

ภาคผนวก 10

แบบฟอร์มรายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและรายชื่อ
เพื่อนผู้ช่วยสอนในแต่ละโรงเรียน

รายชื่อักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน

.....

กลุ่มทดลองที่	ชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	ชื่อเพื่อนผู้ช่วยสอน
1
2
3
4
5
6
รวม		

ภาคผนวก 11

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 23 คะแนนที่ได้จากการวัดความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักเรียนคนที่	a ₁			a ₂		
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁	b ₂	b ₃
1	17	15	12	14	9	14
2	12	18	15	16	12	10
3	18	16	13	13	14	12
4	15	14	12	15	10	9
5	17	19	14	12	15	11
6	19	13	13	14	13	13
7	14	15	12	11	11	10
8	17	15	15	15	16	9
9	13	17	9	17	12	11
10	15	14	10	13	10	13
11	16	16	9	11	11	11
12	19	13	12	14	13	10
13	13	15	15	13	12	13
14	18	12	13	14	12	11
15	16	17	8	17	10	8
16	20	15	12	15	14	12
17	17	15	14	12	11	9
18	14	14	13	14	9	14
19	18	12	14	16	13	12
20	16	17	14	14	12	12
21	15	13	12	16	8	11
22	13	16	11	15	13	8

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	a ₁			a ₂		
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁	b ₂	b ₃
23	16	16	13	15	11	11
24	19	14	12	12	12	10
25	14	18	8	13	14	7
26	20	13	14	14	11	9
27	15	11	12	13	13	8
28	18	14	11	17	12	12
29	16	17	13	15	13	12
30	14	16	11	12	11	10
N	30	30	30	30	30	30
ΣX	484	450	366	422	351	323
ΣX^2	7590	6860	4574	6020	4187	3579
SD	2.209	1.948	1.937	1.701	1.664	1.870
SD ²	4.878	3.793	3.752	2.892	2.769	3.495
\bar{X}	16.133	15.000	12.200	14.067	11.700	10.767

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ผู้วิจัยใช้สถิติต่าง ๆ ดังนี้

1. การหาค่ามัธยคติ (Arithmetic Mean) ของคะแนนที่ได้จากการวัดความเข้าใจใจหายปัญหาคณิตศาสตร์ จากกลุ่มทดลองต่าง ๆ

สูตร (Guilford and Fruchter, 1981 : 45)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ X แทน ค่ามัธยคติ เลขคณิต
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทุก ๆ จำนวน
 N แทน จำนวนข้อมูล

$$\text{ดังนั้น } \bar{a}_1 = \frac{1300}{90} = 14.444$$

$$\bar{a}_2 = \frac{1096}{90} = 12.178$$

$$\bar{b}_1 = \frac{906}{60} = 15.100$$

$$\bar{b}_2 = \frac{801}{60} = 13.350$$

$$\bar{b}_3 = \frac{689}{60} = 11.483$$

$$\bar{a}_1 b_1 = \frac{484}{30} = 16.133$$

$$\bar{a}_1 b_2 = \frac{450}{30} = 15.000$$

$$\bar{a}_1 b_3 = \frac{366}{30} = 12.200$$

$$\bar{a}_2 b_1 = \frac{422}{30} = 14.067$$

$$\bar{a}_2 b_2 = \frac{351}{30} = 11.700$$

$$\bar{a}_2 b_3 = \frac{323}{30} = 10.767$$

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนที่ได้จากการวัดความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากกลุ่มทดลองต่าง ๆ

สูตร (Ferguson, 1981 : 68)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนข้อมูล

