

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1. สถิติบรรยาย	1
บทที่ 2. ความน่าจะเป็น	14
บทที่ 3. การแจกแจงความน่าจะเป็น	30
บทที่ 4. การแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าสถิติของตัวอย่าง การประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร และ การทดสอบสมมติฐานของค่าพารามิเตอร์ของประชากร	54
บทที่ 5. การทดสอบสมมติฐานของค่าพารามิเตอร์ของประชากรสองกลุ่ม	80
บทที่ 6. การทดสอบแบบไคสแควร์	111
บทที่ 7. การวิเคราะห์ความแปรปรวน	135
บทที่ 8. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอย	156
บทที่ 9. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	212

เฉลยแบบฝึกหัด

บทที่ 1

สถิติบรรยาย

1.

ยอดขาย (ล้านบาท)	ค่ากลาง (X)	ความถี่ (f)	fX	fX ²	ความถี่สะสม (F)
0.9 < 1.0	0.95	5	4.75	4.5125	5
1.0 < 1.1	1.05	15	15.75	16.5375	20
1.1 < 1.2	1.15	30	34.50	39.6750	50
1.2 < 1.3	1.25	35	43.75	54.6875	85
1.3 < 1.4	1.35	25	33.75	45.5625	110
1.4 < 1.5	1.45	10	14.50	21.0250	120
รวม		120	147.00	182.0000	

$$\mu = \frac{\sum fX}{N} = \frac{147}{120} = 1.225 \text{ ล้านบาท}$$

$$\begin{aligned} \text{Med} &= \left[\frac{(n+1)/2 - (F+1)}{f_m} \right] w + L_m \\ &= \left[\frac{(120+1)/2 - (50+1)}{35} \right] 0.10 + 1.2 = 1.227 \text{ ล้านบาท} \end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \mu^2} = \sqrt{\frac{182}{120} - 1.225^2} = 0.1267 \text{ ล้านบาท}$$

$$\text{C.V.} = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{0.1267}{1.225} (100) = 10.34\%$$

2.

อายุ (ปี)	ค่ากลาง (X)	ความถี่ (f)	fX	fX ²
0 - 4	2	30	60	120
5 - 9	7	51	357	2,499
10 - 14	12	10	120	1,440
15 - 19	17	10	170	2,890
รวม		101	707	6,949

ก. จงคำนวณอายุเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุของผู้ชมรายการเกมโชว์สำหรับเด็ก

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{N} = \frac{707}{101} = 7 \text{ ปี}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6,949}{101-1} - \frac{101(7)^2}{101-1}} = 4.4721 \text{ ปี}$$

ข. $C.V. \text{ เด็ก} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{4.4721}{7} (100) = 63.8871\%$

$$C.V. \text{ ผู้ใหญ่} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{8}{25} (100) = 32\%$$

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน พบว่า ค่า C.V. ของผู้ชมเกมโชว์สำหรับเด็กมีค่ามากกว่าค่า C.V. ของผู้ชมเกมโชว์สำหรับผู้ใหญ่ แสดงว่าอายุของผู้ชมเกมโชว์สำหรับเด็กมีการกระจายมากกว่าอายุของผู้ชมเกมโชว์สำหรับผู้ใหญ่

3.

ราคาบัตร (บาท)	ความถี่ (f)	fX	fX ²
1,000	300	300,000	300,000,000
500	500	250,000	125,000,000
รวม	800	550,000	425,000,000

$$\mu = \frac{\sum fX}{N} = \frac{550,000}{800} = 687.5 \text{ บาท}$$

$$\text{Med} = 500 \text{ บาท}$$

$$\text{Mode} = 500 \text{ บาท}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \mu^2} = \sqrt{\frac{425,000,000}{800} - 687.5^2} = 242.0615 \text{ บาท}$$

4.

- ก. จากข้อมูลยอดขายต่อวัน ถ้านำข้อมูลที่รวบรวมได้เขียนแผนภูมิฮิสโตแกรมจะพบว่าข้อมูลมีความเบ้ไปด้านขวา เนื่องจากชั้นคะแนนมีความกว้างของชั้นไม่เท่ากัน และเมื่อคำนวณค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม จะพบว่า ค่าเฉลี่ยจะมีค่าน้อยกว่า ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม ดังนั้นค่ากลางที่ควรใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลชุดนี้ควรเป็นค่ามัธยฐาน หรือค่าฐานนิยม จะเหมาะสมกว่าอย่างไรก็ตาม การนำเสนอข้อมูลชุดนี้ควรเสนอด้วยแผนภูมิฮิสโตแกรมและคำนวณค่ากลางทั้งสาม ตลอดจนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานประกอบกัน

ยอดขายต่อวัน (หน่วย: พันบาท)	จำนวนร้านค้า (f)	ค่ากลาง (X)	fX	fX ²	ความถี่สะสม (F)
1 - 2	8	1.5	12.0	18.00	8
3 - 4	17	3.5	59.5	208.25	25
5 - 6	35	5.5	192.5	1,058.75	60
7 - 8	40	7.5	300.0	2,250.00	100
9 - 10	20	9.5	190.0	1,805.00	120
11 - 19	15	15.0	225.0	3,375.00	135
20 - 39	5	29.5	147.5	4,351.25	140
รวม	140		1,126.5	13,066.25	

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n} = \frac{1,126.5}{140} = 8.0464 \text{ พันบาท}$$

$$\begin{aligned} \text{Med} &= \left[\frac{(n+1)/2 - (F+1)}{f_m} \right] w + L_m \\ &= \left[\frac{(140+1)/2 - (60+1)}{40} \right] 2 + 6.5 = 6.975 \text{ พันบาท} \end{aligned}$$

$$\text{Mode} = L_{mo} + \left[\frac{d_1}{d_1 + d_2} \right] w = 6.5 + \left[\frac{5}{5 + 20} \right] 2 = 6.9 \text{ พันบาท}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{13,066.25}{140-1} - \frac{140(8.0464)^2}{140-1}} = 5.3658 \text{ พันบาท}$$

ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 8.0464 หมายความว่า ร้านค้าปลีกในเขตชุมชนเมืองมียอดขายเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 8.0464 พันบาท ขณะที่ค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.975 หมายความว่า จะมีจำนวนร้านค้าปลีกครั้งหนึ่งที่มียอดขายต่อวันต่ำกว่า 6.975 พันบาทและอีกครั้งหนึ่งที่มียอดขายต่อวันสูงกว่า

ค่ามัธยฐาน ส่วนร้านค้าที่มียอดขายเท่ากันสูงสุดคือ 6.9 พันบาท และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.3658 หมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้วยอดขายต่อวันของร้านค้าปลีกแต่ละร้านอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.3658 พันบาท

ในทำนองเดียวกับข้อมูลยอดขายต่อวัน ข้อมูลจำนวนสินค้าภายในร้านค้าปลีกเหล่านี้สามารถนำมาเขียนแผนภาพฮิสโตแกรมได้ แต่จะพบว่าข้อมูลมีความเบ้ซ้ายกว่ายอดขายต่อวัน ดังนั้นการใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับข้อมูลชุดนี้จะไม่เหมาะสมมากกว่า

จำนวนสินค้า (ชนิด)	จำนวนร้านค้า (f)	ค่ากลาง (X)	fX	fX ²	ความถี่ สะสม (F)
10 – 14	5	12.0	60.0	720.00	5
15 – 19	16	17.0	272.0	4,624.00	21
20 – 29	28	24.5	686.0	16,807.00	49
30 – 39	42	34.5	1,449.0	49,990.50	91
40 – 49	30	44.5	1,335.0	59,407.50	121
50 – 59	15	54.5	817.5	44,553.75	136
60 – 69	4	64.5	258.0	16,641.00	140
รวม	140		4,877.5	192,743.75	

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n} = \frac{4,877.5}{140} = 34.8393 \text{ ชนิด}$$

$$\begin{aligned} \text{Med} &= \left[\frac{(n+1)/2 - (F+1)}{f_m} \right] w + L_m \\ &= \left[\frac{(140+1)/2 - (49+1)}{42} \right] 10 + 29.5 = 34.3810 \text{ ชนิด} \end{aligned}$$

$$\text{Mode} = L_{mo} + \left[\frac{d_1}{d_1 + d_2} \right] w = 29.5 + \left[\frac{14}{14 + 12} \right] 10 = 34.8846 \text{ ชนิด}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{192,743.75}{140-1} - \frac{140(34.8393)^2}{140-1}} = 12.8116 \text{ ชนิด}$$

ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 34.8393 หมายความว่า ร้านค้าปลีกในเขตชุมชนเมืองมีจำนวนสินค้าในร้านเฉลี่ยเท่ากับ 34.8393 ชนิด ขณะที่ค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.3810 หมายความว่า จะมีจำนวนร้านค้าปลีกครั้งหนึ่งที่มีจำนวนสินค้าในร้านต่ำกว่า 34.3810 ชนิดและอีกครึ่งหนึ่งที่มีจำนวน

สินค้าในร้านสูงกว่าค่ามัธยฐาน ส่วนร้านค้าที่มีจำนวนสินค้าในร้านเท่ากันสูงสุดคือ 34.8846 ชนิด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.8116 หมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนสินค้าในร้านแต่ละร้านอยู่ห่างจากจำนวนสินค้าเฉลี่ยเท่ากับ 12.8116 ชนิด

ข. คะแนนมาตรฐานของยอดขายและจำนวนสินค้าในร้านของร้านหนึ่งโคมเป็น

$$Z_{\text{ยอดขาย}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{7.650 - 8.0464}{5.3658} = -0.0739$$

$$Z_{\text{จำนวนสินค้า}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{28 - 34.8393}{12.8116} = -0.8461$$

หมายความว่า ร้านหนึ่งโคมมียอดขายต่ำกว่ายอดขายเฉลี่ยเท่ากับ 0.0739 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขณะที่จำนวนสินค้าในร้านต่ำกว่าจำนวนสินค้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.8461 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ในกรณีนี้ควรใช้คะแนนมาตรฐานในการเปรียบเทียบ เนื่องจากทั้งสามคนทำงานอยู่คนละบริษัทซึ่งอาจมีฐานในการจ่ายเงินเดือนที่ไม่เท่ากันได้

$$Z_{\text{คุณชอบ}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{26,400 - 25,000}{11,200} = 0.125$$

$$Z_{\text{คุณชาติ}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{27,000 - 26,500}{9,800} = 0.051$$

$$Z_{\text{คุณชิต}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{25,600 - 24,000}{12,500} = 0.128$$

จากคะแนนมาตรฐานของทั้งสามคนพบว่า คุณชิตได้รับเงินเดือนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของเงินเดือนภายในบริษัทตนเอง ขณะที่คุณชาติได้รับเงินเดือนต่ำสุด

6.

- ก. จากการคำนวณจำนวนหน่วยที่ผลิตได้เฉลี่ย พบว่า คนงานเพศหญิงสามารถผลิตสินค้าได้โดยเฉลี่ยมากกว่าคนงานชาย จึงน่าจะสรุปว่า คนงานหญิงทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า แต่จากการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคนงานหญิงมากกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคนงานชาย แสดงว่า คนงานชายสามารถทำงานได้สม่ำเสมอกว่าคนงานหญิง

$$\bar{X}_{\text{ชาย}} = \frac{\sum X}{n} = \frac{80 + 82 + 90 + 92}{4} = 86 \text{ หน่วย}$$

$$\bar{X}_{\text{หญิง}} = \frac{\sum X}{n} = \frac{78 + 88 + 86 + 98 + 95}{5} = 89 \text{ หน่วย}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{ชาย}} &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(80 - 86)^2 + (82 - 86)^2 + (90 - 86)^2 + (92 - 86)^2}{4 - 1}} \\ &= 5.8878 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{หญิง}} &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(78 - 89)^2 + (88 - 89)^2 + (86 - 89)^2 + (98 - 89)^2 + (95 - 89)^2}{5 - 1}} \\ &= 7.8740 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

- ข. ในการเปรียบเทียบการกระจายระหว่างข้อมูล 2 กลุ่ม ทำโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน พบว่า จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ของพนักงานหญิงมีการกระจายมากกว่าของพนักงานชาย

$$C.V._{\text{ชาย}} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{5.8878}{86} (100) = 6.8463\%$$

$$C.V._{\text{หญิง}} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{7.8740}{89} (100) = 8.8472\%$$

- ค. พนักงานชายที่ทำงานมีประสิทธิภาพเท่ากับ น.ส. พลอย ควรผลิตได้ชั่วโมงละ

$$Z_{\text{พลอย}} = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{90 - 89}{7.8740} = 0.127$$

$$X_{\text{ชาย}} = \bar{X} + Zs = 86 + 0.127(5.8878) = 86.7478 \text{ หน่วย}$$

7. ค่าเฉลี่ยใหม่สามารถคำนวณได้โดย

$$\bar{X}_{\text{ใหม่}} = \frac{(20 \times 12) + 10}{21} = 11.9048 \text{ คะแนน}$$

ค่ามัธยฐานจะมีค่าลดลงแต่ไม่สามารถคำนวณได้ว่าเท่ากับเท่าไรเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ
 ค่าฐานนิยมจะมีค่าเท่ากับ 10 คะแนน เนื่องจากจำนวนซ้ำของค่า 10 จะมากขึ้น 1 ค่า ขณะที่ค่า 17 จะมีจำนวนนับเท่าเดิม

8.

คะแนน X	แผนก A			แผนก B		
	ความถี่ f	fX	$f(X - \bar{X})^2$	ความถี่ f	fX	$f(X - \bar{X})^2$
1	3	3	38.88	5	5	96.36
2	8	16	54.08	8	16	91.94
3	12	36	30.72	10	30	57.12
4	15	60	5.40	11	44	21.25
5	20	100	3.20	14	70	2.31
6	9	54	17.64	19	114	7.07
7	7	49	40.32	15	105	38.88
8	4	32	46.24	9	72	61.31
9	2	18	38.72	7	63	91.22
10	0	0	0.00	2	20	42.50
รวม	80	368	275.20	100	539	509.96
	ค่าเฉลี่ย = 4.60			ค่าเฉลี่ย = 5.39		

ก. แผนก A: ค่ามัธยฐาน = 5 คะแนน

ค่าฐานนิยม = 5 คะแนน

แผนก B: ค่ามัธยฐาน = 6 คะแนน

ค่าฐานนิยม = 6 คะแนน

ข. แผนก A:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f(X - \mu)^2}{N} = \frac{275.2}{80} = 3.44$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{3.44} = 1.8547$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{1.8547}{4.60} (100) = 40.3196\%$$

แผนก B:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f(X - \mu)^2}{N} = \frac{509.96}{100} = 5.0996$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{5.0996} = 2.2582$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{2.2582}{5.39} (100) = 41.8961\%$$

ค. แผนก A มีความรู้รอบตัวมากกว่าแผนก B พิจารณาได้จากค่าเฉลี่ย

ง. คะแนนการทดสอบของแผนก B มีการกระจายมากกว่า แผนก A พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.)

9. * หน่วย: พันบาท

ค่าใช้จ่าย*	นักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน (A)			นักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรป (E)		
	ความถี่			ความถี่		
X	f	fX	f(X - $\bar{X}$) ²	f	fX	f(X - $\bar{X}$) ²
8	9	72	29.16	5	40	20
9	12	108	7.68	10	90	10
10	15	150	0.60	20	200	0
11	8	88	11.52	10	110	10
12	6	72	29.04	5	60	20
รวม	50	490	78.00	50	500	60
	ค่าเฉลี่ย = 9.8			ค่าเฉลี่ย = 10		

ก. นักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน (A): ค่ามัธยฐาน = 10 พันบาท

ค่าฐานนิยม = 10 พันบาท

นักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรป (E): ค่ามัธยฐาน = 10 พันบาท

ค่าฐานนิยม = 10 พันบาท

ข. นักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน (A):

$$s^2 = \frac{\sum f(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{78}{50 - 1} = 1.5918$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{1.5918} = 1.2617$$

$$C.V. = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{1.2617}{9.8} (100) = 12.8745\%$$

นักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรป (E):

$$s^2 = \frac{\sum f(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{60}{50 - 1} = 1.2245$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{1.2245} = 1.1066$$

$$C.V. = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{1.1066}{10} (100) = 11.0657\%$$

ค. นักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรปมีค่าใช้จ่ายมากกว่านักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน พิจารณาได้จากค่าเฉลี่ย

ง. ค่าใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรปมีการกระจายน้อยกว่านักท่องเที่ยวชาวอเมริกัน พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน

10. พนักงานของบริษัท พิมพ์กมล จำกัด มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 80 คน แบ่งกลุ่มตามอายุได้ 5 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางและแผนภาพวงกลม (Pie Chart) ได้ดังนี้

กลุ่ม	อายุ	อัตราส่วน (%)	จำนวนคน (f)	ค่ากลาง (X)	fX
ก	16-20 ปี	10	8	18	144
ข	21-25 ปี	20	16	23	368
ค	26-30 ปี	30	24	28	672
ง	31-35 ปี	25	20	33	660
จ	36-40 ปี	15	12	38	456
รวม		100	80		2,300

ก. อายุเฉลี่ยของพนักงาน บริษัท พิมพ์กมล จำกัด เป็น

$$\mu = \frac{\sum fX}{N} = \frac{2,300}{80} = 28.75 \text{ ปี}$$

ข. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของอายุพนักงานเท่ากับ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X - \mu)^2}{N}} = \sqrt{\frac{2,854.80}{80}} = 5.9737 \text{ ปี}$$

ค. อายุของพนักงาน บริษัท พิมพ์กมล จำกัด

$$\text{C.V.} = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{5.9737}{28.75} (100) = 20.7781\%$$

อายุของพนักงาน บริษัท เกษกานต์ จำกัด

$$\text{C.V.} = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{6.01}{30.52} (100) = 19.6920\%$$

พบว่า อายุของพนักงาน บริษัท พิมพ์กมล จำกัด มีการกระจายมากกว่าอายุของพนักงาน บริษัท เกษกานต์ จำกัด

11.

คะแนน	ความถี่	ความถี่สะสม		
X	f	fX	fX ²	F
85	1	85	7,225	1
84	2	168	14,112	3
83	3	249	20,667	6
82	5	410	33,620	11
81	6	486	39,366	17
80	4	320	25,600	21
79	5	395	31,205	26
78	2	156	12,168	28
77	1	77	5,929	29
76	0	0	0	29
75	1	75	5,625	30
รวม	30	2421	195,517	

ก.

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n} = \frac{2,421}{30} = 80.7 \text{ คะแนน}$$

$$\text{Med} = \text{พจน์ที่ } \frac{30 + 1}{2} = 15.5$$

$$= 81 \text{ คะแนน}$$

$$\text{Mode} = 81 \text{ คะแนน}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{195,517}{29} - \frac{30(80.7)^2}{29}} = 2.2152 \text{ คะแนน}$$

ข. ครูแอนี่สามารถสรุปได้ว่า การเรียนได้ผล เพราะคะแนนเฉลี่ยหลังจบหลักสูตรมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเริ่มหลักสูตร และค่าต่ำสุดของคะแนนหลังจบหลักสูตรมากกว่าหรือเท่ากับค่าสูงสุดของคะแนนก่อนเริ่มหลักสูตร แม้ว่าการกระจายของคะแนนหลังจบหลักสูตรจะมากกว่าคะแนนก่อนเริ่มหลักสูตรก็ตาม (พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันที่คำนวณด้านล่าง) อย่างไรก็ตาม การรวบรวมข้อมูลเช่นนี้ไม่เหมาะสม เพราะไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีการเปลี่ยนแปลงคะแนนไปอย่างไรเมื่อเรียนจบหลักสูตร ครูแอนี่ ควรใช้ข้อมูลคะแนนหลังจบหลักสูตรหักด้วยคะแนนก่อนเริ่มหลักสูตรสำหรับนักเรียนแต่ละคนจะทำให้เกิดความชัดเจนมากกว่า

$$\text{C.V. หลัง} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{2.2152}{80.7} (100) = 2.7450\%$$

$$\text{C.V. ก่อน} = \frac{s}{\bar{X}} (100) = \frac{0.98}{73} (100) = 1.3425\%$$

12.

จำนวนลูกค้าต่อโต๊ะ (คน) X	สาขาที่หนึ่ง			สาขาที่สอง		
	ความถี่ f	fX	fX ²	ความถี่ f	fX	fX ²
1	5	5	5	40	40	40
2	8	16	32	60	120	240
3	10	30	90	35	105	315
4	12	48	192	25	100	400
5	18	90	450	20	100	500
6	16	96	576	15	90	540
7	15	105	735	5	35	245
8	11	88	704	0	0	0
9	3	27	243	0	0	0
10	2	20	200	0	0	0
รวม	100	525	3,227	200	590	2,280

ก. สาขาที่หนึ่ง:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{525}{100} = 5.25 \text{ คน}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{3,227}{99} - \frac{100(5.25)^2}{99}} = 2.18 \text{ คน}$$

$$C.V. = \frac{s}{\bar{X}}(100) = \frac{2.18}{5.25}(100) = 41.52\%$$

สาขาที่สอง:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{590}{200} = 2.95 \text{ คน}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2,280}{199} - \frac{200(2.95)^2}{199}} = 1.65 \text{ คน}$$

$$C.V. = \frac{s}{\bar{X}}(100) = \frac{1.65}{2.95}(100) = 55.93\%$$

- ข. คุณวรรณสามารถสรุปได้ว่า ลูกค้าของสาขาแรกมีจำนวนคนเฉลี่ยต่อโต๊ะสูงกว่าสาขาที่สอง แม้ว่า
จะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเล็กน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน
(C.V.) แล้วการกระจายของสาขาแรกไม่มากกว่าสาขาที่สอง

จากผลที่ได้คุณวรรณควรปรับปรุงขนาดของโต๊ะในสาขาแรกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ขณะที่
สาขาที่สองควรเน้นโต๊ะขนาดเล็กสำหรับลูกค้า 2-3 คน

บทที่ 2

ความน่าจะเป็น

1.

	ธุรกิจระหว่างประเทศ (I)	ธุรกิจการเกษตร (A)	อุตสาหกรรม (P)	รวม
ชาย (M)	80	10	0	90
หญิง (F)	0	40	20	60
รวม	80	50	20	150

ก. ความน่าจะเป็นที่สมาชิกผู้ถูกสัมภาษณ์จะเป็นชายที่มีประสบการณ์ด้านธุรกิจระหว่างประเทศ

$$P(MI) = \frac{80}{150} = 0.5333$$

ความน่าจะเป็นที่สมาชิกผู้ถูกสัมภาษณ์จะเป็นหญิงไม่มีประสบการณ์ด้านธุรกิจการเกษตร

$$P(FI) + P(FP) = \frac{20 + 0}{150} = 0.1333$$

ความน่าจะเป็นที่สมาชิกผู้ถูกสัมภาษณ์จะเป็นหญิงที่มีประสบการณ์ด้านอุตสาหกรรม หรือ ชายที่มีประสบการณ์ด้านธุรกิจการเกษตร

$$P(FP \text{ or } MA) = P(FP) + P(MA) = \frac{20}{150} + \frac{10}{150} = 0.2$$

ข.
$$P(P/M) = \frac{0}{90} = 0$$

ค. ถ้าสุ่มสัมภาษณ์ 2 คน ความน่าจะเป็นที่จะได้สัมภาษณ์ชาย 1 คนและหญิง 1 คนเท่ากับ

$$= \frac{{}^{90}C_1 \times {}^{60}C_1}{{}^{150}C_2} = \frac{90 \times 60 \times 2}{150 \times 149} = 0.4832$$

ง. ถ้าสุ่มสัมภาษณ์ 3 คน ความน่าจะเป็นที่คนแรกมีประสบการณ์ด้านธุรกิจระหว่างประเทศ อีก 2 คนมีประสบการณ์ด้านธุรกิจการเกษตรและประสบการณ์ด้านอุตสาหกรรมเท่ากับ

$$= \frac{{}^{80}C_1}{{}^{150}C_1} \times \frac{{}^{50}C_1 \times {}^{20}C_1}{{}^{149}C_2} = \frac{80}{150} \times \frac{50 \times 20 \times 2}{149 \times 148} = 0.0484$$

2. ให้ A = เหตุการณ์ที่แกงขายหมดก่อนเที่ยงวัน

B = เหตุการณ์ที่ผัดขายหมดก่อนเที่ยงวัน

ดังนั้น $P(A) = 0.840$ $P(B) = 0.880$

ก. ในแต่ละวันความน่าจะเป็นที่นางเย็นจะได้กลับบ้านเร็ว หมายความว่า ขายทั้งสองอย่างหมดก่อนเที่ยงวัน

$$P(AB) = P(A) \times P(B) = 0.840 \times 0.880 = 0.7392$$

ข. ในแต่ละวันความน่าจะเป็นที่นางเย็นจะขายอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหมดก่อนเที่ยงวัน หมายความว่า ถึง ขายแกงหมดก่อนเที่ยงวันแต่ขายผัดไม่หมดก่อนเที่ยงวัน และ ขายผัดหมดก่อนเที่ยงวันแต่ขายแกงไม่หมดก่อนเที่ยงวัน

$$= [P(A) \times P(B')] + [P(A') \times P(B)]$$

$$= (0.84 \times 0.12) + (0.16 \times 0.88) = 0.1008 + 0.1408 = 0.2416$$

ค.

เหตุการณ์	P(เหตุการณ์)	P(B/เหตุการณ์)	P(B,เหตุการณ์)
ขายแกงหมดก่อนเที่ยงวัน (A)	0.84	0.7	0.588
ขายแกงไม่หมดก่อนเที่ยงวัน (A')	0.16	0.4	0.064
	<u>1.00</u>	P(B) =	<u>0.625</u>

$$P(A/B) = \frac{0.588}{0.625} = 0.9018$$

3.

รอบแรก	รอบสอง		รวม
	S	U	
S	$0.85 \times 0.7 = 0.595$	0.105	0.7
U	$0.2 \times 0.3 = 0.060$	0.240	0.3
รวม	0.655	0.345	1.0

ก. ความน่าจะเป็นที่นางสาวแอมจะได้งานทำ

$$= P(S \text{ รอบแรก}) + P(S \text{ รอบสอง}) - P(S \text{ รอบแรกและรอบสอง})$$

$$= 0.7 + 0.655 - 0.595 = 0.76$$

$$\text{ข. } P(S \text{ รอบแรก/ได้งานทำ}) = \frac{0.7}{0.76} = 0.9211$$

$$\text{ค. } P(S \text{ รอบแรก}/S \text{ รอบสอง}) = \frac{0.595}{0.655} = 0.9084$$

4.

เครื่องจักร	เกรดสินค้า			รวม
	A	B	C	
ก	65	10	5	80
ข	180	24	16	220
ค	84	8	8	100
รวม	329	42	29	400

ก.
$$P(C) = \frac{29}{400} = 0.0725$$

ข.
$$P(ก/B) = \frac{10}{42} = 0.2381$$

ค.
$$\begin{aligned} P(ข \text{ or } A) &= P(ข) + P(A) - P(ขA) \\ &= \frac{220 + 329 - 180}{400} \\ &= 0.9225 \end{aligned}$$

5.

ก.
$$P(\text{ทำงานมากกว่า 3 ปี}) = \frac{8 + 4}{20} = \frac{12}{20} = 0.6$$

ข.
$$P(\text{ทำงานมา 5 ปี ทั้งสองคน}) = \frac{{}^4C_2}{{}^{20}C_2} = \frac{4}{20} = 0.2$$

6.

เพศ	ระดับการศึกษา		รวม
	ปริญญาตรีขึ้นไป (B)	ต่ำกว่าปริญญาตรี (B')	
ชาย (A)	50	25	75
หญิง (A')	68	32	100
รวม	118	57	175

ก.
$$P(A) = \frac{75}{175} = 0.4286$$

ข.
$$P(A'B') = \frac{32}{175} = 0.1829$$

ความเห็น	ระดับการศึกษา		รวม
	ปริญญาตรีขึ้นไป (B)	ต่ำกว่าปริญญาตรี (B')	
เห็นด้วย (C)	32	20	52
ไม่เห็นด้วย (C')	86	37	123
รวม	118	57	175

ค. $P(BC') = \frac{86}{175} = 0.4914$

ง. $P(B'/C) = \frac{20}{52} = 0.3846$

เพศ	ความเห็น		รวม
	เห็นด้วย (C)	ไม่เห็นด้วย (C')	
ชาย (A)	8	67	75
หญิง (A')	44	56	100
รวม	52	123	175

จ. $P(C/A') = \frac{44}{100} = 0.44$

ฉ. $P(C/A') = 0.44$

$$P(C) = \frac{52}{175} = 0.2971$$

$$P(C/A') \neq P(C)$$

ดังนั้น เพศและความเห็นเกี่ยวกับการทำแท้งเสรีไม่เป็นอิสระจากกัน

ช. $P(A \text{ or } B' \text{ or } C') = P(A) + P(B') + P(C') - P(AB') - P(AC') - P(B'C') + P(AB'C')$

$$\frac{126}{175} = \frac{75}{175} + \frac{57}{175} + \frac{123}{175} - \frac{25}{175} - \frac{67}{175} - \frac{37}{175} + P(AB'C')$$

$$\frac{126}{175} = \frac{126}{175} + P(AB'C')$$

$$P(AB'C') = 0$$

ดังนั้น เหตุการณ์ทั้งสามเกิดขึ้นพร้อมกันไม่ได้

7. ให้ $B =$ เหตุการณ์ที่นักศึกษาจะชอบวิชาสถิติ

เหตุการณ์ที่เป็น	$P(\text{เหตุการณ์})$	$P(B/\text{เหตุการณ์})$	$P(B, \text{เหตุการณ์})$	$P(\text{เหตุการณ์}/B)$
นักศึกษาปีที่ 2 (A_1)	0.4	0.10	0.040	0.40
นักศึกษาปีที่ 3 (A_2)	0.3	0.15	0.045	0.45
นักศึกษาปีที่ 4 (A_3)	0.3	0.05	0.015	0.15
	<u>1.0</u>	$P(B) =$	<u>0.100</u>	

ก. ความน่าจะเป็นที่คุณแจ่มจะเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 เท่ากับ 0.40

ข. ความน่าจะเป็นที่คุณแจ่มจะเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 เท่ากับ 0.45

ค. ความน่าจะเป็นที่คุณแจ่มจะเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 เท่ากับ 0.15

8.

ก. จงเติมตารางแสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามข้างล่างให้ถูกต้องครบถ้วน

	ชอบดีใจ (P)	ไม่ชอบดีใจ (P')	รวม
ชาย (Q)	60	20	80
หญิง (Q')	70	50	120
สถานี A (R)	60	30	90
สถานี B (R')	70	40	110
รวม	130	70	200

ข.

$$1. \quad P(R') = \frac{110}{200} = 0.55$$

$$2. \quad P(Q'P') = \frac{50}{200} = 0.25$$

$$3. \quad P(Q \text{ or } P) = P(Q) + P(P) - P(QP) \\ = \frac{80}{200} + \frac{130}{200} - \frac{60}{200} = 0.75$$

$$4. \quad P(P/Q) = \frac{P(PQ)}{P(Q)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

ค.

1. ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลเป็นชายทั้งสองคน

$$= \frac{{}^{80}C_2}{{}^{200}C_2} = \frac{80 \times 79}{200 \times 199} = 0.1588$$

2. ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัล 1 คนเป็นชายที่ไม่ชอบดีเจ และอีก 1 คนเป็นผู้ที่ชอบดีเจ

$$= \frac{{}^{20}C_1 \times {}^{130}C_1}{{}^{200}C_2} = \frac{2(20 \times 130)}{200 \times 199} = 0.1307$$

3. ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลอย่างน้อย 1 คนเป็นหญิงที่ไม่ชอบดีเจ

= ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัล 1 คนเป็นหญิงที่ไม่ชอบดีเจ + ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัล 2 คนเป็นหญิงที่ไม่ชอบดีเจ

$$= \frac{{}^{50}C_1 \times {}^{150}C_1}{{}^{200}C_2} + \frac{{}^{50}C_2}{{}^{200}C_2} = \frac{2(50 \times 150)}{200 \times 199} + \frac{50 \times 49}{200 \times 199} = 0.4384$$

ง.

1. ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลที่ 1 เป็นชาย และผู้รับรางวัลที่ 2 เป็นหญิงที่ไม่ชอบดีเจ

$$= \frac{{}^{80}P_1 \times {}^{50}P_1}{{}^{200}P_2} = \frac{80 \times 50}{200 \times 199} = 0.1005$$

2. ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลที่ 2 เป็นชายที่ชอบดีเจ

= ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลที่ 1 ไม่ได้เป็นชายที่ชอบดีเจ + ความน่าจะเป็นที่ผู้รับรางวัลที่ 1 เป็นชายที่ชอบดีเจด้วย

$$= \frac{{}^{140}P_1 \times {}^{60}P_1}{{}^{200}P_2} + \frac{{}^{60}P_2}{{}^{200}P_2}$$

$$= \frac{140 \times 60}{200 \times 199} + \frac{60 \times 59}{200 \times 199} = 0.2111 + 0.0889 = 0.3$$

9. ให้ A = เหตุการณ์ที่ลูกค้าซื้อสินค้าหลังจากที่นายปิอกแนะนำสินค้า

A' = เหตุการณ์ที่ลูกค้าไม่ซื้อสินค้าหลังจากที่นายปิอกแนะนำสินค้า

กรณีนี้ เหตุการณ์ที่นายปิอกสามารถเข้าพบลูกค้า เกิดก่อน เหตุการณ์ที่ลูกค้าเป็นชายหรือหญิง และ เหตุการณ์ที่นายปิอกสามารถขายสินค้าได้ ดังนั้น เหตุการณ์ที่นายปิอกสามารถเข้าพบลูกค้า จึงไม่มีผลกระทบต่อการคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่ต้องการทราบค่า

ก.

เหตุการณ์ที่ลูกค้าเป็น	P(เหตุการณ์)	P(A/เหตุการณ์)	P(A,เหตุการณ์)
ชาย (M)	0.4	0.25	0.10
หญิง (F)	0.6	0.45	0.27
	1.0	P(A) =	0.37

$$P(F/A) = \frac{0.27}{0.37} = 0.73$$

ข.

เหตุการณ์ที่ลูกค้าเป็น	P(เหตุการณ์)	P(A'/เหตุการณ์)	P(A',เหตุการณ์)
ชาย (M)	0.4	0.75	0.30
หญิง (F)	0.6	0.55	0.33
	<u>1.0</u>	P(B) =	<u>0.63</u>

$$P(M/A') = \frac{0.30}{0.63} = 0.48$$

10. งามงอนต้องการเลือกต้นไม้มาจัดซุ้ม 10 ต้น จากไม้ดอก 20 ชนิด 20 ต้น ไม้ใบ 6 ชนิด 6 ต้น

ถ้าให้ A เป็นเหตุการณ์ที่ไม้มะลิ 1 ต้นถูกเลือก

B เป็นเหตุการณ์ที่เลือกไม้ใบ 2 ต้น

จงหา

ก. $P(AB)$ = เลือกมะลิซึ่งเป็นไม้ดอก 1 ต้น และเลือกไม้ใบ 2 ต้น ที่เหลือเป็นไม้ดอกอื่นๆ

$$= \frac{{}^1C_1 \times {}^6C_2 \times {}^{19}C_7}{{}^{26}C_{10}} = 0.1423$$

ข. $P(B)$ = เลือกไม้ใบ 2 ต้น ที่เหลือเป็นไม้ดอก

$$= \frac{{}^6C_2 \times {}^{20}C_8}{{}^{26}C_{10}} = 0.3557$$

ค. $P(A/B) = \frac{P(AB)}{P(B)} = \frac{0.1423}{0.3557} = 0.4$

11. ให้
- A_1 = เหตุการณ์ที่เป็นสินค้าที่ซื้อจากโรงงานที่ 1
 - A_2 = เหตุการณ์ที่เป็นสินค้าที่ซื้อจากโรงงานที่ 2
 - A_3 = เหตุการณ์ที่เป็นสินค้าที่ซื้อจากโรงงานที่ 3
 - B = เหตุการณ์ที่สินค้าเป็นสินค้าที่ไม่ได้ขนาดตามต้องการ
 - B' = เหตุการณ์ที่สินค้าเป็นสินค้าที่ได้ขนาดตามต้องการ

ก. $P(A_3B) = P(B/A_3) \times P(A_3)$
 $= 0.03 \times 0.4 = 0.012$

ข. $P(A_1B') = P(B'/A_1) \times P(A_1)$
 $= (1-0.01) \times 0.2 = 0.99 \times 0.2 = 0.198$

12. ให้
- A = เหตุการณ์ที่ลูกค้าดื่มกาแฟ
- B = เหตุการณ์ที่ลูกค้ารับประทานขนมเค้ก
- B' = เหตุการณ์ที่ลูกค้าซื้อเพชร

$$P(A) = 0.62 \quad P(B) = 0.27 \quad P(C) = 0.08$$

$$P(B/C) = 0.68 \quad P(A \text{ or } B) = 0.72$$

ก. $P(A \text{ or } B) = P(A) + P(B) - P(AB)$

$$P(AB) = P(A) + P(B) - P(A \text{ or } B)$$

$$= 0.62 + 0.27 - 0.72$$

$$= 0.17$$

ข. $P(BC) = P(B/C) \times P(C)$

$$= 0.68 \times 0.08 = 0.0544$$

$$P(B \text{ or } C) = P(B) + P(C) - P(BC)$$

$$= 0.27 + 0.08 - 0.0544$$

$$= 0.2956$$

ค. $P(B/A) = \frac{P(AB)}{P(A)} = \frac{0.17}{0.62} = 0.2742$

13. ให้
- A = เหตุการณ์ที่สุ่มหยิบได้สินค้าที่ผลิตจากโรงงาน A
- B = เหตุการณ์ที่สุ่มหยิบได้สินค้าที่ผลิตจากโรงงาน B
- P = เหตุการณ์ที่สุ่มหยิบได้สินค้าที่มีตำหนิ

$$\text{สินค้าทั้งหมด} = 400 + 600 = 1,000 \text{ หน่วย}$$

ก. $P(A) = \frac{400}{1,000} = 0.4$

ข.

เหตุการณ์	P(เหตุการณ์)	P(P/เหตุการณ์)	P(P,เหตุการณ์)
A	0.4	0.05	$0.4 \times 0.05 = 0.02$
B	0.6	0.10	$0.6 \times 0.10 = 0.06$
	<u>1.0</u>	P(P) =	<u>0.08</u>

$$P(A/P) = \frac{P(AP)}{P(P)} = \frac{0.02}{0.08} = 0.25$$

14.

เพศ	ชอบเครื่องดื่ม		รวม
	ร้อน (Y)	เย็น (Y')	
หญิง (X)	10	26	36
ชาย (X')	17	37	54
รวม	27	63	90

ก.
$$P(X) = \frac{36}{90} = 0.40$$

เพศ	ขนมเค้ก		รวม
	ชอบ (Z)	ไม่ชอบ (Z')	
หญิง (X)	22	14	36
ชาย (X')	20	34	54
รวม	42	48	90

ข.
$$P(XZ) = \frac{22}{90} = 0.2444$$

ขนมเค้ก	ชอบเครื่องดื่ม		รวม
	ร้อน (Y)	เย็น (Y')	
ชอบ (Z)	27	15	42
ไม่ชอบ (Z')	0	48	48
รวม	27	63	90

ค.
$$P(Y'Z) = \frac{15}{90} = 0.1667$$

ง.
$$P(X' \text{ or } Y) = P(X') + P(Y) - P(X'Y)$$

$$= \frac{54}{90} + \frac{27}{90} - \frac{17}{90}$$

$$= \frac{64}{90} = 0.7111$$

จ.
$$P(Y/X') = \frac{17}{54} = 0.3148$$

ถ้าให้ A เป็นเหตุการณ์ที่ผู้รับรางวัลเป็นผู้ชอบเครื่องบินร้อน
และ B เป็นเหตุการณ์ที่ผู้รับรางวัลเป็นผู้ที่ไม่ชอบขนมเค้ก

จ. เนื่องจาก $P(AB) = 0$ ดังนั้น เหตุการณ์ A และ B เกิดขึ้นพร้อมกันไม่ได้ จึงเป็น Mutually Exclusive กัน

ข. $P(A) = \frac{27}{90}; \quad P(B) = \frac{48}{90}; \quad P(AB) = 0$

$$P(A) \times P(B) = \frac{27}{90} \times \frac{48}{90} = 0.16 \neq P(AB)$$

ดังนั้น เหตุการณ์ A และ B ไม่เป็นอิสระจากกัน

15. ให้ A = เหตุการณ์ที่ผลิตภัณฑ์ A ของบริษัทผ่านการทดสอบผลิตภัณฑ์
B = เหตุการณ์ที่ผลิตภัณฑ์ A ของบริษัทผ่านการทดสอบแผนการตลาด
B' = เหตุการณ์ที่ผลิตภัณฑ์ A ของบริษัทไม่ผ่านการทดสอบแผนการตลาด

ก.

เหตุการณ์ที่ผลิตภัณฑ์ใหม่	P(เหตุการณ์)	P(A/เหตุการณ์)	P(A,เหตุการณ์)
ประสบความสำเร็จ (S)	0.6	0.7	0.42
ไม่ประสบความสำเร็จ (F)	0.4	0.1	0.04
	<u>1.0</u>	P(A) =	<u>0.46</u>

$$P(S/A) = \frac{0.42}{0.46} = 0.9130$$

ข.

เหตุการณ์ที่ผลิตภัณฑ์ใหม่	P(เหตุการณ์)	P(A/เหตุการณ์)	P(B'/A)	P(A,B',เหตุการณ์)
ประสบความสำเร็จ (S)	0.6	0.7	0.2	0.084
ไม่ประสบความสำเร็จ (F)	0.4	0.1	0.2	0.008
	<u>1.0</u>		P(A,B') =	<u>0.092</u>

$$P(F/AB') = \frac{0.008}{0.092} = 0.0870$$

16.

	B	M	รวม
Y	40	20	60
O	10	30	40
รวม	50	50	100

ก.
$$P(OO) = \frac{{}^{40}C_2}{{}^{100}C_2} = \frac{40 \times 39}{100 \times 99} = 0.1576$$

ข.
$$P(BM/OO) = \frac{{}^{10}C_1 \times {}^{30}C_1}{{}^{40}C_2} = \frac{2(10 \times 30)}{40 \times 39} = 0.3846$$

ค. จากข้อมูลที่แสดงในตารางข้างต้นสรุปได้ว่า

$$P(B) = 0.5$$

$$P(B/Y) = \frac{40}{60} = 0.67$$

$$P(B/O) = \frac{10}{40} = 0.25$$

$$P(B) \neq P(B/Y) \neq P(B/O)$$

ดังนั้น อายุและวุฒิการศึกษาไม่เป็นอิสระจากกัน

17.

	ขาดสารอาหาร (F)	ไม่ขาดสารอาหาร (F')	รวม
ว่างงาน (U)	$0.7 \times 0.2 = 0.14$	0.060	0.2
มีงานทำ (E)	$0.03 \times 0.8 = 0.024$	0.776	0.8
รวม	0.164	0.836	1.0

ก.
$$P(F) = 0.164$$

ข.
$$P(U/F') = \frac{0.06}{0.836} = 0.0718$$

18. ให้

A = เหตุการณ์ที่สุ่มได้พนักงานที่ทำงานพอใช้ได้

B = เหตุการณ์ที่สุ่มได้พนักงานที่ทำงานดีมากหรือดี

ก.
$$P(A) = \frac{{}^4C_2}{{}^9C_2} = \frac{4 \times 3}{9 \times 8} = 0.1667$$

ข.
$$P(B) = \frac{{}^5C_1}{{}^9C_1} = \frac{5}{9} = 0.5556$$

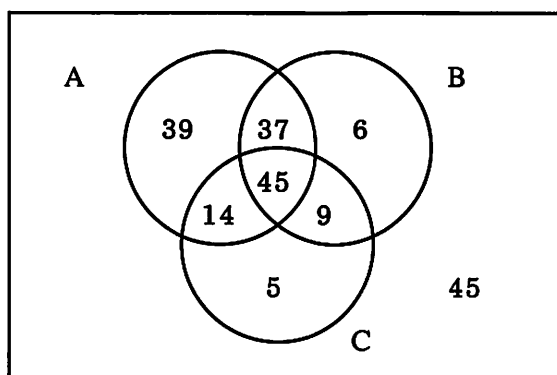
19.

	E	F	รวม
S	0.72	0.18	0.90
T	0.01	0.09	0.10
รวม	0.73	0.27	1.00

ก.
$$P(F) = 0.27$$

ข.
$$P(T/E) = \frac{0.01}{0.73} = 0.0137$$

20.



ก.
$$P(A'B'C') = \frac{45}{200} = 0.225$$

ข.
$$P(A \text{ or } C) = P(A) + P(C) - P(AC)$$

$$= \frac{135}{200} + \frac{73}{200} - \frac{59}{200} = 0.745$$

ค.
$$P(A/C) = \frac{59}{73} = 0.8082$$

21. ให้ A = เหตุการณ์ที่คนทำงานในสถาบันการเงิน
 B = เหตุการณ์ที่คนออกจากงาน

$$P(B/A') = 0.4 \quad P(B/A) = 0.7 \quad P(A) = 0.3 \quad P(A') = 0.7$$

$$P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B/A)P(A) + P(B/A')P(A')} \\ = \frac{0.7 \times 0.3}{(0.7 \times 0.3) + (0.4 \times 0.7)} = 0.4286$$

22.

	A	B	C	รวม
เห็นด้วย (Y)	30	20	10	60
ไม่เห็นด้วย (N)	10	5	5	20
รวม	40	25	15	80

ก. $P(A \text{ or } Y) = P(A) + P(Y) - P(AY)$

$$= \frac{40}{80} + \frac{60}{80} - \frac{30}{80} = 0.875$$

ข. $P(BY, CN) = \frac{{}^{20}C_1 \times {}^5C_1}{{}^{80}C_2} = \frac{2(20 \times 5)}{80 \times 79} = 0.0316$

ค. $P(AY, AN) = \frac{{}^{30}C_1 \times {}^{10}C_1}{{}^{80}C_1} = \frac{30 \times 10}{80 \times 79} = 0.0475$

ง. $P(N, Y, C) = P(NC', YC', C) + P(NC', YC, C) + P(NC, YC', C) + P(NC, YC, C)$

$$= \left[\frac{15}{80} \times \frac{50}{79} \times \frac{15}{78} \right] + \left[\frac{15}{80} \times \frac{10}{79} \times \frac{14}{78} \right] + \left[\frac{5}{80} \times \frac{50}{79} \times \frac{14}{78} \right] + \left[\frac{5}{80} \times \frac{10}{79} \times \frac{13}{78} \right] \\ = 0.0355$$

23.

ความกดดัน	ออกจางาน (B)	ไม่ออกจางาน (B')	รวม
สูง (A1)	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	0.15	0.5
พอประมาณ (A2)	$0.2 \times 0.3 = 0.06$	0.24	0.3
ไม่มี (A3)	$0.1 \times 0.2 = 0.02$	0.18	0.2
รวม	0.43	0.57	1.0

ก. $P(A3) = 0.2$

ข. $P(B) = 0.43$

ค. $P(A1/B) = \frac{0.35}{0.43} = 0.8140$

24.

พนักงานฝ่าย	ชาย (M)	หญิง (F)	รวม
บัญชี (A1)	10	30	40
ตลาด (A2)	50	10	60
ผลิต (A3)	80	20	100
รวม	140	60	200

ก. $P(F, A3) = \frac{20}{200} = 0.1$

ข. $P(M \text{ or } A2) = P(M) + P(A2) - P(M, A2)$
 $= \frac{140}{200} + \frac{60}{200} - \frac{50}{200} = 0.75$

พนักงานฝ่าย	ต้องการ (Y)	ไม่ต้องการ (N)	รวม
บัญชี (A1)	10	30	40
ตลาด (A2)	15	45	60
ผลิต (A3)	25	75	100
รวม	50	150	200

ค. $P(N) = \frac{150}{200} = 0.75$

ง. จากข้อมูลที่แสดงในตารางข้างต้นสรุปได้ว่า

$$P(N/A1) = \frac{30}{40} = 0.75$$

$$P(N/A2) = \frac{45}{60} = 0.75$$

$$P(N/A3) = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$P(N/A1) = P(N/A2) = P(N/A3) = P(N)$$

ดังนั้น ความต้องการสถานออกกำลังกายของพนักงานในบริษัทเป็นอิสระจากฝ่ายที่พนักงานสังกัด

25.

	โรงงาน (P)	สำนักงาน (O)	รวม
ชาย (M)	150	30	180
หญิง (F)	250	70	320
รวม	400	100	500

ก.

$$P(F, O) = \frac{70}{500} = 0.14$$

	โรงงาน (P)	สำนักงาน (O)	รวม
ร้านสัปดาห์ (A)	350	70	420
ร้านรถหน้า (B)	50	30	80
รวม	400	100	500

ข.

$$P(P \text{ or } B) = P(P) + P(B) - P(P, B)$$

$$= \frac{400}{500} + \frac{80}{500} - \frac{50}{500} = 0.86$$

	โรงงาน (P)		สำนักงาน (O)		รวม
	ชาย (M)	หญิง (F)	ชาย (M)	หญิง (F)	
ร้านส้มตำ (A)	140	210	20	50	420
ร้านราดหน้า (B)	10	40	10	20	80
รวม	150	250	30	70	500

ค.
$$P(A/F, P) = \frac{210}{250} = 0.84$$

	ร้านส้มตำ (A)	ร้านราดหน้า (B)	รวม
ชาย (M)	160	20	180
หญิง (F)	260	60	320
รวม	420	80	500

ง. จากข้อมูลที่แสดงในตารางข้างต้นสรุปได้ว่า

$$P(M) = \frac{180}{500} = 0.36$$

$$P(M/A) = \frac{160}{420} = 0.38$$

$$P(M/B) = \frac{20}{80} = 0.25$$

$$P(M) \neq P(M/A) \neq P(M/B)$$

ดังนั้น ความต้องการร้านอาหารกลางวันของพนักงานไม่เป็นอิสระจากเพศของพนักงาน

บทที่ 3

การแจกแจงความน่าจะเป็น

1. สินค้าแลกเปลี่ยน:

ก. กระทิกน้ำร้อน

จำนวนที่ถูกแลกซื้อต่อวัน(X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
100	0.20	20.0
110	0.25	27.5
120	0.18	21.6
130	0.15	19.5
140	0.12	16.8
150	0.10	15.0
E(X) =		120.4

$$\text{กำไร} = (199-150)(120.4) = 5,899.60 \text{ บาท}$$

ข. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

จำนวนที่ถูกแลกซื้อต่อวัน(X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
60	0.15	9.00
65	0.20	13.00
70	0.35	24.50
75	0.17	12.75
80	0.13	10.40
E(X) =		69.65

$$\text{กำไร} = (475-405)(69.65) = 4,875.50 \text{ บาท}$$

ดังนั้น คุณวรรณควรตัดสินใจเลือกกระทิกน้ำร้อนเป็นสินค้าสมนาคุณ เพราะได้กำไรที่คาดไว้สูงกว่าหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

2.

