

## การทดลองแฟคทอเรียลใน RCBD กรณี 2 ปัจจัย

อภิศิ แซ่ถิ่ม

## ลักษณะข้อมูลของการทดลองแฟคทอเรียลใน RCBD กรณี 2 ปัจจัย

A	บล็อก	B			ผลรวม	ผลรวมของ A
		$b_1$	$b_2$	$b_3$		
$a_1$	1	$y_{111}$	$y_{121}$	$y_{131}$	$T_{1.1}$	
	2	$y_{112}$	$y_{122}$	$y_{132}$	$T_{1.2}$	
	3	$y_{113}$	$y_{123}$	$y_{133}$	$T_{1.3}$	
ผลรวม		$T_{.1.}$	$T_{.2.}$	$T_{.3.}$	$T_{.1.}$	$T_{.}$
$a_2$	1	$y_{211}$	$y_{221}$	$y_{231}$	$T_{2.1}$	
	2	$y_{212}$	$y_{222}$	$y_{232}$	$T_{2.2}$	
	3	$y_{213}$	$y_{223}$	$y_{233}$	$T_{2.3}$	
ผลรวม		$T_{2.1}$	$T_{2.2}$	$T_{2.3}$	$T_{2.}$	$T_{2.}$
ผลรวมของ B		$T_{.1.}$	$T_{.2.}$	$T_{.3.}$		$T_{.}$

## ตัวแบบของการทดลองแฟคทอเรียลใน RCBD กรณี 2 ปัจจัย

- ตัวแบบ

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

- เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, a$   
 $j = 1, 2, 3, \dots, b$   
 $k = 1, 2, 3, \dots, r$

## ตัวแบบของการทดลองแฟคทอเรียลใน RCBD กรณี 2 ปัจจัย

- โดย

$y_{ijk}$  คือ ค่าสังเกตในปัจจัย A ระดับที่  $i$  ปัจจัย B ระดับที่  $j$  บล็อกที่  $k$   
 $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยรวม  
 $\alpha_i$  คือ อิทธิพลในระดับที่  $i$  ของปัจจัย A  
 $\beta_j$  คือ อิทธิพลในระดับที่  $j$  ของปัจจัย B  
 $\tau_k$  คือ อิทธิพลในบล็อกที่  $k$   
 $(\alpha\beta)_{ij}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และปัจจัย B  
 $\varepsilon_{ijk}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

### การตั้งสมมติฐาน

#### 1) บ้างัย A

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับบ้างัย A แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: \alpha_i = 0$  (ไม่มีอิทธิพลของบ้างัย A ต่อค่าสังเกต)

$H_1: \alpha_i \neq 0$  (มีอิทธิพลของบ้างัย A ต่อค่าสังเกต)

#### 2) บ้างัย B

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_j$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับบ้างัย B แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: \beta_j = 0$  (ไม่มีอิทธิพลของบ้างัย B ต่อค่าสังเกต)

$H_1: \beta_j \neq 0$  (มีอิทธิพลของบ้างัย B ต่อค่าสังเกต)

### การตั้งสมมติฐาน

#### 3) บล็อก

$$\text{หรือ } H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของบล็อกแตกต่างกัน

$H_0: \tau_k = 0$  สำหรับทุกค่าของ k (ไม่มีอิทธิพลของบล็อกต่อค่าสังเกต)

$H_1: \tau_k \neq 0$  สำหรับ k อย่างน้อย 1 ค่า (มีอิทธิพลของบล็อกต่อค่าสังเกต)

#### 4) บ้างัยร่วมระหว่าง A และ B

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \dots = \mu_{ij}$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับบ้างัยร่วม A B แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$  (ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างบ้างัย A และ B ต่อค่าสังเกต)

$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$  (มีอิทธิพลร่วมระหว่างบ้างัย A และ B ต่อค่าสังเกต)

### การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- ผลรวมกำลังสองหรือความผันแปรสามารถเขียนในรูปสมการ คือ

$$SST = SSTr + SSR + SSE \quad \text{เมื่อ} \quad SSTr = SSA + SSB + SSAB$$

โดยที่ SST คือ ความผันแปรของค่าสังเกตทั้งหมด

SSTr คือ ความผันแปรระหว่างทริทเมนต์

SSA คือ ความผันแปรของบ้างัย A

SSB คือ ความผันแปรบ้างัย B

SSR คือ ความผันแปรบล็อก

SSAB คือ ความผันแปรร่วมระหว่างบ้างัย A และบ้างัย B

SSE คือ ความผันแปรของการทดลอง

### การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- Correction term (CT) =  $\frac{T^2}{n}$
- SST =  $\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r y_{ijk}^2 - CT$
- SSTr =  $\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{T_{ij}^2}{r} - CT$
- SSA =  $\sum_{i=1}^a \frac{T_{i.}^2}{br} - CT$
- SSB =  $\sum_{j=1}^b \frac{T_{.j}^2}{ar} - CT$

## การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- $SSR = \sum_{k=1}^r \frac{T_{.k}^2}{ab} - CT$
- $SSAB = SSTr - SSA - SSB$
- $SSE = SST - SSTr - SSR$

## ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

S.O.V.	df	S.S.	M.S.	F
ทริจามেন্ট	$ab - 1$	SSTr		
ปัจจัย A	$a - 1$	SSA	MSA	$F_A = \frac{MSA}{MSE}$
ปัจจัย B	$b - 1$	SSB	MSB	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$
บล็อค	$r - 1$	SSR	MSR	$F_R = \frac{MSR}{MSE}$
อิทธิพลร่วม AB	$(a - 1)(b - 1)$	SSAB	MSAB	$F_{AB} = \frac{MSAB}{MSE}$
Total	$abr - 1$	SST	Total	

## การตัดสินใจ

- ปัจจัย A ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_A \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_A < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = a - 1, V_2 = ab(r - 1)$
- ปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_B \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_B < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = b - 1, V_2 = ab(r - 1)$
- บล็อค ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_R \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_R < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = r - 1, V_2 = ab(r - 1)$
- อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ B  
ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AB} \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_{AB} < F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
เมื่อ  $V_1 = (a - 1)(b - 1), V_2 = ab(r - 1)$

## การสรุปผล

- ปัจจัย A
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ปัจจัย A อย่างน้อย 2 ระดับ
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A ไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ได้รับปัจจัย A ในแต่ละระดับ
- ปัจจัย B
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ปัจจัย B อย่างน้อย 2 ระดับ
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B ไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตที่ได้รับปัจจัย B ในแต่ละระดับ

## การสรุปผล

- บล็อก
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : บล็อกมีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตในบล็อกอย่างน้อย 2 บล็อก
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : บล็อกไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตในแต่ละบล็อก
- อิทธิพลร่วม A และ B
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : บังคับ A และ B มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : บังคับ A และ B ไม่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต

## ตัวอย่าง

- การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของโก (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) จากการศึกษาเลี้ยงด้วยหญ้าต่างกัน 3 ชนิด คือ หญ้ารูซี่ หญ้าเนเปียร์ และหญ้าสตาโร และอัตราการแทะเล็มต่างกัน 3 อัตรา คือ ที่ 1 2 และ 3 ไร่ต่อตัว ทำการทดลองแบบ  $3 \times 3$  แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก โดยจัดให้พื้นที่คอมบินชันละ 3 บล็อก ผลการทดลองดังตาราง