ดังนั้น

$$SD_{a_1} = \sqrt{\frac{90(19384) - (1300)^2}{90(90-1)}}$$

$$= 2.610$$

$$SD_{a_2} = \sqrt{\frac{90(13786) - (1096)^2}{90(90-1)}}$$

$$= 2.221$$

$$SD_{b_1} = \sqrt{\frac{60(13970) - (906)^2}{60(60-1)}}$$

$$= 2.215$$

$$SD_{b_2} = \sqrt{\frac{60(11047) - (801)^2}{60(60-1)}}$$

$$= 2.448$$

$$SD_{b_3} = \sqrt{\frac{60(8153) - (689)^2}{60(60-1)}}$$

$$= 2.021$$

$$\begin{aligned} SD_{a_1 b_1} &= \sqrt{\frac{30(7950) - (484)^2}{30(30-1)}} \\ &= 2.209 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_1 b_2} &= \sqrt{\frac{30(6860) - (450)^2}{30(30-1)}} \\ &= 1.948 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_1 b_3} &= \sqrt{\frac{30(4574) - (366)^2}{30(30-1)}} \\ &= 1.937 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_1} &= \sqrt{\frac{30(6020) - (422)^2}{30(30-1)}} \\ &= 1.701 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_2} &= \sqrt{\frac{30(4187) - (351)^2}{30(30-1)}} \\ &= 1.664 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_3} &= \sqrt{\frac{30(3579) - (232)^2}{30(30-1)}} \\ &= 1.870 \end{aligned}$$

3. การหาค่าความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนที่ได้จากการวัดความเข้าใจ
 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากกลุ่มทดลองต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์
 ของข้อมูล

สูตร (Ferguson, 1981 : 68)

$$SD^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	SD^2	แทน	ค่าความแปรปรวน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } SD_{a_1 b_1}^2 &= \frac{30(7950) - (484)^2}{30(30-1)} \\ &= 4.878 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_1 b_2}^2 &= \frac{30(6860) - (450)^2}{30(30-1)} \\ &= 3.794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_1 b_3}^2 &= \frac{30(3574) - (366)^2}{30(30-1)} \\ &= 3.752 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_1}^2 &= \frac{30(6020) - (422)^2}{30(30-1)} \\ &= 2.893 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_2}^2 &= \frac{30(4187) - (357)^2}{30(30-1)} \\ &= 2.769 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_{a_2 b_3}^2 &= \frac{30(3579) - (323)^2}{30(30-1)} \\ &= 3.495 \end{aligned}$$

4. การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variance) ของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้วิธีการของฮาร์ตลีย์ (Hartley's Test)

สูตร (Dowdy and Stanley, 1983 : 297)

$$F_{\max} = \frac{S_{\text{largest}}^2}{S_{\text{smallest}}^2}$$

F_{\max} แทน ค่าความเป็นเอกพันธ์ตามวิธีการของฮาร์ตลีย์

S_{largest}^2 แทน ความแปรปรวนที่มีค่าสูงสุด

S_{smallest}^2 แทน ความแปรปรวนที่มีค่าต่ำสุด

$$\begin{aligned} \text{คังเนน } F_{\max} &= \frac{4.878}{2.769} \\ &= 1.762 \end{aligned}$$

ค่า F_{\max} จากตาราง c.7 (Winer, 1971 : 875)

$$F_{\max.05(6,29)} = 2.910$$

$$F_{\max.01(6,29)} = 3.600$$

ผลการทดสอบปรากฏว่า ความแปรปรวนของข้อมูล [$F_{\max.01(6,29)} = 1.762 : p > .01$] แสดงว่าข้อมูลมีความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์ ซึ่งหมายถึงกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมาจากประชากรเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟกทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ โมเดลกำหนดได้

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟกทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ โมเดลกำหนด 2×3 (2×3 Completely Randomized Factorial Fixed Effect Model)

สูตร (Kirk, 1968 : 175-176)

สัญลักษณ์ในการคำนวณ

$$\frac{\sum (ABS)^2}{N} = [ABS]$$

$$\frac{(\sum ABS)^2}{Nnpq} = [X]$$

$$\sum_1^p \left(\sum_1^q A \right)^2 / npq = [A]$$

$$\sum_1^q \left(\sum_1^p B \right)^2 / np = [B]$$

$$\sum_1^p \sum_1^q (AB)^2 / n = [AB]$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนผู้รับการทดลองทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนผู้รับการทดลองในแต่ละกลุ่ม
	p	แทน	ระดับของตัวแปร A (วิธีสอน)
	q	แทน	ระดับของตัวแปร B (วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ)
	$\frac{\sum_1^N (ABS)^2}{1}$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวนยกกำลังสอง
	$\frac{(\sum_1^N ABS)^2}{1}$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum_1^p \left(\sum_1^q A \right)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของคะแนนแต่ละระดับของตัวแปรวิธีสอน

$$\sum_{1}^q \left(\sum_{1}^p B \right)^2$$
 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ
 คะแนนแต่ละระดับของตัวแปรวิธีการให้ข้อมูล
 ย้อนกลับ

$$\sum_{1}^p \sum_{1}^q (AB)^2$$
 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ
 คะแนนในแต่ละเซลล์ ของวิธีส่อนกับวิธีการให้
 ข้อมูลย้อนกลับ