จำนวนสลาก (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
300	0.10	30.0
350	0.20	70.0
400	0.30	120.0
450	0.25	112.5
500	0.15	75.0
E(X) =		407.5

$$\text{รายได้ที่คาดหวัง} = (407.5 \times 50) = 20,375 \text{ บาท}$$

ดังนั้น คุณหมื่นควรจัดทำสลากออกขาย เพราะมีรายได้ที่คาดหวังสูงกว่าการขายรถจักรยานยนต์ให้กับบริษัทรับซื้อรถเก่า

3. ทางเลือกที่หนึ่ง: ไม่เล่นต่อรอบสอง ชาลีจะได้รับรางวัล 5,000 บาท

ทางเลือกที่สอง: เล่นเกมรอบสอง

ผลลัพธ์ในการเปิดป้าย	รางวัล (บาท) (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
รูปพิธีกรชายหรือหญิง	10,000	2/3	3,333.33
รูปตลกชาย	0	1/3	0.00
E(X) =			3,333.33

พบว่า รางวัลที่คาดว่าจะได้รับเท่ากับ 3,333.33 บาท

ดังนั้น ชาลีไม่ควรเล่นเกมรอบสอง เนื่องจากรางวัลที่คาดว่าจะได้รับในการเล่นเกมน้อยกว่ารางวัลที่จะได้รับเมื่อไม่เล่น

4. รายได้ค่าเบี้ยประกันชีวิตต่อลูกค้าหนึ่งคน = 1,200 บาท

ค่าสินไหมทดแทนต่อลูกค้าหนึ่งคน = $100,000 \text{ บาท} \times 5/1000 = 500 \text{ บาท}$

ก. ดังนั้น บริษัทประกันชีวิตมีกำไรที่คาดว่าจะได้ต่อลูกค้าหนึ่งคน = $1,200 - 500 = 700 \text{ บาท}$

ข. ถ้าบริษัทประกันชีวิตต้องการกำไรที่คาดว่าจะได้จำนวน 1,000 บาทต่อลูกค้าหนึ่งคน

บริษัทควรเรียกเก็บค่าเบี้ยประกันรายปี = $1,000 + 500 = 1,500 \text{ บาท}$

5. ทางเลือกที่หนึ่ง: ทำสมุดขายตอนเปิดเทอม

เงินเข้าสุทธิ (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
70,000	0.1	7,000
50,000	0.6	30,000
10,000	0.3	3,000
E(X) =		40,000

ทางเลือกที่สอง: จัดคอนเสิร์ต

เงินเข้าสุทธิ (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
200,000	$0.55 \times 0.4 = 0.22$	44,000
60,000	$0.55 \times 0.6 = 0.33$	19,800
-40,000	0.45	-18,000
E(X) =		45,800

แจ๊ค ควรเลือกการจัดคอนเสิร์ตเพราะมีรายได้ที่คาดหวังสุทธิสูงกว่าการทำสมุดขาย

6. ขายทองหยิบ: กำไรที่คาดหวัง = $(400 \times 0.5) + (500 \times 0.5) = 450$ บาท
 ขายทองหยอด: กำไรที่คาดหวัง = $(300 \times 0.55) + (600 \times 0.45) = 435$ บาท
 ขายฝอยทอง: กำไรที่คาดหวัง = $(200 \times 0.6) + (700 \times 0.4) = 400$ บาท

ดังนั้น นารีควรทำขนมทองหยิบขาย เพราะมีกำไรที่คาดหวังสูงสุดในการขายแต่ละวัน

7. ทางเลือกที่ 1: ปรับราคาขายขึ้น 10% จาก 100 บาทต่อกล่องเป็น 110 บาทต่อกล่อง และต้นทุนต่อกล่องเพิ่มขึ้น 10% เป็น 66 บาท ดังนั้น กำไรต่อกล่องเท่ากับ $110 - 66 = 44$ บาท

ยอดขายต่อวัน (กล่อง)	กำไร (บาท) (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
11	484	0.15	72.6
12	528	0.20	105.6
13	572	0.30	171.6
14	616	0.25	154.0
15	660	0.10	66.0
E(X) =			569.8

ทางเลือกที่ 2: ตั้งราคาขายคงเดิม 100 บาท แต่ลดปริมาณโดนัทลงกล่องละ 10% ดังนั้น ต้นทุนต่อกล่องเป็น $0.9 \times 66 = 59.4$ บาท กำไรต่อกล่องเท่ากับ $100 - 59.4 = 40.6$ บาท

ยอดขายต่อวัน (กล่อง)	กำไร (บาท) (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X·P(X)
12	487.2	0.10	48.72
13	527.8	0.35	184.73
14	568.4	0.40	227.36
15	609.0	0.15	91.35
E(X) =			552.16

ดังนั้น คุณสมควรเลือกทางเลือกที่ 1 คือ เพิ่มราคาขาย 10% เพราะให้กำไรที่คาดหวังสูงกว่าทางเลือกที่ 2

8. ทางเลือกที่ 1: ให้คุณวรรณเช่าพื้นที่ทั้งหมดที่มีเพื่อขายโดนัท

ยอดขายต่อเดือน (บาท)	ค่าเช่า (บาท) (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X·P(X)
200,000	10,000	0.15	1,500
220,000	11,000	0.30	3,300
240,000	12,000	0.35	4,200
260,000	13,000	0.20	2,600
E(X) =			11,600

ดังนั้น ค่าเช่ารายปี = $120,000 + (11,600 \times 12) = 259,200$ บาท

หรือ ค่าเช่าเฉลี่ยรายเดือน = $259,200 / 12 = 21,600$ บาท

ทางเลือกที่ 2: ให้คุณไก่และคุณก้อยเช่าพื้นที่ร่วมกัน เพื่อขายเบเกอรี่และขนมไทย

ยอดขายเบเกอรี่ ต่อเดือน (บาท)	ยอดขายขนมไทย ต่อเดือน (บาท)	ยอดขายรวมต่อ เดือน (บาท)	ความน่าจะเป็น
70,000	50,000	120,000	$0.3 \times 0.4 = 0.12$
80,000	50,000	130,000	$0.4 \times 0.4 = 0.16$
90,000	50,000	140,000	$0.3 \times 0.4 = 0.12$
70,000	60,000	130,000	$0.3 \times 0.6 = 0.18$
80,000	60,000	140,000	$0.4 \times 0.6 = 0.24$
90,000	60,000	150,000	$0.3 \times 0.6 = 0.18$
			1.00

ยอดขายต่อเดือน (บาท)	ค่าเช่า (บาท) (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
120,000	18,000	0.12	2,160
130,000	19,500	0.34	6,630
140,000	21,000	0.36	7,560
150,000	22,500	0.18	4,050
E(X) =			<u>20,400</u>

ดังนั้น ค่าเช่ารายปี = $(20,400 \times 12)$ = 244,800 บาท

หรือ ค่าเช่าเฉลี่ยรายเดือน = 20,400 บาท

ดังนั้น คุณก็ควรให้คุณวรรณเช่าพื้นที่ในร้านของตน เพราะจะได้รับรายได้ค่าเช่าสูงกว่าให้คุณไก่ และคุณก้อยเช่า

9. ประเภทที่ 1: ไดอาร์ที่สามารถจดบันทึกรายวันได้

ทางเลือกที่ 1: สั่ง 1,000 เล่ม ต้นทุน = $(60 \times 1,000) + 20,000 = 80,000$ บาท

จำนวนขาย (เล่ม)	กำไร (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
1,000	$120,000 - 80,000 = 40,000$	0.5	20,000
1,500	$120,000 - 80,000 = 40,000$	0.3	12,000
2,000	$120,000 - 80,000 = 40,000$	0.2	8,000
E(X) =			<u>40,000</u>

ทางเลือกที่ 2: สั่ง 1,500 เล่ม ต้นทุน = $(55 \times 1,500) + 20,000 = 102,500$ บาท

จำนวนขาย (เล่ม)	กำไร (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
1,000	$120,000 - 102,500 = 17,500$	0.5	8,750
1,500	$180,000 - 102,500 = 77,500$	0.3	23,250
2,000	$180,000 - 102,500 = 77,500$	0.2	15,500
E(X) =			<u>47,500</u>

ทางเลือกที่ 3: สั่ง 2,000 เล่ม ต้นทุน = $(55 \times 2,000) + 20,000 = 130,000$ บาท

จำนวนขาย (เล่ม)	กำไร (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
1,000	$120,000 - 130,000 = -10,000$	0.5	-5,000
1,500	$180,000 - 130,000 = 50,000$	0.3	15,000
2,000	$240,000 - 130,000 = 11,000$	0.2	22,000
E(X) =			<u>32,000</u>

ประเภทที่ 2: ไดอารี่ที่ใช้ในการวางแผนรายเดือน (Monthly Planner)

ทางเลือกที่ 1: สั่ง 6,000 เล่ม ต้นทุน = $(25 \times 6,000) + 8,000 = 158,000$ บาท

จำนวนขาย (เล่ม)	กำไร (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
6,000	$210,000 - 158,000 = 52,000$	0.5	26,000
7,500	$210,000 - 158,000 = 52,000$	0.5	26,000
E(X) =			52,000

ทางเลือกที่ 2: สั่ง 7,500 เล่ม ต้นทุน = $(25 \times 7,500) + 8,000 = 195,500$ บาท

จำนวนขาย (เล่ม)	กำไร (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
6,000	$210,000 - 195,500 = 14,500$	0.5	7,250
7,500	$262,500 - 195,500 = 67,000$	0.5	33,500
E(X) =			40,750

คุณจัดการเลือกไดอารี่ประเภทที่ 2 ไดอารี่ที่ใช้ในการวางแผนรายเดือน (Monthly Planner) และควรสั่งเป็นจำนวน 6,000 เล่ม จึงจะทำให้มีกำไรสูงสุด

10. ทางเลือกที่ 1: ไม่ซื้อบัตรชำระค่ารักษาพยาบาล

รายจ่ายที่เกิดขึ้น (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
0	0.20	0
500	0.30	150
1,000	0.25	250
1,500	0.20	300
2,000	0.05	100
E(X) =		800

ทางเลือกที่ 2: ซื้อบัตรชำระค่ารักษาพยาบาล

รายจ่ายที่เกิดขึ้น (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
700	0.20	140
700	0.30	210
700	0.25	175
1,200	0.20	240
1,700	0.05	85
E(X) =		850

ดังนั้น คุณสมควรตัดสินใจไม่ซื้อบัตรดังกล่าวจากโรงพยาบาลนี้โดยพิจารณาได้จากค่ารักษาพยาบาลที่คาดว่าจะได้ของทั้งสองทางเลือก

11. ทางเลือกที่ 1: ใช้วัตถุดิบของบริษัท A

ปริมาณการผลิตสินค้า P ในปีหน้า (กิโลกรัม)	จำนวน A ที่ ต้องใช้	ต้นทุน (X)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
1,000	100	2,000	0.20	400
1,500	150	3,000	0.30	900
2,000	200	4,000	0.25	1,000
2,500	250	5,000	0.25	1,250
E(X) =				3,550

ทางเลือกที่ 2: ใช้วัตถุดิบของบริษัท B

ปริมาณการ ผลิตสินค้า P	จำนวน B ที่ต้องใช้	ต้นทุน B	จำนวน แป้ง	ต้นทุน แป้ง	ต้นทุนรวม (X)	P(X)	X•P(X)
1,000	100	2,500	30	150	2,650	0.20	530.00
1,500	105	2,625	45	225	2,850	0.30	855.00
2,000	140	3,500	60	300	3,800	0.25	950.00
2,500	175	4,375	75	375	4,750	0.25	1,187.50
E(X) =							3,522.50

คุณสมควรตัดสินใจซื้อวัตถุดิบจากบริษัท B เพราะมีต้นทุนที่คาดว่าจะต่ำกว่า

12. ทางเลือกแรก: ใช้กล่องกระดาษแบบเดิม

ยอดขายที่คาดว่าจะได้ (ชิ้น)	ความน่าจะเป็น P(X)	X•P(X)
1,000	0.10	100
1,200	0.25	300
1,500	0.35	525
1,800	0.20	360
2,000	0.10	200
E(X) =		1,485

กำไรต่อหน่วย = 100 - 10 = 90 บาท

กำไรที่คาดว่าจะได้ = 1,485 × 90 = 133,650 บาท

ทางเลือกที่สอง: ใช้กล่องพลาสติก

ยอดขายที่คาดหวัง (ชิ้น)	ความน่าจะเป็น $P(X)$	$X \cdot P(X)$
1,000	0.05	50
1,200	0.20	240
1,500	0.30	450
1,800	0.35	630
2,000	0.10	200
$E(X) =$		<u>1,570</u>

$$\text{กำไรต่อหน่วย} = 100 + 5 - 12 = 93 \text{ บาท}$$

$$\text{กำไรที่คาดหวัง} = (1,570 \times 93) - 10,000 = 136,010 \text{ บาท}$$

คุณพลควรตัดสินใจเลือกบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ที่เป็นกล่องพลาสติก เพราะมีกำไรที่คาดหวังสูงกว่า

13.

$$\text{ก. } P(X = 5 / n = 5, p = 0.15) = 0.0001$$

ข. ผู้สอบผ่านมากกว่า 3 คน เท่ากับผู้สอบไม่ผ่านน้อยกว่า 2 คน

$$P(X < 2 / n = 5, p = 0.15) = P(X \leq 1 / n = 5, p = 0.15) = 0.8352$$

14. จากการวิจัยพบว่า ลูกค้าที่เข้ามาชมสินค้าในร้านจะมี 65% ที่ใช้จ่ายซื้อสินค้าในร้าน ถ้ามีลูกค้าเข้าร้าน 12 คน จงหาความน่าจะเป็นที่

$$\text{ก. } P(X = 12 / n = 12, p = 0.65) = 0.0057$$

$$\begin{aligned} \text{ข. } P(X \geq 6 / n = 12, p = 0.65) &= 1 - P(X \leq 5 / n = 12, p = 0.65) \\ &= 1 - 0.0846 \\ &= 0.9154 \end{aligned}$$

15. 60% ของคำขอปฏิเสธไม่ได้รับอนุมัติ ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะได้รับอนุมัติสินเชื่อจากธนาคาร เท่ากับ 0.4

$$\text{ก. } P(X = 5 / n = 5, p = 0.4) = 0.0102$$

$$\begin{aligned} \text{ข. } P(X \geq 3 / n = 5, p = 0.4) &= 1 - P(X \leq 2 / n = 5, p = 0.4) \\ &= 1 - 0.6826 \\ &= 0.3174 \end{aligned}$$

16.

$$\begin{aligned}\text{ก. } P(X \geq 3 / n = 20, p = 0.1) &= 1 - P(X \leq 2 / n = 20, p = 0.1) \\ &= 1 - 0.6769 \\ &= 0.3231\end{aligned}$$

$$\text{ข. } P(X \leq 2 / n = 20, p = 0.15) = 0.4049$$

$$\text{ค. } \mu = np = 20 \times 0.2 = 4 \text{ หลอด}$$

$$\text{ง. } \sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{20 \times 0.2 \times 0.8} = \sqrt{3.2} = 1.7889$$

$$17. \quad n = 60 \quad p = 1/30 = 0.0333$$

พบว่า n มากกว่า 20 และ $p \leq 0.05$ ดังนั้น ใช้การแจกแจงแบบปัวซองประมาณ

$$\mu = np = 60 \times 1/30 = 2 \text{ ใบ}$$

$$\begin{aligned}P(X \geq 5 / \mu = 2) &= 1 - P(X \leq 4 / \mu = 2) \\ &= 1 - 0.9473 \\ &= 0.0527\end{aligned}$$

$$18. \quad n = 100 \quad p = 0.04 \quad \mu = np = 100 \times 0.04 = 4 \text{ เครื่อง}$$

$$\begin{aligned}P(X \geq 3 / \mu = 4) &= 1 - P(X \leq 2 / \mu = 4) \\ &= 1 - 0.2381 \\ &= 0.7619\end{aligned}$$

$$19. \quad n = 210 \quad p = 0.1 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 210 \times 0.1 = 21 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{210 \times 0.1 \times 0.9} = \sqrt{18.9} = 4.3474$$

โอกาสที่จะมีที่นั่งเพียงพอสำหรับผู้โดยสารที่ซื้อบัตรและสำรองที่นั่งที่มาขึ้นเครื่องตามกำหนด หมายความว่า ผู้มาขึ้นเครื่องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 คน หรืออีกนัยหนึ่ง ผู้ไม่มาขึ้นเครื่องมากกว่าหรือเท่ากับ 10 คน

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{9.5 - 21}{4.3474} = -2.65 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4960$$

$$P(X \geq 10) = 0.5 + 0.4960 = 0.9960$$

20. $n = 150$ $p = 0.012$ $\mu = np = 150 \times 0.012 = 1.8$ ครั้ง

ก. $P(X \geq 3 / \mu = 1.8) = 1 - P(X \leq 2 / \mu = 1.8)$
 $= 1 - 0.7306$
 $= 0.2694$

ข. $P(X = 0 / \mu = 1.8) = 0.1653$

21.

ก. $P(X = 7 / n = 15, p = 0.4) = 0.1771$

ข. $P(5 \leq X \leq 10 / n = 15, p = 0.4)$
 $= P(X \leq 10 / n = 15, p = 0.4) - P(X \leq 4 / n = 15, p = 0.4)$
 $= 0.9907 - 0.2173$
 $= 0.7734$

ค. $\mu = np = 100 \times 0.6 = 60$ คน
 $\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.6 \times 0.4} = 4.90$

$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{64.5 - 60}{4.90} = 0.92$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.3212

$P(X < 65) = 0.5 + 0.3212 = 0.8212$

ง. $Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{61.5 - 60}{4.90} = 0.31$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.1217

$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{70.5 - 60}{4.90} = 2.14$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4838

$P(62 \leq X \leq 70) = 0.4838 - 0.1217 = 0.3621$

22.

ก. $P(X = 10 / n = 12, p = 0.9) = 0.2301$

ข. $P(6 \leq X \leq 9 / n = 12, p = 0.9)$
 $= P(X \leq 9 / n = 12, p = 0.9) - P(X \leq 5 / n = 12, p = 0.9)$
 $= 0.1109 - 0.0001$
 $= 0.1108$

ค. $n = 100$ $p = 0.10$ ใช้การแจกแจงแบบปกติ

$\mu = np = 100 \times 0.1 = 10$ ราย

$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.1 \times 0.9} = \sqrt{9} = 3$ ราย

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{7.5 - 10}{3} = -0.83 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2967$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{8.5 - 10}{3} = -0.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.1915$$

$$P(X = 8) = 0.2967 - 0.1915 = 0.1052$$

$$\text{ง.} \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{5.5 - 10}{3} = -1.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4332$$

$$P(X < 6) = 0.5 - 0.4332 = 0.0668$$

23.

$$\text{ก.} \quad P(X = 8 / n = 12, p = 0.75) = 0.1936$$

$$\begin{aligned} \text{ข.} \quad P(X \geq 11 / n = 12, p = 0.75) &= 1 - P(X \leq 10 / n = 12, p = 0.75) \\ &= 1 - 0.8416 \\ &= 0.1584 \end{aligned}$$

$$\text{ค.} \quad n = 50 \quad p = 0.25 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 50 \times 0.25 = 12.5 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{50 \times 0.25 \times 0.75} = 3.06 \text{ คน}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{9.5 - 12.5}{3.06} = -0.98 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3365$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{10.5 - 12.5}{3.06} = -0.65 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2422$$

$$P(X = 10) = 0.3365 - 0.2422 = 0.0943$$

$$\text{ง.} \quad Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{7.5 - 12.5}{3.06} = -1.63 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4484$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{14.5 - 12.5}{3.06} = 0.65 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2422$$

$$P(8 \leq X \leq 14) = 0.4484 - 0.2422 = 0.6906$$

24.

$$\text{ก. } P(X = 5 / n = 10, p = 0.2) = 0.0264$$

$$\text{ข. } P(X \leq 7 / n = 12, p = 0.2) = 0.9994$$

$$\begin{aligned} \text{ค. } P(X \geq 5 / n = 15, p = 0.2) &= 1 - P(X \leq 4 / n = 15, p = 0.2) \\ &= 1 - 0.8358 \\ &= 0.1642 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ง. } P(5 \leq X \leq 9 / n = 20, p = 0.2) \\ &= P(X \leq 9 / n = 20, p = 0.2) - P(X \leq 4 / n = 20, p = 0.2) \\ &= 0.9974 - 0.6296 \\ &= 0.3678 \end{aligned}$$

25.

$$\text{ก. } P(X = 0 / n = 12, p = 0.2) = 0.0687$$

$$\begin{aligned} \text{ข. } P(1 \leq X \leq 7 / n = 15, p = 0.2) \\ &= P(X \leq 7 / n = 15, p = 0.2) - P(X = 0 / n = 15, p = 0.2) \\ &= 0.9958 - 0.0352 \\ &= 0.9606 \end{aligned}$$

$$\text{ค. } n = 100 \quad p = 0.2 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 100 \times 0.2 = 20 \text{ ราย}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.2 \times 0.8} = 4 \text{ ราย}$$

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{14.5 - 20}{4} = -1.38 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4162$$

$$P(X \geq 15) = 0.5 + 0.4162 = 0.9162$$

ง. ลูกค้าจะไม่ตอบกลับเกิน 85% หมายถึง ลูกค้าไม่ตอบกลับมากกว่าหรือเท่ากับ 86 ราย หรืออีกนัยหนึ่ง ลูกค้าตอบกลับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14 ราย

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{14.5 - 20}{4} = -1.38 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4162$$

$$P(X \leq 14) = 0.5 - 0.4162 = 0.0838$$

26.

$$\text{ก. } P(X = 0 / n = 14, p = 0.1) = 0.2288$$

$$\begin{aligned} \text{ข. } P(X \geq 5 / n = 14, p = 0.1) &= 1 - P(X \leq 4 / n = 14, p = 0.1) \\ &= 1 - 0.9908 \\ &= 0.0092 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค. } P(2 \leq X \leq 5 / n = 14, p = 0.1) \\ &= P(X \leq 5 / n = 14, p = 0.1) - P(X \leq 1 / n = 14, p = 0.1) \\ &= 0.9985 - 0.5846 \\ &= 0.4139 \end{aligned}$$

$$\text{ง. } n = 100 \quad p = 0.9 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 100 \times 0.9 = 90 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.9 \times 0.1} = 3 \text{ คน}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{93.5 - 90}{3} = 1.17 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3790$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{94.5 - 90}{3} = 1.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4332$$

$$P(X = 94) = 0.4332 - 0.3790 = 0.0542$$

$$\text{จ. } Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{95.5 - 90}{3} = 1.83 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4664$$

$$P(X \leq 95) = 0.5 + 0.4664 = 0.9664$$

27.

$$\text{ค่าเฉลี่ยต่อครึ่งชั่วโมง} = 9 \text{ คัน}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยต่อ 5 นาที} = 1.8 \text{ คัน}$$

$$P(X = 1 / \mu = 1.8) = 0.2975$$

28.

$$\text{ก. } P(X = 6 / \mu = 6) = 0.1606$$

$$\text{ข. จำนวนผู้มาใช้บริการเฉลี่ยต่อ 10 นาที} = 6/6 = 1 \text{ คน}$$

$$P(X = 0 / \mu = 1) = 0.3679$$

29.

ก. จำนวนโทรศัพท์ติดต่อเข้าบริษัทเฉลี่ยใน 10 นาที $= 12/6 = 2$ ราย

$$P(X = 5 / \mu = 2) = 0.0361$$

ข. $\mu = 12$ มากกว่า 10 ทำให้ไม่สามารถเปิดตารางปัวซองได้ ดังนั้น ใช้การแจกแจงแบบปกติแทน

$$\sigma = \sqrt{\mu} = \sqrt{12} = 3.4641 \text{ ราย}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{4.5 - 12}{3.4641} = -2.17 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4850$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{14.5 - 12}{3.4641} = 0.72 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2642$$

$$P(5 \leq X \leq 14) = 0.4850 + 0.2642 = 0.7492$$

30.

ก. ช่างซ่อมมาเบิกอะไหล่เฉลี่ยใน 10 นาที $= 27/6 = 4.5$ คน

$$P(X = 4 / \mu = 4.5) = 0.1898$$

ข. ช่างซ่อมมาเบิกอะไหล่เฉลี่ยใน 12 นาที $= 27/5 = 5.4$ คน

$$\begin{aligned} P(3 \leq X \leq 7 / \mu = 5.4) &= P(X \leq 7 / \mu = 5.4) - P(X \leq 2 / \mu = 5.4) \\ &= 0.8217 - 0.0948 \\ &= 0.7269 \end{aligned}$$

31.

ก. $P(X = 4 / \mu = 1.4) = 0.0395$

ข. จำนวนลูกค้าที่นำสินค้ามาซ่อมเฉลี่ยใน 2 วัน $= 1.4 \times 2 = 2.8$ คน

$$\begin{aligned} P(X \geq 6 / \mu = 2.8) &= 1 - P(X \leq 5 / \mu = 2.8) \\ &= 1 - 0.9349 \\ &= 0.0651 \end{aligned}$$

ค. จำนวนลูกค้าที่นำสินค้ามาซ่อมเฉลี่ยใน 5 วัน $= 1.4 \times 5 = 7$ คน

$$\begin{aligned} P(1 \leq X \leq 5 / \mu = 7) &= P(X \leq 5 / \mu = 7) - P(X \leq 0 / \mu = 7) \\ &= 0.3007 - 0.0009 \\ &= 0.2998 \end{aligned}$$

32.

$$\text{ก.} \quad P(X = 2 / \mu = 1.5) = 0.2510$$

$$\begin{aligned} \text{ข.} \quad P(X \geq 4 / \mu = 1.5) &= 1 - P(X \leq 3 / \mu = 1.5) \\ &= 1 - 0.9344 \\ &= 0.0656 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค.} \quad \text{จำนวนส้มที่ไม่ได้ขนาดเฉลี่ยจากการสุ่มตรวจสอบ 4 กล่อง} &= 1.5 \times 4 = 6 \text{ คน} \\ P(X \leq 5 / \mu = 6) &= 0.4457 \end{aligned}$$

33.

$$\text{ก.} \quad Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{11,500 - 10,000}{2,000} = 0.75 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2734$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{14,500 - 10,000}{2,000} = 2.25 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4878$$

$$P(11,500 \leq X \leq 14,500) = 0.4878 - 0.2734 = 0.2144$$

$$\text{ข.} \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{9,000 - 10,000}{2,000} = -0.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.1915$$

$$P(X > 9,000) = 0.5 + 0.1915 = 0.6915$$

ถ้าสั่งซื้อหลอดไฟมา 100,000 หลอด จะมีหลอดไฟที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 9,000 ชั่วโมง
 $= 100,000 \times 0.6915 = 69,150$ หลอด

34.

$$\text{ก.} \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{25,000 - 21,250}{4,756} = 0.79 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2852$$

$$P(X > 25,000) = 0.5 - 0.2852 = 0.2148$$

$$\text{ข.} \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{18,000 - 21,250}{4,756} = -0.68 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2518$$

$$P(X < 18,000) = 0.5 - 0.2518 = 0.2482$$

ค. $Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{20,000 - 21,250}{4,756} = -0.26$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.1026

$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{30,000 - 21,250}{4,756} = 1.84$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4671

$$P(20,000 < X < 30,000) = 0.1026 + 0.4671 = 0.5697$$

35.

ก. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{90 - 80}{10} = 1$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.3413

$$P(X > 90) = 0.5 - 0.3413 = 0.1587$$

ข. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{65 - 80}{10} = -1.5$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4332

$$P(X < 65) = 0.5 - 0.4332 = 0.0668$$

36.

ก. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{40 - 68.9}{12.5} = -2.31$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4896

$$P(X < 40) = 0.5 - 0.4896 = 0.0104$$

ข. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{90 - 68.9}{12.5} = 1.69$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4545

$$P(40 < X < 90) = 0.4896 + 0.4545 = 0.9441$$

37.

ก. $P(X = 9 / n = 12, p = 0.8) = 0.2362$

ข. $P(7 \leq X \leq 10 / n = 12, p = 0.8)$

$$= P(X \leq 10 / n = 12, p = 0.8) - P(X \leq 6 / n = 12, p = 0.8)$$

$$= 0.7251 - 0.0194$$

$$= 0.7057$$

ค. $n = 100$ $p = 0.2$ ใช้การแจกแจงแบบปกติ

$$\mu = np = 100 \times 0.2 = 20 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.2 \times 0.8} = 4 \text{ คน}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{21.5 - 20}{4} = 0.38 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.1480$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{22.5 - 20}{4} = 0.63 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2357$$

$$P(X = 22) = 0.2357 - 0.1480 = 0.0877$$

$$ง. \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{16.5 - 20}{4} = -0.88 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3106$$

$$P(X \leq 16) = 0.5 - 0.3106 = 0.1894$$

$$จ. \quad n = 70 \quad p = 0.03 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปัวซอง}$$

$$\mu = np = 70 \times 0.03 = 2.1 \text{ คน}$$

$$P(X = 0 / \mu = 2.1) = 0.1225$$

$$\begin{aligned} ฉ. \quad P(X \geq 7 / \mu = 2.1) &= 1 - P(X \leq 6 / \mu = 2.1) \\ &= 1 - 0.9941 \\ &= 0.0059 \end{aligned}$$

38.

$$ก. \quad P(X = 10 / n = 14, p = 0.75) = 0.2202$$

$$\begin{aligned} ข. \quad P(X \geq 12 / n = 14, p = 0.75) &= 1 - P(X \leq 11 / n = 14, p = 0.75) \\ &= 1 - 0.7189 \\ &= 0.2811 \end{aligned}$$

$$ค. \quad n = 300 \quad p = 0.25 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 300 \times 0.25 = 75 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{300 \times 0.25 \times 0.75} = 7.5 \text{ ราย}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{79.5 - 75}{7.5} = 0.6 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2257$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{80.5 - 75}{7.5} = 0.73 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2673$$

$$P(X = 80) = 0.2673 - 0.2257 = 0.0416$$

$$จ. \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{65.5 - 75}{7.5} = -1.27 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3980$$

$$P(X \leq 65) = 0.5 - 0.3980 = 0.1020$$

$$จ. \quad n = 120 \quad p = 0.02 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปัวซอง}$$

$$\mu = np = 120 \times 0.02 = 2.4 \text{ คน}$$

$$P(X = 2 / \mu = 2.4) = 0.2613$$

$$\begin{aligned} จ. \quad P(1 \leq X \leq 5 / \mu = 2.4) &= P(X \leq 5 / \mu = 2.4) - P(X \leq 0 / \mu = 2.4) \\ &= 0.9643 - 0.0907 \\ &= 0.8736 \end{aligned}$$

39.

$$ก. \quad P(X = 0 / n = 12, p = 0.2) = 0.0687$$

$$ข. \quad P(2 \leq X \leq 7 / n = 12, p = 0.2)$$

$$= P(X \leq 7 / n = 12, p = 0.2) - P(X \leq 1 / n = 12, p = 0.2)$$

$$= 0.9994 - 0.2749$$

$$= 0.7245$$

$$ค. \quad n = 100 \quad p = 0.2 \quad \text{ใช้การแจกแจงแบบปกติ}$$

$$\mu = np = 100 \times 0.2 = 20 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{100 \times 0.2 \times 0.8} = 4 \text{ คน}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{20.5 - 20}{4} = 0.13 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.0517$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{21.5 - 20}{4} = 0.38 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.1480$$

$$P(X = 21) = 0.1480 - 0.0517 = 0.0963$$

$$จ. \quad Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{15.5 - 20}{4} = -1.13 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3708$$

$$P(X \leq 18) = 0.5 - 0.3708 = 0.1292$$

จ. $n = 50$ $p = 0.03$ ใช้การแจกแจงแบบปัวซอง

$$\mu = np = 50 \times 0.03 = 1.5 \text{ ราย}$$

$$P(X = 2 / \mu = 1.5) = 0.2510$$

ฉ. $P(X \geq 4 / \mu = 1.5) = 1 - P(X \leq 3 / \mu = 1.5)$

$$= 1 - 0.9344$$

$$= 0.0656$$

40. ก. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{20 - 15.2}{3.5} = 1.37$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4147

$$P(X \leq 20) = 0.5 + 0.4147 = 0.9147$$

ข. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{20 - 18.5}{4.2} = 0.36$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.1406

$$P(X \leq 20) = 0.5 + 0.1406 = 0.6406$$

ค. ให้ A = เหตุการณ์เวลาที่ใช้ในการล้างอัดขยายภาพจากฟิล์มอยู่ภายใต้มาตรฐานที่กำหนดไว้

เหตุการณ์ที่ฟิล์มที่ล้างอัดขยายใน	P(เหตุการณ์)	P(A/เหตุการณ์)	P(A,เหตุการณ์)
สาขาแรก (I)	0.6	0.9147	0.54882
สาขาที่สอง (II)	0.4	0.6406	0.25624
	<u>1.0</u>	P(A) =	<u>0.80506</u>

ความน่าจะเป็นที่ฟิล์มม้วนนี้จะเป็นฟิล์มที่ล้างอัดขยายในสาขาแรก

$$P(I/A) = \frac{0.54882}{0.80506} = 0.6817$$

ความน่าจะเป็นที่ฟิล์มม้วนนี้จะเป็นฟิล์มที่ล้างอัดขยายในสาขาที่สอง

$$P(II/A) = \frac{0.25624}{0.80506} = 0.3183$$

41.

จำนวนการผลิตต่อวัน (โหล)	จำนวนวันที่ ผลิต	ความถี่ สะสม		
x	f	F	fx	fx ²
195	1	1	195	38,025
196	0	1	0	0
197	0	1	0	0
198	11	12	2,178	431,244
199	35	47	6,965	1,386,035
200	42	89	8,400	1,680,000
201	19	108	3,819	767,619
202	12	120	2,424	489,648
รวม	120		23,981	4,792,571

$$ก. \quad \mu = \frac{\sum fx}{n} = \frac{23,981}{120} = 199.84 \text{ โหล}$$

$$\text{Med} = \text{พจน์ที่ } \frac{120 + 1}{2} = 60.5$$

$$= 200 \text{ โหล}$$

$$\text{Mode} = 200 \text{ โหล}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \mu^2} = \sqrt{\frac{4,792,571}{120} - (199.84)^2} = 1.44 \text{ โหล}$$

เนื่องจาก ข้อมูลมีค่าที่แตกต่างไปจากกลุ่มมาก (Outlier) อยู่ 1 ค่า ดังนั้น คุณแห่งควรใช้ค่ามัธยฐาน (Median) เป็นค่ากลางของข้อมูลชุดนี้จะเหมาะสมกว่า

- ข. โรงงานที่สองมีจำนวนการผลิตที่มีการแจกแจงแบบปกติ แสดงว่า ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และ ค่าฐานนิยม มีค่าเท่ากัน ดังนั้น โรงงานที่สองจะมีผลการดำเนินงานที่ดีกว่า เพราะมีจำนวนผลผลิตต่อวันเฉลี่ยสูงกว่า และการกระจายตัวของจำนวนผลผลิตต่อวันต่ำกว่าโรงงานที่ 1 ด้วย ซึ่งพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of Variation: C.V.)

$$C.V._1 = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{1.44}{199.84} (100) = 0.7\%$$

$$C.V._2 = \frac{\sigma}{\mu} (100) = \frac{1.07}{200.12} (100) = 0.5\%$$

ค. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{495 - 501.25}{5.75} = -1.09$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.3621

ความน่าจะเป็นที่สินค้าที่ผลิตจากโรงงานที่หนึ่งจะไม่ได้มาตรฐาน

$$P(X < 495) = 0.5 - 0.3621 = 0.1379$$

ง. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{495 - 499.5}{4.95} = -0.91$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.3186

ความน่าจะเป็นที่สินค้าที่ผลิตจากโรงงานที่สองจะไม่ได้มาตรฐาน

$$P(X < 495) = 0.5 - 0.3186 = 0.1814$$

จ. ให้ A = เหตุการณ์น้ำดื่มมีปริมาตรบรรจุไม่ได้มาตรฐาน

เหตุการณ์ที่เป็นน้ำดื่มที่ผลิตจาก	P(เหตุการณ์)	P(A/เหตุการณ์)	P(A,เหตุการณ์)
โรงงานที่หนึ่ง (I)	0.4	0.1379	0.05516
โรงงานที่สอง (II)	0.6	0.1814	0.10884
	<u>1.0</u>	P(A) =	<u>0.16400</u>

ความน่าจะเป็นที่น้ำดื่มขวดนั้นจะเป็นน้ำดื่มที่ผลิตจากโรงงานที่หนึ่ง

$$P(I/A) = \frac{0.05516}{0.16400} = 0.3363$$

ความน่าจะเป็นที่น้ำดื่มขวดนั้นจะเป็นน้ำดื่มที่ผลิตจากโรงงานที่สอง

$$P(II/A) = \frac{0.10884}{0.16400} = 0.6637$$

42.

ก. $P(X = 7 / n = 15, p = 0.45) = 0.2013$

ข. $P(3 \leq X \leq 10 / n = 15, p = 0.45)$

$$= P(X \leq 10 / n = 15, p = 0.45) - P(X \leq 2 / n = 15, p = 0.45)$$

$$= 0.9745 - 0.0107$$

$$= 0.9638$$

ค. $n = 300$ $p = 0.25$ ใช้การแจกแจงแบบปกติ

$$\mu = np = 300 \times 0.25 = 75 \text{ คน}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{300 \times 0.25 \times 0.75} = 7.5 \text{ ราย}$$

$$Z_1 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{79.5 - 75}{7.5} = 0.6 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2257$$

$$Z_2 = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{80.5 - 75}{7.5} = 0.73 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2673$$

$$P(X = 80) = 0.2673 - 0.2257 = 0.0416$$

ง. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{85.5 - 75}{7.5} = 1.4 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4192$

$$P(X > 85) = 0.5 - 0.4192 = 0.0808$$

จ. $n = 200$ $p = 0.03$ ใช้การแจกแจงแบบปัวซอง

$$\mu = np = 200 \times 0.03 = 6 \text{ ราย}$$

$$P(X = 4 / \mu = 6) = 0.1339$$

ฉ. $P(X \geq 6 / \mu = 6) = 1 - P(X \leq 5 / \mu = 6)$
 $= 1 - 0.4457$
 $= 0.5543$

ช. ให้ A = เหตุการณ์ที่ลูกค้าคนหนึ่งเดินเข้ามาสั่งสินค้าโดยใช้คู่มือส่วนลดที่ได้รับ

เหตุการณ์ที่คู่มือที่ใช้เป็น	$P(\text{เหตุการณ์})$	$P(A/\text{เหตุการณ์})$	$P(A, \text{เหตุการณ์})$
คู่มือชนิดที่ 1 (I)	0.3	0.45	0.135
คู่มือชนิดที่ 2 (II)	0.3	0.25	0.075
คู่มือชนิดที่ 3 (III)	0.4	0.97	0.388
	<u>1.0</u>	$P(A) =$	<u>0.598</u>

ความน่าจะเป็นที่คู่มือที่ใช้เป็นคู่มือชนิดที่ 1

$$P(I/A) = \frac{0.135}{0.598} = 0.2258$$

ความน่าจะเป็นที่คูปองที่ใช้เป็นคูปองชนิดที่ 2

$$P(\text{II/A}) = \frac{0.075}{0.598} = 0.1254$$

ความน่าจะเป็นที่คูปองที่ใช้เป็นคูปองชนิดที่ 3

$$P(\text{III/A}) = \frac{0.388}{0.598} = 0.6488$$

43.

ก. $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 75}{9.8} = -1.53$ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4370

$$P(X < 60) = 0.5 - 0.4370 = 0.0630$$

ข. พนักงานที่ได้รับการขึ้นเงินเดือนตามปกติ 1 ขั้น หมายถึง พนักงานที่ได้รับคะแนนประเมินผลงานสูงกว่าหรือเท่ากับ 60 คะแนน แต่ไม่ได้เป็นพนักงานที่มีคะแนนประเมินผลสูงสุด 10% แรกของพนักงานทั้งหมด

ความน่าจะเป็นที่พนักงานที่สุ่มได้เป็นพนักงานที่ได้รับการขึ้นเงินเดือนตามปกติ 1 ขั้น เท่ากับ

$$= 0.437 + 0.4 = 0.837$$

หรือ $= 1 - 0.063 - 0.1 = 0.837$

ค. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.4 มีค่า Z เท่ากับ 1.28

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$1.28 = \frac{X - 75}{9.8}$$

$$X = 75 + (9.8 \times 1.28)$$

$$= 87.54 \text{ คะแนน}$$

ง.

เพศ	โรงงาน 1 (I)	โรงงาน 2 (II)	โรงงาน 3 (III)	รวม
ชาย (M)	100	120	180	400
หญิง (F)	150	180	270	600
รวม	250	300	450	1,000

$$P(F, I) = \frac{150}{1,000} = 0.15$$

จ. $P(M) = \frac{400}{1,000} = 0.4$

$$P(M/I) = \frac{100}{250} = 0.4$$

$$P(M/II) = \frac{120}{300} = 0.4$$

$$P(M/III) = \frac{180}{450} = 0.4$$

พบว่า $P(M) = P(M/I) = P(M/II) = P(M/III)$ ดังนั้น เพศและโรงงานที่พนักงานทำงานอยู่ เป็นอิสระจากกัน

ฉ.

การขึ้นเงินเดือน	โรงงาน 1 (I)	โรงงาน 2 (II)	โรงงาน 3 (III)	รวม
ขึ้น 2 ขั้น (A1)	30	30	40	100
ขึ้น 1 ขั้น (A2)	200	247	390	837
ไม่ขึ้น (A3)	20	23	20	63
รวม	250	300	450	1,000

$$\begin{aligned}
 P(III \text{ or } A2) &= P(III) + P(A2) - P(III, A2) \\
 &= 0.450 + 0.837 - 0.390 \\
 &= 0.897
 \end{aligned}$$

ช. $P(A2/II) = \frac{247}{300} = 0.8233$

บทที่ 4

การแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าสถิติของตัวอย่าง การประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร และ การทดสอบสมมติฐานของค่าพารามิเตอร์ของประชากรกลุ่มเดียว

1.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{20}{\sqrt{25}} = 4$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{100 - 90}{4} = 2.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4938$$

$$P(\bar{X} > 100) = 0.5 - 0.4938 = 0.0062$$

2.

$$\frac{n}{N} = \frac{100}{500} = 0.2$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{250}{\sqrt{100}} \sqrt{\frac{500-100}{500-1}} = 22.38$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{2,050 - 2,000}{22.38} = 2.23 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4938$$

$$P(\bar{X} > 2,050) = 0.5 - 0.4871 = 0.0129$$

3.

$$\frac{n}{N} = \frac{16}{300} = 0.0533$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{5}{\sqrt{16}} \sqrt{\frac{300-16}{300-1}} = 1.2182$$

$$Z_1 = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{26 - 24}{1.2182} = 1.64 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4495$$

$$Z_2 = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{27 - 24}{1.2182} = 2.46 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4931$$

$$P(26 < \bar{X} < 27) = 0.4931 - 0.4495 = 0.0436$$

4.

$$\mu = 50 \times 46.3 = 2,315 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\sigma = \sqrt{50 \times (9.6)^2} = 67.88 \text{ กิโลกรัม}$$

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{2,400 - 2,315}{67.88} = 1.25 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3944$$

$$P(X < 2,400) = 0.5 + 0.3944 = 0.8944$$

5.

$$\mu = 120 \times 165 = 19,800 \text{ ปอนด์}$$

$$\sigma = \sqrt{120 \times (8)^2} = 87.6356 \text{ ปอนด์}$$

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{20,000 - 19,800}{87.6356} = 2.28 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4887$$

$$P(X > 20,000) = 0.5 - 0.4887 = 0.0113$$

6.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{7}{\sqrt{100}} = 0.7$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{509 - 510}{0.7} = -1.43 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4236$$

$$P(\bar{X} > 509) = 0.5 + 0.4236 = 0.9236$$

7.

ก.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{6}{\sqrt{100}} = 0.6$$

$$Z_1 = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{249 - 250}{0.6} = -1.67 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4495$$

$$Z_2 = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{250.5 - 250}{0.6} = 0.83 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4931$$

ความน่าจะเป็นที่ปริมาตรเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มได้จะไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

$$P(\bar{X} > 249 \text{ และ } \bar{X} > 250.5) = 1 - 0.4525 - 0.2967 = 0.2508$$

ข. พื้นที่ที่ต้องการ = $0.5 - 0.015 = 0.485$ ได้ค่า $Z = 2.17$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}}$$

$$2.17 = \frac{\bar{X} - 250}{0.6}$$

$$\bar{X} - 250 = 2.17(0.6) = 1.302$$

$$\bar{X} = 250 + 1.302$$

$$= 251.302 \text{ c.c.}$$

ค. $\frac{n}{N} = \frac{80}{1000} = 0.08$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{6}{\sqrt{80}} \sqrt{\frac{1000-80}{1000-1}} = 0.6178$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{248.5 - 250}{0.6178} = -2.43 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4925$$

$$P(\bar{X} < 248.5) = 0.5 - 0.4925 = 0.0075$$

8. $\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{300}{10} = 30 \text{ ปี}$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{830}{9}} = 9.6032 \text{ ปี}$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{9.6032}{\sqrt{10}} = 3.0368$$

ก. $\mu = \bar{X} = 30 \text{ ปี}$

ข. $\mu = \bar{X} \pm t_{(0.025, 9)} s_{\bar{X}}$
 $= 30 \pm 2.262(3.0368)$
 $= 23.1308 \text{ ถึง } 36.8692 \text{ ปี}$

9.

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{15}{\sqrt{10}} = 4.7434 \text{ นาที}$$

$$\mu = \bar{X} \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} s_{\bar{X}}$$

$$= \bar{X} \pm t_{(0.05, 9)} s_{\bar{X}}$$

$$= 80 \pm 1.833(4.7434)$$

$$= 71.3053 \text{ ถึง } 88.6947 \text{ นาที}$$

10.

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{45}{\sqrt{49}} = 6.4286 \text{ นาที}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} s_{\bar{X}}$$

$$= \bar{X} \pm Z_{(0.05)} s_{\bar{X}}$$

$$= 135 \pm 1.645(6.4286)$$

$$= 124.4250 \text{ ถึง } 145.5750 \text{ นาที}$$

11.

ก.

$$n = \frac{Z_{(0.025)}^2 \sigma^2}{e^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 (9)^2}{(3)^2}$$

$$= 34.5744 \text{ หรือ } 36 \text{ คน}$$

ข.

$$\frac{n}{N} = \frac{36}{150} = 0.24$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{9}{\sqrt{36}} \sqrt{\frac{150-36}{150-1}} = 1.3121$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z_{(0.025)} \sigma_{\bar{X}}$$

$$= 35 \pm 1.96(1.3121)$$

$$= 32.4283 \text{ ถึง } 37.5717 \text{ ปี}$$

$$\begin{aligned}
 12. \quad \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{230}{10} = 23 \text{ นาที} \\
 s &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{288}{9}} = 5.66 \text{ นาที} \\
 s_{\bar{X}} &= \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{5.66}{\sqrt{10}} = 1.7898
 \end{aligned}$$

$$ก. \quad \mu = \bar{X} = 23 \text{ นาที}$$

$$\begin{aligned}
 ข. \quad \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.05,9)} s_{\bar{X}} \\
 &= 23 \pm 1.833(1.7898) \\
 &= 19.719 \text{ ถึง } 26.281 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 13. \quad \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{80.2}{8} = 10.025 \text{ นาที} \\
 s &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{20.815}{7}} = 1.7244 \text{ นาที} \\
 s_{\bar{X}} &= \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{1.7244}{\sqrt{8}} = 0.6097
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.025,7)} s_{\bar{X}} \\
 &= 10.025 \pm 2.365(0.6097) \\
 &= 8.5831 \text{ ถึง } 11.4669 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 14. \quad \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{230}{10} = 23 \text{ ชั่วโมง} \\
 s &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{874}{9}} = 9.8545 \text{ ชั่วโมง} \\
 s_{\bar{X}} &= \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{9.8545}{\sqrt{10}} = 3.1163
 \end{aligned}$$

ก. $\mu = \bar{X} = 23$ ชั่วโมง

ข. $\mu = \bar{X} \pm t_{(0.025,7)} s_{\bar{X}}$
 $= 23 \pm 2.262(3.1163)$
 $= 15.9509$ ถึง 30.0491 ชั่วโมง

ค. $n = \frac{Z_{(0.005)}^2 \sigma^2}{e^2}$
 $= \frac{(2.58)^2 (25)^2}{(6)^2}$
 $= 115.56$ หรือ 116 คน

15.

