# แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6

## หัวข้อเนื้อหา

1. ความหมายของสมมติฐานทางสถิติ
2. ความหมายและหลักการการทดสอบสมมติฐาน
3. ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติ
4. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่ม
5. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม
6. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 1 กลุ่ม
7. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม
8. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากร 1 กลุ่ม
9. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม
10. การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมาย และวิธีการในการตั้งสมมติฐาน

2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมาย หลักการ และประโยชน์ของการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ได้

4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดสอบสมมติฐานตามขั้นตอนที่ถูกต้องได้

5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์ของการทดสอบสมมติฐาน และนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจ และวางแผนในทางธุรกิจได้

## วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

### 1. วิธีสอน

1.1 บรรยาย

1.2 ฝึกปฏิบัติในใบกิจกรรม และกรณีศึกษา

### 2. กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ฝึกการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากแบบฝึกหัด
2. กำหนดสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ที่สนใจในกรณีศึกษา

## สื่อการเรียนการสอน

1. โปรแกรมนำเสนอเรื่องการทดสอบสมมติฐาน
2. ตารางสถิติ
3. แบบฝึกหัด
4. กรณีศึกษาตัวอย่าง

## การวัดผลและการประเมินผล

1. ความตรงต่อเวลา และความตั้งใจในระหว่างเรียน
2. ความตรงต่อเวลาในการส่งงานหรือแบบฝึกหัด
3. สอบย่อยก่อน หรือหลังเรียน

# บทที่ 6
# การทดสอบสมมติฐาน

ในการศึกษาเรื่องต่าง ๆ ที่สนใจมักมีความเชื่อ การคาดเดา การคาดคะเน หรือที่เรียกว่าสมมติฐานเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ เสมอ เช่น บริษัทขายกระดาษเคยมียอดจำหน่ายเฉลี่ย 10,000 บาทต่อวัน หลังจากปรับปรุงคุณภาพของกระดาษ ทางบริษัทย่อมคิดว่ายอดจำหน่ายเฉลี่ยต้องมากกว่า 10,000 บาทต่อวัน จึงจะหมายความว่าการปรับปรุงคุณภาพกระดาษทำให้ยอดจำหน่ายสูงขึ้น แต่สิ่งที่บริษัทคิดอาจจะเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ ถ้าบริษัททำการทดลองปรับปรุงกระดาษและเก็บรวบรวมข้อมูลยอดจำหน่าย การอธิบายลักษณะของข้อมูลจากตัวอย่างจะเป็นเพียงวิธีการวิเคราะห์ในส่วนของสถิติพรรณนา ทั้งที่จริงแล้วสมมติฐานของบริษัทเกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์ ดังนั้นจึงต้องนำค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกลับมาสรุปหรืออ้างอิงเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ ซึ่งต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของสถิติอ้างอิง โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการนำค่าสถิติมาสรุปหรืออ้างอิงว่าค่าพารามิเตรอร์มีค่าว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นคือ การทดสอบสมมติฐาน (hypothesis testing)

## ความหมายของสมมติฐานทางสถิติ

พิจารณาตัวอย่าง 6.1 และ 6.2 เพื่ออธิบายความหมายของคำว่าสมมติฐานทางสถิติ

**ตัวอย่าง 6.1** ถ้าต้องการศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักการบรรจุและลักษณะกระป๋องของนมกระป๋องที่ผลิตจากเครื่องจักร A ประชากรที่ศึกษา คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร A ตัวอย่าง คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร A จำนวน 50 กระป๋อง และข้อมูลที่เก็บรวบรวมคือน้ำหนักการบรรจุ (g) และลักษณะกระป๋อง จากประสบการณ์ในการทำงานทำให้ผู้ผลิตคาดคะเนว่า

เครื่องจักร A จะบรรจุนมกระป๋องมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 50 กรัมต่อกระป๋อง ค่าที่คาดคะเนคือน้ำหนักเฉลี่ย หรือ พารามิเตอร์ $\mu$ โดยคาดว่า $\mu = 50$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $\bar{x}$

เครื่องจักร A จะบรรจุนมกระป๋องแต่ละกระป๋องหนักแตกต่างกันไม่เกิน 0.5กรัม ค่าที่คาดคะเนคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักการบรรจุ หรือ พารามิเตอร์ $\sigma$ โดยคาดว่า $\sigma > 0.5$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $s$

เครื่องจักร A จะบรรจุนมกระป๋องที่มีลักษณะกระป๋องบุบน้อยกว่าร้อยละ 10 ค่าที่คาดคะเนคือค่าสัดส่วนของกระป๋องบุบ หรือ พารามิเตอร์ $\mathrm{p}$ โดยคาดว่า $\mathrm{p} < 0.10$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $\hat{\mathrm{p}}$

**ตัวอย่าง 6.2** ถ้าต้องการศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักการบรรจุและลักษณะกระป๋องของนมกระป๋องที่ผลิตจากเครื่องจักร A และ B ประชากรที่ศึกษากลุ่มที่ 1 คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร A ตัวอย่าง คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร A จำนวน 50 กระป๋อง และข้อมูลที่เก็บรวบรวมคือน้ำหนักการบรรจุนมกระป๋อง (g) และลักษณะกระป๋อง ประชากรที่ศึกษากลุ่มที่ 2 คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร B ตัวอย่าง คือนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร B จำนวน 80 กระป๋อง และข้อมูลที่เก็บรวบรวมคือน้ำหนักการบรรจุนมกระป๋อง (g) และลักษณะกระป๋อง จากประสบการณ์ในการทำงานทำให้ผู้ผลิตคาดคะเนว่า

เครื่องจักร A และ B จะบรรจุนมกระป๋องมีน้ำหนักหนักเฉลี่ยต่างกัน ค่าที่คาดคะเนคือผลต่างของน้ำหนักเฉลี่ย หรือ พารามิเตอร์ $\mu_1 - \mu_2$ โดย $\mu_1 - \mu_2 = 0$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $\overline{x}_1 - \overline{x}_2$

ความแปรปรวนของน้ำหนักนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร Aและ B มีค่าต่างกัน ค่าที่ค่าคะเนคืออัตราส่วนของความแปรปรวนของน้ำหนักการบรรจุ หรือ พารามิเตอร์ $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ โดย $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \neq 1$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $\frac{s_1^2}{s_2^2}$

เครื่องจักร A และ B บรรจุนมกระป๋องที่มีกระป๋องบุบต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 10 ค่าที่คาดคะเนคือค่าผลต่างของสัดส่วนกระป๋องที่บุบ หรือ พารามิเตอร์ $\mathrm{p}_1 - \mathrm{p}_2$ โดย $\mathrm{p}_1 - \mathrm{p}_2 < 0.10$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติทราบเพียงค่าสถิติ $\hat{\mathrm{p}}_1 - \hat{\mathrm{p}}_2$

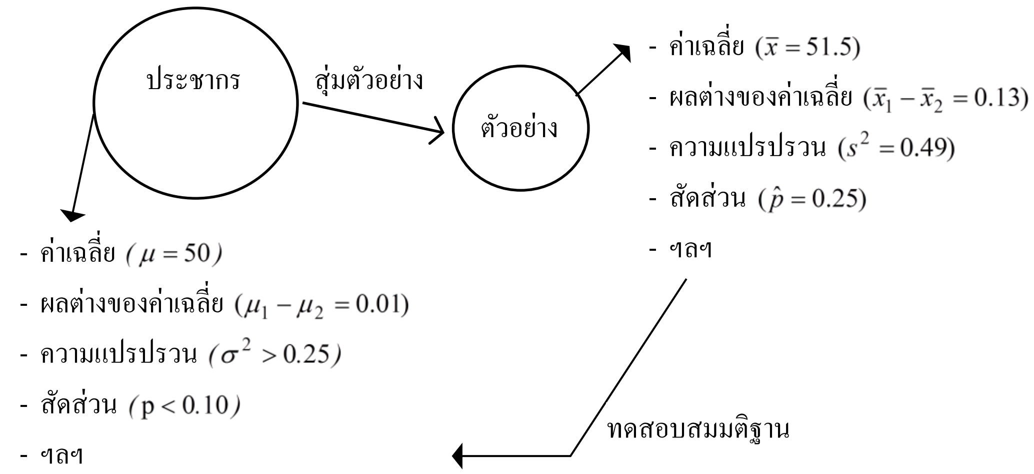
จากตัวอย่าง 6.1 และ 6.2 สามารถสรุปได้ว่า สมมติฐานทางสถิติหมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อ การคาดเดา หรือ การคาดคะเนล่วงหน้า ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากความรู้และประสบการณ์ของบุคคลหนึ่ง อาจเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ และสมมติฐานนั้นอาจเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ในประชากร 1 กลุ่มหรือมากกว่าก็ได้ เช่นนายสมบัติเป็นเจ้าของบริษัทผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ และคลุกคลีอยู่กับแวดวงธุรกิจรถมานาน จนเกิดการคะเนว่ารถยนต์ 1 คันจะมีคนนั่งโดยเฉลี่ย 2 คน ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่ม และถ้านายสมบัติเชื่อในสมมติฐานของตนเอง นายสมบัติจะเปลี่ยนมาผลิตรถยนต์ขนาดเล็กแทนเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ถ้าสมมติฐานเป็นจริงจะไม่เกิดปัญหาใดในการตัดสินใจ

แต่ถ้าสมมติฐานไม่เป็นจริงแล้ว การตัดสินใจของนายสมบัติจะเป็นการตัดสินใจที่ผิดพลาด ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องมีการทดสอบเสียก่อนว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมานั้นเป็นจริงหรือไม่

## ความหมายและหลักการการทดสอบสมมติฐาน

### 1. ความหมายของการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐาน หมายถึงการนำค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกลับมาสรุปว่าค่าพารามิเตอร์ที่สนใจมีค่าเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ หรือการนำข้อมูลจริงจากตัวอย่างมาสรุปว่าค่าพารามิเตอร์ที่สนใจมีค่าเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ ดังนี้




จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในประชากรที่ศึกษามีมากมาย ขึ้นอยู่กับว่าเราสนใจอะไร และถ้าเราต้องการทราบว่าสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ นั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ จะมีหลักการในการทดสอบสมมติฐานเช่นเดียวกัน

### 2. หลักการการทดสอบสมมติฐาน

หลักการที่จะทราบว่าสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นจริงหรือไม่นั้น จะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากร คำนวณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ในสมมติฐาน ถ้าค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริง ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานหมายความว่าสมมติฐานไม่เป็นจริง เช่นถ้าสมมติฐานคือ $\mu = 50$ และจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรคำนวณค่าพารามิเตอร์

$\mu = 50$ ด้วย ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้มีค่าเป็นไปตามสมมติฐานหมายความว่าสมมติฐานเป็นจริง แต่ในทางปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก จึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง และคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์แทนเพื่อตัดสินใจว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นจริงหรือไม่

ดังนั้นการที่จะตัดสินใจว่าจะปฏิเสธ (reject) สมมติฐาน หรือยอมรับ (accept) สมมติฐานจึงขึ้นอยู่กับข้อมูลจากตัวอย่าง และข้อมูลจากตัวอย่างจะมีค่าเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่าง การที่จะปฏิเสธ หรือยอมรับสมมติฐานนั้น จึงไม่ควรพิจารณาจากค่าสถิติที่เกี่ยวข้องเพียงเท่านั้น แต่ต้องดำเนินการทดสอบบสมมติฐานตามขั้นตอนทางสถิติ ต่อไปนี้

## ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติ

### 1. ตั้งสมมติฐานเชิงสถิติ

สมมติฐานเชิงสถิติ คือประโยคสัญลักษณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ มี 2 ประเภท คือ

**1.1 สมมติฐานว่าง (null hypothesis)** เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $H_0$ เป็นสมมติฐานที่แสดงว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ไม่มีความแตกต่าง หรือความแตกต่างเป็นศูนย์ จึงมักแทนด้วยเครื่องหมาย = $\leq$ หรือ $\geq$

**1.2 สมมติฐานแย้ง (alternative hypothesis)** เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $H_1$ หรือ $H_a$ เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาเพื่อขัดแย้งกับ $H_0$ เป็นสมมติฐานที่แสดงการเปลี่ยนแปลง มีความแตกต่าง จึงแทนด้วยเครื่องหมาย $\neq$ $>$ หรือ $<$

**ตัวอย่าง 6.3** จากสมมติฐานทางสถิติในตัวอย่าง 6.1 และ 6.2 สามารถเปลี่ยนเป็นสมมติฐานเชิงสถิติ ดังนี้

1. สมมติฐานทางสถิติ เครื่องจักร A บรรจุนมกระป๋องมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 50 กรัมต่อกระป๋อง

กำหนด $\mu$ แทนน้ำหนักเฉลี่ยในการบรรจุนมกระป๋อง

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$H_0 : \mu = 50$$
$$H_1 : \mu \neq 50$$

2. สมมติฐานทางสถิติ เครื่องจักร A บรรจุนมกระป๋องแต่ละกระป๋องหนักแตกต่างกันไม่เกิน 0.5 กรัม

กำหนด $\sigma$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักในการบรรจุนมกระป๋อง

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$H_0 : \sigma \le 0.5$$
$$H_1 : \sigma > 0.5$$

3. สมมติฐานทางสถิติ เครื่องจักร A บรรจุนมกระป๋องที่มีลักษณะกระป๋องบุบน้อยกว่าร้อยละ 10

กำหนด p แทนสัดส่วนของนมกระป๋องที่กระป๋องบุบ

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$H_0 : p \ge 0.10$$
$$H_1 : p < 0.10$$

4. สมมติฐานทางสถิติ เครื่องจักร A และ B บรรจุนมกระป๋องมีน้ำหนักหนักเฉลี่ยต่างกันเท่ากับ 0.01 กรัม

กำหนด $\mu_1$ แทนน้ำหนักเฉลี่ยในการบรรจุนมกระป๋องด้วยเครื่องจักร A

$\mu_2$ แทนน้ำหนักเฉลี่ยในการบรรจุนมกระป๋องด้วยเครื่องจักร B

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$\mathrm{H}_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0.01$$
$$\mathrm{H}_1 : \mu_1 - \mu_2 \ne 0.01$$

5. สมมติฐานทางสถิติ ความแปรปรวนของน้ำหนักนมกระป๋องที่บรรจุโดยเครื่องจักร A และ B มีค่าต่างกัน

กำหนด $\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนของน้ำหนักนมกระป๋องที่บรรจุด้วยเครื่องจักร A

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนของน้ำหนักนมกระป๋องที่บรรจุด้วยเครื่องจักร B

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$\mathrm{H}_0 : \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$
$$\mathrm{H}_1 : \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \ne 1$$

6. สมมติฐานทางสถิติ เครื่องจักร A และ B บรรจุนมกระป๋องที่มีกระป๋องบุบต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 10

กำหนด $p_1$ แทนสัดส่วนของนมกระป๋องที่บุบจากการบรรจุด้วยเครื่องจักร A

$p_2$ แทนสัดส่วนของนมกระป๋องที่บุบจากการบรรจุด้วยเครื่องจักร B

สมมติฐานเชิงสถิติ
$$H_0 : p_1 - p_2 \geq 0.10$$
$$H_1 : p_1 - p_2 < 0.10$$

**หมายเหตุ** จากตัวอย่าง 6.3 จะเห็นว่าในสมมติฐานนั้นจะต้องมีค่าคงที่ที่คาดคะเนขึ้นมา เพื่อความสะดวกจึงแทนค่าคงที่นั้นด้วย $\mu_0$

