

การวิเคราะห์แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก

ยุทธ ไกยวรรณ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

E-mail: dr.yuth_go@hotmail.com

Received: May 23, 2022

Revised: Sep 14, 2022

Accepted: Dec 21, 2022

บทคัดย่อ

ในการทดลองที่มีหน่วยทดลองมีความแตกต่างกันมาก การทดลองจะแบ่งหน่วยทดลองออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความคล้ายคลึงหรือความเหมือนกันของหน่วยทดลอง หน่วยทดลองที่เหมือนกันจะจัดไว้ในกลุ่มเดียวกันและจัดหน่วยทดลองที่ต่างกันไปคนละกลุ่มแต่ละกลุ่มเรียกว่า บล็อกหรือกล่าวอีกนัยก็คือ หน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันจะมีความสม่ำเสมอ ในแต่ละ ทรีตเมนต์จะมีจำนวนซ้ำเท่ากันและแต่ละทรีตเมนต์จะมีจำนวนซ้ำเท่ากับจำนวนบล็อก ซ้ำก็คือบล็อกและแต่ละซ้ำหรือบล็อกจะมีครบทุกทรีตเมนต์และแต่ละทรีตเมนต์จะปรากฏในทุกบล็อก การจัดทรีตเมนต์ใส่บล็อกด้วยวิธีสุ่มจึงเรียกการทดลองนี้ว่า แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นแบบสองทาง โดยที่การวิเคราะห์การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกจะวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระดับของปัจจัยและเปรียบเทียบกันระหว่างสถานะควบคุมหรือบล็อกเท่านั้น ไม่มีการวิเคราะห์อิทธิพลร่วม

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ แผนแบบ การทดลอง สุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก

Analysis of a Randomized Complete Block Design: RCBD

Yuth Kaiyawan

Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok

E-mail: dr.yuth_go@hotmail.com

Received: May 23, 2022

Revised: Sep 14, 2022

Accepted: Dec 21, 2022

Abstract

In experiments with experimental units, there are very different. Experiments are divided into groups based on the similarity or similarity of the experimental units. Identical experimental units are organized into the same group and different experimental units are organized into different groups, each called a block, or in other words, experimental units within the same block are consistent. Each treatment has the same number of iterations and each treatment has the same number of repeats as the number of blocks. Repeat is a block, and each repeat or block will have all the treatments and each treatment will appear in every block. The variance analysis is two-way, whereby the analysis of complete randomized trials within the block is analyzed to compare the levels of factors and compare them only between controlled conditions or blocks. There is not analysis of interaction influence.

Keywords: Analysis, Plan, experiment, Randomized Complete Block Design

บทนำ

ในการทดลองตามแผนแบบการทดลองแบบ RCBD นั้น จะจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อก (Blocks) กำหนดทรีตเมนต์ให้แต่ละบล็อกด้วยวิธีสุ่ม แต่ละบล็อกจะมีครบทุกทรีตเมนต์ (Treatment) หรือแต่ละทรีตเมนต์จะมีอยู่ในทุกบล็อกเช่นเดียวกัน เนื่องจากการทดลองแบบ RCBD เป็นการทดลองที่จัดเป็นบล็อกตามสาเหตุของความผันแปร หรือนำความผันแปรมาจัดเป็นบล็อกหรือเป็นกลุ่มและความผันแปรที่พบจะต้องเป็นความผันแปรเพียงสาเหตุเดียวหรือปัจจัยเดียวเท่านั้น การจัดบล็อกหรือจัดกลุ่มของ RCBD จึงเป็นการจัดกลุ่มในทิศทางเดียว (One Directional Grouping)[1] เช่น ถ้าช่วงระยะเวลาเป็นสาเหตุของความผันแปรจะใช้ช่วงระยะเวลาเป็นบล็อกหรือผู้ทดลองสนใจประสิทธิภาพของน้ำมันเครื่องรถยนต์ 3 สูตรและคิด

ว่าประเภทเครื่องยนต์ (ดีเซลและเบนซิน) เป็นสาเหตุของความผันแปรจึงกำหนดประเภทของเครื่องยนต์เป็นบล็อก

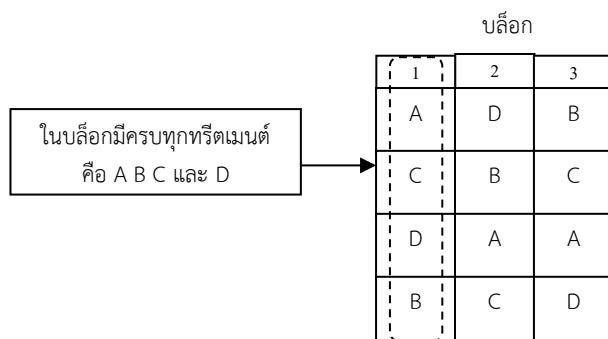
ส่วนเนื้อหา

1. วิธีการสุ่มในแผนการทดลองแบบ RCBD

1) จัดบล็อกตามลักษณะความคล้ายคลึงกันของหน่วยทดลอง

2) หน่วยทดลองในแต่ละบล็อกต้องกำหนดให้มีเท่ากับจำนวนทรีตเมนต์หรือแต่ละบล็อก จะต้องมีครบทุกทรีตเมนต์