ก. $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{18}{\sqrt{9}} = 6$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{185 - 180}{6} = 0.83$$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.2967

$$P(\bar{X} < 185) = 0.5 + 0.2967 = 0.7967$$

ข. $n = \frac{Z_{(0.025)}^2 \sigma^2}{e^2}$
 $= \frac{(1.96)^2 (18)^2}{(6)^2}$
 $= 34.5744$ หรือ 35 คน

16.

$$H_0: \mu = 1,180 \text{ ชั่วโมง}$$

$$H_1: \mu \neq 1,180 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{80}{\sqrt{100}} = 8$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{1,140 - 1,180}{8} = -5$$

$$Z_c = Z_{0.025} = \pm 1.96$$

พบว่า $Z < -Z_{0.025}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า หลอดไฟฟ้า A ไม่ได้มีอายุการใช้งานเฉลี่ยเป็น 1,180 ชั่วโมงจริง เพราะฉะนั้น โรงงานแห่งนี้ควรเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟชนิดอื่น

17. $H_0: \mu \geq 32$ ออนซ์

$H_1: \mu < 32$ ออนซ์

$\alpha = 0.01$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.10}{\sqrt{60}} = 0.0129$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{31.98 - 32}{0.0129} = -1.55$$

$Z_c = Z_{0.01} = -2.33$

พบว่า $Z < Z_{0.01}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า น้ำหนักบรรจุต่ำกว่าที่ระบุไว้ข้างกล่อง

18. $H_0: \mu \geq 48$ เดือน

$H_1: \mu < 48$ เดือน

$\alpha = 0.05$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{308}{7} = 44 \text{ เดือน}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{674}{6}} = 10.5987 \text{ เดือน}$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{10.5987}{\sqrt{7}} = 4.0059$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{44 - 48}{4.0059} = -0.9985$$

$t_c = t_{(0.05,6)} = -1.943$

พบว่า $t > t_{(0.05,6)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า อายุการใช้งานเฉลี่ยของแบตเตอรี่ห่อ A ไม่น้อยกว่า 4 ปี

19. ยอมรับความคลาดเคลื่อน $\pm 15\%$ แสดงว่า ความผิดพลาดจากรายได้เฉลี่ยต่อโตะที่แท้จริงเท่ากับ

$$0.15 \times 350 = 52.5$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{Z_{(0.1)}^2 \sigma^2}{e^2} \\ &= \frac{(1.28)^2 (180)^2}{(52.5)^2} \\ &= 19.26 \text{ หรือ } 20 \text{ ครั้ง} \end{aligned}$$

20.

ก.
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{86.6}{6} = 14.43 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{8.3334}{5}} = 1.29 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{1.29}{\sqrt{6}} = 0.5266$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{14.43 - 16.2}{0.5266} = -3.3612$$

ณ Degree of Freedom = 5 พบว่า

$$\text{ค่า } t = 2.571 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้ง} = 0.025$$

$$\text{ค่า } t = 3.365 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้ง} = 0.01$$

$$\text{ค่า } t \text{ ต่างกัน } (3.365 - 2.571) 0.7940 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งต่างกัน} = (0.025 - 0.01) 0.015$$

$$\text{ค่า } t \text{ ต่างกัน } (3.3612 - 2.571) 0.7902 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งต่างกัน} = \frac{0.7902 \times 0.015}{0.7940} = 0.0149$$

$$\text{ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้ง } t = 0.025 - 0.0149 = 0.0101$$

$$P(\bar{X} < 14.43) = 0.0101$$

ข. ณ ระดับความน่าจะเป็น 5% หรือพื้นที่ใต้เส้นโค้ง = 0.05

ณ Degree of Freedom = 5 ค่า $t = 2.015$

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.05, 5)} s_{\bar{X}} \\ &= 14.43 - 2.015(0.5266) \\ &= 13.3689 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง} \end{aligned}$$

21. $H_0: \mu \geq 80$ ภาวะ

$H_1: \mu < 80$ ภาวะ

$\alpha = 0.05$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3.2}{\sqrt{50}} = 0.4525$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{78.9 - 80}{0.4525} = -2.43$$

$Z_c = Z_{0.05} = -1.645$

พบว่า $Z < Z_{0.05}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ยอดขายของคุณแดงลดลง สนับสนุนข้อความที่ว่า สภาพเศรษฐกิจแย่ลง

22. $H_0: \mu \leq 3$ ชั่วโมงต่อวัน

$H_1: \mu > 3$ ชั่วโมงต่อวัน

$\alpha = 0.05$

$$\frac{n}{N} = \frac{50}{300} = 0.1667$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{1}{\sqrt{50}} \sqrt{\frac{300-50}{300-1}} = 0.1293$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{3.25 - 3}{0.1293} = 1.9335$$

$Z_c = Z_{0.05} = 1.65$

พบว่า $Z > Z_{0.05}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า รายงานที่ได้รับมาถูกต้อง

23.

ก.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{6}{\sqrt{100}} = 0.6$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{241 - 240}{0.6} = 1.67$$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ = 0.3944

$$P(\bar{X} > 241) = 0.5 - 0.4525 = 0.0475$$

ข.

$$n = \frac{Z_{(0.025)}^2 \sigma^2}{e^2}$$

$$= \frac{(1.96)^2 (6)^2}{(0.5)^2}$$

$$= 553.19 \text{ หรือ } 554 \text{ กระป๋อง}$$

24.

$$H_0: \mu \leq 26 \quad \text{ปี}$$

$$H_1: \mu > 26 \quad \text{ปี}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\frac{n}{N} = \frac{30}{200} = 0.15$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{6}{\sqrt{30}} \sqrt{\frac{200-30}{200-1}} = 1.0125$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{28 - 26}{1.0125} = 1.98$$

$$Z_c = Z_{0.05} = 1.65$$

พบว่า $Z > Z_{0.05}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า พนักงานทั้งหมดของบริษัทแห่งนี้มีอายุเฉลี่ยเกิน 26 ปี

25.

$$H_0: \mu \geq 4 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$H_1: \mu < 4 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.9}{\sqrt{50}} = 0.1273$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{3.75 - 4}{0.1273} = -1.96$$

$$Z_c = Z_{0.05} = -1.65$$

พบว่า $Z < Z_{0.05}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า โดยเฉลี่ยแล้วเอ็นเบอร์ 3A ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 4 กิโลกรัม

26. รายได้เฉลี่ยของพนักงานระดับกลางของธนาคาร ก. จำกัด

$$\begin{aligned}\frac{n}{N} &= \frac{64}{500} = 0.128 \\ \sigma_{\bar{X}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{1,000}{\sqrt{64}} \sqrt{\frac{500-64}{500-1}} = 116.8431 \\ \mu &= \bar{X} \pm Z_{(0.05)} \sigma_{\bar{X}} \\ &= 8,000 \pm 1.65(116.8431) \\ &= 7,807.21 \text{ ถึง } 8,192.79 \text{ บาท}\end{aligned}$$

สัดส่วนของพนักงานระดับกลางของธนาคาร ก. จำกัดที่ไม่พอใจในรายได้ที่ได้รับ

$$\begin{aligned}p &= \frac{16}{64} = 0.25 \\ \sigma_p &= \sqrt{\frac{pq}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.25 \times 0.75}{64}} \sqrt{\frac{500-64}{500-1}} = 0.0506 \\ \pi &= p \pm Z_{(0.025)} \sigma_p \\ &= 0.25 \pm 1.96(0.0506) \\ &= 0.1508 \text{ ถึง } 0.3492\end{aligned}$$

27. ในการกะประมาณค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลไม้ในแต่ละกล่อง

$$\begin{aligned}n &= \frac{Z_{(0.005)}^2 \sigma^2}{e^2} \\ \sigma &= \frac{e\sqrt{n}}{Z_{0.005}} = \frac{0.36\sqrt{225}}{2.58} = 2.0930\end{aligned}$$

เมื่อลดระดับความผิดพลาดลงเหลือ 0.25 กิโลกรัม จำนวนตัวอย่างเป็น

$$n = \frac{Z_{(0.005)}^2 \sigma^2}{e^2} = \frac{(2.58)^2 (2.0930)^2}{(0.25)^2} = 466.55 \text{ หรือ } 467 \text{ กล่อง}$$

ค่าของความผิดพลาดที่ยอมรับได้สำหรับการสุ่มตัวอย่างผู้เข้าหลักสูตรลดน้ำหนักเป็น

$$e = Z_{0.005} \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = 2.58 \sqrt{\frac{0.8 \times 0.2}{467}} = 0.0478$$

28.

$$\text{ก.} \quad n = \frac{Z_{(0.005)}^2 \sigma^2}{e^2} = \frac{(2.575)^2 (7)^2}{(0.5)^2} = 1,299.6 \text{ หรือ } 1,300 \text{ หลอด}$$

ข.

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{7}{\sqrt{100}} = 0.7$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{198 - 200}{0.7} = -2.86 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4979$$

$$P(\bar{X} > 198) = 0.5 + 0.4979 = 0.9979$$

29.

$$\text{ก.} \quad \frac{n}{N} = \frac{200}{2000} = 0.1$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{8}{\sqrt{200}} \sqrt{\frac{2,000-200}{2,000-1}} = 0.5368$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{16 - 17}{0.5368} = -1.86 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4686$$

$$P(\bar{X} < 16) = 0.5 - 0.4686 = 0.0314$$

ข.

$$\frac{n}{N} = \frac{150}{2,000} = 0.075$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{12}{\sqrt{150}} \sqrt{\frac{2,000-150}{2,000-1}} = 0.9426$$

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{X} \pm Z_{(0.05)} s_{\bar{X}} \\ &= 18.97 \pm 1.645(0.9426) \\ &= 17.4194 \text{ ถึง } 20.5206 \text{ นาที} \end{aligned}$$

30.

$$\text{ก.} \quad H_0: \mu = 420 \quad \text{คน}$$

$$H_1: \mu \neq 420 \quad \text{คน}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{35.25}{\sqrt{25}} = 7.05$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{409 - 420}{7.05} = -1.56$$

$$t_{(0.025, 24)} = \pm 2.064$$

พบว่า $-t_{(0.025, 24)} < t < t_{(0.025, 24)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า รายงานของผู้จัดการร้านเชื่อถือได้ และ จำนวนลูกค้าเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 420 คน

- ข. จำนวนลูกค้าที่ไม่รอเฉลี่ยที่เป็นจุดตัดสินใจ = 10% ของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน
 $= 0.1 \times 420$
 $= 42$ คน

$$H_0: \mu \leq 42 \quad \text{คน}$$

$$H_1: \mu > 42 \quad \text{คน}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{12.75}{\sqrt{25}} = 2.55$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{49 - 42}{2.55} = 2.75$$

$$t_{(0.05, 24)} = 1.711$$

พบว่า $t > t_{(0.05, 24)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า จำนวนลูกค้าที่ไม่รอเฉลี่ยเกิน 10% ของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน เพราะฉะนั้น คุณแนนควรลงทุนเพิ่ม

31.

ก. $s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{7.5}{\sqrt{25}} = 1.5$

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.025, 24)} s_{\bar{X}} \\ &= 24.5 \pm 2.064(1.5) \\ &= 21.404 \text{ ถึง } 27.596 \text{ นาที} \end{aligned}$$

ข. $H_0: \mu \geq 30 \quad \text{นาที}$

$$H_1: \mu < 30 \quad \text{นาที}$$

$$\alpha = 0.02$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{24.5 - 30}{1.5} = -3.6667$$

$$t_{(0.02, 24)} = -2.064$$

พบว่า $t < t_{(0.02, 24)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คุณนิชาสามารถเสนอเวลาในการรับประกันที่ดีกว่าบริษัทคู่แข่ง

32.

ก.
$$n = \frac{Z_{(0.01)}^2 \sigma^2}{e^2} = \frac{(2.33)^2 (1)^2}{(0.25)^2} = 86.86 \text{ หรือ } 87 \text{ กล่อง}$$

ข.
$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{100}} = 0.1$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{7.25 - 7}{0.1} = 2.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4938$$

$$P(\bar{X} > 7.25) = 0.5 - 0.4938 = 0.0062$$

33.

ก.
$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1.2}{\sqrt{36}} = 0.2$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{70.25 - 70}{0.2} = 1.25 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.3944$$

$$P(\bar{X} < 70.25) = 0.5 + 0.3944 = 0.8944$$

ข. $H_0: \mu = 50 \quad \text{กรัม}$

$H_1: \mu \neq 50 \quad \text{กรัม}$

$$\alpha = 0.05$$

$$\frac{n}{N} = \frac{20}{200} = 0.1$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{0.5}{\sqrt{20}} \sqrt{\frac{200-20}{200-1}} = 0.1063$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{49.50 - 50}{0.1063} = -4.7037$$

$$t_{(0.025, 19)} = \pm 2.093$$

พบว่า $t < -t_{(0.025,19)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ความสามารถในการควบคุมเครื่องจักรยัง
ไม่ดี

34.

$$\begin{aligned} \text{ก.} \quad s_{\bar{X}} &= \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{5}{\sqrt{16}} = 1.25 \\ \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.005,15)} s_{\bar{X}} \\ &= 32.3 \pm 2.947(1.25) \\ &= 28.6162 \text{ ถึง } 35.9838 \text{ นาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ข.} \quad H_0: \quad \mu &\leq 30 \quad \text{นาที} \\ H_1: \quad \mu &> 30 \quad \text{นาที} \\ \alpha &= 0.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{32.3 - 30}{1.25} = 1.84 \\ t_{(0.05,15)} &= 1.753 \end{aligned}$$

พบว่า $t > t_{(0.05,15)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า การแบ่งเขตรับผิดชอบไม่ช่วยคุณโรสในการ
รักษาคุณภาพของดอกไม้

35.

$$\begin{aligned} \text{ก.} \quad n &= \frac{Z_{(0.02)}^2 \sigma^2 N}{Z_{0.02}^2 \sigma^2 + e^2 (N-1)} \\ &= \frac{(2.05)^2 (1,250)^2 (200)}{(2.05)^2 (1,250)^2 + (500)^2 (200-1)} \\ &= 23.3197 \text{ หรือ } 24 \text{ ครอบครัว} \\ \frac{n}{N} &= \frac{24}{200} = 0.12 \end{aligned}$$

พบว่า สัดส่วนระหว่างขนาดของตัวอย่างต่อขนาดของประชากรมากกว่า 0.05 ดังนั้น การเลือกใช้
สูตรข้างต้นถูกต้อง

ข. $\frac{n}{N} = \frac{25}{200} = 0.125$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{1,250}{\sqrt{25}} \sqrt{\frac{200-25}{200-1}} = 234.4404$$

$$\begin{aligned}\mu &= \bar{X} \pm Z_{(0.025)} \sigma_{\bar{X}} \\ &= 2,950 \pm 1.96(234.4404) \\ &= 2,490.4968 \text{ ถึง } 3,409.5032 \text{ บาท}\end{aligned}$$

36.

ก.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.48 \times 0.52}{80}} = 0.0559$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.4 - 0.48}{0.0559} = -1.43 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4236$$

$$P(p > 0.4) = 0.5 + 0.4236 = 0.9236$$

ข.

$$p = \frac{48}{120} = 0.4$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.4 \times 0.6}{120}} = 0.0447$$

$$\begin{aligned}\pi &= p \pm Z_{(0.005)} s_p \\ &= 0.4 \pm 2.58(0.0447) \\ &= 0.2847 \text{ ถึง } 0.5153\end{aligned}$$

37.

$$p = \frac{185}{200} = 0.925$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.925 \times 0.075}{200}} = 0.0186$$

$$\begin{aligned}\pi &= p \pm Z_{(0.025)} s_p \\ &= 0.925 \pm 1.96(0.0186) \\ &= 0.8885 \text{ ถึง } 0.9615\end{aligned}$$

38.
$$p = \frac{5}{50} = 0.1$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.1 \times 0.9}{50}} = 0.0424$$

$$\pi = p \pm Z_{(0.005)} s_p$$

$$= 0.1 \pm 2.58(0.0424)$$

$$= -0.0095 \text{ ถึง } 0.2095$$

39.

ก.
$$\pi = p = \frac{30}{50} = 0.6$$

ข.
$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.6 \times 0.4}{50}} = 0.0693$$

$$\pi = p \pm Z_{(0.05)} s_p$$

$$= 0.6 \pm 1.65(0.0693)$$

$$= 0.4857 \text{ ถึง } 0.7143$$

ค.
$$\pi = p \pm Z_{(0.025)} s_p$$

$$= 0.6 \pm 1.96(0.0693)$$

$$= 0.4642 \text{ ถึง } 0.7358$$

ดังนั้น จะมีนักศึกษาเข้าชมงานตั้งแต่ $0.4642 \times 1,863 = 865$ คน ถึง $0.7358 \times 1,863 = 1,371$ คน

40.
$$n = 40 \times 40 = 1,600 \quad \text{ดอก}$$

ดอกไม้บานมาก
$$= 288 \quad \text{ดอก}$$

ดอกไม้ที่ยังไม่บานมาก
$$= 1,600 - 288 = 1,312 \quad \text{ดอก}$$

$$p = \frac{1,312}{1,600} = 0.82$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.82 \times 0.18}{1,600}} \sqrt{\frac{8,000 - 1,600}{8,000 - 1}} = 0.0086$$

$$\pi = p \pm Z_{(0.025)} s_p$$

$$= 0.82 \pm 1.96(0.0086)$$

$$= 0.8031 \text{ ถึง } 0.8369$$

ดอกไม้ที่เหลือ $= 160 \times 40 = 6,400$ ดอก

ดอกไม้ในกล่องที่เหลือจะมีดอกไม้ที่ยังไม่บานมากตั้งแต่ $0.8031 \times 6,400 = 5,140$ ดอก ถึง $0.8369 \times 6,400 = 5,357$ ดอก

41. สัดส่วนที่แท้จริงของนักศึกษาที่เห็นด้วย:

$$p = \frac{320}{500} = 0.64$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.64 \times 0.36}{500}} = 0.0215$$

$$\begin{aligned}\pi &= p \pm Z_{(0.05)} s_p \\ &= 0.64 \pm 1.65(0.0215) \\ &= 0.6046 \text{ ถึง } 0.6754\end{aligned}$$

ขนาดของตัวอย่าง:

$$\begin{aligned}n &= \frac{Z_{(0.025)}^2 pq N}{Z_{(0.025)}^2 pq + e^2 (N - 1)} \\ &= \frac{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5)(3,800)}{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5) + (0.05)^2 (3,800 - 1)} \\ &= 348.97 \text{ หรือ } 349 \text{ คน}\end{aligned}$$

$$\frac{n}{N} = \frac{349}{3,800} = 0.09$$

$$42. \quad n = \frac{Z_{(0.01)}^2 pq}{e^2} = \frac{(2.33)^2 (0.5 \times 0.5)}{(0.08)^2} = 212.07 \text{ หรือ } 213 \text{ คน}$$

$$43. \quad n = \frac{Z_{(0.005)}^2 pq}{e^2} = \frac{(2.58)^2 (0.5 \times 0.5)}{(0.05)^2} = 665.64 \text{ หรือ } 666 \text{ คน}$$

$$44. \quad n = \frac{Z_{(0.1)}^2 pq}{e^2} = \frac{(1.28)^2 (0.5 \times 0.5)}{(0.05)^2} = 163.84 \text{ หรือ } 164 \text{ คน}$$

45.

$$\text{ก.} \quad n = \frac{120}{600} = 0.2$$

$$p = \frac{30}{120} = 0.25$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.25 \times 0.75}{120}} \sqrt{\frac{600-120}{600-1}} = 0.0354$$

$$\begin{aligned} \pi &= p \pm Z_{(0.025)} \sigma_p \\ &= 0.25 \pm 1.96(0.0354) \\ &= 0.1806 \text{ ถึง } 0.3194 \end{aligned}$$

ข.

$$H_0: \pi \leq 0.20$$

$$H_1: \pi > 0.20$$

$$\alpha = 0.10$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.2 \times 0.8}{120}} \sqrt{\frac{600-120}{600-1}} = 0.0327$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.25 - 0.20}{0.0327} = 1.53$$

$$Z_{0.10} = +1.28$$

พบว่า $Z > Z_{(0.10)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า สัดส่วนของพนักงานที่ไม่พอใจสวัสดิการที่บริษัทให้มีมากกว่า 20% สรุปว่า รายงานของฝ่ายการเจ้าหน้าที่เชื่อถือได้

46.

$$H_0: \pi \geq 0.9$$

$$H_1: \pi < 0.9$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p = \frac{170}{200} = 0.85$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.9 \times 0.1}{200}} = 0.0212$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.85 - 0.9}{0.0212} = -2.36 : \quad Z_{0.01} = -2.33$$

พบว่า $Z < Z_{(0.01)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คำประกันของผู้ผลิตเชื่อถือได้

47. $H_0: \pi = 0.75$
 $H_1: \pi \neq 0.75$
 $\alpha = 0.05$

$$p = \frac{176}{224} = 0.7857$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.75 \times 0.25}{224}} = 0.0289$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.7857 - 0.75}{0.0289} = 1.24$$

$$Z_{0.025} = \pm 1.96$$

พบว่า $-Z_{(0.025)} < Z < Z_{(0.025)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผลการสังเกตนี้ตรงกับกฎของเมนเดล

48. $H_0: \pi \geq 0.3$
 $H_1: \pi < 0.3$
 $\alpha = 0.05$

$$p = \frac{8}{40} = 0.2$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.3 \times 0.7}{40}} = 0.0725$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.2 - 0.3}{0.0725} = -1.38$$

$$Z_{0.05} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงานดังกล่าว ไม่ได้ทำให้การส่งมอบชิ้นส่วนให้ลูกค้าดีขึ้นกว่าเดิม

49. $H_0: \pi \leq 0.3$
 $H_1: \pi > 0.3$
 $\alpha = 0.03$

$$p = \frac{132}{400} = 0.33$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.3 \times 0.7}{400}} = 0.0229$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.33 - 0.3}{0.0229} = 1.31$$

$$Z_{0.03} = 1.88$$

พบว่า $Z < Z_{(0.03)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนหนี้เสียไม่มากกว่า 30%

50.

ก.

$$n = \frac{Z_{(0.025)}^2 pq N}{Z_{(0.025)}^2 pq + e^2 (N - 1)}$$

$$= \frac{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5)(20,000)}{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5) + (0.025)^2 (20,000 - 1)}$$

$$= 1,427.07 \text{ หรือ } 1,428 \text{ คน}$$

$$\frac{n}{N} = \frac{1,428}{20,000} = 0.0714$$

ข.

$$\frac{n}{N} = \frac{400}{20,000} = 0.02$$

$$p = \frac{240}{400} = 0.6$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.6 \times 0.4}{400}} = 0.0245$$

$$\pi = p \pm Z_{(0.005)} s_p$$

$$= 0.6 \pm 2.575(0.0245)$$

$$= 0.5369 \text{ ถึง } 0.6631$$

ค. $H_0: \pi \leq 0.5$
 $H_1: \pi > 0.5$
 $\alpha = 0.02$

$$p = 0.9 \times 0.6 = 0.54$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{400}} = 0.025$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.54 - 0.5}{0.025} = 1.6$$

$$Z_{0.02} = 2.06$$

พบว่า $Z < Z_{(0.02)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนของลูกค้าปัจจุบันที่ต้องการซื้อสินค้าผ่านทาง Internet และเป็นสมาชิกเครือข่ายใด ๆ มีค่าไม่เกิน 50% เพราะฉะนั้น คุณกล้าไม่ควรเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าผ่านทาง Internet

51.

ก.

$$p = \frac{208}{400} = 0.52$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{400}} = 0.025$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.52 - 0.5}{0.025} = 0.8 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.2881$$

$$P(p > 0.52) = 0.5 - 0.2881 = 0.2119$$

ข.

$$H_0: \pi \leq 0.75$$

$$H_1: \pi > 0.75$$

$$\alpha = 0.03$$

$$p = \frac{180}{225} = 0.8$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.75 \times 0.25}{225}} = 0.0289$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.8 - 0.75}{0.0289} = 1.7321$$

$$Z_{0.03} = 1.88$$

พบว่า $Z < Z_{(0.03)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผู้บริโภคเป้าหมายที่ได้ชมจะสามารถจำตรา
ยี่ห้อได้ไม่เกิน 75% เพราะฉะนั้น คุณแอนไม่ควรจ้างบริษัทโฆษณา

52.

ก.

$$p = \frac{300}{400} = 0.75$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.8 \times 0.2}{400}} = 0.02$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.75 - 0.8}{0.02} = -2.5 \quad \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ} = 0.4938$$

$$P(p > 0.75) = 0.5 + 0.4938 = 0.9938$$

ข.

$$n = \frac{Z_{(0.005)}^2 pq}{e^2} = \frac{(2.58)^2 (0.5 \times 0.5)}{(0.05)^2} = 665.64 \text{ หรือ } 666 \text{ คน}$$

ถ้าแผนโฆษณาและประชาสัมพันธ์ได้ผล จำนวนผู้รับรู้ = 0.8 (จำนวนผู้เข้ามาในพลาซ่า)

$$\text{ดังนั้น จำนวนผู้เข้ามาในพลาซ่า} = \frac{666}{0.8} = 832.5 \text{ หรือ } 833 \text{ คน}$$

ค.

$$p = \frac{180}{400} = 0.45$$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.45 \times 0.55}{400}} = 0.0249$$

$$\begin{aligned} \pi &= p \pm Z_{(0.05)} s_p \\ &= 0.45 \pm 1.65(0.0249) \\ &= 0.4089 \text{ ถึง } 0.4911 \end{aligned}$$

ง.

$$H_0: \pi \geq 0.9$$

$$H_1: \pi < 0.9$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p = \frac{153}{180} = 0.85$$

$$\sigma_{\pi} = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.9 \times 0.1}{180}} = 0.0224$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_{\pi}} = \frac{0.85 - 0.9}{0.0224} = -2.23$$

$$Z_{0.01} = -2.33$$

พบว่า $Z > Z_{(0.01)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า คำรับรองของคุณพงศ์เป็นจริง

53.

ก. $\mu = \bar{X} = 39.5$ กรัม

ข. $s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{16}} = 0.5$

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.025, 15)} s_{\bar{X}} \\ &= 39.5 \pm 2.131(0.5) \\ &= 38.4345 \text{ ถึง } 40.5655 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

ค. $p = \frac{42}{50} = 0.84$

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{0.84 \times 0.16}{50}} = 0.0518$$

$$\begin{aligned} \pi &= p \pm Z_{(0.005)} s_p \\ &= 0.84 \pm 2.575(0.0518) \\ &= 0.7065 \text{ ถึง } 0.9735 \end{aligned}$$

ง. $n = \frac{Z_{(0.025)}^2 pq}{e^2} = \frac{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5)}{(0.1)^2} = 96.04 \text{ หรือ } 97 \text{ คน}$

54.

ก.

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{Z_{(0.025)}^2 pq N}{Z_{(0.025)}^2 pq + e^2 (N - 1)} \\
 &= \frac{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5)(2,000)}{(1.96)^2 (0.5 \times 0.5) + (0.025)^2 (2,000 - 1)} \\
 &= 869.23 \text{ หรือ } 870 \text{ คน} \\
 \frac{n}{N} &= \frac{870}{2,000} = 0.435
 \end{aligned}$$

ข.

$$\begin{aligned}
 \frac{n}{N} &= \frac{460}{2,000} = 0.23 \\
 p &= \frac{322}{460} = 0.7 \\
 s_p &= \sqrt{\frac{pq}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.7 \times 0.3}{460}} \sqrt{\frac{2,000 - 460}{2,000 - 1}} = 0.0188 \\
 \pi &= p \pm Z_{(0.005)} s_p \\
 &= 0.7 \pm 2.58(0.0188) \\
 &= 0.6516 \text{ ถึง } 0.7484
 \end{aligned}$$

ค.

$$\begin{aligned}
 \frac{n}{N} &= \frac{322}{2,000} = 0.161 \\
 s_{\bar{X}} &= \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{6.7}{\sqrt{322}} \sqrt{\frac{2,000 - 322}{2,000 - 1}} = 0.3421 \\
 \mu &= \bar{X} \pm Z_{(0.01)} s_{\bar{X}} \\
 &= 23.5 \pm 2.33(0.3421) \\
 &= 22.7029 \text{ ถึง } 24.2971 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

ง.

$$H_0: \mu \geq 25 \quad \text{นาที}$$

$$H_1: \mu < 25 \quad \text{นาที}$$

$$\alpha = 0.02$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{6.7}{\sqrt{322}} \sqrt{\frac{2,000-322}{2,000-1}} = 0.3421$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{23.5 - 25}{0.3421} = -4.3847$$

$$Z_{(0.02)} = -2.06$$

พบว่า $Z < Z_{(0.02)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คุณจีควรกำหนดเวลาในการใช้ต่อครั้งของสมาชิกให้น้อยกว่า 25 นาที เพื่อให้การใช้ห้องมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

การทดสอบสมมติฐานของค่าพารามิเตอร์ของประชากรสองกลุ่ม

1.

พนักงานคนที่	จำนวนหน้าที่พิมพ์ได้ต่อชั่วโมง		ผลต่าง (D) (ใหม่ - เดิม)	D ²
	สภาพที่ทำงานเดิม	สภาพที่ทำงานใหม่		
1	10	12	2	4
2	8	11	3	9
3	9	8	-1	1
4	10	11	1	1
5	7	8	1	1
6	9	12	3	9
7	11	15	4	16
8	10	9	-1	1
9	11	11	0	0
10	12	12	0	0
รวม			12	42

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ หน้า}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{42 - 10(1.2)^2}{9}} = 1.75 \text{ หน้า}$$

$$H_0: \mu_D \leq 0 \quad \text{หน้า}$$

$$H_1: \mu_D > 0 \quad \text{หน้า}$$

$$\alpha = 0.10$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{1.75}{\sqrt{10}} \sqrt{\frac{50-10}{50-1}} = 0.50$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{1.2 - 0}{0.50} = 2.40$$

$$t_{(0.10,9)} = 1.383$$

พบว่า $t > t_{(0.10,9)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า การจัดสถานที่ทำงานใหม่ทำให้ได้ผลงานมากขึ้น

2.

คนงานคนที่	ปริมาณผลผลิต		ผลต่าง (D) (มี - ไม่มี)	D ²
	ไม่มีเสียงเพลง	มีเสียงเพลง		
1	219	235	16	256
2	205	186	-19	361
3	226	240	14	196
4	198	203	5	25
5	209	221	12	144
6	216	205	-11	121
รวม			17	1,103

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{17}{6} = 2.83 \text{ หน่วย}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,103 - 6(2.83)^2}{5}} = 14.52 \text{ หน่วย}$$

$$H_0: \mu_D = 0 \quad \text{หน่วย}$$

$$H_1: \mu_D \neq 0 \quad \text{หน่วย}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{14.52}{\sqrt{6}} = 5.9278$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{2.83 - 0}{5.9278} = -3.0978$$

$$t_{(0.025,5)} = \pm 2.571$$

พบว่า $t < -t_{(0.025,5)}$
เปลี่ยนแปลง

ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า เสียงเพลงมีผลทำให้ปริมาณผลผลิต

3.

รถยนต์คันที่	น้ำมันส่วนผสมเดิม	น้ำมันส่วนผสมใหม่	ผลต่าง (D) (ใหม่ - เดิม)	D ²
1	7.9	10.5	2.6	6.76
2	5.6	9.4	3.8	14.44
3	9.2	13.6	4.4	19.36
4	6.7	8.3	1.6	2.56
5	8.1	13.5	5.4	29.16
6	7.3	12.2	4.9	24.01
7	8.1	13.6	5.5	30.25
8	5.4	9.5	4.1	16.81
9	6.9	11.0	4.1	16.81
10	6.1	10.8	4.7	22.09
11	6.7	10.2	3.5	12.25
12	8.2	13.9	5.7	32.49
รวม			50.3	226.99

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{50.3}{12} = 4.1917 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{226.99 - 12(4.1917)^2}{11}} = 1.2115 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$H_0: \mu_D \geq 4.5 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$H_1: \mu_D < 4.5 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{1.2115}{\sqrt{12}} = 0.3497$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{4.1917 - 4.5}{0.3497} = -0.88$$

$$t_{(0.05,11)} = -1.796$$

พบว่า $t > t_{(0.05,11)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า บริษัทสามารถยืนยันได้ว่าน้ำมันส่วนผสมใหม่นี้สามารถลดความเสี่ยงของการใช้น้ำมันต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดนโยบายไว้

4.

รายชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ	อัตราเงินเฟ้อ(%)		ผลต่าง (D) (25X2-25X1)	D ²
	มกราคม 25X1	มกราคม 25X2		
ก	3.1	2.4	-0.7	0.49
ข	3.4	3.1	-0.3	0.09
ค	3.0	3.1	0.1	0.01
ง	4.0	3.5	-0.5	0.25
จ	3.7	3.8	0.1	0.01
ฉ	3.3	2.3	-1.0	1.00
ช	3.5	2.9	-0.6	0.36
ซ	3.5	3.2	-0.3	0.09
ณ	3.3	2.6	-0.7	0.49
รวม			-3.9	2.79

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{-3.9}{9} = -0.4333 \%$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2.79 - 9(-0.4333)^2}{8}} = 0.3709 \%$$

ก. $H_0: \mu_D \leq 0$
 $H_1: \mu_D > 0$
 $\alpha = 0.05$

ข. $s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{0.3709}{\sqrt{9}} = 0.1236$
 $t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{-0.4333 - 0}{0.1236} = -3.506$

$$t_{(0.05,8)} = -1.890$$

พบว่า $t < -t_{(0.05,8)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าอัตราเงินเฟ้อในปี 25X2 ต่ำกว่าอัตราเงินเฟ้อปี 25X1

5.

แม่บ้านรายที่	ราคาไข่ไก่ต่อฟอง		ผลต่าง (D) (หลัง - ก่อน)	D ²
	ก่อนน้ำมันขึ้นราคา	หลังน้ำมันขึ้นราคา		
1	1.40	1.35	-0.05	0.0025
2	1.65	1.80	0.15	0.0225
3	1.30	1.40	0.10	0.0100
4	1.80	2.00	0.20	0.0400
5	1.50	1.40	-0.10	0.0100
6	1.00	1.20	0.20	0.0400
7	1.55	1.60	0.05	0.0025
8	1.60	1.50	0.10	0.0100
9	1.20	1.25	0.05	0.0025
10	1.35	1.40	0.05	0.0025
11	1.40	1.30	-0.10	0.0100
12	1.60	1.60	0.00	0.0000
รวม			0.65	0.1525

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{0.65}{12} = 0.0542 \text{ บาท}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.1525 - 12(0.0542)^2}{11}} = 0.1033 \text{ บาท}$$

$$H_0: \mu_D \leq 0$$

$$H_1: \mu_D > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{0.1033}{\sqrt{12}} = 0.0298$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{0.0542 - 0}{0.0298} = 1.8188$$

$$t_{(0.05,11)} = 1.796$$

พบว่า $t > t_{(0.05,11)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผลกระทบจากการที่น้ำมันขึ้นราคามีผลทำให้ราคาสินค้าสูงขึ้น

6.

วัน	ผลผลิตเฉลี่ย		ผลต่าง (D) (กลางวัน-กลางคืน)	D ²
	กลางวัน	กลางคืน		
จันทร์	263	265	-2	4
อังคาร	288	278	10	100
พุธ	290	277	13	169
พฤหัสบดี	275	268	7	49
ศุกร์	255	244	11	121
รวม			39	443

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{39}{5} = 7.8 \text{ หน่วย}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{443 - 5(7.8)^2}{4}} = 5.8907 \text{ หน่วย}$$

$$H_0: \mu_D \leq 0$$

$$H_1: \mu_D > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{5.8907}{\sqrt{5}} = 2.6344$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{7.8 - 0}{2.6344} = 2.9608$$

$$t_{(0.05,4)} = 2.132$$

พบว่า $t > t_{(0.05,4)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คนงานผลิตกลางวันทำงานมีประสิทธิภาพดีกว่า
คนงานผลิตกลางคืน

7.

คนที่	คะแนนความพอใจ		ผลต่าง (D) (แบบที่ 1 - แบบที่ 2)	D ²
	แบบที่1	แบบที่2		
1	9	8	1	1
2	5	7	-2	4
3	7	8	-1	1
4	9	6	3	9
5	6	5	1	1
6	7	5	2	4
รวม			4	20

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{4}{6} = 0.6667 \text{ คะแนน}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{20 - 6(0.6667)^2}{5}} = 1.8619 \text{ คะแนน}$$

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_1: \mu_D \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{1.8619}{\sqrt{6}} = 0.7601$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{0.6667 - 0}{0.7601} = 0.8771$$

$$t_{(0.025,5)} = \pm 2.571$$

พบว่า $-t_{(0.025,5)} < t < t_{(0.025,6)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ลูกค้ามีความพอใจในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองแตกต่างกัน

8.

นักเรียนคนที่	คะแนนการร้องเพลง		ผลต่าง (D) (ครูก้อย - ครูหญิง)	D ²
	ครูก้อย	ครูหญิง		
1	9	8	1	1
2	7	8	-1	1
3	8	5	3	9
4	6	6	0	0
5	7	9	-2	4
6	5	6	-1	1
7	8	7	1	1
8	6	5	1	1
รวม			2	18

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{2}{8} = 0.25 \text{ คะแนน}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{18 - 8(0.25)^2}{7}} = 1.5811 \text{ คะแนน}$$

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_1: \mu_D \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{1.5811}{\sqrt{8}} = 0.5590$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{0.25 - 0}{0.5590} = 0.4472$$

$$t_{(0.025,7)} = \pm 2.365$$

พบว่า $-t_{(0.025,7)} < t < t_{(0.025,7)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ครูทั้งสองให้คะแนนการร้องเพลงที่มีมาตรฐานเดียวกัน

9. จากการสังเกต พบว่า พ่อครัวสาขาที่ 1 ทำได้เร็วกว่าพ่อครัวสาขาที่ 2 ดังนั้น ควรทดสอบว่าผลต่างมากกว่า 0 หรือไม่ ถ้ายอมรับ H_1 แสดงว่า พ่อครัวสาขาที่ 2 ทำช้ากว่า ก็ควรส่งพ่อครัวสาขาที่ 1 เข้าแข่งขัน

เมนูที่	เวลาในการปรุงอาหารของพ่อครัว		ผลต่าง (D) (สาขา 2 - สาขา 1)	D^2
	สาขา 1	สาขา 2		
1	3	5	2	4
2	5	12	7	49
3	6	6	0	0
4	7	9	2	4
5	12	10	-2	4
6	8	11	3	9
7	4	7	3	9
8	8	9	1	1
9	10	12	2	4
รวม			18	84

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{18}{9} = 2 \text{ นาที}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{84 - 9(2)^2}{8}} = 2.4495 \text{ นาที}$$

$$H_0: \mu_D \leq 0$$

$$H_1: \mu_D > 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{2.4495}{\sqrt{9}} = 0.8165$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{2 - 0}{0.8165} = 2.4495$$

$$t_{(0.05,8)} = \pm 1.860$$

พบว่า $t > t_{(0.05,8)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า พ่อครัวสาขาที่ 2 ทำช้ากว่าพ่อครัวสาขาที่ 1 เพราะฉะนั้น ควรส่งพ่อครัวสาขาที่ 1 เข้าแข่งขัน

10. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง โรงเรียนกัลยาณีศึกษา
 กลุ่ม 2 หมายถึง โรงเรียนศกุนตลาวิทยา

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

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

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

$$= \sqrt{\frac{(14 - 1)10^2 + (14 - 1)8^2}{14 + 14 - 2}} = 9.0554$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$= 9.0554 \sqrt{\frac{1}{14} + \frac{1}{14}} = 3.4226$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

$$= \frac{(107 - 112) - 0}{3.4226} = -1.4609$$

$$t_{(0.025, 26)} = \pm 2.056$$

พบว่า $-t_{(0.025, 26)} < t < t_{(0.025, 26)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ความรู้ทั่วไปของนักเรียน 2 โรงเรียนนี้ไม่แตกต่างกัน

11. $H_0: \mu \leq 22$ ถึง
 $H_1: \mu > 22$ ถึง
 $\alpha = 0.10$

$$\frac{n}{N} = \frac{25}{100} = 0.25$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} = \frac{5}{\sqrt{25}} \sqrt{\frac{100 - 25}{100 - 1}} = 0.8704$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{24 - 22}{0.8704} = 2.2978$$

$$t_{(0.10,24)} = 1.318$$

พบว่า $t > t_{(0.10,24)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มให้เพิ่มผลผลิตได้จริง

12. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง คุณเต็ม
 กลุ่ม 2 หมายถึง คุณต้อย

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\begin{aligned} s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} &= \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \\ &= \sqrt{\frac{(0.25)^2}{35} + \frac{(0.22)^2}{42}} = 0.0542 \\ Z &= \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \\ &= \frac{(0.75 - 0.80) - 0}{0.0542} = -0.9925 \end{aligned}$$

$$Z_{(0.05)} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า คุณเต็มไม่ได้ทำงานได้ดีกว่าคุณต้อย จึงควรให้รางวัลทั้งสองคน

13. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2

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

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.02$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(12 - 1)6^2 + (15 - 1)5^2}{12 + 15 - 2}} = 5.4626$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 5.4626 \sqrt{\frac{1}{12} + \frac{1}{15}} = 2.1157$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(140 - 124) - 0}{2.1157} = 7.5625$$

$$t_{(0.01, 25)} = \pm 2.485$$

พบว่า $t > t_{(0.01, 25)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผลผลิตทั้งสองชนิดมีน้ำหนักต่างกัน

14. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง พนักงานชาย
 กลุ่ม 2 หมายถึง พนักงานหญิง

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

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(10 - 1)1,600 + (10 - 1)2,000}{10 + 10 - 2}} = 42.4264$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 42.4264 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = 18.9737$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(5,000 - 6,000) - 0}{18.9737} = -52.7045$$

$$t_{(0.025, 18)} = \pm 2.101$$

พบว่า $t < -t_{(0.025, 18)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ความสามารถในการขายของพนักงานชายและหญิงแตกต่างกัน

15. ก. $H_0: \mu = 2,000 \text{ บาท}$

$H_1: \mu \neq 2,000 \text{ บาท}$

$\alpha = 0.05$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{1,750 - 2,000}{\frac{500}{\sqrt{40}}} = -3.162$$

$Z_{(0.025)} = \pm 1.96$

พบว่า $Z < -Z_{(0.025)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า การกะประมาณของนักวิจัยผู้นี้ผิดพลาด

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง นักศึกษาปริญญาโท

กลุ่ม 2 หมายถึง นักศึกษาปริญญาตรี

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \leq 0$

$H_1: \mu_1 > \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 > 0$

$\alpha = 0.05$

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

$$= \sqrt{\frac{(40 - 1)500^2 + (22 - 1)300^2}{40 + 22 - 2}} = 440.4543$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

$$= 440.4543 \sqrt{\frac{1}{40} + \frac{1}{22}} = 116.9109$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(1,750 - 1,570) - 0}{116.9109} = 1.5396$$

$t_{(0.01,60)} = 2.390$

พบว่า $t < t_{(0.01,60)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า นักศึกษาปริญญาโทจะมีรายจ่ายค่าหนังสือมากกว่า นักศึกษาปริญญาตรี

16. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีสายวิทยาศาสตร์
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีสายสังคมศาสตร์

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{255,600}{6} = 42,500 \text{ บาท}$$

$$s_1^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{737,500,000}{6 - 1} = 147,500,000 \text{ บาท}^2$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{278,000}{6} = 46,333 \text{ บาท}$$

$$s_2^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{1,153,333,333}{6 - 1} = 230,666,667 \text{ บาท}^2$$

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

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

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

$$= \sqrt{\frac{(6 - 1)147,500,000 + (6 - 1)230,666,667}{6 + 6 - 2}} = 13,750.76$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 13,750.76 \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{1}{6}} = 7,939$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(42,500 - 46,333) - 0}{7,939} = -0.48$$

$$t_{(0.025,10)} = \pm 2.228$$

พบว่า $-t_{(0.025,10)} < t < t_{(0.025,10)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า เงินเดือนของผู้บริหารที่จบการศึกษาจากทั้งสองสายไม่แตกต่างกัน

ข. การทดสอบตามข้อ ก. จะต้องกำหนดข้อสมมติฐาน (Assumption) เกี่ยวกับประชากร 2 ประชากร คือ

1. ประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
2. ประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าแปรปรวนเท่ากัน

17. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ฝ่ายบัญชี
กลุ่ม 2 หมายถึง ฝ่ายวิจัย

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{40}{5} = 8 \text{ วินาที}$$

$$s_1^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{34}{5 - 1} = 8.5 \text{ วินาที}^2$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{51}{6} = 8.5 \text{ วินาที}$$

$$s_2^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{49.5}{6 - 1} = 9.9 \text{ วินาที}^2$$

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

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

$$= \sqrt{\frac{(5 - 1)8.5 + (6 - 1)9.9}{5 + 6 - 2}} = 3.0459$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 3.0459 \sqrt{\frac{1}{5} + \frac{1}{6}} = 1.8444$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(8 - 8.5) - 0}{1.8444} = -0.27$$

$$t_{(0.05,9)} = -1.833$$

พบว่า $t > t_{(0.05,9)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า โดยเฉลี่ยแล้วงานของฝ่ายวิจัยไม่ได้ใช้เวลามากกว่างานของฝ่ายบัญชี

- ข. ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปในข้อ ก. จะต้องกำหนดข้อสันนิษฐาน (Assumption) เกี่ยวกับการแจกแจงและค่าแปรปรวนดังนี้ คือ

1. ประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
2. ประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าแปรปรวนเท่ากัน

18. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ยอดขายต่อเดือนของพนักงานขายในเขตกรุงเทพมหานคร
 กลุ่ม 2 หมายถึง ยอดขายต่อเดือนของพนักงานขายในเขตต่างจังหวัด

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

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} = \sqrt{\frac{(750)^2}{100} + \frac{(900)^2}{150}} = 105$$

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(1,350 - 1,200) - 0}{105} = 1.43$$

$$Z_{(0.025)} = \pm 1.96$$

พบว่า $-Z_{(0.025)} < Z < Z_{(0.025)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ยอดขายต่อเดือนของพนักงานขายในเขตกรุงเทพมหานครกับพนักงานขายเขตต่างจังหวัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน บริษัท ยอดเยี่ยม จำกัด ยังสามารถเชื่อถือข้อสรุปเดิมได้

19. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง บริษัท ก.
 กลุ่ม 2 หมายถึง บริษัท ข.

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

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

$$= \sqrt{\frac{(9 - 1)400,000 + (11 - 1)350,000}{9 + 11 - 2}} = 610.1002$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 610.1002 \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{11}} = 274.2196$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(26,300 - 26,600) - 0}{274.2196} = -1.094$$

$$t_{(0.05, 18)} = -1.734$$

พบว่า $t > t_{(0.05,18)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า เงินเดือนเฉลี่ยของพนักงานที่ทำงานมาแล้ว 12 ปีของบริษัท ข. ไม่สูงกว่าบริษัท ก.