จากสมมติฐานเชิงสถิติสามารถจำแนกประเภทของการทดสอบสมมติฐานได้ 3 ประเภท ขึ้นอยู่กับเครื่องหมายใน $H_1$ ดังนี้

1 การทดสอบสมมติฐาน 2 ทาง (two tailed test) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่มีสมมติฐานเชิงสถิติ ดังนี้

$$H_0 : \mu = \mu_0$$
$$H_1 : \mu \neq \mu_0$$

2 การทดสอบสมมติฐานทางขวา (right tailed test) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่มีสมมติฐานเชิงสถิติ ดังนี้

$$H_0 : \mu \leq \mu_0 \qquad\qquad H_0 : \mu = \mu_0$$
$$H_1 : \mu > \mu_0 \quad \text{หรือ} \quad H_1 : \mu > \mu_0$$

3 การทดสอบสมมติฐานทางซ้าย (left tailed test) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่มีสมมติฐานเชิงสถิติ ดังนี้

$$H_0 : \mu \geq \mu_0 \qquad\qquad H_0 : \mu = \mu_0$$
$$H_1 : \mu < \mu_0 \quad \text{หรือ} \quad H_1 : \mu < \mu_0$$

**หมายเหตุ** บางครั้งเรียกการทดสอบสมมติฐานในข้อ 2 และ 3 ว่าการทดสอบสมมติฐานทางเดียว (one tailed test)

## 2. กำหนดระดับนัยสำคัญ

หลังจากตั้งสมมติฐานเชิงสถิติแล้วในการตัดสินใจที่จะปฏิเสธ หรือยอมรับ $H_0$ นั้น ทำให้เกิดความผิดพลาด 2 ประเภท คือ

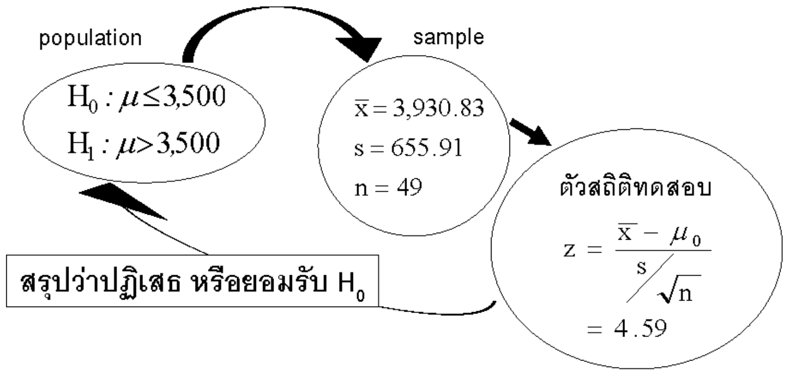
**2.1 ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I error)** คือความผิดพลาดที่เกิดจากการตัดสินใจปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $H_0$ เป็นจริง เรียก P(ความผิดพลาดประเภทที่ 1) ว่าระดับนัยสำคัญ (significant level) และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\alpha$ เช่นในการทดสอบสมมติฐาน $\begin{array}{l} H_0 : \mu = 250 \\ H_1 : \mu \neq 250 \end{array}$ นั้นความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะเกิดขึ้นเมื่อปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $H_0$ เป็นจริง หมายความว่าในความเป็นจริงแล้ว $\mu = 250$ แต่ข้อมูลจากตัวอย่างทำให้สรุปได้ว่า $\mu \neq 250$

การกำหนด $\alpha$ นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ทดสอบสมมติฐานว่าจะยอมให้เกิดความผิดพลาดมาก หรือน้อยเพียงใด เช่น ถ้ากำหนด $\alpha = 0.01$ หมายความว่ายอมเกิดความผิดพลาดในการปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $H_0$ เป็นจริงได้ 1% ซึ่งการกำหนด $\alpha$ น้อย ๆ เช่นนี้ อาจทำให้ไม่สามารถปฏิเสธ $H_0$ ได้นั่นหมายถึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ผลของการทดสอบสมมติฐานก็ได้ประโยชน์น้อย แต่ถ้ายอมให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น เช่น $\alpha = 0.05$ จะทำให้มีโอกาสปฏิเสธ $H_0$ มากขึ้น นั่นหมายถึงเกิดการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ได้รับประโยชน์จากการทดสอบสมมติฐานมากขึ้น การกำหนด $\alpha$ มากหรือน้อยนั้น จะมีผลต่อความผิดพลาดอีกประเภทที่ 2

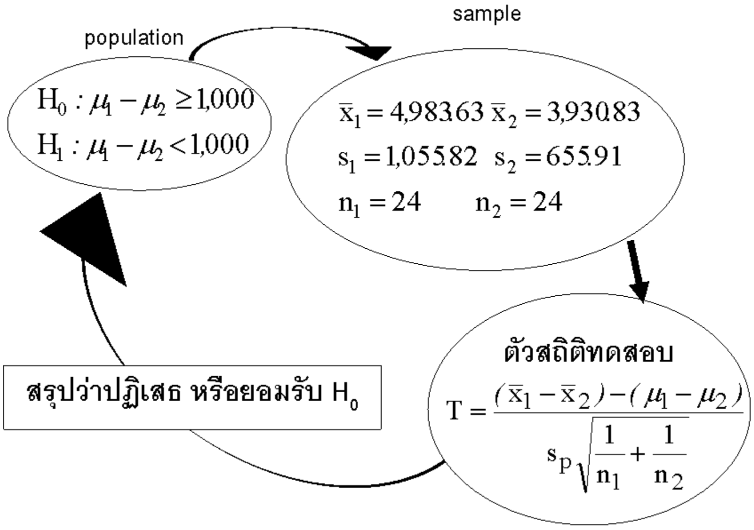
**2.2 ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error)** คือความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับ $H_0$ เมื่อ $H_0$ ไม่เป็นจริง P(ความผิดพลาดประเภทที่ 2) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\beta$ เช่นในการทดสอบสมมติฐาน $\begin{array}{l} H_0 : \mu = 250 \\ H_1 : \mu \neq 250 \end{array}$ ความผิดพลาดประเภทที่ 2 จะเกิดขึ้นเมื่อยอมรับ $H_0$ เมื่อ $H_0$ ไม่เป็นจริง หมายความว่าในความเป็นจริงนั้น $\mu \neq 250$ แต่ข้อมูลจากตัวอย่างทำให้สรุปได้ว่า $\mu = 250$

## 3. เลือกและคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

ตัวสถิติทดสอบ (test statistic) คือค่าที่คำนวณได้จากค่าสถิติจากตัวอย่าง จะมีสูตรในการคำนวณที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบ และค่านี้มีส่วนในการตัดสินใจว่าจะปฏิเสธ หรือยอมรับ $H_0$ เช่น กรณีตัวสถิติทดสอบสำหรับค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่ม ดังนี้

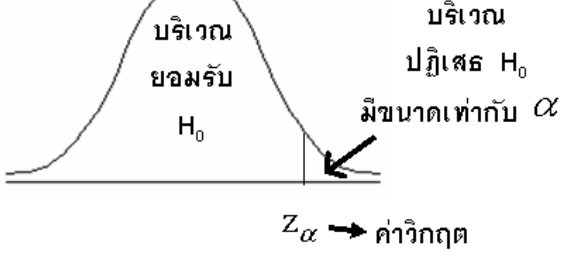



ตัวสถิติทดสอบ กรณีค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม หรือผลต่างของค่าเฉลี่ย ดังนี้




## 4. หาค่าวิกฤต

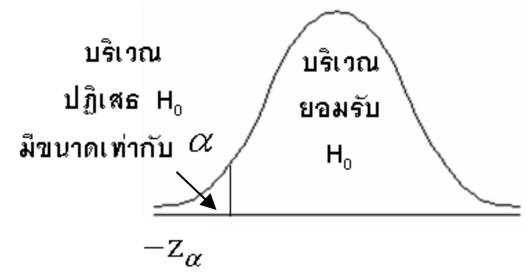
ค่าวิกฤต (critical value) คือค่าที่เปิดจากตารางสถิติ เช่น $z_\alpha$ , $t_{\alpha,df}$ เป็นต้น และค่าวิกฤตนี้จะแบ่งพื้นที่ใต้โค้งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือส่วนที่ประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ที่จะทำให้ยอมรับ $H_0$ เรียกว่าบริเวณยอมรับ $H_0$ (accept region) ส่วนที่สอง คือส่วนที่ประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ที่จะทำให้ปฏิเสธ $H_0$ เรียกว่าบริเวณปฏิเสธ $H_0$ (reject region) หรือ บริเวณวิกฤติ (critical region) ดังนี้

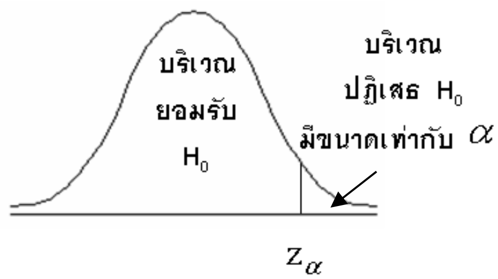


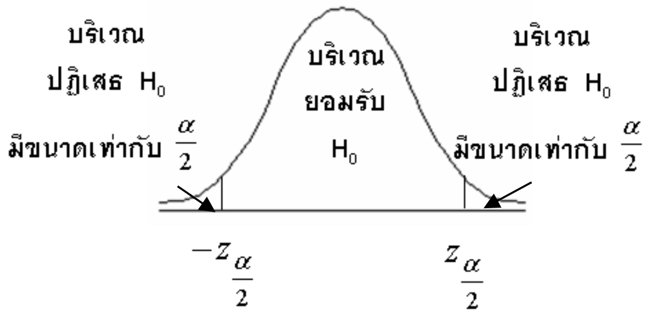
ค่าวิกฤต บริเวณยอมรับ $H_0$ และบริเวณปฏิเสธ $H_0$ มีขนาดและรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญ และประเภทการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

การทดสอบทางซ้าย $H_0 : \mu \geq \mu_0$ , $H_1 : \mu < \mu_0$

การทดสอบทางขวา $H_0 : \mu \leq \mu_0$ , $H_1 : \mu > \mu_0$




การทดสอบ 2 ทาง $\mathrm{H}_0 : \mu = \mu_0$ , $\mathrm{H}_1 : \mu \neq \mu_0$

## 5. สรุปและแปลความหมาย

การสรุปผลในการทดสอบสมมติฐานนั้นเป็นการพิจารณาค่าสถิติทดสอบว่ามีค่าเกินค่าวิกฤตหรือไม่ ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่าเกินค่าวิกฤตจะปฏิเสธ $H_0$ เช่นกรณีการทดสอบสมมติฐานทางขวา ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่ามากเกินค่าวิกฤตแสดงว่าค่าสถิติทดสอบมีค่ามากพอที่จะปฏิเสธ $H_0$ กรณีการทดสอบสมมติฐานทางซ้ายวา ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่าน้อยเกินค่าวิกฤตแสดงว่าค่าสถิติทดสอบมีค่าน้อยพอที่จะปฏิเสธ $H_0$ กรณีการทดสอบสมมติฐาน 2 ทาง ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่ามากหรือน้อยเกินค่าวิกฤต จะปฏิเสธ $H_0$ ดังนั้นเกณฑ์การตัดสินว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับ $H_0$ คือ

ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่าอยู่ใน บริเวณปฏิเสธ $H_0$ จะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0$

ถ้าค่าสถิติทดสอบมีค่าอยู่ใน บริเวณยอมรับ $H_0$ จะยอมรับสมมติฐาน $H_0$

**ตัวอย่าง 6.4** ถ้าคาดว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มหนึ่งมากกว่า 15 เพื่อทดสอบว่าสิ่งที่คาดไว้เป็นจริงหรือไม่ จึงทำการสุ่มตัวอย่างขนาด 64 ได้ค่า $\bar{x} = 17.5$ , $s = 10$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $\mu$ แทนค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มหนึ่ง

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu \le 15$$
$$H_1 : \mu > 15$$
$$\alpha = 0.01$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$
$$= \frac{17.5 - 15}{10/\sqrt{64}}$$
$$= 2.00$$

ค่าวิกฤต $z_\alpha = z_{0.01} = 2.326$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ $Z = 2.00$ น้อยกว่าค่าวิกฤต อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มนี้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu \le 15$$
$$H_1 : \mu > 15$$
$$\alpha = 0.05$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$
$$= \frac{17.5 - 15}{10/\sqrt{64}}$$
$$= 2.00$$

ค่าวิกฤต $z_\alpha = z_{0.05} = 1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ $Z = 2.00$ มากกว่าค่าวิกฤติ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มนี้มากกว่า 15 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่ม ($\mu$)

เป็นทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรว่ามีค่าเป็นไปตามค่าคงที่ที่ผู้ทดสอบคาดคะเนไว้หรือไม่

กำหนด $\mu$ แทนค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการทดสอบสมมติฐานจากประชากร

$\mu_0$ แทนค่าคงที่ที่ผู้ทดสอบคาดคะเนไว้

สมมติฐานเชิงสถิติที่เป็นไปได้จะอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$\begin{array}{l} H_0 : \mu = \mu_0 \\ H_1 : \mu \neq \mu_0 \end{array} \quad \text{หรือ} \quad \begin{array}{l} H_0 : \mu \leq \mu_0 \\ H_1 : \mu > \mu_0 \end{array} \quad \text{หรือ} \quad \begin{array}{l} H_0 : \mu \geq \mu_0 \\ H_1 : \mu < \mu_0 \end{array}$$

ตัวสถิติทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีทราบ $\sigma^2$

2. กรณีไม่ทราบ $\sigma^2$

### 1. กรณีทราบ $\sigma^2$

ถ้าสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (หรืออาจจะมีการแจกแจงแบบใดก็ได้ ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่) การแจกแจงค่าจากตัวอย่างของ $\overline{X}$ ประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ ด้วยค่าเฉลี่ย $\mu_{\overline{x}} = \mu$ และ ความแปรปรวน $\sigma^2_{\overline{x}} = \frac{\sigma^2}{n}$ ดังนั้น $Z = \frac{\overline{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$ จะมีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน ดังนั้นตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{\overline{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

เมื่อ $\overline{x}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่าง

$\mu_0$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้

$\sigma$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากประชากร

n แทนจำนวนตัวอย่าง

ค่าวิกฤต $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$ , $z_\alpha$ , $-z_\alpha$

**2. กรณีไม่ทราบ $\sigma^2$**

ในกรณีที่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร และตัวอย่างมีขนาดใหญ่ คือ n>30 ค่า $s^2$ จะเป็นตัวประมาณที่ดีของ $\sigma^2$ ดังนั้นตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่าง

$\mu_0$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้

s แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากตัวอย่าง

n แทนจำนวนตัวอย่าง

ค่าวิกฤต $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$ , $z_\alpha$ , $-z_\alpha$

แต่ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็ก ตัวสถิติ $n \le 30$ ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่าง

$\mu_0$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้

s แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากตัวอย่าง

n แทนจำนวนตัวอย่าง

ค่าวิกฤต $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ , $t_{\alpha,n-1}$ , $-t_{\alpha,n-1}$

**ตัวอย่าง 6.5** ผู้จัดการโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งคาดว่าปริมาณวัตถุดิบเฉลี่ยที่ใช้ในโรงงานจะมากกว่า 880 ตันต่อวัน จึงเก็บข้อมูลปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต่อวันมา 50 วัน คำนวณได้ปริมาณเฉลี่ย 871 ตันต่อวัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21 ตัน การคาดคะเนของผู้จัดการถูกต้องหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $\mu$ แทนปริมาณวัตถุดิบเฉลี่ยที่ใช้ในโรงงาน