3) สุ่มทรีตเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองในแต่ละบล็อก (Random Within Each Block) แต่ละบล็อกจะมีครบทุกทรีตเมนต์ จึงทำให้บล็อกเป็นบล็อกแบบสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block) เช่น



2. ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลอง RCBD

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	$t - 1$	SS_{Tr}	$SS_{Tr/t-1}$	MS_{Tr}/MS_E
Blocks	$r - 1$	SS_B	$SS_{B/r-1}$	MS_B/MS_E
Error	$(t - 1)(r - 1)$	SS_E	$SS_{E/(t-1)(r-1)}$	
Total	$tr - 1$	SS_T		

เมื่อ Tr หรือ t คือ ทรีตเมนต์ และ r คือ จำนวนซ้ำ หรือจำนวนบล็อก

3. วัตถุประสงค์ของการทดลองแบบ RCBD

การทดลองแบบ RCBD มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ [2]

(1) ทดสอบอิทธิพลของแต่ละทรีตเมนต์ (Treatment)

สมมติฐานที่กำหนด $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$

H_1 : ค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ไม่เท่ากันอย่างน้อย 1 ค่า

(2) ทดสอบอิทธิพลของบล็อก (Blocks)

สมมติฐานที่กำหนด $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$

H_1 : ค่าเฉลี่ยบล็อกไม่เท่ากันอย่างน้อย 1 ค่า

การวางแผนการทดลองแบบ RCBD เป็นการทดลองที่ผู้ทดลองสนใจเพียงปัจจัยเดียวคือ สิ่งที่น่าสนใจศึกษาหรือทรีตเมนต์ และมีอีกหนึ่งปัจจัยเป็นปัจจัยสภาวะการณที่เป็นสาเหตุการเกิดความผันแปรที่ต้องควบคุม เรียกว่า บล็อก ดังนั้น การทดสอบของแผนการทดลองแบบ RCBD จึงทดสอบสมมติฐานเฉพาะอิทธิพลทรีตเมนต์ (Treatment) และสภาวะการณที่ควบคุมหรือบล็อก (Block) เท่านั้น ไม่มีปฏิกริยาร่วม (No Interaction) ถ้าหากผู้ทดลองสนใจปฏิกริยาร่วม (Interaction) ต้องใช้การทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial)

4. ข้อดีและข้อเสียของแผนการทดลอง RCBD

4.1 ข้อดี

1) เมื่อการทดลองมีการจัดการทดลองออกเป็นบล็อก ตามสภาวะการณควบคุมที่อาจมีผลต่อความผันแปรของหน่วยทดลอง ย่อมจะทำให้เกิดความแม่นยำหรือความเที่ยงตรง (Precision) สูงกว่าการทดลองแบบ CRD ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์จะมีการนำค่าผลบวกกำลังสองของบล็อก (Block Sum of Square: SS_B) มาลบออกจากผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Error Sum of Square: SS_E) หรือ $SS_E = SS_{Total} - SS_{Treatment} - SS_{Block}$ ซึ่งจะทำให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Error Mean Square: MS_E) ลดลง

2) สามารถใช้ทรีตเมนต์และบล็อกจำนวนเท่าไรก็ได้ โดยปกติมักใช้บล็อก (Block) ตั้งแต่ 2 บล็อกขึ้นไป และทรีตเมนต์สามารถซ้ำในแต่ละบล็อกได้ [3]

3) เมื่อข้อมูลขาดหาย (Missing Value) สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้โดยการประมาณค่าขาดหาย

4) จัดทรีตเมนต์ใส่ในบล็อกอย่างสุ่มทำให้ลดความคลาดเคลื่อนในการทดลองอันเนื่องมาจากความลำเอียง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการทดลองให้สูงขึ้นได้

5) รูปแบบการวิเคราะห์ RCBD สามารถวิเคราะห์ทั้งในรูปแบบที่ค่าสังเกตมี 1 ค่า ต่อ 1 ทรีตเมนต์ ใน 1 บล็อก หรือมีค่าสังเกตมากกว่า 1 ค่า ต่อ 1 ทรีตเมนต์ ใน 1 บล็อก

4.2 ข้อเสีย

1) ในกรณีที่มีจำนวนทรีตเมนต์มาก จึงต้องจัดทรีตเมนต์ลงในบล็อกและจะทำให้บล็อกมีขนาดใหญ่ ทำให้การควบคุมหน่วยทดลองภายในบล็อกให้มีความสม่ำเสมอกล่าบาก ทำให้หน่วยทดลองภายในบล็อกมีความแตกต่างกัน หรือมีความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันสูง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (Experiment Error) สูงขึ้นได้ [4]

