$F = 11/1 = 11^*, \quad f_{.05}^{(4,32)} = 2.69$

สรุปว่าผลงานของคนงานในระหว่าง job ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน

2.4 ถ้าผู้ทดลองจะสุ่มมา 3 แผนก แผนกละ 2 job job ละ 3 คน จะให้ผลการทดลองเป็นอย่างใดเมื่อเทียบกับงานทดลองเดิม

$$\hat{\sigma}_\delta^2 = 1$$

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{10}{5} = 2$$

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{31-11}{10} = 2$$

$$v(\bar{y}_{i\ldots}) = MSE/rsd = 31/20 = 1.55$$

$$r' = 3,\ s' = 2,\ d' = 3$$

$$\hat{MSE}' = \hat{\sigma}_\delta^2 + 3\hat{\sigma}_s^2 + 6\hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

$$= 1 + (3)(2) + (6)(2) = 19$$

$$\hat{v}(\bar{y}'_{i\ldots}) = \hat{MSE}'/r's'd'$$

$$= 19/(3)(2)(3) = 19/18$$

$$RE(\text{แบบเดิม vs แบบใหม่}) = \frac{\hat{v}(\bar{y}_{i\ldots})'}{v(\bar{y}_{i\ldots})} = \frac{1.05}{1.55} = .68 = 68\%$$

แผนงานทดลองใหม่ดีกว่าอันเดิม เพราะลดจำนวนพนักงานลงไปเหลือเพียง 68 คน จึงให้ประสิทธิภาพเท่ากับแบบเดิมใช้ 100 คน

ข้อสอบภาค 2/2525

1. กำหนดข้อมูลสรุปจากการทดลองอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ 36 ลูก ดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS
วัสดุ (A)	2	1.1	0.55
อุณหภูมิ (B)	2	3.4	1.70
AB	4	1.4	0.35
Error	27	1.9	0.07

อุณหภูมิ	50°F	65°F	80°F
รวม	17	13	8
coeff. of linear	-1	0	+1
quadratic	1	-2	+1

SS(linear) = 3.38

SS (quadratic) = 0.14

		50°	65°	80°	
	1	5	2	3	10
วัสดุ	2	6	5	2	13
	3	6	6	3	15
		17	13	8	

ค่าวิกฤติของ Duncan's Test

r = range	2	3
$q_{.05}^{(r, 28)}$	2.91	3.06
$q_{.05}\sqrt{r \cdot MSE}$	1.54	1.62
$q_{.05}\sqrt{MSE/r}$	0.38	0.40

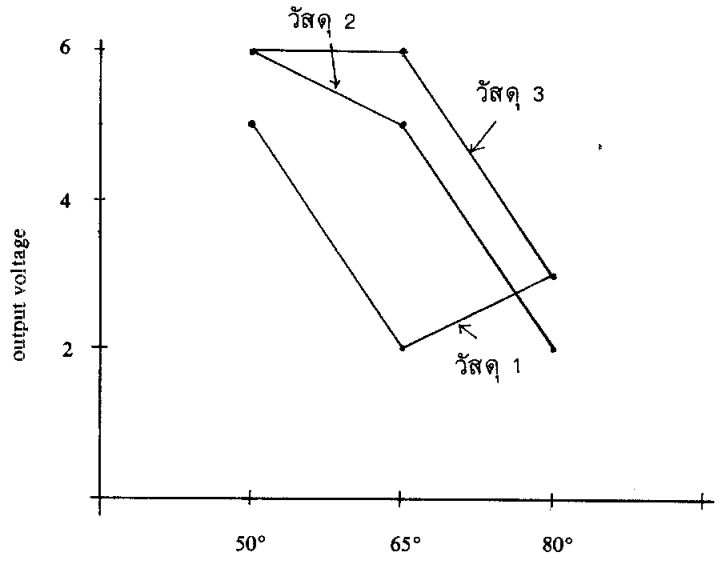
1.1 จงทดสอบอิทธิพลร่วมกันของวัสดุและอุณหภูมิ

