	8
ก่อน	97	106	106	95	102	111	115	104
หลัง	113	113	101	119	111	122	121	106

ก) จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยของจำนวนขายภายหลัง promotion

ข) จงหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลง และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

ค) จงใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทดสอบความแตกต่างของจำนวนขายก่อนและหลังการส่งเสริม

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมา 2 กลุ่ม ไม่เป็นอิสระกัน และมีความสัมพันธ์กันเป็นคู่ ๆ เพราะเป็นจำนวนขายก่อนและหลังการส่งเสริมของ**ร้านเดียวกัน** จึงต้องหาผลต่างของแต่ละคู่ คือ d_i และการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยคือ $\bar{d}$ ดังนี้

ตัวแทน	1	2	3	4	5	6	7	8	
ก่อน	97	106	106	95	102	111	115	104	
หลัง	113	113	101	119	111	122	121	106	
d_i = หลัง-ก่อน	16	7	-5	24	9	11	6	2	$\Sigma d_i = 70$, $\bar{d} = 8.75$

$$\Sigma d_i^2 = 16^2 + 7^2 + \ldots + 2^2 = 1148$$

$$S_d^2 = \frac{\Sigma d_i^2 - (\Sigma d)^2/n}{n-1} = \frac{1148 - (70)^2/8}{7} = 76.5, \quad S_d = \sqrt{76.5} = 8.75$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S_d^2}{n}} = \sqrt{\frac{76.5}{8}} = \sqrt{9.5625} = 3.09$$

ก) อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของจำนวนขายภายหลังปรับปรุง คือ $\bar{d}$ = 8.75 หน่วย

ข) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลง = S_d = 8.75 หน่วย

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง = $S_{\bar{d}}$ = 3.09

ค) Ho : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (จำนวนขายไม่เปลี่ยนแปลงภายหลังการปรับปรุง)

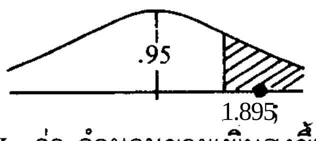
Ha : $\mu_1 - \mu_2 > 0$ (จำนวนขายเพิ่มขึ้นภายหลังการปรับปรุง)

โดยที่ μ_1 เป็นค่าเฉลี่ยจำนวนขาย**ภายหลัง**การปรับปรุง

μ_2 เป็นค่าเฉลี่ยจำนวนขาย**ก่อน**การปรับปรุง

a = 0.05, **จะปฏิเสธ** Ho **เมื่อ** $T > t_{.05,7} = 1.895$

$$T = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} = \frac{8.75}{3.09} = 2.83$$



T = 2.83 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha ว่า จำนวนขายเพิ่มสูงขึ้นภายหลังการปรับปรุง

9.33 เลขานุการกรมแห่งหนึ่งต้องการทราบว่าความแตกต่างของจำนวนคำพิมพ์ผิดระหว่างพนักงานพิมพ์ดีดที่สนใจตรวจทานหาที่ผิดในงานพิมพ์ กับพนักงานที่ไม่สนใจหาที่พิมพ์ผิด เขาพบว่า ในจำนวนพนักงาน 40 คน ที่ตรวจทานหาที่ผิดด้วยตนเองและทำการแก้ไขแล้ว จะพบที่ผิดอีกโดยเฉลี่ย 20.2 แห่ง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.5 แห่ง ส่วนพนักงานอีก 50 คน ที่ไม่ได้ตรวจทานหาที่ผิดและแก้ไข พบว่ามีจำนวนคำผิดเฉลี่ย 21.0 แห่ง

และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.1 แห่ง จงใช้ระดับนัยสำคัญ .10 เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคำผิดระหว่างพนักงาน 2 กลุ่มนี้

กลุ่มที่ 1	**กลุ่มที่ 2**
พนักงานตรวจทาน	**พนักงานไม่ตรวจทาน**
$n_1 = 40$	$n_2 = 50$
$\bar{X}_1 = 20.2$	$\bar{X}_2 = 21.0$
$S_1 = 2.5$	$S_2 = 3.1$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (จำนวนคำพิมพ์ผิดโดยเฉลี่ยของ 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน)

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$ (จำนวนคำพิมพ์ผิดโดยเฉลี่ยของ 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกัน)

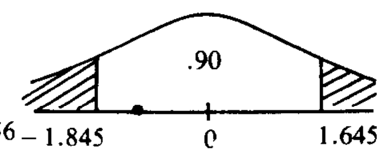
3) $\alpha = .10$

4) แม้ว่าไม่ทราบค่า σ_1, σ_2 แต่ $n_1 > 30, n_2 > 30$

เขตวิกฤตจึงอยู่ภายใต้โค้งการแจกแจงแบบปกติ และจะปฏิเสธ Ho เมื่อ

$$| Z_C | > Z_{.05};\ Z_{.05} = \pm 1.645$$

5) $$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{(20.2 - 21.0)}{0.59} = -1.356$$



$$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{(2.5)^2}{40} + \frac{(3.1)^2}{50}}$$
$$= \sqrt{.34845}$$
$$= 0.59$$

6. $Z_C = -1.356$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho ว่า จำนวนคำพิมพ์ผิดของกลุ่ม 2 กลุ่ม ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

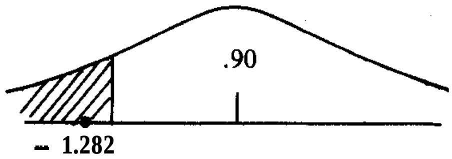
ข้อสังเกต

ถ้าโจทย์กำหนดทิศทาง คือเปลี่ยนคำถามใหม่ว่า “จำนวนคำพิมพ์ผิดของกลุ่มตรวจทานต่ำกว่ากลุ่มไม่ตรวจทานหรือไม่?” จะเป็นการทดสอบด้านเดียว และมีพลังการทดสอบสูงกว่าดังนี้

Ho : $\mu_1 = \mu_2$, Ha : $\mu_1 < \mu_2$

$\alpha = .10$, จะปฏิเสธ เมื่อ $Z_C < -Z_{.10} = -1.282$

$$Z = \frac{(20.2 - 21.0)}{0.59}$$



$$= -1.356$$

$Z_C = -1.356$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho มารับ Ha นั่นคือ จำนวนคำพิมพ์ผิดโดยเฉลี่ยของกลุ่มตรวจทานต่ำกว่ากลุ่มไม่ตรวจทาน อย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha = .10$

9.34 สถาบันวิจัยยา 2 แห่งได้คิดค้นยาบรรเทาอาการปวดข้อ อย่างเป็นอิสระกัน เมื่อได้ทดลองยาชนิดที่ 1 กับผู้ปวดข้อ 100 ราย พบว่าสามารถบรรเทาอาการปวดข้อได้โดยเฉลี่ย 8.5 ชั่วโมง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 ชั่วโมง ส่วนยาชนิดที่ 2 เมื่อทดลองใช้กับผู้ปวดข้อ 75 ราย พบว่าบรรเทาอาการปวดได้ 7.8 ชั่วโมง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 ชั่วโมง จงใช้ระดับนัยสำคัญ 0.02 ตรวจสอบว่ายาชนิดแรกสามารถบรรเทาอาการปวดข้อได้นานกว่าอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่?

ยาชนิดที่ 1	**ยาชนิดที่ 2**
$n_1 = 100$	$n_2 = 75$
$\bar{X}_1 = 8.5$ ชั่วโมง	$\bar{X}_2 = 7.8$ ชั่วโมง
$S_1 = 2$ ชั่วโมง	$S_2 = 1.5$ ชั่วโมง

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (ยาทั้ง 2 ชนิดมีระยะเวลาบรรเทาอาการปวดเท่ากัน)

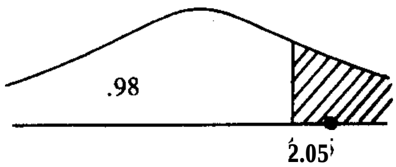
2) Ha : $\mu_1 > \mu_2$ (ยาชนิดที่ 1 มีระยะเวลาบรรเทาปวดนานกว่าชนิดที่ 2)

3) a = 0.02

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z > Z_{.02} = 2.05$

5) $$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{8.5 \quad 7.8}{.2646}$$

$$= 2.645$$



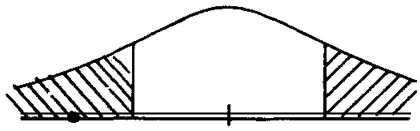
$$S_{(\bar{x}_1 \quad \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{2^2}{100} + \frac{1.5^2}{75}}$$
$$= \sqrt{.07}$$
$$= .2646$$

6) $Z_C = 2.645$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ ยาชนิดแรกมีระยะเวลาบรรเทาอากาศปวดนานกว่าชนิดที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha = 2\%$

9.35 ให้พนักงาน 40 คน เข้ารับโปรแกรมพิเศษ เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมแล้ว ให้ทดสอบความจูงใจ ได้คะแนนเฉลี่ย 28.8 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.38 คะแนน ส่วนผลการสอบความจูงใจของพนักงานอีก 45 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 27.7 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.49 คะแนน ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ .05 จงทดสอบความแตกต่างของแรงจูงใจจากโปรแกรมพิเศษ

$n_1 = 40, \bar{X}_1 = 28.8, S_1 = 1.38$

$n_2 = 45, \bar{X}_2 = 27.7, S_2 = 1.49$



$$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$\sqrt{\frac{(1.38)^2}{40} + \frac{(1.49)^2}{45}} = \sqrt{.0969} = .31$$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (พนักงาน 2 กลุ่มมีแรงจูงใจไม่ต่างกัน)