20. ก.

$$H_0: \mu \geq 10\%$$

$$H_1: \mu < 10\%$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.5}{\sqrt{15}} = 0.1291$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{9.85 - 10}{0.1291} = -1.1619$$

$$t_{(0.05,14)} = -1.761$$

พบว่า $t > t_{(0.05,14)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ราคาสินค้าในร้านนี้ลดจากราคาป้ายที่บริษัทผู้ผลิตติดไว้อย่างต่ำ 10%

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง GOOD DEAL SUPERMARKET

กลุ่ม 2 หมายถึง GOOD PRICE SUPERMARKET

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 < 0$$

$$\alpha = 0.01$$

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

$$= \sqrt{\frac{(15 - 1)0.5^2 + (17 - 1)0.6^2}{15 + 17 - 2}} = 0.5556$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 0.5556 \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{1}{17}} = 0.1968$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(9.85 - 9.75) - 0}{0.1968} = 0.5081$$

$$t_{(0.01,30)} = -2.457$$

พบว่า $t > t_{(0.01,30)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ราคาสินค้าของ GOOD PRICE SUPERMARKET ไม่ถูกกว่าราคาสินค้าของ GOOD DEAL SUPERMARKET

21. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง แบตเตอรี่ห้อย A
 กลุ่ม 2 หมายถึง แบตเตอรี่ห้อย B

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{n} = \frac{308}{7} = 44 \text{ เดือน}$$

$$s_{\bar{X}_1} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{674}{7-1}} = \sqrt{112.3333} = 10.5987 \text{ เดือน}$$

$$H_0: \mu \geq 48 \text{ เดือน}$$

$$H_1: \mu < 48 \text{ เดือน}$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{10.5987}{\sqrt{7}} = 4.0059$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{44 - 48}{4.0059} = -0.9985$$

$$t_{(0.05,6)} = -1.943$$

พบว่า $t > t_{(0.05,6)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า อายุการใช้งานเฉลี่ยของแบตเตอรี่ห้อย A ไม่น้อยกว่า 48 เดือน

ข.
$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{n} = \frac{280}{7} = 40 \text{ เดือน}$$

$$s_{\bar{X}_2}^2 = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{108}{7-1}} = 18 \text{ เดือน}^2$$

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(7-1)112.3333 + (7-1)18}{7+7-2}} = 8.0726$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 8.0726 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{1}{7}} = 4.3150$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(44 - 40) - 0}{4.3150} = 0.9270$$

$$t_{(0.05,12)} = 1.782$$

พบว่า $t < t_{(0.05,12)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า แบตเตอรี่ยี่ห้อ A ไม่ได้มีอายุการใช้งานนานกว่ายี่ห้อ B

22. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง วัดจุดดิบ A
กลุ่ม 2 หมายถึง วัดจุดดิบ B

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(21 - 1)49 + (21 - 1)42}{21 + 21 - 2}} = 6.7454$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 6.7454 \sqrt{\frac{1}{21} + \frac{1}{21}} = 2.0816$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(200 - 195) - 0}{2.0816} = 2.4020$$

$$t_{(0.05,40)} = 1.684$$

พบว่า $t > t_{(0.05,40)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า วัดจุดดิบ B มีคุณสมบัติดีกว่าวัดจุดดิบ A

23. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ยาน้ำสูตรเก่า
กลุ่ม 2 หมายถึง ยาน้ำสูตรใหม่

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(22 - 1)2^2 + (20 - 1)3^2}{22 + 20 - 2}} = 2.5249$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 2.5249 \sqrt{\frac{1}{22} + \frac{1}{20}} = 0.7802$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(59.8 - 58.2) - 0}{0.7802} = 2.0508$$

$$t_{(0.05,40)} = 1.684$$

พบว่า $t > t_{(0.05,40)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ยาน้ำแก๊สสำหรับเด็กของบริษัทสูตรใหม่มี ปริมาณน้อยกว่ายาน้ำแก๊สสูตรเดิม

24. ก. $H_0: \mu = 300$ ขวดต่อชั่วโมง
 $H_1: \mu \neq 300$ ขวดต่อชั่วโมง
 $\alpha = 0.05$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{12}{\sqrt{32}} = 2.1213$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s_{\bar{X}}} = \frac{295 - 300}{2.1213} = -2.3570$$

$$Z_{(0.025)} = \pm 1.96$$

พบว่า $Z < Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุน้ำดื่ม A ไม่เท่าเดิม

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง เครื่องจักร A
 กลุ่ม 2 หมายถึง เครื่องจักร B
 $H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ หรือ $\mu_1 - \mu_2 \geq 0$
 $H_1: \mu_1 < \mu_2$ หรือ $\mu_1 - \mu_2 < 0$
 $\alpha = 0.05$

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} = \sqrt{\frac{(32 - 1)12^2 + (10 - 1)15^2}{32 + 10 - 2}} = 12.7368$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 12.7368 \sqrt{\frac{1}{32} + \frac{1}{10}} = 4.6143$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(295 - 297.5) - 0}{4.6143} = -0.5418$$

$$t_{(0.05,40)} = -1.684$$

พบว่า $t > t_{(0.05,40)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ประสิทธิภาพในการบรรจุของเครื่องจักรทั้งสองไม่แตกต่างกัน คุณสมบัตสามารถเลือกซื้อเครื่องจักรยี่ห้อใดก็ได้

25. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้อยู่อาศัยในเขตเมือง
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้อยู่อาศัยในบริเวณชานเมือง

$$H_0: \pi_1 \leq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \leq 0$$

$$H_1: \pi_1 > \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$p_1 = \frac{120}{200} = 0.60$$

$$p_2 = \frac{240}{500} = 0.48$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{120 + 240}{200 + 500} = 0.5143$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.5143 \times 0.4857)}{200} + \frac{(0.5143 \times 0.4857)}{500}} = 0.0418$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.6 - 0.48) - 0}{0.0418} = 2.8708$$

$$Z_{(0.05)} = 1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้ที่อยู่ในเมืองจะมีความพอใจมากกว่าผู้ที่อยู่บริเวณชานเมืองดังที่คาดหวัง

ข. $H_0: \pi \leq 0.5$

$$H_1: \pi > 0.5$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{500}} = 0.0224$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.48 - 0.50}{0.0224} = -0.8929$$

$$Z_{(0.05)} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผู้ที่อยู่บริเวณชานเมืองเห็นด้วยไม่น้อยกว่า 50% จึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้าง

26. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 \geq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \geq 0$$

$$H_1: \pi_1 < \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$p_1 = \frac{52}{325} = 0.16$$

$$p_2 = \frac{54}{300} = 0.18$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{52 + 54}{325 + 300} = 0.1696$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.1696 \times 0.8304)}{325} + \frac{(0.1696 \times 0.8304)}{300}} = 0.0300$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.16 - 0.18) - 0}{0.0300} = -0.67$$

$$Z_{(0.05)} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า หญิงไม่ได้ชอบดื่มน้ำอัดลมมากกว่าชาย

27. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 \geq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \geq 0$$

$$H_1: \pi_1 < \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 < 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = \frac{30}{80} = 0.375$$

$$p_2 = \frac{60}{100} = 0.60$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{30 + 60}{80 + 100} = 0.50$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.5 \times 0.5)}{80} + \frac{(0.5 \times 0.5)}{100}} = 0.075$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.375 - 0.60) - 0}{0.075} = -3.00$$

$$Z_{(0.01)} = -2.33$$

พบว่า $Z < Z_{(0.01)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้หญิงนิยมชมรายการโทรทัศน์ของคุณโบว์มากกว่าผู้ชาย

28. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = 0.8 \qquad p_2 = 0.75$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{90(0.8) + 60(0.75)}{90 + 60} = 0.78$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.78 \times 0.22)}{90} + \frac{(0.78 \times 0.22)}{60}} = 0.0693$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.8 - 0.75) - 0}{0.0693} = 0.7215$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $-Z_{(0.005)} > Z > Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สินค้าใหม่นี้จะได้รับการต้อนรับเท่าๆ กันจากลูกค้าทั้งชายและหญิงเมื่อทำการแนะนำสู่ตลาด

29. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง โรงงาน A
กลุ่ม 2 หมายถึง โรงงาน B

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = \frac{5}{150} = 0.0333 \qquad p_2 = \frac{12}{150} = 0.08$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{5 + 12}{150 + 150} = 0.0567$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.0567 \times 0.9433)}{150} + \frac{(0.0567 \times 0.9433)}{150}} = 0.0267$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.0333 - 0.08) - 0}{0.0267} = -1.7491$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $-Z_{(0.005)} > Z > Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า จำนวนสินค้าที่มีตำหนิจากโรงงานทั้งสองไม่ต่างกัน

30. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง มหบัณฑิตทางบริหารธุรกิจจากโครงการ MBA ภาคปกติ
 กลุ่ม 2 หมายถึง มหบัณฑิตทางบริหารธุรกิจจากโครงการ MBA สำหรับผู้บริหาร

$$H_0: \pi_1 \geq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \geq 0$$

$$H_1: \pi_1 < \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$p_1 = \frac{55}{120} = 0.4583$$

$$p_2 = \frac{40}{80} = 0.50$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{55 + 40}{120 + 80} = 0.475$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.475 \times 0.525)}{120} + \frac{(0.475 \times 0.525)}{80}} = 0.0721$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.4583 - 0.5) - 0}{0.0721} = -0.5784$$

$$Z_{(0.05)} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนของผู้ที่ได้รับการเลื่อนตำแหน่งให้สูงขึ้นหลังจากสำเร็จการศึกษาจากโครงการ XMBA ไม่มากกว่าโครงการ RMBA

31. ก. $H_0: \pi \leq 0.05$

$$H_1: \pi > 0.05$$

$$\alpha = 0.08$$

$$p = \frac{10 + 6}{80 + 120} = 0.08$$

$$\sigma_{\pi} = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.05 \times 0.95}{200}} = 0.0154$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_{\pi}} = \frac{0.08 - 0.05}{0.0154} = 1.9481$$

$$Z_{(0.08)} = 1.41$$

พบว่า $Z > Z_{(0.08)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ขวดแก้วที่ผลิตจากเครื่องจักรทั้งสองรวมกันชำรุดเกินกว่า 5%

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง เครื่องจักรเครื่องที่หนึ่ง
กลุ่ม 2 หมายถึง เครื่องจักรเครื่องที่สอง

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.08$$

$$p_1 = \frac{10}{80} = 0.125$$

$$p_2 = \frac{6}{120} = 0.05$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{10 + 6}{80 + 120} = 0.08$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.08 \times 0.92)}{80} + \frac{(0.08 \times 0.92)}{120}} = 0.0392$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.125 - 0.05) - 0}{0.0392} = 1.9133$$

$$Z_{(0.04)} = \pm 1.75$$

พบว่า $Z > +Z_{(0.04)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ขวดแก้วชำรุดที่ผลิตจากเครื่องจักรทั้งสองเครื่องแตกต่างกัน

32. ก. $H_0: \pi \geq 0.7$
 $H_1: \pi < 0.7$
 $\alpha = 0.10$

$$p = \frac{248}{380} = 0.6526$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.7 \times 0.3}{380}} = 0.0235$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.6526 - 0.7}{0.0235} = -2.017$$

$$Z_{(0.10)} = -1.28$$

พบว่า $Z < Z_{(0.10)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้หญิงชอบที่จะบริการตนเองเช่นเดียวกับการใช้บริการห้างสรรพสินค้าน้อยกว่าร้อยละ 70

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้หญิง
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้ชาย

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = \frac{248}{380} = 0.6526$$

$$p_2 = \frac{161}{270} = 0.5963$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{248 + 161}{380 + 270} = 0.6292$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.6292 \times 0.3708)}{380} + \frac{(0.6292 \times 0.3708)}{270}} = 0.0384$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.6526 - 0.5963) - 0}{0.0384} = 1.4661$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $-Z_{(0.005)} > Z > Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีสัดส่วนของการชอบบริการตนเองไม่ต่างกัน

33. ก. $H_0: \pi = 0.99$
 $H_1: \pi \neq 0.99$
 $\alpha = 0.01$

$$p = \frac{105}{125} = 0.84$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.99 \times 0.01}{125}} = 0.0089$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.84 - 0.99}{0.0089} = -16.8539$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $Z < -Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า นักศึกษารวมศาสตร์คัดค้านการก่อสร้างทางด่วนนี้ไม่เท่ากับ 99%

ข. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง นักศึกษารวมศาสตร์
 กลุ่ม 2 หมายถึง ประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงคลองประปา

$H_0: \pi_1 = \pi_2$ หรือ $\pi_1 - \pi_2 = 0$
 $H_1: \pi_1 \neq \pi_2$ หรือ $\pi_1 - \pi_2 \neq 0$
 $\alpha = 0.01$

$$p_1 = \frac{105}{125} = 0.84 \quad p_2 = 0.25$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{105 + 250(0.25)}{125 + 250} = 0.4467$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.4467 \times 0.5533)}{125} + \frac{(0.4467 \times 0.5533)}{250}} = 0.0545$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.84 - 0.25) - 0}{0.0545} = 10.8257$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $Z > Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ประชาชนกลุ่มดังกล่าวมีความคิดเห็นไม่ตรงกับนักศึกษารวมศาสตร์

34. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง การสำรวจครั้งที่ 1 ก่อนการแถลงนโยบาย
 กลุ่ม 2 หมายถึง การสำรวจครั้งที่ 2 หลังจากรัฐบาลได้บริหารประเทศมาแล้ว 3 เดือน

$$H_0: \pi_1 \geq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \geq 0$$

$$H_1: \pi_1 < \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 < 0$$

$$\alpha = 0.03$$

$$p_1 = \frac{301}{338} = 0.8905$$

$$p_2 = \frac{191}{212} = 0.9009$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{301 + 191}{338 + 212} = 0.8945$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.8945 \times 0.1055)}{338} + \frac{(0.8945 \times 0.1055)}{212}} = 0.0269$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.8905 - 0.9009) - 0}{0.0269} = -0.3866$$

$$Z_{(0.03)} = -1.88$$

พบว่า $Z > Z_{(0.03)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนผู้มีความเชื่อมั่นในความรู้ความสามารถของรัฐมนตรีสายเศรษฐกิจหลังจากรัฐบาลได้บริหารประเทศมาแล้ว 3 เดือนไม่เพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนแถลงนโยบาย

ข. $H_0: \pi \leq 0.60$

$$H_1: \pi > 0.60$$

$$\alpha = 0.03$$

$$p = \frac{136}{212} = 0.6415$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.6 \times 0.4}{212}} = 0.0336$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.6415 - 0.6}{0.0336} = 1.2351$$

$$Z_{(0.03)} = 1.88$$

พบว่า $Z < Z_{(0.03)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนผู้มีความเชื่อมั่นในเสถียรภาพของรัฐบาลหลังจากรัฐบาลได้บริหารประเทศมาแล้ว 3 เดือนไม่มากกว่า 60%

$$ค. \quad n = \frac{Z_{0.025}^2 pq}{e^2} = \frac{1.96^2 (0.5 \times 0.5)}{0.03^2} = 1,067.11 \text{ หรือ } 1,068 \text{ ราย}$$

35. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

เพศ	เหมาะสำหรับผู้หญิง	เหมาะสำหรับผู้ชาย	รวม
ผู้ชาย	30	120	150
ผู้หญิง	30	170	200
รวม	60	290	350

พิสูจน์สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = \frac{30}{150} = 0.20$$

$$p_2 = \frac{30}{200} = 0.15$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{30 + 30}{150 + 200} = 0.1714$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.1714 \times 0.8286)}{150} + \frac{(0.1714 \times 0.8286)}{200}} = 0.0407$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.20 - 0.15) - 0}{0.0407} = 1.2285$$

$$Z_{(0.025)} = \pm 1.96$$

พบว่า $-Z_{(0.025)} > Z > Z_{(0.025)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ทักษะติดต่อน้ำหอมชนิดนี้ของผู้ชาย และผู้หญิงไม่แตกต่างกัน

36. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 \geq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \geq 0$$

$$H_1: \pi_1 < \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 < 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$p_1 = \frac{(0.425 \times 150) + (0.357 \times 100)}{150 + 100} = 0.3978$$

$$p_2 = \frac{(0.467 \times 150) + (0.466 \times 100)}{150 + 100} = 0.4666$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{(0.3978 \times 250) + (0.4666 \times 250)}{250 + 250} = 0.4322$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.4322 \times 0.5678)}{250} + \frac{(0.4322 \times 0.5678)}{250}} = 0.0443$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.3978 - 0.4666) - 0}{0.0443} = -1.5530$$

$$Z_{(0.05)} = -1.65$$

พบว่า $Z > Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า หญิง (ไม่ว่าอยู่ในวัยใด) ไม่ได้ชอบซื้อสินค้าที่มีของแถมมากกว่าชาย

ข. $H_0: \pi \leq 0.40$

$$H_1: \pi > 0.40$$

$$\alpha = 0.05$$

$$p = \frac{(0.357 \times 100) + (0.466 \times 100)}{100 + 100} = 0.4115$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.4 \times 0.6}{200}} = 0.0346$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.4115 - 0.4}{0.0346} = 0.3324$$

$$Z_{(0.05)} = 1.65$$

พบว่า $Z < Z_{(0.05)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนของคนในวัย 41-50 ปี (โดยไม่แยกเพศ) ที่ชอบซื้อสินค้าที่มีของแถมมีไม่มากกว่า 40%

37. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้บริหารระดับสูงสุดของบริษัทมหาชน
 กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้บริหารระดับสูงสุดของบริษัทขนาดเล็ก

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.02$$

$$p_1 = \frac{196}{200} = 0.98 \qquad p_2 = \frac{117}{150} = 0.78$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{196 + 117}{200 + 150} = 0.8943$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.8943 \times 0.1057)}{200} + \frac{(0.8943 \times 0.1057)}{150}} = 0.0332$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.98 - 0.78) - 0}{0.0332} = 6.0241$$

$$Z_{(0.01)} = \pm 2.33$$

พบว่า $Z > +Z_{(0.01)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า การศึกษาของผู้บริหารระดับสูงสุดของกิจการทั้ง 2 ประเภทแตกต่างกัน

ข. $H_0: \pi \leq 0.3$

$$H_1: \pi > 0.3$$

$$\alpha = 0.02$$

$$p = \frac{48}{150} = 0.32$$

$$\sigma_\pi = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{0.3 \times 0.7}{150}} = 0.0374$$

$$Z = \frac{p - \pi}{\sigma_\pi} = \frac{0.32 - 0.3}{0.0374} = 0.5348$$

$$Z_{(0.02)} = 2.05$$

พบว่า $Z < Z_{(0.02)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผู้บริหารระดับสูงสุดของบริษัทขนาดเล็กเคยถูกไล่หรือให้ออกจากงานไม่มากกว่า 30%

บทที่ 6

การทดสอบแบบไคสแควร์

1. H_0 : อาชีพไม่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อเสื้อ
 H_1 : อาชีพมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อเสื้อ

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

อาชีพ	ยี่ห้อเสื้อ			รวม
	แอโรโรว์	ยี่คิว	เทสท์	
ครู	52	64	24	140
พ่อค้า	60	59	52	171
ทหาร	50	65	74	189
รวม	162	188	150	500

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

อาชีพครูและเลือกซื้อเสื้อแอโรโรว์
$$e = \frac{140 \times 162}{500} = 45.36$$

อาชีพ	ยี่ห้อเสื้อ			รวม
	แอโรโรว์	ยี่คิว	เทสท์	
ครู	45.36	52.64	42.00	140
พ่อค้า	55.40	64.30	51.30	171
ทหาร	61.24	71.06	56.70	189
รวม	162	188	150	500

การคำนวณค่าไคสแควร์:

อาชีพครูและเลือกซื้อเสื้อแอโรโรว์
$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(52 - 45.36)^2}{45.36} = 0.9720$$

อาชีพ	ยี่ห้อเสื้อ		
	แอโรโรว์	ยี่คิว	เทสท์
ครู	0.9720	2.4516	7.7143
พ่อค้า	0.3813	0.4362	0.0096
ทหาร	2.0617	0.5175	5.2785

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 19.8225 \quad \chi^2_{(0.05, 4)} = 9.488$$

$$\text{ระดับความเป็นอิสระ(d.f.)} = (r-1)(c-1) = 4$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05, 4)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า อาชีพมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อเสื้อ

2. H_0 : ระดับอายุของคนไม่มีผลต่อการอดบุหรี่ในเชิงจิตวิทยา
 H_1 : ระดับอายุของคนมีผลต่อการอดบุหรี่ในเชิงจิตวิทยา

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

ผล	อายุ				รวม
	≤ 20 ปี	21-30 ปี	31-40 ปี	> 40 ปี	
อดบุหรี่ได้	10	26	20	19	75
อดบุหรี่ไม่ได้	10	14	10	11	45
รวม	20	40	30	30	120

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

สามารถอดบุหรี่ได้และอายุ ≤ 20 ปี:
$$e = \frac{75 \times 20}{120} = 12.50$$

ผล	อายุ				รวม
	≤ 20 ปี	21-30 ปี	31-40 ปี	> 40 ปี	
อดบุหรี่ได้	12.50	25.00	18.75	18.75	75
อดบุหรี่ไม่ได้	7.50	15.00	11.25	11.25	45
รวม	20	40	30	30	120

การคำนวณค่าไคสแควร์:

สามารถอดบุหรี่ได้และอายุ ≤ 20 ปี:
$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(10 - 12.5)^2}{12.5} = 0.5000$$

ผล	อายุ			
	≤ 20 ปี	21-30 ปี	31-40 ปี	> 40 ปี
อดบุหรี่ได้	0.5000	0.0400	0.0833	0.0033
อดบุหรี่ไม่ได้	0.8333	0.0667	0.1389	0.0056

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 1.6711$$

$$\chi^2_{(0.05,3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05,3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ระดับอายุของคนไม่มีผลต่อการอดบุหรี่ในเชิงจิตวิทยา

3. H_0 : ประสิทธิภาพของพนักงานไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ประสิทธิภาพของพนักงานมีความแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.01 \text{ และ } 0.025$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

ผลิตภัณฑ์	กลางวัน	เย็น	กลางคืน	รวม
ดี	905	890	870	2,665
บกพร่อง	45	55	70	170
รวม	950	945	940	2,835

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีและผลิตในกะกลางวัน: $e = \frac{2,665 \times 950}{2,835} = 893.03$

ผลิตภัณฑ์	กลางวัน	เย็น	กลางคืน	รวม
ดี	893.03	888.33	883.63	2,665
บกพร่อง	56.97	56.67	56.37	170
รวม	950	945	940	2,835

การคำนวณค่าไคสแควร์:

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีและผลิตในกะกลางวัน: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(905 - 893.03)^2}{893.03} = 0.1603$

ผลิตภัณฑ์	กลางวัน	เย็น	กลางคืน
ดี	0.1603	0.0031	0.2103
บกพร่อง	2.5137	0.0490	3.2974

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(3-1) = 2$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 6.2339$$

$$\chi^2_{(0.1,2)} = 4.605 \quad \text{และ} \quad \chi^2_{(0.025,2)} = 7.378$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.1,2)}$ แต่ $\chi^2 < \chi^2_{(0.025,2)}$

ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 และ ยอมรับ H_0 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.025

4. H_0 : สัดส่วนบัณฑิตจากคณะต่างๆที่สนใจศึกษาต่อไม่มีความแตกต่างกัน
 H_1 : สัดส่วนบัณฑิตจากคณะต่างๆที่สนใจศึกษาต่อมีความแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	บัณฑิตคณะ				รวม
	นิติศาสตร์	พาณิชยศาสตร์และการบัญชี	รัฐศาสตร์	เศรษฐศาสตร์	
จำนวนที่สนใจศึกษาต่อ	50	60	35	30	175
ไม่สนใจศึกษาต่อ	50	90	45	40	225
จำนวนที่สอบถาม	100	150	80	70	400
รวม	200	300	160	140	800

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

จำนวนบัณฑิตคณะนิติศาสตร์ที่สนใจศึกษาต่อ: $e = \frac{200 \times 175}{800} = 43.75$

	บัณฑิตคณะ				รวม
	นิติศาสตร์	พาณิชยศาสตร์และการบัญชี	รัฐศาสตร์	เศรษฐศาสตร์	
จำนวนที่สนใจศึกษาต่อ	43.75	65.63	35.00	30.63	175
ไม่สนใจศึกษาต่อ	56.25	84.38	45.00	39.38	225
จำนวนที่สอบถาม	100.00	150.00	80.00	70.00	400
รวม	200	300	160	140	800

การคำนวณค่าไคสแควร์:

จำนวนบัณฑิตคณะนิติศาสตร์ที่สนใจศึกษาต่อ: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(50 - 43.75)^2}{43.75} = 0.8929$

	นิติศาสตร์	พาณิชยศาสตร์และการบัญชี	รัฐศาสตร์	เศรษฐศาสตร์
จำนวนที่สนใจศึกษาต่อ	0.8929	0.4821	0.0000	0.0128
ไม่สนใจศึกษาต่อ	0.6944	0.3750	0.0000	0.0099
จำนวนที่สอบถาม	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (3-1)(4-1) = 6$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 2.4671 \quad \chi^2_{(0.05, 6)} = 12.592$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 6)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนบัณฑิตจากคณะต่างๆที่สนใจศึกษาต่อไม่มีความแตกต่างกัน

5. H_0 : นักศึกษาต่างคณะมีความต้องการทำงานในหน่วยงานไม่ต่างกัน

H_1 : นักศึกษาต่างคณะมีความต้องการทำงานในหน่วยงานต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	หน่วยงานที่ต้องการทำงาน			รวม
	ราชการ	รัฐวิสาหกิจ	ธุรกิจเอกชน	
คณะ ก.	15	10	5	30
คณะ ข.	20	20	10	50
คณะ ค.	5	10	5	20
รวม	40	40	20	100

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

นักศึกษาคณะ ก. ที่ต้องการทำงานราชการ: $e = \frac{30 \times 40}{100} = 12$

	หน่วยงานที่ต้องการทำงาน			รวม
	ราชการ	รัฐวิสาหกิจ	ธุรกิจเอกชน	
คณะ ก.	12	12	6	30
คณะ ข.	20	20	10	50
คณะ ค.	8	8	4	20
รวม	40	40	20	100

การคำนวณค่าไคสแควร์:

นักศึกษาคณะ ก. ที่ต้องการทำงานราชการ: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(15 - 12)^2}{12} = 0.75$

	หน่วยงานที่ต้องการทำงาน		
	ราชการ	รัฐวิสาหกิจ	ธุรกิจเอกชน
คณะ ก.	0.750	0.333	0.167
คณะ ข.	0.000	0.000	0.000
คณะ ค.	1.125	0.500	0.250

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (3-1)(3-1) = 4$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 3.125$$

$$\chi^2_{(0.05, 4)} = 9.488$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 4)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า นักศึกษาต่างคณะมีความต้องการทำงานในหน่วยงานไม่ต่างกัน

6. H_0 : ผู้บริโภคที่มีอายุต่างกันมีเหตุผลในการเลือกซื้อแชมพูไม่ต่างกัน
 H_1 : ผู้บริโภคที่มีอายุต่างกันมีเหตุผลในการเลือกซื้อแชมพูต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

อายุของผู้บริโภค	เหตุผลในการเลือกซื้อ			รวม
	ใช้สระดอก	ประหยัด	ทันสมัย	
น้อยกว่า 20 ปี	25	35	60	120
20-30 ปี	60	50	70	180
มากกว่า 30 ปี	65	115	120	300
รวม	150	200	250	600

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

ผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีเลือกซื้อเพราะใช้สระดอก: $e = \frac{120 \times 150}{600} = 30$

อายุของผู้บริโภค	เหตุผลในการเลือกซื้อ			รวม
	ใช้สระดอก	ประหยัด	ทันสมัย	
น้อยกว่า 20 ปี	30	40	50	120
20-30 ปี	45	60	75	180
มากกว่า 30 ปี	75	100	125	300
รวม	150	200	250	600

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีเลือกซื้อเพราะใช้สระดอก: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(25 - 30)^2}{30} = 0.8333$

อายุของผู้บริโภค	เหตุผลในการเลือกซื้อ		
	ใช้สระดอก	ประหยัด	ทันสมัย
น้อยกว่า 20 ปี	0.8333	0.6250	2.0000
20-30 ปี	5.0000	1.6667	0.3333
มากกว่า 30 ปี	1.3333	2.2500	0.2000

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (3-1)(3-1) = 4$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 14.2417$$

$$\chi^2_{(0.05, 4)} = 9.488$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05, 4)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้บริโภคที่มีอายุต่างกันมีเหตุผลในการเลือกซื้อแชมพูต่างกัน

7. H_0 : ผู้บริหารในสาขาอาชีพที่ต่างกันมีความเห็นเกี่ยวกับเศรษฐกิจไม่แตกต่างกัน
 H_1 : ผู้บริหารในสาขาอาชีพที่ต่างกันมีความเห็นเกี่ยวกับเศรษฐกิจแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

การคาดคะเน ภาวะเศรษฐกิจ	สาขาอาชีพ				รวม
	การเงินและ การธนาคาร	อุตสาหกรรม	พาณิชยกรรม	เกษตรกรรม	
ขยายตัว	40	55	80	75	250
ถดถอย	35	55	70	90	250
รวม	75	110	150	165	500

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

ผู้บริหารสายการเงินการธนาคารเห็นว่าเศรษฐกิจจะขยายตัว: $e = \frac{75 \times 250}{500} = 37.5$

การคาดคะเน ภาวะเศรษฐกิจ	สาขาอาชีพ				รวม
	การเงินและ การธนาคาร	อุตสาหกรรม	พาณิชยกรรม	เกษตรกรรม	
ขยายตัว	37.5	55	75	82.5	250
ถดถอย	37.5	55	75	82.5	250
รวม	75	110	150	165	500

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ผู้บริหารสายการเงินการธนาคารเห็นว่าเศรษฐกิจจะขยายตัว: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(40 - 37.5)^2}{37.5} = 0.1667$

การคาดคะเน ภาวะเศรษฐกิจ	สาขาอาชีพ			
	การเงินและ การธนาคาร	อุตสาหกรรม	พาณิชยกรรม	เกษตรกรรม
ขยายตัว	0.1667	0	0.3333	0.6818
ถดถอย	0.1667	0	0.3333	0.6818

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 2.3636$$

$$\chi^2_{(0.05,3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05,3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผู้บริหารในสาขาอาชีพที่ต่างกันมีความเห็นเกี่ยวกับเศรษฐกิจไม่แตกต่างกัน

8. H_0 : ผู้บริหารได้มีการนำคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเข้ามาใช้ในงานธุรกิจประเภทต่าง ๆ เท่ากัน
 H_1 : ผู้บริหารได้มีการนำคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเข้ามาใช้ในงานธุรกิจแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.01$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	เขียนจดหมาย และพิมพ์รายงาน	บันทึกข้อมูลการขาย และออกไปเสร็จ	ควบคุม สินค้าคงคลัง	วิเคราะห์การขาย	รวม
ใช้	31	52	51	46	180
ไม่ใช้	29	38	28	19	114
รวม	60	90	79	65	294

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

ผู้บริหารที่ใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กในงานเขียนจดหมายและพิมพ์รายงาน: $e = \frac{180 \times 60}{294} = 36.73$

	เขียนจดหมาย และพิมพ์รายงาน	บันทึกข้อมูลการขาย และออกไปเสร็จ	ควบคุม สินค้าคงคลัง	วิเคราะห์การขาย	รวม
ใช้	36.73	55.10	48.37	39.80	180
ไม่ใช้	23.27	34.90	30.63	25.20	114
รวม	60	90	79	65	294

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ผู้บริหารที่ใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กในงานเขียนจดหมายและพิมพ์รายงาน:

$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(31 - 36.73)^2}{36.73} = 0.8952$$

	เขียนจดหมายและ พิมพ์รายงาน	บันทึกข้อมูลการขาย และออกไปเสร็จ	ควบคุม สินค้าคงคลัง	วิเคราะห์การขาย
ใช้	0.8952	0.1746	0.1433	0.9672
ไม่ใช้	1.4136	0.2757	0.2263	1.5272

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = (r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 5.6231$$

$$\chi^2_{(0.01,3)} = 11.345$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.01,3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผู้บริหารได้มีการนำคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเข้ามาใช้ในงานธุรกิจประเภทต่าง ๆ เท่ากัน

9. H_0 : วัดอุณหภูมิในการท่องเที่ยวไม่ขึ้นอยู่กับการไปเที่ยวในประเทศหรือต่างประเทศ
 H_1 : วัดอุณหภูมิในการท่องเที่ยวขึ้นอยู่กับการไปเที่ยวในประเทศหรือต่างประเทศ

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

วัดอุณหภูมิ	ในประเทศ	ต่างประเทศ	รวม
พักผ่อน	580	55	635
เยี่ยมชมญาติ	220	35	255
อื่นๆ	80	10	90
รวม	880	100	980

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

การเที่ยวพักผ่อนในประเทศ:
$$e = \frac{635 \times 880}{980} = 570.2$$

วัดอุณหภูมิ	ในประเทศ	ต่างประเทศ	รวม
พักผ่อน	570.20	64.80	635
เยี่ยมชมญาติ	228.98	26.02	255
อื่นๆ	26.02	9.18	90
รวม	880	100	980

การคำนวณค่าไคสแควร์:

การเที่ยวพักผ่อนในประเทศ:
$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(580 - 570.2)^2}{570.2} = 0.1683$$

วัดอุณหภูมิ	ในประเทศ	ต่างประเทศ
พักผ่อน	0.1683	1.4810
เยี่ยมชมญาติ	0.3521	3.0988
อื่นๆ	0.0082	0.0726

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (3-1)(2-1) = 2$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 5.1810$$

$$\chi^2_{(0.05, 2)} = 5.991$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 2)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า วัดอุณหภูมิในการท่องเที่ยวไม่ขึ้นอยู่กับการไปเที่ยวในประเทศหรือต่างประเทศ

10. H_0 : สัดส่วนของลูกค้ายี่ห้อสินค้าในแต่ละเขตการขายไม่แตกต่างกัน
 H_1 : สัดส่วนของลูกค้ายี่ห้อสินค้าในแต่ละเขตการขายแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	เขต 1	เขต 2	เขต 3	เขต 4	รวม
ซื้อ	47	52	43	49	191
ไม่ซื้อ	53	48	57	51	209
รวม	100	100	100	100	400

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

ลูกค้าเขต 1 ที่ซื้อสินค้า:
$$e = \frac{100 \times 191}{400} = 47.75$$

	เขต 1	เขต 2	เขต 3	เขต 4	รวม
ซื้อ	47.75	47.75	47.75	47.75	191
ไม่ซื้อ	52.25	52.25	52.25	52.25	209
รวม	100	100	100	100	400

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ลูกค้าเขต 1 ที่ซื้อสินค้า:
$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(47 - 47.75)^2}{47.75} = 0.0118$$

	เขต 1	เขต 2	เขต 3	เขต 4
ซื้อ	0.0118	0.3783	0.4725	0.0327
ไม่ซื้อ	0.0108	0.3457	0.4318	0.0299

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 1.7135$$

$$\chi^2_{(0.05, 3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า สัดส่วนของลูกค้ายี่ห้อสินค้าในแต่ละเขตการขายไม่แตกต่างกัน

11. H_0 : ลูกค้าของสาขาทั้งสามมีพฤติกรรมในการรับประทานขนมไม่แตกต่างกัน
 H_1 : ลูกค้าของสาขาทั้งสามมีพฤติกรรมในการรับประทานขนมแตกต่างกัน
 $\alpha = 0.01$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	เค้กนมสดลูกพีช	มูสผลไม้	เยลลี่โยเกิร์ต	รวม
สาขาที่ 1	30	10	20	60
สาขาที่ 2	10	50	20	80
สาขาที่ 3	10	20	30	60
รวม	50	80	70	200

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

ลูกค้าสาขาที่ 1 ที่แลกซื้อเค้กนมสดลูกพีช: $e = \frac{60 \times 50}{200} = 15$

	เค้กนมสดลูกพีช	มูสผลไม้	เยลลี่โยเกิร์ต	รวม
สาขาที่ 1	15	24	21	60
สาขาที่ 2	20	32	28	80
สาขาที่ 3	15	24	21	60
รวม	50	80	70	200

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ลูกค้าสาขาที่ 1 ที่แลกซื้อเค้กนมสดลูกพีช: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(30 - 15)^2}{15} = 15$

	เค้กนมสดลูกพีช	มูสผลไม้	เยลลี่โยเกิร์ต
สาขาที่ 1	15.0000	8.1667	0.0476
สาขาที่ 2	5.0000	10.1250	2.2857
สาขาที่ 3	1.6667	0.6667	3.8571

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (3-1)(3-1) = 4$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 46.8155$$

$$\chi^2_{(0.05, 4)} = 13.277$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05, 4)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ลูกค้าของสาขาทั้งสามมีพฤติกรรมในการรับประทานขนมแตกต่างกัน

12. H_0 : พนักงานของบริษัทในเครื่องสี่แห่งมีความพอใจในสถานที่จัดสัมมนาไม่แตกต่างกัน
 H_1 : พนักงานของบริษัทในเครื่องสี่แห่งมีความพอใจในสถานที่จัดสัมมนาแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

	บริษัท 1	บริษัท 2	บริษัท 3	บริษัท 4	รวม
รีสอร์ทชายทะเล	20	32	57	41	150
สวนป่า	20	18	43	19	100
รวม	40	50	100	60	250

ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)

พนักงานบริษัทที่ 1 ที่ต้องการไปรีสอร์ทชายทะเล: $e = \frac{150 \times 40}{250} = 24$

	บริษัท 1	บริษัท 2	บริษัท 3	บริษัท 4	รวม
รีสอร์ทชายทะเล	24	30	60	36	150
สวนป่า	16	20	40	24	100
รวม	40	50	100	60	250

การคำนวณค่าไคสแควร์:

พนักงานบริษัทที่ 1 ที่ต้องการไปรีสอร์ทชายทะเล: $\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(20 - 24)^2}{24} = 0.6667$

	บริษัท 1	บริษัท 2	บริษัท 3	บริษัท 4
รีสอร์ทชายทะเล	0.6667	0.1333	0.1500	0.6944
สวนป่า	1.0000	0.2000	0.2250	1.0417

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 4.1111$$

$$\chi^2_{(0.05, 3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า พนักงานของบริษัทในเครื่องสี่แห่งมีความพอใจในสถานที่จัดสัมมนาไม่แตกต่างกัน

13. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง ผู้ชาย
กลุ่ม 2 หมายถึง ผู้หญิง

$$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 = 0$$

$$H_1: \pi_1 \neq \pi_2 \quad \text{หรือ} \quad \pi_1 - \pi_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0.01$$

$$p_1 = \frac{96}{120} = 0.8 \qquad p_2 = \frac{114}{160} = 0.7125$$

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} = \frac{96 + 114}{120 + 160} = 0.75$$

$$s_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{pq}{n_1} + \frac{pq}{n_2}} = \sqrt{\frac{(0.75 \times 0.25)}{120} + \frac{(0.75 \times 0.25)}{160}} = 0.0523$$

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{s_{p_1 - p_2}} = \frac{(0.8 - 0.7125) - 0}{0.0523} = 1.6730$$

$$Z_{(0.005)} = \pm 2.58$$

พบว่า $-Z_{(0.005)} > Z > Z_{(0.005)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า เด็กชายและหญิงพอใจในสินค้าเท่ากัน

ข. H_0 : ความพอใจในรสชาติใหม่ของลูกค้าในจังหวัดต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ความพอใจในรสชาติใหม่ของลูกค้าในจังหวัดต่างๆ มีความแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.01$$

ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)

ความพอใจ	จังหวัด				รวม
	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	สงขลา	
ชอบ	210	230	140	120	700
ไม่ชอบ	90	70	60	80	300
รวม	300	300	200	200	1000

ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)

ลูกค้าจังหวัดเชียงใหม่ที่พอใจในรสชาติ:
$$e = \frac{300 \times 700}{1,000} = 210$$

ความพอใจ	จังหวัด				รวม
	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	สงขลา	
ชอบ	210	210	140	140	700
ไม่ชอบ	90	90	60	60	300
รวม	300	300	200	200	1000

การคำนวณค่าไคสแควร์:

ลูกค้าจังหวัดเชียงใหม่ที่พอใจในรสชาติ:
$$\frac{(o - e)^2}{e} = \frac{(210 - 210)^2}{210} = 0$$

ความพอใจ	จังหวัด			
	เชียงใหม่	ขอนแก่น	ชลบุรี	สงขลา
ชอบ	0	1.9048	0	2.8571
ไม่ชอบ	0	4.4444	0	6.6667

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $(r-1)(c-1) = (2-1)(4-1) = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 15.8730$$

$$\chi^2_{(0.01,3)} = 11.345$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.01,3)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ความพอใจในรสชาติใหม่ของลูกค้าในจังหวัดต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน

14. H_0 : คนนิยมใช้สินค้าของบริษัท ก. ร้อยละ 65 ของสินค้าชนิดเดียวกัน
 H_1 : คนไม่ได้นิยมใช้สินค้าของบริษัท ก. ร้อยละ 65 ของสินค้าชนิดเดียวกัน

$$\alpha = 0.10$$

กรณีนี้เป็นการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม โดยค่าที่คาดไว้คำนวณจากการนำค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้ คูณกับจำนวนกลุ่มที่ทดสอบ

จำนวนคนที่นิยมใช้	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น $P(X=x/n=4, p=0.65)$	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
0	5	0.0150	0.6750	27.7120
1	8	0.1115	5.0175	1.7729
2	14	0.3105	13.9725	0.0001
3	11	0.3845	17.3025	2.2957
4	7	0.1785	8.0325	0.1327
รวม	45	1.0000	45.0000	31.9134

$$\text{ระดับความเป็นอิสระ (d.f.)} = n - p - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 31.9134$$

$$\chi^2_{(0.10, 2)} = 4.605$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.10, 2)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คนไม่ได้นิยมใช้สินค้าของบริษัท ก. ร้อยละ 65 ของสินค้าชนิดเดียวกัน

15. H_0 : วิธีการโฆษณาสินค้าวิธีนี้จะเรียกร้องความสนใจจากลูกค้าได้ถึง 75%
 H_1 : วิธีการโฆษณาสินค้าวิธีนี้ไม่สามารถเรียกร้องความสนใจจากลูกค้าได้ถึง 75%

$$\alpha = 0.05$$

กรณีนี้เป็นการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม โดยค่าที่คาดไว้คำนวณจากการนำค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้ คูณกับจำนวนกลุ่มที่ทดสอบ

จำนวนลูกค้ำ ที่หยุดดู	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น $P(X=x/n=3, p=0.75)$	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
3	5	0.4219	16.0322	7.5916
2	8	0.4219	16.0322	4.0242
1	14	0.1406	5.3428	14.0277
0	11	0.0156	0.5928	182.7089
รวม	38	1.0000	38.0000	208.3524

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - p - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 208.3524$$

$$\chi^2_{(0.05, 1)} = 3.841$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05, 1)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า วิธีการโฆษณาสินค้าวิธีนี้ไม่สามารถ
เรียกร้องความสนใจจากลูกค้าได้ถึง 75%

16. H_0 : ผลการใช้บัตร ATM ของกลุ่มธนาคารกลุ่มหนึ่งเป็น 7 : 9 : 5 : 10
 H_1 : ผลการใช้บัตร ATM ของกลุ่มธนาคารกลุ่มหนึ่งไม่เป็น 7 : 9 : 5 : 10

$$\alpha = 0.05$$

$$\text{ความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าของธนาคาร ก.} = \frac{7}{31} = 0.2258$$

$$\text{ค่าที่คาดไว้ของธนาคาร ก.} = 0.2258 \times 212 = 47.8696$$

ธนาคาร	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
ก	55	0.2258	47.8696	1.0621
ข	64	0.2903	61.5436	0.0980
ค	28	0.1613	34.1956	1.1225
ง	65	0.3226	68.3912	0.1682
รวม	212	1.0000	212.0000	2.4508

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n-1 = 4-1 = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 2.4508$$

$$\chi^2_{(0.05,3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05,3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ผลการใช้บัตร ATM ของกลุ่มธนาคารกลุ่มหนึ่งเป็น 7 : 9 : 5 : 10

17. H_0 : พรรค ก, ข, ค และ ง จะได้คะแนนเสียงในอัตราส่วน 2 : 1.5 : 4 : 2.5

H_1 : พรรค ก, ข, ค และ ง จะได้คะแนนเสียงไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 2 : 1.5 : 4 : 2.5

$$\alpha = 0.05$$

$$\text{ความน่าจะเป็นของคะแนนเสียงของพรรค ก.} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$\text{ค่าที่คาดหวังของธนาคาร ก.} = 0.2 \times 1,000 = 200$$

พรรค	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
ก	228	0.20	200	3.9200
ข	196	0.15	150	14.1067
ค	374	0.40	400	1.6900
ง	202	0.25	250	9.2160
รวม	1,000	1.00	1,000	28.9327

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n-1 = 4-1 = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 28.9327$$

$$\chi^2_{(0.05,3)} = 7.815$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05,3)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า พรรค ก, ข, ค และ ง จะได้คะแนนเสียงไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 2 : 1.5 : 4 : 2.5

18. H_0 : ลูกค้าเลือกชำระเงินในแต่ละจุดไม่แตกต่างกัน
 H_1 : ลูกค้าเลือกชำระเงินในแต่ละจุดแตกต่างกัน
 $\alpha = 0.01$

ความน่าจะเป็นของการเลือกชำระเงิน ณ จุดที่ 1 $= \frac{1}{4} = 0.25$

ค่าที่คาดหวังของการเลือกชำระเงิน ณ จุดที่ 1 $= 0.25 \times 1,000 = 250$

จุดชำระเงิน ที่	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
1	292	0.25	250	7.056
2	281	0.25	250	3.844
3	240	0.25	250	0.400
4	187	0.25	250	15.876
รวม	1,000	1.00	1,000	27.176

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) $= n - 1 = 4 - 1 = 3$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 27.176$$

$$\chi^2_{(0.01, 3)} = 11.345$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.01, 3)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ลูกค้าเลือกชำระเงินในแต่ละจุดแตกต่างกัน

19. H_0 : ลูกเต๋าลูกนี้เที่ยงตรง
 H_1 : ลูกเต๋าลูกนี้ไม่เที่ยงตรง
 $\alpha = 0.05$

ความน่าจะเป็นของการได้แต้ม 1 $= \frac{1}{6} = 0.1667$

ค่าที่คาดหวังของการได้แต้ม 1 $= \frac{1}{6} \times 90 = 15$

แต้ม	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดหวัง (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
1	20	0.1667	15	1.6667
2	12	0.1667	15	0.6000
3	9	0.1667	15	2.4000
4	16	0.1667	15	0.0667
5	11	0.1667	15	1.0667
6	22	0.1667	15	3.2667
รวม	90	1.0000	90	9.0668

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - 1 = 6 - 1 = 5$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 9.0668$$

$$\chi^2_{(0.05, 5)} = 11.070$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.01, 3)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ลูกเต๋าลูกนี้เที่ยงตรง

20. H_0 : เวลาในการทำรองเท้ามีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32 นาที
และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5 นาที
 H_1 : เวลาในการทำรองเท้าไม่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32 นาที
และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5 นาที
 $\alpha = 0.05$

ขีดจำกัดล่างของชั้นคะแนนแรก = 19.5

คำนวณค่า Z score จากสูตร
$$Z = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{19.5 - 32}{5} = -2.5$$

ระยะเวลาที่ใช้ทำรองเท้า (นาที)	19.5	24.5	29.5	34.5	39.5	44.5
ค่า Z score	-2.5	-1.5	-0.5	0.5	1.5	2.5
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	0.4938	0.4332	0.1915	0.1915	0.4332	0.4938

ระยะเวลาที่ใช้ทำ รองเท้า (นาทีก)	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
20-24	7	$0.4938 - 0.4332 = 0.0606$	6.06	0.1458
25-29	25	$0.4332 - 0.1915 = 0.2417$	24.17	0.0285
30-34	33	$0.1915 + 0.1915 = 0.3830$	38.30	0.7334
35-39	27	$0.4332 - 0.1915 = 0.2417$	24.17	0.3314
40-44	8	$0.4938 - 0.4332 = 0.0606$	6.06	0.6211
รวม	100	1.0000	100.00	1.8601

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - p - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 1.8601$$

$$\chi^2_{(0.05, 2)} = 5.991$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 2)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า เวลาในการทำรองเท้ามีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5 นาที

21. H_0 : รายงานของเจ้าของร้านขายเครื่องกีฬาเป็นจริง
 H_1 : รายงานของเจ้าของร้านขายเครื่องกีฬาไม่เป็นจริง
 $\alpha = 0.05$

ลูกเทนนิสสี	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
เหลือง	800	0.75	750	3.3333
ขาว	150	0.20	200	12.5000
ส้ม	50	0.05	50	0.0000
รวม	1,000	1.00	1,000	15.8333

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - 1 = 3 - 1 = 2$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 15.8333$$

$$\chi^2_{(0.05,2)} = 5.991$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05,2)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า รายงานของเจ้าของร้านขายเครื่องกีฬาไม่เป็นจริง

22. H_0 : ความสามารถในการขายของพนักงานของบริษัทเท่ากัน
 H_1 : ความสามารถในการขายของพนักงานของบริษัทไม่เท่ากัน
 $\alpha = 0.05$

ถ้าความสามารถในการขายของพนักงานของบริษัทเท่ากัน ดังนั้น จำนวนเครื่องรับโทรศัพท์ที่ขายได้ในเดือนที่ผ่านมาของพนักงานแต่ละคนจะเท่ากับ $120/6 = 20$ เครื่อง

พนักงานขาย	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
อรุณโรจน์	12	20	3.20
วิชา	18	20	0.20
ไพโรจน์	15	20	1.25
ชัยอนันต์	25	20	1.25
ยอดมनु	22	20	0.20
สมเกียรติ	28	20	3.20
รวม	120	120	9.30

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - 1 = 6 - 1 = 5$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 9.30$$

$$\chi^2_{(0.05,5)} = 11.070$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05,5)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ความสามารถในการขายของพนักงานของบริษัทเท่ากัน

23. H_0 : ความนิยมในการออกไปรับประทานอาหารนอกบ้านในแต่ละวันจะไม่เท่ากันตามสถิติความนิยมที่ระบุไว้
 H_1 : ความนิยมในการออกไปรับประทานอาหารนอกบ้านในแต่ละวันไม่เป็นไปตามสถิติความนิยมที่ระบุไว้
 $\alpha = 0.05$

ค่าที่คาดไว้ = เปอร์เซ็นต์ที่นิยม $\times$ จำนวนผู้บริโภคทั้งหมด

ค่าที่คาดไว้ในวันอาทิตย์ = $0.25 \times 429 = 107.25$ คน

วัน	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	เปอร์เซ็นต์ที่นิยม	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
อาทิตย์	89	25	107.25	3.1055
จันทร์	38	11	47.19	1.7897
อังคาร	42	9	38.61	0.2976
พุธ	11	3	12.87	0.2717
พฤหัสบดี	23	5	21.45	0.1120
ศุกร์	75	19	81.51	0.5199
เสาร์	151	28	120.12	7.9385
รวม	429	100	429.00	14.0349

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - 1 = 7 - 1 = 6$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 14.0349$$

$$\chi^2_{(0.05, 6)} = 12.592$$

พบว่า $\chi^2 > \chi^2_{(0.05, 6)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ความนิยมในการออกไปรับประทานอาหารนอกบ้านในแต่ละวันไม่เป็นไปตามสถิติความนิยมที่ระบุไว้

24. H_0 : พนักงานในบริษัทมักจะลาหยุดในวันจันทร์เป็น 2 เท่าของการลาในวันอื่นๆในสัปดาห์
 H_1 : การลาหยุดของพนักงานในบริษัทไม่เป็นไปตามสมมติฐาน
 $\alpha = 0.05$

จำนวนคนลาหยุดในแต่ละวัน (ยกเว้นวันจันทร์) = $42/6 = 7$

จำนวนคนลาหยุดในวันจันทร์ = $7 \times 2 = 14$

วันทำงาน	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
จันทร์	18	14	1.1429
อังคาร	8	7	0.1429
พุธ	5	7	0.5714
พฤหัสบดี	4	7	1.2857
ศุกร์	7	7	0.0000
รวม	42	42	3.1429

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n - 1 = 5 - 1 = 4$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 3.1429$$

$$\chi^2_{(0.05, 4)} = 9.488$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05, 4)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า พนักงานในบริษัทมักจะลาหยุดในวันจันทร์เป็น 2 เท่าของการลาในวันอื่น ๆ ในสัปดาห์