Ho : $(\alpha\beta)_{ij} = 0$, Ha : $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$

F = 0.35/0.07 = 5.0*, $f_{.05}^{(4, 27)} = 2.73$

สรุปว่าอุณหภูมิและวัสดุมีอิทธิพลร่วมกัน

1.2 ตามหลักการวางแผนงานทดลอง ถ้าพบว่าอิทธิพลร่วมกันมีนัยสำคัญ จะต้องวิเคราะห์อิทธิพลของ simple effect **จงพล็อตกราฟ** simple effect **ของวัสดุทั้ง 3 ชนิด และอธิบาย**



1) ที่ 50°F output จากวัสดุทั้ง 3 ชนิดไม่ต่างกัน

2) ที่ 65°F output จากวัสดุทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันสูงมาก

3) ที่ 80°F output จากวัสดุทั้ง 3 ชนิดไม่ต่างกันมาก

output จากวัสดุชนิดที่ (1) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเป็น 65°F และจะสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกเป็น 80°F แต่ output จากวัสดุชนิดที่ (2) และ (3) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

1.3 จงตรวจสอบความแตกต่างของ output voltage **จำแนกตามอุณหภูมิต่าง ๆ**

1.3.1 ณ อุณหภูมิ 50° F **จงเปรียบเทียบ** output **เมื่อใช้วัสดุต่าง ๆ**

	วัสดุ	1	2	3
	total	5	6	6
$t_1 = 5$		-	1	1
$t_2 = 6$		-	-	-

ความแตกต่างทุกคู่ต่ำกว่าค่า $q_\alpha\sqrt{r \cdot MSE}$ จึงสรุปว่า ณ อุณหภูมิ 50° F output voltage ของแบตเตอรี่จากวัสดุทั้ง 3 ชนิด ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

1.3.2 **ที่อุณหภูมิ** 65°F

	t_1	t_2	t_3	
	2	5	6	$q_\alpha\sqrt{rMSE}$
2	-	3*	4*- - -	-1.62
5	-	-	1- - -	-1.54

สรุปว่าที่ระดับอุณหภูมิ 65°F output voltage ของแบตเตอรี่ไม่ต่างกันระหว่างการใช้วัสดุชนิดที่ 2 หรือ 3 แต่วัสดุชนิดที่ (1) ให้ output ต่างกับวัสดุชนิดที่ (2) และ (3)

1.3.3 **ที่อุณหภูมิ** 80°F

	t_1	t_2	t_3
	3	2	3
3	-	1	0
2	-	-	1

output voltage เมื่อใช้วัสดุทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับอุณหภูมิ 80°F

1.4 **จงทดสอบแนวโน้มของ** output voltage **ต่ออุณหภูมิ 3 ระดับ**

1) Ho : $\beta_1 = 0$, Ha : $\beta_1 \neq 0$,

$$F = \frac{MS(linear)}{MSE} = \frac{3.38}{0.07} = 48.3^*$$

2) Ho : $\beta_2 = 0$, Ha : $\beta_2 \neq 0$,

$$F = \frac{MS(quadratic)}{MSE} = \frac{0.14}{0.07} = 2 \text{ ns}$$

สรุปว่าแนวโน้มเป็นแบบ linear

2. **ถ้าทำการทดลองแบบ** 2^6 factorial **โดยทำเพียง** $\frac{1}{2}$ **ซ้ำ โดยมี** ABCDEF **เป็น** defining contrast **ข้อความต่อไปถูกหรือผิดอย่างไร จงอธิบาย**

2.1 two-factor interaction **ทุกอันจะเป็น** alias **กับ** four-factor interaction

AB = CDEF ข้อความนี้จึงถูกต้อง

AC = BDEF

⋮

EF = ABCD

2.2 Three-factor interaction **ทุกอันมี** two-factor interaction **เป็น** alias ผิด 3- factor เป็น alias กับ 3-factor เช่น ABC = DEF, ABD = CEF เป็นต้น