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$ (พนักงาน 2 กลุ่ม มีแรงจูงใจต่างกัน)

3) $\alpha = .05$ p-value = 0

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.025}$ หรือ $Z_C < -Z_{.025}$; $Z_{.025} = \pm 1.96$

5) $Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}}$ = 28.8-27.7 = **1.1/.31 =** 3.55

6) Z_C อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ พนักงาน 2 กลุ่มมีแรงจูงใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ กลุ่มที่ 1 มีแรงจูงใจต่ำกว่ากลุ่มที่ 2

9.36 บริษัทหนึ่งได้ลงโฆษณาโดยการแจกคูปองให้ส่วนลดพิเศษในนิตยสารหลายฉบับ บางฉบับจะอยู่ด้านในของปกหน้า บางฉบับจะอยู่ด้านในของปกหลัง อัตราส่วนลดที่ลูกค้าใช้จากนิตยสารต่าง ๆ รวม 18 ฉบับ มีดังนี้

ที่โฆษณา	เปอร์เซ็นต์ผู้ใช้คูปองส่วนลด									
ด้านในปกหน้า	6.2	5.8	7.1	6.5	6.7	7.0	6.6	6.3	6.9	6.0
ด้านในปกหลัง	4.9	5.2	5.4	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5		

จากข้อมูลนี้ แสดงว่าคูปองที่ลงด้านในของปกหน้าและปกหลังได้รับความนิยมแตกต่างกัน

ที่ระดับนัยสำคัญ .05 หรือไม่?

ให้ μ_1 คืออัตราเฉลี่ยผู้ใช้คูปองส่วนลดเมื่อโฆษณาด้านในของปกหน้า

μ_2 คืออัตราเฉลี่ยผู้ใช้คูปองส่วนลดเมื่อโฆษณาด้านในของปกหลัง

$\Sigma X_1 = 65.1,\ n_1 = 10,\ \bar{X}_1 = 6.51,\ \Sigma X_1^2 = 425.49$

$\Sigma X_2 = 46.1,\ n_2 = 8,\ \bar{X}_2 = 5.7625,\ \Sigma X_2^2 = 267.81$

ไม่ทราบค่า σ_1^2, σ_2^2 จึงต้องสมมุติว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ และ $\hat{\sigma}^2 = S_p^2$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{\Sigma(X - \bar{X}_1)^2 + \Sigma(X - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{1.689 + 2.15875}{16}$$

$$= 0.24$$

$$\boxed{\begin{aligned} S_1^2 &= \frac{\Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2/n_1}{n_1 - 1} = \frac{1.689}{9} = 0.1877 \\ S_2^2 &= \frac{\Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2/n_2}{n_2 - 1} = \frac{2.15875}{7} = 0.308 \end{aligned}}$$

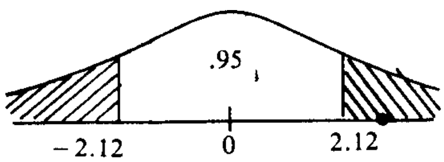
1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (อัตราความนิยมเท่ากันทั้งปกหน้าและปกหลัง)

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$ (อัตราความนิยมไม่เท่ากันระหว่างปกหน้าและปกหลัง)

3) $\alpha = .05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $|T| > t_{.025,16} = 2.12$

5) $$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{(6.51 - 5.7625)}{\sqrt{0.24\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{8}\right)}}$$



$$= \frac{0.7475}{\sqrt{.054}} = \frac{.7475}{.2324}$$

$$= 3.22$$

6) ค่า T = 3.22 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมสมมุติฐานรองว่า อัตราความนิยมใช้คูปอง มีความแตกต่างกันระหว่างหน้าโฆษณาปกในด้านหน้าและปกในด้านหลัง

9.37 **ในการสำรวจความสิ้นเปลืองของรถที่ใช้งานแล้ว 1 ปี จากผู้ผลิต 2 แห่ง พบว่า รถ 7 คัน จากผู้ผลิต (ก) วิ่งได้เฉลี่ย 21 ไมล์ต่อแกลลอน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.8 ไมล์ และรถชนิดเดียวกันนี้อีก 9 คัน ซึ่งผลิตจากผู้ผลิต (ข) ให้ระยะทางเฉลี่ย 26 ไมล์ต่อแกลลอน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.3 ไมล์ ให้ทดสอบว่ารถจากผู้ผลิต (ข) ให้ระยะทางเฉลี่ยสูงกว่าผู้ผลิต (ก) ด้วยระดับนัยสำคัญ 5%**

รถ (ก) : $n_1 = 7, \overline{X}_1 = 21, S_1 = 5.8$

รถ (ข) : $n_2 = 9, \overline{X}_2 = 26, S_2 = 5.3$

เนื่องจากไม่ทราบค่า σ_1, σ_2 และ $n_1, n_2 < 30$ จึงต้องมีข้อสมมุติว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$

และ $\hat{\sigma}^2 = S_p^2 = \dfrac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \dfrac{(6)(5.8)^2 + (8)(5.3)^2}{7 + 9 - 2}$

$$= \frac{426.56}{14} = 30.47$$

1) $Ho : \mu_1 = \mu_2$ (อัตราความสิ้นเปลืองเท่ากัน)

2) $Ha : \mu_1 < \mu_2$ (รถจากผู้ผลิต (ข) วิ่งได้ระยะทางโดยเฉลี่ยต่อแกลลอนมากกว่ารถจากผู้ผลิต (ก))

3) a = 0.05

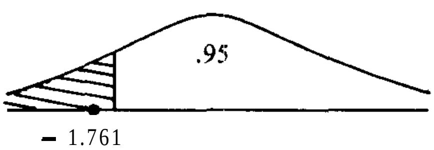
4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T < -t_{.05,14} = -1.761$

5) $$T = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{21 \quad 26}{\sqrt{30.47\left(\frac{1}{7} + \frac{1}{9}\right)}}$$

$$= \frac{-5}{\sqrt{7.738}}$$

$$= \frac{-5}{2.78}$$

$$= -1.8$$



6) T = −1.8 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha ว่า รถชนิด (ข) ประหยัดน้ำมันกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

9.38 ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพสินค้า ได้เสนอให้ปรับปรุงระบบการหักเงินค่าแรงเมื่อลูกจ้างทำสินค้าชำรุด (เสื้อสำเร็จรูป) เมื่อได้ทดลองระบบใหม่กับลูกจ้าง 10 ราย ได้บันทึกจำนวนสินค้าชำรุดก่อนและหลัง การใช้ระบบใหม่ในตารางข้างล่าง จงใช้ระดับนัยสำคัญ .05 ทดสอบว่า การเปลี่ยนใช้ระบบใหม่ช่วยทำให้สินค้าชำรุดมีจำนวนลดลง

คนงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก่อน	12	14	12	13	15	13	14	13.5	12	12.5
หลัง	9	13	14	10	12	11	13	10	11	13
d_i =. ก่อน-หลัง	3	1	−2	3	3	2	1	3.5	1	−0.5

$\Sigma d_i = 15; \bar{d} = 15/10 = 1.5$

$\Sigma d_i^2 = 3^2 + 1^2 + (-2)^2 + \ldots + (-0.5)^2 = 50.5$

$\Sigma(d_i - \bar{d})^2 = \Sigma d_i^2 - (\Sigma d)^2/n = 50.5 - (15)^2/10 = 28$

$S_d^2 = \Sigma(d_i - \bar{d})^2/(n-1) = 28/9 = 3.11$

$S_{\bar{d}} = \sqrt{S_d^2/n} = \sqrt{28/9(10)} = \sqrt{.311} = .558$

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บมาก่อนและหลังการใช้ระบบใหม่ มาจากพนักงานคนเดิม ข้อมูล 2 กลุ่มนี้ จึงไม่เป็นอิสระกัน และมีความสัมพันธ์กันเป็นคู่ ๆ เรียกว่า ข้อมูลแบบจับคู่ จึงต้องหาผลต่างของแต่ละคู่คือ d_i และ $\bar{d}$ จะเป็นค่าประมาณของผลต่างเฉลี่ย คือ

$\hat{\mu}_1 - \hat{\mu}_2$

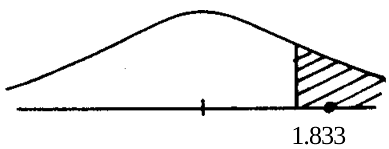
1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (จำนวนชำรุดก่อนและหลังการเปลี่ยนระบบไม่ต่างกัน)

2) Ha : $\mu_1 > \mu_2$ (จำนวนของชำรุดก่อนการเปลี่ยนระบบสูงกว่าหลังเปลี่ยนระบบ)

3) $\alpha = .05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T > t_{.05,9} = 1.833$

5) $T = \dfrac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} = \dfrac{1.5}{.558} = 2.688$



6) T = 2.688 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho มายอมรับ Ha
นั่นคือ การเปลี่ยนระบบช่วยลดจำนวนชำรุด

9.39 ผู้ผลิตผงซักฟอกได้แบ่งเขตการตลาดสำหรับส่งเสริมการขายเป็น 9 แห่ง และใช้วิธีส่งเสริม 2 วิธี วิธีละ 1 เดือน และได้บันทึกจำนวนขายมีหน่วยเป็น 1,000 หีบ ในตารางข้างล่าง จงทดสอบว่าวิธีส่งเสริม 2 วิธี มีผลให้จำนวนขายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ α = .10 หรือไม่?

