บทที่ 7
การทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยประชากรหนึ่งกลุ่มและประชากรสองกลุ่ม

7.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรหนึ่งกลุ่ม

เป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรมีค่าเท่ากับค่าคงที่ที่กำหนดหรือไม่ สมมติฐานที่จะทดสอบได้แก่

$H_0 : \mu = \mu_0$ หรือ $H_0 : \mu \leq \mu_0$ หรือ $H_0 : \mu \geq \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ $\quad$ $H_1 : \mu > \mu_0$ $\quad$ $H_1 : \mu < \mu_0$

เมื่อ μ_0 เป็นค่าคงที่ใดๆ

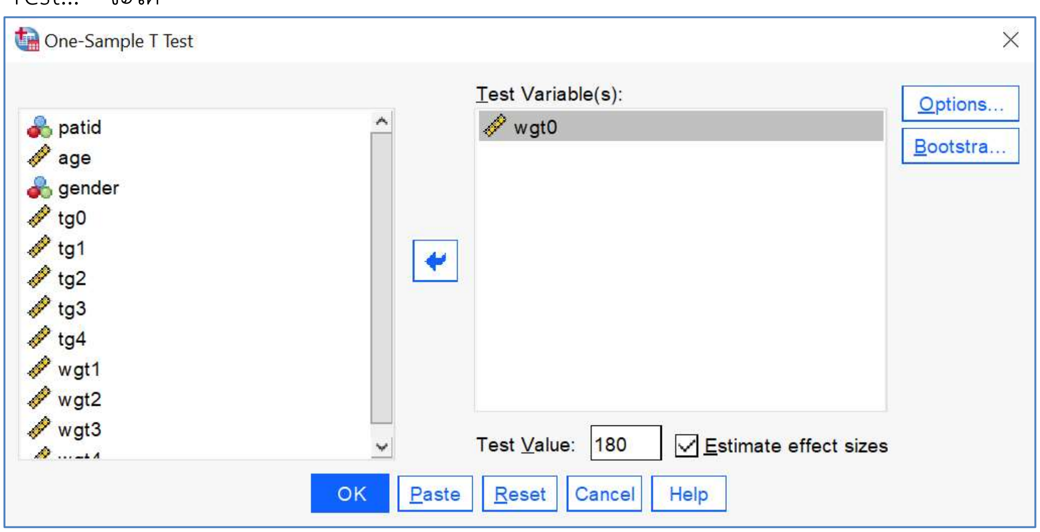
ในการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรหนึ่งกลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

สถิติทดสอบ	เงื่อนไข
$Z = \dfrac{\overline{X}-\mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$	1. ประชากรมีการแจกแจงปกติ หรือ ถ้าไม่ทราบการแจกแจงของประชากร แต่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n \geq 30)$ 2. ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)
$Z = \dfrac{\overline{X}-\mu_0}{S/\sqrt{n}}$	1. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n \geq 30)$ 2. ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)
$t = \dfrac{\overline{X}-\mu_0}{S/\sqrt{n}}$	1. ประชากรมีการแจกแจงปกติ 2. ไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) 3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก $(n < 30)$

7.1.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรหนึ่งกลุ่มด้วยโปรแกรม SPSS

จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปร wgt0 เปรียบเทียบกับ 180 มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้เมนู Analyze ⇨ Compare Means and Proportions ⇨ One-Sample T Test... จะได้



2. เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบใส่ใน Test Variable(s): และค่าคงที่ (μ_0) ใน Test Value:

3. เลือก Estimate effect sizes เพื่อหาขนาดของผล (Effect Size : ES) โดยโปรแกรม SPSS จะหาค่า ES ด้วย 2 สูตร คือ

- Cohen's d สูตร คือ

$$d = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sigma_{pooled}}$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

$\overline{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุที่ 2

$$\sigma_{pooled} = \sqrt{\frac{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}{n_1 + n_2}}$$

- Hedges's g สูตร คือ

$$g = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{S_{pooled}}$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

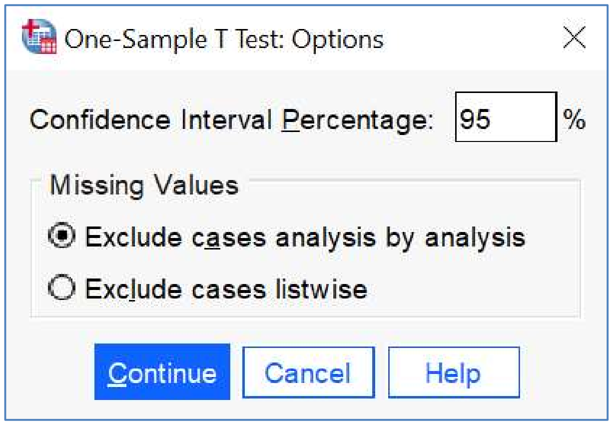
$\overline{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุที่ 2

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

ขนาดของผล (Effect Size) หมายถึง ขนาดของผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต้น (Independent Variable) ต่อตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดย Cohen ได้กำหนดความหมายของขนาดของผลไว้ ดังนี้

d = 0.10 หมายถึง มีผลขนาดน้อยมาก
d = 0.20 หมายถึง มีผลขนาดเล็กน้อย
d = 0.50 หมายถึง มีผลขนาดปานกลาง
d = 0.80 หมายถึง มีผลขนาดมาก
d = 0.90 หมายถึง มีผลขนาดใหญ่มาก

4. เลือก Options เพื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่น



- **Exclude cases analysis by analysis** หมายถึง ไม่รวม cases ที่มี missing value ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง
- **Exclude cases listwise** หมายถึง กรณีที่มีการเลือกตัวแปรทดสอบค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยหลายๆ ตัวแปรที่กำหนดไว้ใน Test Variable(s) จะไม่รวม cases ที่มี missing value จะมีผลให้การทดสอบทั้งหมดใช้จำนวนชุดข้อมูลเท่ากันหมด

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Weight	16	198.38	33.472	8.368

N หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง = $\frac{SD}{\sqrt{n}}$

One-Sample Test

			Weight
Test Value = 180	t		2.196
	df		15
	Significance	One-Sided p	.022
		Two-Sided p	.044
	Mean Difference		18.375
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	.54
		Upper	36.21

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu = 180$

$H_1 : \mu \neq 180$

t หมายถึง สถิติที่ใช้ในการทดสอบ t = 2.196

df หมายถึง องศาอิสระของการทดสอบ df = n –1 = 16 – 1 = 15

Significance Two-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 2 ทาง

Significance One-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 1 ทาง

ถ้ามีค่า $\leq \alpha$ จะสรุปว่าปฏิเสธ H_0 แต่ถ้ามีค่า $> \alpha$ จะสรุปว่ายอมรับ H_0

ดังนั้น 0.044 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า $\mu \neq 180$

Mean Difference หมายถึง $\bar{X} -$ TestValue = 198.375 – 180 = 18.375

95% Confidence Interval of the Difference หมายถึง 100(1–α)% Confidence Interval ของผลต่างของ μ– TestValue

ดังนั้น $.54 < \mu - 180 < 36.21$ นำค่า 180 บวกเข้า จะได้ $180.54 < \mu < 216.21$

นั่นคือ น้ำหนักเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 180.54 ถึง 216.21 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \leq 180$

$H_1 : \mu > 180$

จะต้องพิจารณาสถิติทดสอบ

ถ้า t-value เป็นค่าบวก จะใช้ค่า Significance One-Sided p ไปเปรียบเทียบกับ α

ถ้า t-value เป็นค่าลบ จะใช้ค่า 1 – Significance One-Sided p ไปเปรียบเทียบกับ α

เนื่องจาก t = 2.196 มีค่าเป็นบวก ดังนั้น Sig. = 0.022 < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \geq 180$

$H_1 : \mu < 180$

จะต้องพิจารณาสถิติทดสอบ

ถ้า t-value เป็นค่าลบ จะใช้ค่า Significance One-Sided p ไปเปรียบเทียบกับ α

ถ้า t-value เป็นค่าบวก จะใช้ค่า 1 – Significance One-Sided p ไปเปรียบเทียบกับ α

เนื่องจาก t = 2.196 มีค่าเป็นบวก ดังนั้น 1 – 0.022 = 0.978 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

One-Sample Effect Sizes

				95% Confidence Interval	
		Standardizer[a]	Point Estimate	Lower	Upper
Weight	Cohen's d	33.472	.549	.014	1.068
	Hedges' correction	35.271	.521	.013	1.014

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
Cohen's d uses the sample standard deviation.
Hedges' correction uses the sample standard deviation, plus a correction factor.

ขนาดของผล (Effect Size : ES) จะหาค่า ES ด้วย 2 สูตร คือ

$$d = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sigma_{pooled}} = \frac{198.38 - 180}{33.472} = 0.549$$

$$g = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{S_{pooled}} = \frac{198.38 - 180}{35.271} = 0.521$$

จากไฟล์ข้อมูล catalog.sav ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปร service เปรียบเทียบกับ 39

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Number of Customer Service Representatives	120	35.97	10.942	.999

One-Sample Test

			Number of Customer Service Representatives
Test Value = 39	t		-3.037
	df		119
	Significance	One-Sided p	.001
		Two-Sided p	.003
	Mean Difference		-3.033
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-5.01
		Upper	-1.06

One-Sample Effect Sizes

		Standardizer[a]	Point Estimate	95% Confidence Interval Lower	Upper
Number of Customer Service Representatives	Cohen's d	10.942	-.277	-.459	-.094
	Hedges' correction	11.012	-.275	-.456	-.094

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
Cohen's d uses the sample standard deviation.
Hedges' correction uses the sample standard deviation, plus a correction factor.

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu = 39$

$H_1 : \mu \neq 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.037$ ค่า Sig. $= 0.003 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ μ คือ $-5.01+39 < \mu < -1.06+39$ จะได้ $33.99 < \mu < 37.94$

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \leq 39$

$H_1 : \mu > 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.037$ ค่า Sig. $= 1 - 0.001 = 0.999 > 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \geq 39$

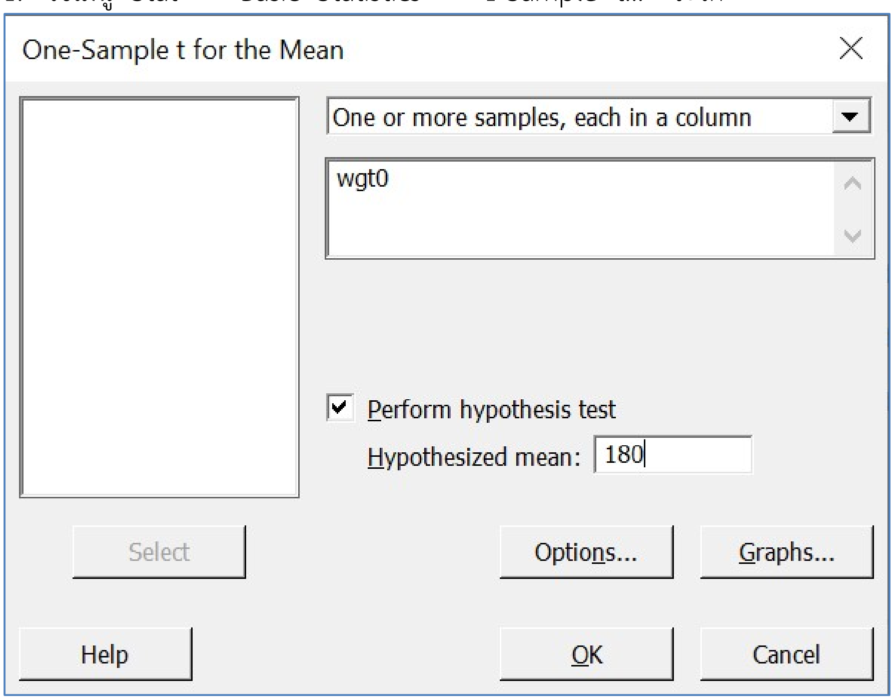
$H_1 : \mu < 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.037$ ค่า Sig. $= 0.001 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

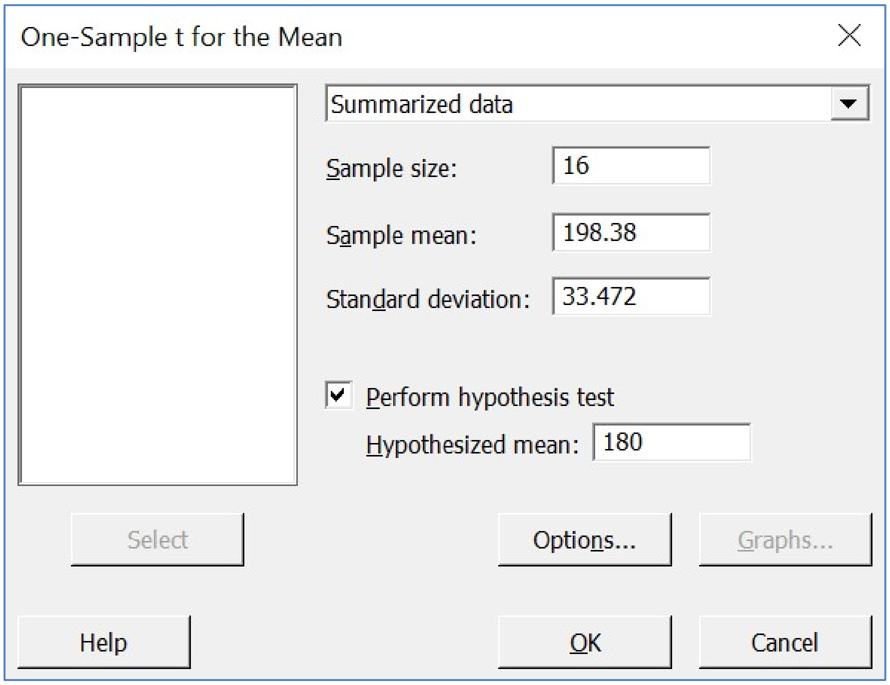
7.1.2 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรหนึ่งกลุ่มด้วยโปรแกรม Minitab