2.3 **เพื่อที่จะได้ค่าประมาณที่ดีของ** two-factor interactions **จะต้องมีข้อสมมุติหรือเงื่อนไขเกี่ยวกับ** four-factor interaction **ทั้งหลายว่า ต้องมีค่าน้อยมากจนสามารถตัดทิ้งไปได้ถูกต้อง** เพราะ 2-Factor และ 4-factor เป็น alias กัน นั่นคือต้องมีส่วนแบ่งใน 1 df ถ้าส่วนหนึ่งไม่มีนัยสำคัญ ส่วนที่เหลือก็เป็นของอิทธิพลที่เหลือ

ข้อสอบภาคฤดูร้อน/2525

1. **นักวิจัยผู้หนึ่งต้องการศึกษาผลกระทบของ AB โดยทั้ง 2 ปัจจัยเป็นเชิงปริมาณ ปริมาณของ A ที่เขาสนใจอยู่ในช่วง 100 - 400 หน่วย ปริมาณของ B ที่เขาสนใจอยู่ในช่วง 4-16 หน่วย เขาเชื่อว่าแนวโน้มของ A เป็นแบบโค้งกำลังสอง ส่วนแนวโน้มของ B เป็นแบบเชิงเส้น ถ้าเขาต้องการข้อมูลให้พอเพียงสำหรับสนับสนุนความเชื่อของเขา จากหน่วยทดลองซึ่งมีอยู่ 70 - 80 หน่วย**
จงเลือกและแสดง ระดับต่างๆ ของ A และ B และจำนวนซ้ำที่เหมาะสมกับงานทดลองนี้

factor A ต้องมีอย่างน้อย 3 ระดับ เพราะต้องการศึกษาถึงดีกรีที่ 2 factor B ต้องมีอย่างน้อย 2 ระดับ จะมี df = 1 สำหรับทดสอบ linear model

N = 70 - 80, ช่วงของ A = 100 - 400 หน่วย

ช่วงของ B = 4 - 16 หน่วย

ถ้าให้ A มี 4 ระดับ คือ 100, 200, 300, 400

B มี 3 ระดับ คือ 4, 10, 16

จะมี $t = ab = 4(3) = 12$, $r = 6$, $N = 12 \times 6 = 72$

2. **หากท่านได้รับเชิญให้วิเคราะห์งานทดลองหนึ่งซึ่งท่านมิได้ร่วมวางแผนด้วย ท่านจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการอย่างไร ?**

ต้องดูวิธีดำเนินการทดลองว่าจัดวิธีการให้หน่วยทดลองอย่างไร เพราะแต่ละแผนจะมีวิธีจัดต่างกัน เช่น CRD จะสุ่มวิธีการให้หน่วยทดลองทั้งหมดโดยแต่ละวิธีมี r_i ซ้ำ หรือสุ่มจากหน่วยทดลองทั้งหมดมาเพื่อรับแต่ละวิธี ๆ ละ r_i หน่วย ส่วน RCB จะสุ่มวิธีการให้หน่วยทดลองในแต่ละบล็อค และทำการสุ่มใหม่สำหรับบล็อคใหม่ ส่วน LS จะมี layout ที่ต่างจาก design อื่น คือทุกวิธีการจะปรากฏ 1 ครั้ง ในทุกแถวและทุก

คอลัมน์ ทุกแถวและคอลัมน์ทำหน้าที่เป็นบล็อคสมบูรณ์ ส่วน split-plot ต้องมีอย่างน้อย 2 factor และจัดใส่ 2 ครั้ง คือสุ่มระดับของ A ให้ main plot และสุ่มระดับต่าง ๆ ของ B ให้ subplot ซึ่งอยู่ในแต่ละ main plot เมื่อขึ้น main plot ใหม่ ต้องทำการสุ่มใหม่ สรุปแล้วหัวใจสำคัญของการวางแผนงานทดลองทุกแผนคือต้องจัดวิธีการแบบสุ่มให้กับหน่วยทดลอง มิฉะนั้นข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ไม่ได้