เขต	1	2	3	4	5	6	7	8	9
วิธีที่ 1	46	54	49	39	42	48	51	55	44
วิธีที่ 2	53	52	49	42	51	50	49	60	43
d_i	−7	2	0	-3	-9	-2	2	- 5	1

$\Sigma d_i = -21, \quad \bar{d} = -21/9 = -2.33$

$\Sigma d_i^2 = (-7^2 + 2^2 + \quad + 1^2) = 177$

$\Sigma(d_i - \bar{d})^2 = \Sigma d_i^2 \quad (\Sigma d)^2/n = 177 \quad (-21)^2/9 = 128$

$S_d^2 = \frac{\Sigma(d_i - \bar{d})^2}{“ - 1} = \frac{128}{8} = 16$

$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S_d^2}{n}} = \sqrt{\frac{16}{9}} = 1.333$

ข้อมูลของการส่งเสริม 2 วิธี มาจากเขตเดิม 9 เขต จึงเป็นข้อมูลแบบจับคู่ ต้องใช้ $\bar{d}$ ประมาณ $\mu_1 - \mu_2$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (จำนวนขายเฉลี่ยของวิธีส่งเสริม 2 วิธีไม่แตกต่างกัน)

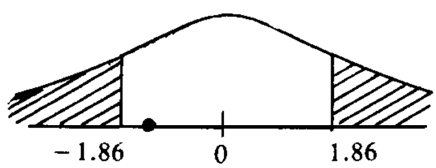
2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$ (จำนวนขายเฉลี่ยของวิธีส่งเสริม 2 วิธี แตกต่างกัน)

3) $\alpha = .10$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T > t_{(n-1),\,\alpha/2}$ หรือ $T < -t_{(n-1),\,\alpha/2}$

$t_{(n-1),\,\alpha/2} = t_{8,.05} = \pm 1.86$

5) $T = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} = \frac{-2.33}{1.33} = 1.75$



6) T = − 1.75 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังปฏิเสธ Ho ไม่ได้ และสรุปว่า วิธีจำนวนขายเฉลี่ยจากวิธีส่งเสริมทั้ง 2 วิธี ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.40 **เป็นที่ทราบกันดีว่าการเปิดดนตรีในระหว่างการทำงานบางประเภท จะทำให้บุคคลรู้สึกผ่อนคลายและช่วยเพิ่มผลผลิต แต่ในการผลิตสินค้าที่ต้องการสมาธิสูง การเปิดดนตรีอาจไม่ทำให้จำนวนผลผลิตเพิ่มก็ได้ ผู้จัดการโรงงานแห่งหนึ่ง จึงได้ทำการทดลองในแผนกที่ต้องใช้สมาธิสูง โดยให้คนงาน 6 คน ทำงานขณะเปิดดนตรี เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และให้คนงาน 6 คนเดิมทำงานโดยไม่เปิดดนตรีอีก 1 สัปดาห์ แล้วบันทึกผลผลิตต่อสัปดาห์ของพนักงานแต่ละคน จงทดสอบโดยใช้** $\alpha = .05$ **ว่าผลผลิต เมื่อเปิดดนตรีและไม่เปิดดนตรีมีความแตกต่างกันหรือไม่?**

คนงาน	1	2	3	4	5	6
เปิดดนตรี	142	136	158	145	150	148
ไม่เปิดดนตรี	139	138	150	145	145	142
d_i = เปิด-ไม่เปิด	3	- 2	8	0	5	6

$\Sigma d_i = 20;\ \bar{d} = 3.33$

$\Sigma d_i^2 = 138,\ \Sigma(d_i - \bar{d})^2 = \Sigma d_i^2 - (\Sigma d)^2/n = 71.33$

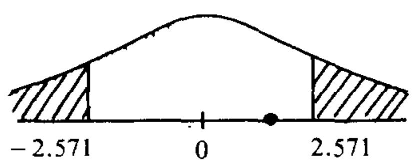
$S_d^2 = \dfrac{\Sigma(d_i - \bar{d})^2}{n - 1} = \dfrac{71.33}{5} = 14.27$

$\sqrt{S_{\bar{d}}} = \sqrt{S_d^2/n} = \sqrt{14.27/6} = \sqrt{2.378} = 1.54$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

3) a = .05



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ T > $t_{025,5}$ หรือ T < $t_{.025,5}$; $t_{:025,5} = \pm 2.571$

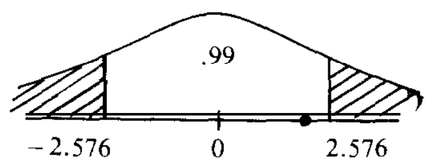
5) $T = \dfrac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} = \dfrac{3.33}{1.54} = 2.16$

6) T = 2.16 ยังไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่าผลผลิตของคนงานในแผนกนี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเปิดดนตรีหรือไม่เปิดดนตรี

9.41 ในการสอบถามพนักงานบริษัทหนึ่งถึงค วามพอใจระหว่างการให้บำเหน็จจำนวนมาก เมื่อเกษียณอายุกับการเพิ่มเงินเดือนเพียงเล็กน้อย มีพนักงาน 850 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 1,000 คน ที่ชอบการให้บำเหน็จจำนวนมากเมื่อเกษียณอายุ และมีหญิง 400 คนจากกลุ่มตัวอย่าง 500 คน ที่ชอบการให้บำเหน็จจำนวนมากเมื่อเกษียณอายุ จงใช้ระดับนัยสำคัญ .01 ทดสอบว่าสัดส่วนพนักงานชายและหญิงที่ชอบการเพิ่มบำเหน็จเมื่อเกษียณอายุไม่ต่างกัน

$n_1 = 1000,\ p_1 = 850/1000 = .85$

$n_2 = 500,\ p_2 = 400/500 = .80$



1) Ho : $\pi_1 = \pi_2 = \pi$ หรือ $\pi_1 - \pi_2 = 0$

2) Ha : $\pi_1 \neq \pi_2$ หรือ $\pi_1 - \pi_2 \neq 0$

3) $\alpha = .01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.005}$ หรือ $Z_C < -Z_{.005}$, $Z_{.005} = \pm 2.576$

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{.85 - .80}{\sqrt{.833\,(.167)\left(\frac{1}{1000}+\frac{1}{500}\right)}}$$

$$\hat{\pi} = \frac{850 + 400}{1000 + 500} = \frac{1250}{1500} = .833$$

$$1 - \hat{\pi} = 1.67$$

$$= \frac{.05}{\sqrt{.00042}} = \frac{.05}{.021} = 2.38$$

6) $Z_C = 2.38$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ สัดส่วนความนิยมการเพิ่มบำเหน็จระหว่างพนักงานชายและหญิงไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.42 กระทรวงสาธารณสุขกำลังพิจารณา เปิดบริการรับเลี้ยงเด็กตอนกลางวัน ณ ศูนย์บริการสาธารณสุข 2 แห่ง จากครัวเรือนที่สุ่มมาเป็นตัวอย่างในท้องที่ 2 แห่งนั้น พบว่าในเขตแรกที่สุ่มมา 150 หลัง มีแม่บ้านทำงานนอกบ้านตลอดวัน 44% และในอีกท้องที่หนึ่งซึ่งสุ่มมา 100 ครัวเรือน มีแม่บ้านทำงานนอกบ้านตลอดวัน 38%

จงใช้ระดับนัยสำคัญ .05 ตรวจสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสัดส่วนแม่บ้านทำงานนอกบ้านใน 2 ท้องที่นั้น

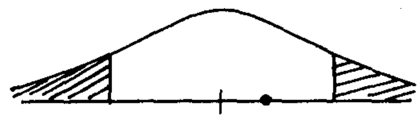
$n_1 = 150, p_1 = .44$ **ดังนั้น** $X_1 = n_1p_1 = (150)(.44) = 66$ **คน**

$n_2 = 100, p_2 = .38$ **ดังนั้น** $X_2 = n_2p_2 = (100)(.38) = 38$ **คน**

1) $Ho : \pi_1 = \pi_2 = \pi$

2) $Ha : \pi_1 \neq \pi_2$

3) $a = .05$



4) **จะปฏิเสธ** Ho **เมื่อ** $Z_C > Z_{.025}$ **หรือ** $Z_C < -Z_{.025}$; $Z_{.025} = \pm 1.96$

5) $$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{.44 - .38}{\sqrt{(.416)(.584)\left(\frac{1}{150}+\frac{1}{100}\right)}}$$

$$= \frac{.06}{\sqrt{.004049}} = \frac{.06}{.0636}$$

$$= 0.94$$

$$\hat{\pi} = \frac{66 + 38}{150 + 100} = \frac{104}{250} = .416$$

$$1 - \hat{\pi} = .584$$

6) $Z_C = 0.94$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ Ho และสรุปว่า สัดส่วนแม่บ้านทำงานนอกบ้าน ใน 2 ท้องที่นั้น ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.43 ในการเปรียบเทียบระบบป้องกันมลพิษ 2 ระบบของโรงงานหนึ่ง พบว่าระบบที่ 1 สามารถลดมลพิษลงถึงระดับที่ต้องการ 63% ของจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง 200 ครั้ง ส่วนระบบที่ 2 (ซึ่งแพงกว่า) สามารถลดมลพิษถึงระดับที่ต้องการ 79% ของการทดลอง 300 ครั้ง จงใช้ระดับนัยสำคัญ .10 ตรวจสอบว่า ฝ่ายจัดการจะสรุปว่าระบบที่แพงไม่ได้มีประสิทธิภาพสูง กว่าระบบที่ไม่แพงได้หรือไม่?