สูตรคำนวณ

$$SS_{total} = [ABS] - [X]$$

$$SS_A = [A] - [X]$$

$$SS_B = [B] - [X]$$

$$SS_{AB} = [AB] - [A] - [B] + [X]$$

$$SS_{within\ cell} = [ABS] - [AB]$$

ตาราง 24 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ โมเดลกำหนด 2×3

Source of Variation	SS	df	MS	F
A	$[A] - [X]$	$p-1$	$SS_A / (p-1)$	MS_A / MS_W
B	$[B] - [X]$	$q-1$	$SS_B / (q-1)$	MS_B / MS_W
AB	$[AB] - [A] - [B] + [X]$	$(p-1)(q-1)$	$SS_{AB} / (p-1)(q-1)$	MS_{AB} / MS_W
Within cell	$[ABS] - [AB]$	$pq(n-1)$	$SS_{W.cell} / pq(n-1)$	
Total	$[ABS] - [X]$	$npq-1$		

ตาราง 25 ตารางสรุป AB

Level	b_1	b_2	b_3	$\sum_{1}^q A$	$(\sum_{1}^q A)^2/nq$
a_1	484	450	366	1300	$\frac{(1300)^2}{(30)(3)}$ =18777.778
a_2	422	351	323	1096	$\frac{(1096)^2}{(30)(3)}$ =13346.844
$\sum_{1}^p B$	906	801	689	2396	
$\sum_{1}^p (\sum B)^2/np$	$\frac{(906)^2}{(30)(2)}$ =13680.600	$\frac{(801)^2}{(30)(2)}$ =10693.350	$\frac{(689)^2}{(30)(2)}$ =7917.017		

$$\begin{aligned} \sum_{1}^N (ABS)^2 &= [ABS] \\ &= (17)^2 + (12)^2 + (18)^2 + \dots + (14)^2 \\ &= 33170 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{1}^N (\sum ABS)^2/npq &= [X] \\ &= \frac{(2396)^2}{(30)(3)(2)} \\ &= 31893.422 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^p \sum_{q=1}^q (A)^2 / nq &= [A] \\ &= (18777.778) + (13346.844) \\ &= 32124.622 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{q=1}^q \sum_{p=1}^p (B)^2 / np &= [B] \\ &= (13680.600) + (10693.350) + (7912.017) \\ &= 32285.967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^p \sum_{q=1}^q (AB)^2 / n &= [AB] \\ &= \frac{(484)^2}{30} + \frac{(450)^2}{30} + \frac{(366)^2}{3} + \frac{(422)^2}{30} + \\ &\quad \frac{(351)^2}{30} + \frac{(323)^2}{30} \\ &= 32544.200 \end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} SS_{\text{Total}} &= [ABS] - [X] \\ &= (33170) - (31893.422) \\ &= 1276.578 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_A &= [A] - [X] \\ &= (32124.622) - (31893.422) \\ &= 231.200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_B &= [B] - [X] \\ &= (32285.967) - (31893.422) \\ &= 231.200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{AB} &= [AB] - [A] - [B] + [X] \\
 &= (32544.200) - (32124.622) - (32285.967) + \\
 &\quad (31893.422) \\
 &= 27.033
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{w.cell} &= [ABS] - [AB] \\
 &= (33170) - (32544.200) \\
 &= 625.800
 \end{aligned}$$

แทนค่าในตาราง 24 ได้ดังนี้

Source of Variation	SS	df	MS	F
A	231.200	1	231.200	64.276 **
B	392.545	2	196.273	55.807 **
AB	27.033	2	13.517	3.758 *
Within cell	625.800	174	3.597	
Total	1276.578	179		

** p < .01

* p < .05

6. การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparisons) ภายหลังจากวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธี HSD ของทูกีย์ (Tukey)

