

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

สรุปว่าผลงานของคนงานในระหว่าง job ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน

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

$$\begin{aligned} \sigma_d^2 &= 1 \\ \sigma_s^2 &= \frac{10}{5} = 2 \\ \sigma_\epsilon^2 &= \frac{31-11}{10} = 2 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{MSE}' &= \sigma_d^2 + 3\sigma_s^2 + 6\sigma_\epsilon^2 \\ &= 1 + (3)(2) + (6)(2) = 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{v}(\bar{y}'_{i...}) &= \text{MSE}'/r's'd' \\ &= 19/(3)(2)(3) = 19/18 \end{aligned}$$

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

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

$$SS(\text{linear}) = 3.38$$

$$SS(\text{quadratic}) = 0.14$$

		50°	65°	80°	
วัสดุ	1	5	2	3	10
	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
$q_{.05} \sqrt{r \cdot \text{MSE}}$	1.54	1.62
$q_{.05} \sqrt{\text{MSE}/r}$	0.38	0.40

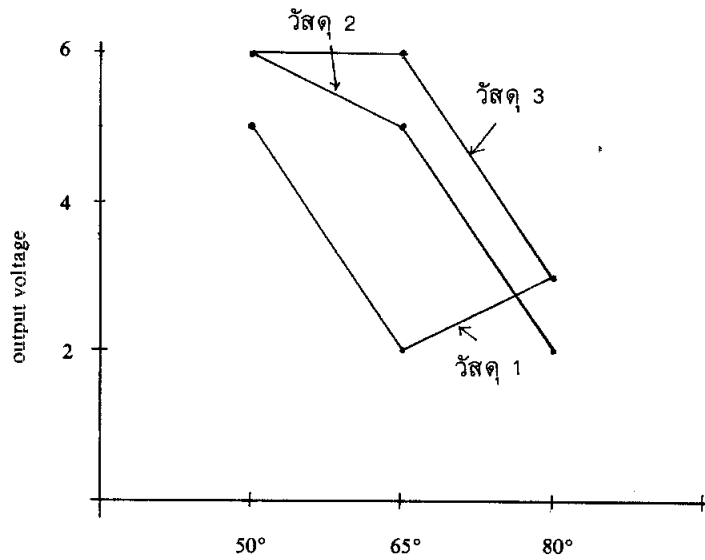
1.1 จงทดสอบอิทธิพลร่วมกันของวัสดุและอุณหภูมิ

$$H_0 : (\alpha\beta)_{ij} = 0, H_a : (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$$

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

สรุปว่าอุณหภูมิและวัสดุมีอิทธิพลร่วมกัน

1.2 ตามหลักการวางแผนงานทดลอง ถ้าพบว่าอิทธิพลร่วมกันมีนัยสำคัญ จะต้องวิเคราะห์อิทธิพลของ simple effect 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 จำแนกตามอุณหภูมิต่างๆ

1.3.1 ณ อุณหภูมิ 50° F จงเปรียบเทียบ output เมื่อใช้วัสดุต่างๆ

	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) $H_0 : \beta_1 = 0, H_a : \beta_1 \neq 0,$

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

2) $H_0 : \beta_2 = 0, H_a : \beta_2 \neq 0,$

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

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

$AC = BDEF$

\vdots

$EF = ABCD$

2.2 Three-factor interaction ทุกอันมี two-factor interaction เป็น alias

ผัด 3-factor เป็น alias กับ 3-factor เช่น $ABC = DEF$, $ABD = CEF$ เป็นต้น

2.3 เพื่อที่จะได้ค่าประมาณที่ดีของ two-factor interactions จะต้องมีข้อสมมุติหรือเงื่อนไขเกี่ยวกับ four-factor interaction ทั้งหมดว่า 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 จะสุ่มวิธีการให้หน่วยทดลองในแต่ละบล็อก และทำการสุ่มใหม่สำหรับบล็อกใหม่ ส่วน LS จะมี layout ที่ต่างจาก design อื่น คือทุกวิธีการจะปรากฏ 1 ครั้ง ในทุกแถวและทุก

คอลัมน์ ทุกแถวและคอลัมน์ทำหน้าที่เป็นบล็อกสมบูรณ์ 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

- ในการเปรียบเทียบวิธีการสอนสถิติ 2 วิธี ในมหาวิทยาลัยหนึ่ง ได้แบ่งนักศึกษาที่ลงทะเบียน 100 คนแบบสุ่มเป็นกลุ่มๆ ละ 25 คนได้ข้อมูลสรุปดังนี้