$p_1 = .63, n_1 = 200,$ ดังนั้น $X_1 = n_1p_1 = .63(200) = 126$

$p_2 = .79, n_2 = 300,$ ดังนั้น $X_2 = n_2p_2 = .79(300) = 237$

1) $Ho : \pi_1 = \pi_2 = \pi$ (ทั้ง 2 ระบบมีประสิทธิภาพไม่ต่างกัน)

2) $Ha : \pi_1 < \pi_2$ (ระบบแพง (2) มีประสิทธิภาพสูงกว่า)

3) $a = .10$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.10} = -1.282$

5) $$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{\pi}_1(1-\hat{\pi}_1)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{.63 - 79}{\sqrt{(.726)(.274)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300}\right)}}$$

$$= \frac{-0.16}{\sqrt{.001638}} = \frac{-.16}{.0405}$$

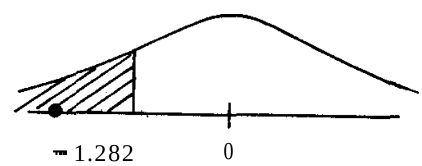
$$= -3.95$$

$$\pi = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2}$$

$$= \frac{126 + 237}{200 + 300}$$

$$= \frac{363}{500} = .726$$

$$1 - \hat{p} = .274$$



6) $Z_C = -3.95$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha จึงสรุปว่า ระบบแพง มีประสิทธิภาพในการลดมลพิษได้ดีกว่าระบบที่ราคาถูก

9.44 บริษัทยาได้ผลิตวัคซีนรักษาหวัดชนิดใหม่ และโฆษณาว่า ให้ผลในการรักษาสูงกว่าวัคซีนเดิม ถ้าทดลองฉีดวัคซีนชนิดใหม่ 400 คน มี 240 คน ที่ไม่เป็นหวัดตลอดฤดูฝน และฉีดวัคซีนชนิดเดิมกับผู้ทดลองอีก 400 คน มี 200 คน ไม่เป็นหวัดตลอดฤดูฝน จะมีหลักฐานเพียงพอที่จะสนับสนุนคำอ้างของบริษัทยาด้วยระดับนัยสำคัญ .01 หรือไม่?

$n_1 = 400,\ p_1 = 240/400 = .60$

$n_2 = 400,\ p_2 = 200/400 = .50$

$$\hat{\pi} = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} = \frac{240 + 200}{400 + 400} = \frac{440}{800} = .55;\ (1 - \hat{\pi}) = .45$$

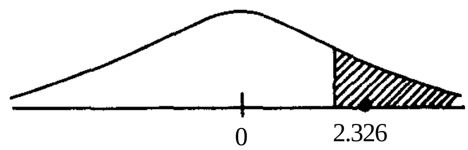
1) $Ho : \pi_1 = \pi_2 = \pi$ (อัตราการรักษาของ 2 ชนิดไม่ต่างกัน)

2) Ha : $\pi_1 > \pi_2$ (วัคซีนชนิดใหม่มีอัตราไม่เป็นหวัดสูงกว่าวัคซีนเดิม)

3) $\alpha = .01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.01} = 2.326$

5) $$z = \frac{PI - p_2}{\hat{\pi}(1 - \hat{\pi}) \quad \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$



$$= \frac{.60 - .50}{\sqrt{(.55)\,(.45)\,\left(\frac{1}{400} + \frac{1}{400}\right)}} = \frac{.16}{\sqrt{.001237}} = \frac{.10}{.035} = 2.86$$

6) $Z_C = 2.86$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha และสรุปว่า วัคซีนชนิดใหม่มีผลการรักษาดีกว่าวัคซีนชนิดเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

9.45 สถานีโทรทัศน์ต้องการทดสอบความนิยมจากผู้ชมระหว่าง 2 รายการ เมื่อสุ่มผู้ชมรายการ A มา 400 คน มี 205 คน ที่ดูรายการ A โดยสม่ำเสมอ และมีผู้ชมรายการ B โดยสม่ำเสมอ 250 คน จาก 400 คน จงทดสอบความแตกต่างของอัตราการรับชมระหว่าง 2 รายการนี้ด้วย $\alpha = .05$

$n_1 = 400,\ p_1 = 205/400 = .5125,$

$n_2 = 400,\ p_2 = 250/400 = .625$

$$\hat{\pi} = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} = \frac{205 + 250}{400 + 400} = \frac{455}{800} = .56875;\ 1 - \hat{\pi} = .43125$$

I) Ho : $\pi_1 = \pi_2 = A$

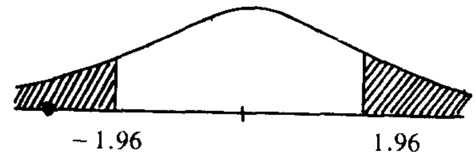
2) Ha : RI $\neq \pi_2$

3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > 1.96$ หรือ $Z_C < -1.96$; $Z_{.025} = \pm 1.96$

5) $$z = \frac{p_1 - p_2}{\hat{\pi}(1 - \hat{\pi}) \quad \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$= \frac{.5125 - .625}{\sqrt{.56875\,(.43125)\left(\frac{1}{400} + \frac{1}{400}\right)}}$$



$$= \frac{1125}{\sqrt{.001226}}$$

6) $Z_C = -3.21$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ อัตราการรับชมระหว่าง 2 รายการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.46 บริษัทประกันภัย ได้สุ่มตัวอย่างพนักงานขายวุฒิปริญญามา 200 คน มี 60 คน ที่ขายประกันได้สูงกว่าระดับที่กำหนดให้เมื่อเข้าทำงานได้ 1 เดือน ส่วนพนักงานที่ไม่จบระดับปริญญาที่สุ่มมา 200 คน มี 50 คนที่ขายได้สูงกว่าระดับที่กำหนดให้ภายในเดือนแรกที่เข้าทำงาน เราจะสรุปด้วยความเชื่อมั่น 98% ได้ไหมว่าการศึกษาระดับปริญญาทำให้ผลงานต่างกัน?

$n_1 = 200,\ X_1 = 60,\ p_1 = 60/200 = .30$

$n_2 = 200,\ X_2 = 50,\ p_2 = 50/200 = .25$

$$\hat{\pi} = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} = \frac{60 + 50}{200 + 200} = \frac{110}{400} = 0.275,\quad 1 - \hat{\pi} = 0.725$$

(ในกรณีที่ $n_1 = n_2 = n$, $\hat{\pi} = (p_1 + p_2)/2 = (.30 + .25)/2 = .275$)

1) Ho : $\pi_1 = \pi_2 = \pi$ (การศึกษาระดับปริญญาไม่ทำให้ผลงานต่างกัน)

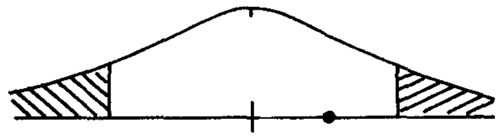
2) Ha : $\pi_1 \neq \pi_2$ (การศึกษาระดับปริญญาทำให้ผลงานต่างกัน)

3) $\alpha = 0.02$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.01}$ หรือ $Z_C < -Z_{.01}$, $Z_{.01} = \pm 2.326$

5) $$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{\pi}(1 - \hat{\pi})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{.30 - .25}{\sqrt{(.275)(.725)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{200}\right)}}$$

$$= \frac{.05}{\sqrt{.00199}}$$



$$= \frac{.05}{.04472} = 1.12$$

6) Z = 1.12 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่า ผลงานของพนักงานที่จบระดับปริญญา และไม่จบระดับปริญญาไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

9.47 ภายหลังการเกิดอุทกภัยในเมืองหนึ่ง เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของชุมชนหนึ่ง พบว่า ในบรรดาผู้ได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไทฟอยด์ 2,000 คน มี 20 คน ป่วยเป็นโรคไทฟอยด์ แต่ในบรรดาผู้ที่ไม่ได้รับการฉีดยา 10,000 คน มี 280 คนที่เป็นโรคไทฟอยด์ ถ้าใช้ α = .01 จะสรุปได้หรือไม่ว่า ผู้ได้รับการฉีดวัคซีนมีโอกาสเป็นโรคน้อยกว่าผู้ไม่ได้รับการฉีดวัคซีน

$n_1 = 2{,}000,\ X_1 = 20,\ p_1 = 20/2000 = .01$

$n_2 = 10{,}000,\ X_2 = 280,\ p_2 = 280/10{,}000 = .028$

$\hat{\pi} = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} = \frac{20 + 280}{2{,}000 + 10{,}000} = \frac{300}{12{,}000} = .025,\quad 1 - \hat{\pi} = .975$

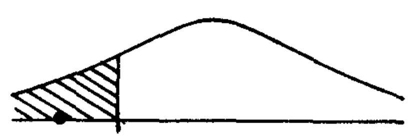
1) Ho : $\pi_1 = \pi_2 = \pi$ (ผู้ฉีดวัคซีนและไม่ฉีดมีโอกาสเป็นโรคเท่ากัน)

2) Ha : $\pi_1 < \pi_2$ (ผู้ฉีดวัคซีนมีโอกาสเป็นโรคน้อยกว่าผู้ไม่ฉีด)

3) a = .01

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.01} = -2.324$

5) $$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$



$$= \frac{.01 - .028}{\sqrt{(.025)(.975)\left(\frac{1}{2{,}000} + \frac{1}{10{,}000}\right)}}$$

$$= \frac{-.018}{\sqrt{.0000024}} = \frac{-.018}{.00155} = -11.61$$

6) $Z_c = -11.61$ จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ ผู้ได้รับการฉีดวัคซีนมีโอกาสเป็นโรคไทฟอยด์น้อยกว่าผู้ไม่ได้รับการฉีด

9.48 จงตั้งสมมุติฐานว่างเปล่า และสมมุติฐานรองสำหรับสภาวการณ์ต่อไปนี้

ก) เมื่อนักวิจัยต้องการทดสอบว่าวิธีการสอนที่ปรับปรุงใหม่ ทำให้นักเรียนได้คะแนนสอบสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยเดิม ซึ่งเท่ากับ 85 คะแนน