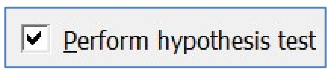
จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav คัดลอกตัวแปร wgt0 ไว้ในตัวแปร C1 แล้วเปรียบเทียบกับ 180 มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ 1-Sample t... จะได้



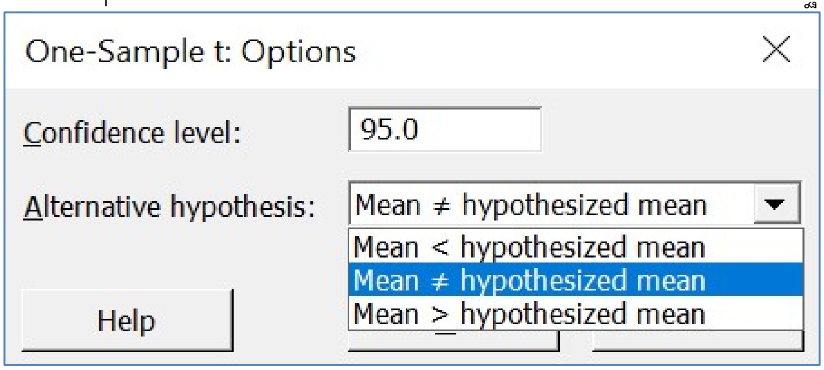
2. กรณีที่เป็นข้อมูลดิบจะเลือก One or more samples, each in a column แล้วเลือกตัวแปรใส่ใน box แต่ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลดิบจะเลือก Summarized แล้วใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง



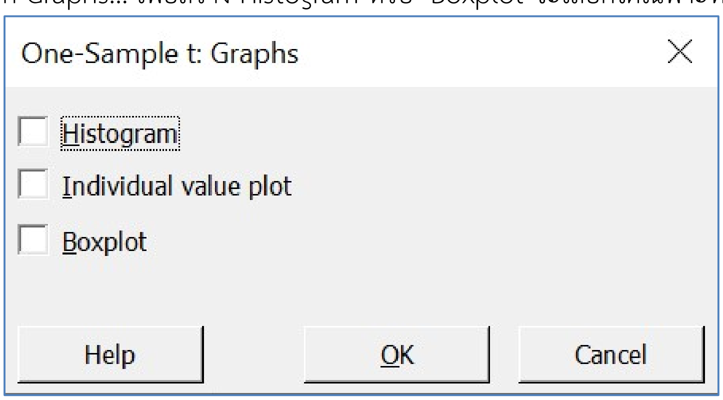
3. เลือก 

ใส่ค่าคงที่ (μ_0) ใน hypothesized mean:

4. เลือก Options... เพื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่น และเครื่องหมายของสมมติฐานทางเลือก



5. เลือก Graphs... เพื่อสร้าง Histogram หรือ Boxplot จะเลือกได้เฉพาะที่เป็นข้อมูลดิบ



ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
16	198.38	33.47	8.37	(180.54, 216.21)

μ: population mean of C1

Test

Null hypothesis H_0: μ = 180
Alternative hypothesis H_1: μ ≠ 180

T-Value	P-Value
2.20	0.044

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu = 180$

$H_1 : \mu \neq 180$

สถิติทดสอบ คือ $t = 2.20$ ค่า P-value $= 0.044 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 และ $180.54 < \mu < 216.21$ นั่นคือ น้ำหนักเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 180.54 ถึง 216.21 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
16	198.38	33.47	8.37	183.71

μ: population mean of C1

Test

Null hypothesis H_0: μ = 180
Alternative hypothesis H_1: μ > 180

T-Value	P-Value
2.20	0.022

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \leq 180$

$H_1 : \mu > 180$

สถิติทดสอบ คือ t = 2.20 ค่า P-value = 0.022 < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound for μ
16	198.38	33.47	8.37	213.04

μ: population mean of C1

Test

Null hypothesis H₀: μ = 180

Alternative hypothesis H₁: μ < 180

T-Value	P-Value
2.20	0.978

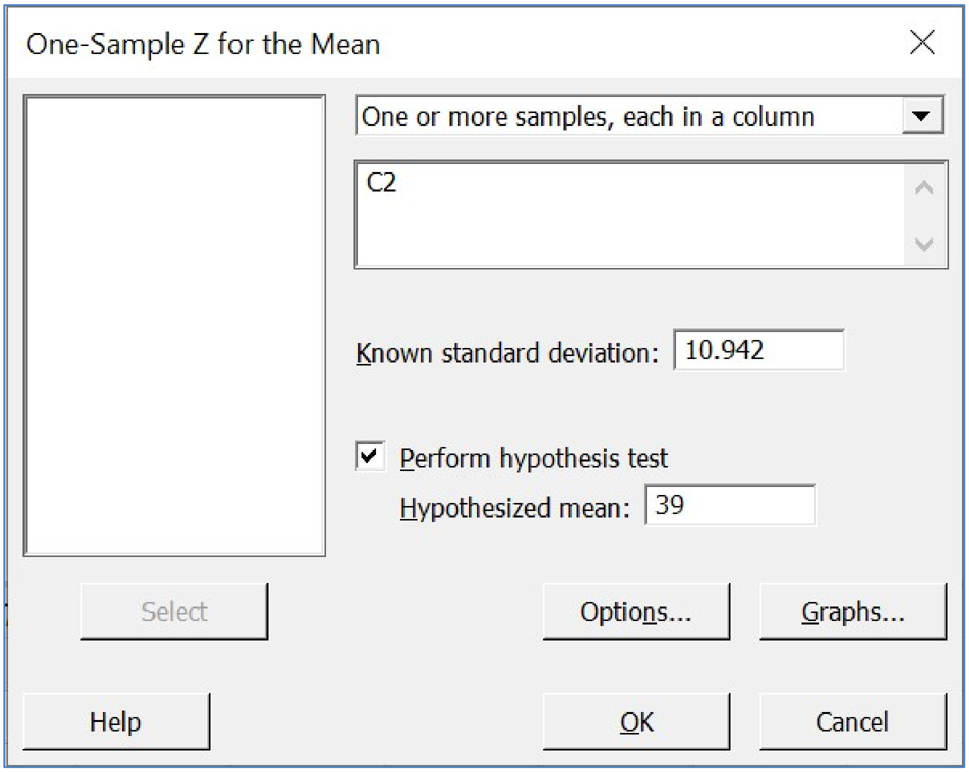
กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \geq 180$

$H_1 : \mu < 180$

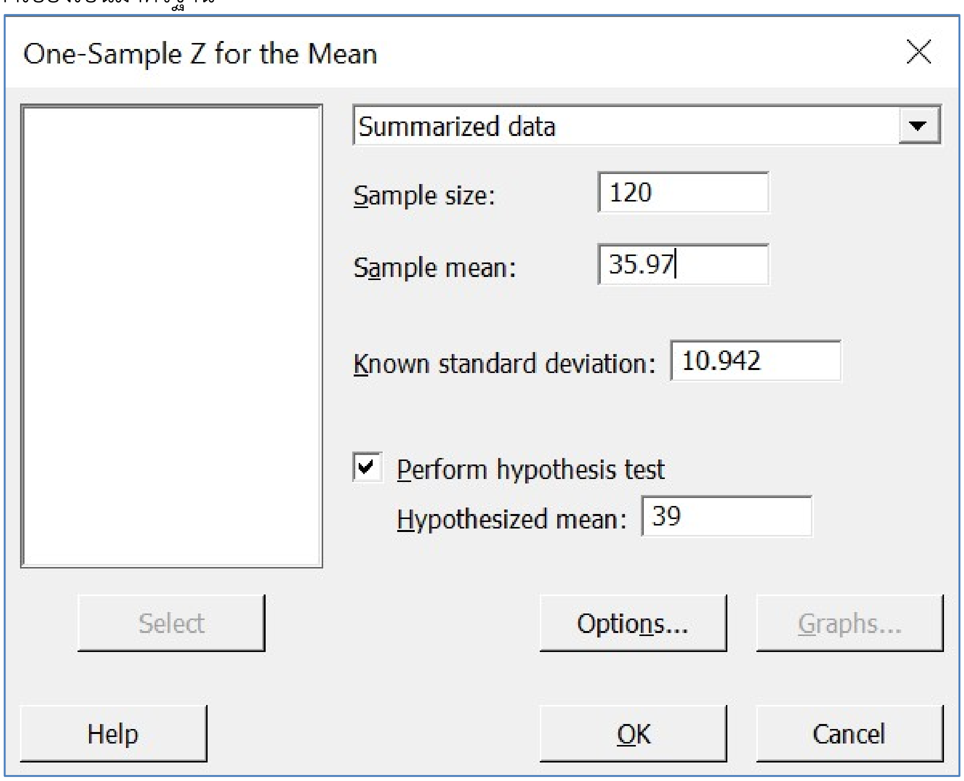
สถิติทดสอบ คือ t = 2.20 ค่า P-value = 0.978 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

จากไฟล์ข้อมูล catalog.sav คัดลอกตัวแปร service ไว้ในตัวแปร C2 เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n \geq 30)$ และไม่ทราบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ 1-Sample Z... จะได้



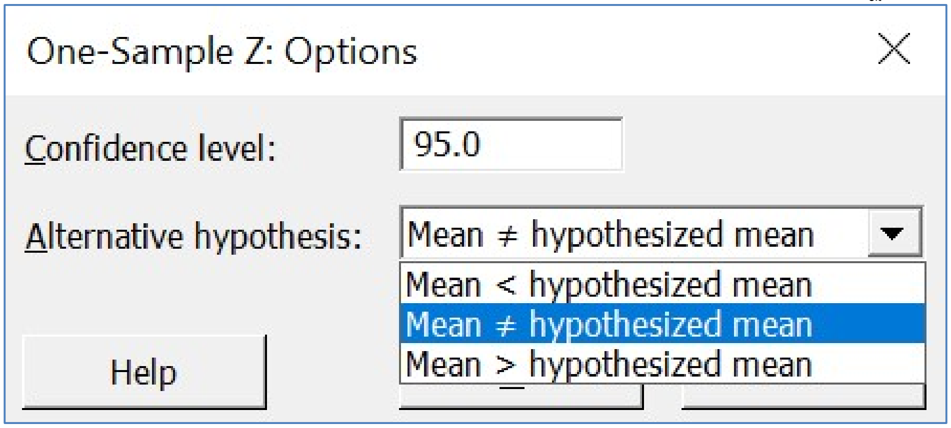
2. กรณีที่เป็นข้อมูลดิบจะเลือก One or more samples, each in a column แล้วเลือกตัวแปรใส่ใน box แต่ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลดิบจะเลือก Summarized แล้วใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



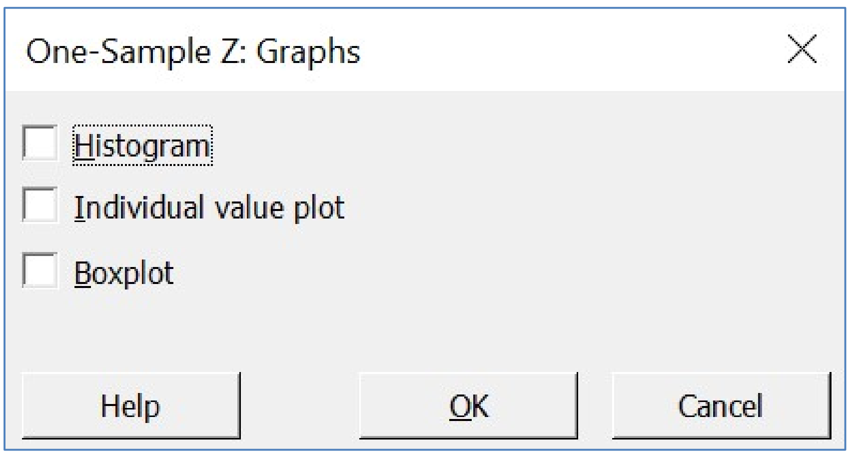
3. ใส่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน Known standard deviation:

4. เลือก ☑ Perform hypothesis test ใส่ค่าคงที่ (μ_0) ใน hypothesized mean:

5. เลือก Options... เพื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่น และเครื่องหมายของสมมติฐานทางเลือก



6. เลือก Graphs... เพื่อสร้าง Histogram หรือ Boxplot จะเลือกได้เฉพาะที่เป็นข้อมูลดิบ



ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
120	35.967	10.942	0.999	(34.009, 37.924)

μ: population mean of C2
Known standard deviation = 10.942

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu = 39$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu \neq 39$