ข้อสอบภาค 1/2526

1. ในการเปรียบเทียบวิธีการสอนสถิติ 2 วิธี ในมหาวิทยาลัยหนึ่ง ได้แบ่งนักศึกษาที่ลงทะเบียน 100 คนแบบสุ่มเป็นกลุ่ม ๆ ละ 25 คนได้ข้อมูลสรุปดังนี้

วิธีสอน

ผู้สอน	บรรยาย	บรรยาย+ แบบฝึกหัด
A	n = 25 $\bar{y}$ = 71.3 s = 13.8	n = 25 $\bar{y}$ = 80.2 s = 12.1
B	n = 25 $\bar{y}$ = 73.8 s = 11.7	n = 25 $\bar{y}$ = 77.5 s = 14.1

SOV	df	MS
ผู้สอน	1	.0625
วิธีสอน	1	1008.1000
ผู้สอน× วิธีสอน	1	175.5600
Error	96	164.0000

1.1 จงเติมช่อง df ใน ANOVA ให้สมบูรณ์

1.2 จงเขียน model ของงานทดลองนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}; \quad i = 1, 2$$
$$j = 1, 2$$
$$k = 1, 2, \ldots, 25$$

1.3 ควรให้ผู้สอนและวิธีการสอนเป็นแบบกำหนดหรือแบบสุ่ม จงอธิบาย

ควรให้วิธีสอนเป็นแบบกำหนด เพราะเราสนใจอยู่ 2 วิธีคือ แบบบรรยายและแบบบรรยาย+ แบบฝึกหัด ส่วนผู้สอนก็เป็นแบบกำหนด คือกำหนดลงไปว่า A หรือ B เป็นผู้สอนประเภทใด เช่น จบปริญญา และไม่จบปริญญาตรี หรือเพศหญิงกับเพศชาย เป็นต้น

ข้อสอบภาค 1/2527

1. ในการศึกษาอิทธิพลของ alcohol (A) ต่อการบังคับเครื่องยนต์ โดยให้ผู้ทดลองดื่มในปริมาณต่างๆ กัน 4 ระดับ และมีทั้งผู้ทดลองเพศหญิง และชาย กลุ่มละ 24 คน บันทึกจำนวนครั้งที่บังคับเครื่องยนต์ผิดพลาดในเวลา 5 นาที มีข้อมูลสรุปดังนี้

	a_1 (control)	a_2	a_3	a_4
b_1 = หญิง	12	12	15	36
mean	2	2	2.5	6
b_2 = ชาย	18	21	24	24
mean	3	3.5	4	4

ANOVA

SOV	df	MS	E(MS)
A	3	15.25	$\sigma_\varepsilon^2+\frac{12}{3}\Sigma\alpha_i^2$
B	1	3.00	$\sigma_\varepsilon^2+24\Sigma\beta_j^2$
AB	3	8.50	$\sigma_\varepsilon^2+\frac{6}{3}\Sigma\Sigma(\alpha\beta)_{ij}^2$
Error	40	2.425	σ_ε^2

1.1 จงเติมช่อง df และ E(MS) ให้สมบูรณ์

1.2 ผู้ทดลองใช้ design อะไร มีอะไรเป็นวิธีการ มีกี่ซ้ำ และมีอะไรเป็น dependent หรือ response variable