2) ถ้าหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ การวางแผนการทดลองแบบ CRD จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการวางแผนการทดลองแบบ RCBD เนื่องจาก DF ของ Error ของ CRD จะสูงกว่า RCBD เช่น ทดลองกรณีที่มี $t = 3$ (ทรีตเมนต์) และ $(r)=3$ (ซ้ำ)

ถ้าทดลองแบบ CRD จะได้ $DF_{Error} = t(r - 1) = 3(3 - 1) = 6$

ถ้าทดลองแบบ RCBD จะได้ $DF_{Error} = (t - 1)(r - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$

หรือ DF ของ CRD > DF ของ RCBD จะ
 ทำให้การทดลองแบบ CRD มีความไว (Sensitivity)
 ในการทดสอบอิทธิพลของทรีตเมนต์ได้ดีกว่า
 การทดลองแบบ RCBD

6. การใช้โปรแกรม Minitab วิเคราะห์การทดลอง
 แบบ RCBD

5. การสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน RCBD

ตารางที่ 1 การสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน RCBD

สิ่งทดลอง	บล็อก (ซ้ำ)					ผลรวมของสิ่ง ทดลอง	ค่าเฉลี่ยของ สิ่งทดลอง
	1	2	3	...	r		
1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	...	y_{1r}	$y_{1.}$	$\bar{y}_{.1}$
2	y_{21}	y_{22}	y_{23}	...	y_{2r}	$y_{2.}$	$\bar{y}_{.2}$
3	y_{31}	y_{32}	y_{33}	...	y_{3r}	$y_{3.}$	$\bar{y}_{.3}$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
t	y_{t1}	y_{t2}	y_{t3}	...	y_{tr}	$y_{tr.}$	$\bar{y}_{.tr}$
ผลรวมของบล็อก	$y_{.1}$	$y_{.2}$	$y_{.3}$	...	$y_{.r}$	$y_{...}$	-
ค่าเฉลี่ยของบล็อก	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	$\bar{y}_{.3}$	...	$\bar{y}_{.r}$	-	$\bar{y}_{..}$

เมื่อ y_{ij} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองในทรีตเมนต์ i บล็อกที่ j

T = จำนวนทรีตเมนต์

R = จำนวนบล็อก

$y_{i.}$ = ผลรวมของทรีตเมนต์ที่ i

$\bar{y}_{i.}$ = ค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ที่ i

$y_{.i}$ = ผลรวมของบล็อกที่ i

$\bar{y}_{.i}$ = ค่าเฉลี่ยของบล็อกที่ i

y = ผลรวมทั้งหมด

$\bar{y}_{..}$ = ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 1 ผู้ทดลองสนใจเครื่องจักร 4 เครื่อง
 ที่นำมาจาก 4 บริษัท จึงกำหนดให้เครื่องจักรที่มาจาก
 4 บริษัทเป็นทรีตเมนต์ เพื่อผลิตสินค้า 3 ชนิด
 (Type) กำหนดให้สินค้า 3 ชนิดเป็นบล็อก ได้ปริมาณ

เท่ากันหรือไม่ โดยการทดลองผู้ทดลองเลือกพนักงานที่
 มีความสามารถเท่ากันเข้าทำงานกับเครื่องจักรอย่างสุ่ม
 ได้ผลผลิตเป็นจำนวนสินค้าอย่างหนึ่ง ดังนี้ [5]

สินค้า 3 ชนิด (Type) : บล็อก (ซ้ำ)		
1	2	3
A = 17	B = 26	D = 13
C = 11	D = 14	B = 21
B = 15	C = 23	A = 23
D = 12	A = 34	C = 18

การทดลองเป็นแบบ RCBD 4×3 บันทึกเป็นแฟ้มข้อมูล MINI-8 ทดสอบที่ระดับ $\alpha = 0.05$

การวิเคราะห์ RCBD จากโจทย์สร้างแฟ้มข้อมูล ดังนี้

#	C1 Tr_Machine	C2 Blocks_Type	C3 Volume	C4
1	1	1	17	
2	3	1	11	
3	2	1	15	
4	4	1	12	
5	1	2	26	
6	4	2	14	
7	3	2	23	
8	1	2	34	
9	4	3	13	
10	2	3	21	
11	1	3	23	
12	3	3	18	
13				

(1) วิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

ใช้คำสั่ง Stat → ANOVA → General Linear Model → Fit General Linear Model

1) คลิกที่ Fit General Model จะได้หน้าจอ และเติมข้อมูลตามข้อ 2) และข้อ 3)