Z-Value	P-Value
-3.04	0.002

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu = 39$

$H_1 : \mu \neq 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.04$ ค่า P-value $= 0.002 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
120	35.967	10.942	0.999	34.324

μ: population mean of C2
Known standard deviation = 10.942

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu = 39$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu > 39$

Z-Value	P-Value
-3.04	0.999

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \leq 39$

$H_1 : \mu > 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.04$ ค่า P-value $= 0.999 > 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound for μ
120	35.967	10.942	0.999	37.610

μ: population mean of C2
Known standard deviation = 10.942

Test

Null hypothesis	H_0: μ = 39
Alternative hypothesis	H_1: μ < 39

Z-Value	P-Value
-3.04	0.001

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu \geq 39$

$H_1 : \mu < 39$

สถิติทดสอบ คือ $Z = -3.04$ ค่า P-value $= 0.001 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

7.2 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน

เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองประชากร สมมติฐานที่จะทดสอบได้แก่

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$ หรือ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq d_0$ หรือ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq d_0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$ $\quad$ $H_1 : \mu_1 - \mu_2 > d_0$ $\quad$ $H_1 : \mu_1 - \mu_2 < d_0$

เมื่อ d_0 เป็นค่าคงที่ใดๆ

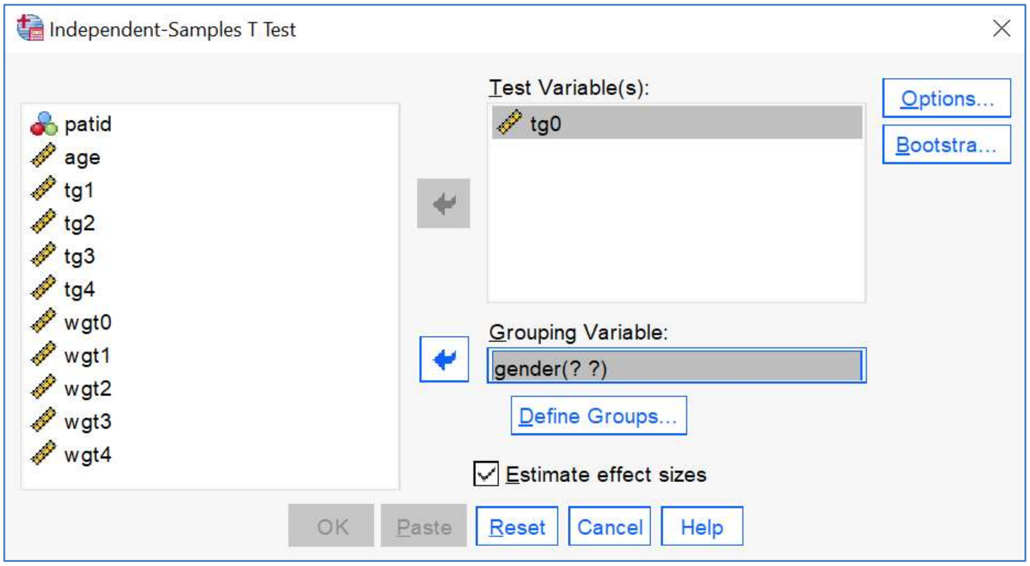
ในการทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

สถิติทดสอบ	เงื่อนไข
$Z = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{\sigma_1^2}{n_1} + \dfrac{\sigma_2^2}{n_2}}}$	1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรที่มีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด หรือ ถ้ามีการแจกแจงแบบอื่นๆ แต่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n_1, n_2 \geq 30)$ 3. ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2)
$Z = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$	1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n_1, n_2 \geq 30)$ 3. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2)
$t = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}}$ เมื่อ $S_p = \sqrt{\dfrac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$	1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรที่มีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด 3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก $(n_1, n_2 < 30)$ 4. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) แต่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$
$t = \dfrac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$ เมื่อ $\nu = \dfrac{\left(\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\dfrac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \dfrac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$	1. ประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน 2. ประชากรที่มีการแจกแจงปกติทั้งสองชุด 3. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก $(n_1, n_2 < 30)$ 4. ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) แต่ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

7.2.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม SPSS

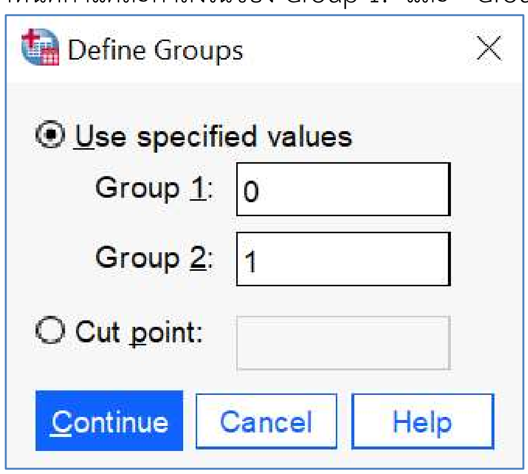
ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS จะทดสอบสมมติฐานในกรณีที่ $d_0 = 0$ หากต้องการทดสอบด้วยค่าอื่นจะต้องปรับที่ข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปร tg0 ในแต่ละ gender มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้เมนู Analyze ⇨ Compare Means and Proportions ⇨ Independent-Samples T Test... จะได้



2. เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (เชิงปริมาณ) ใส่ใน Test Variable(s): และตัวแปรที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มย่อย (เชิงคุณภาพ) ใส่ใน Grouping Variable:
3. เลือก Define Groups... เพื่อกำหนดค่าในการแบ่งกลุ่ม โดยแยกเป็น

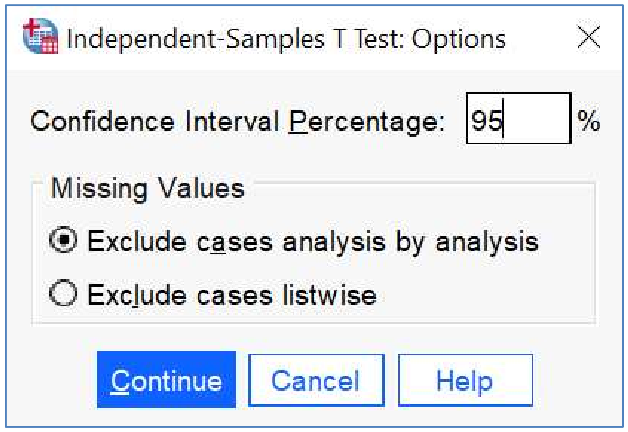
- กรณีที่ตัวแปรที่ต้องการแบ่งกลุ่ม มีข้อมูลเพียงแค่ 2 ค่า จะคลิกเลือก Use specified values แล้วกำหนดค่าแต่ละค่าลงในช่อง Group 1: และ Group 2: ตามลำดับ



- กรณีที่ตัวแปรที่ต้องการแบ่งกลุ่มเป็นเชิงคุณภาพที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม จะคลิกเลือก Cut point: เช่นถ้าเลือก Cut point: เป็น 4 ข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่าน้อยกว่าเลข 4 และกลุ่มที่มีค่าตั้งแต่เลข 4

■ กรณีที่ตัวแปรที่ต้องการแบ่งกลุ่มเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีค่าต่อเนื่อง เช่นอายุ ถ้าเลือก Cut point: เป็น 20 จะได้ข้อมูลกลุ่มที่ 1 คือข้อมูลที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 20 และข้อมูลกลุ่มที่ 2 คือข้อมูลที่มีอายุน้อยกว่า 20

4. เลือก Options เพื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่น



■ **Exclude cases analysis by analysis** หมายถึง ไม่รวม cases ที่มี missing value ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง

■ **Exclude cases listwise** หมายถึง กรณีที่มีการเลือกตัวแปรทดสอบค่าเฉลี่ยหลายๆตัวแปรที่กำหนดไว้ใน Test Variable(s) จะไม่รวม cases ที่มี missing value จะมีผลให้การทดสอบทั้งหมดใช้จำนวนชุดข้อมูลเท่ากันหมด

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Group Statistics

	Gender	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Triglyceride	Male	9	147.33	26.847	8.949
	Female	7	127.00	29.597	11.187

Independent Samples Test

			Triglyceride Equal variances assumed	Triglyceride Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F		.630	
	Sig.		.440	
t-test for Equality of Means	t		1.438	1.419
	df		14	12.345
	Significance	One-Sided p	.086	.090
		Two-Sided p	.172	.181
	Mean Difference		20.333	20.333
	Std. Error Difference		14.140	14.326
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-9.994	-10.783
		Upper	50.661	51.450

N หมายถึง จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก $(n_1, n_2 < 30)$ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) จึงต้องพิจารณาต่อว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ หรือ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ จึงต้องทดสอบโดยใช้สถิติ Levene's Test for Equality of Variances เป็นการทดสอบว่าค่าความแปรปรวนประชากรจากแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่

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

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

สถิติทดสอบ คือ F

ถ้าค่า Sig. ของ F $\leq \alpha$ จะปฏิเสธ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ดังนั้นสถิติทดสอบได้แก่ $$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

ถ้าค่า Sig. ของ F $> \alpha$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ดังนั้นสถิติทดสอบได้แก่ $$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

t หมายถึง สถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าเฉลี่ย

df หมายถึง องศาอิสระของการทดสอบ

Significance Two-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 2 ทาง

Significance One-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 1 ทาง

ถ้ามีค่า $\leq \alpha$ จะสรุปว่าปฏิเสธ H_0 แต่ถ้ามีค่า $> \alpha$ จะสรุปว่ายอมรับ H_0

Mean Difference หมายถึง $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$

STd. Error Difference หมายถึง $SE(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$

95% Confidence Interval of the Difference หมายถึง $100(1-\alpha)\%$ Confidence Interval ของ $\mu_1 - \mu_2$

หมายเหตุ หากเป็นการทดสอบแบบทางเดียว (1-tailed) วิธีการแปลผลจะเหมือนกับการทดสอบแบบ One–Sample T Test

จากค่า Sig. = .440 $> \alpha$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ จึงเลือก Equal variance assumed

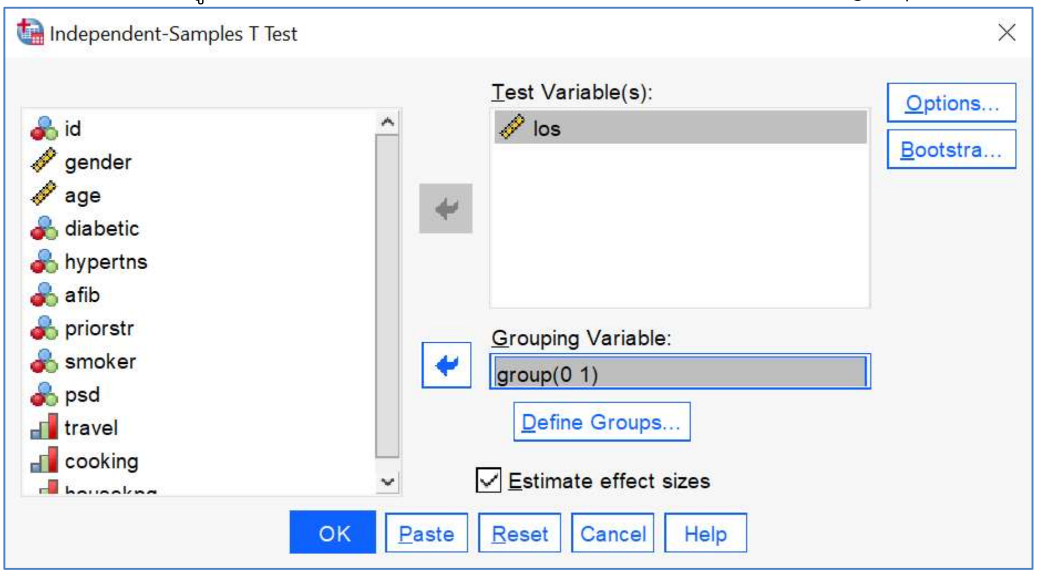
ในการทดสอบ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

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

สถิติทดสอบ คือ $t = 1.438$ ค่า Significance Two-Sided $p = .172 > 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของ $\mu_1 - \mu_2$ คือ $-9.994 < \mu_1 - \mu_2 < 50.661$

จากไฟล์ข้อมูล adl.sav ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปร los ในแต่ละ group



ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Group Statistics

	Treatment group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hospital LOS	Control	46	17.83	2.224	.328
	Treatment	54	16.76	2.801	.381

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n_1, n_2 \geq 30)$ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) จะใช้สถิติทดสอบ $Z = \dfrac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$ การทดสอบว่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่อาจไม่จำเป็น เนื่องจากค่าสถิติทดสอบจะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างสถิติทดสอบที่ความแปรปรวนเท่ากันกับสถิติทดสอบที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ซึ่งสถิติทดสอบ Z ดังกล่าวจะเป็นสูตรเดียวกับ t ที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน

Independent Samples Test

			Hospital LOS Equal variances assumed	Hospital LOS Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F		1.749	
	Sig.		.189	
t-test for Equality of Means	t		2.083	2.122
	df		98	97.549
	Significance	One-Sided p	.020	.018
		Two-Sided p	.040	.036
	Mean Difference		1.067	1.067
	Std. Error Difference		.512	.503
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	.051	.069
		Upper	2.083	2.065