สูตร (Kirk, 1968 : 88)

$$\text{HSD} = q_{\alpha} \sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

HSD แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและชัดเจน

q แทน ค่าจากการแจกแจงของสตีวเคนไทช์ เรนจ์
(Studentized Range)

α แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

v แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระของ MS_e และจำนวนระดับในการทดลอง

MS_e แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

n แทน จำนวนตัวอย่างในแต่ละระดับของการทดลอง

การเปรียบเทียบพหุคูณของวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 วิธี มีขั้นตอน ดังนี้
ขั้นที่ 1 : เรียงค่ามีพหุคูณเลขคณิตทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

$$\bar{b}_1 = 15.100$$

$$\bar{b}_2 = 13.350$$

$$\bar{b}_3 = 11.483$$

ขั้นที่ 2 : แทนค่าในสูตร แล้วหาค่า q จากตารางสตีวเคนไทช์ เรนจ์
ตามระดับนัยสำคัญ

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} &= \sqrt{\frac{3.597}{60}} \\ &= 0.245 \end{aligned}$$

ค่าจากตาราง D.7 (Kirk, 1968 : 531)

ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ($\alpha .01$)

$$\begin{aligned} \text{HSD} &= q_{.01, (3, 174)} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} \\ &= (4.120)(0.245) \\ &= 1.010 \end{aligned}$$

ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (α .05)

$$\begin{aligned} \text{HSD} &= q_{.05, (3, 174)} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} \\ &= (3.310)(0.245) \\ &= 0.811 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 : เรียงค่ามัชฌิมเลขคณิตจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาผลต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตแต่ละคู่ในตารางแล้วนำค่า HSD ที่ได้มาเปรียบเทียบ และใส่เครื่องหมาย * ไว้เพื่อแสดงว่ากลุ่มทดลองคู่นั้นแตกต่างกัน แต่ถ้าหากผลต่างคู่นั้นน้อยกว่าค่า HSD ก็แสดงว่า กลุ่มทดลองคู่นั้นไม่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบพหุคูณของวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 วิธี ผลปรากฏดังตาราง 26

ตาราง 26 ผลต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตรายคู่ของวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 วิธี

มัชฌิมเลขคณิต	$\bar{b}_1 = 15.100$	$\bar{b}_2 = 13.350$	$\bar{b}_3 = 11.483$
$\bar{b}_1 = 15.100$	-	1.750 **	3.617 **
$\bar{b}_2 = 13.350$		-	1.867 **
$\bar{b}_3 = 11.483$			-

** $p < .01$

7. การทดสอบผลการทดลองรอง (Simple Main Effect Test) เมื่อพบว่า
 กิริยาร่วมมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้วิธีการของเคิร์ก (Kirk)

สูตร (Kirk, 1968 : 180)

$$SS_A \text{ at } b_1 = \sum_1^p (AB_{i1})^2/n - (\sum_1^p B_{i1})^2/np$$

$$SS_A \text{ at } b_2 = \sum_1^p (AB_{i2})^2/n - (\sum_1^p B_{i2})^2/np$$

$$SS_A \text{ at } b_3 = \sum_1^p (AB_{i3})^2/n - (\sum_1^p B_{i3})^2/np$$

$$SS_B \text{ at } a_1 = \sum_1^q (AB_{1j})^2/n - (\sum_1^q A_{1j})^2/np$$

$$SS_B \text{ at } a_2 = \sum_1^q (AB_{2j})^2/n - (\sum_1^q A_{2j})^2/np$$

เมื่อ $\sum_1^p (AB_{i1})^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนแยกกำลังสองของ
 ตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ b_1

$(\sum_1^p B_{i1})^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ
 b_1 ยกกำลังสอง

$\sum_1^p (AB_{i2})^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ
 ตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ b_2

$(\sum_1^p B_{i2})^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ
 b_2 ยกกำลังสอง

$\sum_1^p (AB_{i3})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ ตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ b_3
$(\sum_1^p B_{i3})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร B ที่ระดับ b_3 ยกกำลังสอง
$\sum_1^q (AB_{1j})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ ตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ a_1
$(\sum_1^q A_{1j})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร A ที่ระดับ a_1 ยกกำลังสอง
$\sum_1^q (AB_{2j})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนยกกำลังสองของ ตัวแปร A และตัวแปร B ที่ระดับ a_2
$(\sum_1^q A_{2j})^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของตัวแปร A ที่ระดับ a_2 ยกกำลังสอง