$\mu_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 880

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu \le 880$$
$$H_1 : \mu > 880$$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

เนื่องจากขนาดตัวอย่างใหญ่ คือ n=50 ดังนั้นจึงใช้ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \\ &= \frac{871 - 880}{21/\sqrt{50}} \\ &= -3.03 \end{aligned}$$

ค่าวิกฤต $z_\alpha = 1.645$

เนื่องจากค่าตัวสถิติทดสอบ Z=-3.03 น้อยกว่าค่าวิกฤต อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ จึงยอมรับ $H_0$ หมายความว่าการคาดคะเนของผู้จัดการโรงงานที่ว่าโรงงานแห่งนี้ใช้ปริมาณวัตถุดิบเฉลี่ยมากกว่า 880 ตันต่อวันนั้นไม่ถูกต้อง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง6.6** ผู้ผลิตไอศกรีมแห่งหนึ่งเชื่อว่าไอศกรีมของเขาประกอบด้วยแคลอรี่เฉลี่ย 500 แคลอรี่ต่อกรัม เขาจึงสุ่มไอศกรีมหนักก้อนละ 1 กรัมมา 25 ก้อน แล้วคำนวณปริมาณแคลลอรี่เฉลี่ยได้ 510 แคลอรี่ต่อกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23 แคลอรี่ต่อกรัม อยากทราบว่าสิ่งที่ผู้ผลิตเชื่อนั้นจริงหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**วิธีทำ** กำหนด $\mu$ แทนปริมาณแคลอรี่เฉลี่ยในไอศกรีม 1 กรัม

$\mu_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 500

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu = 500$$
$$H_1 : \mu \neq 500$$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.10$

เนื่องจากไม่ทราบความแปรปรวน และตัวอย่างมีขนาดเล็ก ดังนั้นตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

$$= \frac{510-500}{23/5}$$

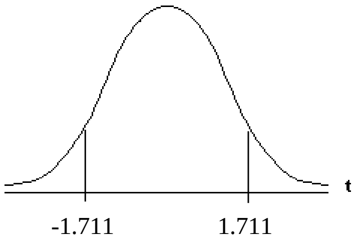
$$= 2.17$$

เนื่องจากเป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง ดังนั้น ค่าวิกฤตจึงมี 2 ค่า คือ

$$t_{\alpha/2, n-1} = t_{0.05,24} = 1.711$$

$$-t_{\alpha/2, n-1} = -t_{0.05,24} = -1.711$$

ดังนั้นบริเวณวิกฤตจะเป็นดังรูป




เนื่องจากค่าตัวสถิติทดสอบ T= 2.17 มากกว่าค่าวิกฤต อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ นั่นคือปริมาณแคลอรี่เฉลี่ยต่อไอศกรีม 1 กรัมไม่เท่ากับ 500 แคลอรี่ หรือความเชื่อของผู้ผลิตไอศกรีมไม่เป็นจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**ตัวอย่าง 6.7** นักวิเคราะห์ทางการเงินของบริษัทแห่งหนึ่งคิดว่าถ้านำวิธีการชำระเงินทางบัตรเครดิตมาใช้กับร้านสะดวกซื้อจะทำให้ยอดขายต่อวันมากกว่า 25,000 บาท จึงทำการทดลองใช้วิธีการชำระเงินทางบัตรเครดิตกับร้านสะดวกซื้อ 50 ร้าน ได้ยอดขายเฉลี่ย 28,250 บาทต่อวัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของยอดขาย 10,000 บาท ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นักวิเคราะห์ทางการเงินคิดถูกหรือไม่

**วิธีทำ** กำหนด $\mu$ แทนยอดขายเฉลี่ยของร้านสะดวกซื้อที่ใช้วิธีการชำระเงินทางบัตรเครดิต

$\mu_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 25,000

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu \le 25{,}000$$

$$H_1 : \mu > 25{,}000$$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$
$$= \frac{28,250 - 25,000}{10,000/\sqrt{50}}$$
$$= \frac{3,250}{1414.21}$$
$$= 2.298$$

เนื่องจากเป็นการทดสอบทางขวา ค่าวิกฤต $z_{0.05} = 1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z =2.298 มีค่าอยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าร้านสะดวกซื้อที่ใช้วิธีการชำระเงินทางบัตรเครดิตมียอดขายต่อวันมากกว่า 25,000 บาท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม $(\mu_1 - \mu_2)$

เป็นการทดสอบสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มเป็นไปตามที่เปรียบเทียบไว้หรือไม่ หรือเป็นการทดสอบสมมติฐานว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มว่ามีค่าเป็นไปตามค่าคงที่ $(\mu_0)$ ที่คาดไว้หรือไม่

ถ้าให้ $\mu_1, \mu_2$ และ $\sigma_1^2, \sigma_2^2$ เป็นค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 1 และประชากรกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ และ $\mu_0$ เป็นค่าคงที่ที่คาดไว้แล้ว ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม สามารถตั้งสมมติฐานเชิงสถิติได้ดังนี้

$$\begin{array}{l} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{array} \text{ หรือ } \begin{array}{l} H_0 : \mu_1 \leq \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 > \mu_2 \end{array} \text{ หรือ } \begin{array}{l} H_0 : \mu_1 \geq \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 < \mu_2 \end{array}$$

หรือในรูปแบบของผลต่าง ดังนี้

$$\begin{array}{l} H_0 : \mu_1 - \mu_2 = \mu_0 \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq \mu_0 \end{array} \text{ หรือ } \begin{array}{l} H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq \mu_0 \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 > \mu_0 \end{array} \text{ หรือ } \begin{array}{l} H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq \mu_0 \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 < \mu_0 \end{array}$$

ดังนั้นในบางครั้งจึงเรียกการทดสอบสมมติฐานนี้ว่า การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเกี่ยวกับผลต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม

ตัวสถิติทดสอบแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

1. ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน
2. ไม่ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน
3. ไม่ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระกัน

## 1. ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน

ถ้าสุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระขนาด $n_1$ และ $n_2$ โดยที่ $n_1$ และ $n_2$ มีขนาดใหญ่จากประชากร 2 กลุ่ม ที่มีการแจกแจงแบบใด ๆ ด้วยค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน $\mu_1, \sigma_1^2, \mu_2, \sigma_2^2$ ตามลำดับ จะได้ว่าการแจกแจงค่าจากตัวอย่างของ $\overline{X}_1 - \overline{X}_2$ ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติด้วย $\mu_{\overline{X}_1 - \overline{X}_2} = \mu_1 - \mu_2$ และ $\sigma^2_{\overline{X}_1 - \overline{X}_2} = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$ และ $Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \sim N(0,1)$

ดังนั้นตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\mu_1 - \mu_2$ แทนผลต่างของค่าเฉลี่ยในสมมติฐาน หรือค่า $\mu_0$

$\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 1

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 2

$n_1$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$n_2$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ค่าวิกฤตคือ $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$ , $z_\alpha$ , $-z_\alpha$

**หมายเหตุ** ในกรณีที่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มและตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (n>30) จะต้องประมาณ $\sigma_1^2$ , $\sigma_2^2$ ด้วย $s_1^2$ , $s_2^2$ ตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\mu_1 - \mu_2$ แทนผลต่างของค่าเฉลี่ยในสมมติฐาน หรือค่า $\mu_0$

$s_1^2$ แทนความแปรปรวนของของข้อมูลในตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$s_2^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลในตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$n_1$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$n_2$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ค่าวิกฤตคือ $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$ , $z_{\alpha}$ , $-z_{\alpha}$

สรุปตัวสถิติทดสอบกรณีทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 1 และ 2 กลุ่ม ดังนี้

- ตัวสถิติทดสอบสำหรับ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย
  - ประชากร 1 กลุ่ม
    - $n > 30$
      - $Z = \dfrac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$
      - ค่าวิกฤต $z_{\alpha}$, $-z_{\alpha}$, $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$
    - $n \le 30$
      - $T = \dfrac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$
      - ค่าวิกฤต $t_{\alpha,n-1}$, $-t_{\alpha,n-1}$, $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$
  - ประชากร 2 กลุ่ม
    - $n_1 , n_2 > 30$
      - $Z = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$
      - ค่าวิกฤต $z_{\alpha}$, $-z_{\alpha}$, $\pm z_{\frac{\alpha}{2}}$
    - $n_1 , n_2 \le 30$
      - กรณีประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระ
      - กรณีประชากร 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระ

**ตัวอย่าง 6.8** จากประสบการณ์ของผู้จัดการบริษัทประกันชีวิตแห่งหนึ่งทำให้เชื่อว่าเพศชายจะทำประกันสุขภาพเมื่ออายุมากกว่าเพศหญิง จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอายุของผู้ทำประกันสุขภาพเพศชายจำนวน 100 คน พบว่าทำประกันเมื่ออายุเฉลี่ย 45 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 ปี และเพศหญิงจำนวน 150 คน พบว่าทำประกันเมื่ออายุเฉลี่ย 35 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6 ปี อยากทราบว่าความเชื่อของผู้จัดการถูกต้องหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนอายุเฉลี่ยของผู้ทำประกันสุขภาพเพศชาย

$\mu_2$ แทนอายุเฉลี่ยของผู้ทำประกันสุขภาพเพศหญิง

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{array}{l} H_0 : \mu_1 \le \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 > \mu_2 \end{array} \quad \text{หรือ} \quad \begin{array}{l} H_0 : \mu_1 - \mu_2 \le 0 \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0 \end{array}$$

ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{(45-35)-0}{\sqrt{\frac{100}{100} + \frac{36}{150}}}$$

$$= 9.01$$

ค่าวิกฤต $z_\alpha = z_{0.10} = 2.326$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z = 9.01 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าอายุของผู้ทำประกันสุขภาพเพศชายสูงกว่าผู้ทำประกันสุขภาพเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

## 2. ไม่ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน

ประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน คือประชากร 2 กลุ่มที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ถ้ากำหนดให้ $x_{1i}$ และ $x_{2i}$ เป็นข้อมูลของตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ลักษณะของข้อมูลเป็นดังตารางด้านล่าง

| ประชากรกลุ่ม 1 | ประชากรกลุ่ม 2 |
|---|---|
| **ตัวอย่างกลุ่มที่ 1** | **ตัวอย่างกลุ่มที่ 2** |
| $x_{1i}$ | $x_{2i}$ |
| $x_{11}$ | $x_{21}$ |
| $x_{12}$ | $x_{22}$ |
| $x_{13}$ | $x_{23}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$ |
| $x_{1n}$ | $x_{2n}$ |

ในกรณีที่ไม่ทราบ $\sigma^2$ และตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n \leq 30$) ถูกสุ่มมาจากประชากรที่ประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงค่าจากตัวอย่างของ $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ จะมีการแจกแจงแบบ t ด้วยองศาแห่งความเป็นอิสระที่ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของข้อมูลในประชากร 2 กลุ่ม

การทดสอบสมมติฐานกรณีนี้ตัวสถิติทดสอบขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของข้อมูลในประชากร 2 กลุ่ม ดังนี้

**2.1 กรณีไม่ทราบ $\sigma_1^2, \sigma_2^2$ แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$** จะประมาณค่า $\sigma_1^2, \sigma_2^2$ ด้วยความแปรปรวนร่วม (pooled variance) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $s_p^2$ โดยที่

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ดังนั้น ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\mu_1 - \mu_2$ แทนผลต่างของค่าเฉลี่ยในสมมติฐาน หรือค่า $\mu_0$

$s_p$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม

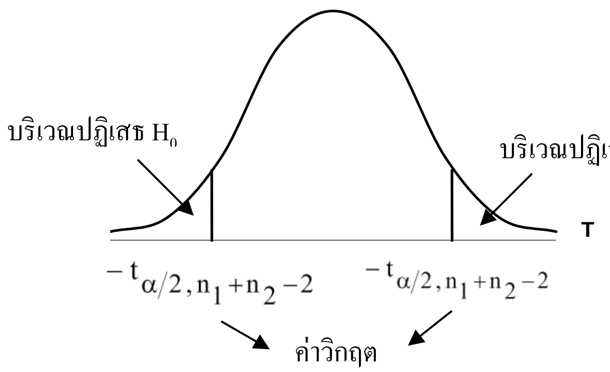
$n_1$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$n_2$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

โดยที่องศาแห่งความเป็นอิสระคือ $n_1+n_2-2$

ดังนั้น ค่าวิกฤตคือ $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}$ , $t_{\alpha,n_1+n_2-2}$ , $-t_{\alpha,n_1+n_2-2}$

ค่าวิกฤต และบริเวณวิกฤต ในกรณีเป็นการทดสอบสมมติฐาน 2 ทาง เป็นดังรูป




**2.2 กรณีไม่ทราบ $\sigma_1^2,\sigma_2^2$ แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$** จะประมาณ $\sigma_1^2,\sigma_2^2$ ด้วย $s_1^2,s_2^2$ ดังนั้น ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\mu_1-\mu_2$ คือ ผลต่างของค่าเฉลี่ยในสมมติฐาน หรือค่า $\mu_0$

$s_1^2$ คือ ความแปรปรวนของข้อมูลในอย่างกลุ่มที่ 1

$s_2^2$ คือ ความแปรปรวนของข้อมูลในตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$n_1$ คือ จำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

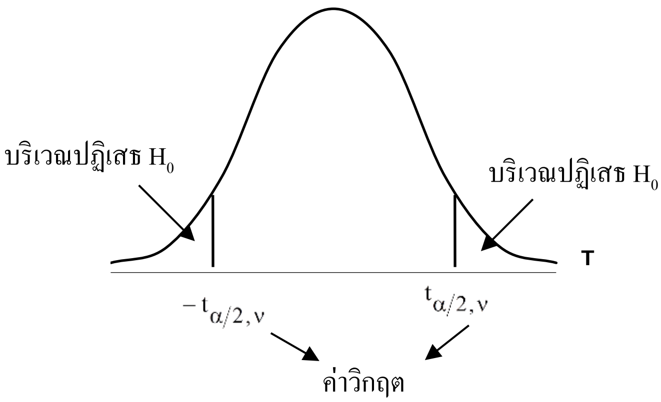
$n_2$ คือ จำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

โดยที่องศาแห่งความเป็นอิสระคือ $\nu$ เมื่อ

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(s_1^2/n_1\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(s_2^2/n_2\right)^2}{n_2 - 1}}\ ]$$

ดังนั้น ค่าวิกฤตคือ $\pm t_{\frac{\alpha}{2},\nu}$ , $t_{\alpha,\nu}$ , $-t_{\alpha,\nu}$

ค่าวิกฤต และบริเวณวิกฤต ในกรณีเป็นการทดสอบสมมติฐาน 2 ทาง เป็นดังรูป




## 3. ไม่ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ประชากร 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระกัน

ประชากร 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน คือประชากร 2 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกัน ถ้ากำหนดให้ $x_{1i}$ และ $x_{2i}$ เป็นข้อมูลของตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (ก่อน) และกลุ่มที่ 2 (หลัง) และ $d_i = x_{1i} - x_{2i}$ เป็นผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่ เมื่อ i = 1,…, n ลักษณะของข้อมูลเป็นดังตารางด้านล่าง

**ประชากร**

| **ตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ( ก่อน )** $x_{1i}$ | **ตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (หลัง)** $x_{2i}$ | **ผลต่าง** $d_i = x_{1i} - x_{2i}$ |
|---|---|---|
| $x_{11}$ | $x_{21}$ | $d_1 = x_{11} - x_{21}$ |
| $x_{12}$ | $x_{22}$ | $d_2 = x_{12} - x_{22}$ |
| $x_{13}$ | $x_{23}$ | $d_3 = x_{13} - x_{23}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $x_{1n}$ | $x_{2n}$ | $d_n = x_{1n} - x_{2n}$ |