ในการทดสอบ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

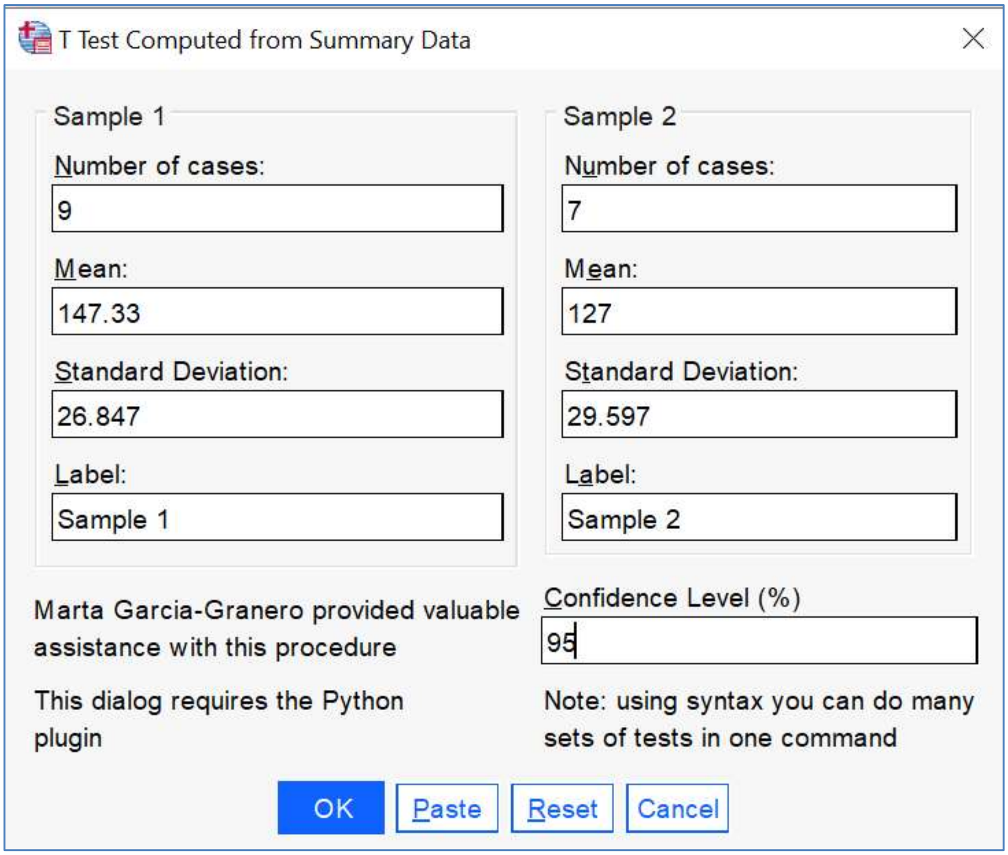
$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

สถิติทดสอบ คือ $Z = 2.122$ ค่า Significance Two-Sided p $= .036 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

หมายเหตุ ในโปรแกรม SPSS จะใช้สถิติทดสอบ t แทนสถิติทดสอบ Z

โปรแกรม SPSS สามารถทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลดิบได้ จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้เมนู Analyze ⇨ Compare Means and Proportions ⇨ Summary Independent-Samples T Test... จะได้



ใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง ในแต่ละกลุ่ม

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Summary Data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Sample 1	9.000	147.330	26.847	8.949
Sample 2	7.000	127.000	29.597	11.187

Independent Samples Test	Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Mean Difference	20.330	20.330
Std. Error Difference	14.140	14.326
t	1.438	1.419
df	14.000	12.345
Sig. (2-tailed)	.172	.181

Hartley test for equal variance: F = 1.215, Sig. = 0.3835

95.0% Confidence Intervals for Difference	Lower Limit	Upper Limit
Asymptotic (equal variance)	-7.384	48.044
Asymptotic (unequal variance)	-7.748	48.408
Exact (equal variance)	-9.998	50.658
Exact (unequal variance)	-10.787	51.447

กรณีที่วิเคราะห์โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลดิบ การทดสอบว่าค่าความแปรปรวนประชากรจากแต่ละกลุ่มเท่ากันหรือไม่ใช้การทดสอบของฮาร์ทเลย์ (Hartley’ test) แทนการทดสอบของเลอวีน (Levene’s test)

7.2.2 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม Minitab

จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav คัดลอกตัวแปร tg0 ไว้ในตัวแปร C2 และคัดลอกตัวแปร gender ไว้ในตัวแปร C1 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก $(n_1, n_2 < 30)$ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) จึงต้องพิจารณาว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ หรือ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ มีขั้นตอนดังนี้

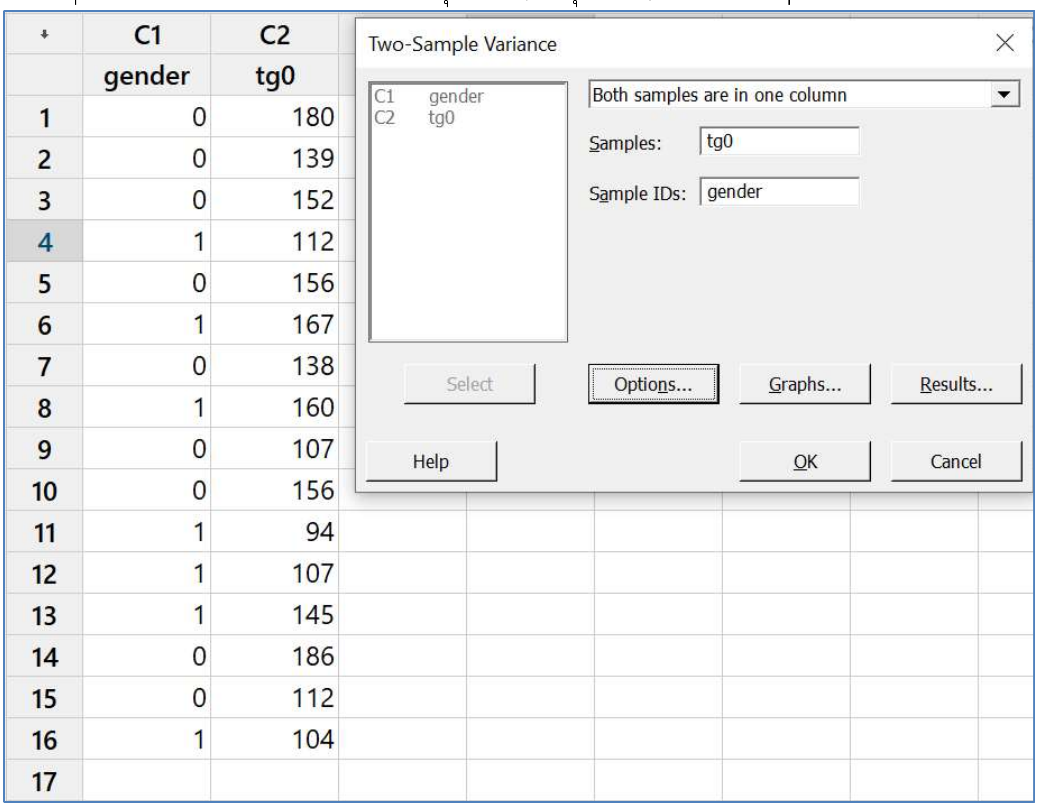
1. ทดสอบว่าค่าความแปรปรวนประชากรสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่

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

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

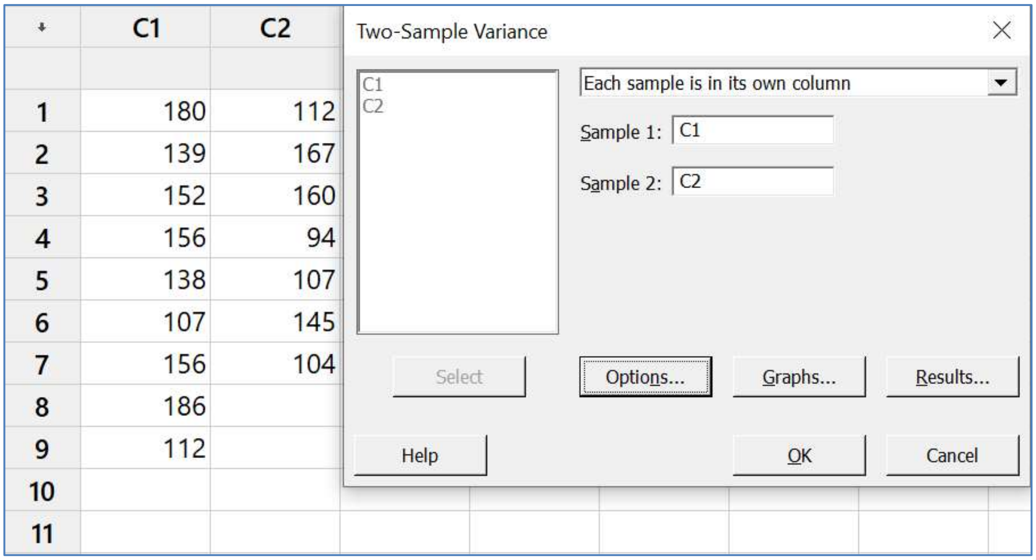
ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ 2 Variances... ประกอบด้วย

Both samples are in one column โดยเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (เชิงปริมาณ) ใส่ใน Samples: และตัวแปรที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มย่อย (เชิงคุณภาพ) ใส่ใน Sample IDs:

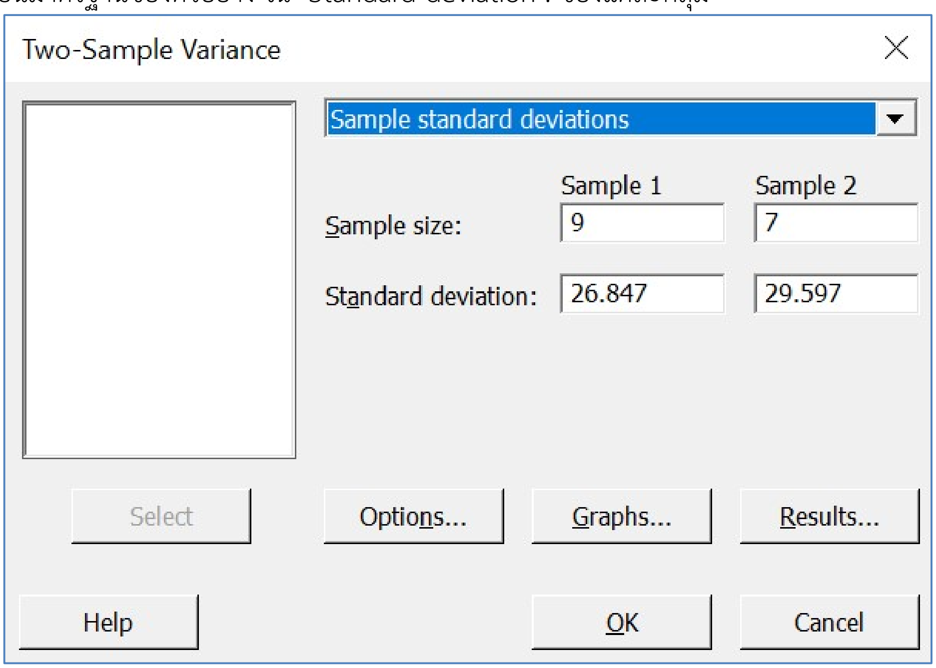


	C1 gender	C2 tg0
1	0	180
2	0	139
3	0	152
4	1	112
5	0	156
6	1	167
7	0	138
8	1	160
9	0	107
10	0	156
11	1	94
12	1	107
13	1	145
14	0	186
15	0	112
16	1	104
17		

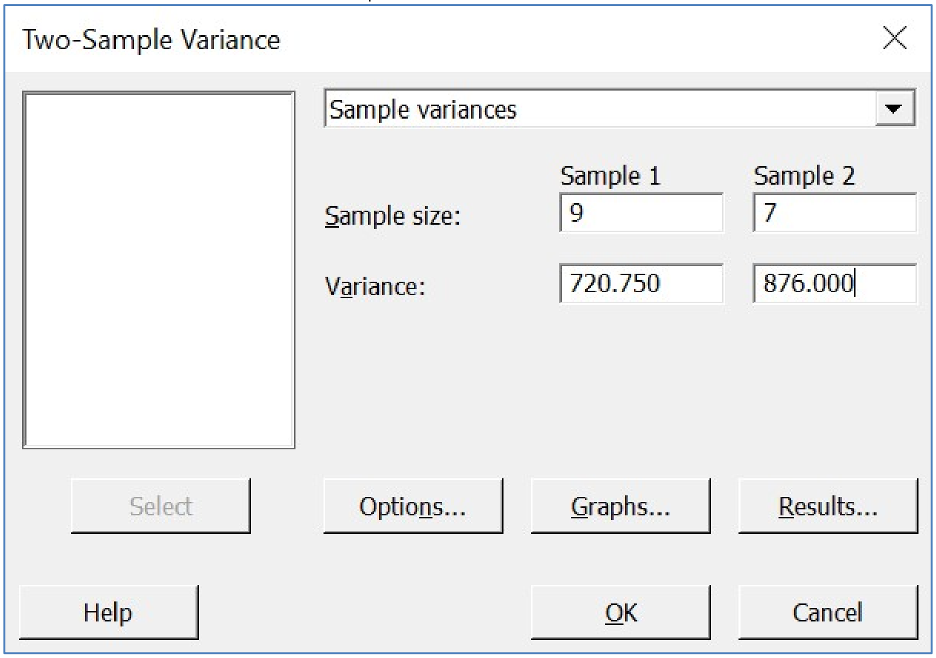
Each samples is in its own column โดยเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (เชิงปริมาณ) ใส่ใน Sample 1: และ Sample 2: ตามลำดับ