วิธีสอน

		บรรยาย	บรรยาย+ แบบฝึกหัด
ผู้สอน	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

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}; \quad i = 1, 2$$

$$j = 1, 2$$

$$k = 1, 2, \dots, 25$$

- 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	a ₂	a ₃	a ₄
(control)				
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	$\sigma_{\epsilon}^2 + \frac{12}{3} \sum \alpha_i^2$
B	1	3.00	$\sigma_{\epsilon}^2 + 24 \sum \beta_j^2$
AB	3	8.50	$\sigma_{\epsilon}^2 + \frac{6}{3} \sum (\alpha\beta)_{ij}^2$
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 = 4×2 = 8, r = 48/8 = 6

หน่วยทดลองคือคน 1 คน dependent variable คือจำนวนครั้งความผิดพลาดใน 5 นาที

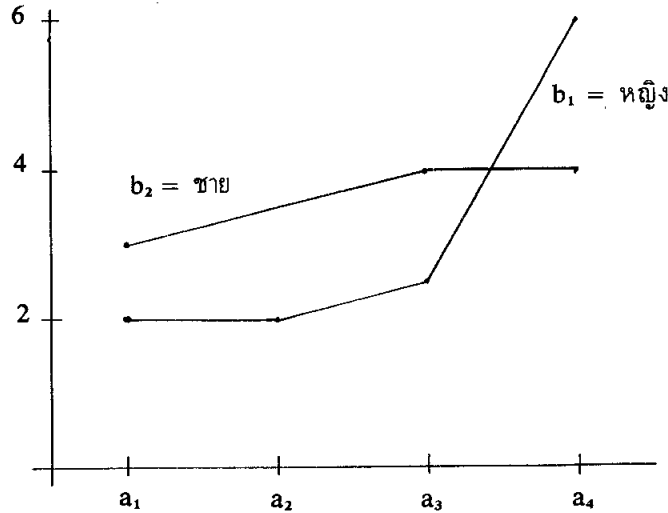
1.3 จงเขียนรูปแสดง simple effect ของ A ที่ b₁ และ b₂ จงทดสอบอิทธิพลร่วมกันของ A และ B

$$H_0 : (\alpha\beta)_{ij} = 0, H_a : (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$$

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

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

สรุปว่าเพศและระดับแอลกอฮอล์มีอิทธิพลร่วมกัน



1.4 การทดสอบอิทธิพลหลักใหม่ 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

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

2.1 จงทดสอบความแตกต่างระหว่างหญิงกินเหล้าและไม่กินเหล้า

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

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

$$H_0 : \mu_1 = (\mu_2 + \mu_3 + \mu_4)/3, \quad H_a : \mu_1 \neq (\mu_2 + \mu_3 + \mu_4)/3$$

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

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

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

$$\begin{aligned} SS(Q_2) &= \frac{(\Sigma C_i \bar{X}_i)^2 r}{\Sigma C_i^2} \\ &= \frac{(3.5)(3.5)(6)}{2} = 36.75 \end{aligned}$$

$$H_0 : \mu_3 = \mu_4, \quad H_a : \mu_3 \neq \mu_4$$

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

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	
$Q_3 : a_1 \text{ vs อื่น ๆ}$	-3	+1	+1	+1	2.5

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

$$H_0 : \mu_1 = (\mu_2 + \mu_3 + \mu_4)/3, \quad H_a : \mu_1 \neq (\mu_2 + \mu_3 + \mu_4)/3$$

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

สรุปว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

3. ผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของการออกซิไดส์ของไนโตรเจนในเครื่องยนต์เมื่อนำน้ำมันชนิดต่างๆ 4 ชนิดคือ A, B, C, D โดยมีรถสำหรับทดลอง 24 คัน พร้อมคนขับ

3.1 ถ้าใช้ CRD หน่วยทดลองต้องมีลักษณะอย่างไร จงบอกวิธีการจัด วิธีการให้หน่วยทดลองจำนวนหน่วยทดลองต่อวิธีการ จำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด ตัวแปรตอบสนองรถทั้ง 24 คันต้องเป็นชนิดและรุ่นเดียวกัน ถ้าเป็นได้ควรใช้คนเดียวขับตลอด โดยให้รหัสเลขที่ 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 = อัตราการลดลงของการอ็อกซีไดส์ของไนโตรเจนในเครื่องยนต์