จากตาราง 25 ซึ่งเป็นตารางสรุป AB นำข้อมูลมาแทนค่าในสูตร ผลปรากฏ

ดังนี้

Simple Effect for A :

$$SS_A \text{ at } b_1 = \frac{(484)^2}{30} + \frac{(422)^2}{30} - \frac{(906)^2}{(30)(2)}$$

$$= 64.067$$

$$SS_A \text{ at } b_2 = \frac{(450)^2}{30} + \frac{(351)^2}{30} - \frac{(801)^2}{(30)(2)}$$

$$= 163.350$$

$$SS_A \text{ at } b_3 = \frac{(366)^2}{30} + \frac{(323)^2}{30} - \frac{(689)^2}{(30)(2)}$$

$$= 30.816$$

ตรวจสอบการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^p SS_A \text{ at for } b_i &= SS_A + SS_{AB} \\
 &= (231.200) + (27.033) \\
 &= 258.233
 \end{aligned}$$

Simple Effect for B :

$$\begin{aligned}
 SS_B \text{ at } a_1 &= \frac{(484)^2}{30} + \frac{(450)^2}{30} + \frac{(366)^2}{30} - \frac{(1300)^2}{(30)(3)} \\
 &= 245.955
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_B \text{ at } a_2 &= \frac{(422)^2}{30} + \frac{(351)^2}{30} + \frac{(323)^2}{30} - \frac{(1096)^2}{(30)(3)} \\
 &= 173.623
 \end{aligned}$$

ตรวจสอบการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^q SS_B \text{ for } a_j &= SS_B + SS_{AB} \\
 &= (392.545) + (27.033) \\
 &= 419.578
 \end{aligned}$$

ตาราง 27 การวิเคราะห์ผลการทดสอบผลการทดลองรอง แบบแฟกทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ โมเดล
กำหนด 2×3

Source of Variation	SS	df	MS	F
Simple Effect for A	231.200	$p-1=1$	231.200	64.276**
For Level b_1	64.067	$p-1=1$	64.067	17.811**
For Level b_2	163.350	$p-1=1$	163.350	45.413**
For Level b_3	30.816	$p-1=1$	30.816	8.591**
Simple Effect for B	392.545	$q-1=1$	196.273	55.807**
For Level a_1	245.955	$q-1=1$	122.978	34.181**
For Level a_2	173.623	$q-1=1$	86.812	24.135**
AB	27.033	$(p-1)(q-1)=2$	13.517	3.758*
Within cell	625.800	$pq(n-1)=174$	3.597	
Total	1276.578	$npq-1=179$		

** $p < .01$; * $p < .05$

ผลการวิเคราะห์พบว่า A at b_1 , A at b_2 , A at b_3 , B at a_1 , และ B at a_2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องจากตัวแปร B at a_1 และ B at a_2 มี 3 ระดับ เพื่อจะได้ทราบว่าระดับใดของตัวแปร B แตกต่างกันบ้างทั้งที่ a_1 และที่ a_2 จึงต้องเปรียบเทียบพหุคูณ โดยใช้วิธี HSD ของคูเกย์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 : เรียงมีซิมเลขคณิตของ B at a_1 และของ B at a_2 ทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

มีซิมเลขคณิตของ B at a_1

$$\overline{a_1 b_1} = 16.133$$

$$\overline{a_1 b_2} = 15.000$$

$$\overline{a_1 b_3} = 12.200$$

มีขั้วมีเลขคณิตของ B at a_2

$$\overline{a_2 b_1} = 14.067$$

$$\overline{a_2 b_2} = 11.700$$

$$\overline{a_2 b_3} = 10.767$$

ขั้นที่ 2 : แทนค่าในสูตร (ข้อที่ 6 หน้า 235) แล้วหาค่า q จากตารางสถิติเคนไทช์ เรนจ์ ตามระดับนัยสำคัญ

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} &= \sqrt{\frac{3.597}{30}} \\ &= 0.346 \end{aligned}$$

ค่าจากตาราง D.7 (Kirk, 1968 : 531)