จะเห็นว่า $d_1, d_2, \ldots, d_n$ เป็นตัวแปรเชิงสุ่ม ที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย $\mu_d$ และความแปรปรวน $\sigma_d^2$ และ $\bar{d} \sim N(\mu_d, \frac{s_d}{\sqrt{n}})$

ถ้าให้ $\mu_1 - \mu_2 = \mu_d$ สมมติฐานเชิงสถิติสามารถเขียนได้อีกลักษณะ ดังนี้

$$\begin{matrix} H_0 : \mu_d = \mu_0 \\ H_1 : \mu_d \neq \mu_0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : \mu_d \leq \mu_0 \\ H_1 : \mu_d > \mu_0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : \mu_d \geq \mu_0 \\ H_1 : \mu_d < \mu_0 \end{matrix}$$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$T = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_d / \sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$ แทนค่าเฉลี่ยของผลต่าง

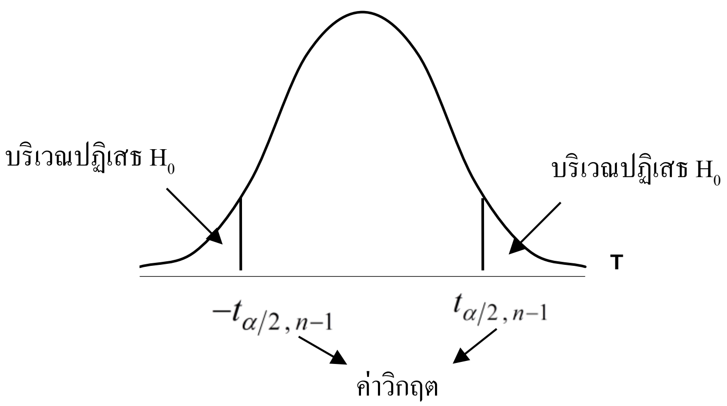
$\mu_d$ แทนค่าคงที่ในสมมติฐาน หรือค่า $\mu_0$

$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$n$ แทนจำนวนคู่ตัวอย่าง

ค่าวิกฤตคือ $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ , $t_{\alpha, n-1}$ , $-t_{\alpha, n-1}$

ค่าวิกฤตและบริเวณปฏิเสธ $H_0$ สำหรับการทดสอบ 2 ทาง ดังรูป



สรุปตัวสถิติทดสอบกรณีทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบสำหรับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม เมื่อ $n_1 , n_2 < 30$

ประชากร 2 กลุ่ม
เป็นอิสระกัน

ประชากร 2 กลุ่ม
ไม่เป็นอิสระกัน

$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ค่าวิกฤต $t_{\alpha, n_1 + n_2 - 2}$

$-t_{\alpha, n_1 + n_2 - 2}$

$\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n_1 + n_2 - 2}$

$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ค่าวิกฤต $t_{\alpha, \nu}$

$-t_{\alpha, \nu}$

$\pm t_{\frac{\alpha}{2}, \nu}$

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(s_1^2/n_1\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(s_2^2/n_2\right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$T = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_d/\sqrt{n}}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

ค่าวิกฤต $t_{\alpha, n-1}$

$-t_{\alpha, n-1}$

$\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

**ตัวอย่าง 6.9** เจ้าของฟาร์มหมูแห่งหนึ่งต้องการทดสอบอาหารผสม 2 ชนิด คือชนิด A และชนิด B ว่าชนิดไหนจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ากัน จึงทำการสุ่มตัวอย่างหมูมาจำนวน 24 ตัว แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ เท่า ๆ กัน โดยกลุ่มแรกให้อาหารผสมชนิด A และกลุ่มที่สองให้อาหารผสมชนิด B จากการชั่งน้ำหนัก พบว่าน้ำหนักเฉลี่ย และความแปรปรวนของน้ำหนักหมูกลุ่มแรก และกลุ่มที่สองคือ 31.75 กิโลกรัม 10.20 กรัม$^2$ และ 28.66 กิโลกรัม 6.06 กรัม$^2$ จากข้อมูลนี้เจ้าของฟาร์มหมูคิดว่าอาหารผสมชนิด A จะมีประสิทธิภาพดีกว่า จงทดสอบว่าเจ้าของฟาร์มคิดถูกหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนน้ำหนักเฉลี่ยของหมูที่กินอาหารผสมชนิด A

$\mu_2$ แทนน้ำหนักเฉลี่ยของหมูที่กินอาหารผสมชนิด B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

เนื่องไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ และตัวอย่างมีขนาดเล็ก ดังนั้น

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$= \frac{(31.75 - 28.67) - 0}{2.85\sqrt{\frac{1}{12} + \frac{1}{12}}}$$

$$= \frac{3.08}{1.16}$$

$$= 2.66$$

โดยที่

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= \frac{(12-1)10.20 + (12-1)6.06}{12+12-2}$$

$$= 8.13$$

ค่าวิกฤต $t_{\alpha, n_1 + n_2 - 2} = t_{0.05\ ,\ 22} = 1.717$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T = 2.66 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าน้ำหนักเฉลี่ยของหมูกลุ่มแรก มากกว่ากลุ่มที่สอง นั่นคือ อาหารผสมชนิด A มีประสิทธิภาพดีกว่าอาหารผสมชนิด B อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตัวอย่าง 6.10** จากการบันทึกปริมาณน้ำฝนใน 15 ปีที่ผ่านมา ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยของพื้นที่แห่งที่หนึ่งในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 1.94 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 ลิตร และจากการบันทึกปริมาณน้ำฝนในเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยของพื้นที่แห่งที่สองในเดือนเดียวกันเท่ากับ 1.04 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 ลิตร จงทดสอบสมมติฐานที่ว่าปริมาณเฉลี่ยของน้ำฝนในพื้นที่แห่งแรกมากกว่าแห่งที่สอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ทั้งสองแห่งไม่เท่ากัน

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่แห่งแรก

$\mu_2$ แทนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่แห่งที่สอง

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \qquad \text{หรือ} \qquad H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2 \qquad\qquad\quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{(1.94 - 1.04) - 0}{\sqrt{\frac{(0.45)^2}{15} + \frac{(0.26)^2}{10}}}$$

$$= 6.32$$

เนื่องจากไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร แต่ทราบว่าความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน ดังนั้นตัวสถิติทดสอบจะมีการแจกแจงแบบ t ที่องศาแห่งความเป็นอิสระ ดังนี้

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \frac{\left[\frac{(0.45)^2}{15} + \frac{(0.26)^2}{10}\right]^2}{\frac{((0.45)^2/15)^2}{15-1} + \frac{((0.26)^2/10)^2}{10-1}}$$

$$\approx 23$$

ดังนั้น ค่าวิกฤต $t_{\alpha,\nu} = t_{0.05,23} = 1.714$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T=6.32 มากกว่า 1.714 อยู่ในบริเวณวิกฤติ ดังนั้นปฏิเสธ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ หมายความว่า ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แห่งแรกมีปริมาณมากกว่าแห่งที่สองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตัวอย่าง 6.11** บริษัทต้องการทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือตัดชนิดที่ 1 และ 2 จากการวัดความคลาดเคลื่อนของความยาวในการตัด โดยทราบว่าค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของความยาวในการตัดของเครื่องมือตัดชนิดที่ 1 และ 2 ไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ประสิทธิภาพของเครื่องมือทั้งสองชนิดแตกต่างกันหรือไม่ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ผล ดังนี้

$n_1 = 16$ $\bar{x}_1 = 0.41$ $s_1^2 = 0.0025$ และ $n_2 = 12$ $\bar{x}_2 = 0.38$ $s_2^2 = 0.0004$

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนความคลาดเคลื่อนของความยาวในการตัดของเครื่องมือชนิดที่ 1

$\mu_2$ แทนคลาดเคลื่อนของความยาวในการตัดของของเครื่องมือชนิดที่ 2

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

เนื่องจากไม่ทราบค่าแปรปรวน ขนาดตัวอย่างเล็ก และความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตัวสถิติทดสอบ

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{0.41 - 0.38}{\sqrt{\frac{0.0025}{16} + \frac{0.0004}{12}}}$$

$$= 2.18$$

ค่าวิกฤติ $\pm t_{\frac{\alpha}{2},\nu}$ โดยที่องศาแห่งความเป็นอิสระ $\nu$ จาก

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$= 20.8$$

$$\cong 21$$

ดังนั้นค่าวิกฤต $\pm t_{\frac{\alpha}{2},\nu} = \pm t_{0.025,21} = \pm 2.08$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T = 2.18 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ สรุปว่าประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือตัดยี่ห้อ A และ B แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง 6.12** ในการทดลองความแข็งแกร่งของกันชน 2 ชนิด โดยเลือกตัวอย่างรถยนต์มา 2 กลุ่ม กลุ่มแรก 11 คัน ใช้กันชนแบบ A กลุ่มสอง 9 คัน ใช้กันชนแบบ B ทำการทดสอบโดยขับรถยนต์ชนกำแพงด้วยความเร็ว 10 ไมล์/ชม. แล้วสำรวจความเสียหายจากค่าใช้จ่ายในการซ่อมเป็นเกณฑ์ประเมินความแข็งแกร่ง ได้ผลดังนี้

กันชนแบบ A ใช้ค่าซ่อมโดยเฉลี่ย 235 บาท ความแปรปรวน 421 บาท$^2$

กันชนแบบ B ใช้ค่าซ่อมโดยเฉลี่ย 286 บาท ความแปรปรวน 511 บาท$^2$

อยากทราบว่ากันชนแบบ A แข็งแกร่งกว่ากันชนแบบ B หรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ถ้าความแปรปรวนของข้อมูล 2 กลุ่มเท่ากัน

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนค่าซ่อมเฉลี่ยของกันชนแบบ A

$\mu_2$ แทนค่าซ่อมเฉลี่ยของกันชนแบบ B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

เนื่องไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ และตัวอย่างมีขนาดเล็ก ดังนั้น

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$$
$$= \sqrt{\frac{(11-1)421+(9-1)511}{11+9-2}}$$
$$= 21.47$$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$T = \frac{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$
$$= \frac{235-286}{21.47\sqrt{\frac{1}{11}+\frac{1}{9}}}$$
$$= -5.28$$

ค่าวิกฤต $-t_{\alpha, n_1+n_2-2} = -t_{0.01, 18} = -2.552$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T = -5.28 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่ากันชนแบบ A เสียค่าซ่อมโดยเฉลี่ยน้อยกว่ากันชนแบบ B หรือกันชนแบบ A มีความแข็งแกร่งกว่ากันชนแบบ B อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตัวอย่าง 6.13** ในการทดสอบคุณภาพของยางรถยนต์ 2 ยี่ห้อ คือ A และ B จึงสุ่มตัวอย่างยางรถยนต์มายี่ห้อละ 5 เส้น แล้วใส่ยางรถยนต์ยี่ห้อละ 1 เส้นที่ล้อหลังของรถยนต์แต่ละคัน แล้วให้รถยนต์ทุกคันวิ่งจนกว่ายางจะเสีย โดยบันทึกระยะทางที่วิ่งไว้ดังนี้

| รถยนต์คันที่ | ระยะทางที่วิ่งได้ ( 10,000 km ) ยางรถยนต์ A | ยางรถยนต์ B | ผลต่าง $d_i$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 10.6 | 10.2 | 0.4 |
| 2 | 9.8 | 9.4 | 0.4 |
| 3 | 12.3 | 11.8 | 0.5 |
| 4 | 9.7 | 9.1 | 0.6 |
| 5 | 8.8 | 8.3 | 0.5 |

อยากทราบว่าคุณภาพของยางรถยนต์ A และ B แตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

**วิธีทำ** ตัวอย่างนี้วัดคุณภาพของยางรถยนต์จากระยะทางที่ได้เมื่อใช้ยางรถยนต์ A และ B ดังนั้น สมมติฐานคือยางรถยนต์ A และยางรถนยต์ B วิ่งได้ระยะทางเฉลี่ยแตกต่างกัน

กำหนด $\mu_1$ และ $\mu_2$ แทนระยะทางเฉลี่ยเมื่อใช้ยางรถยนต์ A และ B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_1 &: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{aligned} \quad \text{หรือ} \quad \begin{aligned} H_0 &: \mu_d = 0 \\ H_1 &: \mu_d \neq 0 \end{aligned}$$

เนื่องจาก

$$\bar{d} = \frac{2.4}{5} = 0.48,\ s_d = \sqrt{\frac{\sum (d-\bar{d})^2}{n-1}} = \sqrt{0.007} = 0.0837, \mu_d = 0,\ n = 5$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} T &= \frac{\bar{d}-\mu_d}{s_d/\sqrt{n}} \\ &= \frac{0.48-0}{0.0837/\sqrt{5}} \\ &= 12.8 \end{aligned}$$

ค่าวิกฤต $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = t_{0.025,4} = 2.77$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T=12.8 มากกว่า 2.77 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าคุณภาพของยางรถยนต์ A และ B แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง 6.14** ในการทดสอบความสามารถของนักศึกษาสาขาเลขานุการในการพิมพ์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนและหลังการอบรมได้เวลาในการใช้พิมพ์ดังนี้

| คนที่ | เวลาก่อนอบรม | เวลาหลังอบรม | ผลต่าง |
|---|---|---|---|
| 1 | 55 | 50 | 5 |
| 2 | 46 | 42 | 4 |
| 3 | 78 | 70 | 8 |
| 4 | 61 | 63 | -2 |
| 5 | 52 | 58 | -6 |
| 6 | 45 | 35 | 10 |
| 7 | 47 | 46 | 1 |
| 8 | 57 | 52 | 5 |
| 9 | 71 | 60 | 11 |
| 10 | 58 | 49 | 9 |

ให้ทดสอบว่าหลังการอบรมนักศึกษาสามารถพิมพ์ได้ดีขึ้นหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_d$ แทนค่าเฉลี่ยผลต่างของเวลาที่ใช้ในการพิมพ์ก่อนและหลังการอบรม

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_d = 0$$
$$H_1 : \mu_d > 0$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$T = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$
$$= \frac{4.5 - 0}{\frac{5.48}{\sqrt{10}}}$$
$$= 2.596$$

ค่าวิกฤต $t_{\alpha,n-1} = t_{0.05,9} = 1.833$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T= 2.596 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ สรุปว่าหลังการอบรมนักศึกษาใช้เวลาในการพิมพ์น้อยลง หมายความว่าการอบรมมีผลทำให้การพิมพ์ดีขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 1 กลุ่ม $(\sigma^2)$

เป็นการทดสอบความสม่ำเสมอของข้อมูลของเหตุการณ์บางอย่าง เช่น ผลผลิต หรือขบวนการผลิตว่าเป็นไปตามค่าที่คาดคะเนไว้ $(\sigma_0^2)$ หรืออยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้หรือไม่

กำหนด $\sigma^2$ แทนความแปรปรวนของประชากร

$\sigma_0^2$ แทนค่าคงที่ที่คาดคะเน

ดังนั้นสมมติฐานเชิงสถิติ คือ

$$\begin{matrix} H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2 \\ H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : \sigma^2 \leq \sigma_0^2 \\ H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : \sigma^2 \geq \sigma_0^2 \\ H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2 \end{matrix}$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2}$$