ใช้ 4×2 factorial ใน CRD A = ระดับแอลกอฮอล์ มี 4 ระดับ B = เพศมี 2 ระดับ

$t = 4\times2 = 8$, $r = 48/8 = 6$

หน่วยทดลองคือ คน 1 คน dependent variable คือจำนวนครั้งความผิดพลาดใน 5 นาที

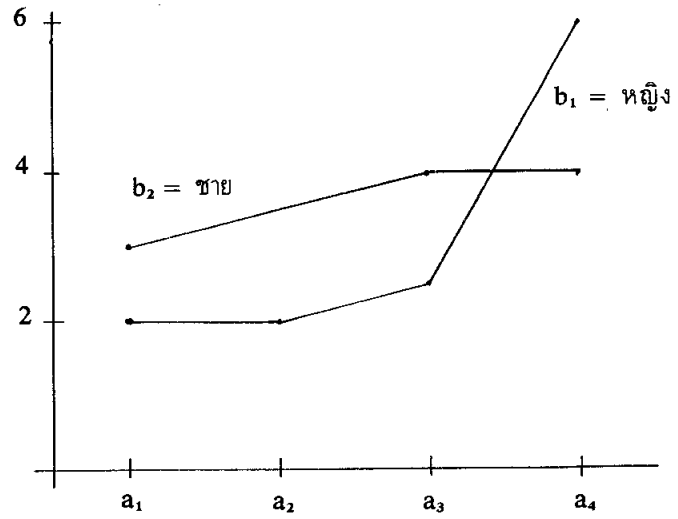
1.3 จงเขียนรูปแสดง simple effect ของ A ที่ b_1 และ b_2 จงทดสอบอิทธิพลร่วมกันของ A และ B

Ho : $(\alpha\beta)_{ij} = 0$, Ha : $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$

$i = 1, 2, 3, 4$; $j = 1, 2$

$$F = \frac{MS(AB)}{MSE} = \frac{8.5}{2.425} = 3.5^*$$

สรุปว่าเพศและระดับแอลกอฮอล์มีอิทธิพลร่วมกัน



1.4 ควรทดสอบอิทธิพลหลักไหม เพราะเหตุใด

ไม่ควรทดสอบอิทธิพลหลัก เนื่องจากผลการทดสอบใน 1.3 แสดงว่า A และ B ไม่เป็นอิสระกัน การอธิบายผลควรดูจาก simple effect ในรูปกราฟ จะเห็นว่าหญิงและชายมีพฤติกรรมต่างกัน ดังนี้ ณ ระดับต้นของ A คือ a_1, a_2, a_3 คือยังมีแอลกอฮอล์ไม่มากนัก ชายจะทำความผิดพลาดไม่ต่างกันมาก แต่หญิงจะทำความผิดพลาดสูงขึ้นมากที่ระดับ a_4 คือการควบคุมสติไม่ค่อยดีนัก

2. จากข้อ (1) ให้ a_1 = control, a_2 = มีแอลกอฮอล์ $\frac{1}{2}$ ออนซ์ a_3 = มีแอลกอฮอล์ผสม 1 ออนซ์ และ a_4 มีแอลกอฮอล์ผสม 2 ออนซ์

2.1 จงทดสอบความแตกต่างระหว่างหญิงกินเหล้าและไม่กินเหล้า

contrast	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\Sigma C_i\bar{X}_i$
	2	2	2.5	6	4.50
Q_1 : a_1 vs อื่นๆ	-3	1	1	1	

$$SS(Q_1) = \frac{r(\Sigma C_i\bar{X}_i)^2}{\Sigma C_i^2} = \frac{6(4.5)(4.5)}{12} = 10.125$$

Ho : $\mu_1 = (\mu_2+\mu_3+\mu_4)/3$, Ha : $\mu_1 \neq (\mu_2+\mu_3+\mu_4)/3$

$$F = \frac{10.125}{2.425} = 4.17^*$$ สรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 หญิงกินเหล้าระดับปานกลาง (1 ออนซ์) vs ระดับสูง (2 ออนซ์)

Contrast	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\Sigma C_i\bar{X}_i$
	2.5	6.0	
Q_2 : a_3 vs a_4	-1	1	3.5

$$SS(Q_2) = \frac{(\Sigma C_i\bar{X}_i)^2 r}{\Sigma C_i^2}$$

$$= \frac{(3.5)(3.5)(6)}{2} = 36.75$$

Ho : $\mu_3 = \mu_4$, Ha : $\mu_3 \neq \mu_4$

$$F = \frac{36.75}{2.425} = 15.15^*$$ สรุปว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญ

2.3 ชายกินเหล้า vs ไม่กินเหล้า

Contrast	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\Sigma C_i\bar{X}_i$
	3.0	3.5	4	4	
Q_3 : a_1 vs อื่น ๆ	-3	+1	+1	+1	2.5

$$SS(Q_3) = \frac{6(2.5)^2}{12} = 3.125$$

Ho : $\mu_1 = (\mu_2+\mu_3+\mu_4)/3$, Ha : $\mu_1 \neq (\mu_2+\mu_3+\mu_4)/3$

$$F = \frac{3.125}{2.425} = 1.3 \text{ ns}$$

สรุปว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

3. **ผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของการอ๊อกซิไดส์ของไนโตรเจนในเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันชนิดต่าง ๆ 4 ชนิดคือ A, B, C, D โดยมีรถสำหรับทดลอง 24 คัน พร้อมคนขับ**

3.1 ถ้าใช้ CRD หน่วยทดลองต้องมีลักษณะอย่างไร จงบอกวิธีการจัดวิธีการให้หน่วยทดลอง จำนวนหน่วยทดลองต่อวิธีการ จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด ตัวแปรตอบสนอง

รถทั้ง 24 คันต้องเป็นชนิดและรุ่นเดียวกัน ถ้าเป็นได้ควรใช้คนเดียวขับตลอด โดยให้รถมีเลขที่ 1,2,...,24 แล้วจับฉลากหรือใช้ตารางเลขสุ่ม สุ่มมาทีละ 6 คันเพื่อรับ

วิธีการ คือ น้ำมัน A, B, C, D ตามลำดับ

วิธีการ = น้ำมัน 4 ชนิด, t = 4 แต่ละวิธีการมี r = 6

หน่วยทดลอง = รถ 1 คัน, ตัวแปรตอบสนอง = อัตราการลดลงของการอ๊อกซิไดส์ของไนโตรเจนในเครื่องยนต์

3.2 คำถามเหมือน (3.1) แต่ใช้ RCB

มีวิธีการ 2 อย่างคือ

วิธีที่ 1 เลือกรถประเภท (ยี่ห้อ, รุ่น, อายุ) เดียวกันมา 6 กลุ่ม ๆ ละ 4 คัน กลุ่ม = บล็อค แล้วจัดวิธีการในแต่ละกลุ่มแบบสุ่ม

วิธีที่ 2 ใช้รถเพียง 6 คัน (คนขับ 6 คน) แต่ละคันใช้น้ำมันครบทั้ง 4 ชนิด ตามลำดับแบบสุ่ม วิธีนี้น่าจะมี error น้อยที่สุด เพราะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างรถและคนขับออกจาก SSE มาเป็น SS(รถ)

3.3 จงแสดง ANOVA ของ 3.1 และ 3.2

3.1 SOV	df	3.2 SOV	df
น้ำมัน	3	รถ	5
Error	20	น้ำมัน	3
		Error	15
	23		23

4. ถ้าผู้ทดลองจะใช้จัตุรัสลาตินขนาด 4×4 โดยมีคนขับเป็นแถว รถเป็นคอลัมน์ นั่นคือรถแต่ละคันจะได้รับน้ำมันทั้ง 4 ชนิด ตามลำดับของจัตุรัสลาติน แต่เนื่องจากจัตุรัสขนาด 4×4 มี df ของ error = 6 ซึ่งเขาคิดว่าน้อยเกินไป เขาจึงจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 จัตุรัส) โดยใช้รถ 4 คันเดิม แต่เปลี่ยนคนขับเมื่อขึ้นจัตุรัสใหม่ คือใช้คนขับ 4×3 = 12 คน จงแสดงการแบ่ง df โดยสมมุติว่า วิธีการ× จัตุรัส และคอลัมน์× จัตุรัส ไม่มีนัยสำคัญ