$Ho : \mu = 85$

$Ha : \mu > 85$

ข) ผู้บริหารบริษัทการบินต้องการทราบว่า พนักงานต้อนรับชายที่ประจำบนเครื่องบินมีความสูงโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 66 นิ้วฟุต

$Ho : \mu = 66$ นิ้วฟุต

$Ha : \mu > 66$ นิ้วฟุต

9.49 ผู้ผลิตแบตเตอรี่ขนาดเล็ก แถลงว่า แบตเตอรี่ของเขามีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 28 เดือน จึงออกใบรับประกันว่าจะเปลี่ยนให้ใหม่ ถ้าใช้ยังไม่ครบ 28 เดือนแล้วชำรุด จงแสดงผลที่ติดตามมาถ้าเกิดความผิดพลาดประเภทที่ I และประเภทที่ II

$Ho : \mu \geqslant 28$ (แบตเตอรี่มีคุณภาพดี)

$Ha : \mu < 28$ (แบตเตอรี่มีคุณภาพเลว)

α = P(type I error) = P(ปฏิเสธ Ho/Ho จริง)

= P(ปฏิเสธแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพดี)

P = P(type II error) = P(ยอมรับ Ho/Ho เท็จ)

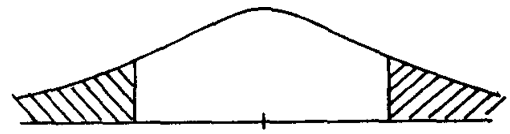
= P(ยอมรับแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพเลว)

9.50 ผู้ผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ได้ผลิตเสื้อภายใต้สมมุติฐานว่า สตรีที่ซื้อเสื้อสำเร็จรูปมีน้ำหนักเฉลี่ย 110 ปอนด์ บริษัทได้สุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ครั้งแรกได้น้ำหนักเฉลี่ย 98 ปอนด์ และครั้งที่ 2 ได้น้ำหนักเฉลี่ย 122 ปอนด์ ถ้าบริษัทต้องการทดสอบว่า ค่าของประชากร

เป็น 110 ปอนด์ หรือไม่ ตัวอย่างใดมีแนวโน้มที่จะยอมรับสมมติฐานว่างเปล่ามากกว่ากัน เพราะเหตุใด?

Ho : $\mu = 110$, Ha : $\mu \neq 110$ สมมุติใช้ a = .05

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} = \frac{\bar{X} - 110}{S_{\bar{X}}}$$



กรณีที่ 1 เมื่อ $\bar{X}_1 = 98$; $Z_1 = \frac{98 - 110}{S_{\bar{X}}} = \frac{-12}{S_{\bar{X}}}$

กรณีที่ 2. เมื่อ $\bar{X}_2 = 122$; $Z_2 = \frac{122 - 110}{S_{\bar{X}}} = \frac{24}{S_{\bar{X}}}$

ทั้ง 2 กรณี ไม่ทราบค่า σ จึงประมาณด้วย S และโจทย์ไม่บอกขนาดตัวอย่างว่าทั้ง 2 ครั้งใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากันหรือไม่

จะเห็นว่า การที่จะปฏิเสธ Ho ได้ ก็เมื่อตัวตั้งเป็นค่าโต และยังต้องเทียบกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วย ถ้าใช้ตัวอย่างขนาดเดียวกัน และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานระดับเดียวกัน ตัวอย่างที่ 1 ก็มีโอกาสปฏิเสธ Ho น้อยกว่าตัวอย่างที่ 2 เพราะมีความขัดแย้งน้อยกว่า แต่ต้องระลึกไว้เสมอว่าการยอมรับ Ho มิได้หมายความว่า Ho เป็นจริงเสมอไป หากเป็นการยอมรับ เนื่องจากยังมีหลักฐานความขัดแย้งไม่มากพอ ซึ่งอาจเนื่องจาก ขนาดตัวอย่างเล็กเกินไป หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงเกินไป

9.51 ตัวแทนขายปากกาที่ลบหมึกได้ ต้องการทดสอบความแตกต่างของการวางสินค้าในร้านตัวอย่าง 36 ร้าน โดยการวางบนหิ้ง และอีก 36 ร้าน ให้วางขายในตู้ พบว่า จำนวนขายเฉลี่ยแบบวางขายบนหิ้ง (ชั้นแบ่ง) ได้ 40 ด้ามต่อเดือน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3 ด้าม ส่วนการวางขายในตู้ มีจำนวนขายเฉลี่ย 42 ด้าม (ในเดือนเดียวกัน) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 ด้าม จงทดสอบโดยใช้ระดับนัยสำคัญ 5%

$n_1 = 36, \bar{X}_1 = 40, S = 3$

$n_2 = 36, \bar{X}_2 = 42, S = 0.5$

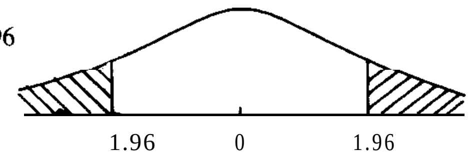
$$S_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{3^2}{36} + \frac{0.5^2}{36}} = \sqrt{.2569} = .506$$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $|Z| > Z_{.025} = \pm 1.96$



5) $$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}} = \frac{40 - 42}{.506} = \frac{-2}{.506} = -3.95$$

6) $Z_C = -3.95$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ จำนวนขายเฉลี่ยของชั้นวางขาย 2 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ การวางขายในตู้ให้จำนวนขายโดยเฉลี่ยสูงกว่า

9.52 บรรณรักษ์ห้องสมุดมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังเกตว่ามีการเปลี่ยนแปลงจำนวนการยืมหนังสือต่อนักศึกษา 1 คน ซึ่งแต่เดิมพบว่า มีนักศึกษายืมโดยเฉลี่ยคนละ 3.5 เล่ม เธอได้สุ่มบัตรยืมของนักศึกษามา 20 คน พบว่า โดยเฉลี่ยยืมคนละ 4.2 เล่มต่อครั้ง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8 เล่ม ถ้าใช้ $\alpha = .05$ จะสรุปว่ามีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการยืมไหม?

$n = 20, \mu_0 = 3.5, \bar{X} = 4.2, S = 1.8, S_{\bar{X}} = \frac{1.8}{\sqrt{20}} = \frac{1.8}{4.412}$

ให้ μ คือจำนวนเฉลี่ยการยืมต่อ 1 คนในปัจจุบัน

เพราะว่าต้องประมาณ σ ด้วย S และ $n < 30$ จึงใช้ t-test

1) $H_0 : \mu = 3.5$

2) Ha : $\mu \neq 3.5$

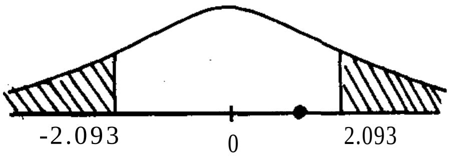
3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ | T | > $t_{.025,19}$; $t_{.025,19}$ = ±2.093

5) $T = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S_{\bar{X}}} = \dfrac{4.2 - 3.5}{1.8/\sqrt{20}}$

$= \dfrac{0.7}{1.8/4.472}$

$= \dfrac{0.7}{.4025} = 1.739$



6) T = 1.739 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังปฏิเสธ Ho ไม่ได้ นั่นคือ อัตราการยืมต่อคนยังไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม

9.53 ผู้ผลิตอาหารสุนัขต้องการทราบว่า จำนวนแคลอรี่ในอาหารสุนัขที่คู่แข่งผลิตแตกต่างกับของตนหรือไม่ จากตัวอย่างที่ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเอง โดยสุ่มมาวิเคราะห์ 80 ออนซ์ พบว่าให้แคลอรี่โดยเฉลี่ยออนซ์ละ 64.3 หน่วย และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 หน่วย ส่วนผลวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง 60 ออนซ์ พบว่า ให้แคลอรี่โดยเฉลี่ยออนซ์ละ 64.1 หน่วย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.25 หน่วย จงใช้ระดับนัยสำคัญ .05 ทดสอบความแตกต่างของอาหารสุนัขจากผู้ผลิตทั้ง 2 บริษัท

$n_1 = 80,\ \bar{X}_1 = 64.3,\ S_1 = 0.5$

$n_2 = 60,\ \bar{X}_2 = 64.1,\ S_2 = 0.25$

$$S_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_2} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$
$$= \sqrt{\frac{0.5^2}{80} + \frac{(.25)^2}{60}}$$
$$= \sqrt{.004167}$$
$$= .0645$$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

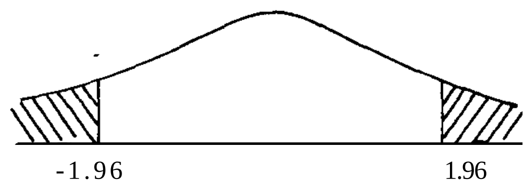
3) α = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ | Z_c | > $Z_{.025}$, $Z_{.025}$ = ±1.96

5) $Z = \dfrac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$

$= \dfrac{64.3 - 64.1}{.0645}$

$= 3.1$



6) $Z_C = 3.1$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ จำนวนแคลอรี่ในผลิตภัณฑ์ของ 2 บริษัทต่างกัน กล่าวคือของบริษัทคู่แข่งให้จำนวนแคลอรี่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