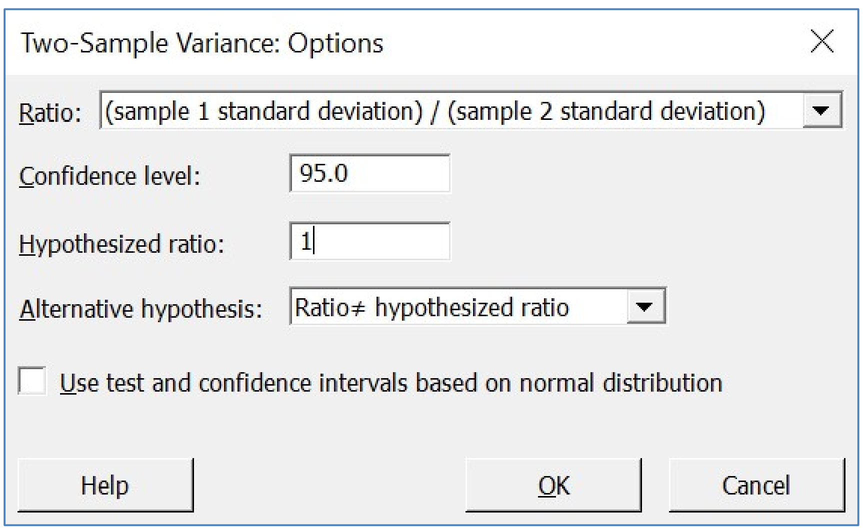
Sample standard deviations โดยใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ใน Sample size: และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง ใน Standard deviation : ของแต่ละกลุ่ม

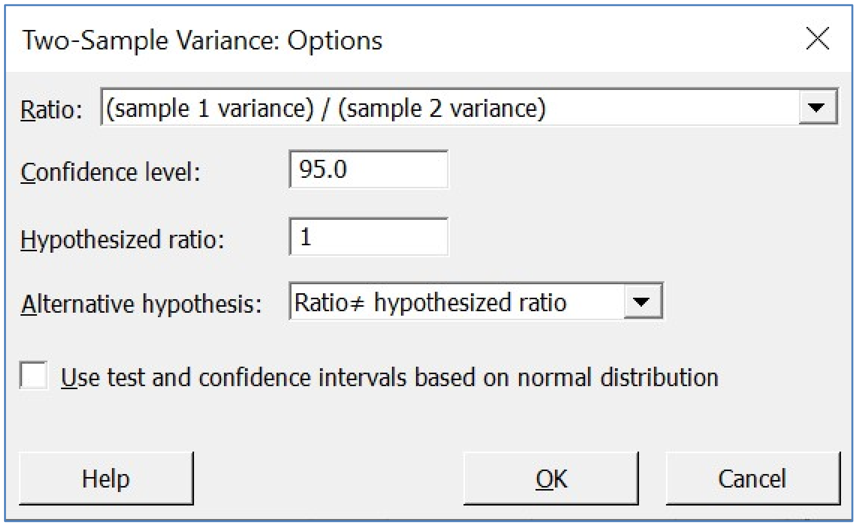


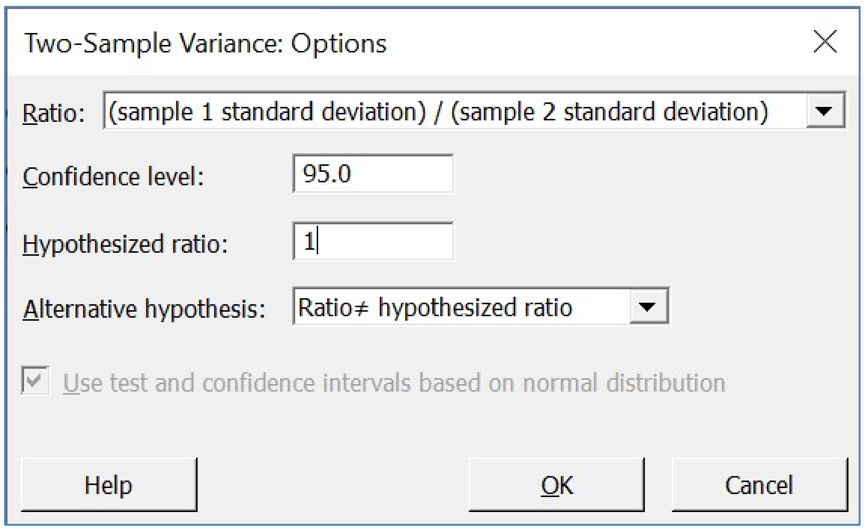
Sample variances โดยใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ใน Sample size: และค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง ใน Variance: ของแต่ละกลุ่ม

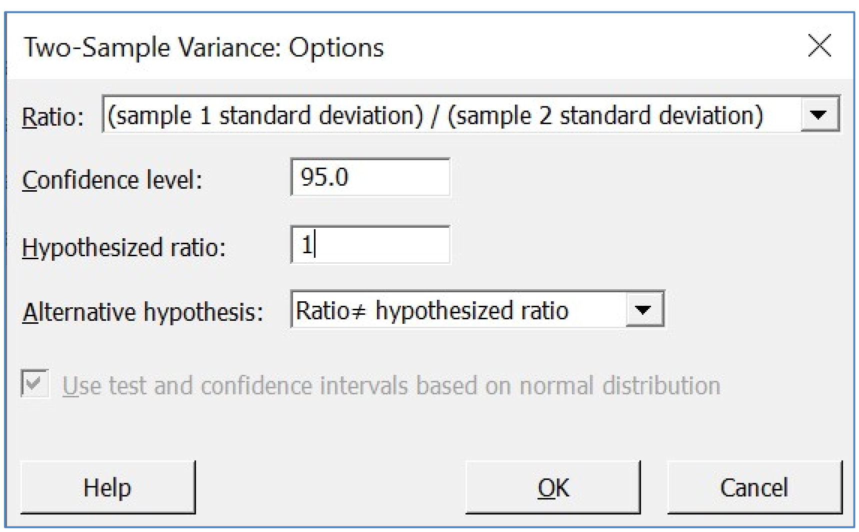


เลือก Options... จะได้









Ratio สามารถเลือกการตั้งสมมติฐานเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่าความแปรปรวน

Confidence level เป็นการกำหนดระดับความเชื่อมั่น

Hypothesized ratio เป็นการกำหนดค่าคงที่ในการตั้งสมมติฐาน

Alternative hypothesis เป็นการกำหนดเครื่องหมายสมมติฐานทางเลือก ระหว่าง $\neq$ หรือ $>$ หรือ $<$

Use test and confidence intervals based on normal distribution

กรณีที่เป็นข้อมูลดิบ แล้วเลือกหัวข้อนี้จะได้เป็นการทดสอบของ Hartley (F-test) แต่ถ้าไม่เลือกหัวข้อนี้จะได้เป็นการทดสอบของ Bonett's และ Levene's

แต่ถ้าไม่เป็นข้อมูลดิบจะไม่สามารถเลือกหัวข้อนี้ จะได้เป็นการทดสอบของ Hartley (F-test) ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Method

σ_1: standard deviation of tg0 when gender = 0

σ_2: standard deviation of tg0 when gender = 1

Ratio: σ_1/σ_2

F method was used. This method is accurate for normal data only.

Descriptive Statistics

gender	N	StDev	Variance	95% CI for σ^2
0	9	26.847	720.750	(328.837, 2645.281)
1	7	29.597	876.000	(363.753, 4247.807)

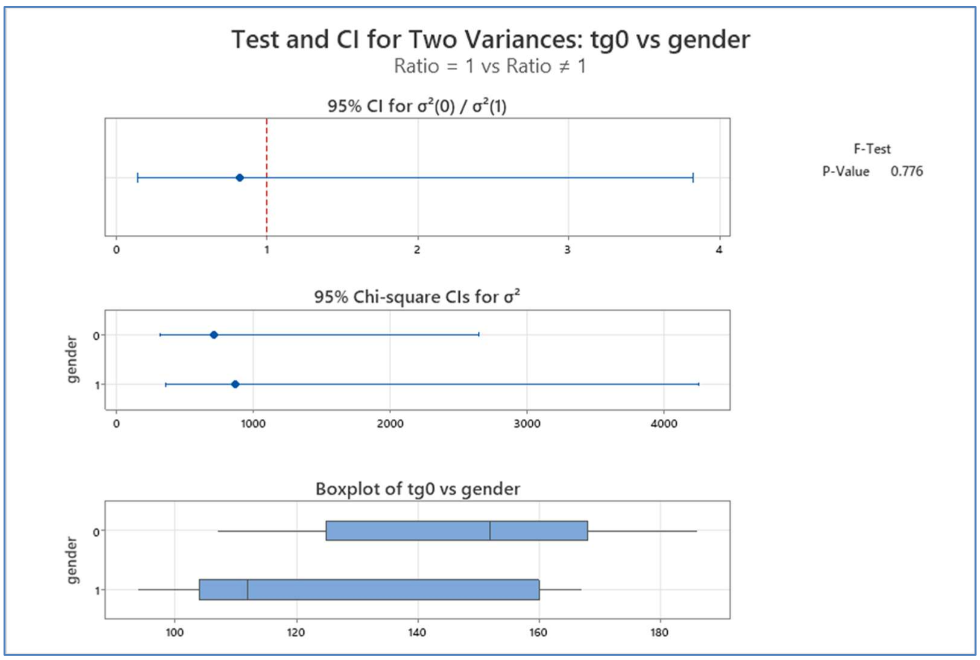
Ratio of Variances

Estimated Ratio	95% CI for Ratio using F
0.822774	(0.147, 3.827)

Test

Null hypothesis	$H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$
Alternative hypothesis	$H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$
Significance level	$\alpha = 0.05$

Method	Test Statistic	DF1	DF2	P-Value
F	0.82	8	6	0.776



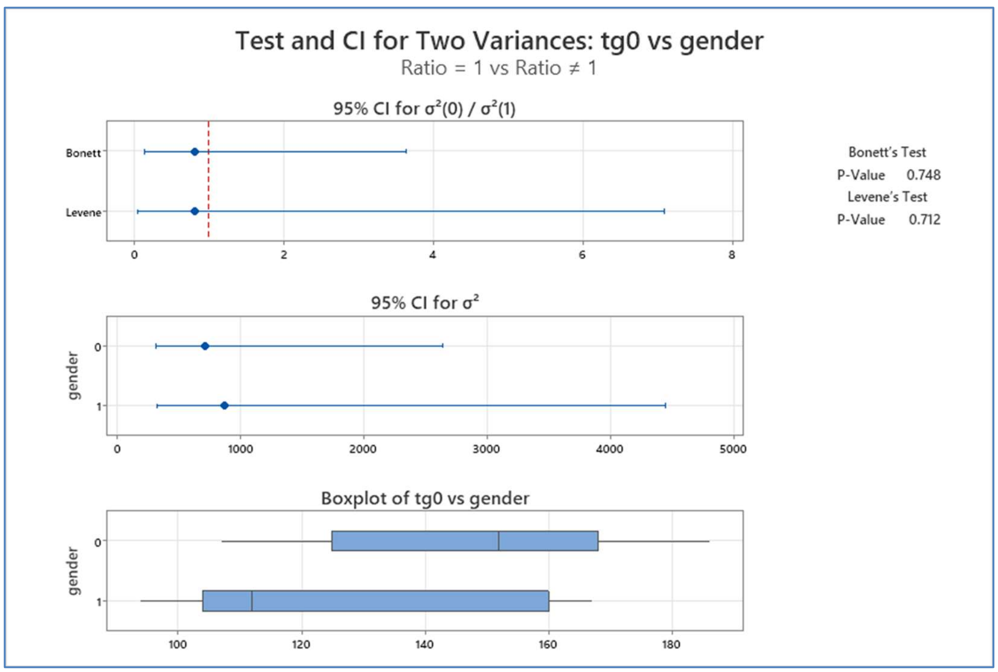
Ratio of Variances

Estimated Ratio	95% CI for Ratio using Bonett	95% CI for Ratio using Levene
0.822774	(0.152, 3.633)	(0.061, 7.088)

Test

Null hypothesis	$H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$
Alternative hypothesis	$H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$
Significance level	$\alpha = 0.05$