## ตัวอย่าง

หญ้า (A)	บล็อก	อัตราการแทะเล็ม (B)		
		1 ไร่ต่อตัว ( $b_1$ )	2 ไร่ต่อตัว ( $b_2$ )	3 ไร่ต่อตัว ( $b_3$ )
หญ้ารูซี่ ( $a_1$ )	1	0.32	0.40	0.51
	2	0.28	0.38	0.53
	3	0.25	0.43	0.49
หญ้าเนเปียร์ ( $a_2$ )	1	0.26	0.44	0.53
	2	0.29	0.41	0.50
	3	0.30	0.39	0.52
หญ้าสตาโร ( $a_3$ )	1	0.31	0.38	0.52
	2	0.27	0.42	0.54
	3	0.33	0.45	0.51

## ตั้งสมมติฐาน

ปัจจัย A

$$H_0: \alpha_i = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } i$$

$$H_1: \alpha_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัย B

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } j$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ สำหรับ } j \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัยร่วมระหว่าง A และ B

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } ij$$

$$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \text{ สำหรับ } ij \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

บล็อก

$$H_0: \tau_k = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } k$$

$$H_1: \tau_k \neq 0 \text{ สำหรับ } k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

หญ้า (A)	บดค	อัตราการผลิต (B)			T <sub>jk</sub>	T <sub>..</sub>
		1 ไร่ต่อตัว (b <sub>1</sub> )	2 ไร่ต่อตัว (b <sub>2</sub> )	3 ไร่ต่อตัว (b <sub>3</sub> )		
หญ้ารูซี่ (a <sub>1</sub> )	1	0.32	0.40	0.51	1.23	
	2	0.28	0.38	0.53	1.19	
	3	0.25	0.43	0.49	1.17	
T <sub>1.</sub>		0.85	1.21	1.53	3.59	3.59
หญ้านมبير (a <sub>2</sub> )	1	0.26	0.44	0.53	1.23	
	2	0.29	0.41	0.50	1.2	
	3	0.30	0.39	0.52	1.21	
T <sub>2.</sub>		0.85	1.24	1.55	3.64	3.64
หญ้าฮาร์ (a <sub>3</sub> )	1	0.31	0.38	0.52	1.21	
	2	0.27	0.42	0.54	1.23	
	3	0.33	0.45	0.51	1.29	
T <sub>3.</sub>		0.91	1.25	1.57	3.73	3.73
T <sub>..</sub>		2.61	3.70	4.65	10.96	10.96 (T <sub>..</sub> )

$T_{..1} = 3.67$        $T_{..2} = 3.62$        $T_{..3} = 3.67$

### คำนวณผลรวมกำลังสอง

$$\begin{aligned}
 CT &= \frac{T_{..}^2}{abr} = \frac{10.96^2}{3 \times 3 \times 3} = 4.4489 \\
 SST &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r y_{ijk}^2 - \frac{T_{..}^2}{abr} \\
 &= 0.32^2 + 0.40^2 + 0.51^2 + \dots + 0.51^2 - 4.4489 \\
 &= 0.244 \\
 SSTr &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{T_{ij.}^2}{r} - CT \\
 &= \frac{0.85^2}{3} + \frac{1.21^2}{3} + \frac{1.53^2}{3} + \dots + \frac{1.57^2}{3} - 4.4489 \\
 &= 0.2329
 \end{aligned}$$

### คำนวณผลรวมกำลังสอง

$$\begin{aligned}
 SSA &= \sum_{i=1}^a \frac{T_{i.}^2}{br} - CT \\
 &= \frac{3.59^2}{3 \times 3} + \frac{3.64^2}{3 \times 3} + \frac{3.73^2}{3 \times 3} - 4.4489 \\
 &= 0.0011 \\
 SSB &= \sum_{j=1}^b \frac{T_{.j}^2}{ar} - CT \\
 &= \frac{2.61^2}{3 \times 3} + \frac{3.70^2}{3 \times 3} + \frac{4.65^2}{3 \times 3} - 4.4489 \\
 &= 0.2316 \\
 SSAB &= SSTr - SSA - SSB \\
 &= 0.2329 - 0.0011 - 0.2316 \\
 &= 0.0002
 \end{aligned}$$