9.54 ผู้จัดการฝ่ายผลิตของโรงงานหนึ่งเชื่อว่า พนักงานใช้เวลาโดยสูญเปล่าอย่างน้อย 20% ของเวลาทำการ เนื่องจากความผิดพลาดของระบบการทำงาน และมีเครื่องจักรขัดข้องจึงต้องพักการผลิตชั่วคราว ฝ่ายมาตรฐานของบริษัท จึงเก็บตัวอย่างการทำงานของพนักงานในทุก ๆ แผนกมา 800 คน เพื่อหาเปอร์เซนต์การพักงานชั่วคราว พบว่าพนักงานใช้เวลาพักงาน 15% ของเวลาทำงาน ถ้าใช้ $\alpha = .05$ ควรยอมรับหรือปฏิเสธคำกล่าวของฝ่ายผลิต

$\pi = .20$, $n = 800$, $p = .15$

1) Ho : $\pi = .20$ (เวลาสูญเปล่าอย่างน้อย 20% ของเวลาทำการ)

2) Ha : $\pi < .20$ (เวลาสูญเปล่าไม่ถึง 20% ของเวลาทำการ)

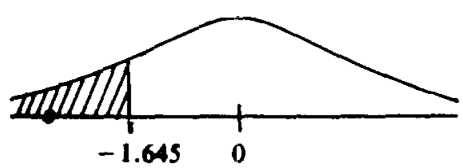
3) a = .05

4) **จะปฏิเสธ** Ho **เมื่อ** $Z_C < -Z_{.05} = -1.645$

5) $z = \dfrac{P - \pi_0}{\sigma_P} = \dfrac{P - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}}$

$= \dfrac{.15 - .20}{\sqrt{(.2)(.8)/800}}$

$= -3.54$



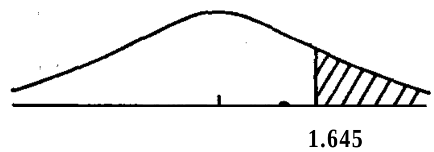
6) $Z_C = -3.54$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ เปอร์เซนต์การหยุดพักงานไม่ถึง 20% ของเวลาทำการทั้งหมด

9.55 ในการสำรวจพัสดุที่ส่งทางไปรษณีย์ 5,000 ชิ้น มี 19 ชิ้น ไม่ถึงที่ผู้รับปลายทาง จากผลการสำรวจนี้ จะสรุปด้วย $\alpha = .05$ ว่า อัตราพัสดุสูญหายได้เพิ่มสูงจากเดิมซึ่งมีไม่เกิน 0.3% หรือไม่?

n = 5,000, X = 19, p = .0038

1) Ho : $\pi = .3\% = .003$

2) Ha : $\pi > .3\%$ ($\pi > .003$)



3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.05} = 1.645$

5) $$z = \frac{P - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1-\pi_0)/n}} = \frac{.0038 - .0030}{\sqrt{(.003)(.997)/5000}}$$

$$= \frac{.0008}{\sqrt{.0000005}} = \frac{.0008}{.0007071} = 1.13$$

6) $Z_C = 1.13$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ อัตราการสูญหายยังไม่เพิ่มจากเดิม

9.56 ถ้ากรมโรงงานอุตสาหกรรมมีระเบียบห้ามโรงงานปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 80° F หรือ 28° C ลงแม่น้ำ จากการสุ่มมาวิเคราะห์ 100 ตัวอย่าง พบว่าน้ำที่ปล่อยทิ้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 84° F หรือ 29° C ถ้าใช้ $\sigma = 7.2°$ F หรือ 4° C จะกล่าวได้ไหมว่าโรงงานละเมิดระเบียบของราชการ เมื่อใช้ $\alpha = .04$?

1) Ho : $\mu = 82$” F หรือ $\mu = 28$” C

2) Ha : $\mu > 82°$ F หรือ $\mu > 28°$ C

3) $\alpha = .04$

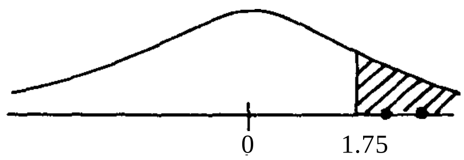
4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z > Z_{.04} = 1.75$

$\bar{X}$	=	84” F หรือ 29” C
σ		7.2” F หรือ 4” C
n	=	100

$\sigma_{\bar{X}} = \frac{7.2}{\sqrt{100}} = .72°$ F หรือ $\frac{4}{\sqrt{100}} = .4°$C

5) $Z = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$

ดังนั้น



$Z = \overline{84\ .72\ 82}$ หรือ $\overline{29\ .4\ 28}$

$= 2.78$ หรือ 2.5

6) ค่า $Z_C = 2.78$ หรือ $Z = 2.5$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha และสรุปว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียสูงกว่าที่ทางราชการกำหนดไว้ แสดงว่า โรงงานละเมิดระเบียบของราชการ

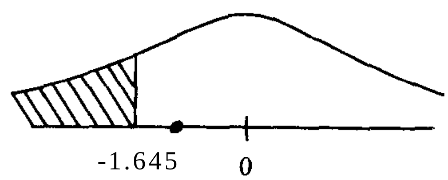
9.57 ฝ่ายมาตรฐานสินค้าได้สุ่มน้ำอัดลมยี่ห้อหนึ่งซึ่งระบุว่ามีขนาดบรรจุ 32 ออนซ์ มา 100 ขวด พบว่า มีขนาดบรรจุเฉลี่ย 31.8 ออนซ์ ถ้า $\sigma = 2$ ออนซ์ จะปฏิเสธคำกล่าวของผู้ผลิตที่ว่าบรรจุอย่างต่ำ 32 ออนซ์ ด้วย $\alpha = .05$ ได้หรือไม่?

$\mu_0 = 32$, $n = 100$, $\bar{X} = 31.8$, $\sigma = 2$, $\sigma_{\bar{X}} = 2/\sqrt{100} = .2$

1) Ho : $\mu = 32$ ออนซ์

2) Ha : $\mu < 32$ ออนซ์

3) $\alpha = .05$



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < Z_{.05} = -1.645$

5) $Z_C = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_{\bar{X}}} = \dfrac{31.8 - 32.0}{.2} = -1.0$

6) $Z_C = -1.0$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่าขนาดบรรจุไม่ต่ำกว่า 32 ออนซ์

9.58 โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ต้องสั่งซื้อผ้าจากโรงงานทอผ้า 200 พับ ๆ ละ 64 หลา และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4 หลา เมื่อสุ่มมา 36 พับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยพับละ 64.8 หลา

จะสรุปด้วย α = .02 ได้หรือไม่ว่าแต่ละพับยังคงมีความยาวเฉลี่ย 64 หลา?

$N = 200, \mu_0 = 64, \sigma = 4, n = 36, \bar{X} = 64.8$

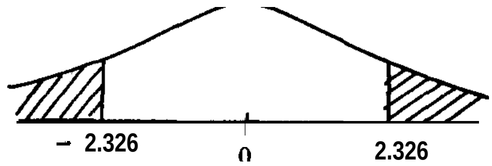
เป็นการสุ่มจากประชากรแบบจำกัดเพราะทราบค่า N = 200

$n/N = 36/200 = .18 > .05$ จึงต้องปรับค่าความคลาดเคลื่อน

ด้วย $\text{f.p.c} = \sqrt{\dfrac{N-n}{N-1}}$

ดังนั้น $\sigma_{\bar{X}} = \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{\dfrac{N-n}{n-1}} = \dfrac{4}{\sqrt{36}}\sqrt{\dfrac{200-36}{200-1}}$

$= \dfrac{4}{6}\sqrt{\dfrac{164}{199}} = .605$



1) $H_o : \mu = 64$

2) $H_a : \mu \neq 64$

3) $a = .02$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $| Z_c | > Z_{.01}$, $Z_{.01} = 22.326$

5) $z = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_{\bar{X}}} = \dfrac{64.8 - 64.0}{.605} \approx 1.32$

6) ยังไม่ปฏิเสธ Ho, ความยาวเฉลี่ยยังคงเดิม

9.59 โรงงานผลิตอาหารกระป๋องได้สุ่มตัวอย่างร้านขายของชำมา 300 แห่ง พบว่า มี 43%ที่ขายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ต่อมาโรงงานได้จ้างตัวแทนจัดจำหน่าย และได้สุ่มตัวอย่างร้านค้ามาอีก 400 แห่ง พบว่ามี 51% ที่ขายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ถ้าใช้ระดับนัยสำคัญ 5% จะกล่าวได้ไหมว่าตัวแทนจำหน่ายช่วยขยายตลาดผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

$n_1 = 300, p_1 = .43, n_1p_1 = 300(.43) = 129 = X_1$

$n_2 = 400, p_2 = .51, n_2p_2 = 400(.51) = 204 = X_2$

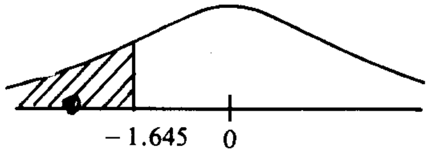
$\hat{\pi} = \dfrac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} = \dfrac{129 + 204}{300 + 400} = .4757, \; 1 - \hat{\pi} = .5243$

$\sigma_{(p_1-p_2)} = \sqrt{\hat{\pi}(1-\hat{\pi})\left(\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}\right)} = \sqrt{.4757\,(.5243)\left(\dfrac{1}{300} + \dfrac{1}{400}\right)}$

$= \sqrt{.001455} = \boxed{.038}$

1) $Ho : \pi_1 = \pi_2$

2) $Ha : \pi_1 < \pi_2$



3) $\alpha = .05$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.05} = -1.645$

5) $$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sigma_{(p_1-p_2)}} = \frac{.43 - .51}{.038}$$

$$= \frac{-.08}{.038} = -2.1$$

6) $Z_C = -2.1$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และสรุปว่า ตัวแทนจัดจำหน่ายช่วยขยายตลาดผลิตภัณฑ์ของโรงงาน (ช่วยเพิ่มอัตราการครองตลาด)

9.60 จากข้อ 9.59 จะสรุปว่าตลาดขยายขึ้น 5% ได้ไหม?