25. H_0 : รายงานที่คุณพิมพ์ได้รับจากสำนักงานใหญ่ถูกต้อง
 H_1 : รายงานที่คุณพิมพ์ได้รับจากสำนักงานใหญ่ไม่ถูกต้อง

$$\alpha = 0.05$$

ชุดที่ 1 และ 2 เป็นที่นิยมมากที่สุดโดยมีความนิยมเท่ากันและรวมกันเท่ากับครึ่งหนึ่งของความนิยมทั้งหมด ดังนั้น ความน่าจะเป็น = 0.25

ชุดที่ 6 มีความนิยมน้อยที่สุดเพียง 5% ดังนั้น ความน่าจะเป็น = 0.05

ชุดที่เหลืออีกสามชุดมีความนิยมเท่ากัน ความน่าจะเป็น = $(1 - 0.5 - 0.05) / 3 = 0.45 / 3 = 0.15$

เมนูชุดที่	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ความน่าจะเป็น	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
1	75	0.25	75	0.0000
2	81	0.25	75	0.4800
3	50	0.15	45	0.5556
4	39	0.15	45	0.8000
5	40	0.15	45	0.5556
6	15	0.05	15	0.0000
รวม	300	1.00	300	2.3912

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n-1 = 6-1 = 5$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 2.3912$$

$$\chi^2_{(0.05,5)} = 11.070$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.05,6)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า รายงานที่คุณพิมพ์ได้รับจากสำนักงานใหญ่ถูกต้อง

26. H_0 : จำนวนลูกค้าที่เข้าร้านเป็นไปตามที่คุณอันให้ข้อมูล
 H_1 : จำนวนลูกค้าที่เข้าร้านไม่เป็นไปตามที่คุณอันให้ข้อมูล
 $\alpha = 0.01$

ในแต่ละชั่วโมง (ไม่ใช่ชั่วโมงที่ 2 และ 3) จะมีคนเข้าร้าน = $140/7 = 20$ คน
 ในชั่วโมงที่ 2 และ 3 จะมีคนเข้าร้าน = $20 \times 2 = 40$ คน

เวลาเปิดจำหน่าย	ค่าที่สังเกตได้ (Observed value: o)	ค่าที่คาดไว้ (Expected value: e)	$\frac{(o - e)^2}{e}$
17.00-18.00 น.	18	20	0.2
18.00-19.00 น.	40	40	0.0
19.00-20.00 น.	50	40	2.5
20.00-21.00 น.	20	20	0.0
21.00-22.00 น.	12	20	3.2
รวม	140	140	5.9

ระดับความเป็นอิสระ (d.f.) = $n-1 = 5-1 = 4$

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} = 5.9$$

$$\chi^2_{(0.01,4)} = 13.277$$

พบว่า $\chi^2 < \chi^2_{(0.01,4)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ข้อมูลที่คุณอันให้เชื่อถือได้

บทที่ 7
การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. H_0 : ปุ๋ยสูตรให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ไม่แตกต่างกัน
 H_1 : ปุ๋ยสูตรให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่แตกต่างกัน
 $\alpha = 0.05$

	ปุ๋ยสูตร				รวม
	1	2	3	4	
จำนวนแปลงทดลอง	11	10	11	12	44
ΣX_k	239	271	246	341	1,097
ΣX_k^2	5,467	7,589	5,594	10,007	
$\bar{X} = \frac{\Sigma X_k}{n}$	21.7273	27.1000	22.3636	28.4167	
$s^2 = \frac{\Sigma X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	27.4182	27.2111	9.2545	28.8106	
$\Sigma n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	112.9602	47.0101	72.5511	145.7300	
$\Sigma (n_j - 1)s^2$	274.1818	244.9000	92.5455	316.9167	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\Sigma X}{\Sigma n} = \frac{1,097}{44} = 24.9318$$

$$SSA = \Sigma n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 112.9602 + 47.0101 + 72.5511 + 145.7300 = 378.2515$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{378.2515}{3} = 126.0838$$

$$SSW = \Sigma (n_j - 1)s^2 = 274.1818 + 244.9000 + 92.5455 + 316.9167 = 928.5439$$

$$d.f. = n - k = 44 - 4 = 40$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{928.5439}{40} = 23.2136$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{126.0838}{23.2136} = 5.4315$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	378.2515	3	126.0838	5.4315
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	928.5439	40	23.2136	
ความแปรปรวนรวม	1,306.7955	43	30.3906	

$$F_{(0.05,3,40)} = 2.84$$

พบว่า $F > F_{(0.05,3,40)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ปุ๋ยสูตรให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่แตกต่างกัน

2. H_0 : ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานทั้ง 4 คนไม่ต่างกัน
 H_1 : ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานทั้ง 4 คนต่างกัน
 $\alpha = 0.01$

ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างคนงาน	=	88.66	= MSA
ผลรวมกำลังสองทั้งหมด	=	675.00	= SST
จำนวนกลุ่ม (k)	=	4 กลุ่ม	
จำนวนข้อมูลแต่ละกลุ่ม (n_k)	=	4	

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	265.98	3	88.660	2.6011
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	409.02	12	34.085	
ความแปรปรวนรวม	675.00	15	45.000	

$$F_{(0.01,3,12)} = 5.95$$

พบว่า $F < F_{(0.01,3,12)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานทั้ง 4 คนไม่ต่างกัน

3. H_0 : ต้นทุนการผลิตสินค้าชนิดนี้ของโรงงานทั้ง 3 จังหวัดเท่ากัน
 H_1 : ต้นทุนการผลิตสินค้าชนิดนี้ของโรงงานทั้ง 3 จังหวัดไม่เท่ากัน
 $\alpha = 0.05$

	นครปฐม	สมุทรปราการ	กรุงเทพมหานคร	รวม
	74	84	83	
	78	77	85	
	73	79	86	
	73	79	87	
	72	81	89	
n	5	5	5	15
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	74	80	86	80
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	5.5	7	5	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	180	0	180	
$\sum (n_j - 1)s^2$	22	28	20	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{1,200}{15} = 80$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 180 + 0 + 180 = 360$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{360}{2} = 180$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 22 + 28 + 20 = 70$$

$$d.f. = n - k = 15 - 3 = 12$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{70}{12} = 5.8333$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{180}{5.8333} = 30.8571$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	360	2	180	30.8571
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	70	12	5.8333	
ความแปรปรวนรวม	430	14	30.7143	

$$F_{(0.05,2,12)} = 3.88$$

พบว่า $F > F_{(0.05,2,12)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ต้นทุนการผลิตสินค้าชนิดนี้ของโรงงานทั้ง 3 จังหวัดไม่เท่ากัน

4. H_0 : สีของกระดาษห่อสบู่ไม่มีผลต่อยอดขาย

H_1 : สีของกระดาษห่อสบู่มีผลต่อยอดขาย

$$\alpha = 0.05$$

	กระดาษห่อสี			
	แดง	เหลือง	เขียว	
	98	94	86	
	106	88	78	
	111	102	92	
	95	97	83	
	108	93	89	
	93			
n	6	5	5	16
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	101.8333	94.8	85.6	94.5625
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n-1}$	55.7667	26.7	29.3	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	317.1901	0.2820	401.6320	
$\sum (n_j - 1)s^2$	278.8333	106.8	117.2	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{1,513}{16} = 94.5625$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 317.1901 + 0.2820 + 401.632 = 719.1042$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2 \quad MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{719.1042}{2} = 359.5521$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 278.8333 + 106.8 + 117.2 = 502.8333$$

$$d.f. = n - k = 16 - 3 = 13 \quad MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{502.8333}{13} = 38.6795$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{359.5521}{38.6795} = 9.2957$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	719.1042	2	359.5521	9.2957
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	502.8333	13	38.6795	
ความแปรปรวนรวม	1,221.9375	15	81.4625	

$$F_{(0.05,2,13)} = 3.80$$

พบว่า $F > F_{(0.05,2,13)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า สีของกระดาษห่อสบู่มีผลต่อยอดขาย

5. H_0 : พนักงานทั้งสามกลุ่มมีความสามารถเท่าเทียมกัน

H_1 : พนักงานทั้งสามกลุ่มมีความสามารถไม่เท่ากัน

$$\alpha = 0.05$$

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	รวม
	8	5	9	
	10	7	10	
	6	6	10	
	8	7	9	
	4	7	7	
n	5	5	5	15
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	7.2	6.4	9.0	7.5333
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	5.2	0.8	1.5	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	0.5556	6.4222	10.7556	
$\sum (n_j - 1)s^2$	20.8	3.2	6.0	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{113}{15} = 7.5333$$

$$SSA = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 0.5556 + 6.4222 + 10.7556 = 17.7333$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{17.7333}{2} = 8.8667$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 20.8 + 3.2 + 6 = 30$$

$$d.f. = n - k = 15 - 3 = 12$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{30}{12} = 2.5$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{8.8667}{2.5} = 3.5467$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	17.7333	2	8.8667	3.5467
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	30.0000	13	2.5000	
ความแปรปรวนรวม	47.7333	15	3.4095	

$$F_{(0.05, 2, 13)} = 3.80$$

พบว่า $F < F_{(0.05, 2, 13)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า พนักงานทั้งสามกลุ่มมีความสามารถเท่าเทียมกัน

6. ก.

	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4	รวม
n	8	8	8	8	32
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	50.2	44.9	78.5	82.3	64.0
$\sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	1,523.52	2,918.48	1,682.00	2,679.12	

$$SSA = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 1,523.52 + 2,918.48 + 1,682 + 2,679.12 = 8,803.12$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{8,803.12}{3} = 2,934.37$$

$$SSW = SST - SSA = 17,234.43 - 8,803.12 = 8,431.31$$

$$d.f. = n - k = 32 - 4 = 28$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{8,431.31}{28} = 301.12$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{2,934.37}{301.12} = 9.7449$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	8,803.12	3	2,934.37	9.7449
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	8,431.31	28	301.12	
ความแปรปรวนรวม	17,234.43	31	555.95	

ข. H_0 : ประสิทธิภาพของวิธีการทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ประสิทธิภาพของวิธีการทั้ง 4 แตกต่างกัน

$$\alpha = 0.01$$

ค. $F_{(0.01,3,30)} = 4.51$ (เนื่องจาก $F_{(0.01,3,28)}$ ไม่สามารถหาค่าได้ จึงใช้ค่านี้แทน)

พบว่า $F > F_{(0.01,2,30)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ประสิทธิภาพของวิธีการทั้ง 4 แตกต่างกัน

7. ก. H_0 : ประเภทยของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กเท่ากัน

H_1 : ประเภทยของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กไม่เท่ากัน

$$\alpha = 0.05$$

	ประเภทสินค้าที่โฆษณา			รวม
	ของเล่น	ขนมและลูกกวาด	เสื้อผ้าเด็ก	
	42	55	30	
	45	58	35	
	48	52	42	
	40	60	32	
	50	57	38	
n	5	5	5	15
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	45	56.4	35.4	45.6
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	17	9.3	22.8	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	1.8	583.2	520.2	
$\sum (n_j - 1)s^2$	68	37.2	91.2	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{684}{15} = 45.6$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 1.8 + 583.2 + 520.2 = 1,105.2$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{1,105.2}{2} = 552.6$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 68 + 37.2 + 91.2 = 196.4$$

$$d.f. = n - k = 15 - 3 = 12$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{196.4}{12} = 16.3667$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{552.6}{16.3667} = 33.7637$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	1,105.2	2	552.6	33.7637
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	196.4	12	16.3667	
ความแปรปรวนรวม	1,301.6	14	92.9714	

$$F_{(0.05,2,12)} = 3.88$$

พบว่า $F > F_{(0.05,2,12)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ประเภทของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กไม่เท่ากัน

- ข. H_0 : ประเภทของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กเท่ากัน
 H_1 : ประเภทของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กไม่เท่ากัน
 $\alpha = 0.05$

	ประเภทของสินค้าที่โฆษณา			รวม
	ของเล่น	ขนมและลูกกวาด	เสื้อผ้าเด็ก	
	52	60	35	
	48	58	36	
	49	54	32	
	43	52	33	
n	4	4	4	12
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	48	56	34	46
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	14	13.3333	3.3333	
$\sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	16	400	576	
$\sum (n_j - 1)s^2$	42	40	10	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{552}{12} = 46$$

$$SSA = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 16 + 400 + 576 = 992$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{992}{2} = 496$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 42 + 40 + 10 = 92$$

$$d.f. = n - k = 12 - 3 = 9$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{92}{9} = 10.2222$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{496}{10.2222} = 48.5217$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	992	2	496	48.5217
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	92	9	10.2222	
ความแปรปรวนรวม	1,084	11	98.5455	

$$F_{(0.05, 2, 9)} = 4.26$$

พบว่า $F > F_{(0.05, 2, 9)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ประเภทของสินค้าที่โฆษณาจะดึงดูดความสนใจของเด็กไม่เท่ากัน และข้อสรุปเกี่ยวกับความดึงดูดใจของประเภทสินค้าไม่แตกต่างจากที่สรุปในข้อ ก

8. H_0 : อัตราเงินเดือนขั้นต้นของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจากสามสาขาวิชาไม่แตกต่างกัน
 H_1 : อัตราเงินเดือนขั้นต้นของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจากสามสาขาวิชาแตกต่างกัน
 $\alpha = 0.05$

อัตราเงินเดือน (หน่วย: ร้อยบาท)				รวม
	สาขาการบัญชี	สาขาการเงิน	สาขาการตลาด	
	95	90	75	
	120	80	180	
	85	110	130	
	100	95	150	
	125	125	90	
n	5	5	5	15
$\bar{X} = \frac{\sum X_k}{n}$	105	100	125	110
$s^2 = \frac{\sum X_k^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$	287.5	312.5	1,850	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{X})^2$	125	500	1,125	
$\sum (n_j - 1)s^2$	1,150	1,250	7,400	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{1,650}{15} = 110$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 125 + 500 + 1,125 = 1,750$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{1,750}{2} = 875$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 1,150 + 1,250 + 7,400 = 9,800$$

$$d.f. = n - k = 15 - 3 = 12$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{9,800}{12} = 816.6667$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{875}{816.6667} = 1.0714$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	1,750	2	875	1.0714
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	9,800	12	816.6667	
ความแปรปรวนรวม	11,550	14	825	

$$F_{(0.05,2,12)} = 3.88$$

พบว่า $F < F_{(0.05,2,12)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า อัตราเงินเดือนขั้นต้นของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจากสามสาขาวิชาไม่แตกต่างกัน

ข. จากการทดสอบในข้อ ก. สรุปได้ว่า อัตราเงินเดือนขั้นต้นของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจากสามสาขาวิชาไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การประมาณอัตราเงินเดือนขั้นต้นเฉลี่ยของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีที่จบการศึกษาในปีนี้ ควรใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราเงินเดือนของบัณฑิตคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจากสามสาขาวิชารวมกัน

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1,650}{15} = 110 \text{ ร้อยบาท}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = 28.7228 \text{ ร้อยบาท}$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{28.7228}{\sqrt{15}} = 7.4162$$

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{X} \pm t_{(0.05,14)} s_{\bar{X}} \\ &= 110 \pm 1.761(7.4162) \\ &= 96.9401 \text{ ถึง } 123.0599 \text{ ร้อยบาท} \end{aligned}$$

9. H_0 : อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าจากผู้ผลิตทั้ง 4 รายไม่แตกต่างกัน
 H_1 : อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าจากผู้ผลิตทั้ง 4 รายแตกต่างกัน
 $\alpha = 0.05$

	ผู้ผลิต				รวม
	A	B	C	D	
อายุใช้งาน	155	158	141	145	
(หน่วย: 10 ชั่วโมง)	159	159	155	152	
	163	160	159	159	
	167		160		
			161		
n	4	3	5	3	15
ค่าเฉลี่ย	161	159	158	152	156.8667
ค่าแปรปรวน	20.67	1	101.6	49	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	68.3378	13.6533	13.8889	71.0533	
$\sum (n_j - 1)s^2$	80	2	272.8	98	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{2,353}{15} = 156.8667$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 68.3378 + 13.6533 + 13.8889 + 71.0533 = 166.9333$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{166.9333}{3} = 55.6444$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 80 + 2 + 272.8 + 98 = 452.8$$

$$d.f. = n - k = 15 - 4 = 11$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{452.8}{11} = 41.1636$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{55.6444}{41.1636} = 1.3518$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	166.9333	3	55.6444	1.3518
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	452.8000	11	41.1636	
ความแปรปรวนรวม	619.7333	14	44.2667	

$$F_{(0.05,3,11)} = 3.59$$

พบว่า $F < F_{(0.05,3,11)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าจากผู้ผลิตทั้ง 4 รายไม่แตกต่างกัน

10. H_0 : รถญี่ปุ่นทุกยี่ห้อมีเปอร์เซ็นต์ของราคาที่ลดลงเท่ากัน
 H_1 : รถญี่ปุ่นบางยี่ห้อมีเปอร์เซ็นต์ของราคาที่ลดลงไม่เท่ากับยี่ห้ออื่น ๆ
 $\alpha = 0.05$

	Honda	Mitsubishi	Nissan	Toyota	รวม
	55	58	62	56	
	47	56	54	54	
	49	60		50	
	62	58		58	
	60			52	
	66			60	
n	6	4	2	6	18
รวม	339	232	116	330	1,017
ค่าเฉลี่ย	56.5	58	58	55	56.5
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.50	1.63	5.66	3.74	4.96
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	0	9	4.5	13.5	
$\sum (n_j - 1)s^2$	216.5	8	32	50	

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 0 + 9 + 4.5 + 13.5 = 27$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{27}{3} = 9$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 216.5 + 8 + 32 + 50 = 306.5$$

$$d.f. = n - k = 18 - 4 = 14$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{306.5}{14} = 21.8929$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{9}{21.8929} = 0.4111$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	27.0	3	9.0000	0.4111
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	306.5	14	21.8929	
ความแปรปรวนรวม	333.5	17	19.6177	

$$F_{(0.05,3,14)} = 3.34$$

พบว่า $F < F_{(0.05,3,14)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า รถญี่ปุ่นทุกยี่ห้อไม่มีเปอร์เซ็นต์ของราคาที่ลดลงเท่ากัน

11. H_0 : ลูกค้าทั้งสามร้านมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าเท่ากัน
 H_1 : ลูกค้าทั้งสามร้านมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าไม่เท่ากัน
 $\alpha = 0.01$

	A	B	C	รวม
	37	35	33	
	44	41	34	
	36	48	26	
	43	34	33	
		39	44	
		49		
n	4	6	5	15
ค่าเฉลี่ย	40	41	34	38.4
ค่าแปรปรวน	16.67	40.4	41.5	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	10.24	40.56	96.8	
$\sum (n_j - 1)s^2$	50	202	166	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{576}{15} = 38.4$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 10.24 + 40.56 + 96.8 = 147.6$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{147.6}{2} = 73.8$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 50 + 202 + 166 = 418$$

$$d.f. = n - k = 15 - 3 = 12$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{418}{12} = 34.8333$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{73.8}{34.8333} = 2.1187$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	147.6	2	73.8000	2.1187
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	418.0	12	34.8333	
ความแปรปรวนรวม	565.6	14	40.4000	

$$F_{(0.01, 2, 12)} = 6.93$$

พบว่า $F < F_{(0.01, 2, 12)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ลูกค้าทั้งสามร้านมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าเท่ากัน

12. H_0 : ผลผลิตที่ได้จากหมู่บ้านทั้งสี่มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน
 H_1 : ผลผลิตที่ได้จากหมู่บ้านทั้งสี่มีน้ำหนักแตกต่างกัน
 $\alpha = 0.01$

	หมู่บ้าน ก.	หมู่บ้าน ข.	หมู่บ้าน ค.	หมู่บ้าน ง.	รวม
จำนวนสินค้า (n)	4	5	5	4	18
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	159	156	164	163	
ค่าแปรปรวน (กรัม ²)	6.67	4.5	2.5	8.67	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	8.3457	98.7654	63.2099	26.1235	
$\sum (n_j - 1)s^2$	20.01	18	10	26.01	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{2,888}{18} = 160.4444$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 8.3457 + 98.7654 + 63.2099 + 26.1235 = 196.4444$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{196.4444}{3} = 65.4815$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s_j^2 = 20.01 + 18 + 10 + 26.01 = 74.02$$

$$d.f. = n - k = 18 - 4 = 14 \quad MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{74.02}{14} = 5.2871$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{65.4815}{5.2871} = 12.3850$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	196.4444	3	65.4815	12.3850
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	74.0200	14	5.2871	
ความแปรปรวนรวม	270.4644	17	15.9097	

$$F_{(0.01,3,14)} = 5.56$$

พบว่า $F > F_{(0.01,3,14)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผลผลิตที่ได้จากหมู่บ้านทั้งสี่มีน้ำหนักรแตกต่างกัน

13. ก. ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง สวนของคุณน้อง
กลุ่ม 2 หมายถึง สวนของคุณหญิง

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad \text{หรือ} \quad \mu_1 - \mu_2 < 0$$

$$\alpha = 0.01$$

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

$$= \sqrt{\frac{(15 - 1)(0.2992)^2 + (10 - 1)(0.2635)^2}{15 + 10 - 2}} = 0.2858$$

$$s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} = 0.2858 \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{1}{10}} = 0.1167$$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{(4.4667 - 5.05) - 0}{0.1167} = -4.9983$$

$$t_{(0.01,23)} = -2.500$$

พบว่า $t < t_{(0.01,23)}$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ส้มที่ส่งมาจากสวนคุณน้องมีมาตรฐานลดลง เนื่องจากมีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำกว่าสวนของคุณหนึ่ง

ข. ในกรณีนี้ คุณหนึ่งควรทดสอบน้ำหนักเฉลี่ยของสวนทั้งสามเทียบกับสวนคุณหนึ่งซึ่งได้ทดสอบในข้อ ก. แล้วว่ามีมาตรฐานสูงกว่าสวนของคุณน้องที่มีมาตรฐานต่ำลง

H_0 : น้ำหนักเฉลี่ยต่อกล่องของสวนทั้งสี่มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน

H_1 : น้ำหนักเฉลี่ยต่อกล่องของสวนทั้งสี่มีน้ำหนักแตกต่างกัน

$$\alpha = 0.01$$

	สวนคุณหนึ่ง	สวนคุณต้อย	สวนคุณแต้ม	สวนคุณติ่ม	รวม
จำนวนสินค้า (n)	10	5	6	8	29
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	5.05	5.04	5.00	5.40	5.13
ค่าแปรปรวน (กรัม ²)	0.0694	0.0280	0.1400	0.0343	
$\sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$	0.0640	0.0405	0.1014	0.5832	
$\sum (n_j - 1)s^2$	0.6249	0.1120	0.7000	0.2401	

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{148.9}{29} = 5.13$$

$$SSA = \sum n_j(\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 0.0640 + 0.0405 + 0.1014 + 0.5832 = 0.7891$$

$$d.f. = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{0.7891}{3} = 0.26$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 0.6249 + 0.1120 + 0.7000 + 0.2401 = 1.6770$$

$$d.f. = n - k = 29 - 4 = 25$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{1.6770}{25} = 0.07$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{0.26}{0.07} = 3.71$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	0.7891	3	0.26	3.71
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	1.6770	25	0.07	
ความแปรปรวนรวม	2.4661	28	0.09	

$$F_{(0.01,3,25)} = 4.68$$

พบว่า $F < F_{(0.01,3,25)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า น้ำหนักเฉลี่ยต่อกล่องของสวนทั้งสี่มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ดังนั้น คุณหนึ่งสามารถเลือกสิ่งจากสวนของใครก็ได้ในสามรายใหม่นี้

14. ก. ทำการทดสอบประชากรสองกลุ่มแบบพิงพิงโดยใช้ข้อมูลเฉพาะที่ดินที่บริษัททั้งสอง (บริษัทเงินทุนเอฟซีไอ และ บริษัทไทยประเมิน) ทำการประเมินราคาไว้ ที่ดินที่มีเพียงบริษัทเดียวประเมินไว้ตัดออกจากการพิจารณา

ให้ กลุ่ม 1 หมายถึง บริษัทเงินทุนเอฟซีไอ
 กลุ่ม 2 หมายถึง บริษัทไทยประเมิน

ทรัพย์สิน หมายเลข	ราคาประเมิน (ล้านบาท)		ผลต่าง (D) (กลุ่ม1-กลุ่ม2)	D^2
	บริษัทเงินทุนเอฟซีไอ	บริษัทไทยประเมิน		
1.	92	63	29	841
2.	100	48	52	2,704
3.	215	207.8	7.2	51.84
4.	3.5	4.09	-0.59	0.3481
5.	3.9	3.746	0.154	0.0237
6.	300	317.4	-17.4	302.76
7.	1,250	1,993.6	-743.6	552,941
8.	25	5.9	19.1	364.81
9.	299	12.4	286.6	82,139.56
10.	122	121.79	0.21	0.0441
12.	329	282	47	2,209
13.	80	15.78	64.22	4,124.21
15.	240	149.2	90.8	8,244.64
16.	227	33.9	193.1	37,287.64
	รวม		27.794	691,210.8

$$\bar{X}_D = \frac{\sum D}{n} = \frac{27.794}{14} = 1.9853 \text{ ล้านบาท}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{691,210.8 - 14(27.794)^2}{13}} = 230.5771 \text{ ล้านบาท}$$

$$H_0: \mu_D \leq 0$$

$$H_1: \mu_D > 0$$

$$\alpha = 0.05$$

$$s_{\bar{X}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{230.5771}{\sqrt{14}} = 61.6243$$

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_D}{s_{\bar{X}}} = \frac{27.794 - 0}{61.6243} = 0.4510$$

$$t_{(0.05,13)} = 1.771$$

พบว่า $t < t_{(0.05,13)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ราคาประเมินที่ บริษัทเงินทุนเอฟซีไอ ต่ำเกินไป
สูงกว่าราคาประเมินที่บริษัทไทยประเมินต่ำกว่า

ข.

ทรัพย์สิน หมายเลข	ราคาประเมิน (ล้านบาท)			
	บริษัทเงินทุนเอฟซีไอ	บริษัทไทยประเมิน	บริษัทไซมอนลิ้ม	
3.	215	207.8	134	
4.	3.5	4.09	2.34	
5.	3.9	3.746	4.53	
6.	300	317.4	380.6	
8.	25	5.9	6.0	
10.	122	121.79	101.5	
13.	80	15.78	24.6	
16.	227	33.9	36.7	
รวม	976.4	710.4	690.3	รวม
จำนวนที่ดิน (n)	8	8	8	24
ราคาเฉลี่ย	122.05	88.80	86.28	99.04
ค่าแปรปรวน	12,931.55	13,876.52	16,509.94	
$\sum n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$	4,233.90	839.53	1,302.76	
$\sum (n_j - 1)s^2$	90,520.84	97,135.61	115,569.6	

H_0 : ราคาประเมินที่ทั้งสามบริษัทตีราคาไว้ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ราคาประเมินที่ทั้งสามบริษัทตีราคาไว้แตกต่างกัน

$$\alpha = 0.05$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{2,377.08}{24} = 99.04$$

$$SSA = \sum n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = 4,233.90 + 839.53 + 1,302.76 = 6,376.19$$

$$d.f. = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$MSA = \frac{SSA}{d.f.} = \frac{6,376.19}{2} = 3,188.10$$

$$SSW = \sum (n_j - 1)s^2 = 90,520.84 + 97,135.61 + 115,569.6 = 303,226.02$$

$$d.f. = n - k = 24 - 3 = 21$$

$$MSW = \frac{SSW}{d.f.} = \frac{303,226.02}{21} = 14,439.33$$

$$F = \frac{MSA}{MSW} = \frac{3,188.10}{14,439.33} = 0.2208$$

จากการคำนวณข้างต้นสามารถสร้างตาราง ANOVA ได้ดังนี้

เหตุที่มาของความแปรปรวน	SS	d.f.	ค่าแปรปรวน	F
ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม	6,376.19	2	3,188.10	0.2208
ความแตกต่างภายในกลุ่ม	303,226.02	21	14,439.33	
ความแปรปรวนรวม	309,602.21	23	13,460.97	

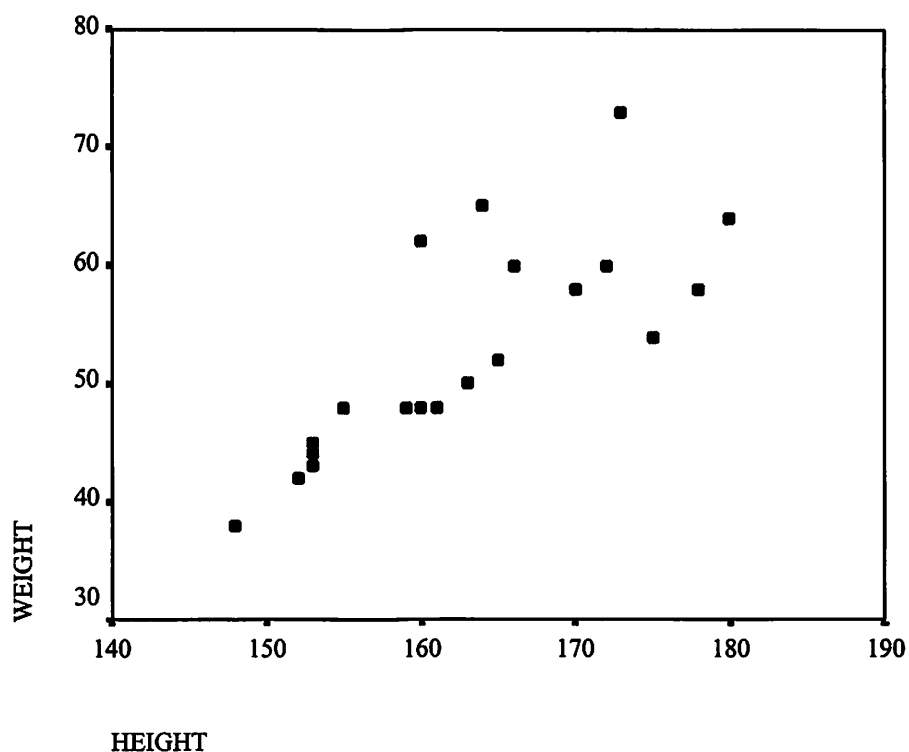
$$F_{(0.05, 2, 20)} = 3.49 \quad (\text{ใช้ } F_{(0.05, 2, 20)} \text{ แทน } F_{(0.05, 2, 21)})$$

พบว่า $F < F_{(0.05, 2, 20)}$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 แสดงว่า ราคาประเมินที่ทั้งสามบริษัทตีราคาไว้ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 8

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอย

1.



Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
WEIGHT	20	53.00	9.17	84.000000
HEIGHT	20	163.00	9.32	86.842105
Valid N (listwise)	20			

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	HEIGHT ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: WEIGHT

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.787 ^a	.619	.598	5.81

a. Predictors: (Constant), HEIGHT

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	988.321	1	988.321	29.275	.000 ^a
	Residual	607.679	18	33.760		
	Total	1596.000	19			

a. Predictors: (Constant), HEIGHT

b. Dependent Variable: WEIGHT

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-73.152	23.352		-3.133	.006
	HEIGHT	.774	.143	.787	5.411	.000

a. Dependent Variable: WEIGHT

ก. จากแผนภาพกระจายระหว่างน้ำหนัก (Y) กับส่วนสูง (X) ของนักศึกษาคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่า ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในทิศทางบวก กล่าวคือ นักศึกษาที่มีส่วนสูงมากจะมีน้ำหนักมากด้วย อย่างไรก็ตาม จะสังเกตได้ว่าการกระจายของข้อมูลไม่สม่ำเสมอ โดยในช่วงต้นจะมีการกระจายที่แคบ ขณะที่ในช่วงท้ายของข้อมูลมีการกระจายที่กว้าง ในกรณีเช่นนี้อาจมีผลทำให้การวิเคราะห์การถดถอยมีปัญหาเกี่ยวกับข้อสมมติฐานในเรื่องค่าความผิดพลาดได้ ซึ่งมักเป็นกรณีที่พบบ่อยในการวิเคราะห์เนื่องจากจำนวนข้อมูลมีน้อย (น้อยกว่า 30 ข้อมูล) ควรมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเพื่อสร้างความเชื่อถือได้ในการวิเคราะห์ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) ของข้อมูลข้างต้นนั้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แฉกตั้ง R พบว่า ได้ค่าเท่ากับ 0.787 แสดงว่า ข้อมูลทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกที่ค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปที่ได้จากแผนภาพกระจาย

ข. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แฉกตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{WEIGHT} = -73.152 + 0.774 \text{ HEIGHT}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร HEIGHT (b) เท่ากับ 0.774 หมายความว่า ถ้าส่วนสูงเพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร น้ำหนักจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.774 กิโลกรัม

ค่า a เท่ากับ -73.152 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลส่วนสูงที่เท่ากับ 0 เซนติเมตร

- ค. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 5.81 กิโลกรัม

- ง. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร HEIGHT) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ส่วนสูงและน้ำหนักมีความสัมพันธ์กัน
การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า A ของสมการการถดถอย

$$H_0: A = 0$$

$$H_1: A \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 1 (ค่า Constant) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.006 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $A \neq 0$ หมายความว่า สมการการถดถอยไม่ผ่านจุด Origin

จากผลการทดสอบค่าค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยทั้งสองค่า สามารถสรุปได้ว่า สมการการถดถอยที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากพิสูจน์แล้วว่าค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยของประชากรมีอยู่จริง อย่างไรก็ตาม ก่อนการนำสมการการถดถอยไปใช้ควรมีการตรวจสอบสมมติฐานของการวิเคราะห์การถดถอยในเรื่องต่างๆก่อน

- จ. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.619 และ 0.598 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า ส่วนสูงสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณน้ำหนักได้ 61.9% และ 59.8% ตามลำดับ

- ฉ. จากสมการการถดถอย ณ HEIGHT = 168;

$$\text{WEIGHT} = -73.152 + 0.774 \text{ HEIGHT}$$

$$= -73.152 + 0.774 (168)$$

$$= 56.87 \text{ กิโลกรัม}$$

ในกรณีนี้เป็นการคำนวณหาหน้าหนักของนายเอก ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า Y_1

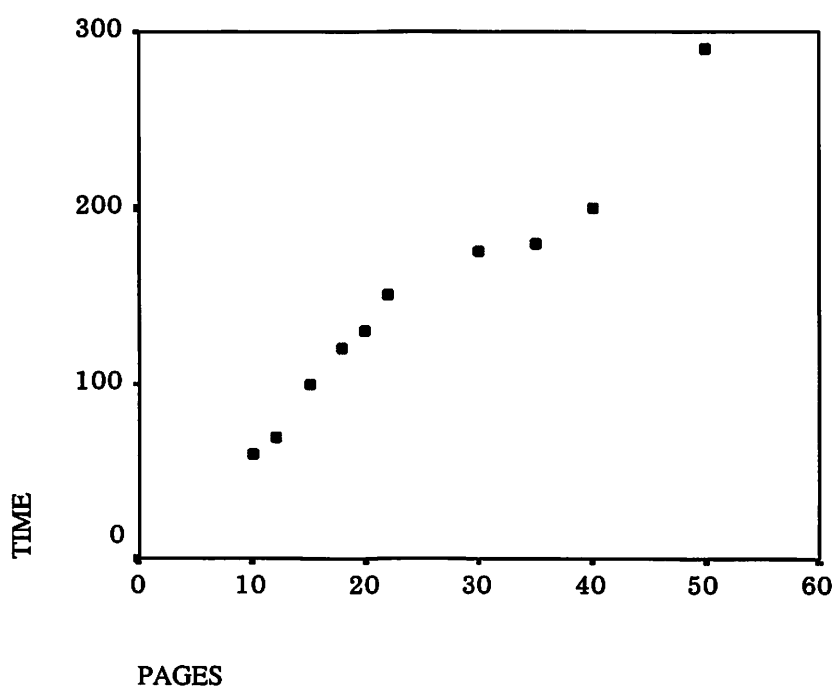
$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$86.842105 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{20 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 86.842105 \times 19 = 1,650$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \hat{Y}(X) \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\ &= \hat{Y}(168) \pm t_{(0.025, 18)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\ &= 56.87 \pm (2.101)(5.81) \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{(168 - 163)^2}{1,650} + 1} \\ &= 56.87 \pm 12.597 \\ &= 44.273 \text{ ถึง } 69.467 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

2.



Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
TIME	10	147.50	68.20	4651.389
PAGES	10	25.20	13.13	172.400
Valid N (listwise)	10			

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PAGES ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: TIME

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.978 ^a	.956	.950	15.18

- a. Predictors: (Constant), PAGES

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	40019.593	1	40019.593	173.724	.000 ^a
	Residual	1842.907	8	230.363		
	Total	41862.500	9			

- a. Predictors: (Constant), PAGES
b. Dependent Variable: TIME

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	19.519	10.831		1.802	.109
	PAGES	5.079	.385	.978	13.180	.000

- a. Dependent Variable: TIME

ก. จากแผนภาพกระจายระหว่างเวลาที่ใช้ในการพิมพ์ (Y) กับจำนวนหน้าที่พิมพ์ (X) ของคุณแจ่มพบว่า ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในทิศทางบวก กล่าวคือ งานพิมพ์ที่มีจำนวนหน้ามากจะใช้เวลาในการพิมพ์นาน แต่ลักษณะของความสัมพันธ์มีความโค้งอยู่บ้างเล็กน้อย ในกรณีเช่นนี้อาจมีผลทำให้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นีเยียรสำหรับข้อมูลชุดนี้มีปัญหาเกี่ยวกับข้อสมมติฐานในเรื่องค่าความผิดพลาดอยู่บ้าง แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลมีปริมาณน้อย(น้อยกว่า 30 ข้อมูล) การวิเคราะห์ในกรณีนี้อาจใช้เป็นการวิเคราะห์เบื้องต้น ถ้าต้องการความเชื่อถือได้ในการวิเคราะห์สูงควรมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่ม ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) ของ

ข้อมูลข้างต้นนั้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R พบว่า ได้ค่าเท่ากับ 0.978 แสดงว่า ข้อมูลทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปที่ได้จากแผนภาพกระจาย

- ข. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{TIME} = 19.519 + 5.079 \text{ PAGES}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร PAGES (b) เท่ากับ 5.079 หมายความว่า ถ้าจำนวนหน้าที่พิมพ์เพิ่มขึ้น 1 หน้า เวลาที่ใช้ในการพิมพ์จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.079 นาที

ค่า a เท่ากับ 19.519 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลจำนวนหน้าที่พิมพ์ที่เท่ากับ 0 เซนติเมตร

- ค. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 15.18 นาที

- ง. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร HEIGHT) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า จำนวนหน้าที่พิมพ์และเวลาที่ใช้ในการพิมพ์มีความสัมพันธ์กัน การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า A ของสมการการถดถอย

$$H_0: A = 0$$

$$H_1: A \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 1 (ค่า Constant) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.109 ซึ่งมากกว่า ค่า α ดังนั้น จึงยอมรับ H_0 แสดงว่า ค่า $A = 0$ หมายความว่า สมการการถดถอยผ่านจุด Origin อย่างไรก็ตาม การทดสอบเรื่องจุดตัดบน

แกน Y นี้ ไม่ได้มีผลกระทบต่อการพิสูจน์ว่า จำนวนหน้าที่พิมพ์และเวลาที่ใช้ในการพิมพ์มีความสัมพันธ์กัน การสร้างสมการการถดถอยใหม่ที่ผ่านจุด Origin จึงไม่มีความจำเป็น

จากผลการทดสอบค่าค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยทั้งสองค่า สามารถสรุปได้ว่า สมการการถดถอยที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากพิสูจน์แล้วว่าค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยของประชากรมีอยู่จริง อย่างไรก็ตาม ก่อนการนำสมการการถดถอยไปใช้ควรมีการตรวจสอบสมมติฐานของการวิเคราะห์การถดถอยในเรื่องต่างๆก่อน

- จ. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.956 และ 0.950 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนหน้าที่พิมพ์สามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณเวลาในการพิมพ์งานได้ 95.6% และ 95.0% ตามลำดับ

- ฉ. จากสมการการถดถอย ณ PAGES = 23;

$$\begin{aligned}\text{TIME} &= 19.519 + 5.079 \text{ PAGES} \\ &= 19.519 + 5.079 (23) \\ &= 136.32 \text{ นาที}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการคำนวณหาเวลาที่คาดไว้ในการพิมพ์ ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$172.4 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{10 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 172.4 \times 9 = 1,551.6$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(23) \pm t_{(0.025, 8)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 136.32 \pm (2.306)(15.18) \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{(23 - 25.2)^2}{1,551.6}} \\ &= 136.32 \pm 11.20 \\ &= 125.12 \text{ ถึง } 147.52 \text{ นาที}\end{aligned}$$

3.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
SALES	15	6.00	2.93	8.571
SIZE	15	17.80	11.88	141.171
Valid N (listwise)	15			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SIZE ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: SALES

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.630 ^a	.397	.351	2.36

a. Predictors: (Constant), SIZE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	47.687	1	47.687	8.573	.012 ^a
	Residual	72.313	13	5.563		
	Total	120.000	14			

a. Predictors: (Constant), SIZE

b. Dependent Variable: SALES

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.235	1.124		2.879	.013
	SIZE	.155	.053	.630	2.928	.012

a. Dependent Variable: SALES

ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{SALES} = 3.235 + 0.155 \text{ SIZE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SIZE (b) เท่ากับ 0.155 หมายความว่า ถ้าจำนวนลูกค้าเพิ่มขึ้น 1 ร้อยคน ยอดขายจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.155 แสนบาท

ค่า a เท่ากับ 3.235 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เท่ากับ 0 คน

ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.36 แสนบาท

ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร SIZE) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.012 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ยอดขายและจำนวนลูกค้ามีความสัมพันธ์กัน

ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.397 และ 0.351 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนลูกค้าสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณยอดขายได้เพียง 39.7% และ 35.1% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ SIZE = 25 ร้อยราย;

$$\text{SALES} = 3.235 + 0.155 \text{ SIZE}$$

$$= 3.235 + 0.155 (25) = 7.110 \text{ แสนบาท}$$

ในกรณีนี้เป็นการคำนวณยอดขายที่คาดหวังของลูกค้าในรายการ ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$141.171 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{15 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 141.171 \times 14 = 1,976.394$$

$$\begin{aligned}
 \mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\
 &= \hat{Y}(25) \pm t(0.005, 13) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\
 &= 7.110 \pm (3.012)(2.36) \sqrt{\frac{1}{15} + \frac{(25 - 17.8)^2}{1,976.394}} \\
 &= 7.110 \pm 2.1666 \\
 &= 4.9434 \text{ ถึง } 9.2766 \text{ แส่นบาท}
 \end{aligned}$$

4.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
FREIGHT	20	39.85	15.57	242.450
WEIGHT	20	10.010	5.782	33.436
Valid N (listwise)	20			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	WEIGHT ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: FREIGHT

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.984 ^a	.968	.966	2.85

a. Predictors: (Constant), WEIGHT

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4459.879	1	4459.879	547.334	.000 ^a
	Residual	146.671	18	8.148		
	Total	4606.550	19			

a. Predictors: (Constant), WEIGHT

b. Dependent Variable: FREIGHT

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.328	1.301		10.244	.000
	WEIGHT	2.650	.113	.984	23.395	.000

a. Dependent Variable: FREIGHT

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{FREIGHT} = 13.328 + 2.650 \text{ WEIGHT}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร WEIGHT (b) เท่ากับ 2.650 หมายความว่า ถ้าน้ำหนักของสินค้าที่จัดส่งเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ค่าขนส่งจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.650 ร้อยบาท

ค่า a เท่ากับ 13.328 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลน้ำหนักของสินค้าที่จัดส่งที่เท่ากับ 0 กิโลกรัม

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการกะประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.85 ร้อยบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร WEIGHT) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ค่าขนส่งและน้ำหนักของสินค้าที่จัดส่งมีความสัมพันธ์กัน

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.968 และ 0.966 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า น้ำหนักของสินค้าที่จัดส่ง

ส่งสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าขนส่งได้สูงถึง 96.8% และ 96.6% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ WEIGHT = 9 กิโลกรัม;

$$\begin{aligned}\text{FREIGHT} &= 13.328 + 2.650 \text{ WEIGHT} \\ &= 13.328 + 2.650 (9) \\ &= 37.178 \text{ ร้อยบาท}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการคำนวณหาค่าขนส่งที่คาดหวัง ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหา $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$33.436 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{20 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 33.436 \times 19 = 635.284$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(9) \pm t_{(0.005, 18)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 37.178 \pm (2.878)(2.85) \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{(9 - 10.01)^2}{635.284}} \\ &= 37.178 \pm 1.8636 \\ &= 35.3144 \text{ ถึง } 39.0416 \text{ ร้อยบาท}\end{aligned}$$

5.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
EXPENSE	18	10.72	2.16	4.683
AREA	18	135.56	22.02	484.967
Valid N (listwise)	18			

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AREA ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: EXPENSE

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.577 ^a	.333	.292	1.82

a. Predictors: (Constant), AREA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	26.541	1	26.541	8.002	.012 ^a
	Residual	53.070	16	3.317		
	Total	79.611	17			

a. Predictors: (Constant), AREA

b. Dependent Variable: EXPENSE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.0310	2.753		1.101	.287
	AREA	.0567	.020	.577	2.829	.012

a. Dependent Variable: EXPENSE

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{EXPENSE} = 3.0310 + 0.0567 \text{ AREA}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AREA (b) เท่ากับ 0.0567 หมายความว่า ถ้าพื้นที่ใช้สอยของบ้านเพิ่มขึ้น 1 ตารางเมตร ค่าก่อสร้างจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.0567 แสนบาท

ค่า a เท่ากับ 3.0310 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลพื้นที่ใช้สอยของบ้านที่เท่ากับ 0 ตารางเมตร

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการกะประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.82 แสนบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร AREA) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.012 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ค่าก่อสร้างและพื้นที่ใช้สอยของบ้านมีความสัมพันธ์กัน

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.333 และ 0.292 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า พื้นที่ใช้สอยของบ้านสามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณค่าก่อสร้างได้เพียง 33.3% และ 29.2% ตามลำดับ

- จ. จากสมการการถดถอย ณ AREA = 120 ตารางเมตร;

$$\begin{aligned} \text{EXPENSE} &= 3.0310 + 0.0567 \text{ AREA} \\ &= 3.0310 + 0.0567 (120) \\ &= 9.835 \text{ แสนบาท} \end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณค่าก่อสร้างสำหรับบ้านคุณสมพร ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า Y_i

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$484.967 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{18 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 484.967 \times 17 = 8,244.439$$

$$\begin{aligned}
Y_I &= \hat{Y}(X) \pm t\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\
&= \hat{Y}(120) \pm t_{(0.025, 16)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\
&= 9.835 \pm (2.120)(1.82) \sqrt{\frac{1}{18} + \frac{(120 - 135.56)^2}{8,244.439} + 1} \\
&= 9.835 \pm 4.0189 \\
&= 5.8161 \text{ ถึง } 13.8539 \text{ แสนบาท}
\end{aligned}$$

6.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
COST	18	39.61	3.87	14.958
UNIT	18	32.50	6.56	42.971
Valid N (listwise)	18			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	UNIT ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: COST

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.864 ^a	.747	.731	2.01

- a. Predictors: (Constant), UNIT

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	189.947	1	189.947	47.243	.000 ^a
	Residual	64.331	16	4.021		
	Total	254.278	17			

- a. Predictors: (Constant), UNIT
b. Dependent Variable: COST

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	23.039	2.457		9.377	.000
	UNIT	.510	.074	.864	6.873	.000

a. Dependent Variable: COST

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{COST} = 23.039 + 0.510 \text{ UNIT}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร UNIT (b) เท่ากับ 0.510 หมายความว่า ถ้าจำนวนกระเป๋ที่ผลิตเพิ่มขึ้น 1 ใบ ต้นทุนผลิตของลืตนั้น ๆ จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.510 ร้อยบาท

ค่า a เท่ากับ 23.039 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลจำนวนกระเป๋ที่ผลิต ณ จำนวน 0 ใบ

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.01 ร้อยบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร UNIT) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ต้นทุนผลิตในแต่ละลืตมีความสัมพันธ์กับจำนวนกระเป๋ที่ผลิต

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.747 และ 0.731 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนกระเป๋ที่ผลิตสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณต้นทุนผลิตในแต่ละลืตได้ 74.7% และ 73.1% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ UNIT = 37 ใบ;

$$\begin{aligned}\text{COST} &= 23.039 + 0.510 \text{ UNIT} \\ &= 23.039 + 0.510 (37) \\ &= 41.909 \text{ ร้อยบาท}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณต้นทุนที่คาดว่าจะใช้ในการผลิตกระเป๋า ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$42.971 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{18 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 42.971 \times 17 = 730.507$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(37) \pm t_{(0.005, 16)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 41.909 \pm (2.921)(2.01) \sqrt{\frac{1}{18} + \frac{(37 - 32.5)^2}{730.507}} \\ &= 41.909 \pm 1.6943 \\ &= 40.2147 \text{ ถึง } 43.6033 \text{ ร้อยบาท}\end{aligned}$$

7.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
PREMIUM	18	19.0556	5.9554	35.467
AMOUNT	18	3.3944	1.1170	1.248
Valid N (listwise)	18			

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AMOUNT ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: PREMIUM

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.437 ^a	.191	.140	5.5219

a. Predictors: (Constant), AMOUNT

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	115.086	1	115.086	3.774	.070 ^a
	Residual	487.859	16	30.491		
	Total	602.944	17			

a. Predictors: (Constant), AMOUNT

b. Dependent Variable: PREMIUM

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	11.148	4.273		2.609	.019
	AMOUNT	2.329	1.199	.437	1.943	.070

a. Dependent Variable: PREMIUM

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{PREMIUM} = 11.148 + 2.329 \text{ AMOUNT}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AMOUNT (b) เท่ากับ 2.329 หมายความว่า ถ้าวงเงินประกันเพิ่มขึ้น 1 แสนบาท ค่าเบี้ยประกันจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.329 พันบาท