3.2 คำถามเหมือน (3.1) แต่ใช้ RCB

มีวิธีการ 2 อย่างคือ

วิธีที่ 1 เลือกประเภท (ยี่ห้อ, รุ่น, อายุ) เดียวกันมา 6 กลุ่มๆ ละ 4 คัน กลุ่ม = บล็อก 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	<u>20</u>	น้ำมัน	3
		Error	<u>15</u>
	<u>23</u>		<u>23</u>

4. ถ้าผู้ทดลองจะใช้จัตุรัสลาตินขนาด 4×4 โดยมีคนขับเป็นแถว รถเป็นคอลัมน์ นั่นคือรถแต่ละคันจะได้รับน้ำมันทั้ง 4 ชนิด ตามลำดับของจัตุรัสลาติน แต่เนื่องจากจัตุรัสขนาด 4×4 มี df ของ error = 8 ซึ่งเขาคิดว่าน้อยเกินไป เขาก็จะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 จัตุรัส) โดยให้รถ 4 คันเดิม แต่เปลี่ยนคนขับเมื่อขึ้นจัตุรัสใหม่ คือใช้คนขับ $4 \times 3 = 12$ คน จงแสดงการแบ่ง df โดยสมมุติว่า วิธีการ \times จัตุรัส และคอลัมน์ \times จัตุรัส ไม่มีนัยสำคัญ

SOV	df
จัตุรัส	2
รถ	3
คนขับ	9
น้ำมัน	3
pooled error	<u>30</u>
	<u>47</u>

และถ้าสมมุติว่าใช้คนขับเพียง 4 คนเดิมทั้ง 3 ครั้ง และใช้รถคันเดิมทั้ง 3 ครั้งใช้น้ำมัน A, B, C, D แต่มีการจัดสุ่มใหม่เมื่อขึ้นจัดรถใหม่ จึงแสดงการแบ่ง df

SOV	df
จัดรถ	2
รถ	3
น้ำมัน	3
คนขับ	3
pooled error	36
	<u>47</u>

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

และมี ANOVA ดังนี้

SOV	df	MS	F
เปอร์เซ็นต์เส้นใย	(4)	118.94	14.76
Linear	1	33.64	4.17
Quadratic	1	343.21	42.58
Cubic	1	64.94	8.06
Quartic	1	33.95	4.21
Experimental error	20	8.06	

$$f_{.05}^{(4, 20)} = 2.87$$

$$f_{.05}^{(1, 20)} = 4.35$$

$$f_{.01}^{(1, 20)} = 8.10$$

$$f_{.01}^{(4, 20)} = 4.43$$

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เส้นใยทั้ง 5 ขนาด ให้ความทนทานเหมือนกันหรือไม่?

$$H_0: \tau_i = 0, H_a: \tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, 5$$

$$F = 118.94/8.06 = 14.76^{**} \text{ สรุปว่าเส้นใยทั้ง 5 ให้ความทนทานไม่เท่ากันทั้งหมด}$$

2. เส้นใยแบบใดให้ความทนทานสูงที่สุด

จากการทดสอบด้วยวิธีของ Duncan พบว่าเส้นใย 30% ให้ความทนทานสูงที่สุด

3. เส้นใยสังเคราะห์ 15% และ 35% ให้ความทนทานต่างกันไหม?

\bar{y}_1 และ \bar{y}_2 อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน นั่นคือแบบ 15% และ 35% ให้ความทนทานไม่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

4. เส้นใยสังเคราะห์ 25% และ 35% ให้ความทนทานต่างกันไหม

แตกต่างกันเพราะ \bar{y}_3 และ \bar{y}_2 ไม่อยู่บนเส้นเดียวกัน

5. แนวโน้มของความทนทานเมื่อใช้เปอร์เซ็นต์เส้นใยต่างๆ เป็นแบบเส้นตรงไหม?

$H_0 : \beta_1 = 0, H_a : \beta_1 \neq 0,$

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

แนวโน้มไม่เป็นแบบเส้นตรง

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

$H_0 : \beta_2 = 0, H_a : \beta_2 \neq 0,$

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

แนวโน้มเป็นแบบโค้งกำลังสอง (quadratic)

$H_0 : \beta_3 = 0, H_a : \beta_3 \neq 0,$

$$F = MS(\text{cubic})/MSE = 8.06^*$$

แนวโน้มเป็นแบบ cubic นั่นคือทั้งเส้นโค้งกำลังสองและกำลังสามจะ fit ข้อมูลได้ แต่โค้งกำลังสามจะ fit ข้อมูลได้ดีที่สุด