1) $Ho : \pi_2 - \pi_1 = .05$ (ตลาดขยายขึ้น 5%)

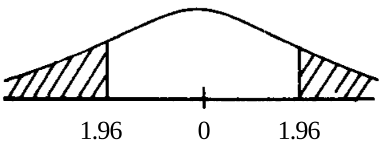
2) $Ha : \pi_2 - \pi_1 \neq .05$ (ตลาดขยายขึ้นไม่ถึง 5%)

3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > 1.96$ หรือ $Z_C < -1.96$; $Z_{.025} = \pm 1.96$

5) $$Z = \frac{(p_2 - p_1) - d_0}{\sqrt{\frac{p_2q_2}{n_2} + \frac{p_1q_1}{n_1}}}$$

$$= \frac{(.51 - .43) - .05}{\sqrt{\frac{(.51)(.49)}{400} + \frac{(.43)(.57)}{300}}} = \frac{.03}{\sqrt{.001442}}$$



$$= \frac{.03}{.038} = 0.789$$

6) $Z_C = 0.789$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยอมรับ Ho และสรุปว่า ตลาดขยายขึ้น 5%

ข้อสังเกต เมื่อ $d_0 \neq 0$ $\sigma_{(p_1-p_2)} = \sqrt{\frac{p_1q_1}{n_1} + \frac{p_2q_2}{n_2}}$

ถ้า $d_0 = 0$, $Ho : \pi_1 = \pi_2 = \pi$

$$\sigma_{(p_1-p_2)} = \sqrt{\hat{\pi}(1 - \hat{\pi})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

๑.61 **ฝ่ายบัญชีบริษัทหนึ่งได้ตั้งข้อสมมุติว่า การทวงหนี้โดยทางโทรศัพท์ จะให้ผลรวดเร็วกว่าการใช้จดหมายติดต่อ จึงแบ่งลูกหนี้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้วิธีทวงถามทางโทรศัพท์ อีกกลุ่มใช้วิธีทวงถามโดยจดหมาย และบันทึกเวลาจากการทวงถามถึงการชำระหนี้เป็นวัน ดังนี้**

วิธีการทวงถาม			**จำนวนวัน**			
จดหมาย	6	8	9	12	10	9
โทรศัพท์	4	5	4	8	6	9

วิธีทวงถาม 2 วิธีนี้ ให้ผลต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่? $\alpha = .05$

$n_1 = 6,\ \Sigma X_1 = 54,\ \bar{X}_1 = 9,\ \Sigma X_1^2 = 506$

$$\Sigma(X - \bar{X}_1)^2 = 506 - (54)^2/6 = 20,\ S_1^2 = \frac{20}{5} = 4.0$$

$n_2 = 6,\ \Sigma X_2 = 36,\ \bar{X}_2 = 6,\ \Sigma X_2^2 = 238$

$$\Sigma(X - \bar{X}_2)^2 = 238 - (36)^2/6 = 22,\ S_2^2 = \frac{22}{5} = 4.4$$

ต้องมีข้อสมมุติเพิ่มเติมว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$

$$\hat{\sigma}^2 = S_P^2 = (S_1^2 + S_2^2)/2 \text{ เมื่อ } n_1 = n_2 = 6$$

$$= (4.0 + 4.4)/2 = 4.2$$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$ (เวลาทวงถามเท่ากันทั้ง 2 วิธี)

2) Ha : $\mu_1 > \mu_2$ (การทวงถามด้วยจดหมายใช้เวลามากกว่าทางจดหมาย)

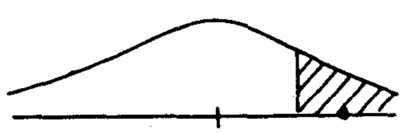
3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T > t_{.05,10} = 1.812$

5) $$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{S_P^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{9 - 6}{\sqrt{4.2\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{1.4}} = \frac{3}{1.183}$$

$$= 2.54$$



6) T = 2.54 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ การทวงถามทางโทรศัพท์ ใช้เวลาชำระหนี้นานกว่าทางจดหมาย

9.62 บริษัทคู่แข่งผลิตยาแก้ปวดแอสไพริน ได้โฆษณาว่า ตัวยาของคู่แข่งจะถูกดูดซึมเข้าในกระแสโลหิตได้เร็วกว่า จึงมีผลให้หายปวดเร็วกว่า ผู้ผลิตแอสไพรินจึงทำการทดลองโดยใช้คน 7 คน ให้กินยาแอสไพรินวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ และได้บันทึกเวลาที่แอสไพริน ถูกดูดซึมเข้ากระแสโลหิตไว้ และต่อมาอีก 3 สัปดาห์ ได้ให้ 7 คนเดิม กินยาของคู่แข่ง แล้วบันทึกเวลาไว้เช่นกัน ให้ทดสอบว่า การดูดซึมยาเข้ากระแสโลหิตของแอสไพรินต่างกับของคู่แข่งที่ระดับนัยสำคัญ 5% หรือไม่ จากข้อมูลข้างล่างนี้

คน	1	2	3	4	5	6	7
แอสไพริน	15.00	25.50	22.25	14.50	28.00	10.00	20.50
ยาคู่แข่ง	12.00	20.00	25.75	18.25	24.00	12.50	17.00
d_i	3.0	5.5	-3.5	3.75	4.0	-2.5	3.5

$\Sigma d_i = 6.25,\ \bar{d} = 6.25/7 = .893$

$\Sigma d_i^2 = 100.0625,\ \Sigma(d_i - \bar{d})^2 = \Sigma d_i^2 - (\Sigma d_i)^2/n$

$= 100.0625 - (6.25)^2/7$

$= 94.48$

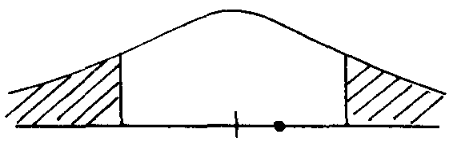
$$S_d^2 = \frac{\Sigma(d_i - \bar{d})^2}{n-1} = \frac{94.48}{6} = 15.75$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{s_d^2/n} = \sqrt{15.75/7} = \sqrt{2.2495} = 1.5$$

ข้อมูลจากตัวอย่าง 2 กลุ่มนี้ไม่เป็นอิสระ และมีความเกี่ยวข้องกันเป็นคู่ ๆ เพราะเป็นการรักษาของคนเดิม จึงต้องวิเคราะห์แบบข้อมูลจับคู่ และใช้ $\bar{d}$ เป็นค่าประมาณของ $\mu_1 - \mu_2$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$

2) Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$



3) a = .05

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $T > t_{.025,6}$ หรือ $T < -t_{.025,6}$, $t_{.025,6}$ ≈ da.447

5) $T = \dfrac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} = \dfrac{.893}{1.5} = .595$

6) T = .595 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต นั่นคือ การดูดซึมยาเข้ากระแสโลหิตของยาทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

9.63 บริษัทรับเหมาะจัดสวนและบริเวณบ้านได้ทำสัญญาตกแต่งบ้าน 120 หลัง โดยตั้งเป้าหมายว่าจะใช้เวลาตกแต่งไม่เกิน 8 วันต่อ 1 หลัง ถ้าใช้เวลาเกินนี้ บริษัทอาจขาดทุน ถ้าบ้านที่ตกแต่งไว้เรียบร้อย 15 หลัง พบว่า ใช้เวลาโดยเฉลี่ยบ้านละ 10 วัน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3 วัน ถ้าใช้ α = .10 จะมีเหตุผลเพียงพอจะเชื่อได้หรือไม่ว่า จำนวนวันที่ใช้ต่อหลัง เมื่อสิ้นสุดโครงการจะเกิน 8 วัน

$N = 120, \mu_0 = 8, n = 15, \bar{X} = 10, S = 3$

เนื่องจากเป็นการสุ่มจากประชากรแบบจำกัด คือ ทราบค่า N = 120 และ

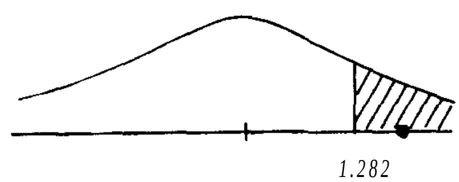
$n/N = 15/120 \approx ,125 > .05$ จึงต้องใช้ fpc. ปรับค่า $S_{\bar{X}}$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{N-n}{n-1}} = \frac{3}{\sqrt{15}}\sqrt{\frac{120-15}{120-1}} = .726$$

1) $\mu = 8$ วัน

2) $\mu > 8$ วัน

3) $a = .10$



4) จะปฏิเสธ **Ho** เมื่อ $Z_C > Z_{.10} = 1.282$

5) $T = \dfrac{\bar{X} - \mu_0}{S_{\bar{X}}} = \dfrac{10-8}{.726} = 2.75$

6) T = 2.75 อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และสรุปว่า เวลาโดยเฉลี่ยต่อบ้าน 1 หลัง เกิน 8 วัน

9.64 ฝ่ายบุคคลากรบริษัทหนึ่งเชื่อว่ามีคนงานทำงานล่วงเวลาสัปดาห์ละ 15% ถ้าสุ่มพนักงานมา 200 คน จาก 2,000 คน พบว่ามี 17% ทำงานล่วงเวลาในสัปดาห์นั้น จงใช้ α = .10 ทดสอบเปอร์เซนต์ผู้ทำงานล่วงเวลาว่าเป็นค่าอื่นที่ต่างจาก 15% หรือไม่?