2) ที่ Responses ใส่คอลัมน์ที่วัดค่าจากหน่วยทดลองในที่นี้คือ Volume

3) ที่ Factors ใส่ Treatment และ Blocks ในที่นี้คือ Tr_Machine และ Blocks_Type

4) ที่ Random/Nest เลือกประเภทของ Factor เลือก Fixed ตามโปรแกรม

5) ที่ Model

5. 1) Interactions Through Order

ปฏิสัมพันธ์ที่ทดสอบ ในที่นี้มีทรีตเมนต์กับบล็อกให้เลือก 2 แบบตามโปรแกรม

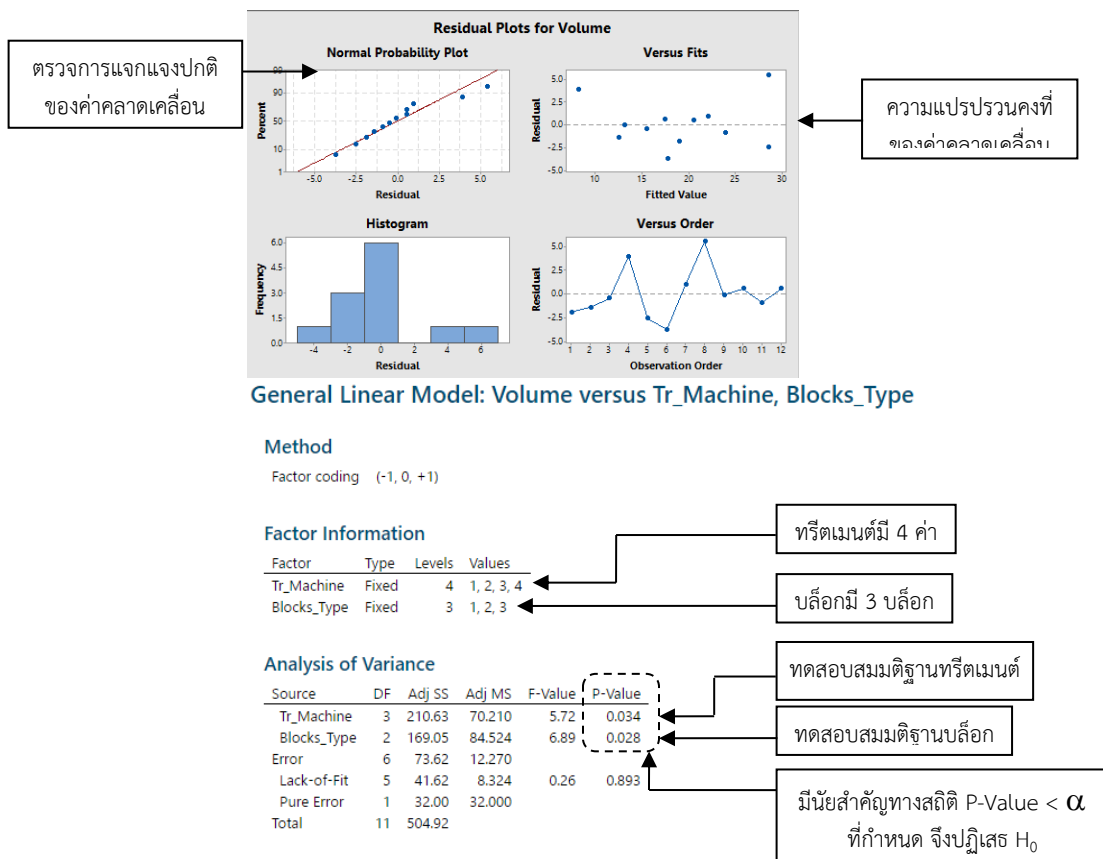
5.2) ที่ Terms in the Model เลือก

Tr_Machine และ Blocks_Type โดยไม่มีปฏิกริยาร่วม (No Interaction) ทั้งนี้การวางแผนการทดลองแบบ RCBD ไม่มีปฏิกริยาร่วม (No Interaction) จึงเลือกตามโปรแกรม

6) ที่ Graphs เลือก Four in One

7) ที่ Results เลือก Method, Factor information และ Analysis of Variance

8) คลิก OK จะได้ผล ดังนี้

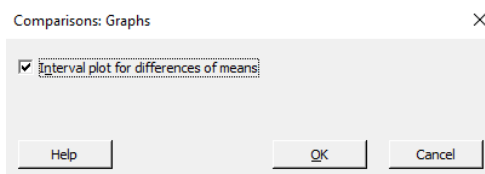


(2) วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทรีตเมนต์ ใช้ฟังก์ชัน
Comparisons