ที่ระดับนัยสำคัญ .01

$$\begin{aligned} \text{HSD} &= q_{.01, (3, 174)} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} \\ &= (4.120)(0.346) \\ &= 1.426 \end{aligned}$$

ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$\begin{aligned} \text{HSD} &= q_{.05, (3, 174)} \sqrt{\frac{MS_e}{n}} \\ &= (3.310)(0.346) \\ &= 1.145 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 : เรียงค่ามัชฌิมเลขคณิตของ B at a_1 และของ B at a_2 ทั้งหมดจากมากไปหาน้อย โดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และหาผลต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตแต่ละคู่ในตาราง แล้วนำค่า HSD ที่ได้มาเปรียบเทียบและใส่เครื่องหมาย * ไว้เพื่อแสดงว่า กลุ่มทดลองคู่นั้นแตกต่างกัน แต่ถ้าหากผลต่างคู่นั้นน้อยกว่า HSD ก็แสดงว่า กลุ่มทดลองคู่นั้นไม่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบพหุคูณ B at a_1 และ B at a_2 ผลปรากฏดังตาราง 28

ตาราง 28 ผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตรายคู่ของ B at a_1 และของ B at a_2

มัชฌิมเลขคณิต	$\overline{a_1 b_1}$	$\overline{a_1 b_2}$	$\overline{a_1 b_3}$	$\overline{a_2 b_1}$	$\overline{a_2 b_2}$	$\overline{a_2 b_3}$
B at a_1						
$\overline{a_1 b_1} = 16.133$	-	1.133	3.933**			
$\overline{a_1 b_2} = 15.000$		-	2.800**			
$\overline{a_1 b_3} = 12.200$			-			
B at a_2						
$\overline{a_2 b_1} = 14.069$				-	2.367**	3.300**
$\overline{a_2 b_2} = 11.700$					-	0.933
$\overline{a_2 b_3} = 10.767$						-

* $p < .01$

ภาคผนวก 12

คู่มือครูในการใช้วิธีสอนโดยให้มีเพื่อนช่วยสอน

คู่มือครูในการใช้วิธีสอนโดยให้มีเพื่อนช่วยสอน

เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูผู้สนใจ และก็จะนำเอาวิธีสอนโดยให้มีเพื่อนช่วยสอนไปใช้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะคำแนะนำ ขั้นตอนในการใช้ และข้อควรระวังในการใช้ดังต่อไปนี้

คำแนะนำ

1. ก่อนนำวิธีสอนนี้ไปใช้ ครูควรแจ้งให้ผู้ปกครองได้ทราบถึงจุดประสงค์และประโยชน์ที่เด็กจะได้รับ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปกครองได้เข้าใจเด็กของตน ไม่นำเอาความสามารถของเด็กตนมาเปรียบเทียบกับเด็กคนอื่น ๆ ในวัยเดียวกัน เช่น อาจตำหนิ หรือว่ากล่าวเด็ก ซึ่งจะทำให้เด็กอารมณ์เสียและเกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นจะส่งผลต่อการนำวิธีสอนนี้มาใช้ ในการชี้แจงให้ผู้ปกครองทราบและเข้าใจนั้นอาจทำได้หลายกรณี เช่น การส่งจดหมาย การนัดประชุม หรือการไปเยี่ยมบ้าน เป็นต้น
2. ครูควรมีการวางแผนที่ดีก่อนใช้วิธีสอนนี้ เช่น วางแผนพิจารณาเลือกเพื่อนผู้ช่วยสอน การฝึกเพื่อนผู้ช่วยสอนให้เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตน
3. ครูควรคอยให้คำแนะนำ และเปิดโอกาสให้แก่เพื่อนผู้ช่วยสอนได้มีโอกาสห้ปะเพื่อปรึกษาหารือปัญหาต่าง ๆ ใ้ทุกช่วงเวลาที่ต้องการ
4. ครูควรนำวิธีสอนนี้ไปใช้กับวิชาซึ่งมีเนื้อหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจ

ขั้นตอนในการใช้

1. การพิจารณาเลือกเพื่อนผู้ช่วยสอน

การเลือกเพื่อนผู้ช่วยสอนมีความสำคัญมากในการนำเอาวิธีสอนนี้ไปใช้ จึงขอเสนอแนะว่า ครูควรเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงในวิชาที่ต้องการสอนมาทำหน้าที่เป็นเพื่อนผู้ช่วยสอน การเลือกเพื่อนผู้ช่วยสอนสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