$\pi_0 = .15$, $n = 200$, $N = 2{,}000$, $p = .17$

$n/N = 200/2000 = .10 > .05$ จึงต้องใช้ fpc

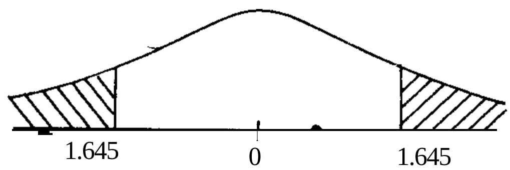
$$\sigma_P = \sqrt{\frac{\pi_0(1-\pi_0)}{n}}\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{.15(.85)}{200}}\sqrt{\frac{2000-200}{2000-1}}$$

$$= 4.000574 = ,024$$

1) Ho : π = .15

2) Ha : $\pi \neq .15$

3) a = .10



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $|Z_C| > Z_{.05}$; $Z_{.05} = \pm 1.645$

5) $Z = \frac{p - \pi_0}{\sigma_P} = \frac{.17 - .15}{.024}$

$= \frac{.02}{.024}$ .83

6) Z_C = 0.83 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังไม่ปฏิเสธ Ho และสรุปว่า เปอร์เซนต์ผู้ทำงานล่วงเวลายังคงเดิม คือ 15%

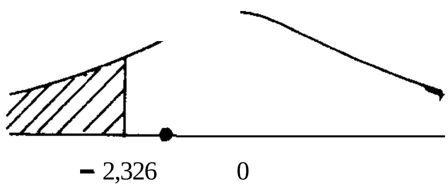
9.65 นักเล่นหุ้นผู้หนึ่งกล่าวว่า เขาสามารถทำนายราคาหุ้นได้ถูกต้อง 80% ว่า ในเดือนต่อไปจะมีราคาขึ้นหรือลง ถ้าผลการทำนายหุ้น 40 หุ้น เขาสามารถทำนายถูกต้อง 28 หุ้น จะเชื่อคำกล่าวของเขาได้หรือไม่ หรือจะสรุปว่าความถูกต้องต่ำกว่า 80% ? จงใช้ α = .01

no = .80, n = 40, X = 28, p = 28/40 = .7

1) Ho : π = .80

2) Ha : $\pi < .80$

3) a = .01



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z < -Z_{.01} = -2.326$

5) $z = \dfrac{P - \pi_0}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)/n}} = \dfrac{.70 - .80}{\sqrt{.8(.2)/40}} = \dfrac{-.10}{.06325}$

$= -1.58$

6. $Z_C = -1.58$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ Ho และสรุปว่า เขาทำนายถูกต้อง 80%

9.66 ในการสอบวิชาการบัญชี คาดว่าจะมีผู้สอบได้เพียง 4% ถ้าผลสอบมีผู้สอบได้ 55 คน จาก 1000 คน จงทดสอบ โดยใช้ $\alpha = .01$ ว่าเปอร์เซนต์แท้จริงของผู้สอบได้สูงกว่า 4%

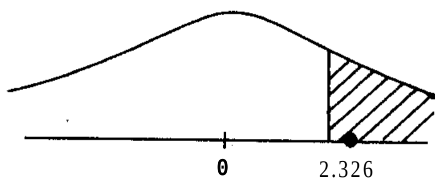
$n = 1000,\ x = 55,\ P = 55/1000 = .055,\ \pi_0 = .04$

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}} = \sqrt{\frac{(.04)(.96)}{1000}} = \sqrt{.000038} = .006165$$

1) Ho : $\pi = .04$

2) Ha : $\pi > .04$

3) $\alpha = .01$



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.01} = 2.326$

5) $Z = \dfrac{p - \pi_0}{\sigma_p} = \dfrac{.055 - .04}{.006165} = 2.43$

6) $Z_C = 2.43$ อยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ Ho และยอมรับ Ha นั่นคือ เปอร์เซนต์แท้จริงของผู้สอบได้สูงกว่า 4%

9.67 ผู้ผลิตมอเตอร์ ซึ่งมีคุณภาพดีและราคาถูก คาดว่าจะสามารถครองตลาดได้ 48% ของตลาดภูมิภาคภายใน 1 ปี ถ้าในภูมิภาคมีผู้ใช้ 5,000 ราย และเมื่อสุ่มมา 10% พบว่ามีผู้ใช้มอเตอร์ของเขา 45% ถ้าใช้ $\alpha = .05$ จะสรุปว่า จำนวนขายไม่เป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่?

$\pi_0 = .48,\ N = 5{,}000,\ n/N = .10,\ n = .10(5000) = 500$

$p = .45$, เพราะว่า $n/N = .10 > .05$ จึงต้องใช้ f.p.c. เพราะเป็นการสุ่มแบบไม่แทนที่จากประชากรแบบจำกัด

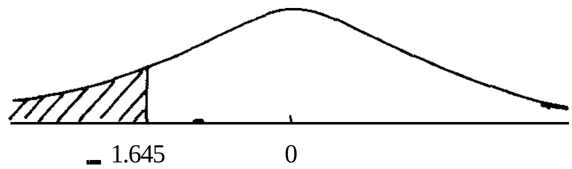
$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}\sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} = \sqrt{\left(\frac{.48\,(.52)}{500}\right)\left(\frac{5000 - 500}{4999}\right)}$$

$= \sqrt{.00045} = .02122$

1) Ho : $\pi = .48$

2) Ha : $\pi < .48$

3) a = .05



4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.05} = -1.645$

5) $z = \frac{P - \pi_0}{\sigma_p} = \frac{.45 \quad .48}{.02122} = -1.41$

6) ค่า $Z_C = -1.41$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ อัตราการครองตลาดเป็น 48% ตามเป้าหมาย

๙.68 เชื่อกันว่า พนักงานที่ใช้เครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้า จะพิมพ์เร็วกว่า ใช้เครื่องพิมพ์ธรรมดา ถ้ามีการทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน 2 กลุ่ม ได้ข้อมูลดังนี้

เครื่องไฟฟ้า	**เครื่องธรรมดา**
$n_1 = 25$	$n_2 = 25$
$\bar{X}_1 = 58$ คำ/นาที	$\bar{X}_2 = 55$ คำ/นาที
$\sigma_1^2 = 78$	$\sigma_2^2 = 66$

ถ้าอัตราการพิมพ์ดีดมีการแจกแจงแบบปกติ จะสรุปได้หรือไม่ว่า จำนวนพิมพ์เฉลี่ยต่อนาทีของเครื่องไฟฟ้าสูงกว่าแบบธรรมดา $\alpha = .01$

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{78}{25} + \frac{66}{25}}$$

$$= \sqrt{5.76}$$

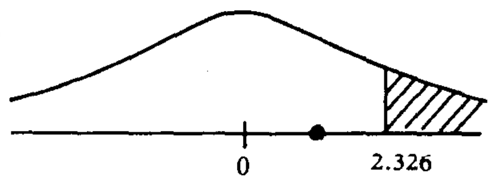
$$= 2.4$$

1) Ho : $\mu_1 = \mu_2$

2) Ha : $\mu_1 > \mu_2$

3) $\alpha = .01$

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C > Z_{.01} = 2.326$



5) $Z = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sigma_{(\bar{X}_2 - \bar{X}_1)}}$

$= \dfrac{58 - 55}{2.4} = 1.25$

6) $Z_C = 1.25$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังไม่ปฏิเสธ Ho นั่นคือ จำนวนพิมพ์เฉลี่ยของเครื่องพิมพ์ 2 แบบไม่ต่างกัน

9.69 โรงงานผลิตยาได้ทดสอบคุณภาพของยา A และ B โดยให้คนไข้ 200 คน กินยา A มี 105 คนที่แจ้งว่าหายจากโรค และอีกกลุ่มหนึ่งมี 400 คน ให้กินยา B มี 231 ที่แจ้งว่าหายจากโรค จงใช้ $\alpha = .01$ ทดสอบว่ายา B ให้ผลการรักษาสูงกว่ายา A

$n_1 = 200,\ p_1 = 105/200 = .525$

$n_2 = 400,\ p_2 = 231/400 = .5775,$

$\hat{\pi} = \dfrac{105 + 230}{200 + 400} = \dfrac{335}{600} = .558,\ 1 - \hat{\pi} = .442$

$\sigma_p = \sqrt{\hat{\pi}(1 - \hat{\pi})\left(\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}\right)} = \sqrt{(.558)(.442)\left(\dfrac{1}{200} + \dfrac{1}{400}\right)}$

$= \sqrt{.001850} = .043$

1) Ho : $\pi_A = \pi_B$ (ยาทั้ง 2 ชนิดมีผลการรักษาไม่ต่างกัน)

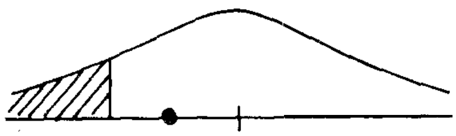
2) Ha : $\pi_A < \pi_B$ (ยา A มีผลการรักษาด้อยกว่ายา B)

3) a = .01

4) จะปฏิเสธ Ho เมื่อ $Z_C < -Z_{.01} = -2.326$

5) $z = \dfrac{PI - p_2}{\sigma_{(p_1 - p_2)}} = \dfrac{.525 - .5775}{.043}$

$= \dfrac{-.0525}{.043}$



$= \quad -1.22$

⅜) $Z_C = -1.22$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงไม่ปฏิเสธ H_o และสรุปว่า ยาทั้ง 2 ชนิดมีผลการรักษา ไม่ต่างกัน