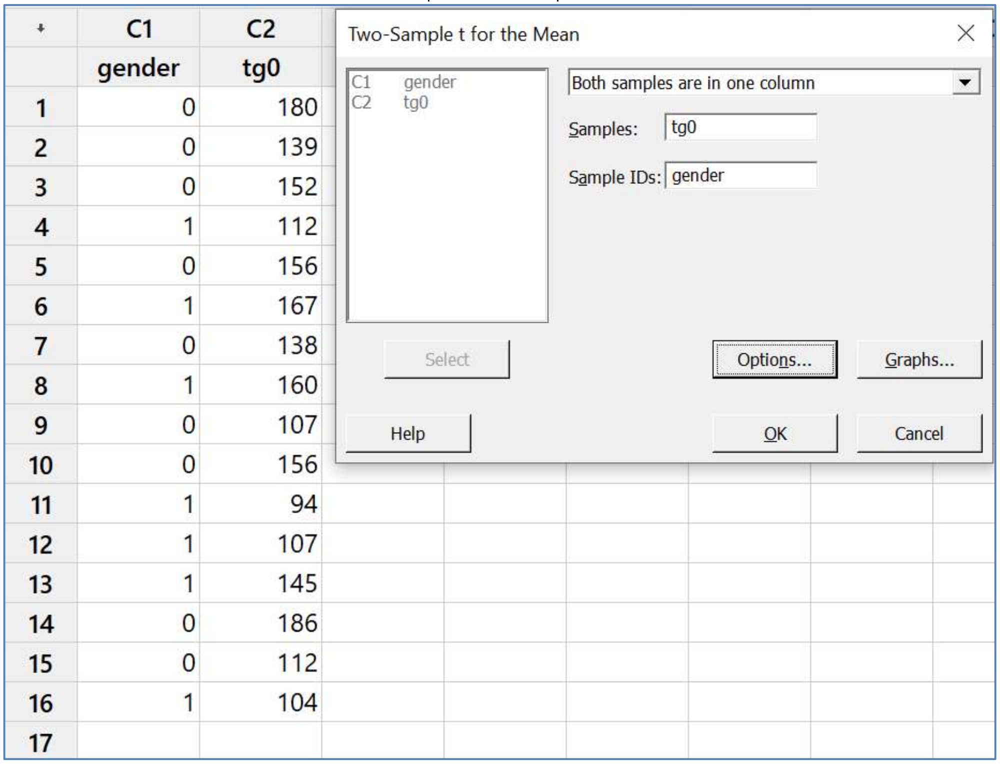
Method	Test Statistic	DF1	DF2	P-Value
Bonett	*			0.748
Levene	0.14	1	14	0.712



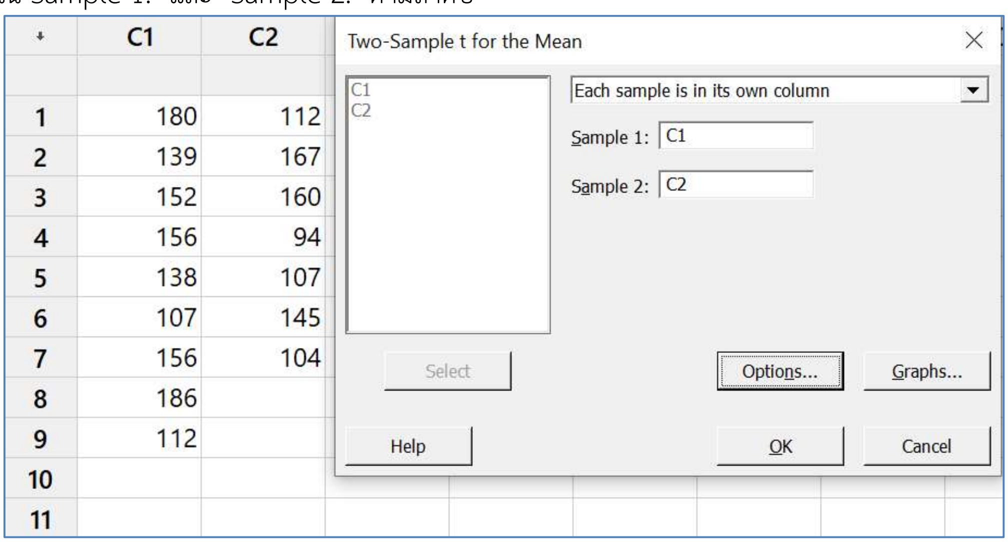
จากสถิติทดสอบ Levene = 0.14 ค่า P-value = 0.712 $> \alpha$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$
หรือจากสถิติทดสอบ F = 0.82 ค่า P-value = 0.776 $> \alpha$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม จากไฟล์ข้อมูล dietstudy.sav คัดลอกตัวแปร tg0 ไว้ในตัวแปร C2 และคัดลอกตัวแปร gender ไว้ในตัวแปร C1 ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ 2 Sample t... ประกอบด้วย

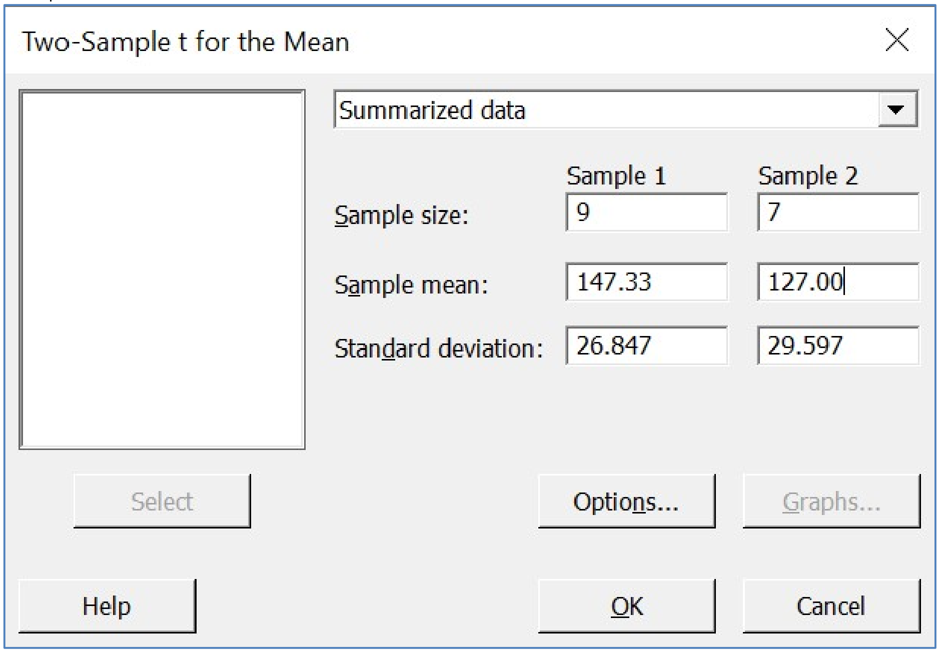
Both samples are in one column โดยเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (เชิงปริมาณ) ใส่ใน Samples: และตัวแปรที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มย่อย (เชิงคุณภาพ) ใส่ใน Sample IDs:



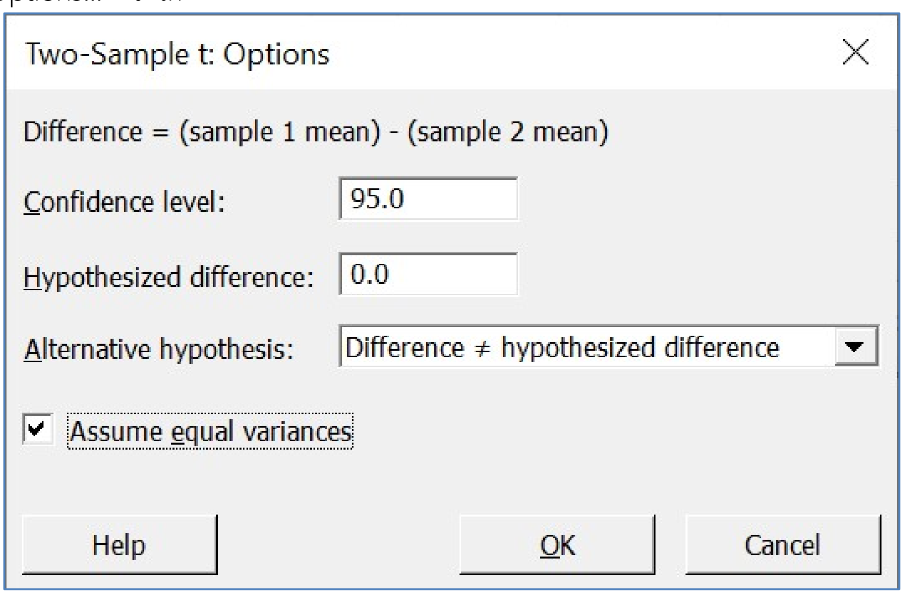
Each samples is in its own column โดยเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (เชิงปริมาณ) ใส่ใน Sample 1: และ Sample 2: ตามลำดับ



Summarized data โดยใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม



เลือก Options... จะได้



Confidence level เป็นการกำหนดระดับความเชื่อมั่น

Hypothesized difference เป็นการกำหนดค่าคงที่ (d_0) ในการตั้งสมมติฐาน

Alternative hypothesis เป็นการกำหนดเครื่องหมายสมมติฐานทางเลือก ระหว่าง ≠ หรือ > หรือ <

Assume equal variances นำผลการทดสอบความแปรปรวนมาใส่ จะเลือกเมื่อทดสอบแล้วว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Method

μ_1: population mean of tg0 when gender = 0
μ_2: population mean of tg0 when gender = 1
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are assumed for this analysis.

Descriptive Statistics: tg0

gender	N	Mean	StDev	SE Mean
0	9	147.3	26.8	8.9
1	7	127.0	29.6	11

Estimation for Difference

Difference	Pooled StDev	95% CI for Difference
20.3	28.1	(-10.0, 50.7)

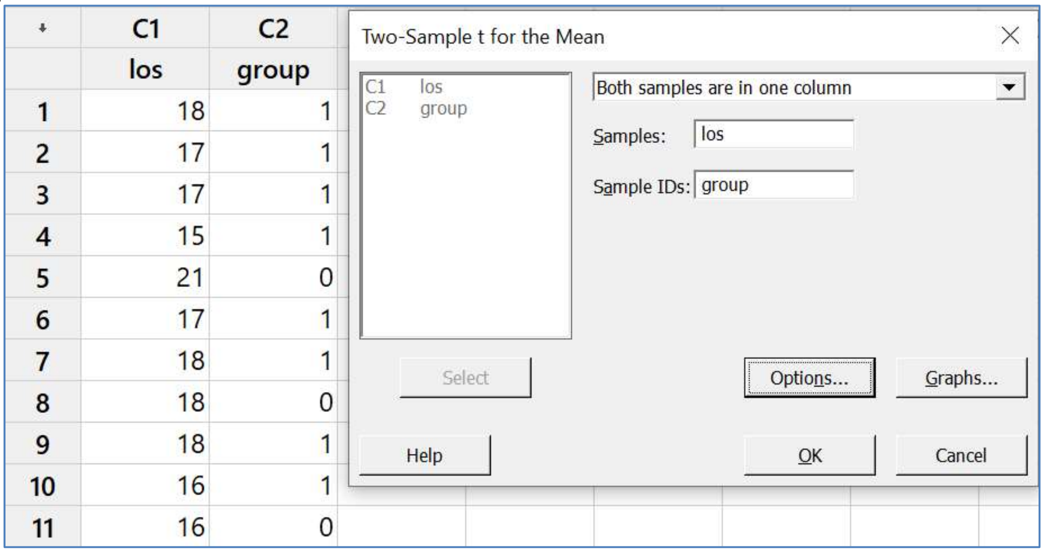
Test

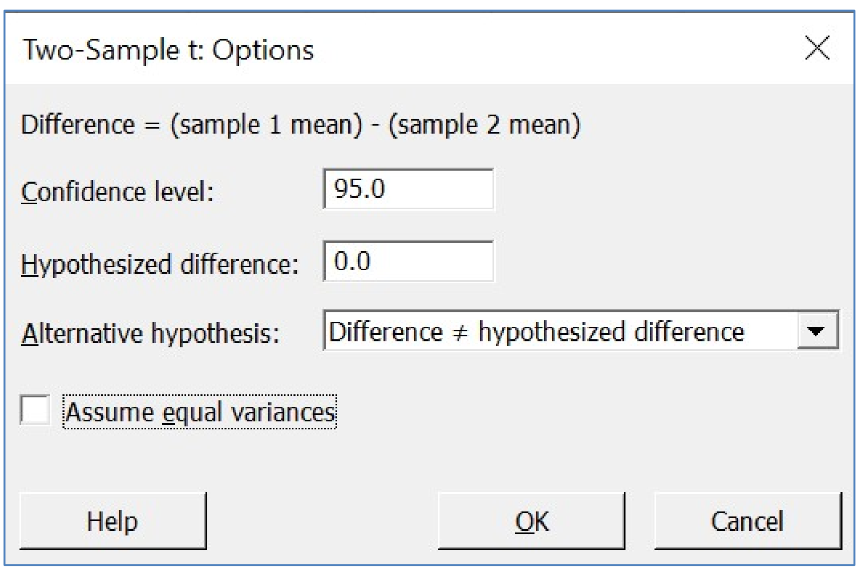
Null hypothesis H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
1.44	14	0.172

สถิติทดสอบ คือ t = 1.44 ค่า P-value = .170 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

จากไฟล์ข้อมูล adl.sav คัดลอกตัวแปร los ไว้ในตัวแปร C1 และคัดลอกตัวแปร group ไว้ในตัวแปร C2 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n_1, n_2 \geq 30)$ และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร (σ_1^2, σ_2^2) จะใช้สถิติทดสอบ $Z = \dfrac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$ การทดสอบว่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ อาจไม่จำเป็น เนื่องจากค่าสถิติทดสอบจะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างสถิติทดสอบที่ความแปรปรวนเท่ากันกับสถิติทดสอบที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน ซึ่งสถิติทดสอบ Z ดังกล่าวจะเป็นสูตรเดียวกับ t ที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงไม่เลือก Assume equal variances ใน Options...





ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Method

μ_1: population mean of los when group = 0
μ_2: population mean of los when group = 1
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics: los

group	N	Mean	StDev	SE Mean
0	46	17.83	2.22	0.33
1	54	16.76	2.80	0.38

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
1.067	(0.069, 2.065)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
2.12	97	0.036

สถิติทดสอบ คือ $Z = 2.12$ ค่า P-value = $.036 < 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

จากไฟล์ข้อมูล SalesTrends.MTW (Graphs data sets ⇨Sales trends data) ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ย Sales ของ Year 2 มากกว่า Year 1 มากกว่า 100 สมมติฐานทางสถิติ คือ

$H_0 : \mu_2 - \mu_1 \leq 100$

$H_1 : \mu_2 - \mu_1 > 100$

เนื่องจากเป็นตัวอย่างขนาดเล็กจึงต้องทดสอบก่อนว่าความแปรปรวน 2 กลุ่มเท่ากันหรือไม่

Descriptive Statistics

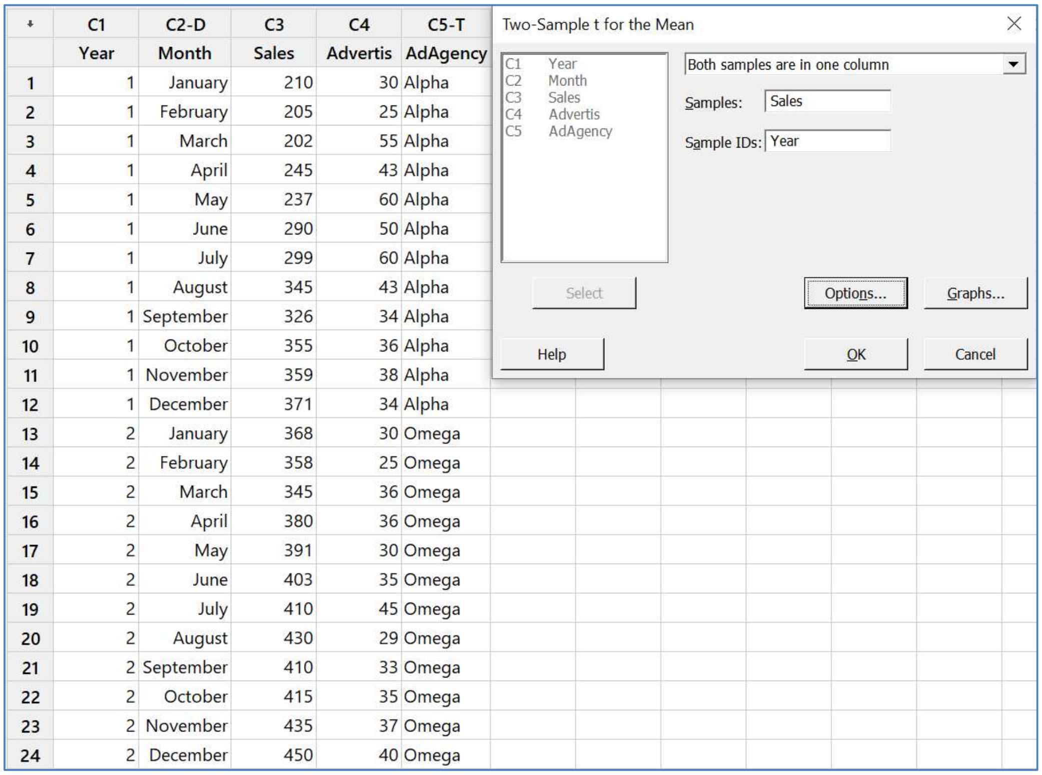
Year	N	StDev	Variance	95% CI for σ^2
1	12	64.698	4185.818	(2771.360, 9031.496)
2	12	32.123	1031.902	(543.989, 2796.265)

Test

Null hypothesis $H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$
Alternative hypothesis $H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$
Significance level $\alpha = 0.05$

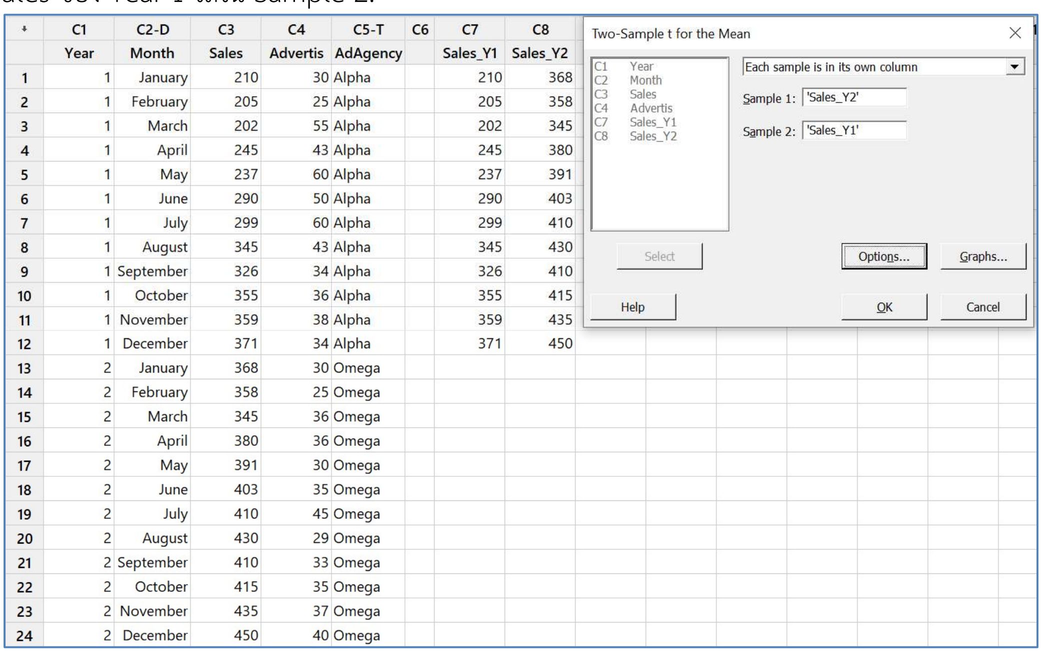
Method	Test Statistic	DF1	DF2	P-Value
Bonett	8.43	1		0.004
Levene	8.58	1	22	0.008

จากสถิติทดสอบ Levene = 8.58 ค่า P-value = 0.008 $< \alpha$ จะปฏิเสธ H_0 แสดงว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ จากนั้นจึงทดสอบค่าเฉลี่ย ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ 2 Sample t... จะได้



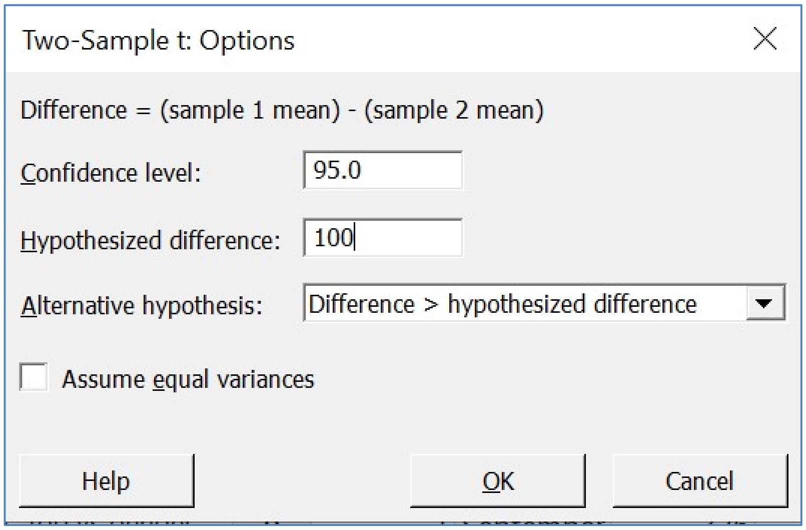
↓	C1	C2-D	C3	C4	C5-T
	Year	Month	Sales	Advertis	AdAgency
1	1	January	210	30	Alpha
2	1	February	205	25	Alpha
3	1	March	202	55	Alpha
4	1	April	245	43	Alpha
5	1	May	237	60	Alpha
6	1	June	290	50	Alpha
7	1	July	299	60	Alpha
8	1	August	345	43	Alpha
9	1	September	326	34	Alpha
10	1	October	355	36	Alpha
11	1	November	359	38	Alpha
12	1	December	371	34	Alpha
13	2	January	368	30	Omega
14	2	February	358	25	Omega
15	2	March	345	36	Omega
16	2	April	380	36	Omega
17	2	May	391	30	Omega
18	2	June	403	35	Omega
19	2	July	410	45	Omega
20	2	August	430	29	Omega
21	2	September	410	33	Omega
22	2	October	415	35	Omega
23	2	November	435	37	Omega
24	2	December	450	40	Omega

กรณีที่เลือกนำข้อมูลเข้าด้วย Both samples are in one column โปรแกรมจะคำนวณสถิติทดสอบ t โดยนำค่าเฉลี่ย Sales ของ Year 1 เป็นตัวตั้งแล้วลบด้วย ค่าเฉลี่ย Sales ของ Year 2 (กลุ่มที่ 1 ต้องเป็นตัวเลขที่น้อยกว่ากลุ่มที่ 2) ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง จึงต้องเลือกนำข้อมูลเข้าด้วย Each ample is in its own column แล้วเลือกข้อมูล Sales ของ Year 2 ใส่ใน Sample 1: และเลือกข้อมูล Sales ของ Year 1 ใส่ใน Sample 2:



↓	C1	C2-D	C3	C4	C5-T	C6	C7	C8
	Year	Month	Sales	Advertis	AdAgency		Sales_Y1	Sales_Y2
1	1	January	210	30	Alpha		210	368
2	1	February	205	25	Alpha		205	358
3	1	March	202	55	Alpha		202	345
4	1	April	245	43	Alpha		245	380
5	1	May	237	60	Alpha		237	391
6	1	June	290	50	Alpha		290	403
7	1	July	299	60	Alpha		299	410
8	1	August	345	43	Alpha		345	430
9	1	September	326	34	Alpha		326	410
10	1	October	355	36	Alpha		355	415
11	1	November	359	38	Alpha		359	435
12	1	December	371	34	Alpha		371	450
13	2	January	368	30	Omega			
14	2	February	358	25	Omega			
15	2	March	345	36	Omega			
16	2	April	380	36	Omega			
17	2	May	391	30	Omega			
18	2	June	403	35	Omega			
19	2	July	410	45	Omega			
20	2	August	430	29	Omega			
21	2	September	410	33	Omega			
22	2	October	415	35	Omega			
23	2	November	435	37	Omega			
24	2	December	450	40	Omega			

เลือก Option...



ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Method

μ_1: population mean of Sales_Y2
μ_2: population mean of Sales_Y1
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Sales_Y2	12	399.6	32.1	9.3
Sales_Y1	12	287.0	64.7	19

Estimation for Difference

Difference	95% Lower Bound for Difference
112.6	76.2

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 100$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 100$

T-Value	DF	P-Value
0.60	16	0.277

จากสถิติทดสอบ t = 0.60 ค่า P-value = 0.277 $> \alpha$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่าค่าเฉลี่ย Sales ของ Year 2 มากกว่า Year 1 ไม่มากกว่า 100

7.3 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองประชากร สมมติฐานที่จะทดสอบได้แก่

$H_0 : \mu_D = d_0$ หรือ $H_0 : \mu_D \leq d_0$ หรือ $H_0 : \mu_D \geq d_0$

$H_1 : \mu_D \neq d_0$ $\quad H_1 : \mu_D > d_0$ $\quad H_1 : \mu_D < d_0$

เมื่อ d_0 เป็นค่าคงที่ใดๆ

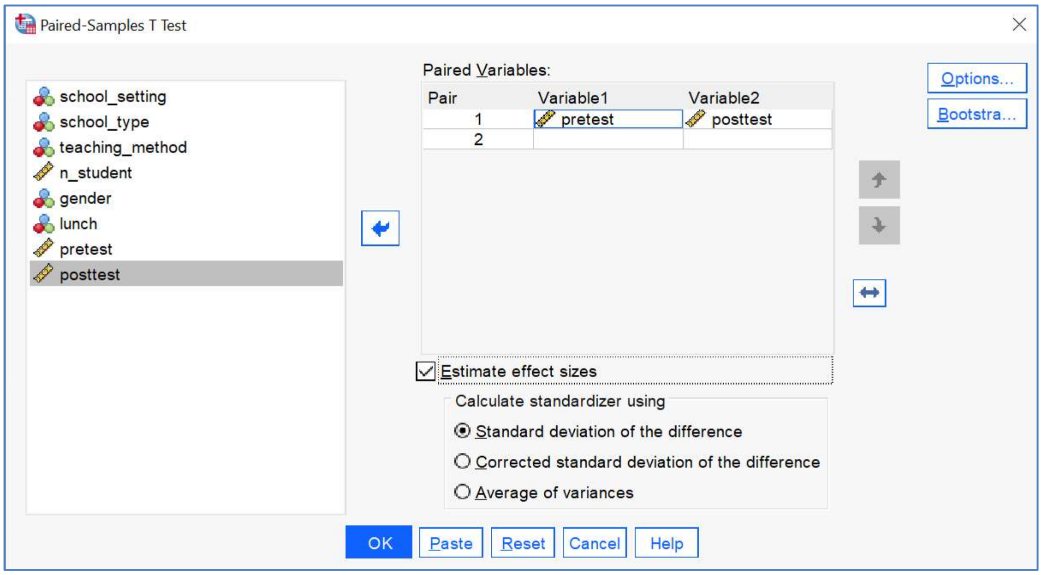
ในการทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