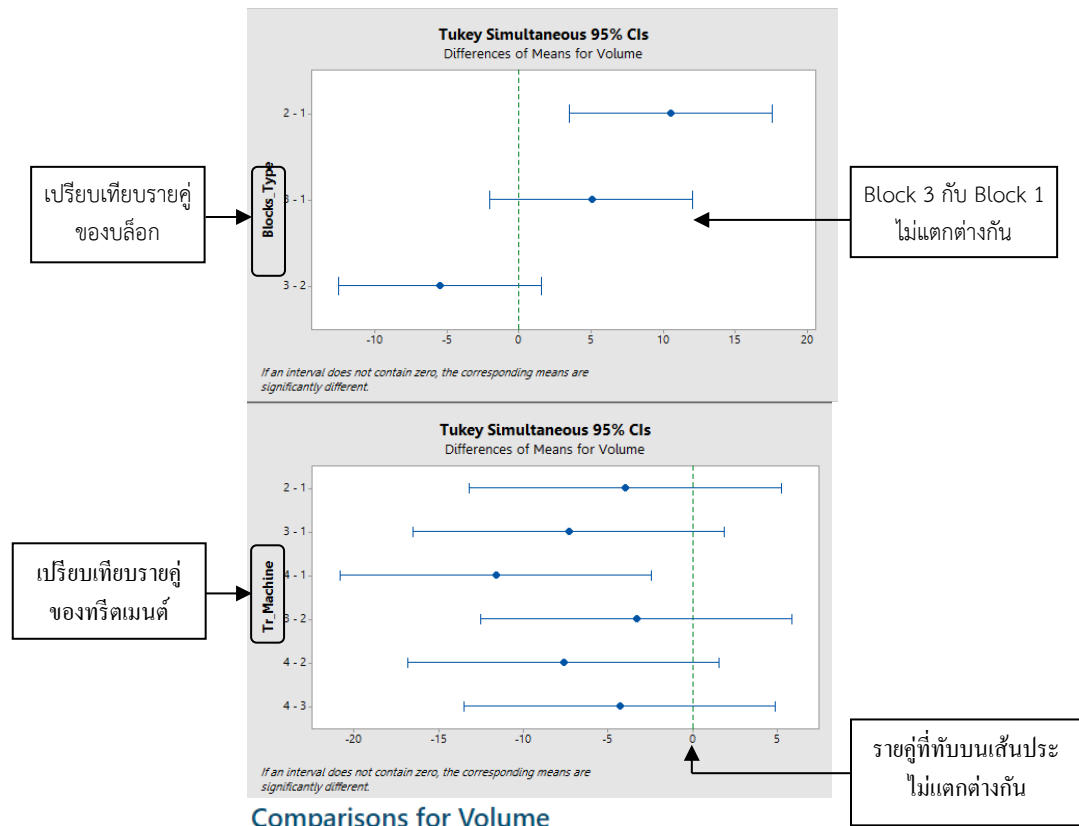
ใช้คำสั่ง Stat → ANOVA → General
Linear Model → Comparisons

1) เลือกคลิกที่ Comparisons เลือกทรีต
เมนต์และบล็อกที่ต้องการพิจารณาจากตาราง
Analysis of Variance ที่ค่า P-Value ต่ำกว่า ($<$) .05
ในที่นี้คือ Tr_Machine และ Blocks_Type และที่
Method เลือก Tukey ทดสอบดังนี้

2) คลิกที่ Graphs เลือกดังนี้



3) คลิก OK จะได้ ดังนี้



Tukey Pairwise Comparisons: Tr_Machine

เปรียบเทียบรายคู่ของ Treatment

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tr_Machine	N	Mean	Grouping
1	4	23.8095	A
2	2	20.3810	A B
3	3	17.3333	A B
4	3	13.0000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: Blocks_Type

เปรียบเทียบรายคู่ของ Blocks

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Blocks_Type	N	Mean	Grouping
2	4	23.3929	A
3	4	18.7500	A B
1	4	13.7500	B

Means that do not share a letter are significantly different.

กราฟ Tukey Simultaneous 95% CIS เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ Block และของ Treatment โดยบล็อกคือ Block_Type และบล็อก 3 กับบล็อก 1 ไม่แตกต่างกันส่วน Treatment คือ Tr_Treatment 4 กับ Tr_Treatment 1 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

ที่ Comparisons โปรแกรมแสดงคู่ของการทดสอบทางทรีตเมนต์ (Tr_Treatment) และของบล็อก (Blocks_Type) และหากต้องการให้โปรแกรมวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยรายคู่ที่เป็นความ

เชื่อมั่นแบบช่วง ที่คำสั่ง Results ให้ใช้คำสั่ง Grouping information และ Tests and Confidence Intervals เลือกแล้วคลิก OK ดังนี้

Tukey Pairwise Comparisons: Tr_Machine

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tr_Machine	N	Mean	Grouping
1	4	23.8095	A
2	2	20.3810	A B
3	3	17.3333	A B
4	3	13.0000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Tr_Machine Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
2 - 1	-3.43	3.24	(-14.66, 7.81)	-1.06	0.725
3 - 1	-6.48	2.70	(-15.84, 2.89)	-2.40	0.178
4 - 1	-10.81	2.70	(-20.17, -1.45)	-4.00	0.027
3 - 2	-3.05	3.29	(-14.44, 8.34)	-0.93	0.793
4 - 2	-7.38	3.29	(-18.77, 4.01)	-2.25	0.214
4 - 3	-4.33	2.86	(-14.24, 5.58)	-1.52	0.484

Individual confidence level = 98.66%

Tukey Pairwise Comparisons: Blocks_Type

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Blocks_Type	N	Mean	Grouping
2	4	23.3929	A
3	4	18.7500	A B
1	4	13.7500	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Blocks_Type Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
2 - 1	9.64	2.61	(1.64, 17.64)	3.70	0.024
3 - 1	5.00	2.48	(-2.60, 12.60)	2.02	0.188
3 - 2	-4.64	2.61	(-12.64, 3.36)	-1.78	0.254