โดยที่องศาแห่งความเป็นอิสระคือ n-1

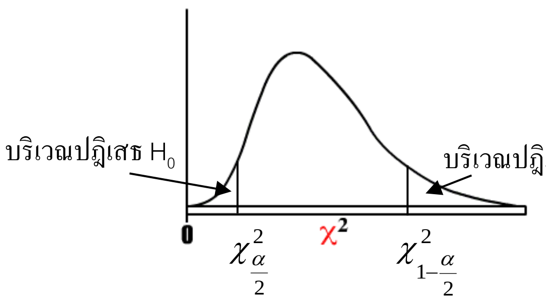
เมื่อ n แทนจำนวนตัวอย่าง

$s^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลจากตัวอย่าง

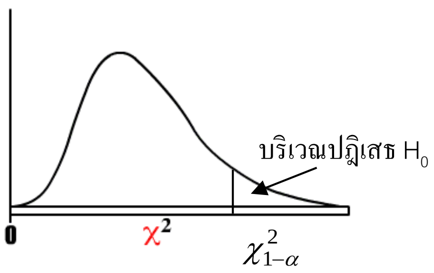
$\sigma_0^2$ แทนค่าคงที่ที่คาดคะเน

ค่าวิกฤตและบริเวณปฏิเสธในการทดสอบสมมติฐานแต่ละประเภทเป็น ดังนี้

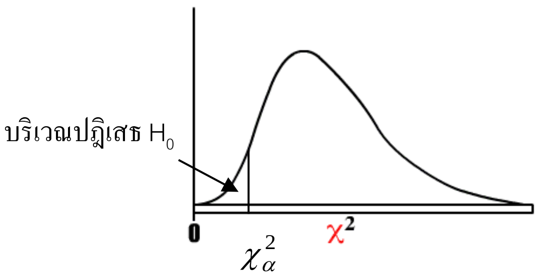
การทดสอบ 2 ทาง




การทดสอบทางขวา




การทดสอบทางซ้าย



**ตัวอย่าง 6.15** นักจิตวิทยาสนใจที่จะทราบความแปรผันของเวลาที่ผู้ขับรถยนต์มีต่อสิ่งเร้าที่เห็น จึงสุ่มตัวอย่างผู้ขับรถยนต์ เพื่อทดลองจำนวน 16 คน พบว่าเวลาที่คนขับมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้ามีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0072 วินาที ถ้านักจิตวิทยานี้เชื่อว่าเวลาที่คนขับมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าสม่ำเสมอแตกต่างจาก 0.005 วินาทีหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $\sigma^2$ แทนความแปรปรวนของเวลาที่ผู้ขับรถยนต์มีต่อสิ่งเร้าที่เห็น

$\sigma_0^2$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้เท่ากับ $0.005^2$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \sigma^2 = 0.005^2$$
$$H_1 : \sigma^2 \neq 0.005^2$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\chi^2 = \frac{(n-1)\,s^2}{\sigma_0^2}$$
$$= \frac{(16-1)0.00005184}{0.000025}$$
$$= 31.1$$

ค่าวิกฤต

$$\chi^2_{\frac{\alpha}{2},n-1} = \chi^2_{0.025,15} = 6.26$$
$$\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1} = \chi^2_{0.975,15} = 27.5$$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ $\chi^2$ = 31.1 มีค่ามากกว่า 27.5 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่า เวลาที่คนขับมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้ามีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างจาก 0.005 วินาที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง 6.16** บริษัท พี พี การบัญชี เป็นบริษัทรับให้คำปรึกษาด้านบัญชีโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการบัญชีโดยเฉพาะ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาในการรับคำปรึกษาเท่ากับ 2 ชั่วโมง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 0.5 ชั่วโมง ถ้าเวลาเบี่ยงเบนเกิน 0.5 ชั่วโมง ลูกค้าจะต้องรอนานเกินและบริษัทต้องเสียค่าล่วงเวลาให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อการวางแผนขยายงานที่ถูกต้องทางบริษัทต้องการทราบว่าเวลาการให้บริการลูกค้าแต่ละรายยังมีเวลาเบี่ยงเบนไม่เกิน 0.5 ชั่วโมงหรือไม่ จึงทำการเลือกลูกค้ามา 20 ราย เพื่อจับเวลาการรับบริการ พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.571 ชั่วโมง ให้ตอบคำถามของบริษัท พี พี การบัญชี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**วิธีทำ** กำหนด $\sigma^2$ แทนความแปรปรวนของเวลาในการให้บริการคำปรึกษาด้านบัญชี

$\sigma_0^2$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้เท่ากับ 0.25

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \sigma^2 \leq 0.25$$
$$H_1 : \sigma^2 > 0.25$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} \\ &= \frac{(20-1)0.326}{0.25} \\ &= 24.78 \end{aligned}$$

ค่าวิกฤต $\chi^2_{1-\alpha,n-1} = \chi^2_{0.90,19} = 27.2$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ $\chi^2$=24.78 มีค่าอยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าเวลาการให้บริการลูกค้าแต่ละรายยังมีเวลาเบี่ยงเบนไม่เกิน 0.5 ชั่วโมงที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม $(\sigma_1^2, \sigma_2^2)$

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่มนี้ มักจะใช้ทดสอบเพื่อทราบว่าความแปรปรวนของข้อมูลสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่ เพื่อในผลที่ได้ไปใช้ในการเลือกตัวสถิติทดสอบในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม กรณีที่ตัวอย่างมีขนาดเล็กและไม่ทราบ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$

กำหนด $\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 1

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 2

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{matrix} H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 & & H_0 : \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 & & H_0 : \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2 \\ & \text{หรือ} & & \text{หรือ} & \\ H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 & & H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2 & & H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \end{matrix}$$

ตัวสถิติทดสอบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ต้องการเปรียบเทียบว่าค่าใดมากกว่า ดังนั้นตัวสถิติทดสอบจึงขึ้นอยู่กับสมมติฐานเชิงสถิติดังนี้

ภายใต้สมมติฐานเชิงสถิติ $H_0 : \sigma_1^2 \le \sigma_2^2$

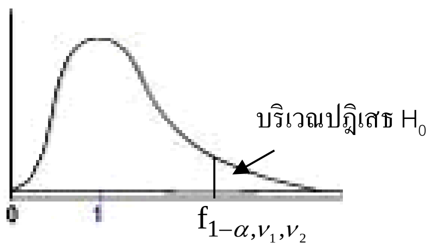
$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

องศาแห่งความเป็นอิสระ $\nu_1 = n_1 - 1$ และ $\nu_2 = n_2 - 1$

ค่าวิกฤต $f_{1-\alpha,\nu_1,\nu_2}$ และบริเวณปฏิเสธเป็นดังนี้




ภายใต้สมมติฐานเชิงสถิติ $H_0 : \sigma_1^2 \ge \sigma_2^2$

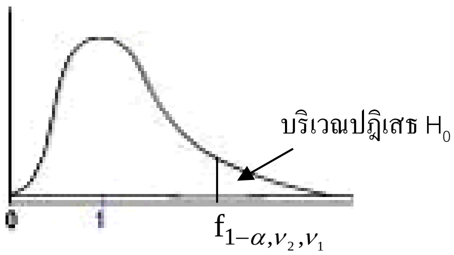
$H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{s_2^2}{s_1^2}$$

องศาแห่งความเป็นอิสระ $\nu_2 = n_2 - 1$ และ $\nu_1 = n_1 - 1$

ค่าวิกฤต $f_{1-\alpha,\nu_2,\nu_1}$ และบริเวณปฏิเสธเป็นดังนี้



ภายใต้สมมติฐานเชิงสถิติ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad \text{ถ้า} \quad s_1^2 > s_2^2$$

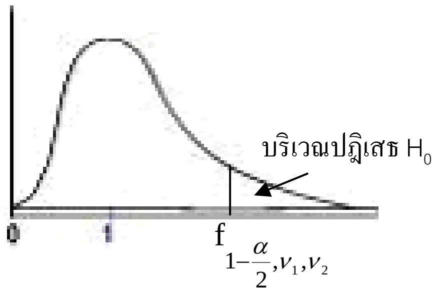
ค่าวิกฤต $f_{1-\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2}$

หรือ

$$F = \frac{s_2^2}{s_1^2} \quad \text{ถ้า} \quad s_2^2 > s_1^2$$

ค่าวิกฤต $f_{1-\frac{\alpha}{2},\nu_2,\nu_1}$

ค่าวิกฤต และบริเวณปฏิเสธเป็นดังนี้




**ตัวอย่าง 6.17** จากการตรวจสอบปริมาณไขมันที่มีในไอศกรีม 2 ชนิด โดยสุ่มตัวอย่างไอศกรีม 2 ชนิด จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นอิสระกันอย่างละ 5 ตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาณไขมันของไอศกรีมชนิดที่ 1 เท่ากับ 20 mg และ 0.165 $mg^2$ และชนิดที่ 2 เท่ากับ 15 mg และ 0.205 $mg^2$ ต้องการทดสอบว่าปริมาณไขมันเฉลี่ยในไอศกรีมชนิดที่ 1 และ 2 แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1. ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของไอศกรีมชนิดที่ 1 และ 2 เท่ากันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.02

2. ปริมาณไขมันเฉลี่ยในไอศกรีมชนิดที่ 1 และ 2 แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** ขั้นที่ 1 กำหนด $\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนของปริมาณไขมันในไอศกรีมชนิดที่ 2

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนของปริมาณไขมันในไอศกรีมชนิดที่ 1

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$
$$= \frac{0.205}{0.165}$$
$$= 1.24$$

ค่าวิกฤต $f_{1-\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2} = f_{0.99,4,4} = 16.0$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ F = 1.24 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าแปรปรวนของปริมาณไขมันในไอศกรีมชนิดที่ 1 และ 2 เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.02

ขั้นที่ 2 กำหนด $\mu_1$ แทนปริมาณไขมันเฉลี่ยในไอศกรีมชนิดที่ 1

$\mu_2$ แทนปริมาณไขมันเฉลี่ยในไอศกรีมชนิดที่ 2

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$
$$= \frac{(20-15) - 0}{0.43\sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}}$$
$$= 18.52$$

ค่าวิกฤต $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2} = \pm t_{0.025,8} = \pm 2.306$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ $T = 18.52$ อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่า ปริมาณไขมันเฉลี่ยในไอศกรีมชนิดที่ 1 และ 2 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

**ตัวอย่าง 6.18** นักลงทุนเชื่อว่าหุ้นของบริษัท A มีความเสี่ยงมากกว่าหุ้นของบริษัท B ความเสี่ยงนี้วัดจากราคาหุ้นที่ผันแปรไปในแต่ละวัน จึงมีการทดสอบความเชื่อข้างต้นโดยสุ่มราคาหุ้นบริษัท A มา 25 วัน และราคาหุ้นบริษัท B มา 24 วัน จากราคาหุ้นที่มีการแจกแจงแบบปกติ คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ $s_A = 0.76$ และ $s_B = 0.46$ กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนของราคาหุ้นของบริษัท A

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนของราคาหุ้นของบริษัท B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 \le \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0.5776}{0.2116} = 2.73$$

ค่าวิกฤต $f_{1-\alpha,\nu_1,\nu_2} = f_{0.95,24,23} = 2.01$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ F=2.73 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าหุ้นของบริษัท A มีความเสี่ยงมากกว่าหุ้นของบริษัท B อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากร 1 กลุ่ม (p)

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนอาจมีความจำเป็นในงานหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านอุตสาหกรรมอาจต้องการทราบเกี่ยวกับสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ชำรุดในการผลิต หรือนักการเมืองอาจต้องการทราบสัดส่วนเกี่ยวกับผู้ที่ต้องการลงคะแนนเสียงให้ ดังนั้นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน คือ การทดสอบว่าสัดส่วนของสิ่งที่สนใจมีค่าเป็นไปตามค่าใดค่าหนึ่งที่กำหนดหรือไม่

กำหนด p แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจ

$p_0$ แทนค่าคงที่

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{aligned} H_0 &: p = p_0 \\ H_1 &: p \neq p_0 \end{aligned} \quad \text{หรือ} \quad \begin{aligned} H_0 &: p \leq p_0 \\ H_1 &: p > p_0 \end{aligned} \quad \text{หรือ} \quad \begin{aligned} H_0 &: p \geq p_0 \\ H_1 &: p < p_0 \end{aligned}$$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทนสัดส่วนสิ่งที่สนใจจากตัวอย่าง

$p_0$ แทนค่าคงที่ที่คาดไว้

$q_0$ แทนสัดส่วนสิ่งที่ไม่สนใจจากตัวอย่าง หรือ $1-p_0$

n แทนจำนวนตัวอย่าง

ค่าวิกฤต คือ $z_\alpha, -z_\alpha, \pm z_{\frac{\alpha}{2}}$

**ตัวอย่าง 6.19** บริษัทขายเครื่องสำอางยี่ห้อ tell me คาดว่าผู้หญิงไทยใช้เครื่องสำอางยี่ห้อนี้อย่างน้อย 20% จึงสุ่มตัวอย่างผู้หญิงไทยมา 500 คน ปรากฏว่ามีผู้ใช้เครื่องสำอางยี่ห้อนี้ 95 คน อยากทราบว่าสิ่งที่บริษัทคาดไว้เป็นจริงหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

**วิธีทำ** กำหนด p แทนสัดส่วนของผู้หญิงไทยใช้เครื่องสำอางยี่ห้อ tell me

$p_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 0.20

จะได้ $\hat{p} = \frac{95}{500} = 0.19$ และ $q_0 = 1 - 0.20 = 0.80$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{aligned} H_0 &: p \geq 0.20 \\ H_1 &: p < 0.20 \end{aligned}$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{0.19 - 0.20}{\sqrt{\frac{(0.20)(0.80)}{500}}} = \frac{-0.01}{0.018} = -0.56$$

ค่าวิกฤต $-z_{\alpha} = -1.282$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z= -0.56 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าสัดส่วนผู้หญิงไทยใช้เครื่องสำอางยี่ห้อ tell me มีค่าอย่างน้อย 20% ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**ตัวอย่าง 6.20** จากประสบการณ์ที่ผ่านมานักบาสเกตบอลสามารถชู้ตลูกลงห่วง 60% ของจำนวนที่ชู้ตทั้งหมดภายหลังการฝึกโดยครูฝึกคนใหม่ ในการชู้ต 100 ครั้ง ต่อมาปรากฏว่านักบาสเกตบอลสามารถชู้ตลูกลงห่วง 70 ครั้ง เราจะกล่าวอ้างได้หรือไม่ว่าการชู้ตลูกของเขาดีขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด p แทนสัดส่วนของความสามารถในการชู้ตลูกลงห่วงของนักบาสเกตบอล

$p_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 0.60

จะได้ $\hat{p} = \frac{70}{100} = 0.70$ และ $q_0 = 1 - 0.60 = 0.40$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p = 0.60$$
$$H_1 : p > 0.60$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{0.7 - 0.6}{\sqrt{\frac{(0.6)(0.4)}{100}}} = 2.04$$

ค่าวิกฤต $z_{\alpha} = 1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z= 2.04 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าความสามารถในการชู้ตลูกลงห่วงของนักบาสเกตบอลผู้นี้ดีขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง 6.21** บริษัทแห่งหนึ่งอ้างว่าสินค้าที่บริษัทผลิตได้มาตรฐานตามที่กำหนดมากกว่า 96% แต่จากการสุ่มตัวอย่างสินค้าที่บริษัทแห่งนี้ผลิตจำนวน 400 ชิ้น พบว่ามี 20 ชิ้นที่ไม่ได้มาตรฐาน จะสามารถสรุปได้หรือไม่ว่าสิ่งที่บริษัทอ้างเป็นจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด p แทนสัดส่วนของสินค้าที่บริษัทผลิตได้มาตรฐานตามที่กำหนด

$p_0$ แทนค่าคงที่เท่ากับ 0.96

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p \le 0.96$$
$$H_1 : p > 0.96$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} \\ &= \frac{0.95 - 0.96}{\sqrt{\frac{(0.96)(0.04)}{400}}} \\ &= -1.00 \end{aligned}$$