- 1.1 นำคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาที่ต้องการจะสอน จากการทดสอบปลายภาคเรียนที่ผ่านมาของนักเรียนทุกคน มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

1.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในการแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มนี้ ครูอาจใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มบนและกลุ่มล่าง 25% , 33% หรือ 27%

1.3 จัดเตรียมรายชื่อกลุ่มนักเรียน โดยการสุ่มรายชื่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงให้คู่กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ การจับกลุ่มนักเรียนนี้ครูอาจใช้อัตราส่วนระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือเพื่อนผู้ช่วยสอนต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หรือนักเรียนผู้เรียนเท่ากับ 1:1 1:2 1:3 ฯลฯ

2. การฝึกเพื่อนผู้ช่วยสอน

การนำวิธีสอนนี้มาใช้ ครูจะต้องให้เพื่อนผู้ช่วยสอนเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตน และควรฝึกเพื่อนผู้ช่วยสอนในการอธิบาย หรือตอบข้อซักถามให้แก่แก่นักเรียนผู้เรียนซึ่งปฏิบัติได้ดังนี้

2.1 นัดประชุมเพื่อนผู้ช่วยสอนตามรายชื่อที่เตรียมไว้แล้วทุกคน แล้วชี้แจงให้เขาทราบถึงบทบาทและหน้าที่ของแต่ละคนในขณะดำเนินการเรียนการสอน พร้อมกับชี้แจงให้เป็นประโยชน์ที่ตัวเขาจะได้รับจากการเป็นเพื่อนผู้ช่วยสอน

2.2 ดำเนินการฝึกอธิบาย และตอบข้อซักถามให้แก่เพื่อนผู้ช่วยสอนโดยครูนำเนื้อหาของบทเรียนมายกเป็นตัวอย่าง แล้วเปิดโอกาสให้เพื่อนผู้ช่วยสอนแต่ละคนจับคู่กันเพื่อลองฝึกอธิบายและตอบข้อซักถามซึ่งกันและกัน

3. การดำเนินการสอน

ขั้นการดำเนินการสอนนี้ ครูควรแบ่งออกเป็น 2 ระยะและปฏิบัติดังนี้

ระยะก่อนดำเนินการสอน : ครูต้องสร้างความเข้าใจให้นักเรียนทราบว่าทุกคนทุกคนสามารถเรียนรู้จากกันและกันได้ ครูเองก็เรียนรู้บางสิ่งบางอย่างจากตัวนักเรียน และครูสามารถลดการแข่งขันของนักเรียนภายในชั้นเรียน โดยการเน้นว่าจุดมุ่งหมายของนักเรียนคือการเรียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนทราบว่าการสำเร็จคือการเปรียบเทียบผลการเรียนของตนเองในปัจจุบันกับในอดีตว่าดีขึ้นหรือไม่เท่านั้น แต่ไม่ใช่ความสำเร็จคือการที่นักเรียนเรียนได้ดีกว่าหรือเร็วกว่าเพื่อนคนอื่น ๆ

ระยะดำเนินการสอน : ครูควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ครูสอนเนื้อหาบทเรียนที่ต้องการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากครูก่อน
- 3.2 หลังจากสอนเนื้อหาในบทเรียนจบแล้ว แบ่งเวลาส่วนหนึ่งให้เพื่อนผู้ช่วยสอนอธิบาย และตอบข้อซักถามให้แก่แก่นักเรียนผู้เรียนในเนื้อหาที่นักเรียนผู้เรียนเรียนไปแล้วไม่เข้าใจ
- 3.3 ครูคอยให้คำแนะนำ และเป็นพี่ปรึกษาให้แก่แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม ในขณะที่มีการช่วยสอน
- 3.4 หลังจากมีการช่วยสอนแล้ว ครูมอบงานหรือแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำ เพื่อเป็นการให้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้วอีกครั้งหนึ่ง
- 3.5 ประเมินผลทางการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน การประเมินผลอาจทำการประเมินทุก ๆ 1 สัปดาห์ หลังจากที่ใช้วิธีสอนนี้ไปแล้ว

ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรใช้วิธีสอนนี้เพียงวิธีเดียว เพราะอาจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ควรนำวิธีสอนอื่น ๆ มาใช้สลับบ้าง ครูควรตระหนักว่าไม่มีวิธีสอนวิธีใดที่ดีที่สุด ในการสอนครูควรใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธี เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียน
2. ไม่ควรกล่าวตำหนิ หรือใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนผู้เรียนมีความรู้สึกว่าคุณเป็นผู้ไร้ความสามารถในด้านการเรียน เพราะจะทำให้เขามีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน ซึ่งจะส่งผลต่อผลการเรียนรู้ของเขาได้
3. ควรเปลี่ยนบทบาทให้นักเรียนผู้เรียนเป็นเพื่อนผู้ช่วยสอน และเปลี่ยนบทบาทให้เพื่อนผู้ช่วยสอนเป็นนักเรียนผู้เรียนบ้าง โดยการให้นักเรียนผู้เรียนเป็นเพื่อนผู้ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ ที่เขามีความสามารถ หรือให้เป็นผู้ช่วยสอนให้แก่แก่นักเรียนซึ่งเรียนอยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่าตน
4. ควรตระหนักเสมอว่า หัวใจสำคัญในการนำวิธีสอนนี้ไปใช้ก็คือการจัดการและวางแผนที่ดี

ภาคผนวก 13

รายนามผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัย

คณะกรรมการที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

1.	นางอัจฉรา	ธรรมาภรณ์	อาจารย์ที่ปรึกษาคนที่ 1
2.	นางสาวยีนตี	ศักดิ์เลิศวัชระ	อาจารย์ที่ปรึกษาคนที่ 2
3.	นางประภัสสร	กระมุท	กรรมการสอบ
4.	นางสาวพรรษา	นิลวิเชียร	กรรมการสอบ

ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการแนะนำ และการสร้างเครื่องมือ

1.	นายไสว	ชื่อมงคลอุดม
2.	นายสันติพร	คันติหาชัย
3.	นายไพรัตน์	จาติเกตุ
4.	นางปราณี	ทองคำ
5.	นายบรรยงก์	พูนจันทร์
6.	นายวิภาส	สุบรรพวงศ์
7.	นางฉลวย	รอกประไพ
8.	นายเกษม	หวังบิลัฒ
9.	นางชนิษฐ์	เจริญรัตน์
10.	นายสันตุลวาชัย	บุละ

ผู้ให้ความอนุเคราะห์แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องด้านภาษา

1.	นายประพนธ์	เรืองณรงค์
2.	นางดวงมน	จิตรจำนงค์
3.	นายปรีมล	นกรินทร์
4.	นายจรัส	อุบล
5.	นางพยอม	เพชรกล้า
6.	นางสาวนัยนา	ศรีวิชัย

ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และคณะครู-นักเรียนโรงเรียนต่าง ๆ

- | | | | |
|-----|------------|-------------|--|
| 1. | นายกมล | เหมมรินทร์ | ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองปักคาน์ |
| 2. | นายณรงค์ | รัชนี้กร | ผู้อำนวยการโรงเรียนยะหริ่ง |
| 3. | นายแซ | แก้วนิตย์ | ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสะขารัง |
| 4. | นางสมสนิห | เสื่อแสง | ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางปู |
| 5. | นายคาราแม | หะยี่มะ | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านบุคี |
| 6. | สายสุเอียร | นิลโสภา | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านคอนรัก |
| 7. | นายกิจจา | ศิริสตาภรณ์ | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนชุมชนบ้านตะลุโป๊ะ |
| 8. | นายนิศย์ | จิตเลขา | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนวัดมัจฉินทวาปีวิหาร |
| 9. | นายถนอม | แก้วขาว | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนชุมชนบ้านญูโย |
| 10. | นายพรหมทอง | สันสนิห | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนชุมชนบ้านป่าคา |
| 11. | นายธำรง | ปลื้มสำราญ | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านนาประคู้ |
| 12. | นายสมพงษ์ | ทองอ่อน | อาจารย์ใหญ่โรงเรียนวัดสถิตย์ชลธาร |