ค่า a เท่ากับ 11.148 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีค่าของข้อมูลวงเงินประกันที่เท่ากับ 0 บาท

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการกะประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 5.5219 พันบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.10$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร AMOUNT) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.070 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ค่าเบี้ยประกันมีความสัมพันธ์กับวงเงินประกันในกรมธรรม์

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.191 และ 0.140 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า วงเงินประกันในกรมธรรม์สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าเบี้ยประกันได้เพียง 19.1% และ 14.0% ตามลำดับ

- จ. จากสมการการถดถอย ณ AMOUNT = 3 แสนบาท;

$$\begin{aligned}\text{PREMIUM} &= 11.148 + 2.329 \text{ AMOUNT} \\ &= 11.148 + 2.329 (3) = 18.135 \text{ พันบาท}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณค่าเบี้ยประกันที่คาดไว้ของลูกค้าที่ต้องการวงเงินประกัน 3 แสนบาท ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$1.248 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{18 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 1.248 \times 17 = 21.216$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(3) \pm t_{(0.025, 16)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 18.135 \pm (2.120)(5.5219) \sqrt{\frac{1}{18} + \frac{(3 - 3.3944)^2}{21.216}} \\ &= 18.135 \pm 2.9357 \\ &= 15.1993 \text{ ถึง } 21.0707 \text{ พันบาท}\end{aligned}$$

8.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
RENTAL	50	43.42	18.61	346.412
BED	50	2.16	.87	.749
Valid N (listwise)	50			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	BED ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: RENTAL

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.578 ^a	.335	.321	15.34

a. Predictors: (Constant), BED

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5678.652	1	5678.652	24.131	.000 ^a
	Residual	11295.528	48	235.324		
	Total	16974.180	49			

a. Predictors: (Constant), BED

b. Dependent Variable: RENTAL

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	16.559	5.883		2.815	.007
	BED	12.436	2.532	.578	4.912	.000

a. Dependent Variable: RENTAL

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{RENTAL} = 16.559 + 12.436 \text{ BED}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร BED (b) เท่ากับ 12.436 หมายความว่า ถ้าจำนวนห้องนอนเพิ่มขึ้น 1 ห้อง อัตราค่าเช่ารายเดือนจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 12.436 พันบาท

ค่า a เท่ากับ 16.559 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นไม่มีข้อมูลอพาร์ทเมนต์ที่ไม่มีห้องนอน

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 15.34 พันบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร BED) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า อัตราค่าเช่ารายเดือนของอพาร์ทเมนต์ที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนห้องนอน

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.335 และ 0.321 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนห้องนอนในอพาร์ทเมนต์สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณอัตราค่าเช่ารายเดือนได้เพียง 33.5% และ 32.1% ตามลำดับ

- จ. จากสมการการถดถอย ณ BED = 3 ห้อง;

$$\text{RENTAL} = 16.559 + 12.436 \text{ BED}$$

$$= 16.559 + 12.436 (3) = 53.867 \text{ พันบาท}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณอัตราค่าเช่ารายเดือนที่คาดไว้ของอพาร์ทเมนต์ที่มีห้องนอน 3 ห้อง ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y.X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$0.749 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{50 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 0.749 \times 49 = 36.701$$

$$\begin{aligned}
 \mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm Z\left(\frac{\alpha}{2}\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\
 &= \hat{Y}(3) \pm Z_{(0.005)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\
 &= 53.867 \pm (2.575)(15.34) \sqrt{\frac{1}{50} + \frac{(3 - 2.16)^2}{36.701}} \\
 &= 53.867 \pm 7.8233 \\
 &= 46.0437 \text{ ถึง } 61.6903 \text{ พันบาท}
 \end{aligned}$$

9.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
REVENUE	50	548.20	398.39	158717.1
TIME	50	37.06	21.30	453.772
Valid N (listwise)	50			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	TIME ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: REVENUE

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.859 ^a	.739	.733	205.78

a. Predictors: (Constant), TIME

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5744499	1	5744498.854	135.654	.000 ^a
	Residual	2032639	48	42346.649		
	Total	7777138	49			

a. Predictors: (Constant), TIME

b. Dependent Variable: REVENUE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-47.482	58.845		-.807	.424
	TIME	16.073	1.380	.859	11.647	.000

a. Dependent Variable: REVENUE

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{REVENUE} = -47.482 + 16.073 \text{ TIME}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร TIME (b) เท่ากับ 16.073 หมายความว่า ถ้าระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับประทานอาหารเช้าเพิ่มขึ้น 1 นาที รายได้ต่อโต๊ะจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.073 บาท

ค่า a เท่ากับ -47.482 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y เนื่องจากข้อมูลระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับประทานอาหารเช้าเท่ากับ 0 นาทีเกิดขึ้นไม่ได้

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 205.78 บาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร TIME) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า รายได้ต่อโต๊ะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับประทานอาหารเช้า

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.739 และ 0.733 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า ระยะเวลาที่ลูกค้าใช้

การรับประทานอาหารสามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณรายได้ต่อโต๊ะได้ 73.9% และ 73.3% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ TIME = 35 นาที;

$$\begin{aligned}\text{REVENUE} &= -47.482 + 16.073 \text{ TIME} \\ &= -47.482 + 16.073 (35) \\ &= 515.073 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณรายได้ต่อโต๊ะที่คาดไว้ของลูกค้าที่ใช้เวลาในการรับประทานอาหารเป็นเวลา 35 นาที ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$453.772 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{50 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 453.772 \times 49 = 22,234.828$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm Z\left(\frac{\alpha}{2}\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(35) \pm Z_{(0.025)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 515.073 \pm (1.96)(205.78) \sqrt{\frac{1}{50} + \frac{(35 - 37.06)^2}{22,234.828}} \\ &= 515.073 \pm 57.3130 \\ &= 457.76 \text{ ถึง } 572.386 \text{ บาท}\end{aligned}$$

10.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
EXPENSE	20	17.50	5.92	35.000
INCOME	20	31.95	6.02	36.261
Valid N (listwise)	20			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	INCOME ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: EXPENSE

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.772 ^a	.596	.573	3.86

a. Predictors: (Constant), INCOME

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	396.264	1	396.264	26.542	.000 ^a
	Residual	268.736	18	14.930		
	Total	665.000	19			

a. Predictors: (Constant), INCOME

b. Dependent Variable: EXPENSE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-6.731	4.782		-1.408	.176
	INCOME	.758	.147	.772	5.152	.000

a. Dependent Variable: EXPENSE

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{EXPENSE} = -6.731 + 0.758 \text{ INCOME}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร INCOME (b) เท่ากับ 0.758 หมายความว่า ถ้ารายได้เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น 1 พันบาท จำนวนเงินที่ถูกค่าใช้จ่ายผ่านบัตรเครดิตเฉลี่ยต่อเดือนจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.758 พันบาท

ค่า a เท่ากับ -6.731 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการกะประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.86 พันบาท

ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร INCOME) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า จำนวนเงินที่ถูกใช้จ่ายผ่านบัตรเครดิตเฉลี่ยต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของ โปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.596 และ 0.573 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือน สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณจำนวนเงินที่ถูกใช้จ่ายผ่านบัตรเครดิตเฉลี่ยต่อ เดือนได้ 59.6% และ 57.3% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ INCOME = 40 พันบาท;

$$\begin{aligned} \text{EXPENSE} &= -6.731 + 0.758 \text{ INCOME} \\ &= -6.731 + 0.758 (40) \\ &= 23.589 \text{ พันบาท} \end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณจำนวนเงินที่คุณบัวจะใช้จ่ายผ่านบัตรเครดิตเฉลี่ยต่อเดือน ดังนั้น จึงใช้ การคำนวณหาค่า Y_I

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1} \\ 36.261 &= \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{20 - 1} \\ \sum X^2 - n\bar{X}^2 &= 36.261 \times 19 = 688.959 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_I &= \hat{Y}(X) \pm t\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\
 &= \hat{Y}(40) \pm t(0.025, 18) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} + 1} \\
 &= 23.589 \pm (2.101)(3.86) \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{(40 - 31.95)^2}{688.959} + 1} \\
 &= 23.589 \pm 8.6744 \\
 &= 14.9146 \text{ ถึง } 32.2634 \text{ พันบาท}
 \end{aligned}$$

11.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
SERVICE	40	29.60	12.35	152.503
AGE	40	26.75	2.70	7.269
Valid N (listwise)	40			

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AGE ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: SERVICE

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.758 ^a	.574	.563	8.16

a. Predictors: (Constant), AGE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3415.365	1	3415.365	51.253	.000 ^a
	Residual	2532.235	38	66.638		
	Total	5947.600	39			

a. Predictors: (Constant), AGE

b. Dependent Variable: SERVICE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-63.247	13.033		-4.853	.000
	AGE	3.471	.485	.758	7.159	.000

a. Dependent Variable: SERVICE

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{SERVICE} = -63.247 + 3.471 \text{ AGE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AGE (b) เท่ากับ 3.471 หมายความว่า ถ้าอายุของพนักงานเมื่อเข้าทำงานในบริษัทเพิ่มขึ้น 1 ปี ระยะเวลาการทำงานในบริษัทจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 3.471 เดือน

ค่า a เท่ากับ -63.247 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 8.16 เดือน

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร AGE) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า B $\neq 0$ หมายความว่า ระยะเวลาการทำงานในบริษัทมีความสัมพันธ์กับอายุของพนักงานเมื่อเข้าทำงานในบริษัท

- ง. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.574 และ 0.563 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า อายุของพนักงานเมื่อเข้าทำงานในบริษัทสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณระยะเวลาการทำงานในบริษัทได้เพียง 57.4% และ 56.3% ตามลำดับ

จ. จากสมการการถดถอย ณ AGE = 25 ปี;

$$\begin{aligned}\text{SERVICE} &= -63.247 + 3.471 \text{ AGE} \\ &= -63.247 + 3.471 (25) \\ &= 23.528 \text{ เดือน}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณระยะเวลาการทำงานในบริษัทที่คาดไว้ของพนักงานที่เข้าทำงานในบริษัทเมื่อมีอายุ 25 ปี ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$7.269 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{40 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 7.269 \times 39 = 283.491$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm Z\left(\frac{\alpha}{2}\right) S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(25) \pm Z_{(0.005)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 23.528 \pm (2.575)(8.16) \sqrt{\frac{1}{40} + \frac{(25 - 26.75)^2}{283.491}} \\ &= 23.528 \pm 3.9758 \\ &= 19.5522 \text{ ถึง } 27.5038 \text{ เดือน}\end{aligned}$$

12.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Variance
SALES (thousand baht)	14	5,826.93	2,996.67	8980029
SIZE (Square Feet)	14	2,921.29	1,695.18	2873622
Valid N (listwise)	14			

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SIZE (Square Feet)	.	Enter

- All requested variables entered.
- Dependent Variable: SALES (thousand baht)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.954 ^a	.910	.902	936.85

a. Predictors: (Constant), SIZE (Square Feet)

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	106208119.7	1	106208119.7	121.009	.000 ^a
	Residual	10532255.243	12	877687.937		
	Total	116740374.9	13			

a. Predictors: (Constant), SIZE (Square Feet)

b. Dependent Variable: SALES (thousand baht)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	901.247	513.023		1.757	.104
	SIZE (Square Feet)	1.686	.153	.954	11.000	.000

a. Dependent Variable: SALES (thousand baht)

- ก. สมการการถดถอยสำหรับข้อมูลข้างต้นสามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง B ใน Unstandardized Coefficients คือ

$$\text{SALES} = 901.247 + 1.686 \text{ SIZE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SIZE (b) เท่ากับ 1.686 หมายความว่า ขนาดของร้านเพิ่มขึ้น 1 ตารางฟุต ยอดขายต่อปีของร้านสาขาจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.686 พันบาท

ค่า a เท่ากับ 901.247 ในกรณีนี้ หมายถึงจุดตัดบนแกน Y

- ข. ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการกะประมาณ (Standard Error of the Estimation) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง Std. Error of the Estimate พบว่า มีค่าเท่ากับ 936.85 พันบาท

- ค. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. บรรทัดที่ 2 (ตัวแปร SIZE) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า ยอดขายต่อปีของร้านสาขามีความสัมพันธ์กับขนาดของร้าน

- จ. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.910 และ 0.902 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า ขนาดของร้านสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณยอดขายต่อปีของร้านสาขาได้สูงถึง 91.0% และ 90.2% ตามลำดับ

- จ. จากสมการการถดถอย ณ SIZE = 2,210 ตารางฟุต;

$$\begin{aligned}\text{SALES} &= 901.247 + 1.686 \text{ SIZE} \\ &= 901.247 + 1.686 (2,210) \\ &= 4,627.307 \text{ พันบาท}\end{aligned}$$

ในกรณีนี้เป็นการประมาณยอดขายต่อปีที่คาดไว้ของร้านสาขาที่มีขนาดของร้านเป็น 2,210 ตารางฟุต ดังนั้น จึงใช้การคำนวณหาค่า $\mu_{Y \cdot X}$

$$s^2 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{n - 1}$$

$$2,873,622.4 = \frac{\sum X^2 - n\bar{X}^2}{14 - 1}$$

$$\sum X^2 - n\bar{X}^2 = 2,873,622.4 \times 13 = 37,357,091.20$$

$$\begin{aligned}\mu_{Y \cdot X} &= \hat{Y}(X) \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= \hat{Y}(2,210) \pm t_{(0.025, 12)} S_{Y \cdot X} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}} \\ &= 4,627.307 \pm (2.179)(936.85) \sqrt{\frac{1}{14} + \frac{(2,210 - 2,921.29)^2}{37,357,091.2}} \\ &= 4,627.307 \pm 595.0645 \\ &= 4,032.2425 \text{ ถึง } 5,222.3715 \text{ พันบาท}\end{aligned}$$

13.

$$\text{ก.} \quad \text{SALES} = 4.235 + 0.218 \text{ SIZE} - 4.549 \text{ TYPE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร TYPE เท่ากับ -4.549 หมายความว่า ถ้าจำนวนลูกค้าในรายการเท่ากัน รายชื่อลูกค้าที่ได้จากสมาชิกบัตรเครดิตของธนาคารต่าง ๆ จะให้ยอดขายสูงกว่ารายชื่อลูกค้าที่เป็นศิษย์เก่าในสถาบันการศึกษาอยู่ 4.549 แสนบาท

ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{SIZE}} = B_{\text{TYPE}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ } 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แถวตั้ง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า จำนวนลูกค้าและ/หรือประเภทของลูกค้าในรายการที่จัดส่งรายการสินค้าไปให้จะมีความสัมพันธ์กับยอดขาย หรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.976 และ 0.972 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนลูกค้าและประเภทของลูกค้าในรายการที่จัดส่งรายการสินค้าไปให้สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณยอดขายได้สูงถึง 97.6% และ 97.2% ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ง.} \quad \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\ &= \frac{0.972 - 0.351}{1 - 0.351} = \frac{0.621}{0.649} = 0.9569 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร TYPE สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณยอดขายได้เพิ่มขึ้น 95.69% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

จ. คุณสมบัตินี้ควรเลือกใช้สำหรับการถดถอยเชิงซ้อนที่ได้ในข้อนี้ เนื่องจากค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้สูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่ายอยู่มาก นอกจากนี้ การทดสอบภาพรวมของตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ตาราง ANOVA ผ่านการทดสอบ และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของทุกตัว

แปรน้อยกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า สัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้ เชื่อถือได้

14.

$$\text{ก.} \quad \text{FREIGHT} = 891.053 + 275.822 \text{ WEIGHT} + 467.169 \text{ LEVEL}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร LEVEL เท่ากับ 467.169 หมายความว่า ถ้าน้ำหนักของสินค้าตัวอย่าง เท่ากัน การจัดส่งโดยใช้บริการด่วนพิเศษจะมีค่าขนส่งสูงกว่าการจัดส่งโดยใช้บริการด่วนเท่ากับ 467.169 บาท

ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{FREIGHT}} = B_{\text{LEVEL}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0}$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แถวตั้ง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า น้ำหนักของสินค้าตัวอย่างและ/หรือประเภทของบริการที่จัดส่งจะมีความสัมพันธ์กับค่าขนส่งสินค้า หรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของ โปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.989 และ 0.988 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า น้ำหนักของสินค้าตัวอย่างและประเภทของบริการที่จัดส่งสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าขนส่งสินค้า ได้สูงถึง 98.9% และ 98.8% ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ง.} \quad \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\ &= \frac{0.988 - 0.966}{1 - 0.966} = \frac{0.022}{0.034} = 0.6471 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร LEVEL สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าขนส่งสินค้าได้ เพิ่มขึ้น 64.71% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

- จ. คุณอานนท์ควรเลือกใช้สมการการถดถอยเชิงซ้อนที่ได้ในข้อนี้ เนื่องจากค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้สูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่าย นอกจากนี้ การทดสอบภาพรวมของตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ตาราง ANOVA ผ่านการทดสอบ และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของทุกตัวแปรน้อยกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า สัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้เชื่อถือได้

15.

ก.
$$\text{COST} = 22.373 + 0.477 \text{ UNIT} + 2.858 \text{ TYPE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร TYPE เท่ากับ 2.858 หมายความว่า ถ้าจำนวนหน่วยที่ผลิตตามคำสั่งซื้อเท่ากัน คำสั่งซื้อกระเป๋าสตางค์แบบที่มีลวดลายพิเศษจะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าแบบกระเป๋าสตางค์ธรรมดา เท่ากับ 2.858 ร้อยบาท

ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{UNIT}} = B_{\text{TYPE}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0}$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แถวตั้ง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า จำนวนหน่วยที่ผลิตตามคำสั่งซื้อและ/หรือแบบกระเป๋าสตางค์ที่ผลิตจะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการผลิต หรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

- ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.881 และ 0.865 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนหน่วยที่ผลิตตามคำสั่งซื้อและแบบกระเป๋าสตางค์ที่ผลิตสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณต้นทุนการผลิต ได้สูงถึง 88.1% และ 86.5% ตามลำดับ

ง.

$$\begin{aligned} \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\ &= \frac{0.865 - 0.731}{1 - 0.731} = \frac{0.134}{0.269} = 0.4981 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร TYPE สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณต้นทุนการผลิตได้เพิ่มขึ้น 49.81% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

- จ. สมการการถดถอยของคุณนาราที่ได้ในข้อนี้มีความเหมาะสมมากกว่าสมการการถดถอยของคุณเทียน เนื่องจากค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้สูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่าย นอกจากนี้ การทดสอบภาพรวมของตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ตาราง ANOVA ผ่านการทดสอบ และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของทุกตัวแปรน้อยกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้เชื่อถือได้

16.

ก.
$$\text{PREMIUM} = 10.435 + 2.024 \text{ AMOUNT} + 3.501 \text{ GENDER}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร GENDER เท่ากับ 3.501 หมายความว่า ถ้าวงเงินประกันที่ลูกค้าต้องการเท่ากัน ลูกค้าผู้หญิงจะมีค่าเบี้ยประกันรายปีสูงกว่าลูกค้าผู้ชายเท่ากับ 3.501 พันบาท

- ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{AMOUNT}} = B_{\text{GENDER}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0}$$

$$\alpha = 0.10$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แถวตั้ง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.086 ซึ่งน้อยกว่าค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า วงเงินประกันที่ลูกค้าต้องการและ/หรือเพศของลูกค้าจะมีความสัมพันธ์กับค่าเบี้ยประกันรายปี หรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

- ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.279 และ 0.183 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า วงเงินประกันที่ลูกค้าต้องการและเพศของลูกค้าสามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าเบี้ยประกันรายปีได้เพียง 27.9% และ 18.3% ตามลำดับ

$$\begin{aligned}
 \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\
 &= \frac{0.183 - 0.140}{1 - 0.140} = \frac{0.043}{0.860} = 0.05
 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร GENDER สามารถอธิบายความผิดพลาดในการประมาณค่าเบี้ยประกันรายปีได้เพิ่มขึ้นเพียง 5.0% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

- จ. จากการวิเคราะห์การถดถอยทั้งสองแบบ พบว่าค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้จะสูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่ายแต่ยังอยู่ในระดับต่ำทั้งสองค่า สำหรับการทดสอบภาพรวมของตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ตาราง ANOVA ไม่ผ่านการทดสอบ และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของทุกตัวแปรมากกว่าค่า α ซึ่งแม้จะใช้ระดับนัยสำคัญสูงถึง 0.10 ก็ยังไม่ผ่านการทดสอบทั้งสองค่า แสดงว่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้ไม่สามารถเชื่อถือได้ อย่างไรก็ตาม การใช้สมการการถดถอยแบบง่ายก็ยังไม่น่าสนใจเท่าไรนัก แม้ว่าการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจะผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.10 ก็ตาม ในกรณีนี้คุณหมานีกาน่าจะพิจารณาหาปัจจัยอื่นมาเป็นตัวแปรในการอธิบายค่าเบี้ยประกันรายปีของลูกค้าเพิ่มเติม นอกจากนี้ คุณหมานีกาน่าจะเพิ่มจำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้มีเพียง 17 ค่า ทำให้มีความน่าเชื่อถือต่ำ

17.

- ก. ตัวแปร AMOUNT เป็นตัวแปรที่เข้ามาในสมการเป็นลำดับที่ 3 โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Excluded Variables ใน Model 2 ตัวแปร AMOUNT พบว่ามีค่า Partial Correlation สูงสุด คือ 0.712 และค่า Sig. เท่ากับ 0.002 ซึ่งน้อยกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ผ่านการทดสอบ

- ข. สมการการถดถอยที่ได้ในขั้นที่ 3 คือ

$$\text{PREMIUM} = 16.693 - 9.610 \text{ TYPE1} - 9.451 \text{ TYPE2} + 2.568 \text{ AMOUNT}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AMOUNT เท่ากับ 2.568 หมายความว่า ถ้าพิจารณาที่ประเภทของกรมธรรม์แบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียว เมื่อวงเงินประกันที่ลูกค้าต้องการเพิ่มขึ้น 1 แสนบาท ค่าเบี้ยประกันรายปีจะเพิ่มขึ้นด้วย 2.568 พันบาท

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร TYPE1 และ TYPE2 หมายความว่า ถ้าวางเงินประกันที่ลูกค้าต้องการเท่ากัน ลูกค้าที่ถือกรมธรรม์แบบที่สองจะเสียค่ากรมธรรม์น้อยกว่าลูกค้าที่ถือกรมธรรม์

แบบที่หนึ่งอยู่ 9.610 พันบาท และลูกค้าที่ถือกรรมธรรม์แบบที่สามจะเสียค่ากรรมธรรม์น้อยกว่าลูกค้าที่ถือกรรมธรรม์แบบที่หนึ่งอยู่ 9.451 พันบาท

ค. คุณมานิภาควรใช้สมการการถดถอยใน Model ที่ 4 คือ

$$\text{PREMIUM} = 16.051 - 9.680 \text{ TYPE1} - 9.290 \text{ TYPE2} + 2.246 \text{ AMOUNT} + 3.410 \text{ AMOUNT}$$

เนื่องจากค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนสูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.837 (Adjusted R Square) นอกจากนี้ การทดสอบภาพรวมของตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ตาราง ANOVA ผ่านการทดสอบ และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของทุกตัวแปรน้อยกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้เชื่อถือได้

18.

$$\text{ก.} \quad \text{RENTAL} = 16.282 + 2.948 \text{ BED} + 0.145 \text{ SIZE}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SIZE เท่ากับ 0.145 หมายความว่า สำหรับอพาร์ทเมนต์ที่มีจำนวนห้องนอนเท่ากัน อพาร์ทเมนต์ที่มีขนาดเพิ่มขึ้น 1 ตารางเมตร อัตราค่าเช่ารายเดือนจะเพิ่มขึ้น 0.145 พันบาท

ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{BED}} = B_{\text{SIZE}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0}$$

$$\alpha = 0.10$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แล้วยัง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า จำนวนห้องนอนและ/หรือขนาดของอพาร์ทเมนต์จะมีความสัมพันธ์กับอัตราค่าเช่ารายเดือน หรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แล้วยัง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.407 และ 0.382 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนห้องนอนและขนาดของอพาร์ทเมนต์สามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณอัตราค่าเช่ารายเดือนได้เพียง 40.7% และ 38.2% ตามลำดับ

$$\begin{aligned}
 \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\
 &= \frac{0.382 - 0.321}{1 - 0.321} = \frac{0.061}{0.679} = 0.0898
 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร SIZE สามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณอัตราค่าเช่ารายเดือนได้เพิ่มขึ้นเพียง 8.98% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

- จ. จากการวิเคราะห์การถดถอยทั้งสองแบบ พบว่าค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้แม้ว่าจะสูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่าย แต่เมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของตัวแปร BED (0.528) มากกว่าค่า α ซึ่งแม้จะใช้ระดับนัยสำคัญสูงถึง 0.10 ก็ยังไม่ผ่านการทดสอบ แสดงว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปร BED ไม่สามารถเชื่อถือได้ มีผลทำให้สมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้ คุณเมฆจึงควรใช้สมการการถดถอยแบบง่ายที่ได้ในข้อ 8. ไปใช้จะเหมาะสมกว่า เพราะผ่านการตรวจสอบสมมติฐานทุกเรื่อง แม้ว่าจะมีค่า R^2 ต่ำ คือ 0.321 เท่านั้น อย่างไรก็ตาม คุณเมฆอาจสร้างความน่าเชื่อถือในการกะประมาณโดยใช้สมการการถดถอยได้โดยพิจารณาหาปัจจัยอื่นมาเป็นตัวแปรในการอธิบายอัตราค่าเช่ารายเดือนเพิ่มเติม หรือเพิ่มจำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์

19.

- ก. สมการการถดถอยที่ได้ในขั้นสุดท้าย คือ

$$\text{RENTAL} = 30.025 - 24.420 \text{ LOCATION} + 0.094 \text{ SIZE} + 5.617 \text{ BED}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร LOCATION เท่ากับ -24.420 หมายความว่า สำหรับอพาร์ทเมนต์ที่มีจำนวนห้องนอนและขนาดเท่ากัน อพาร์ทเมนต์ที่ตั้งอยู่ในย่านราชปรารภ ราชดำริ เพลินจิต หลังสวน ร่วมฤดี ดันสน ชิดลม วิฑูรย์ จะมีอัตราค่าเช่ารายเดือนต่ำกว่าอพาร์ทเมนต์ที่ตั้งอยู่ในทำเลย่านในกลางเมือง คือ สีลม สาทร พระรามสี่ในช่วงสีลมถึงสาทร อยู่เท่ากับ 24.420 พันบาท

- ข. ตัวแปร AGE ไม่ได้ปรากฏอยู่ในสมการที่ดีที่สุดตามวิธี Stepwise Multiple Regression เนื่องจากไม่ผ่านการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (ค่า B) โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Excluded Variables ใน Model 3 ตัวแปร AGE พบว่ามีค่า Partial Correlation เท่ากับ 0.285 แต่ค่า Sig. เท่ากับ 0.052 ซึ่งมากกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ไม่ผ่านการทดสอบ

- ค. คุณเมฆควรใช้สมการการถดถอยเชิงซ้อนสมการสุดท้ายที่ได้ในข้อนี้ เนื่องจากเป็นสมการการถดถอยที่มีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.826 และสัมประสิทธิ์ของสมการทุกค่าผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขณะที่สมการการถดถอยในข้อ 8. มีค่า R^2 เพียง 0.321 และสมการการถดถอยในข้อ 18. สัมประสิทธิ์ของตัวแปร BED ไม่สามารถเชื่อถือได้
- ง. ถ้าคุณเมฆต้องการรวบรวมข้อมูลของอพาร์ทเมนต์ในย่านสุขุมวิทเพื่อมาศึกษาประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ คุณเมฆควรสร้างตัวแปรที่จะกำหนดทำเลสองตัวแปร คือ

ทำเลที่ตั้งของอพาร์ทเมนต์	LOCATION1	LOCATION2
ทำเลย่านในกลางเมือง คือ สีลม สาทร พระรามสี่ในช่วงสีลมถึงสาทร	0	0
ย่านราชปรารภ ราชดำริ เพลินจิต หลังสวน ร่วมฤดี ดันสน ชิดลม วิฑู	0	1
ย่านสุขุมวิท	1	0

20.

ก. $REVENUE = -93.885 + 76.317 \text{ PERSONS} + 5.670 \text{ TIME}$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร PERSONS เท่ากับ 76.317 บาท หมายความว่า ถ้าระยะเวลาในการรับประทานอาหารของลูกค้าคงที่ ณ ระดับหนึ่ง จำนวนลูกค้าในแต่ละโต๊ะเพิ่มขึ้น 1 คน รายได้แต่ละโต๊ะจะเพิ่มขึ้น 76.317 บาท

ข. การทดสอบโดยใช้ตาราง ANOVA

$$H_0: B_{\text{PERSONS}} = B_{\text{TIME}} = 0$$

$$H_1: \text{มีอย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0}$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง ANOVA แถวตั้ง Sig. พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่า α ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีค่า B อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 หมายความว่า จำนวนลูกค้าในแต่ละโต๊ะที่เข้ามารับประทานอาหารและ/หรือระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับประทานอาหารจะมีความสัมพันธ์กับรายได้ต่อโต๊ะของลูกค้าที่เข้ามารับประทานอาหารหรืออีกนัยหนึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนมีความน่าเชื่อถือ

- ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.797 และ 0.788 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า จำนวนลูกค้าในแต่ละโต๊ะที่เข้ามารับประทานอาหารและระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับประทานอาหารสามารถอธิบาย

ความผิดพลาดในการกะประมาณรายได้ต่อโต๊ะของลูกค้าที่เข้ามารับประทานอาหารได้ 79.7% และ 78.8% ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{จ.} \quad \text{Partial } R^2 &= \frac{R_{Y \cdot 12}^2 - R_{Y \cdot 1}^2}{1 - R_{Y \cdot 1}^2} \\ &= \frac{0.788 - 0.733}{1 - 0.733} = \frac{0.055}{0.267} = 0.2060 \end{aligned}$$

หมายความว่า ตัวแปร PERSONS สามารถอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณรายได้ต่อโต๊ะของลูกค้าที่เข้ามารับประทานอาหารได้เพิ่มขึ้นเพียง 20.60% ของความผิดพลาดที่เหลืออยู่

- จ. จากการวิเคราะห์การถดถอยทั้งสองแบบ พบว่าค่า R^2 ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงซ้อนนี้แม้ว่าจะสูงกว่า R^2 ของตัวแบบการถดถอยแบบง่าย แต่เมื่อพิจารณาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ทุกค่าจากตาราง Coefficients พบว่า Sig. ของตัวแปร TIME (0.072) มากกว่าค่า α ซึ่งใช้ระดับนัยสำคัญสูงถึง 0.05 ไม่ผ่านการทดสอบ แสดงว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปร TIME ไม่สามารถเชื่อถือได้ มีผลทำให้สมการการถดถอยเชิงซ้อนนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้ คุณกระแตจึงควรใช้สมการการถดถอยแบบง่ายที่ได้ในข้อ 9. ไปใช้จะเหมาะสมกว่า เพราะผ่านการตรวจสอบสมมติฐานทุกเรื่อง และค่า R^2 ต่ำกว่าเล็กน้อย คือ 0.7333

21.

- ก. สมการการถดถอยที่ได้ในขั้นสุดท้าย คือ

$$\text{REVENUE} = 5.516 + 105.520 \text{ FOODITEMS} - 192.311 \text{ SETS}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SETS เท่ากับ -192.311 บาท หมายความว่า ถ้าจำนวนอาหารที่ลูกค้าสั่งมารับประทานคงที่ ณ ระดับหนึ่ง รายได้ต่อโต๊ะของลูกค้าที่สั่งอาหารชุดมารับประทานจะน้อยกว่าลูกค้าที่ไม่ได้สั่งอาหารชุดมารับประทานอยู่ 192.311 บาท

- ข. ตัวแปร PERSONS และ TIME ไม่ได้ปรากฏอยู่ในสมการที่ดีที่สุดตามวิธี Stepwise Multiple Regression เนื่องจากทั้งสองตัวแปรไม่ผ่านการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ (ค่า B) โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Excluded Variables ใน Model 2 ตัวแปร PERSONS และ TIME พบว่ามีค่า Partial Correlation เท่ากับ -0.129 และ -0.234 ตามลำดับ แต่ค่า Sig. เท่ากับ 0.380 และ 0.110 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ไม่ผ่านการทดสอบ

- ค. คุณกระแตควรใช้สมการการถดถอยเชิงซ้อนสมการสุดท้ายที่ได้ในข้อนี้ เนื่องจากเป็นสมการการถดถอยที่มีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.964 และสัมประสิทธิ์ของสมการทุกค่าผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขณะที่สมการการถดถอยในข้อ 9. มีค่า R^2 เพียง 0.733 และสมการการถดถอยในข้อ 20. สัมประสิทธิ์ของตัวแปร TIME ไม่สามารถเชื่อถือได้

22.

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	INCOME	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	GENDER	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: EXPENSE

Model Summary^f

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.772 ^a	.596	.573	3.86	
2	.935 ^b	.874	.860	2.22	1.563

a. Predictors: (Constant), INCOME

b. Predictors: (Constant), INCOME, GENDER

c. Dependent Variable: EXPENSE

ANOVA^c

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	396.264	1	396.264	26.542	.000 ^a
	Residual	268.736	18	14.930		
	Total	665.000	19			
2	Regression	581.434	2	290.717	59.141	.000 ^b
	Residual	83.566	17	4.916		
	Total	665.000	19			

a. Predictors: (Constant), INCOME

b. Predictors: (Constant), INCOME, GENDER

c. Dependent Variable: EXPENSE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-6.731	4.782		-1.408	.176		
	INCOME	.758	.147	.772	5.152	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	-7.995	2.752		-2.905	.010		
	INCOME	.680	.085	.692	7.960	.000	.978	1.023
	GENDER	6.282	1.023	.534	6.138	.000	.978	1.023

a. Dependent Variable: EXPENSE

Excluded Variables^c

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	GENDER	.534 ^a	6.138	.000	.830	.978	1.023	.978
	CARD	.034 ^a	.220	.829	.053	.986	1.014	.986
2	CARD	-.132 ^b	-1.519	.148	-.355	.902	1.109	.894

a. Predictors in the Model: (Constant), INCOME

b. Predictors in the Model: (Constant), INCOME, GENDER

c. Dependent Variable: EXPENSE

Collinearity Diagnostics^d

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	INCOME	GENDER
1	1	1.984	1.000	.01	.01	
	2	1.646E-02	10.978	.99	.99	
2	1	2.695	1.000	.00	.00	.04
	2	.288	3.058	.02	.02	.96
	3	1.643E-02	12.807	.98	.98	.00

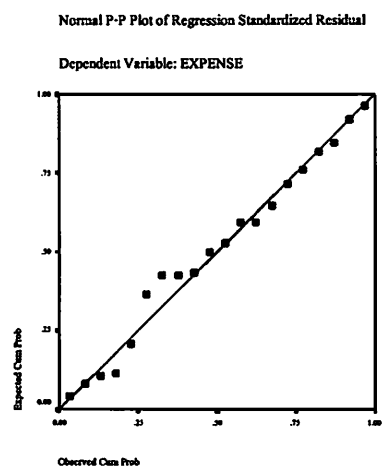
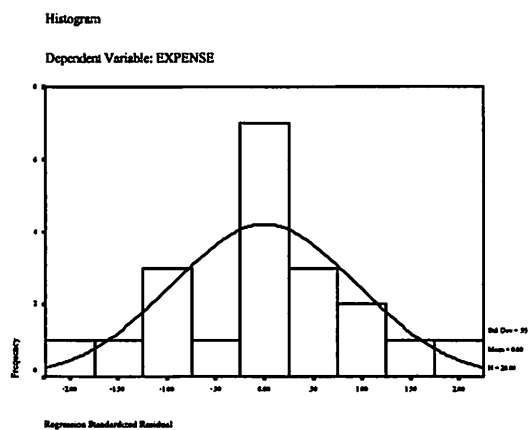
a. Dependent Variable: EXPENSE

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	9.01	26.85	17.50	5.53	20
Residual	-3.89	3.95	-3.55E-16	2.10	20
Std. Predicted Value	-1.536	1.690	.000	1.000	20
Std. Residual	-1.753	1.783	.000	.946	20

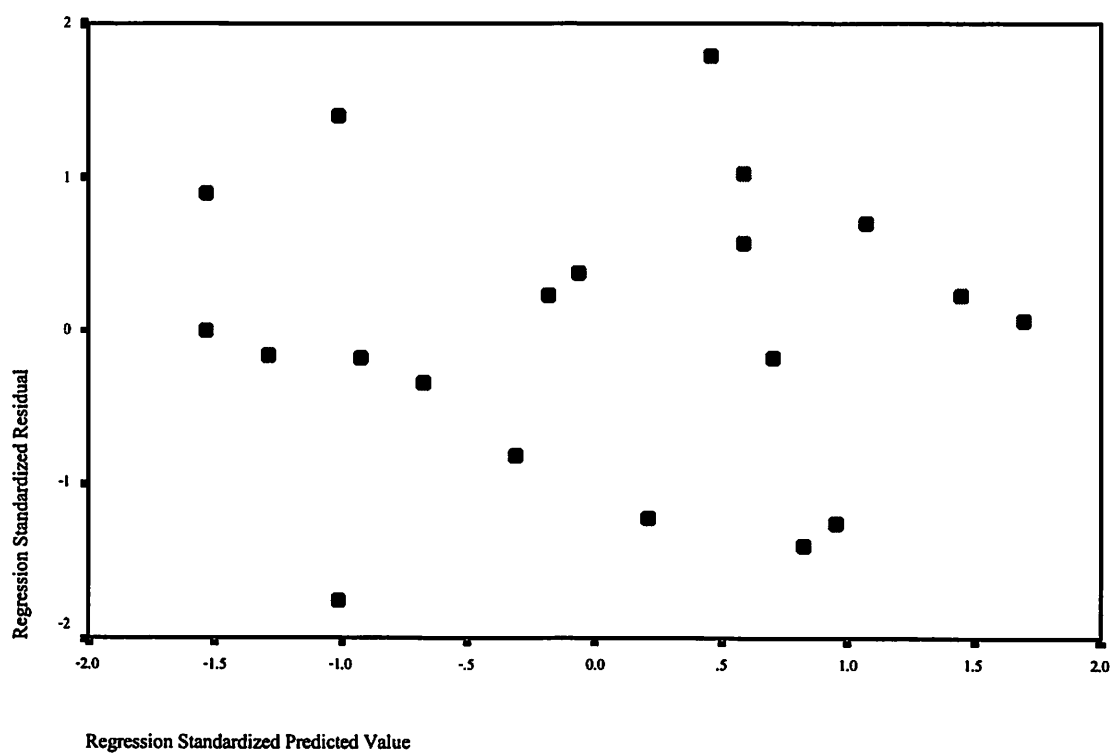
a. Dependent Variable: EXPENSE

Charts



Scatterplot

Dependent Variable: EXPENSE



จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ตามวิธี Stepwise Multiple Regression ข้างต้น พบว่า สมการการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ คือ

$$\text{EXPENSE} = -7.995 + 0.680 \text{ INCOME} + 6.282 \text{ GENDER}$$

โดยมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.860 (จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Adjusted R Square ใน Model 2) และสัมประสิทธิ์ของสมการทุกค่าผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 (จากตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. ใน Model 2)

นอกจากนี้ ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความผิดพลาด (Residual) พบว่า

- รูปแบบการแจกแจงของค่าความผิดพลาดที่แสดงในฮิสโตแกรมมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติ เช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Probability Plot พบว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเส้นทะแยงมุมอยู่เพียงเล็กน้อย
- การทดสอบความเป็นอิสระระหว่างค่าความผิดพลาดตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Test) จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Durbin-Watson ใน Model 2 พบว่ามีค่า $d = 1.563$ เมื่อเปิดตารางเดอร์บิน-วัตสัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนตัวอย่าง (n) = 20 และจำนวนตัวแปรอิสระ (k) = 2 ปรากฏว่า $D_L = 1.10$, $D_U = 1.54$, $4 - D_U = 2.46$, $4 - D_L = 2.90$ พบว่า ค่า d มีค่าอยู่ระหว่าง D_U และ $4 - D_U$ ดังนั้น สรุปว่าค่าความผิดพลาดไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงว่า สมมติฐานในข้อนี้ผ่านการทดสอบ
- การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดกับตัวแปรอิสระพิจารณาจากแผนภาพกระจายระหว่างค่าความผิดพลาด (Regression Standardized Residual) กับตัวแปรตามที่ได้คำนวณได้จากสมการการถดถอยเชิงซ้อน (Regression Standardized Predicted Value) พบว่า จุดต่าง ๆ บนแผนภาพมีการกระจายที่ไม่เป็นแบบแผน ดังนั้น การตรวจสอบสมมติฐานในข้อนี้จึงผ่านการทดสอบ

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หรือ Multicollinearity นั้น สามารถพิจารณาจากค่า VIF ในตาราง Coefficients พบว่า ค่า VIF ของตัวแปร INCOME และ GENDER ใน Model 2 นั้นมีค่าเท่ากับ 1.023 ทั้งสองค่า ซึ่งน้อยกว่า 5 แสดงว่า ตัวแปรอิสระทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

23.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AGE	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	GENDER	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
3	EDUCATION	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: SERVICE

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.758 ^a	.574	.563	8.16	
2	.850 ^b	.723	.708	6.67	
3	.871 ^c	.758	.738	6.32	2.207

a. Predictors: (Constant), AGE

b. Predictors: (Constant), AGE, GENDER

c. Predictors: (Constant), AGE, GENDER, EDUCATION

d. Dependent Variable: SERVICE

ANOVA^d

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3415.365	1	3415.365	51.253	.000 ^a
	Residual	2532.235	38	66.638		
	Total	5947.600	39			
2	Regression	4300.512	2	2150.256	48.303	.000 ^b
	Residual	1647.088	37	44.516		
	Total	5947.600	39			
3	Regression	4511.222	3	1503.741	37.688	.000 ^c
	Residual	1436.378	36	39.899		
	Total	5947.600	39			

a. Predictors: (Constant), AGE

b. Predictors: (Constant), AGE, GENDER

c. Predictors: (Constant), AGE, GENDER, EDUCATION

d. Dependent Variable: SERVICE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-63.247	13.033		-4.853	.000		
	AGE	3.471	.485	.758	7.159	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	-68.834	10.726		-6.418	.000		
	AGE	3.512	.396	.767	8.862	.000	.999	1.001
	GENDER	9.423	2.113	.386	4.459	.000	.999	1.001
3	(Constant)	-45.556	14.343		-3.176	.003		
	AGE	3.221	.396	.703	8.131	.000	.897	1.115
	GENDER	8.649	2.029	.354	4.263	.000	.972	1.029
	EDUCATION	-1.021	.444	-.201	-2.298	.027	.877	1.140

a. Dependent Variable: SERVICE

Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	GENDER	.386 ^a	4.459	.000	.591	.999	1.001	.999
	EDUCATION	-.263 ^a	-2.519	.016	-.383	.902	1.109	.902
2	EDUCATION	-.201 ^b	-2.298	.027	-.358	.877	1.140	.877

a. Predictors in the Model: (Constant), AGE

b. Predictors in the Model: (Constant), AGE, GENDER

c. Dependent Variable: SERVICE

Collinearity Diagnostics

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	AGE	GENDER	EDUCATION
1	1	1.995	1.000	.00	.00		
	2	4.916E-03	20.146	1.00	1.00		
2	1	2.589	1.000	.00	.00	.06	
	2	.406	2.524	.00	.00	.94	
	3	4.891E-03	23.005	1.00	1.00	.01	
3	1	3.521	1.000	.00	.00	.03	.00
	2	.452	2.790	.00	.00	.93	.00
	3	2.331E-02	12.291	.01	.14	.02	.58
	4	3.116E-03	33.619	.99	.86	.03	.42

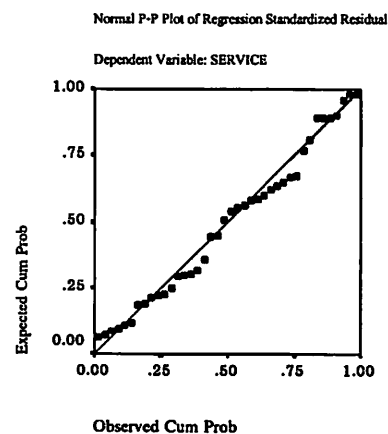
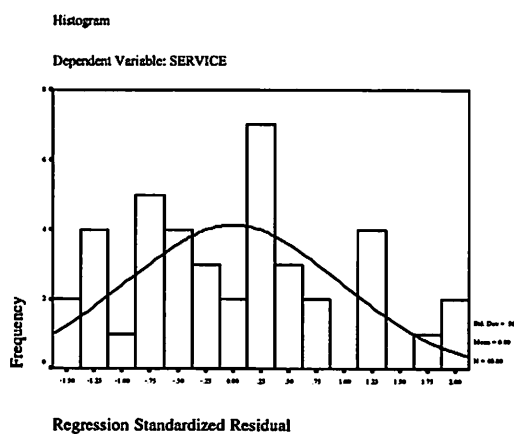
a. Dependent Variable: SERVICE

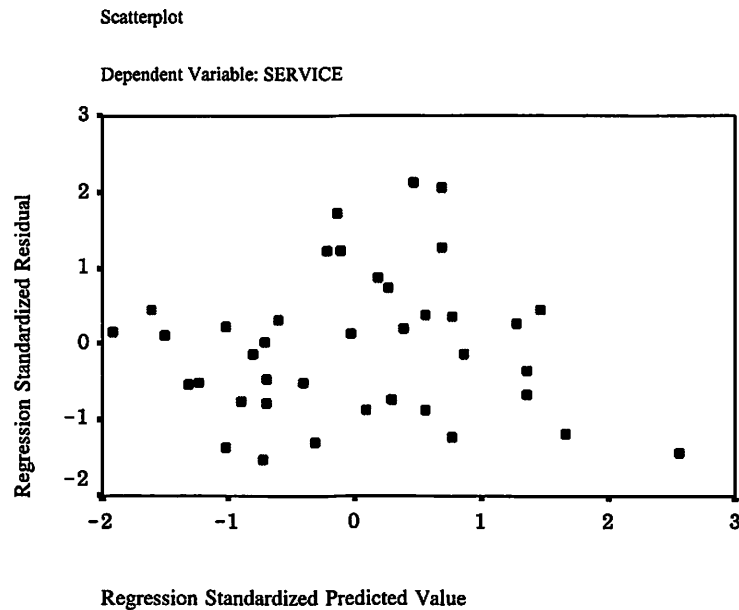
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	8.97	57.13	29.60	10.76	40
Residual	-9.70	13.42	-5.33E-15	6.07	40
Std. Predicted Value	-1.918	2.560	.000	1.000	40
Std. Residual	-1.536	2.124	.000	.961	40

a. Dependent Variable: SERVICE

Charts





จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ตามวิธี Stepwise Multiple Regression ข้างต้น พบว่าสมการการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ คือ

$$\text{SERVICE} = -45.556 + 3.221 \text{ AGE} + 8.649 \text{ GENDER} - 1.021 \text{ EDUCATION}$$

โดยมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.738 (จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Adjusted R Square ใน Model 3) และสัมประสิทธิ์ของสมการทุกค่าผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 (จากตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. ใน Model 3)

นอกจากนี้ ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความผิดพลาด (Residual) พบว่า

- รูปแบบการแจกแจงของค่าความผิดพลาดที่แสดงในฮิสโตแกรมมีลักษณะไม่คล้ายการแจกแจงแบบปกติเท่าไรนัก เช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Probability Plot พบว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเส้นทแยงมุมอยู่บ้าง ในกรณีเช่นนี้มีข้อเสนอแนะให้รวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของตัวแบบ
- การทดสอบความเป็นอิสระระหว่างค่าความผิดพลาดตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Test) จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Durbin-Watson ใน Model 3 พบว่ามีค่า $d = 2.207$ เมื่อเปิดตารางเดอร์บิน-วัตสัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนตัวอย่าง (n) = 40 และจำนวนตัวแปรอิสระ (k) = 3 ปรากฏว่า $D_L = 1.34$, $D_U = 1.66$, $4 - D_U = 2.34$, $4 - D_L = 2.66$ พบว่า ค่า d มีค่าอยู่ระหว่าง D_U และ $4 - D_U$ ดังนั้น สรุปว่าค่าความผิดพลาดไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงว่า สมมติฐานในข้อนี้ผ่านการทดสอบ
- การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดกับตัวแปรอิสระพิจารณาจากแผนภาพกระจายระหว่างค่าความผิดพลาด (Regression Standardized Residual) กับตัวแปรตามที่

คำนวณได้จากสมการการถดถอยเชิงซ้อน (Regression Standardized Predicted Value) พบว่า แผนภาพกระจายไม่แสดงแบบแผนความสัมพันธ์ที่ชัดเจนนัก อย่างไรก็ตามพบความไม่สม่ำเสมอของการกระจายในช่วงต้นของข้อมูลมีการกระจายที่แคบกว่าช่วงปลาย จึงน่าจะรวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หรือ Multicollinearity นั้น สามารถพิจารณาจากค่า VIF ในตาราง Coefficients พบว่า ค่า VIF ของตัวแปร AGE, GENDER และ EDUCATION ใน Model 3 นั้นมีค่าเท่ากับ 1.115, 1.029 และ 1.140 ตามลำดับ โดยทุกค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าตัวแปรอิสระทั้งสามไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

24.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	INCENTIVE	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	GIFT	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: SALES