### คำนวณผลรวมกำลังสอง

$$\begin{aligned}
 SSR &= \sum_{k=1}^r \frac{T_{.k}^2}{ab} - CT \\
 &= \frac{3.67^2}{3 \times 3} + \frac{3.62^2}{3 \times 3} + \frac{3.67^2}{3 \times 3} - 4.4489 \\
 &= 0.0002 \\
 SSE &= SST - SSTr - SSR \\
 &= 0.244 - 0.2329 - 0.0002 \\
 &= 0.0109
 \end{aligned}$$

## ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	F
ทรี ทเมนต์	8	0.2329		
ปัจจัย A	2	0.0011	0.0006	0.76
ปัจจัย B	2	0.2316	0.1158	157.68
อิทธิพลร่วม AB	4	0.0002	0.00006	0.13
บล็อค	2	0.0002	0.00006	0.08
ความคลาดเคลื่อน	16	0.0109	0.0007	
Total	26	0.2440		

## เกณฑ์การตัดสินใจ

ปัจจัย A ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_A > F_{.05(2,16)}$   
 $0.76 < 3.63$  ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \alpha_i = 0$

ปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_B > F_{.05(2,16)}$   
 $157.68 > 3.63$  ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \beta_j = 0$

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AB} > F_{.05(4,16)}$   
 $0.13 < 3.01$  ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \alpha\beta_{ij} = 0$

บล็อค ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_R > F_{.05(2,16)}$   
 $0.08 < 3.63$  ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \tau_k = 0$

## สรุปผล

- อัตราการทะลุเสริมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของโค หรือ ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของโคมีความแตกต่างกันตามอัตราการทะลุเสริมอย่างน้อย 1 คู่

## แบบฝึกหัด

- เก็บตัวอย่างดิน จากแนวเส้นชั้นความสูง 3 แบบ คือ ที่สูง (Top) ที่ลาด (Slope) และที่ต่ำ (Depression) และจากความลึก 4 ระดับ คือ 0-10 ซม. 10-30 ซม. 30-60 ซม. และ 60-90 ซม. แบ่งพื้นที่เป็น 4 บล็อค ทำการวัดปริมาณฟอสเฟตในตัวอย่างดิน ผลเป็นดังตาราง
- จงทดสอบว่าเส้นชั้นความสูง และความลึก และบล็อค มีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสเฟตในดินหรือไม่

Contour	Depth	Block	P	Contour	Depth	Block	P
Depression	0-10	1	445	Slope	30-60	1	98
Depression	0-10	2	380	Slope	30-60	2	115
Depression	0-10	3	259	Slope	30-60	3	148
Depression	0-10	4	248	Slope	30-60	4	97
Depression	10-30	1	276	Slope	60-90	1	108
Depression	10-30	2	158	Slope	60-90	2	103
Depression	10-30	3	121	Slope	60-90	3	109
Depression	10-30	4	195	Slope	60-90	4	100
Depression	30-60	1	148	Top	0-10	1	215
Depression	30-60	2	115	Top	0-10	2	208
Depression	30-60	3	82	Top	0-10	3	300
Depression	30-60	4	152	Top	0-10	4	248
Depression	60-90	1	105	Top	10-30	1	174
Depression	60-90	2	100	Top	10-30	2	129
Depression	60-90	3	97	Top	10-30	3	117
Depression	60-90	4	130	Top	10-30	4	170
Slope	0-10	1	261	Top	30-60	1	121
Slope	0-10	2	300	Top	30-60	2	115
Slope	0-10	3	242	Top	30-60	3	112
Slope	0-10	4	229	Top	30-60	4	117
Slope	10-30	1	156	Top	60-90	1	127
Slope	10-30	2	139	Top	60-90	2	91
Slope	10-30	3	214	Top	60-90	3	91
Slope	10-30	4	132	Top	60-90	4	79