ค่าวิกฤต $z_{\alpha} = 1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z= -1.00 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าสินค้าที่บริษัทผลิตได้มาตรฐานตามที่กำหนดไม่เกิน 96% ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือคำกล่าวอ้างของบริษัทไม่เป็นจริง

## การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม $(p_1 - p_2)$

เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนของสิ่งที่สนใจในประชากร 2 กลุ่ม หรือทดสอบผลต่างของสัดส่วนของสิ่งที่สนใจในประชากร 2 กลุ่มว่ามีค่าเป็นไปตามค่าคงที่ $(p_0)$ ที่คาดไว้หรือไม่

ถ้าให้ $p_1$ และ $p_2$ เป็นสัดส่วนของสิ่งที่สนใจในประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ และ $p_0$ เป็นค่าคงที่ของผลต่างของสัดส่วนของสิ่งที่สนใจแล้ว ในการทดสอบสมมติฐานว่า $p_1$ และ $p_2$ แตกต่างกันหรือไม่ สามารถตั้งสมมติฐานเชิงสถิติได้ดังนี้

$$\begin{matrix} H_0 : p_1 = p_2 \\ H_1 : p_1 \neq p_2 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : p_1 \leq p_2 \\ H_1 : p_1 > p_2 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : p_1 \geq p_2 \\ H_1 : p_1 < p_2 \end{matrix}$$

หรือในรูปแบบของผลต่าง ดังนี้

$$\begin{matrix} H_0 : p_1 - p_2 = p_0 \\ H_1 : p_1 - p_2 \neq p_0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : p_1 - p_2 \leq p_0 \\ H_1 : p_1 - p_2 > p_0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} H_0 : p_1 - p_2 \geq p_0 \\ H_1 : p_1 - p_2 < p_0 \end{matrix}$$

ดังนั้นในบางครั้งจึงเรียกว่าการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของสัดส่วน

ตัวสถิติทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

กรณี $p_0 = 0$ ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

เมื่อ $\hat{p} = \dfrac{\sum x_{1i} + \sum x_{2i}}{n_1 + n_2}$

$\hat{p}_1$ แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\hat{p}_2$ แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\hat{q}$ แทน $1-\hat{p}$

$n_1$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$n_2$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ค่าวิกฤต คือ $z_\alpha, -z_\alpha, \pm z_{\frac{\alpha}{2}}$

กรณี $p_0 \neq 0$ ตัวสถิติทดสอบคือ

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - p_0}{\sqrt{\frac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\hat{p}_1$ แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจจากตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\hat{p}_2$ แทนสัดส่วนของสิ่งที่สนใจจากตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$\hat{p}_0$ แทนผลต่างของ $p_1$ และ $p_2$ ภายใต้สมมติฐาน $H_0$

$\hat{q}_1$ แทน $1-\hat{p}_1$

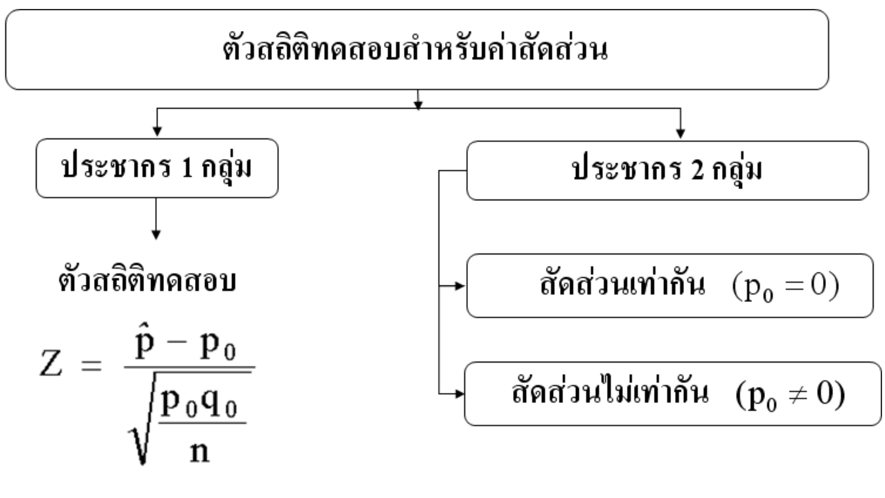
$\hat{q}_2$ แทน $1-\hat{p}_2$

$n_1$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$n_2$ แทนจำนวนตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ค่าวิกฤต คือ $z_\alpha, -z_\alpha, \pm z_{\frac{\alpha}{2}}$

สรุปตัวสถิติทดสอบสำหรับสัดส่วนของสิ่งที่สนใจ




**ค่าวิกฤต** $z_\alpha \quad -z_\alpha \quad \pm z_{\frac{\alpha}{2}}$

**ตัวสถิติทดสอบสำหรับค่าสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม**

$p_0 = 0$ **สัดส่วนเท่ากัน**

**สัดส่วนไม่เท่ากัน** $p_0 \neq 0$

**ตัวสถิติทดสอบ**

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - 0}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

ค่าวิกฤต คือ

$$z_{\alpha},\ -z_{\alpha},\ \pm z_{\frac{\alpha}{2}}$$

**ตัวสถิติทดสอบ**

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - p_0}{\sqrt{\frac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}}$$

**เมื่อ** $\hat{p} = \dfrac{\sum x_{1i} + \sum x_{2i}}{n_1 + n_2}$ $\quad \sum x_{1i} + \sum x_{2i}$ **คือ ผลรวมของจำนวนสิ่งที่สนใจในตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ 2**

**ตัวอย่าง 6.22** ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของยาที่ใช้รักษาหมู โดยแบ่งหมูที่เป็นโรคชนิดหนึ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 100 ตัว และทดลองให้ยาแก่หมูกลุ่มที่ 1 แต่ไม่ให้ยาแก่หมูกลุ่มที่ 2 นอกจากนั้นได้ควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้มีความสม่ำเสมอกันทั้งสองกลุ่ม จากการทดลองพบว่าหมูกลุ่มที่ 1 หายจากโรค 75 ตัว ส่วนหมูกลุ่มที่ 2 หายจากโรค 65 ตัว จงทดสอบสมมติฐานว่ายาจะช่วยในการรักษาโรคที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**วิธีทำ** กำหนด $p_1$ แทนสัดส่วนของหมูที่หายจากโรคในกลุ่มที่ทดลองให้ยา

$p_2$ แทนสัดส่วนของหมูที่หายจากโรคในกลุ่มที่ไม่ให้ยา

จะได้ $\hat{p}_1 = \dfrac{75}{100}$ , $\hat{p}_2 = \dfrac{65}{100}$ , $\alpha = 0.05$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p_1 = p_2$$
$$H_1 : p_1 > p_2$$

เนื่องจาก $p_0 = 0$ ดังนั้นตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดย $\hat{p} = \dfrac{\sum x_{1i} + \sum x_{2i}}{n_1 + n_2} = \dfrac{75 + 65}{200} = 0.70 \therefore \hat{q} = 0.3$

ดังนั้น

$$Z = \frac{(0.75-0.65)}{\sqrt{(0.7)(0.3)\left(\frac{1}{100}+\frac{1}{100}\right)}}$$

$$= 1.54$$

ค่าวิกฤต $Z_{\alpha} = Z_{0.05} = 1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z = 1.54 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่ายาไม่ช่วยในการรักษาโรคของหมูที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ตัวอย่าง 6.23** ในการหยั่งเสียงการลงคะแนนของผู้มีสิทธิเลือกตั้งของเขต 1 และเขต 2 ต่อผู้สมัครเบอร์ 1 โดยสุ่มตัวอย่างผู้มีสิทธิ์เลือกตั้งจากเขต 1 จำนวน 300 คน และเขต 2 จำนวน 200 คน พบว่าในเขต 1 มีผู้ลงคะแนนให้เบอร์1 ร้อยละ 56 และเขต 2 ร้อยละ 48 อยากทราบว่าสัดส่วนของผู้ลงคะแนนให้ผู้สมัครเบอร์ 1 ในเขต 1 ต่างจากเขต 2 ไม่เกินร้อยละ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**วิธีทำ** กำหนด $p_1$ แทนสัดส่วนของผู้ลงคะแนนให้ผู้สมัครเบอร์ 1 ในเขต 1

$p_2$ แทนสัดส่วนของผู้ลงคะแนนให้ผู้สมัครเบอร์ 1 ในเขต 2

$n_1 = 300$ $n_2 = 200$ $\hat{p}_1 = 0.56$ $\hat{p}_2 = 0.48$ $p_0 = 0.1$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p_1 - p_2 \le 0.10$$

$$H_0 : p_1 - p_2 > 0.10$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - p_0}{\sqrt{\frac{\hat{p}_1\hat{q}_1}{n_2} + \frac{\hat{p}_2\hat{q}_2}{n_2}}}$$

$$= \frac{(0.56-0.48)-0.10}{\sqrt{\frac{(0.56)(0.44)}{300} + \frac{(0.48)(0.52)}{200}}}$$

$$= -0.44$$

ค่าวิกฤต $Z_{0.10} = 1.282$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z = - 0.44 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าสัดส่วนของผู้ลงคะแนนให้ผู้สมัครเบอร์ 1 ในเขต 1 ต่างจากเขต 2 ไม่เกินร้อยละ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

ถ้าต้องการทดสอบว่า $p_1 = p_2$ หรือไม่

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}_1\hat{q}_1\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ $\hat{p} = \frac{\sum x_{1i} + \sum x_{2i}}{n_1 + n_2} = \frac{(300)(0.56) + (200)(0.48)}{300 + 200} = 0.528$

$\hat{q} = 1 - \hat{p} = 1 - 0.528 = 0.472$

ดังนั้น
$$Z = \frac{(0.56 - 0.48)}{\sqrt{(0.528)(0.472)\left(\frac{1}{300} + \frac{1}{200}\right)}}$$

$= 1.75$

ค่าวิกฤต $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.645$ และ $-z_{\frac{\alpha}{2}} = -1.645$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z = 1.75 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าสัดส่วนของผู้ลงคะแนนให้ผู้สมัครเบอร์ 1 ในเขต 1 ไม่ต่างจากเขต 2 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

**ตัวอย่าง 6.24** ในการศึกษาความพึงพอใจในการใช้ smart phone 2 ยี่ห้อ โดยสุ่มผู้ใช้ smart phone ทั้ง 2 ยี่ห้อ มายี่ห้อละ 200 คน พบว่ามีผู้พอใจในการใช้ smart phone ยี่ห้อแรก 84 คน ยี่ห้อที่สอง 96 คน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะสรุปได้หรือไม่ว่าความพึงพอใจในการใช้ smart phone ทั้ง 2 ยี่ห้อไม่แตกต่างกัน

**วิธีทำ** กำหนด $p_1$ แทนสัดส่วนของความพึงพอใจในการใช้ smart phone ยี่ห้อที่ 1

$p_2$ แทนสัดส่วนของความพึงพอใจในการใช้ smart phone ยี่ห้อที่ 2

จะได้ $\hat{p}_1 = \frac{84}{200}$ , $\hat{p}_2 = \frac{96}{200}$ , $\alpha = 0.05$

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : p_1 - p_2 = 0$$

$$H_1 : p_1 - p_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p_0 = 0$ ดังนั้นตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดย $\hat{p} = \frac{\sum x_{1i} + \sum x_{2i}}{n_1 + n_2} = \frac{84+96}{400} = 0.45 \therefore \hat{q} = 0.55$

ดังนั้น

$$Z = \frac{(0.42 - 0.48)}{\sqrt{(0.45)(0.55)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{200}\right)}}$$

$$= \frac{-0.06}{0.04975}$$

$$= -1.206$$

ค่าวิกฤต $\pm Z_{\frac{\alpha}{2}} = \pm Z_{0.025} = \pm 1.96$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ Z = -1.206 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าความพึงพอใจในการใช้ smart phone ทั้ง 2 ยี่ห้อไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

# การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## 1. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม

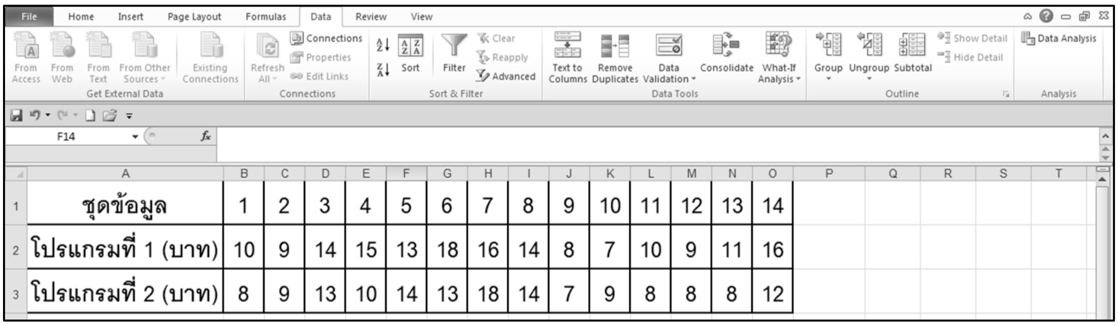
### 1.1 กรณีประชากร 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระกัน

**ตัวอย่าง 6.25** ต้องการเปรียบเทียบโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ 2 โปรแกรม ว่าโปรแกรมทั้ง 2 มีต้นทุนของการวิเคราะห์ข้อมูลแตกต่างกันหรือไม่ ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลมา 14 ชุด ในแต่ละชุดได้ใช้โปรแกรมสถิติทั้ง 2 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล และบันทึกต้นทุนการวิเคราะห์ไว้ ได้ผลดังนี้

| ชุดข้อมูล | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| โปรแกรมที่ 1 (บาท) | 10 | 9 | 14 | 15 | 13 | 18 | 16 | 14 | 8 | 7 | 10 | 9 | 11 | 16 |
| โปรแกรมที่ 2 (บาท) | 8 | 9 | 13 | 10 | 14 | 13 | 18 | 14 | 7 | 9 | 8 | 8 | 8 | 12 |

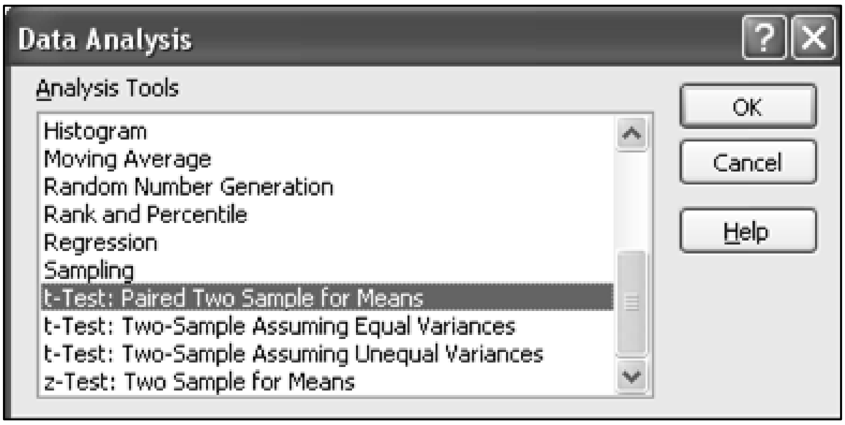
จงตอบคำถามของผู้ศึกษา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 1 ใส่ข้อมูลดังรูป เลือกเมนู Data เลือก Data Analysis



| ชุดข้อมูล | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| โปรแกรมที่ 1 (บาท) | 10 | 9 | 14 | 15 | 13 | 18 | 16 | 14 | 8 | 7 | 10 | 9 | 11 | 16 |
| โปรแกรมที่ 2 (บาท) | 8 | 9 | 13 | 10 | 14 | 13 | 18 | 14 | 7 | 9 | 8 | 8 | 8 | 12 |