SOV	df
จัตุรัส	2
รถ	3
คนขับ	9
น้ำมัน	3
pooled error	30
	47

และถ้าสมมุติว่าใช้คนขับเพียง 4 คนเดิมทั้ง 3 ครั้ง และใช้รถคันเดิมทั้ง 3 ครั้งใช้น้ำมัน A, B, C, D แต่มีการจัดสุ่มใหม่เมื่อขึ้นจัตุรัสใหม่ จงแสดงการแบ่ง df

SOV	df
จัตุรัส	2
รถ	3
น้ำมัน	3
คนขับ	3
pooled error	36
	47

ข้อสอบภาค 2/2527

การทดลองเปรียบเทียบความทนทานของผ้าฝ้าย ซึ่งผสมด้วยใยสังเคราะห์ ในระดับต่างๆ กัน 5 ระดับคือ 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ได้ค่าเฉลี่ยจากผ้าที่สุ่มมาทดลองกลุ่มละ 5 ผืน เมื่อทดสอบด้วยวิธีของ Duncan's ได้ผลดังนี้

$\bar{y}_1$	$\bar{y}_5$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_3$	$\bar{y}_4$
9.8	10.8	15.4	17.6	21.6

และมี ANOVA ดังนี้

SOV	df	MS	F	
เปอร์เซ็นต์เส้นใย	(4)	118.94	14.76	$f_{.05}^{(4, 20)} = 2.87$
Linear	1	33.64	4.17	$f_{.05}^{(1, 20)} = 4.35$
Quadratic	1	343.21	42.58	$f_{.01}^{(1, 20)} = 8.10$
Cubic	1	64.94	8.06	$f_{.01}^{(4, 20)} = 4.43$
Quartic	1	33.95	4.21	
Experimental error	20	8.06		

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เส้นใยทั้ง 5 ขนาด ให้ความทนทานเหมือนกันหรือไม่?

   Ho : $\tau_i = 0$, Ha : $\tau_i \neq 0$, i = 1, 2,...,5

   F = 118.94/8.06 = 14.76** สรุปว่าเส้นใยทั้ง 5 ให้ความทนทานไม่เท่ากันทั้งหมด

2. **เส้นใยแบบใดให้ความทนทานสูงที่สุด**

จากการทดสอบด้วยวิธีของ Duncan พบว่าเส้นใย 30% ให้ความทนทานสูงที่สุด

3. **เส้นใยสังเคราะห์ 15% และ 35% ให้ความทนทานต่างกันไหม?**

$\bar{y}_1$ และ $\bar{y}_5$ อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน นั่นคือแบบ 15% และ 35% ให้ความทนทานไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. **เส้นใยสังเคราะห์ 25% และ 35% ให้ความทนทานต่างกันไหม**

แตกต่างกันเพราะ $\bar{y}_3$ และ $\bar{y}_5$ ไม่อยู่บนเส้นเดียวกัน

5. **แนวโน้มของความทนทานเมื่อใช้เปอร์เซ็นต์เส้นใยต่าง ๆ เป็นแบบเส้นตรงไหม?**

Ho : $\beta_1 = 0$, Ha : $\beta_1 \neq 0$,

$$F = \frac{MS(linear)}{MSE} = 4.17 \text{ ns}$$

แนวโน้มไม่เป็นแบบเส้นตรง

6. **แนวโน้มของความทนทานเป็นแบบใด ?** ($\alpha = .05$)

Ho : $\beta_2 = 0$, Ha : $\beta_2 \neq 0$,

$$F = \frac{MS(quad)}{MSE} = 42.58^*$$

แนวโน้มเป็นแบบโค้งกำลังสอง (quadratic)

Ho : $\beta_3 = 0$, Ha : $\beta_3 \neq 0$,

$$F = MS(cubic)/MSE = 8.06^*$$

แนวโน้มเป็นแบบ cubic นั่นคือทั้งเส้นโค้งกำลังสองและกำลังสามจะ fit ข้อมูลได้ แต่โค้งกำลังสามจะ fit ข้อมูลได้ดีที่สุด