Individual confidence level = 97.80%

ตัวอย่างที่ 2 ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอายุการใช้งานของยางรถยนต์ 4 ยี่ห้อ ได้แก่ A, B, C และ D เนื่องจากผู้ทดลองคิดว่าอายุการใช้งานของยางรถยนต์ อาจขึ้นอยู่กับถนนและดินฟ้าอากาศด้วย ผู้

ทดลองจึงได้แยกสภาพของถนนและดินฟ้าอากาศออกเป็น 10 ประเภท โดยถือว่าสภาพของถนนและดินฟ้าอากาศเป็นบล็อก (Blocks) ยางแต่ละยี่ห้อจะถูกกำหนดอย่างสุ่มไปยังล้อทั้ง 4 ของรถยนต์แต่ละ

คัน ผู้ทดลองได้ทดลองกับรถยนต์ 10 คัน โดยแต่ละ คันจะถูกสุ่มนำไปในสภาพของถนนและดินฟ้าอากาศ คันละ 1 สภาพของถนนและดินฟ้าอากาศ จากนั้น บันทึกระยะทางที่ยางแต่ละเส้นใช้ไปจนหมดอายุ ข้อมูลปรากฏ ดังนี้ [6]

ระยะทางที่ใช้ (X 1,000 กิโลเมตร)

สภาพของถนนและดินฟ้าอากาศ (บล็อก)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A (38)	B (36)	C (31.5)	D (21.5)	A (29.5)	B (23)	C (38)	D (18)	A (26)	C (34)
B (29)	D (25)	B (38.5)	C (29.5)	C (34)	D (17)	A (29)	B (21.5)	B (35.5)	A (17)
C (41.5)	C (35.5)	A (37.5)	A (20.5)	D (11)	A (22)	B (37.5)	C (28)	D (17)	B (23.5)
D (39)	A (24.5)	D (29.5)	B (33.5)	B (25)	C (35)	D (18.5)	A (25)	C (28)	D (16.5)

จึงทดสอบว่าอายุการใช้งานยางทั้ง 4 ยี่ห้อนี้จะแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

การวิเคราะห์การทดลอง RCBD แบบ 4×10 ดังนี้

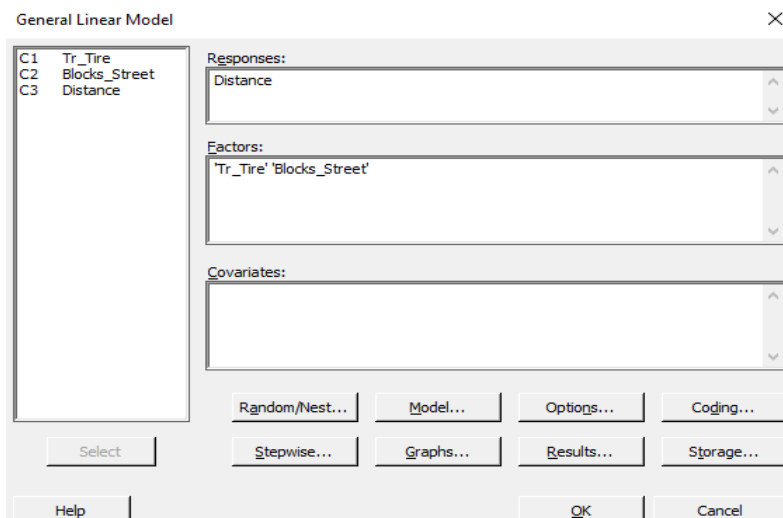
↓	C1	C2	C3	C4					
	Tr_Tire	Blocks_Street	Distance						
1	1	1	38.0		21	2	6	23.0	
2	2	1	29.0		22	4	6	17.0	
3	3	1	41.5		23	1	6	22.0	
4	4	1	39.0		24	3	6	35.0	
5	2	2	36.0		25	3	7	38.0	
6	4	2	25.0		26	1	7	29.0	
7	3	2	35.5		27	2	7	37.5	
8	1	2	24.5		28	4	7	18.5	
9	3	3	31.5		29	4	8	18.0	
10	2	3	38.5		30	2	8	21.5	
11	1	3	37.5		31	3	8	28.0	
12	4	3	29.5		32	1	8	25.0	
13	4	4	21.5		33	1	9	26.0	
14	3	4	29.5		34	2	9	35.5	
15	1	4	20.5		35	4	9	17.0	
16	2	4	33.5		36	3	9	28.0	
17	1	5	29.5		37	3	10	34.0	
18	3	5	34.0		38	1	10	17.0	
19	4	5	11.0		39	2	10	23.5	
20	2	5	25.0		40	4	10	16.5	
					41				