สถิติทดสอบ	เงื่อนไข
$t = \dfrac{\overline{D} - d_0}{S_D / \sqrt{n}}$ เมื่อ $\overline{D} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}$, $S_D = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} D_i^2 - n\overline{D}^2}{n-1}}$	1. $\mu_D = \mu_1 - \mu_2$ เมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยการสุ่มตัวอย่างเป็นคู่จากประชากรชุดเดียวกัน 2. ประชากรมีการแจกแจงปกติ 3. D_i เป็นผลต่างของค่าสังเกตเป็นคู่ (X_{1i} และ X_{2i}) โดยที่ D_i มีการแจกแจงปกติ

7.3.1 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม SPSS

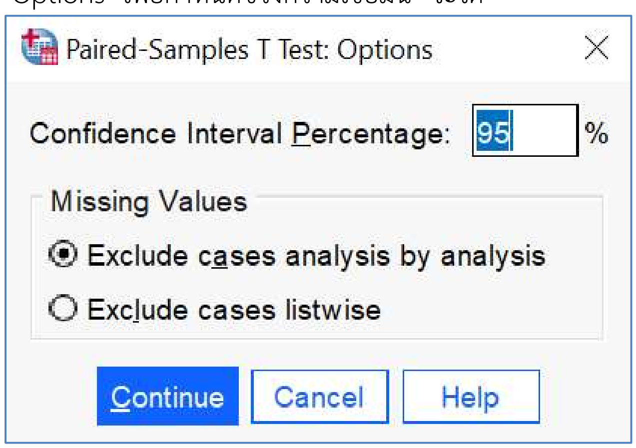
ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS จะทดสอบสมมติฐานในกรณีที่ $d_0 = 0$ จากไฟล์ข้อมูล test_scores.sav ต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปร pretest และตัวแปร posttest มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ใช้เมนู Analyze ⇨ Compare Means and Proportions ⇨ Paired-Samples T Test... จะได้



2. เลือกตัวแปรที่จะทดสอบ 2 ตัว โดยจะต้องเลือกครั้งละ 1 ตัว โดยตัวแปรตัวแรกที่ถูกเลือกจะอยู่ใน box ของ Variable 1 และตัวแปรตัวที่ 2 ที่เลือกจะไปอยู่ที่ Variable 2 ใน box ของ Paired Variables:

3. เลือก Options เพื่อกำหนดช่วงความเชื่อมั่น จะได้



- **Exclude cases analysis by analysis** หมายถึง ไม่รวม cases ที่มี missing value ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง

■ Exclude cases listwise หมายถึง กรณีที่มีการเลือกตัวแปรทดสอค่าเฉลี่ยหลายๆ ตัวแปรที่กำหนดไว้ใน box ของ Test Variable(s) จะไม่รวม cases ที่มี missing value จะมีผลให้การทดสอบทั้งหมดใช้จำนวนชุดข้อมูลเท่ากันหมด

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre-test	54.96	2133	13.563	.294
	Post-test	67.10	2133	13.987	.303

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละตัวแปร

N หมายถึง จำนวนของข้อมูลในแต่ละตัวแปร

Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละตัวแปร

Std. Error Mean หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละตัวแปร

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Significance One-Sided p	Significance Two-Sided p
Pair 1	Pre-test & Post-test	2133	.951	<.001	<.001

N หมายถึง จำนวนของข้อมูล

Correlation หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยที่ $-1 \le r \le 1$

Significance Two-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 2 ทาง

Significance One-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 1 ทาง

$H_0 : \rho = 0$ (ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน)

ถ้าค่า Significance Two-Sided p $\le$ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด จะปฏิเสธ H_0

Paired Samples Test

			Pair 1 Pre-test - Post-test
Paired Differences	Mean		-12.146
	Std. Deviation		4.338
	Std. Error Mean		.094
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-12.330
		Upper	-11.962
t			-129.328
df			2132
Significance	One-Sided p		<.001
	Two-Sided p		.000

Pair1 หมายถึง การหาค่าแตกต่างระหว่างคะแนนก่อน – คะแนนหลัง

D = pretest – posttest

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าแตกต่าง ($\bar{D}$)

Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแตกต่าง (S_D)

Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของค่าแตกต่าง

95% Confidence Interval of the Difference หมายถึง ช่วงความเชื่อมั่นของ μ_D

t หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ

df หมายถึง องศาอิสระ

Significance Two-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 2 ทาง

Significance One-Sided p หมายถึง ค่า Sig. ของการทดสอบแบบ 1 ทาง

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu_D = 0$

$H_1 : \mu_D \neq 0$

สถิติทดสอบ คือ t = –129.328

ค่า Significance Two-Sided p = 0 < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu_D \leq 0$

$H_1 : \mu_D > 0$

สถิติทดสอบ คือ t = –129.328

เนื่องจาก t-value เป็นค่าลบ จะใช้ค่า Sig. = 1– Significance One-Sided p = 1 – 0 = 1 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

กรณีทดสอบ $H_0 : \mu_D \geq 0$

$H_1 : \mu_D < 0$

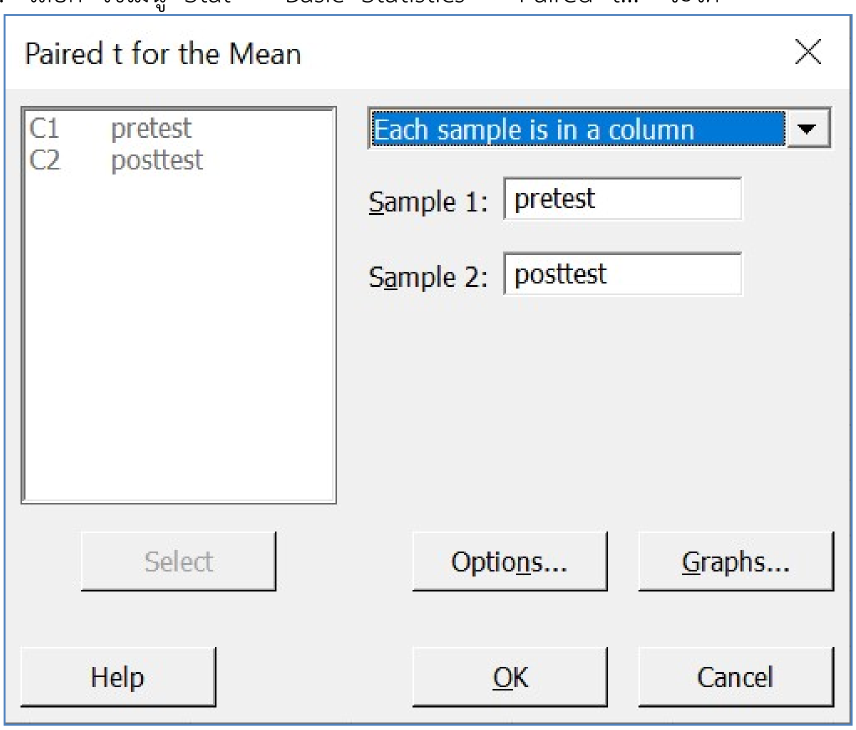
สถิติทดสอบ คือ t = –129.328

เนื่องจาก t-value เป็นค่าลบ จะใช้ค่า Sig. = Significance One-Sided p = 0 < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0

7.3.2 การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกันด้วยโปรแกรม Minitab

จากไฟล์ข้อมูล test_scores.sav คัดลอกตัวแปร pretest ไว้ในตัวแปร C1 และคัดลอกตัวแปร posttest ไว้ในตัวแปร C2 มีขั้นตอนดังนี้

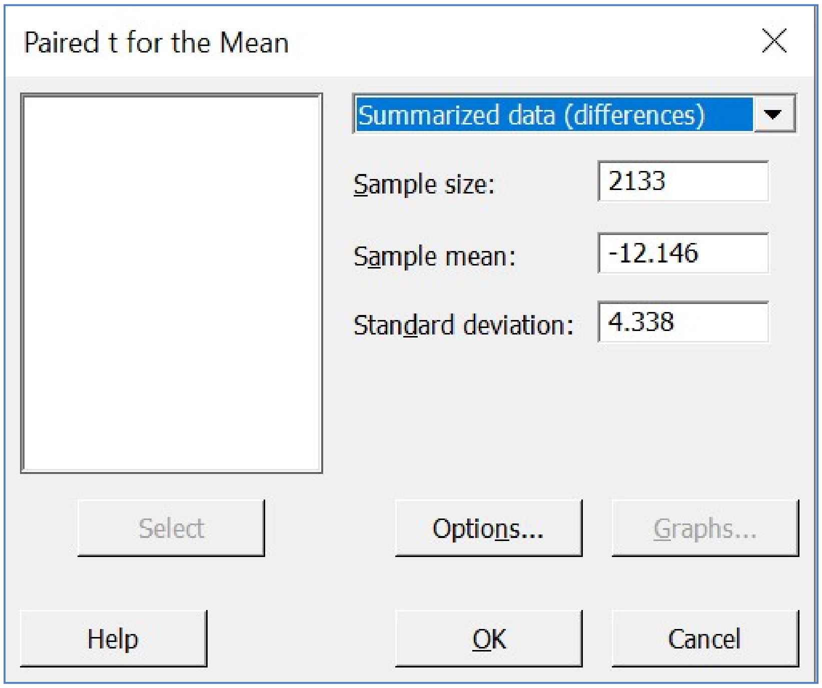
1. เลือก ใช้เมนู Stat ⇨ Basic Statistics ⇨ Paired t... จะได้



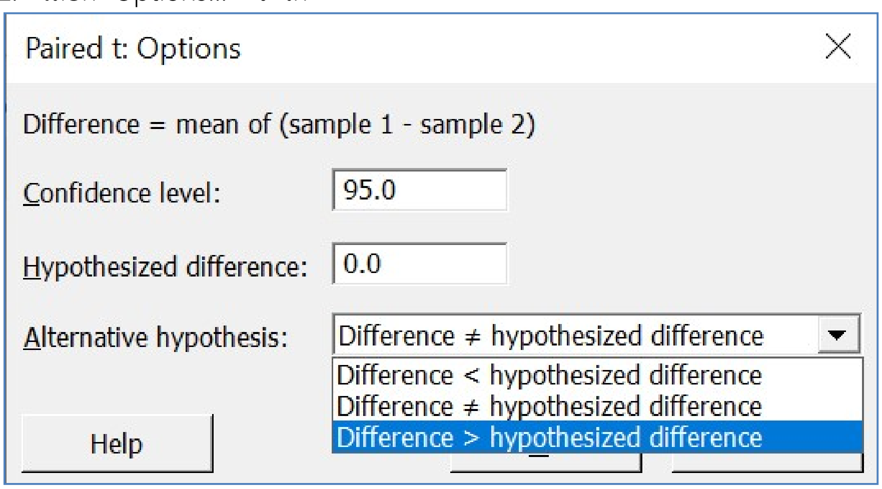
ประกอบด้วย

Each samples is in a column โดยเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ใส่ใน box ของ Sample 1: และ ใส่ใน box ของ Sample 2:

Summarized data (differences) โดยใส่ค่าขนาดตัวอย่าง ใน Sample size: ค่าเฉลี่ยของผลต่าง ($\bar{D}$) ใน Sample mean: และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของของผลต่าง ($\bar{D}$) ใน Standard deviation:



2. เลือก Options... จะได้



Confidence level	เป็นการกำหนดระดับความเชื่อมั่น
Hypothesized ratio	เป็นการกำหนดค่าคงที่ในการตั้งสมมติฐาน
Alternative hypothesis	เป็นการกำหนดเครื่องหมายสมมติฐานทางเลือก

ผลลัพธ์ที่ได้คือ

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
pretest	2133	54.956	13.563	0.294
posttest	2133	67.102	13.987	0.303

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
-12.1463	4.3376	0.0939	(-12.3305, -11.9621)

μ_difference: population mean of (pretest - posttest)

Test

Null hypothesis	H_0: μ_difference = 0
Alternative hypothesis	H_1: μ_difference ≠ 0

T-Value	P-Value
-129.33	0.000

Test

Null hypothesis	H_0: μ_difference = 0
Alternative hypothesis	H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
-129.33	1.000

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
-12.1463	4.3376	0.0939	-12.3008

μ_difference: population mean of (pretest - posttest)

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound for μ_difference
-12.1463	4.3376	0.0939	-11.9917

μ_difference: population mean of (pretest - posttest)

Test

Null hypothesis	H_0: μ_difference = 0
Alternative hypothesis	H_1: μ_difference < 0

T-Value	P-Value
-129.33	0.000