Model Summary^f

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.767 ^a	.588	.574	601.31	
2	.805 ^b	.647	.623	565.82	1.087

a. Predictors: (Constant), INCENTIVE

b. Predictors: (Constant), INCENTIVE, GIFT

c. Dependent Variable: SALES

ANOVA^c

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	15473625	1	15473625.38	42.796	.000 ^a
	Residual	10847129	30	361570.983		
	Total	26320755	31			
2	Regression	17036481	2	8518240.420	26.607	.000 ^b
	Residual	9284274	29	320147.381		
	Total	26320755	31			

a. Predictors: (Constant), INCENTIVE

b. Predictors: (Constant), INCENTIVE, GIFT

c. Dependent Variable: SALES

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	1853.186	265.840		6.971	.000		
	INCENTIVE	750.118	114.665	.767	6.542	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	1797.366	251.421		7.149	.000		
	INCENTIVE	683.686	112.008	.699	6.104	.000	.928	1.078
	GIFT	23.347	10.567	.253	2.209	.035	.928	1.078

a. Dependent Variable: SALES

Excluded Variables^c

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	RELATION	.168 ^a	1.334	.193	.240	.847	1.180	.847
	DISPLAY	.011 ^a	.083	.935	.015	.764	1.308	.764
	GIFT	.253 ^a	2.209	.035	.380	.928	1.078	.928
2	RELATION	.187 ^b	1.596	.122	.289	.843	1.186	.784
	DISPLAY	.097 ^b	.731	.471	.137	.705	1.419	.661

a. Predictors in the Model: (Constant), INCENTIVE

b. Predictors in the Model: (Constant), INCENTIVE, GIFT

c. Dependent Variable: SALES

Collinearity Diagnostics^d

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	INCENTIVE	GIFT
1	1	1.917	1.000	.04	.04	
	2	8.342E-02	4.793	.96	.96	
2	1	2.505	1.000	.02	.02	.06
	2	.413	2.463	.06	.04	.93
	3	8.258E-02	5.507	.91	.94	.01

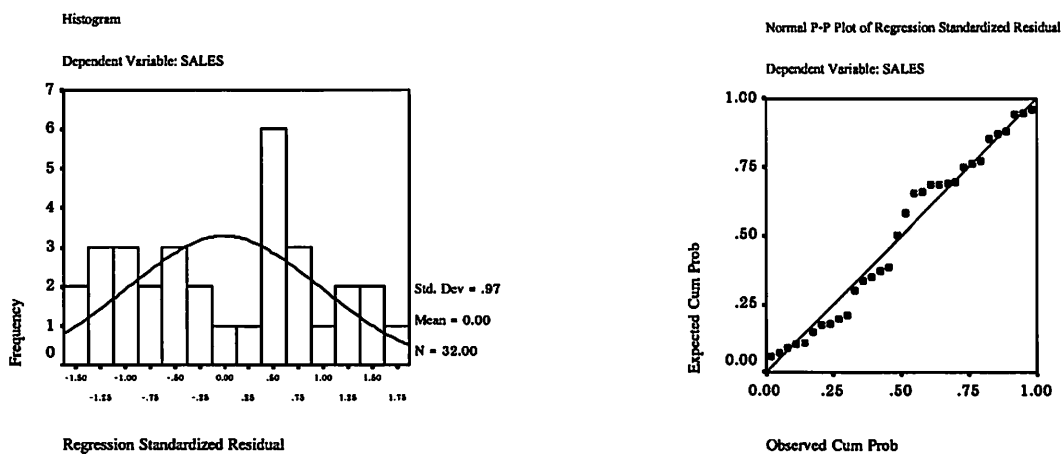
a. Dependent Variable: SALES

Residuals Statistics^a

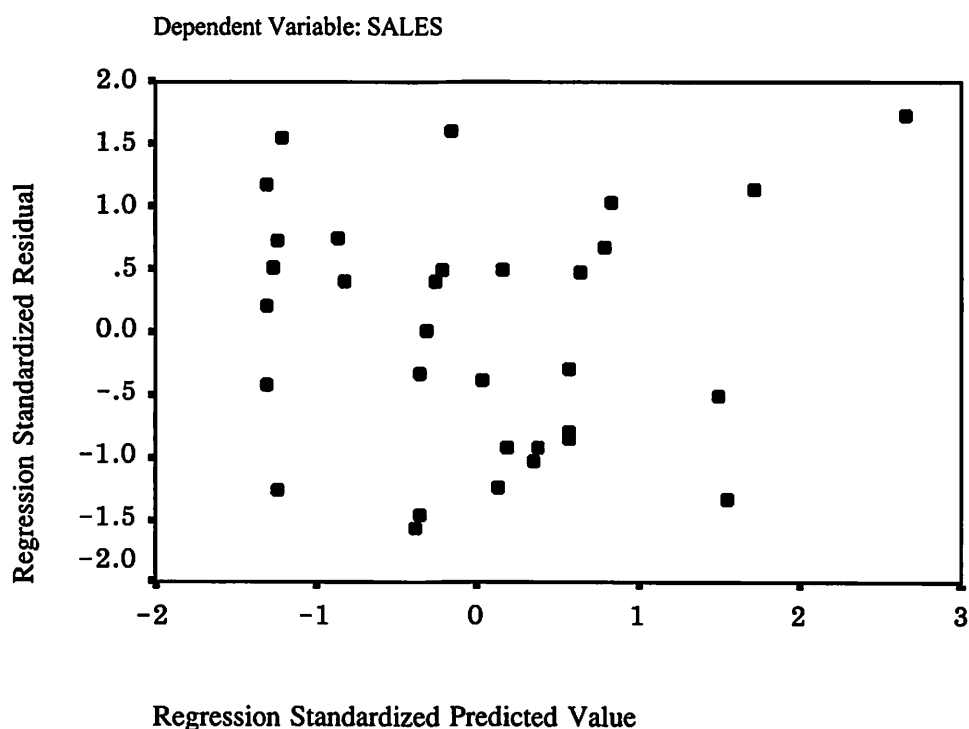
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	2481.05	5419.29	3447.19	741.33	32
Residual	-883.74	974.71	1.42E-14	547.26	32
Std. Predicted Value	-1.303	2.660	.000	1.000	32
Std. Residual	-1.562	1.723	.000	.967	32

a. Dependent Variable: SALES

Charts



Scatterplot



จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ตามวิธี Stepwise Multiple Regression ข้างต้น พบว่า สมการการถดถอยที่ดีที่สุดโดยวิธีนี้ คือ

$$\text{SALES} = 1,797.366 + 683.686 \text{ INCENTIVE} + 23.347 \text{ GIFT}$$

โดยมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.623 (จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Adjusted R Square ใน Model 2) และสัมประสิทธิ์ของสมการทุกค่าผ่านการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 (จากตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. ใน Model 2)

นอกจากนี้ ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความผิดพลาด (Residual) พบว่า

- รูปแบบการแจกแจงของค่าความผิดพลาดที่แสดงในฮิสโตแกรมมีลักษณะไม่คล้ายการแจกแจงแบบปกติเท่าไรนัก เช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Probability Plot พบว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเส้นทะแยงมุมอยู่บ้าง ในกรณีเช่นนี้มีข้อเสนอแนะให้รวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของตัวแบบ
- การทดสอบความเป็นอิสระระหว่างค่าความผิดพลาดตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Test) จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Durbin-Watson ใน Model 3 พบว่ามีค่า $d = 1.087$ เมื่อเปิดตารางเดอร์บิน-วัตสัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนตัวอย่าง (n) = 32 และจำนวนตัวแปรอิสระ (k) = 2 ปรากฏว่า $D_L = 1.31$, $D_U = 1.57$, $4 - D_U = 2.43$, $4 - D_L = 2.69$ พบว่า ค่า d มีค่าน้อยกว่า D_L ดังนั้น สรุปว่าค่าความผิดพลาดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างกัน แสดงว่า สมมติฐานในข้อนี้ไม่ผ่านการทดสอบ
- การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดกับตัวแปรอิสระพิจารณาจากแผนภาพกระจายระหว่างค่าความผิดพลาด (Regression Standardized Residual) กับตัวแปรตามที่คำนวณได้จากสมการการถดถอยเชิงซ้อน (Regression Standardized Predicted Value) พบว่า แผนภาพกระจายไม่แสดงแบบแผนความสัมพันธ์ ดังนั้น การตรวจสอบสมมติฐานในข้อนี้จึงผ่านการทดสอบ

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หรือ Multicollinearity นั้น สามารถพิจารณาจากค่า VIF ในตาราง Coefficients พบว่า ค่า VIF ของตัวแปร INCENTIVE และ GIFT ใน Model 2 นั้นมีค่าเท่ากับ 1.078 ทั้งสองค่า ซึ่งน้อยกว่า 5 แสดงว่า ตัวแปรอิสระทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะพบว่า สมการการถดถอยที่ได้ยังไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ เนื่องจากค่าความผิดพลาดมีความสัมพันธ์ระหว่างกันในเชิงบวก กล่าวคือ การพยากรณ์โดยใช้สมการที่ได้จะก่อให้เกิดความผิดพลาดที่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเป็นเช่นไร แม้ว่าจะทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบง่ายหรือแบบที่ไม่เป็นลิเนียร์ เช่น สมการกำลังสอง จะพบว่าปัญหาดังกล่าวยังไม่หมดไป ทั้งนี้ ผู้วิเคราะห์ควรกลับไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมว่า มีปัจจัยใดอีกหรือไม่ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้ และ/หรืออาจเพิ่มจำนวนข้อมูลเพื่อเพิ่มความเชื่อถือได้ของข้อมูล

25.

Regression**Variables Entered/Removed^a**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOAD	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	USERS	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: TIME

Model Summary^f

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.949 ^a	.901	.895	.4858	
2	.979 ^b	.958	.953	.3247	2.405

a. Predictors: (Constant), LOAD

b. Predictors: (Constant), LOAD, USERS

c. Dependent Variable: TIME

ANOVA^c

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	38.598	1	38.598	163.559	.000 ^a
	Residual	4.248	18	.236		
	Total	42.845	19			
2	Regression	41.053	2	20.527	194.720	.000 ^b
	Residual	1.792	17	.105		
	Total	42.845	19			

a. Predictors: (Constant), LOAD

b. Predictors: (Constant), LOAD, USERS

c. Dependent Variable: TIME

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1.534440	.304		-5.045	.000		
	LOAD	.098294	.008	.949	12.789	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	-1.517058	.203		-7.462	.000		
	LOAD	.063352	.009	.612	7.137	.000	.335	2.986
	USERS	.086672	.018	.414	4.826	.000	.335	2.986

a. Dependent Variable: TIME

Excluded Variables^b

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	USERS	.414 ^a	4.826	.000	.760	.335	2.986	.335

a. Predictors in the Model: (Constant), LOAD

b. Dependent Variable: TIME

Collinearity Diagnostics^a

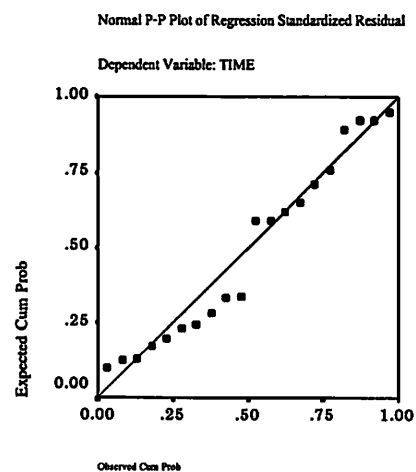
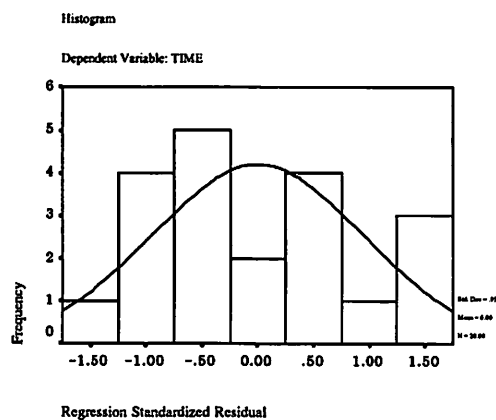
Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	LOAD	USERS
1	1	1.934	1.000	.03	.03	
	2	6.596E-02	5.415	.97	.97	
2	1	2.871	1.000	.01	.01	.01
	2	.102	5.295	.79	.02	.19
	3	2.678E-02	10.354	.20	.97	.80

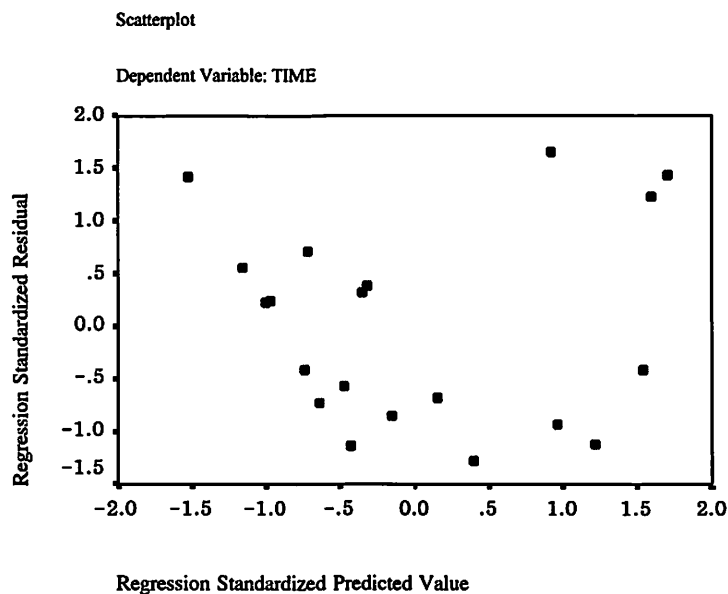
a. Dependent Variable: TIME

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-.1507	4.5966	2.0985	1.4699	20
Residual	-.4148	.5361	-6.66E-17	.3071	20
Std. Predicted Value	-1.530	1.699	.000	1.000	20
Std. Residual	-1.278	1.651	.000	.946	20

a. Dependent Variable: TIME

Charts



- ก. จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ตามวิธี Stepwise Multiple Regression ข้างต้น พบว่า สมการการถดถอยที่ดีที่สุดโดยวิธีนี้ คือ

$$\text{TIME} = -1.517058 + 0.063352 \text{ LOAD} + 0.086672 \text{ USERS}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร LOAD เท่ากับ 0.063352 หมายความว่า ถ้าจำนวนผู้ใช้ในขณะที่สั่งให้เครื่องประมวลผลมีจำนวนเท่ากัน อัตราส่วนของเวลาที่เครื่องใช้ในการประมวลงานที่มีลำดับความสำคัญสูงเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้เวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลของงานหนึ่งๆ เพิ่มขึ้น 0.063352 วินาที

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร USERS เท่ากับ 0.086672 หมายความว่า ถ้าอัตราส่วนของเวลาที่เครื่องใช้ในการประมวลงานที่มีลำดับความสำคัญสูงคงที่ ณ ระดับหนึ่ง จำนวนผู้ใช้ในขณะที่สั่งให้เครื่องประมวลผลเพิ่มขึ้น 1 คน จะมีผลทำให้เวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลของงานหนึ่งๆ เพิ่มขึ้น 0.086672 วินาที

ค่าคงที่ในสมการเท่ากับ -1.517058 หมายความว่าถึง จุดตัดบนแกน Y

- ข. การตรวจสอบว่าสัมประสิทธิ์ของสมการการถดถอยแต่ละตัวมีความเชื่อถือได้หรือไม่ ทำโดยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่า B ของสมการการถดถอย

$$H_0: B = 0$$

$$H_1: B \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. ใน Model 2 ตัวแปร LOAD พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า อัตราส่วนของเวลาที่เครื่องใช้ในการประมวลงานที่มีลำดับความสำคัญสูงมีความสัมพันธ์กับเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลของงานหนึ่ง ๆ

จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Coefficients แถวตั้ง Sig. ใน Model 2 ตัวแปร USERS พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า ค่า α ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ค่า $B \neq 0$ หมายความว่า จำนวนผู้ใช้ในขณะที่สั่งให้เครื่องประมวลผลมีความสัมพันธ์กับเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลของงานหนึ่ง ๆ

- ค. ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) สามารถอ่านค่าได้จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ในตาราง Model Summary แถวตั้ง R Square หรือ Adjusted R Square ของ Model 2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.958 และ 0.953 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า อัตราส่วนของเวลาที่เครื่องใช้ในการประมวลงานที่มีลำดับความสำคัญสูงและจำนวนผู้ใช้ในขณะที่สั่งให้เครื่องประมวลผลสามารถร่วมกันอธิบายความผิดพลาดในการกะประมาณเวลาที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลของงานหนึ่ง ๆ ได้สูงถึง 95.8% และ 95.3% ตามลำดับ
- ง. ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความผิดพลาด (Residual) พบว่า
 - รูปแบบการแจกแจงของค่าความผิดพลาดที่แสดงในฮิสโตแกรมมีลักษณะไม่คล้ายการแจกแจงแบบปกติเท่าไรนัก เช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Probability Plot พบว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเส้นทแยงมุมอยู่บ้าง ในกรณีเช่นนี้มีข้อเสนอแนะให้รวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของตัวแบบ
 - การทดสอบความเป็นอิสระระหว่างค่าความผิดพลาดตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Test) จากตาราง Model Summary แถวตั้ง Durbin-Watson ใน Model 2 พบว่ามีค่า $d = 2.405$ เมื่อเปิดตารางเดอร์บิน-วัตสัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวนตัวอย่าง $(n) = 20$ และจำนวนตัวแปรอิสระ $(k) = 2$ ปรากฏว่า $D_L = 1.10$, $D_U = 1.54$, $4 - D_U = 2.46$, $4 - D_L = 2.90$ พบว่า ค่า d มีค่าอยู่ระหว่าง D_U และ $4 - D_U$ ดังนั้น สรุปว่าค่าความผิดพลาดไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงว่า สมมติฐานในข้อนี้ผ่านการทดสอบ
 - การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดกับตัวแปรอิสระพิจารณาจากแผนภาพกระจายระหว่างค่าความผิดพลาด (Regression Standardized Residual) กับตัวแปรตามที่ได้คำนวณได้จากสมการการถดถอยเชิงซ้อน (Regression Standardized Predicted Value) พบว่า แผนภาพกระจายแสดงแบบแผนความสัมพันธ์อยู่บ้างแต่ไม่สามารถกำหนดได้อย่างแน่ชัด

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่น้อย (เพียง 20 ค่า) ทำให้ความเชื่อถือได้ของสมการการถดถอยในประเด็นนี้ลดน้อยลง จึงแนะนำให้ผู้วิเคราะห์รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม (ถ้าทำได้)

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หรือ Multicollinearity นั้น สามารถพิจารณาจากค่า VIF ในตาราง Coefficients พบว่า ค่า VIF ของตัวแปร INCENTIVE และ GIFT ใน Model 2 นั้นมีค่าเท่ากับ 2.986 ทั้งสองค่า ซึ่งน้อยกว่า 5 แสดงว่า ตัวแปรอิสระทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

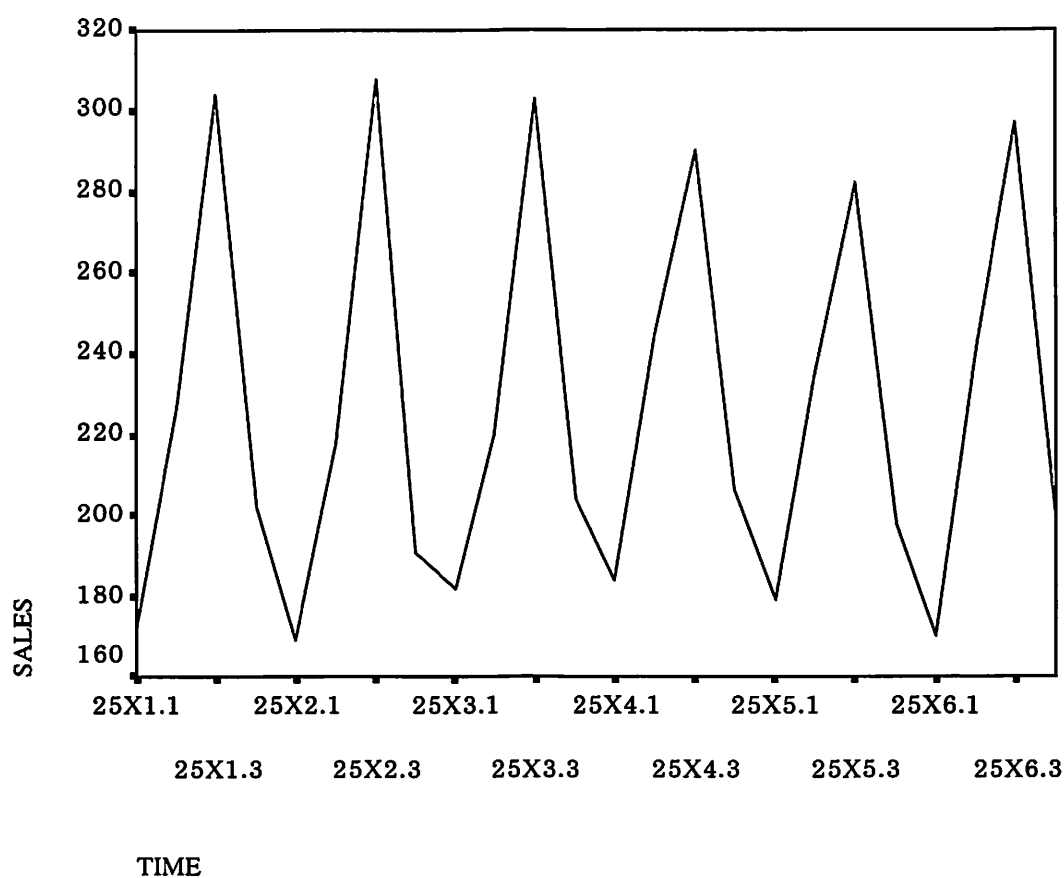
บทที่ 9

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

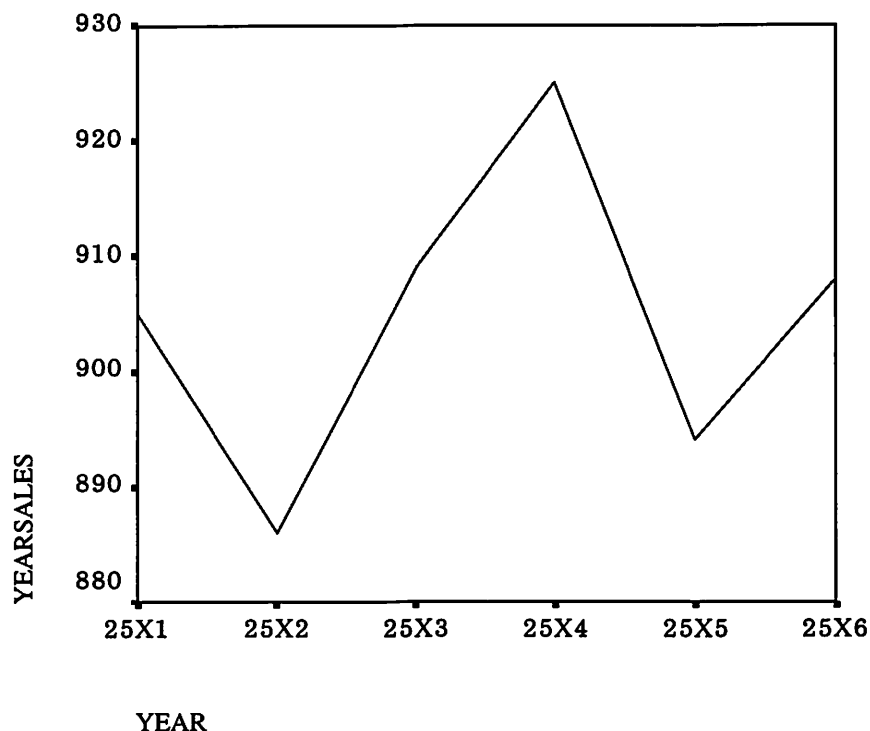
1. จากยอดขาย (หน่วย: ล้านบาท) ของบริษัท ไฟฟ้าแสงแดง จำกัด เป็นรายไตรมาส

ไตรมาส	ปี					
	25X1	25X2	25X3	25X4	25X5	25X6
1	172	169	182	184	179	170
2	227	218	220	245	235	242
3	304	308	303	290	282	297
4	202	191	204	206	198	199
รวม	905	886	909	925	894	908

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อนำยอดขายรายไตรมาสไปเขียนกราฟดังรูปข้างล่าง พบว่า กราฟได้แสดงการเคลื่อนไหวขึ้นลงของข้อมูลในระยะเวลาที่ต่ำกว่าหนึ่งปี แสดงว่า ฤดูกาลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของข้อมูล



และเมื่อคำนวณยอดขายรายปีจากข้อมูลข้างต้น พบว่า กราฟแสดงให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลและการเคลื่อนไหวขึ้นลงของข้อมูลในระยะเวลาที่เกินหนึ่งปี แต่ไม่สามารถชี้ชัดว่ามีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเกิดขึ้นในข้อมูลชุดนี้ ดังนั้น แนวโน้มและวัฏจักรจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกสองประการของข้อมูลชุดนี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากจำนวนข้อมูลรายปีมีจำนวนน้อยอาจทำให้ไม่สามารถคำนวณค่าวัฏจักรได้



ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาจากข้อมูลข้างต้นจะใช้วิธีการแยกส่วนประกอบโดยใช้ตัวแบบการคูณ ซึ่งทำได้โดยใช้ยอดขายรายปีที่คำนวณได้มาสร้างสมการแนวโน้ม และดัชนีวัฏจักร ขณะเดียวกันจะใช้ยอดขายรายไตรมาสในการคำนวณค่าดัชนีฤดูกาล

การคำนวณสมการแนวโน้ม: วิธี Least Square

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
25X1	905	-2	-1,810	4
25X2	886	-1	-886	1
25X3	909	0	0	0
25X4	925	1	925	1
25X5	894	2	1,788	4
25X6	908	3	2,724	9
รวม	5,427	3	2,741	19

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3}{6} = 0.5$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{5,427}{6} = 904.5$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{2,741 - 6(0.5)(904.5)}{19 - 6(0.5)^2} = \frac{27.5}{17.5} = 1.5714$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 904.5 - (1.5714)(0.5) = 903.7143$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายของบริษัท ฟ้าเหลืองแดง จำกัด เป็น

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 903.7143 + 1.5714 X \\ \hat{Y} &= \text{ยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท)} \\ X &: \text{มีหน่วย 1 ปี} \\ \text{จุดเริ่มต้น} &: \text{ปี 25X3 (1 ก.ค. 25X3)}\end{aligned}$$

จากสมการแนวโน้มที่ได้พบว่า ยอดขายของบริษัทนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มต่อปีเท่ากับ 1.5714 ล้านบาท (ค่าสัมประสิทธิ์ของ X ในสมการ)

ส่วนการคำนวณค่าวัฏจักรของข้อมูลชุดนี้ สามารถทำได้โดยประมาณค่าแนวโน้มจากสมการที่ได้และนำไปหารยอดขายที่เกิดขึ้นจริง ดังตาราง

ปี	ยอดขาย (Y)	X	$\hat{Y}$	$C=Y/\hat{Y}$
25X1	905	-2	900.5715	1.0049
25X2	886	-1	902.1429	0.9821
25X3	909	0	903.7143	1.0058
25X4	925	1	905.2857	1.0218
25X5	894	2	906.8571	0.9858
25X6	908	3	908.4285	0.9995

สิ่งที่สังเกตได้จากตารางข้างต้น พบว่า วัฏจักรสำหรับข้อมูลชุดนี้น่าจะมีรอบระยะเวลา 4 ปี แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลรายปีมีเพียง 6 ปีเท่านั้น ทำให้ไม่เห็นภาพของวัฏจักรที่ชัดเจน ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับข้อมูลชุดนี้ คือ ควรทำการรวบรวมข้อมูลเพิ่ม เพื่อความถูกต้องมากขึ้น

สำหรับการคำนวณดัชนีฤดูกาลนั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธี Ratio to Moving Average ดังตารางในหน้าถัดไป

ปี	ไตรมาส	ยอดขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X1	1	172			
	2	227			
	3	304	226.25	225.88	1.3459
	4	202	225.50	224.38	0.9003
25X2	1	169	223.25	223.75	0.7553
	2	218	224.25	222.88	0.9781
	3	308	221.50	223.13	1.3804
	4	191	224.75	225.00	0.8489
25X3	1	182	225.25	224.63	0.8102
	2	220	224.00	225.63	0.9751
	3	303	227.25	227.50	1.3319
	4	204	227.75	230.88	0.8836
25X4	1	184	234.00	232.38	0.7918
	2	245	230.75	231.00	1.0606
	3	290	231.25	230.63	1.2575
	4	206	230.00	228.75	0.9005
25X5	1	179	227.50	226.50	0.7903
	2	235	225.50	224.50	1.0468
	3	282	223.50	222.38	1.2681
	4	198	221.25	222.13	0.8914
25X6	1	170	223.00	224.88	0.7560
	2	242	226.75	226.88	1.0667
	3	297	227.00		
	4	199			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X1	-	-	1.3459	0.9003	
25X2	0.7553	0.9781	1.3804	0.8489	
25X3	0.8102	0.9751	1.3319	0.8836	
25X4	0.7918	1.0606	1.2575	0.9005	
25X5	0.7903	1.0468	1.2681	0.8914	
25X6	0.7560	1.0667	-	-	รวม
เฉลี่ย	0.7808	1.0254	1.3167	0.8849	4.0079
ดัชนีฤดูกาล	0.7792	1.0234	1.3142	0.8832	4.0000

จากการคำนวณดัชนีฤดูกาล สรุปได้ว่า ไตรมาสที่สามเป็นไตรมาสที่มียอดขายสูงสุด ขณะที่ไตรมาสหนึ่งมียอดขายต่ำสุด

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีแยกส่วนประกอบของยอดขายของบริษัท ฟ้าเหลืองแดง จำกัด คาดว่า ในปีถัดไป ยอดขายของบริษัทโดยรวมจะเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลจากค่าแนวโน้มและวัฏจักร อย่างไรก็ตาม เนื่องจากดัชนีวัฏจักรไม่สามารถสรุปได้ ดังนั้น การพยากรณ์อาจใช้สมการแนวโน้มเพียงอย่างเดียวก็ได้ และสามารถใช้ดัชนีฤดูกาลประกอบการคำนวณในรายไตรมาสได้ โดยต้องแปลงสมการแนวโน้มให้เป็นสมการรายไตรมาสเสียก่อน ดังการคำนวณต่อไปนี้

แปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{903.7143}{4} + \frac{1.5714}{4 \times 4} X$$

$$= 225.9286 + 0.0982 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 25X6: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X3 เท่ากับ 13.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 225.9286 + 0.0982(13.5) = 227.2543$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 227.2543 + 0.0982 X$$

$\hat{Y}$ = ยอดขายรายไตรมาส (หน่วย: ล้านบาท)

X : มีหน่วย 1 ไตรมาส

จุดเริ่มต้น : ไตรมาสที่ 4 ปี 25X6 (15 พ.ย. 25X6)

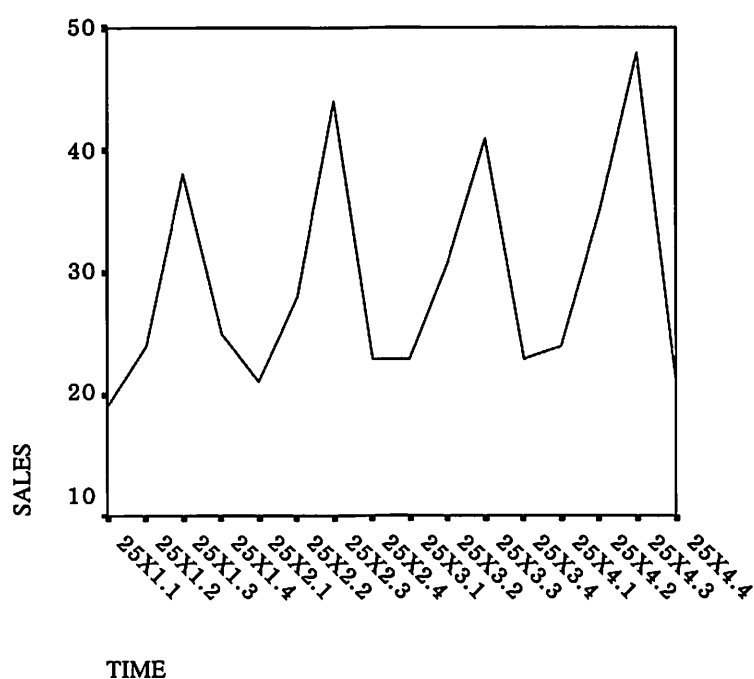
ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของยอดขายรายไตรมาส ในปี 25X7 เท่ากับ

ปี	ไตรมาสที่	X	$\hat{Y}$	S	$\hat{Y} \times S$
25X7	1	1	227.3525	0.7792	177.1531
	2	2	227.4507	1.0234	232.7730
	3	3	227.5489	1.3142	299.0448
	4	4	227.6471	0.8832	201.0579

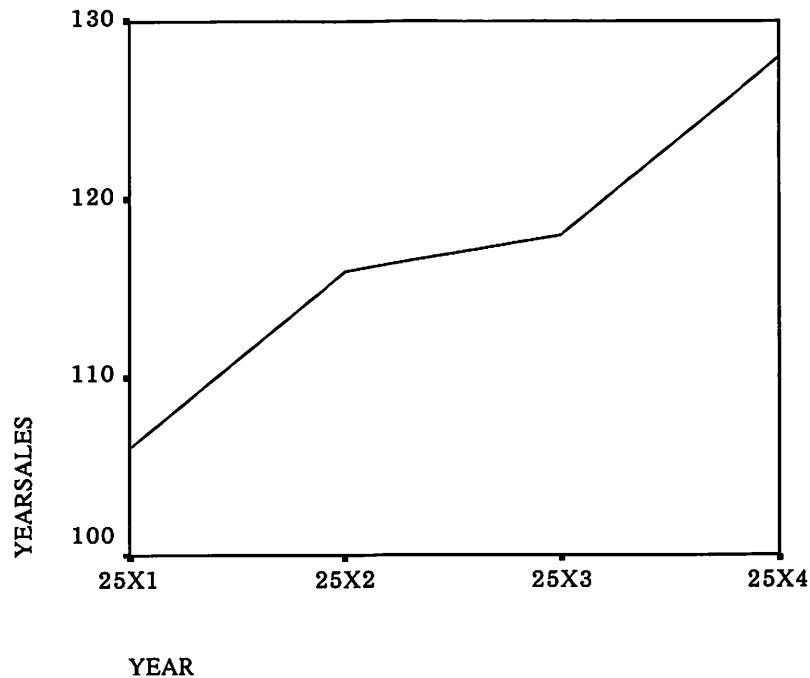
2. จากยอดขายของบริษัท ฟ้าขาว จำกัด มีหน่วยเป็นล้านบาท เป็นรายไตรมาส

ปี	ไตรมาส				รวม
	1	2	3	4	
25X1	19	24	38	25	106
25X2	21	28	44	23	116
25X3	23	31	41	23	118
25X4	24	35	48	21	128

จากข้อมูลของยอดขายข้างต้น ถ้าไม่มีอิทธิพลจากการผันแปรตามวัฏจักรและการผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ องค์ประกอบของอนุกรมเวลาที่เหลืออยู่ที่สามารถวิเคราะห์ได้ คือ ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาล ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยนำยอดขายรายไตรมาสไปเขียนกราฟดังรูปข้างล่าง พบว่า กราฟได้แสดงการเคลื่อนไหวขึ้นลงของข้อมูลในระยะเวลาที่ต่ำกว่าหนึ่งปี



และเมื่อคำนวณยอดขายรายปีจากข้อมูลข้างต้น พบว่า กราฟแสดงให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาจากข้อมูลข้างต้นจะใช้วิธีการแยกส่วนประกอบโดยใช้ตัวแบบการคูณ ซึ่งทำได้โดยใช้ยอดขายรายปีที่คำนวณได้มาสร้างสมการแนวโน้ม และใช้ยอดขายรายไตรมาสในการคำนวณค่าดัชนีฤดูกาล

การคำนวณสมการแนวโน้ม: วิธี Least Square

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
25X1	106	-1	-106	1
25X2	116	0	0	0
25X3	118	1	118	1
25X4	128	2	256	4
รวม	468	2	268	6

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{2}{4} = 0.5 \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{468}{4} = 117$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{268 - 4(0.5)(117)}{6 - 4(0.5)^2} = \frac{34}{5} = 6.8$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 117 - (6.8)(0.5) = 113.6$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายของบริษัท ฟ้าขาว จำกัด เป็น

$$\hat{Y} = 113.6 + 6.8 X$$

$\hat{Y}$ = ยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท)

X : มีหน่วย 1 ปี

จุดเริ่มต้น : ปี 25X2 (1 ก.ค. 25X2)

จากสมการแนวโน้มที่ได้พบว่า ยอดขายของบริษัทนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มต่อปีเท่ากับ 6.8 ล้านบาท (ค่าสัมประสิทธิ์ของ X ในสมการ)

สำหรับการคำนวณดัชนีฤดูกาลนั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธี Ratio to Moving Average ดังตาราง

ปี	ไตรมาส	ยอดขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X1	1	19			
	2	24			
	3	38	26.50	26.750	1.4206
	4	25	27.00	27.500	0.9091
25X2	1	21	28.00	28.750	0.7304
	2	28	29.50	29.250	0.9573
	3	44	29.00	29.250	1.5043
	4	23	29.50	29.875	0.7699
25X3	1	23	30.25	29.875	0.7699
	2	31	29.50	29.500	1.0508
	3	41	29.50	29.625	1.3840
	4	23	29.75	30.250	0.7603
25X4	1	24	30.75	31.625	0.7589
	2	35	32.50	32.250	1.0853
	3	48	32.00		
	4	21			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X1	-	-	1.4206	0.9091	
25X2	0.7304	0.9573	1.5043	0.7699	
25X3	0.7699	1.0508	1.3840	0.7603	
25X4	0.7589	1.0853	-	-	รวม
เฉลี่ย	0.7531	1.0311	1.4363	0.8131	4.0336
ดัชนีฤดูกาล	0.7468	1.0225	1.4243	0.8063	4.0000

จากการคำนวณดัชนีฤดูกาล สรุปได้ว่า ไตรมาสที่สามเป็นไตรมาสที่มียอดขายสูงสุด ขณะที่ไตรมาสหนึ่งมียอดขายต่ำสุด

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีแยกส่วนประกอบของยอดขายของบริษัท ฟ้าขาว จำกัด สามารถพยากรณ์ยอดขายในปีต่อไปได้ โดยใช้สมการแนวโน้มดัชนีฤดูกาลประกอบการคำนวณในรายไตรมาสได้ โดยต้องแปลงสมการแนวโน้มให้เป็นสมการรายไตรมาสเสียก่อน ดังการคำนวณต่อไปนี้

แปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{113.6}{4} + \frac{6.8}{4 \times 4} X = 28.4 + 0.425 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 25X4: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X2 เท่ากับ 9.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 28.4 + 0.425(9.5) = 32.4375$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 32.4375 + 0.425 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายไตรมาส (หน่วย: ล้านบาท)}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 4 ปี 25X4 (15 พ.ย. 25X4)}$$

ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของยอดขายในไตรมาสที่ 1 และที่ 3 ของปี 25X6 เท่ากับ

ปี	ไตรมาสที่	X	$\hat{Y}$	S	$\hat{Y} \times S$
25X6	1	5	34.5625	0.7468	25.8113
	3	7	35.4125	1.4243	50.4380

3.

ปี	จำนวนลูกค้าประจำ (Y)	X	XY	X ²
25X1	28	-2	-56	4
25X2	34	-1	-34	1
25X3	36	0	0	0
25X4	42	1	42	1
25X5	49	2	98	4
รวม	189	0	50	10

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{5} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{189}{5} = 37.8$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{50}{10} = 5$$

$$a = \bar{Y} = 37.8$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของจำนวนลูกค้าประจำของบริษัท เพชรกมล จำกัด เป็น

$$\hat{Y} = 37.8 + 5X$$

$\hat{Y}$ = จำนวนลูกค้าประจำต่อปี (ราย)

X : มีหน่วย 1 ปี

จุดเริ่มต้น : ปี 25X3 (1 ก.ค. 25X3)

ค่าสัมประสิทธิ์ของ X ในสมการ เท่ากับ 5 ราย หมายความว่า จำนวนลูกค้าประจำของบริษัทนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มต่อปีเท่ากับ 5 ราย

ส่วนค่าคงที่ของสมการเท่ากับ 37.8 ราย หมายความว่า ในปีเริ่มต้น (1 ก.ค. 25X3) คาดว่าจะมีจำนวนลูกค้าประจำของบริษัทเท่ากับ 37.8 ราย

ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของจำนวนลูกค้าประจำที่คาดว่าจะมีของปี 25X7 (X=4) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 37.8 + 5(4) = 57.8 \text{ ราย}$$

4.

ก. สมการแนวโน้มรายปี

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
25X1	2	-2	-4	4
25X2	6	-1	-6	1
25X3	10	0	0	0
25X4	13	1	13	1
25X5	16	2	32	4
รวม	47	0	35	10

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{5} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{35}{5} = 9.4$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{35}{10} = 3.5 \qquad a = \bar{Y} = 9.4$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท) เป็น

$$\hat{Y} = 9.4 + 3.5 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท)}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ปี}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ปี 25X3 (1 ก.ค. 25X3)}$$

และค่าพยากรณ์ของจำนวนลูกค้าประจำที่คาดว่าจะมีของปี 25X7 ($X=4$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 9.4 + 3.5(4) = 23.4 \text{ ล้านบาท}$$

ข. การแปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นสมการแนวโน้มรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{9.4}{4} + \frac{3.5}{4 \times 4} X = 2.35 + 0.2186 X$$

ค. เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 25X5: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X3 เท่ากับ 9.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 2.35 + 0.2186(9.5) = 4.4267$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 4.4267 + 0.2186 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายไตรมาส (หน่วย: ล้านบาท)}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 4 ปี 25X5 (15 พ.ย. 25X5)}$$

ง. ถ้าสมการแนวโน้มในข้อ ก. มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) เป็น 0.92 หมายความว่า การใช้สมการแนวโน้มตามเวลาในการประมาณยอดขายรายปีสามารถลดความผิดพลาดในการประมาณได้ 92% หรืออีกนัยหนึ่งความถูกต้องในการพยากรณ์โดยใช้สมการแนวโน้มรายปีเท่ากับ 92%

5.

ก. สมการแนวโน้มรายปี

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
25X1	4	-3	-12	9
25X2	7	-2	-14	4
25X3	12	-1	-12	1
25X4	14	0	0	0
25X5	20	1	20	1
25X6	24	2	48	4
25X7	30	3	90	9
รวม	111	0	120	28

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{7} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{111}{7} = 15.857$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{120}{28} = 4.2857 \qquad a = \bar{Y} = 15.857$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท) เป็น

$$\hat{Y} = 15.857 + 4.2857 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายปี (หน่วย: ล้านบาท)}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ปี}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ปี 25X4 (1 ก.ค. 25X4)}$$

ข. ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของยอดขายในปี 25X9 เป็นต้นไปเป็นเวลาอีก 4 ปี เท่ากับ

ปี	X	$\hat{Y}$
25X9	5	$= 15.857 + 4.2857 (5) = 37.2855$
	6	$= 15.857 + 4.2857 (6) = 41.5712$
	7	$= 15.857 + 4.2857 (7) = 45.8569$
	8	$= 15.857 + 4.2857 (8) = 50.1426$

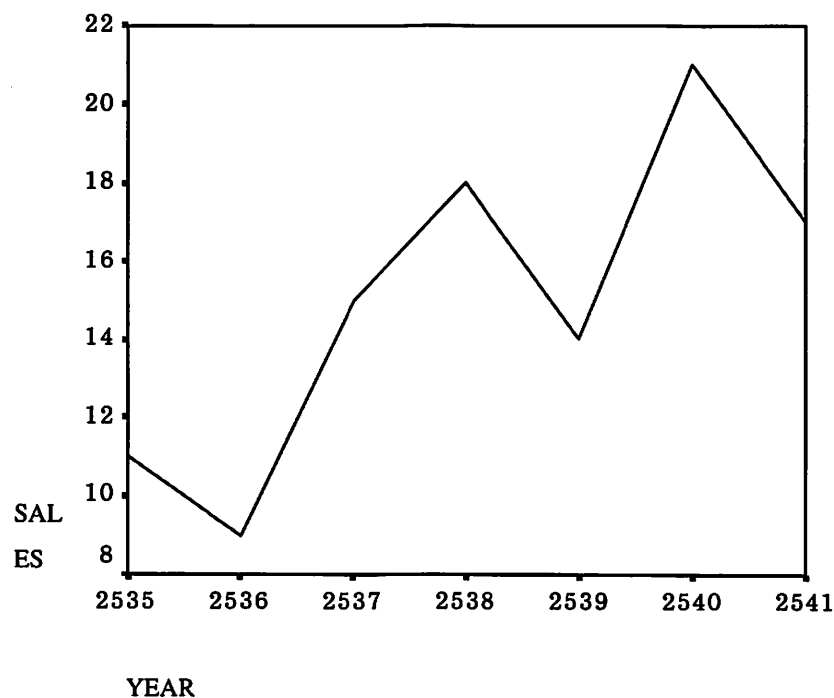
ค. จงหาค่าแนวโน้ม (T) ในปี พ.ศ. 25X1-25X7 คำนวณโดยแทนค่า X ลงในสมการแนวโน้ม

ปี พ.ศ.	X	ยอดขาย (Y)	ค่าแนวโน้ม (T หรือ $\hat{Y}$)	$C = Y/T$
25X1	-3	4	2.9999	1.3334
25X2	-2	7	7.2856	0.9608
25X3	-1	12	11.5713	1.0370
25X4	0	14	15.8570	0.8829
25X5	1	20	20.1427	0.9929
25X6	2	24	24.4284	0.9825
25X7	3	30	28.7141	1.0448

ง. ดัชนีการผันแปรตามวัฏจักรโดยใช้ตัวแบบอนุกรมเวลาแบบคูณ คำนวณได้โดยนำยอดขายรายปี (Y) หารด้วยค่าแนวโน้มที่คำนวณได้ในข้อ ค. (T) ดังตารางข้างต้น

6.

ก. แผนภาพกระจายของข้อมูลยอดขายรายปีของสินค้าชนิดหนึ่งที่อนุญาตขายได้ในช่วงปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2541 แสดงได้ดังรูป



จากแผนภาพกระจายข้างต้นพบว่า โดยภาพรวมแล้วยอดขายของสินค้าชนิดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าข้อมูลชุดนี้มีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวขึ้นลงในระหว่างปี แสดงว่าวัฏจักรเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง จึงควรใช้ค่าแนวโน้มและวัฏจักรในการวิเคราะห์

- ข. สมการแนวโน้มของยอดขายสินค้าชนิดหนึ่งของคุณญาติที่เหมาะสมโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) คำนวณได้ดังตาราง

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
2535	11	-3	-33	9
2536	9	-2	-18	4
2537	15	-1	-15	1
2538	18	0	0	0
2539	14	1	14	1
2540	21	2	42	4
2541	17	3	51	9
รวม	105	0	41	28

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{7} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{105}{7} = 15$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{41}{28} = 1.4643 \qquad a = \bar{Y} = 15$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นจากปี พ.ศ. 2538 เป็นปี พ.ศ. 2541: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2538 เท่ากับ 3 ปี

$$\hat{Y} = 15 + 1.4643(3) = 19.3929$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายรายปีเป็น

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= 19.3929 + 1.4643 X \\ \hat{Y} &= \text{ยอดขายรายปี} \\ X &: \text{มีหน่วย 1 ปี} \\ \text{จุดเริ่มต้น} &: \text{ปี 2541 (1 ก.ค. 2541)} \end{aligned}$$

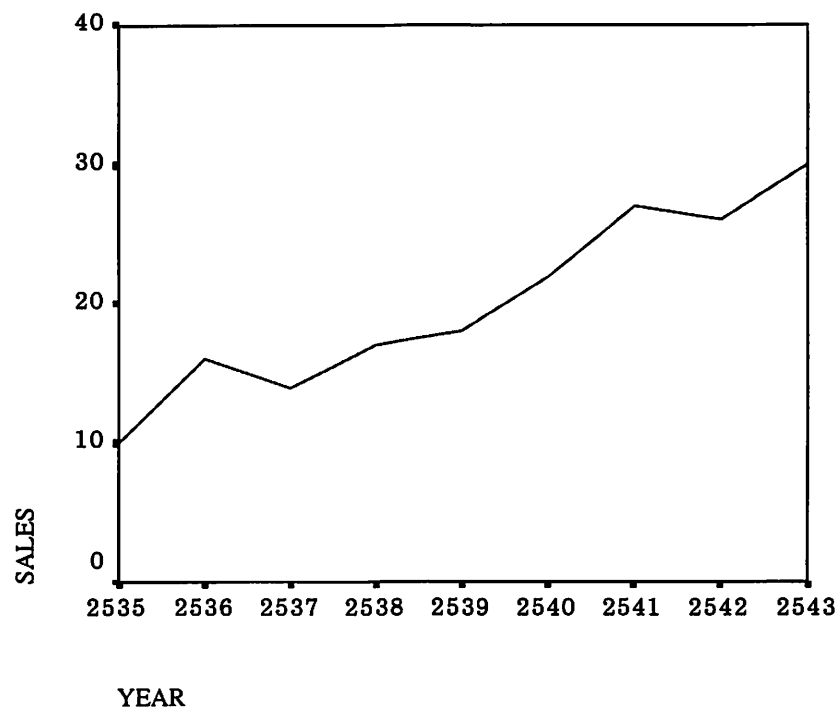
- ค. ค่าพยากรณ์ของยอดขายของสินค้าดังกล่าวในปี พ.ศ. 2542 (X=1) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 19.3929 + 1.4643(1) = 20.8572$$

ผลกระทบทางด้านวัฏจักร (ดัชนีวัฏจักรของปี พ.ศ. 2542 เท่ากับ 112%) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมีค่า = $20.8572 \times 1.12 = 23.3601$

7.