ขั้นตอนการวิเคราะห์

(1) วิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

ใช้คำสั่ง Stat → ANOVA → General Linear Model → Fit General Linear Model

(2) คลิก Fit General Linear Model ใส่ข้อมูล ดังนี้



(3) ที่ Graph เลือก Four in One

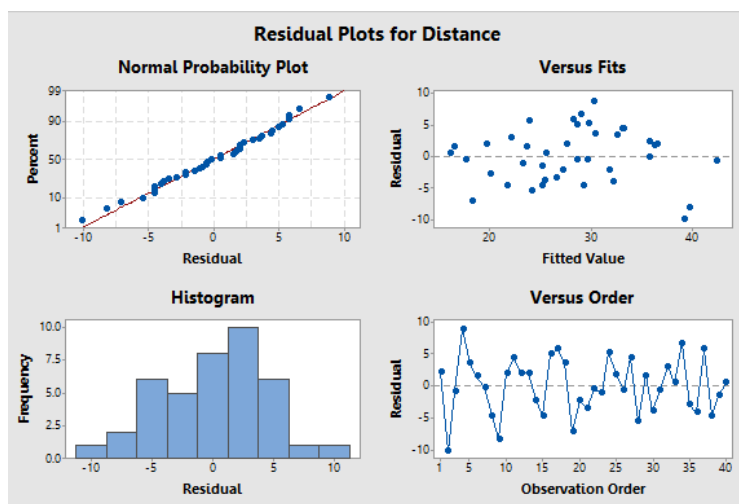
(4) ที่ Results เลือกดังนี้

(4.1) Method

(4.2) Factor Information

(4.3) Analysis of Variance

(5) คลิก OK ได้ดังนี้



General Linear Model: Distance versus Tr_Tire, Blocks_Street

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Tr_Tire	Fixed	4	1, 2, 3, 4
Blocks_Street	Fixed	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

ทริตเมนต์มี 4 ทริตเมนต์

บล็อกมี 10 บล็อก

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tr_Tire	3	816.4	272.13	10.15	0.000
Blocks_Street	9	842.3	93.58	3.49	0.006
Error	27	723.9	26.81		
Total	39	2382.5			

P-Value < α ที่กำหนดทั้งของ
ทริตเมนต์และของบล็อก
จึงปฏิเสธ H_0

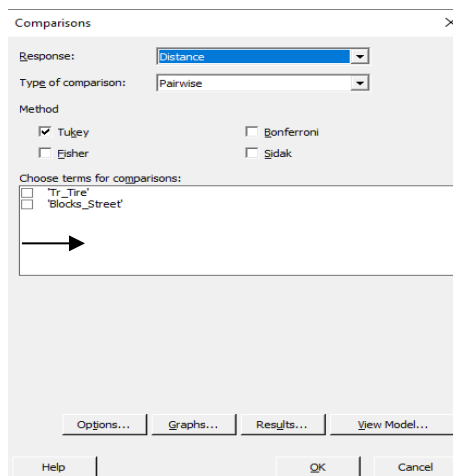
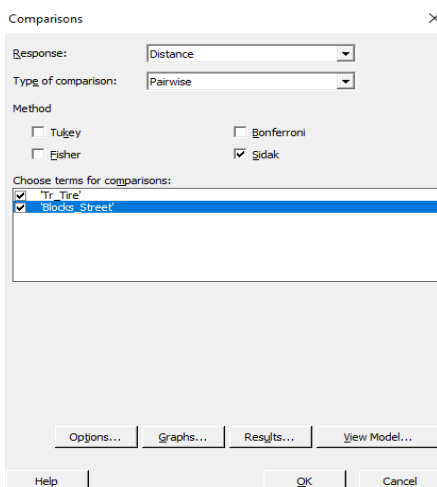
การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า P-Value ของ
ทริตเมนต์ ได้แก่ Tr_Tire และบล็อก ได้แก่
Block_Street มีค่า 0.000 และ 0.006 ตามลำดับ ซึ่ง
น้อยกว่า (<) α ที่กำหนดคือ 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั้น
คือ อย่างน้อยค่าเฉลี่ยของทริตเมนต์และค่าเฉลี่ย
ของบล็อกแตกต่างกันไป 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ 0.05 จึงทดสอบฟังก์ชัน Comparisons
เพื่อเปรียบเทียบรายคู่ที่ต่างกันไป

(2) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วย
ฟังก์ชัน Comparisons

1) ใช้คำสั่ง Stat → ANOVA → General
Linear Model → Comparisons

2) ที่ Method เลือกตามที่ต้องการ ในที่นี้
เลือก Sidak

3) ที่ Choose Terms for Comparisons
โปรแกรมให้เลือกที่จะเปรียบเทียบรายคู่ ดังนี้



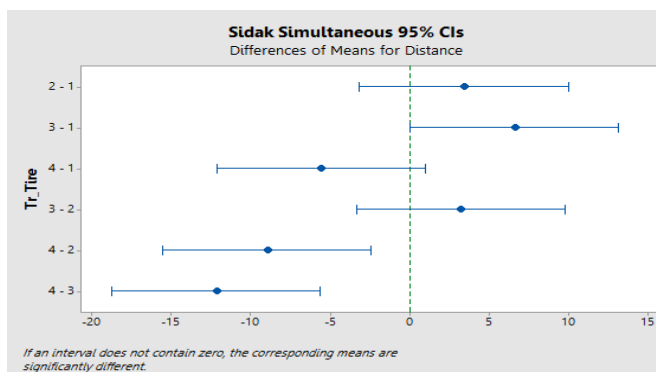
4) คลิกที่ Graphs เลือก Interval Plot
for Differences of Means