ขั้นตอนที่ 2 ในหน้าต่าง Data Analysis เลือก t-Test: Paired Two Sample for means เลือก OK

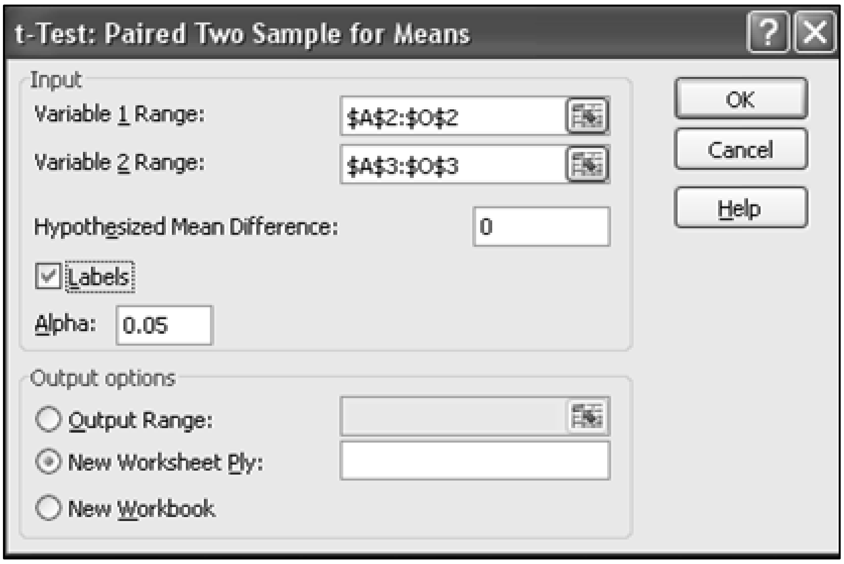



ขั้นตอนที่ 3 ในส่วน Input Variable 1 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 1

Variable 2 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 2

Hypothesized Mean Difference คือผลต่างของค่าเฉลี่ย หรือ $\mu_0$

Alpha คือค่าระดับนัยสำคัญ



ขั้นตอนที่ 3 ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | t-Test: Paired Two Sample for Means | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | *โปรแกรมที่ 1 (บาท)* | *โปรแกรมที่ 2 (บาท)* |
| 4 | ค่าเฉลี่ย | Mean | 12.14285714 | 10.78571429 |
| 5 | ความแปรปรวน | Variance | 11.82417582 | 10.48901099 |
| 6 | จำนวนตัวอย่าง | Observations | 14 | 14 |
| 7 | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ | Pearson Correlation | 0.762755577 | |
| 8 | ผลต่างค่าเฉลี่ย | Hypothesized Mean Difference | 0 | |
| 9 | df=n-1 | df | 13 | |
| 10 | สถิติทดสอบ T กรณีค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระ | **t Stat** | **2.200712897** | |
| 11 | p_value การทดสอบทางเดียว | P(T<=t) one-tail | 0.023218342 | |
| 12 | ค่าวิกฤตทางเดียว $t_{\alpha,n-1}$ | **t Critical one-tail** | **1.770931704** | |
| 13 | p_value การทดสอบ 2 ทาง | P(T<=t) two-tail | 0.046436683 | |
| 14 | ค่าวิกฤต 2 ทาง $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ | **t Critical two-tail** | **2.16036824** | |
| 15 | | | | |

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนต้นทุนการวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยของโปรแกรมที่ 1

$\mu_2$ แทนต้นทุนการวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยของโปรแกรมที่ 2

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_1 &: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{aligned} \quad \text{หรือ} \quad \begin{aligned} H_0 &: \mu_d = 0 \\ H_1 &: \mu_d \neq 0 \end{aligned}$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$T = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_d / \sqrt{n}}$$

$$= 2.20$$

ค่าวิกฤต $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = \pm t_{0.025,13} = \pm 2.16$

เนื่องจากค่า T = 2.20 อยู่ในบริเวณปฏิเสธ $H_0$ หมายความว่าต้นทุนในการวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยเมื่อใช้โปรแกรมที่ 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### 1.2 กรณีประชากร 2 กลุ่มเป็นอิสระกัน

**ตัวอย่าง 6.26** ในการควบคุมกระบวนการกลึงก้านวาล์วเครื่องยนต์ ซึ่งมีข้อกำหนดให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางก้านวาล์วเท่ากับ 6.35 มิลลิเมตร หรือ 0.250 นิ้ว หลังจากการวิเคราะห์ปริมาณการผลิต โดยเก็บข้อมูลวันละ 5 ครั้ง จำนวน 5 วัน ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์ว ที่ผลิตจากเครื่องจักร A และ B แล้วบันทึกผลดังนี้

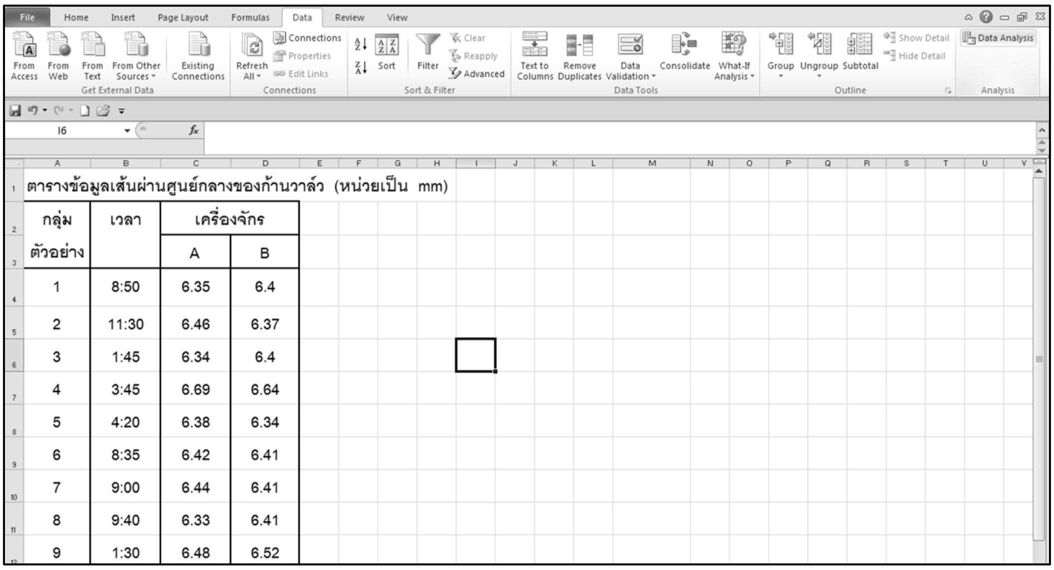
ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์ว (หน่วยเป็น mm)

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลา | เครื่องจักร | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| 1 | 8:50 | 6.35 | 6.40 |
| 2 | 11:30 | 6.46 | 6.37 |
| 3 | 1:45 | 6.34 | 6.40 |
| 4 | 3:45 | 6.69 | 6.64 |
| 5 | 4:20 | 6.38 | 6.34 |
| 6 | 8:35 | 6.42 | 6.41 |
| 7 | 9:00 | 6.44 | 6.41 |
| 8 | 9:40 | 6.33 | 6.41 |
| 9 | 1:30 | 6.48 | 6.52 |
| 10 | 2:50 | 6.47 | 6.43 |
| 11 | 8:30 | 6.38 | 6.41 |
| 12 | 1:35 | 6.37 | 6.37 |
| 13 | 2:25 | 6.40 | 6.38 |
| 14 | 2:35 | 6.38 | 6.39 |
| 15 | 3:55 | 6.50 | 6.42 |
| 16 | 8:25 | 6.33 | 6.35 |
| 17 | 9:25 | 6.41 | 6.40 |
| 18 | 11:00 | 6.38 | 6.44 |
| 19 | 2:35 | 6.33 | 6.32 |
| 20 | 3:15 | 6.56 | 6.55 |
| 21 | 9:35 | 6.38 | 6.40 |
| 22 | 10:20 | 6.39 | 6.42 |
| 23 | 11:35 | 6.42 | 6.39 |
| 24 | 2:00 | 6.43 | 6.36 |
| 25 | 4:25 | 6.39 | 6.38 |

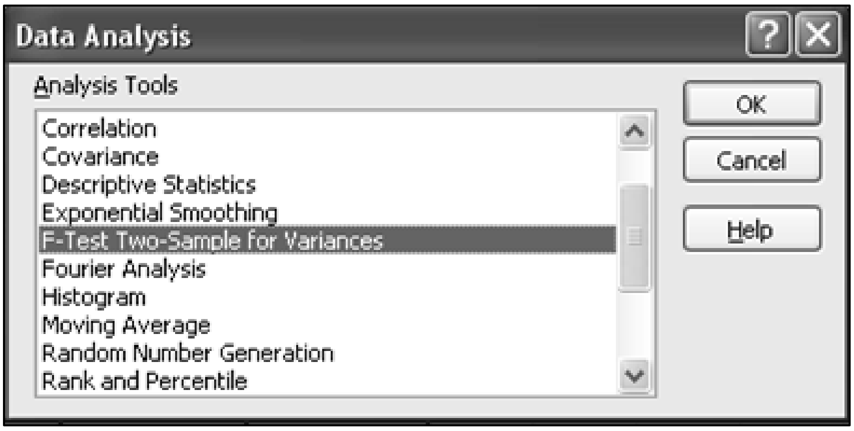
เครื่องจักร A และ B สามารถกลึงก้านวาล์วเครื่องยนต์ได้แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ขั้นที่ 1 ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์วที่กลึงจากเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10**

ขั้นตอนที่ 1 ใส่ข้อมูลดังรูป เลือกเมนู Data เลือก Data Analysis




ขั้นตอนที่ 2 ในหน้าต่าง Data Analysis เลือก F-Test Two Sample for Variances เลือก OK

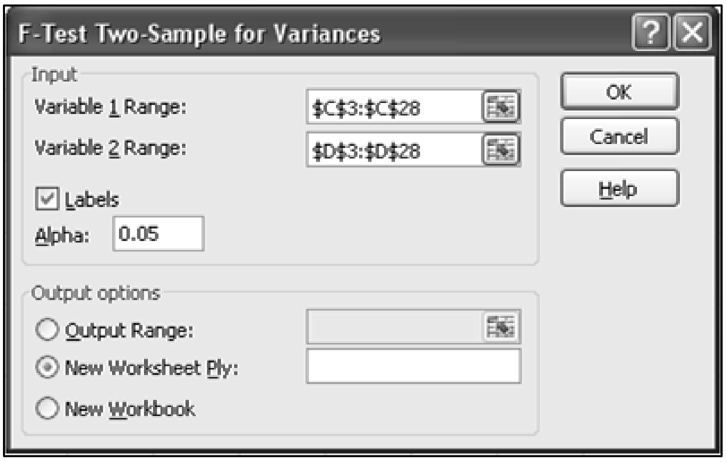



ขั้นตอนที่ 3 ในส่วน Input

Variable 1 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 1 (มีความแปรปรวนมากกว่า)

Variable 2 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 2

Alpha คือค่าระดับนัยสำคัญ 2 ทาง เช่นถ้า $\alpha$=0.10 ใส่ค่า 0.05




ขั้นตอนที่ 4 จะได้ผลลัพธ์

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | F-Test Two-Sample for Variances | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | *A* | *B* |
| 4 | ค่าเฉลี่ย | Mean | 6.4164 | 6.4124 |
| 5 | ความแปรปรวน | Variance | 0.00646567 | 0.004635667 |
| 6 | จำนวนตัวอย่าง | Observations | 25 | 25 |
| 7 | df=$n_1$-1 และ $n_2$-1 | df | 24 | 24 |
| 8 | ค่าสถิติทดสอบ F | F | 1.39476523 | |
| 9 | p_value | P(F<=f) one-tail | 0.21048577 | |
| 10 | ค่าวิกฤต $f_{\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2}$ | F Critical one-tail | 1.98375957 | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |

**วิธีทำ** กำหนด $\sigma_1^2$ แทนความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร A

$\sigma_2^2$ แทนความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.10$

ตัวสถิติทดสอบ

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$
$$= 1.394$$

ค่าวิกฤต $f_{\frac{\alpha}{2},\nu_1,\nu_2} = f_{0.05,24,24} = 1.983$

เนื่องจาก F = 1.394 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่าความแปรปรวนของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์วที่ผลิตจากเครื่องจักร A และ B เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

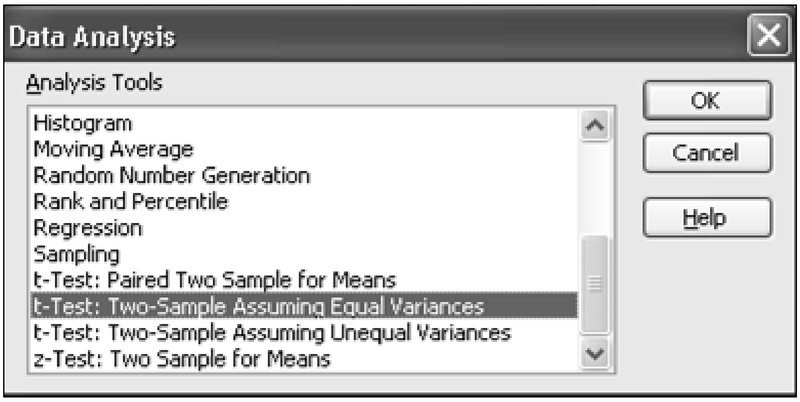
**ขั้นที่ 2 ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์วที่กลึงจากเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง**

ขั้นตอนที่ 1 เลือกเมนู Data เลือก Data Analysis เลือกวิธีการวิเคราะห์

ถ้าความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$ เลือกคำสั่ง t-Test: Two Sample Assuming Equal Variances

ถ้าความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน $(\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$ เลือกคำสั่ง t-Test: Two Sample Assuming Unequal Variances

จากขั้นที่.1 ได้ผลว่าความแปรปรวนของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร A และ B เท่ากัน ดังนั้น เลือก t-Test: Two Sample Assuming Equal Variances

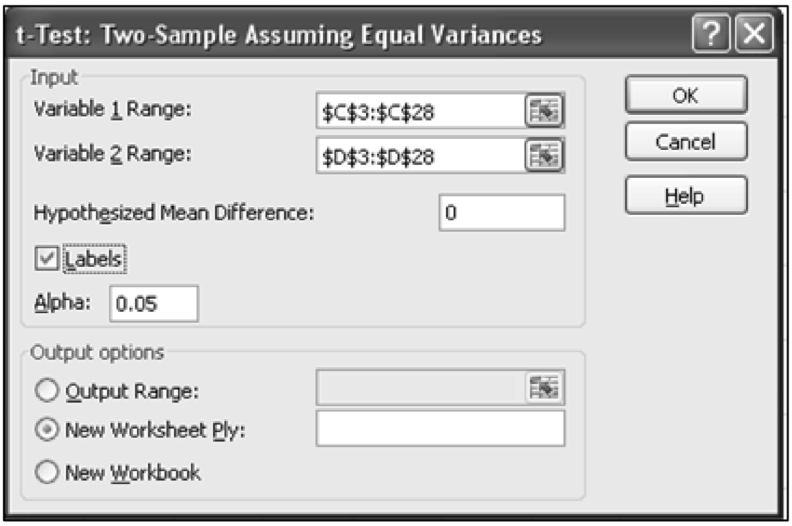



ขั้นตอนที่ 2 ในส่วน Input Variable 1 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 1