- ก. แผนภาพกระจายของยอดขายของสินค้าชนิดหนึ่งที่คุณอารียาดูแลอยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2543 แสดงได้ดังรูป



จากแผนภาพกระจายข้างต้นพบว่า โดยภาพรวมแล้วยอดขายของคุณอารียามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าข้อมูลชุดนี้มีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวขึ้นลงในระหว่างปี แสดงว่าวัฏจักรเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง จึงควรใช้ค่าแนวโน้มและวัฏจักรในการวิเคราะห์

- ข. สมการแนวโน้มที่เหมาะสมโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยให้ปีเริ่มต้นเป็นปี พ.ศ. 2543 สามารถคำนวณได้ดังตาราง

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
2535	10	-4	-40	16
2536	16	-3	-48	9
2537	14	-2	-28	4
2538	17	-1	-17	1
2539	18	0	0	0
2540	22	1	22	1
2541	27	2	54	4
2542	26	3	78	9
2543	30	4	120	16
รวม	180	0	141	60

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{9} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{180}{9} = 20$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{141}{60} = 2.35 \qquad a = \bar{Y} = 20$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นจากปี พ.ศ. 2539 เป็นปี พ.ศ. 2543: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2539 เท่ากับ 4 ปี

$$\hat{Y} = 20 + 2.35(4) = 29.4$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดขายรายปีเป็น

$$\hat{Y} = 29.4 + 2.35 X$$

$\hat{Y}$ = ยอดขายรายปี
 X : มีหน่วย 1 ปี
 จุดเริ่มต้น : ปี 2543 (1 ก.ค. 2543)

ค. ค่าพยากรณ์ของยอดขายของสินค้าดังกล่าวในปี พ.ศ. 2544 ($X=1$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 29.4 + 2.35(1) = 31.75$$

ผลกระทบทางด้านวัฏจักร (ดัชนีวัฏจักรของปี พ.ศ. 2544 เท่ากับ 91%) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมี
 ค่า = $31.75 \times 0.91 = 28.8925$

8.

ก. สมการแนวโน้มที่เหมาะสมของข้อมูลการผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง (หน่วย: หมื่นชิ้น) ในช่วงปี พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2544 โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) คำนวณได้ดังตาราง

ปี	ยอดผลิต (Y)	X	XY	X ²
2536	15	-4	-60	16
2537	13	-3	-39	9
2538	17	-2	-34	4
2539	20	-1	-20	1
2540	26	0	0	0
2541	23	1	23	1
2542	27	2	54	4
2543	35	3	105	9
2544	40	4	160	16
รวม	216	0	189	60

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{9} = 0 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{216}{9} = 24$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{189}{60} = 3.15 \qquad a = \bar{Y} = 24$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นจากปี พ.ศ. 2540 เป็นปี พ.ศ. 2543: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2540 เท่ากับ 3 ปี

$$\hat{Y} = 24 + 3.15(3) = 33.45$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของผลผลิตรายปีเป็น

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= 33.45 + 3.15 X \\ \hat{Y} &= \text{ผลผลิตรายปี} \\ X &: \text{มีหน่วย 1 ปี} \\ \text{จุดเริ่มต้น} &: \text{ปี 2543 (1 ก.ค. 2543)} \end{aligned}$$

ข. ค่าพยากรณ์ของยอดผลิตของสินค้าดังกล่าวในปี พ.ศ. 2545 ($X=2$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 33.45 + 3.15(2) = 39.75 \text{ หมื่นชิ้น}$$

ผลกระทบทางด้านวัฏจักร (ดัชนีวัฏจักรของปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 88%) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมี

$$\text{ค่า} = 39.75 \times 0.88 = 34.98 \text{ หมื่นชิ้น}$$

9.

ก. สมการแนวโน้มโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด คำนวณได้โดย

ปี	มูลค่าส่งออก (Y)	X	XY	X ²
1991	35.9	-3	-107.7	9
1992	36.6	-2	-73.2	4
1993	41.0	-1	-41.0	1
1994	44.7	0	0.0	0
1995	49.9	1	49.9	1
1996	51.5	2	103.0	4
รวม	259.6	-3	-69.0	19

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{-3}{6} = -0.5 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{259.6}{6} = 43.267$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{189 - 6(-0.5)(43.267)}{60 - 6(-0.5)^2} = \frac{60.8}{17.5} = 3.4743$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 43.267 - (3.4743)(-0.5) = 45.0042$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของมูลค่าส่งออกรายปีเป็น

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 45.0042 + 3.4743 X \\ \hat{Y} &= \text{มูลค่าส่งออกรายปี (หน่วย: ล้านบาท)} \\ X &: \text{มีหน่วย 1 ปี} \\ \text{จุดเริ่มต้น} &: \text{ปี 1994 (1 ก.ค. 1994)}\end{aligned}$$

ข. ค่าพยากรณ์ของมูลค่าส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทยในปี 1997($X=3$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 45.0042 + 3.4743(3) = 55.4271 \text{ ล้านบาท}$$

ค. ปรับสมการแนวโน้มให้เป็นรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{45.0042}{4} + \frac{3.4743}{4 \times 4} X = 11.2511 + 0.2171 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 1997: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 1994 เท่ากับ 13.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 11.2511 + 0.2171(13.5) = 14.1820$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 14.1820 + 0.2171 X \\ \hat{Y} &= \text{มูลค่าส่งออกรายไตรมาส (หน่วย: ล้านบาท)} \\ X &: \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส} \\ \text{จุดเริ่มต้น} &: \text{ไตรมาสที่ 4 ปี 1997 (15 พ.ย. 1997)}\end{aligned}$$

ค่าพยากรณ์มูลค่าส่งออกของไตรมาสที่ 1 ปี 1998 ($X=1$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 14.1820 + 0.2171(1) = 14.3991 \text{ ล้านบาท}$$

ผลกระทบทางด้านฤดูกาล (ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 เท่ากับ 110%) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมี

$$\text{ค่า} = 14.3991 \times 1.10 = 15.8390 \text{ ล้านบาท}$$

10. สมการแนวโน้มโดยวิธี Least Square คำนวณได้โดย

ปี	จำนวนลูกค้า (Y)	X	XY	X ²
25X1	4.9	-3	-14.7	9
25X2	5.6	-2	-11.2	4
25X3	7.7	-1	-7.7	1
25X4	8.0	0	0.0	0
25X5	8.5	1	8.5	1
25X6	9.6	2	19.2	4
25X7	9.7	3	29.1	9
รวม	54.0	0	23.2	28

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{7} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{54.0}{7} = 7.7143$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{23.2}{28} = 0.8286 \quad a = \bar{Y} = 7.7143$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของจำนวนลูกค้ารายปีเป็น

$$\hat{Y} = 7.7143 + 0.8286 X$$

$$\hat{Y} = \text{จำนวนลูกค้ารายปี}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ปี}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ปี 25X4 (1 ก.ค. 25X4)}$$

จำนวนลูกค้าที่คาดว่าจะเข้ามารับประทานอาหารในภัตตาคารสำหรับปี 25X9 (X=5) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 7.7143 + 0.8286(5) = 11.8573 \text{ พันคน}$$

11.

ก. การแปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นสมการแนวโน้มรายไตรมาส

$$Y = \frac{24}{4} + \frac{16}{4 \times 4} X = 6 + 1 X$$

ข. เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 1 ปี 25X8: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X4 เท่ากับ 14.5 ไตรมาส

$$Y = 6 + 1(14.5) = 20.5$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$Y = 20.5 + 1 X$$

Y = จำนวนพนักงานที่สนใจศึกษาต่อรายไตรมาส
 X : มีหน่วย 1 ไตรมาส
 จุดเริ่มต้น : ไตรมาสที่ 1 ปี 25X8 (15 ก.พ. 25X8)

ค. สมการแนวโน้มที่ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรมนุษย์รายงานมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination) เป็น 0.86 หมายความว่า การใช้สมการแนวโน้มตามเวลาในการประมาณจำนวนพนักงานที่สนใจศึกษาต่อสามารถลดความผิดพลาดในการประมาณได้ 86% หรืออีกนัยหนึ่งความถูกต้องในการพยากรณ์โดยใช้สมการแนวโน้มรายปีเท่ากับ 86%

ง. ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 = 0.95 หมายความว่า จำนวนพนักงานที่สนใจศึกษาต่อในไตรมาสที่ 1 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลต่ำกว่าปกติ 5%
 ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 2 = 1.02 หมายความว่า จำนวนพนักงานที่สนใจศึกษาต่อในไตรมาสที่ 2 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลสูงกว่าปกติ 2%

จ. ค่าพยากรณ์ของจำนวนพนักงานที่คาดว่าจะสนใจศึกษาต่อในไตรมาสที่ 4 ของปี 25X8 (X=3) เท่ากับ

$$Y = 20.5 + 1 X = 20.5 + 1 (3) = 23.5$$

ผลกระทบทางด้านฤดูกาล (ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 4 เท่ากับ 0.73) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมีค่า
 $= 23.5 \times 0.73 = 17.155$ คน

12.

ก. การแปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นสมการแนวโน้มรายไตรมาส

$$Y = \frac{1,600}{4} + \frac{320}{4 \times 4} X = 400 + 20 X$$

ข. เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 1 ปี 25X7: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X6 เท่ากับ 2.5 ไตรมาส

$$Y = 400 + 20 X = 400 + 20 (2.5) = 450$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$Y = 450 + 20 X$$

Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรายไตรมาส
 X : มีหน่วย 1 ไตรมาส
 จุดเริ่มต้น : ไตรมาสที่ 1 ปี 25X7 (15 ก.พ. 25X7)

ค. ค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวที่มาใช้บริการของไตรมาสที่ 4 ของปี 25X7 ($X=3$) เท่ากับ

$$Y = 450 + 20 X = 450 + 20 (3) = 510$$

ผลกระทบทางด้านฤดูกาล (ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 4 เท่ากับ 1.15) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมีค่า
 $= 510 \times 1.15 = 586.5$ คน

13.

ก. สมการแนวโน้มรายปี

ปี	ยอดขาย (Y)	X	XY	X ²
25X1	150	-2	-300	4
25X2	164	-1	-164	1
25X3	176	0	0	0
25X4	188	1	188	1
25X5	231	2	462	4
รวม	909	0	186	10

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{5} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{909}{5} = 181.8$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{186}{10} = 18.6$$

$$a = \bar{Y} = 181.8$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของจำนวนสมาชิกรายปี (หน่วย: คน) เป็น

$$\hat{Y} = 181.8 + 18.6 X$$

$\hat{Y}$ = จำนวนร้านค้าที่คาดว่าจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมรายปี

X : มีหน่วย 1 ปี

จุดเริ่มต้น : ปี 25X3 (1 ก.ค. 25X3)

ค่าสัมประสิทธิ์ของ X ในสมการ เท่ากับ 18.6 ราย หมายความว่า จำนวนสมาชิกที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มต่อปีเท่ากับ 18.6 ราย

ส่วนค่าคงที่ของสมการเท่ากับ 181.8 ราย หมายความว่า ในปีเริ่มต้น (1 ก.ค. 25X3) คาดว่าจะมีจำนวนสมาชิกที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมนี้เท่ากับ 181.8 ราย

ข. ค่าพยากรณ์ของจำนวนร้านค้าที่คาดว่าจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมในปี 25X6 ($X=3$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 181.8 + 18.6 X = 181.8 + 18.6 (3) = 237.6 \text{ ราย}$$

ค. การแปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นสมการแนวโน้มรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{181.8}{4} + \frac{18.6}{4 \times 4} X = 45.45 + 1.1625 X$$

ง. เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 3 ปี 25X5: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X3 เท่ากับ 8.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 45.45 + 1.1625 X = 45.45 + 1.1625 (8.5) = 55.3313$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 55.3313 + 1.1625 X$$

$$\hat{Y} = \text{จำนวนร้านค้าที่คาดว่าจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมรายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 3 ปี 25X5 (15 ส.ค. 25X5)}$$

จ. ค่าพยากรณ์ของจำนวนสมาชิกที่คาดว่าจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมในไตรมาสที่ 1 ของปี 25X6 ($X=2$) เท่ากับ

$$\hat{Y} = 55.3313 + 1.1625 X = 55.3313 + 1.1625 (2) = 57.6563 \text{ ราย}$$

ผลกระทบทางด้านฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 (จำนวนร้านค้าที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมลดลงกว่าปกติประมาณ 15% ดังนั้น ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 เท่ากับ 0.85) ดังนั้น ค่าพยากรณ์จะมีค่า = $57.6563 \times 0.85 = 49.0079$ ราย

14. ค่าพยากรณ์ของจำนวนวัตถุดิบที่ใช้รายไตรมาสในไตรมาสที่ 4 ของปี 25X8 ($X=5$)

$$= 150 + 30 (5) + 2 (5 \times 5) = 350$$

ค่าพยากรณ์ของจำนวนวัตถุดิบที่ใช้รายไตรมาสในไตรมาสที่ 1 ของปี 25X9 ($X=6$)

$$= 150 + 30 (6) + 2 (6 \times 6) = 402$$

ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของจำนวนวัตถุดิบที่ใช้รายไตรมาส

$$= \text{ค่าแนวโน้ม} \times \text{ค่าภาวะเศรษฐกิจ} \times \text{ดัชนีฤดูกาล}$$

สำหรับไตรมาสที่ 4 ของปี 25X8 และไตรมาสที่ 1 ของปี 25X9 ค่าพยากรณ์เป็น

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้ม	ค่าภาวะเศรษฐกิจ	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
25X8	4	5	350	0.95	1.24	412.30
25X9	1	6	402	1.00	1.11	446.22

15. ค่าพยากรณ์ผลผลิตเดือน เมษายน 25X6 ($X=4$) = ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

$$\text{ค่าแนวโน้ม} = 5 + 2 (4) + 2 (4 \times 4) = 45$$

$$\text{ค่าพยากรณ์} = 45 \times 1.24 = 55.8$$

16.

ปี	ไตรมาส	จำนวนขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X2	1	16			
	2	36			
	3	28	26.75	32.125	0.8716
	4	27	37.50	43.500	0.6207
25X3	1	59	49.50	54.250	1.0876
	2	84	59.00	65.000	1.2923
	3	66	71.00	77.625	0.8502
	4	75	84.25	89.125	0.8415
25X4	1	112	94.00	100.000	1.1200
	2	123	106.00	109.625	1.1220
	3	114	113.25	116.500	0.9785
	4	104	119.75	124.250	0.8370
25X5	1	138	128.75	134.375	1.0270
	2	159	140.00	144.750	1.0984
	3	159	149.50		
	4	142			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X2	-	-	0.87	0.62	
25X3	1.09	1.29	0.85	0.84	
25X4	1.12	1.12	0.98	0.84	
25X5	1.03	1.10	-	-	
รวม	3.24	3.51	2.70	2.30	รวม
เฉลี่ย	1.08	1.17	0.90	0.77	3.92
ดัชนีฤดูกาล	1.10	1.19	0.92	0.79	4.00

ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 = 1.10 และ ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 2 = 1.19 หมายความว่า ข้อมูลไตรมาส ที่ 1 และ 2 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลสูงกว่าปกติ 10% และ 19% ตามลำดับ

ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 3 = 0.92 และ ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 4 = 0.79 หมายความว่า ข้อมูลไตรมาส ที่ 3 และ 4 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลต่ำกว่าปกติ 8% และ 21% ตามลำดับ

17.

ปี	ไตรมาส	จำนวนขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X4	3	3			
	4	5	4.25		
25X5	1	6	4.75	4.50	1.33
	2	3	5.25	5.00	0.60
	3	5	5.50	5.38	0.93
	4	7	6.25	5.88	1.19
25X6	1	7	6.50	6.38	1.10
	2	6	6.75	6.63	0.90
	3	6	7.00	6.88	0.87
	4	8	7.25	7.13	1.12
25X7	1	8			
	2	7			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X4	-	-	-	-	
25X5	1.33	0.60	0.93	1.19	
25X6	1.10	0.90	0.87	1.12	
25X7	-	-	-	-	
รวม	2.43	1.50	1.80	2.31	รวม
เฉลี่ย	1.22	0.75	0.90	1.16	4.03
ดัชนีฤดูกาล	1.2109	0.7444	0.8933	1.1514	4.0000

18.

ก. การคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาลของยอดขายรายไตรมาสโดยวิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ยอดขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X0	1	20			
	2	25			
	3	30	28.25	29.500	1.0169
	4	38	30.75	62.625	1.1648
25X1	1	30	34.50	35.125	0.8541
	2	40	35.75	34.750	1.1511
	3	35	33.75	35.000	1.0000
	4	30	36.25	37.500	0.8000
25X2	1	40	38.75	42.250	0.9697
	2	50	43.75	47.250	1.0582
	3	55	50.75	51.250	1.0732
	4	58	51.75	52.250	1.1100
25X3	1	44	52.75	53.250	0.8263
	2	54	53.75	54.375	0.9931
	3	59	55.00		
	4	63			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X0	-	-	1.0169	1.1648	
25X1	0.8541	1.1511	1.0000	0.8000	
25X2	0.9697	1.0582	1.0732	1.1100	
25X3	0.8263	0.9931	-	-	
รวม	2.6501	3.2024	3.0901	3.0748	รวม
เฉลี่ย	0.8834	1.0675	1.0300	1.0249	4.0058
ดัชนีฤดูกาล	0.8821	1.0659	1.0286	1.0234	4.0000

ข. การแปลงสมการแนวโน้มรายปีให้เป็นสมการแนวโน้มรายไตรมาส

$$Y = \frac{153.73}{4} + \frac{30.86}{4 \times 4} X = 38.4325 + 1.9288 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 25X3: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 25X1 เท่ากับ 13.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 38.4325 + 1.9288 X = 38.4325 + 1.9288 (13.5) = 64.4713$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 64.4713 + 1.9288 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 4 ปี 25X3 (15 พ.ย. 25X3)}$$

ค. ค่าพยากรณ์ยอดขายรายไตรมาส ณ ไตรมาสแรกของปี 25X4 ($X=1$)

$$= 64.4713 + 1.9288 (1) = 66.4001$$

ผลกระทบทางด้านฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 (ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 1 เท่ากับ 0.8821) ดังนั้น

$$\text{ค่าพยากรณ์จะมีค่า} = 66.4001 \times 0.8821 = 58.5715$$

19.

ปี	ไตรมาส	จำนวนขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X4	3	28			
	4	27			
25X5			49.50		
	1	59	59.00	54.25	1.09
	2	84	71.00	65.00	1.29
	3	66	84.25	77.63	0.85
	4	75	94.00	89.13	0.84
25X6	1	112	106.00	100.00	1.12
	2	123	113.25	109.63	1.12
	3	114	119.75	116.50	0.98
	4	104	128.75	124.25	0.84
25X7	1	138	140.00	134.38	1.03
	2	159	149.50	144.75	1.10
	3	159	158.25	153.88	1.03
	4	142	166.75	162.50	0.87
25X8	1	173			
	2	193			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X5	1.09	1.29	0.85	0.84	
25X6	1.12	1.12	0.98	0.84	
25X7	1.03	1.10	1.03	0.87	
รวม	3.24	3.51	2.86	2.55	รวม
เฉลี่ย	1.08	1.17	0.95	0.85	4.05
ดัชนีฤดูกาล	1.0667	1.1555	0.9383	0.8395	4.0000

20.

ปี	ไตรมาส	ยอดขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
1998	1	16			
	2	21			
	3	9	16.00	15.88	0.57
	4	18	15.75	15.63	1.15
1999	1	15	15.50	15.63	0.96
	2	20	15.75	15.75	1.27
	3	10	16.25	16.00	0.63
	4	18	17.25	16.75	1.07
2000	1	17	18.00	17.63	0.96
	2	24	19.00	18.50	1.30
	3	13	19.00	19.00	0.68
	4	22	19.25	19.13	1.15
2001	1	17	18.75	19.00	0.89
	2	25	18.50	18.63	1.34
	3	11	18.75	18.63	0.59
	4	21	19.00	18.88	1.11
2002	1	18	19.75	19.38	0.93
	2	26			
	3	14			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
1998	-	-	0.57	1.15	
1999	0.96	1.27	0.63	1.07	
2000	0.96	1.30	0.68	1.15	
2001	0.89	1.34	0.59	1.11	
2002	0.93	-	-	-	
รวม	3.74	3.91	2.47	4.48	รวม
เฉลี่ย	0.94	1.30	0.62	1.12	3.98
ดัชนีฤดูกาล	0.94	1.31	0.62	1.13	4.00

21.

ก. สมการแนวโน้มรายปีโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ปี	ค่าโฆษณา (ล้านบาท)	X	XY	X ²
1	15	-4	-60	16
2	24	-3	-72	9
3	30	-2	-60	4
4	35	-1	-35	1
5	40	0	0	0
6	55	1	55	1
7	64	2	128	4
8	72	3	216	9
9	84	4	336	16
รวม	419	0	508	60

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{9} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{419}{9} = 46.5556$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{508}{60} = 8.4667 \quad a = \bar{Y} = 46.5556$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของค่าโฆษณารายปีเป็น

$$\hat{Y} = 46.5556 + 8.4667 X$$

$$\hat{Y} = \text{ค่าโฆษณารายปี}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ปี}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ปีที่ 5 (1 ก.ค. ปีที่ 5)}$$

ข.

ปี	ไตรมาส	ค่าโฆษณา	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
6	1	10			
	2	15			
	3	12	13.75	14.00	0.8571
	4	18	14.25	14.50	1.2414
7	1	12	14.75	15.00	0.8000
	2	17	15.25	15.63	1.0877
	3	14	16.00	16.13	0.8679
	4	21	16.25	16.50	1.2727
8	1	13	16.75	17.00	0.7647
	2	19	17.25	17.63	1.0777
	3	16	18.00	18.25	0.8767
	4	24	18.50	18.88	1.2712
9	1	15	19.25	19.63	0.7641
	2	22	20.00	20.50	1.0732
	3	19	21.00		
	4	28			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
6	-	-	0.8571	1.2414	
7	0.8000	1.0877	0.8679	1.2727	
8	0.7647	1.0777	0.8767	1.2712	
9	0.7641	1.0732	-	-	
รวม	2.3288	3.2385	2.6018	3.7853	รวม
เฉลี่ย	0.7763	1.0795	0.8673	1.2618	3.9849
ดัชนีฤดูกาล	0.7792	1.0836	0.8706	1.2666	4.0000

ค. ค่าพยากรณ์ของค่าโฆษณารายไตรมาสของปีที่ 10 ทำได้โดยต้องแปลงสมการแนวโน้มในข้อ ก. ให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{46.5556}{4} + \frac{8.4667}{4 \times 4} X = 11.6389 + 0.5292 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปีที่ 9: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. ปีที่ 5 เท่ากับ 17.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 11.6389 + 0.5292 X = 11.6389 + 0.5292 (17.5) = 20.8999$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 20.8999 + 0.5292 X$$

$$\hat{Y} = \text{ค่าโฆษณารายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 4 ปีที่ 9 (15 พ.ย. ปีที่ 9)}$$

ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของค่าโฆษณารายไตรมาสของปีที่ 10 = ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

ค่าพยากรณ์ของค่าโฆษณารายไตรมาสของปีที่ 10 เป็น

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้มจากสมการรายไตรมาส	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
10	1	1	$= 20.8999 + 0.5292(1) = 21.4291$	0.7792	16.6976
	2	2	$= 20.8999 + 0.5292(2) = 21.9583$	1.0836	23.7940
	3	3	$= 20.8999 + 0.5292(3) = 22.4875$	0.8706	19.5776
	4	4	$= 20.8999 + 0.5292(4) = 23.0167$	1.2666	29.1530

22.

ก. จงเติมค่าในตารางส่วนที่ขาดหายไปให้ครบถ้วน และคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาล

ปี	ไตรมาส	ยอดขายการผลิต	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X1	1	19			
	2	24			
	3	38	26.50	26.750	1.4206
	4	25	27.00	27.500	0.9091
25X2	1	21	28.00	28.750	0.7304
	2	28	29.50	29.250	0.9573
	3	44	29.00	29.250	1.5043
	4	23	29.50	29.875	0.7699
25X3	1	23	30.25	29.875	0.7699
	2	31	29.50	29.500	1.0509
	3	41	29.50	29.625	1.3840
	4	23	29.75	30.250	0.7603
25X4	1	24	30.75	31.625	0.7589
	2	35	32.50	32.250	1.0853
	3	48	32.00		
	4	21			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X1	-	-	1.4206	0.9091	
25X2	0.7304	0.9573	1.5043	0.7699	
25X3	0.7699	1.0509	1.3840	0.7603	
25X4	0.7589	1.0853	-	-	
รวม	2.2592	3.0935	4.3089	2.4393	รวม
เฉลี่ย	0.7531	1.0312	1.4363	0.8131	4.0337
ดัชนีฤดูกาล	0.7468	1.0226	1.4243	0.8063	4.0000

- ข. คำกล่าวของผู้จัดการที่ว่า “ในปี 25X4 ยอดขายไตรมาสที่ 4 ลดลงจากไตรมาสที่ 3 เกินกว่า 50%” นั้น ถ้าพิจารณาจากตัวเลขที่รวบรวมมาได้จะพบว่า ยอดขายไตรมาสที่ 4 เท่ากับ 21 ขณะที่ ยอดขายไตรมาสที่ 3 เท่ากับ 48 พบว่า ยอดขายลดลงเท่ากับ $(48-21) 27$ หมายความว่า ยอดขายไตรมาสที่ 4 ลดลงจากไตรมาสที่ 3 เท่ากับ $(27/48) 56.25\%$ แต่จากดัชนีฤดูกาลที่คำนวณได้พบว่า ดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 3 = 1.4243 และดัชนีฤดูกาลของไตรมาสที่ 4 = 0.8063 หมายความว่า ข้อมูลไตรมาสที่ 3 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลสูงกว่าปกติ 42.43% ขณะที่ ข้อมูลไตรมาสที่ 4 มีอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลต่ำกว่าปกติ 19.37% ดังนั้น การลดลงของ ยอดขายในไตรมาสที่ 4 จากไตรมาสที่ 3 จึงไม่ได้เป็นผลจากแนวโน้มแต่เป็นผลจากฤดูกาลเป็นหลัก

23.

- ก. สมการแนวโน้มรายปีโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ปี	ปริมาณผลผลิต (พันล้านคิวบิกฟุต)	X	XY	X ²
1991	286	-2	-572	4
1992	305	-1	-305	1
1993	344	0	0	0
1994	378	1	378	1
1995	401	2	802	4
รวม	1,714	0	303	10

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{5} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{1,714}{5} = 342.8$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{303}{10} = 30.3$$

$$a = \bar{Y} = 342.8$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของปริมาณผลผลิตรายปีเป็น

$$\hat{Y} = 342.8 + 30.3 X$$

$\hat{Y}$ = ปริมาณผลผลิตรายปี

X : มีหน่วย 1 ปี

จุดเริ่มต้น : ปี 1993 (1 ก.ค. 1993)

ข. การคำนวณดัชนีฤดูกาลเป็นรายไตรมาสโดยวิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ปริมาณผลผลิต	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
1993	1	85			
	2	86			
	3	86	86.00		
	4	87	86.25	86.125	0.9985
1994	1	86	87.50	86.875	1.0014
	2	91	91.00	89.250	0.9636
	3	100	94.50	92.750	0.9811
	4	101	98.00	96.250	1.0390
1995	1	100	99.50	98.750	1.0228
	2	97	99.75	99.625	1.0038
	3	101	100.25	100.000	0.9700
	4	103	100.75	100.500	1.0050
1996	1	102			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
1993	-	-	0.9985	1.0014	
1994	0.9636	0.9811	1.0390	1.0228	
1995	1.0038	0.9700	1.0050	-	
รวม	1.9674	1.9511	3.0425	2.0242	รวม
เฉลี่ย	0.9837	0.9756	1.0142	1.0121	3.9856
ดัชนีฤดูกาล	0.9873	0.9791	1.0179	1.0157	4.0000

ค. แปลงสมการแนวโน้มในข้อ ก. ให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{342.8}{4} + \frac{30.3}{4 \times 4} X = 85.7 + 1.8938 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 4 ปี 1995: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 1993 เท่ากับ 9.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 85.7 + 1.8938 X = 85.7 + 1.8938 (9.5) = 103.6911$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 103.6911 + 1.8938 X$$

$$\hat{Y} = \text{ปริมาณผลผลิตรายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 4 ปี 1995 (15 พ.ย. 1995)}$$

ดังนั้น ค่าพยากรณ์ของค่าโฆษณา รายไตรมาสของปี 1996 = ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

ค่าพยากรณ์ของค่าโฆษณา รายไตรมาสของปีที่ 10 เป็น

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้มจากสมการรายไตรมาส	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
1996	1	1	$= 103.6911 + 1.8938(1) = 105.5849$	0.9873	104.2440
	2	2	$= 103.6911 + 1.8938(2) = 107.4787$	0.9791	105.2324
	3	3	$= 103.6911 + 1.8938(3) = 109.3725$	1.0179	111.3303
	4	4	$= 103.6911 + 1.8938(4) = 111.2663$	1.0157	113.0132

ง. ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ของไตรมาสที่ 1 ปี 1996 เท่ากับ 104.2242 พันล้านคิวบิกฟุต

ค่าที่เกิดขึ้นจริงของไตรมาสที่ 1 ปี 1996 เท่ากับ 102 พันล้านคิวบิกฟุต

พบว่ามีความต่างกันเท่ากับ $104.2242 - 102 = 2.2242$ ซึ่งถือว่ามีความเบี่ยงเบนตามปกติที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 2% เท่านั้น

24.

ก. สมการแนวโน้มเส้นตรงของจำนวนพนักงานที่ลาหยุดในรายสัปดาห์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

สัปดาห์	จำนวนพนักงานที่ลาหยุด	X	XY	X ²
1	56	-2	-112	4
2	70	-1	-70	1
3	59	0	0	0
4	62	1	62	1
5	73	2	146	4
รวม	320	0	26	10

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{5} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{320}{5} = 64$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{26}{10} = 2.6$$

$$a = \bar{Y} = 64$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของจำนวนพนักงานที่ลาหยุดในรายสัปดาห์เป็น

$$\hat{Y} = 64 + 2.6 X$$

$\hat{Y}$ = จำนวนพนักงานที่ลาหยุดในรายสัปดาห์

X : มีหน่วย 1 สัปดาห์

จุดเริ่มต้น : สัปดาห์ที่ 3 (วันพุธในสัปดาห์ที่ 3)

ข. มีส่วนประกอบที่เรียกว่า “ดัชนีฤดูกาล” คำนวณหาดัชนีฤดูกาลในแต่ละวันโดยวิธี Ratio to Moving Average ได้ดังตาราง

สัปดาห์	วัน	จำนวนพนักงานที่ลาหยุด	ค่าแนวโน้ม (MA5)	ค่าฤดูกาล
1	จันทร์	16		
	อังคาร	8		
	พุธ	7	11.2	0.6250
	พฤหัสบดี	9	11.6	0.7759
	ศุกร์	16	12.6	1.2698
2	จันทร์	18	12.8	1.4063
	อังคาร	13	13.6	0.9559
	พุธ	8	14.0	0.5714
	พฤหัสบดี	13	13.8	0.9420
	ศุกร์	18	13.2	1.3636
3	จันทร์	17	12.8	1.3281
	อังคาร	10	12.6	0.7937
	พุธ	6	11.8	0.5085
	พฤหัสบดี	12	11.8	1.0169
	ศุกร์	14	11.8	1.1864
4	จันทร์	17	12.4	1.3710
	อังคาร	10	12.4	0.8065
	พุธ	9	12.4	0.7258
	พฤหัสบดี	12	13.0	0.9231
	ศุกร์	14	13.2	1.0606
5	จันทร์	20	13.4	1.4925
	อังคาร	11	13.2	0.8333
	พุธ	10	14.6	0.6849
	พฤหัสบดี	11		
	ศุกร์	21		

สัปดาห์	ไตรมาส					
	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	
1	-	-	0.6250	0.7759	1.2698	
2	1.4063	0.9559	0.5714	0.9420	1.3636	
3	1.3281	0.7937	0.5085	1.0169	1.1864	
4	1.3710	0.8065	0.7258	0.9231	1.0606	
5	1.4925	0.8333	0.6849	-	-	
รวม	5.5979	3.3894	3.1156	3.6579	4.8804	รวม
เฉลี่ย	1.3995	0.8474	0.6231	0.9145	1.2201	5.0046
ดัชนีฤดูกาล	1.3982	0.8466	0.6225	0.9137	1.2190	5.0000

จำนวนคนลาที่แท้จริงในแต่ละวันที่ไม่มีผลกระทบจากฤดูกาลของสัปดาห์ที่ 3

= จำนวนคนลาที่รวบรวมได้ ÷ ดัชนีฤดูกาล

สัปดาห์	จำนวนคนลา	ดัชนีฤดูกาล	จำนวนคนลาที่แท้จริง
จันทร์	17	1.3982	= 17/1.3982 = 12.16 คน
อังคาร	10	0.8466	= 10/0.8466 = 11.81 คน
พุธ	6	0.6225	= 6/0.6225 = 9.64 คน
พฤหัสบดี	12	0.9137	= 12/0.9137 = 13.13 คน
ศุกร์	14	1.2190	= 14/1.2190 = 11.48 คน

ค. สมการแนวโน้มที่มีหน่วยเป็นรายวัน

$$\hat{Y} = \frac{64}{5} + \frac{2.6}{5 \times 5} X = 12.8 + 0.104 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็นวันอังคารในสัปดาห์ที่ 4: อยู่ห่างจากวันพุธในสัปดาห์ที่ 3 เท่ากับ 4 วัน

$$\hat{Y} = 12.8 + 0.104 X = 12.8 + 0.104 (4) = 13.216$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 13.216 + 0.104 X$$

$$\hat{Y} = \text{จำนวนพนักงานที่ลาหยุดรายวัน}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 วัน}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{วันอังคารในสัปดาห์ที่ 4}$$

25. ก. สมการแนวโน้มของมูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริกาโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ปี	มูลค่าการนำเข้า	X	XY	X ²
1990	92	-3	-276	9
1991	102	-2	-204	4
1992	121	-1	-121	1
1993	136	0	0	0
1994	162	1	162	1
1995	212	2	424	4
1996	229	3	687	9
รวม	1,054	0	672	28

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0}{7} = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{1,054}{7} = 150.57$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{672}{28} = 24$$

$$a = \bar{Y} = 150.57$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของมูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริการายปีเป็น

$$\hat{Y} = 150.57 + 24 X$$

$\hat{Y}$ = มูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริการายปี

X : มีหน่วย 1 ปี

จุดเริ่มต้น : ปี 1993 (1 ก.ค. 1993)

ข. ดัชนีฤดูกาลรายไตรมาสโดยวิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	มูลค่าการนำเข้า	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
1994	2	40			
	3	39			
	4	46	44.00		
			46.25	45.125	1.0194
1995	1	51	49.00	47.625	1.0709
	2	49	53.00	51.000	0.9608
	3	50	55.25	54.125	0.9238
	4	62	58.50	56.875	1.0901
			59.25	58.875	1.0191
1996	1	60	57.25	58.250	1.0644
	2	62	59.00	58.125	0.9118
	3	53			
	4	54			
1997	1	67			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
1994	-	-	-	1.0194	
1995	1.0709	0.9608	0.9238	1.0901	
1996	1.0191	1.0644	0.9118	-	
รวม	2.0900	2.0252	1.8356	2.1095	รวม
เฉลี่ย	1.0450	1.0126	0.9178	1.0548	4.0302
ดัชนีฤดูกาล	1.0372	1.0050	0.9109	1.0469	4.0000

- ค. ค่าพยากรณ์ของมูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริกาของไตรมาสที่ 1 ปี 1998 ทำได้โดยต้องแปลงสมการแนวโน้มในข้อ ก. ให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{150.57}{4} + \frac{24}{4 \times 4} X = 37.6425 + 1.5 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 1 ปี 1997: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 1993 เท่ากับ 14.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 37.6425 + 1.5 X = 37.6425 + 1.5 (14.5) = 59.3925$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 59.3925 + 1.5 X$$

$\hat{Y}$ = มูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริการายไตรมาส

X : มีหน่วย 1 ไตรมาส

จุดเริ่มต้น : ไตรมาสที่ 1 ปี 1997 (15 ก.พ. 1997)

และค่าแนวโน้มของไตรมาสที่ 1 ปี 1998 = $59.3925 + 1.5 X$

$$= 59.3925 + 1.5 (4) = 65.3925$$

และ ค่าพยากรณ์ของมูลค่าการนำเข้าสินค้าจากประเทศสหรัฐอเมริกาของไตรมาสที่ 1 ปี 1998

$$= \text{ค่าแนวโน้ม} \times \text{ดัชนีฤดูกาล} = 65.3925 \times 1.0372 = 67.8251 \text{ พันล้านบาท}$$

26.

ก. สมการแนวโน้มเส้นตรงของยอดนำเข้าโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ปี	ยอดนำเข้า	X	XY	X ²
1990	133	-3	-399	9
1991	155	-2	-310	4
1992	156	-1	-156	1
1993	187	0	0	0
1994	227	1	227	1
1995	286	2	572	4
1996	289	3	867	9
1997	298	4	1,192	16
รวม	1,731	4	1,993	44

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{4}{8} = 0.5 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{1,731}{8} = 216.38$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{1,993 - 8(0.5)(216.38)}{44 - 8(0.5)^2} = 26.845$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 216.38 - (26.845)(0.5) = 202.95$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มของยอดนำเข้าสินค้าทุนจากประเทศญี่ปุ่นรายปีเป็น

$$\hat{Y} = 202.95 + 26.845 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดนำเข้ารายปี}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ปี}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ปี 1993 (1 ก.ค. 1993)}$$

ข. ค่าพยากรณ์แนวโน้มยอดนำเข้ารายปีของปี 1999

$$= 202.95 + 26.845 X$$

$$= 202.95 + 26.845(6)$$

$$= 364.02 \text{ พันล้านบาท}$$

ค. ดัชนีฤดูกาลของยอดนำเข้าเป็นรายไตรมาส

ปี	ไตรมาส	มูลค่าการนำเข้า	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
1995	1	66			
	2	71	71.50		
	3	75	72.50	72.000	1.0417
	4	74	74.00	73.250	1.0102
1996	1	70	73.75	73.875	0.9475
	2	77	72.25	73.000	1.0548
	3	74	71.50	71.875	1.0296
	4	68	69.25	70.375	0.9663
1997	1	67	70.25	69.750	0.9606
	2	68	74.50	72.375	0.9396
	3	78	78.25	76.375	1.0213
	4	85	76.75	77.500	1.0968
1998	1	82	72.50	74.625	1.0988
	2	62			
	3	61			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
1995	-	-	1.0417	1.0102	
1996	0.9475	1.0548	1.0296	0.9663	
1997	0.9606	0.9396	1.0213	1.0968	
1998	1.0988	-	-	-	
รวม	3.0069	1.9944	3.0926	3.0733	รวม
เฉลี่ย	1.0023	0.9972	1.0309	1.0244	4.0548
ดัชนีฤดูกาล	0.9888	0.9837	1.0170	1.0105	4.0000

- ง. ยอดนำเข้าของไตรมาสที่ 1 ปี 1998 เท่ากับ 82 พันล้านบาท พิจารณาแล้วเหมือนเป็นค่าที่ผิดปกติ เนื่องจากค่าฤดูกาลที่คำนวณได้ในตาราง (Y/T) นั้นมีค่า (1.0988) สูงผิดปกติไปจากในปี 1996 (0.9475) และ 1997 (0.9606) อย่างไรก็ตาม ในการหาค่าดัชนีค่าผิดปกติสามารถทำได้โดยนำค่าที่เกิดขึ้นจริงหารด้วยค่าแนวโน้มรายไตรมาสและดัชนีฤดูกาล
- การแปลงสมการแนวโน้มในข้อ ก. ให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{202.95}{4} + \frac{26.845}{4 \times 4} X = 50.7375 + 1.6778 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 1 ปี 1997: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 1993 เท่ากับ 14.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 50.7375 + 1.6778 X = 50.7375 + 1.6778 (14.5) = 75.0656$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 75.0656 + 1.6778 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดนำเข้ารายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาสที่ 1 ปี 1997 (15 ก.พ. 1997)}$$

และค่าแนวโน้มของไตรมาสที่ 1 ปี 1998 = $75.0656 + 1.6778 X$

$$= 75.0656 + 1.6778 (4) = 81.7768$$

และ ค่าดัชนีค่าผิดปกติของไตรมาสที่ 1 ปี 1998

$$= \frac{\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง}}{\text{ค่าแนวโน้ม} \times \text{ดัชนีฤดูกาล}} = \frac{82}{81.7768 \times 0.9888} = 1.0141$$

จ. ค่าแนวโน้มของไตรมาสที่ 1 ปี 1999 = $75.0656 + 1.6778 X$

$$= 75.0656 + 1.6778 (8) = 88.4880$$

และค่าพยากรณ์ยอดนำเข้าของไตรมาสที่ 1 ปี 1999

$$= \text{ค่าแนวโน้ม} \times \text{ดัชนีฤดูกาล} = 88.4880 \times 0.9888 = 87.4969 \text{ พันล้านบาท}$$

27. ดัชนีฤดูกาลของยอดขายรายไตรมาสของร้านอาหาร รสไทย โดยวิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ยอดขาย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
25X1	1	710			
	2	1,440			
	3	980	968	975	1.01
	4	740	982	994	0.74
25X2	1	770	1,005	1,010	0.76
	2	1,530	1,015	1,018	1.50
	3	1,020	1,020	1,039	0.98
	4	760	1,058	1,029	0.74
25X3	1	920	1,000	990	0.93
	2	1,300	980	968	1.34
	3	940	955	951	0.99
	4	660	947	938	0.70
25X4	1	890	928	913	0.97
	2	1,220	897	920	1.33
	3	820	943	956	0.86
	4	840	970	1,001	0.84
25X5	1	1,000	1,032	1,046	0.96
	2	1,470	1,060	1,061	1.39
	3	930	1063		
	4	850			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
25X1	-	-	1.01	0.74	
25X2	0.76	1.50	0.98	0.74	
25X3	0.93	1.34	0.99	0.70	
25X4	0.97	1.33	0.86	0.84	
25X5	0.96	1.39	-	-	
รวม	3.62	5.56	3.84	3.02	รวม
เฉลี่ย	0.91	1.39	0.96	0.76	4.02
ดัชนีฤดูกาล	0.9055	1.3831	0.9552	0.7562	4.0000

28.

ก. ดัชนีฤดูกาล โดยใช้วิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ยอดการผลิต	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
2539	1	20			
	2	15			
	3	25	22.00	22.250	1.1236
	4	28	22.50	22.875	1.2240
2540	1	22	23.25	23.750	0.9263
	2	18	24.25	23.875	0.7539
	3	29	23.50	23.875	1.2147
	4	25	24.25	24.625	1.0152
2541	1	25	25.00	25.375	0.9852
	2	21	25.75	26.000	0.8077
	3	32	26.25	26.625	1.2019
	4	27	27.00	27.125	0.9954
2542	1	28	27.25	27.625	1.0136
	2	22	28.00		
	3	35			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
2539	-	-	1.1236	1.2240	
2540	0.9263	0.7539	1.2147	1.0152	
2541	0.9852	0.8077	1.2019	0.9954	
2542	1.0136	-	-	-	
รวม	2.9251	1.5616	3.5402	3.2346	รวม
เฉลี่ย	0.9750	0.7808	1.1801	1.0782	4.0141
ดัชนีฤดูกาล	0.9716	0.7780	1.1760	1.0744	4.0000

ข. การแปลงสมการแนวโน้มให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{104}{4} + \frac{8.5}{4 \times 4} X = 26 + 0.5313 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 3 ปี 2542: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2541 เท่ากับ 4.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 26 + 0.5313 X = 26 + 0.5313 (4.5) = 28.3909$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 28.3909 + 0.5313 X$$

$\hat{Y}$ = ยอดการผลิตรายไตรมาส

X : มีหน่วย 1 ไตรมาส

จุดเริ่มต้น : ไตรมาส 3 ปี 2542 (15 ส.ค. 2542)

ค่าพยากรณ์ยอดการผลิตสินค้าชนิดนี้ = ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

สำหรับ ไตรมาสที่ 4 ปี พ.ศ. 2542 และไตรมาสที่ 1 และ 2 ปี พ.ศ. 2543

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้มจากสมการรายไตรมาส	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
2542	4	1	$= 28.3909 + 0.5313(1) = 28.9222$	1.0744	31.0740
2543	1	2	$= 28.3909 + 0.5313(2) = 29.4535$	0.9716	28.6170
	2	3	$= 28.3909 + 0.5313(3) = 29.9848$	0.7780	23.3282

29.

ก. ดัชนีฤดูกาล โดยใช้วิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ยอดจำหน่าย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
2540	1	14			
	2	15	14.75		
	3	14	15.50	15.125	0.9256
	4	16	16.00	15.750	1.0159
2541	1	17	16.25	16.125	1.0543
	2	17	16.75	16.500	1.0303
	3	15	17.00	16.875	0.8889
	4	18	17.50	17.250	1.0435
2542	1	18	18.00	17.750	1.0141
	2	19	18.50	18.250	1.0411
	3	17	19.00	18.750	0.9067
	4	20	19.50	19.250	1.0390
2543	1	20	20.00	19.750	1.0127
	2	21	20.75	20.375	1.0307
	3	19	21.50	21.125	0.8994
	4	23	22.25	21.875	1.0514
2544	1	23			
	2	24			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
2540	-	-	0.9256	1.0159	
2541	1.0543	1.0303	0.8889	1.0435	
2542	1.0141	1.0411	0.9067	1.0390	
2543	1.0127	1.0307	0.8994	1.0514	
รวม	3.0811	3.1021	3.6206	4.1498	รวม
เฉลี่ย	1.0270	1.0340	0.9052	1.0375	4.0037
ดัชนีฤดูกาล	1.0261	1.0330	0.9044	1.0365	4.0000

ข. การแปลงสมการแนวโน้มให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{74.7}{4} + \frac{7.9}{4 \times 4} X = 18.675 + 0.4938 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 2 ปี 2544: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2542 เท่ากับ 7.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 18.675 + 0.4938 X = 18.675 + 0.4938 (7.5) = 22.3785$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 22.3785 + 0.4938 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดขายรายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาส 2 ปี 2544 (15 พ.ค. 2544)}$$

ค่าพยากรณ์ยอดขายสินค้าชนิดนี้สำหรับ ไตรมาสที่ 3 และ 4 ปี พ.ศ. 2544

= ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้มจากสมการรายไตรมาส	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
2544	3	1	$= 22.3785 + 0.4938 (1) = 22.8723$	0.9044	20.6857
	4	2	$= 22.3785 + 0.4938 (2) = 23.3661$	1.0365	24.2190

30.

ก. ดัชนีฤดูกาล โดยใช้วิธี Ratio to Moving Average

ปี	ไตรมาส	ยอดจำหน่าย	MA4	ค่าแนวโน้ม	Y/T
2542	2	15			
	3	9			
	4	7	14.00	14.625	0.4786
2543	1	25	15.25	16.000	1.5625
	2	20	16.75	17.375	1.1511
	3	15	18.00	18.500	0.8108
	4	12	19.00	19.500	0.6154
2544	1	29	20.00	20.375	1.4233
	2	24	20.75	21.125	1.1361
	3	18	21.50	21.875	0.8229
	4	15	22.25	23.000	0.6522
2545	1	32	23.75		
	2	30			

ปี	ไตรมาส				
	1	2	3	4	
2542	-	-	-	0.4786	
2543	1.5625	1.1511	0.8108	0.6154	
2544	1.4233	1.1361	0.8229	0.6522	
รวม	2.9858	2.2872	1.6337	1.7462	รวม
เฉลี่ย	1.4929	1.1436	0.8169	0.5821	4.0355
ดัชนีฤดูกาล	1.4798	1.1335	0.8097	0.5770	4.0000

ข. การแปลงสมการแนวโน้มให้เป็นสมการรายไตรมาส

$$\hat{Y} = \frac{86.7}{4} + \frac{17.3}{4 \times 4} X = 21.675 + 1.0813 X$$

เปลี่ยนจุดเริ่มต้นเป็น ไตรมาสที่ 2 ปี 2545: อยู่ห่างจาก 1 ก.ค. 2544 เท่ากับ 3.5 ไตรมาส

$$\hat{Y} = 21.675 + 1.0813 X = 21.675 + 1.0813 (3.5) = 25.4596$$

ดังนั้น สมการแนวโน้มรายไตรมาส คือ

$$\hat{Y} = 25.4596 + 1.0813 X$$

$$\hat{Y} = \text{ยอดจำหน่ายรายไตรมาส}$$

$$X : \text{มีหน่วย 1 ไตรมาส}$$

$$\text{จุดเริ่มต้น} : \text{ไตรมาส 2 ปี 2545 (15 พ.ค. 2545)}$$

ค่าพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าชนิดนี้สำหรับ ไตรมาสที่ 3 และ 4 ปี พ.ศ. 2545

= ค่าแนวโน้ม $\times$ ดัชนีฤดูกาล

ปี	ไตรมาส	X	ค่าแนวโน้มจากสมการรายไตรมาส	ดัชนีฤดูกาล	ค่าพยากรณ์
2545	3	1	$= 25.4596 + 1.0813 (1) = 26.5409$	0.8097	21.4902
	4	2	$= 25.4596 + 1.0813 (2) = 27.6222$	0.5770	15.9380