5) คลิกที่ Results เลือก

5.1) Grouping Information

5.2) Tests and Confidence Intervals

6) คลิก OK ได้ผลลัพธ์ ดังนี้



Comparisons for Distance

Sidak Pairwise Comparisons: Tr_Tire

Grouping Information Using the Sidak Method and 95% Confidence

Tr_Tire	N	Mean	Grouping
3	10	33.5	A
2	10	30.3	A B
1	10	26.9	B C
4	10	21.3	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Sidak Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of Tr_Tire Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
2 - 1	3.40	2.32	(-3.17, 9.97)	1.47	0.632
3 - 1	6.60	2.32	(0.03, 13.17)	2.85	0.049
4 - 1	-5.60	2.32	(-12.17, 0.97)	-2.42	0.128
3 - 2	3.20	2.32	(-3.37, 9.77)	1.38	0.692
4 - 2	-9.00	2.32	(-15.57, -2.43)	-3.89	0.004
4 - 3	-12.20	2.32	(-18.77, -5.63)	-5.27	0.000

Individual confidence level = 99.15%

Sidak Pairwise Comparisons: Blocks_Street

Grouping Information Using the Sidak Method and 95% Confidence

Blocks_Street	N	Mean	Grouping
1	4	36.875	A
3	4	34.250	A B
7	4	30.750	A B
2	4	30.250	A B
9	4	26.625	A B
4	4	26.250	A B
5	4	24.875	A B
6	4	24.250	A B
8	4	23.125	B
10	4	22.750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

สรุปและอภิปราย

ในการทดลองตามแผนแบบการทดลองแบบ RCBD นั้น จะจัดหน่วยทดลองออกเป็นบล็อก (Blocks) กำหนด ทริตเมนต์ให้แต่ละบล็อกด้วยวิธีสุ่ม แต่ละบล็อกจะมีครบทุกทริตเมนต์และแต่ละทริตเมนต์จะมีทุกบล็อกเช่นเดียวกัน เนื่องจากการทดลองแบบ RCBD เป็นการทดลองที่จัดเป็นบล็อกตามสาเหตุของความผันแปรหรือนำความผันแปรมาจัดเป็นบล็อกหรือเป็นกลุ่มและความผันแปรที่พบจะต้องเป็นความผันแปรเพียงสาเหตุเดียวหรือปัจจัยเดียวเท่านั้น การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นแบบสองทาง (Two-Way ANOVA) และจะไม่มี การวิเคราะห์ปฏิกริยาร่วม ข้อดีของการวางแผนการทดลองแบบ RCBD ก็คือ เมื่อการทดลองมีการควบคุมสภาวะการณีย่อมทำให้เกิดความแม่นยำหรือมีความเที่ยงตรงสูงมากขึ้น นอกจากนี้เมื่อมีข้อมูลขาดหายก็ยังสามารถวิเคราะห์ต่อไปด้วยการประมาณค่าขาดหายขึ้นมาแทนได้ ส่วนข้อเสียคือในกรณีที่มีจำนวนทริตเมนต์มาก จึงต้องจัดทริตเมนต์ลงในบล็อกและจะทำให้บล็อกมีขนาดใหญ่ ทำให้การควบคุมหน่วยทดลองภายในบล็อกให้มีความสม่ำเสมอกลำบาก นั่นก็คือ ทำให้หน่วยทดลองภายในบล็อกมีความแตกต่างกัน หรือมีความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันสูง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (Experiment Error) สูงขึ้นได้ด้วย อย่างไรก็ตามถ้าหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ การวางแผนการ

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ซึ่งไม่ได้กล่าวในบทความนี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการวางแผนการทดลองแบบ RCBD

References

- [1] A. Kheontham, Statistical methods and data analysis, Bangkok: Kasetsart University Press, 2006.
- [2] Y. Kaiyawan, Experimental planning for research, Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University, 2016.
- [3] S. Sinsomboonthong, Planning agricultural experiments, Bangkok: King Mongkut's University of Technology Ladkrabang Press, 2002.
- [4] S. Sinsomboonthong, Experimental planning and variability analysis using the mini-tap program, Bangkok: King Mongkut's University of Technology Ladkrabang, 2017.
- [5] Y. Kaiyawan, Using Minitab Experimental Analysis, Nonthaburi: IDC Premier Publishing limit, 2022.
- [6] P. Chutima, Engineering Experiment Design, Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University, 2002.