Variable 2 Range คือระบุเซลข้อมูลของตัวแปรที่ 2

Hypothesized Mean Difference คือผลต่างของค่าเฉลี่ย หรือ $\mu_0$

Alpha คือค่าระดับนัยสำคัญ



ขั้นตอนที่ 3 ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | *A* | *B* |
| 4 | ค่าเฉลี่ย | Mean | 6.4164 | 6.4124 |
| 5 | ความแปรปรวน | Variance | 0.006465667 | 0.004635667 |
| 6 | จำนวนตัวอย่าง | Observations | 25 | 25 |
| 7 | ความแปรปรวนร่วม $s_p^2$ | Pooled Variance | 0.005550667 | |
| 8 | ผลต่างค่าเฉลี่ย | Hypothesized Mean Difference | 0 | |
| 9 | $df=n_1+n_2-2$ | df | 48 | |
| 10 | สถิติทดสอบ T กรณีค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่เป็นอิสระ $\sigma_1^2=\sigma_2^2$ | t Stat | 0.189820199 | |
| 11 | p_value การทดสอบทางเดียว | P(T<=t) one-tail | 0.425125244 | |
| 12 | ค่าวิกฤตทางเดียว $t_{\alpha,n_1+n_2-2}$ | t Critical one-tail | 1.677224197 | |
| 13 | p_value การทดสอบ 2 ทาง | P(T<=t) two-tail | 0.850250487 | |
| 14 | ค่าวิกฤต 2 ทาง $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}$ | t Critical two-tail | 2.010634722 | |
| 15 | | | | |

**วิธีทำ** กำหนด $\mu_1$ แทนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร A

$\mu_2$ แทนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร B

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตัวสถิติทดสอบ

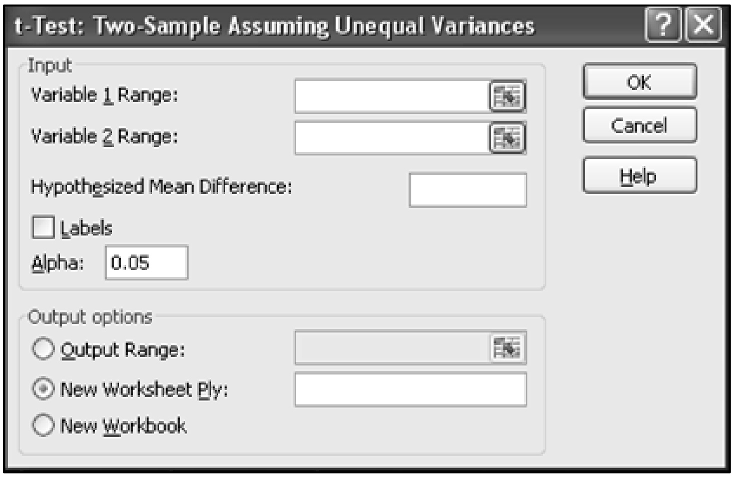
$$T = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$

$$= 0.1898$$

ค่าวิกฤต $\pm t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2} = \pm t_{0.025,48} = \pm 2.01$

เนื่องจากค่าสถิติทดสอบ T = 0.1898 อยู่ในบริเวณยอมรับ $H_0$ หมายความว่า ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของก้านวาล์ที่ผลิตจากเครื่องจักร A และ B ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ข้อควรระวัง** ในกรณีที่ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่มพบว่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน $(\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$ จะต้องเลือกคำสั่ง t-Test: Two Sample Assuming Unequal Variances ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งจะได้หน้าต่างที่มีลักษณะเหมือนกับกรณี เลือก t-Test: Two Sample Assuming Equal Variances ดังนี้




แต่กรณี $(\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$ ตัวสถิติทดสอบคือ $T = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\dfrac{s_1^2}{n_1} + \dfrac{s_2^2}{n_2}}}$

องศาแห่งความเป็นอิสระ คือ

$$\nu = \frac{\left(\dfrac{s_1^2}{n_1} + \dfrac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\dfrac{\left(\dfrac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \dfrac{\left(\dfrac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จึงมีค่าที่แตกต่างกัน ดังนี้

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | *A* | *B* |
| 4 | ค่าเฉลี่ย | Mean | 6.4164 | 6.4124 |
| 5 | ความแปรปรวน | Variance | 0.006465667 | 0.004635667 |
| 6 | จำนวนตัวอย่าง | Observations | 25 | 25 |
| 7 | ผลต่างค่าเฉลี่ย | Hypothesized Mean Difference | 0 | |
| 8 | df = ν | df | 47 | |
| 9 | สถิติทดสอบ T กรณีค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่เป็นอิสระ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ | t Stat | 0.189820199 | |
| 10 | p_value การทดสอบทางเดียว | P(T<=t) one-tail | 0.425133735 | |
| 11 | ค่าวิกฤตทางเดียว $t_{\alpha,\nu}$ | t Critical one-tail | 1.677926722 | |
| 12 | p_value การทดสอบ 2 ทาง | P(T<=t) two-tail | 0.850267469 | |
| 13 | ค่าวิกฤต 2 ทาง $\pm t_{\frac{\alpha}{2},\nu}$ | t Critical two-tail | 2.011740514 | |
| 14 | | | | |

## สรุปท้ายบท

การทดสอบสมมติฐานเป็นวิธีการในส่วนของสถิติอ้างอิงที่ใช้เพื่อการตรวจสอบ หรือยืนยันในทฤษฏี ความเชื่อ ประสบการณ์ หรือความเชื่อของบุคคล ๆ หนึ่ง ด้วยข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง หรือข้อมูลเชิงประจักษ์จากตัวอย่าง ซึ่งมีวิธีการที่มีขั้นตอนในการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในทางสถิติ สมมติฐานมักเกี่ยวข้องกับค่าที่บอกลักษณะของประชากรหรือค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ นั้นมีขั้นตอนที่มีแนวคิดเดียวกันจะแตกต่างกันตัวสถิติทดสอบ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบให้เหมาะสมกับพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบเพื่อผลการทดสอบสมมติฐานที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

## แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ในโรงงานแห่งหนึ่ง พนักงานใช้เวลาในการผลิตสินค้าแต่ละชิ้นจนแล้วเสร็จโดยเฉลี่ย 40 นาทีต่อชิ้น นายเกษมเป็นคนงานใหม่ของโรงงานแห่งนี้ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเขา ทางผู้บริหารโรงงานได้บันทึกช่วงเวลาที่นายเกษมได้ใช้ในการผลิตสินค้าจนแล้วเสร็จเป็นจำนวน 25 ชิ้น ปรากฏว่าช่วงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิตต่อชิ้นเท่ากับ 39.25 นาที และค่าความแปรปรวน 4 นาที$^2$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อยากทราบว่านายเกษมมีประสิทธิภาพในการทำงานหรือไม่
2. บริษัทผลิตหลอดไฟแห่งหนึ่งโฆษณาว่าหลอดไฟที่เขาผลิตนั้นมีอายุการใช้งานถึง 20,000 ชั่วโมง สมมติว่าท่านเป็นนักสถิติของบริษัทก่อสร้างแห่งหนึ่งที่ต้องการทดสอบว่าอายุการใช้งานของหลอดไฟที่ผลิตจากบริษัทแห่งนี้เป็นจริงอย่างที่บริษัทโฆษณาไว้หรือไม่ โดยการสุ่มตัวอย่างหลอดไฟมา 25 หลอด และทดลองใช้จนเสีย พบว่ามีอายุเฉลี่ยของการใช้งาน 19,000 ชั่วโมง และความแปรปรวน 1,000 อยากทราบว่าหลอดไฟที่ผลิตจากบริษัทแห่งนี้มีอายุการใช้งานไม่ถึง 20,000 ชั่วโมงหรือไม่
3. จากการสุ่มนักศึกษาชาย และหญิงภาคปกติของสถาบันราชภัฏนครปฐมมาจำนวน 100 คนเท่ากัน พบว่าความสูงเฉลี่ยของนักศึกษาชายเท่ากับ 160 เซนติเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ20 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ยของนักศึกษาหญิงเท่ากับ 150 เซนติเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18 เซนติเมตร จงทดสอบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างความสูงเฉลี่ยของนักศึกษาชายกับนักศึกษาหญิงที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 กำหนดความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

4. ในการสอบวิชาหลักสถิติมีนักศึกษาร้องเรียนเรื่องของการอนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขในการสอบ ได้ว่าทำให้ผลการสอบของนักศึกษาต่างกันมากกว่า 15 คะแนน อาจารย์ต้องการทดสอบต้องการทดสอบว่าเรื่องที่นักศึกษาทดสอบนั้นเป็นจริงหรือไม่ จึงทำการสุ่มนักศึกษา 23 คนจากกลุ่มที่ใช้เครื่องคิดเลขในการสอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มนี้เท่ากับ 80.7 คะแนน ความแปรปรวน 49.5 คะแนน$^2$ และสุ่มนักศึกษา 22 คนจากกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการสอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มนี้เท่ากับ 78.9 คะแนน ความแปรปรวน 60.4 คะแนน$^2$ จงทดสอบว่าคำร้องเรียนของนักศึกษาเป็นจริงหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ถ้าคะแนนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน
5. สถานเสริมความงามแห่งหนึ่งโฆษณาว่าสมาชิกที่เข้าคอร์สลดน้ำหนักจะสามารถลดน้ำหนักได้โดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 10 ปอนด์ ภายใน 30 วัน เพื่อทดสอบว่าคำโฆษณาของสถานเสริมความงามแห่งนี้เป็นจริงหรือไม่ จึงทำการสุ่มตัวอย่างผู้ที่เข้าคอร์สจำนวน 9 คน แล้วชั่งน้ำหนักก่อน และหลังเข้าคอร์ส ได้ผลดังนี้

| สมาชิก | น้ำหนัก (ปอนด์) | |
|---|---|---|
| คนที่ | ก่อนเข้าคอร์ส | หลังเข้าคอร์ส |
| 1 | 157 | 150 |
| 2 | 174 | 167 |
| 3 | 198 | 187 |
| 4 | 205 | 198 |
| 5 | 147 | 146 |
| 6 | 165 | 153 |
| 7 | 212 | 199 |
| 8 | 169 | 171 |
| 9 | 158 | 156 |

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 อยากทราบว่าคำโฆษณาของสถานเสริมความงามเป็นจริงหรือไม่
6. บริษัทวิจัยตลาดได้รับว่าจ้างให้ศึกษาแนวทางในการจัดตั้งร้านอาหารไทย ว่าควรตั้งที่ภาคเหนือหรือภาคใต้ บริษัทจึงเลือกร้านอาหารที่เปิดดำเนินการในปัจจุบันและมีสาขาอยู่ทั้งในภาคเหนือและภาคใต้ มีขนาด ชนิดของอาหาร และการดำเนินการที่เหมือนกัน จากนั้นเก็บรวบรวมยอดขายต่อเดือน (หน่วย: พันบาท) ได้ข้อมูลดังนี้

| ร้านค้า | ยอดขายต่อเดือน (พันบาท) | |
|---|---|---|
| | ภาคเหนือ | ภาคใต้ |
| สีฟ้า | 395 | 295 |
| กาน้ำ | 232 | 250 |
| มายช้อยส์ | 175 | 145 |
| จิตรโภชนา | 250 | 200 |
| กาหลง | 135 | 150 |
| ศรแดง | 95 | 100 |
| บัว | 200 | 130 |
| ระชา | 205 | 154 |
| เรือนไทย | 185 | 163 |
| ท่านหญิง | 130 | 125 |
| วิจิตร | 360 | 352 |
| ยกยอ | 215 | 200 |
| กุ้งนาง | 185 | 180 |
| คุณหลวง | 150 | 90 |
| เดลี่ควีน | 135 | 85 |

จากข้อมูลข้างต้นมีเหตุผลเพียงพอหรือไม่ว่า สถานที่ตั้งร้านอาหารมีผลทำให้ยอดขายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

7. สมาคมคุ้มครองผู้บริโภคต้องการเปรียบเทียบราคาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำหน่ายในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด จึงสุ่มตัวอย่างร้านค้าในกรุงเทพฯจำนวน 6 ร้าน และต่างจังหวัดจำนวน 8 ร้าน ได้ข้อมูลดังนี้

| ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์(หมื่นบาท) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ร้านที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| กรุงเทพฯ | 10 | 12 | 9 | 14 | 12 | 10 | | |
| ต่างจังหวัด | 13 | 16 | 8 | 12 | 14 | 13 | 11 | 14 |

7.1 จงทดสอบว่าความแปรปรวนของเครื่องคอมพิวเตอร์ในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัดแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

7.2 จากผลการทดสอบในข้อ 7.1 อยากทราบว่าราคาเฉลี่ยของเครื่องคอมพิวเตอร์ในต่างจังหวัดสูงกว่าในกรุงเทพหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. บริษัทแห่งหนึ่งใช้กลยุทธ์โฆษณาโดยการแจกคูปองให้ส่วนลดพิเศษในนิตยสารหลายฉบับ โดยฉบับที่คูปองอยู่ด้านในของปกหน้า บางฉบับจะอยู่ด้านในของปกหลัง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าอัตราส่วนลดที่ลูกค้าใช้จากนิตยสารต่าง ๆ เป็นดังนี้

| นิตยสาร | เปอร์เซ็นต์ผู้ใช้คูปองส่วนลด | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 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 | | |

จากข้อมูลสามารถสรุปได้หรือไม่ว่าตำแหน่งที่โฆษณามีผลต่อเปอร์เซนต์ผู้ใช้คูปองส่วนลด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

9. บริษัท KCF ผลิตไส้กรอกมาเป็นเวลานาน ในขณะนี้ทางบริษัทกำลังพัฒนาไส้กรอกสูตรใหม่ที่มีรสชาติสำหรับผู้บริโภคทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ก่อนนำไปจำหน่ายทางบริษัทต้องการตรวจสอบว่าผู้บริโภคทั้งเด็กและผู้ใหญ่ชอบไส้กรอกรสชาตใหม่นี้เหมือนกันหรือไม่ ถ้าผู้บริโภคทั้ง 2 กลุ่มชอบรสชาตของไส้กรอกนี้ไม่ต่างกันจึงจะวางตลาด จึงเลือกผู้ใหญ่จำนวน 150 คน เพื่อชิมไส้กรอก พบว่ามี 87 คน ที่ชอบรสชาตนี้ และเลือกเด็กมา 200 คน เพื่อชิมไส้กรอกเช่นกัน พบว่ามี 124 คน ชอบรสชาตนี้ อยากทราบว่าทางบริษัท KCF จะนำไส้กรอกสูตรใหม่นี้ออกจำหน่ายหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

# เอกสารอ้างอิง


กัลยา วานิชย์บัญชา.(2551). ***หลักสถิติ.*** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพ ฯ: ธรรมสาร.

____. (2552). ***การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Excel***. กรุงเทพ ฯ: สามลดา.

____. (2552). ***สถิติสำหรับงานวิจัย***. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2551). ***สถิติเพื่อการวิจัย.*** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. (2552). ***สถิติเบื้องต้นเพื่อธุรกิจ.*** กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรชัย พิศาลบุตร. (2547). ***สถิติพอเพียง.*** กรุงเทพ ฯ: จูนพับลิชชิ่ง.

____. (2551). ***สถิติธุรกิจ.*** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ ฯ: วิทยพัฒน์.

____. (2551). ***การวิจัยทางธุรกิจ.*** กรุงเทพ ฯ: วิทยพัฒน์.

MARILYN K. PELOSI & THERESA M. SANDIFER. (2002). ***Doing Statistics for Business with Excel.*** 2 nd Edition. New York:John WILEY&SONS INC.