ผลการคำนวณได้

$$k = 30$$

$$pq = 6.88$$

$$S_t^2 = 28.20$$

แทนค่าในสูตร

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{6.88}{28.20}\right]$$

$$r_{tt} = .78$$

เพราะฉะนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการออกเสียงภาษาไทยมีค่าเท่ากับ .78

คะแนนที่ได้จากการทดลอง และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์การออกเสียงภาษาไทยก่อนการทดลองซึ่งเป็นคะแนนตัวแปรร่วม (X) และคะแนนผลสัมฤทธิ์การออกเสียงภาษาไทย หลังการทดลองซึ่งเป็นคะแนนตัวแปรตาม (y) ดังตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (y)

กลุ่มทดลอง การเสียนแบบครู			กลุ่มทดลอง การเสียนแบบ น.ร.			กลุ่มควบคุม การเรียนปกติ		
x	y	xy	x	y	xy	x	y	xy
17	28	476	3	20	60	10	17	170
2	16	32	4	24	96	9	10	90
11	29	319	16	28	448	11	13	143
15	30	450	15	26	390	8	10	80
7	26	182	13	25	325	8	17	136
0	18	18	8	27	216	13	21	273
3	13	39	5	19	95	7	15	105
21	29	609	9	16	144	11	17	187
7	17	119	5	21	105	10	17	170
7	24	168	17	23	391	10	16	160
8	21	168	0	12	12	9	12	108

กลุ่มทดลอง การเสียนแบบครู			กลุ่มทดลอง การเสียนแบบ น.ร.			กลุ่มควบคุม การเรียนปกติ		
x	y	xy	x	y	xy	x	y	xy
7	13	91	14	27	378	2	3	6
17	24	408	11	26	286	8	11	88
17	29	493	7	19	133	2	12	24
15	27	405	13	25	325	7	20	140
23	30	690	17	28	476	11	16	176
12	27	324	6	23	138	13	15	195
9	6	54	19	28	532	2	5	10
4	20	80	22	29	638	3	7	21
6	13	78	2	19	38	12	21	252
7	22	154	14	24	336	12	12	144
14	29	406	12	23	276	8	21	168
14	10	140	8	24	192	6	7	42
5	19	95	14	24	336	15	19	285
16	27	432	14	9	126	3	11	33
2	24	48	11	24	264	4	13	52
14	11	154	24	15	360	7	14	98
9	26	234	13	21	273	3	11	33
2	16	32	6	25	150	5	10	50
5	16	80	4	14	56	6	11	66

	$N_1 = 30$	$N_2 = 30$	$N_3 = 30$
$\sum X$	296	326	235
$\sum Y$	640	668	404
$\sum XY$	6760	7583	3505
$\sum X^2$	3990	4582	2231
$\sum Y^2$	15046	15612	6084
$\bar{X}$	9.87	10.87	7.83
$\bar{Y}$	21.33	22.27	13.47
S_x^2	36.88	35.84	13.45
S_y^2	48.02	25.44	22.19
$T\bar{X}$	9.52		
$T\bar{Y}$	19.02		
TS_x^2	29.69		
TS_y^2	46.92		

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนน ผลการออกเสียงก่อนการทดลอง (X) และหลังการทดลอง (y) โดยใช้การทดสอบแบบที (t - test) ชนิดข้อมูลสัมพันธ์กัน (dependent Samples) (Hinkle, Wiersma and jure, 1982:220) ดังตาราง 12

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \; ; \; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิต

$\bar{d}$ แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิตของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

S_d แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างของคะแนน

ตาราง 10 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลการออกเสียงก่อน - หลัง การทดลอง

การเสียนแบบครู				การเสียนแบบ น.ร.				การเรียนปกติ			
x	y	d	d^2	x	y	d	d^2	x	y	d	d^2
17	28	11	121	3	20	17	289	10	17	7	49
2	16	14	196	4	24	20	400	9	10	1	1
11	29	18	324	16	28	12	144	11	13	2	4
15	30	15	225	15	26	11	121	8	10	2	4
7	26	19	361	13	25	12	144	8	17	9	81
0	18	18	324	8	27	19	361	13	21	8	64
3	13	10	100	5	19	14	196	7	15	8	64
21	29	8	64	9	16	7	49	11	17	6	36
7	17	10	100	5	21	16	256	10	17	7	49
7	24	17	289	17	23	6	36	10	16	6	36
8	21	13	169	0	12	12	144	9	12	3	9
7	13	6	36	14	27	13	169	2	3	1	1
17	24	7	49	11	26	15	225	8	11	3	9

การเสียนแบบครู				การเสียนแบบ น.ร.				การเรียนปกติ			
x	y	d	d^2	x	y	d	d^2	x	y	d	d^2
17	29	12	144	7	19	12	144	2	12	10	100
15	23	12	144	13	25	12	144	7	20	13	169
23	30	7	49	13	28	11	121	11	16	5	25
12	27	15	225	6	23	17	289	13	15	2	4
9	6	-3	9	19	28	9	81	2	5	3	9
4	20	16	256	22	29	7	49	3	7	4	16
6	13	7	49	2	19	17	289	12	21	9	81
7	22	15	225	14	24	10	100	12	12	0	0
14	29	15	225	12	23	11	121	8	21	13	169
14	10	-4	16	8	24	16	256	6	7	1	1
5	19	14	196	14	24	10	100	15	19	4	16
16	27	11	121	14	9	-5	25	3	11	8	64
2	24	22	484	11	24	13	169	4	13	9	81
14	11	-3	9	24	15	-9	81	7	14	7	49
9	26	17	289	13	21	8	64	3	11	8	64
2	16	14	196	6	25	19	361	5	10	5	25
5	16	11	121	4	14	10	100	6	11	5	25

$\sum d$	344	342	169
$\sum d^2$	5116	5028	1305
$\bar{d}$	11.47	11.40	5.63
Sd	6.36	6.24	3.49
S_d^2	40.40	38.94	12.17

คำนวณ กลุ่ม 1

เมื่อ $\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$

$= \frac{12+7+...+5}{30}$

$= 11.47$

$S_{d_1} = \sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n(n-1)}}$

$= \sqrt{\frac{30(5116) - (344)^2}{30(30-1)}}$

$= 6.36$

$S_{d_1} = 40.46$

$t = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$

$= \frac{11.47}{\frac{6.36}{\sqrt{30}}}$

$= 9.88$

จากการวิเคราะห์พบว่าค่า t ที่ได้จากการคำนวณ 9.88 มากกว่าค่า t ที่ได้จากตาราง $t_{.001(29)} = 3.659$ แสดงว่าคะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยของเด็กสองภาษาจากการเลียนแบบครู หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

กลุ่ม 2

เมื่อ $$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$$

$$= \frac{17 + 20 + \ldots + 10}{30}$$

$$= 11.40$$

$$S_{d_2} = \sqrt{\frac{30(5028) - (342)^2}{30(30-1)}}$$

$$= 6.24$$

$$S_{d_2} = 38.94$$

$$t = \frac{11.40}{\frac{6.24}{\sqrt{30}}}$$

$$= 10.01$$

จากการวิเคราะห์พบว่าค่า t ที่ได้จากการคำนวณ 10.01 มากกว่าค่าที่ได้จากตาราง ($t_{.001(29)} = 3.659$) แสดงว่าคะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยของเด็กสองภาษาจากการเลียนแบบนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

กลุ่ม 3

เมื่อ

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$$

$$= \frac{7+1+...+5}{30}$$

$$= 5.63$$

$$S_{d_3} = \sqrt{\frac{30(1305) - (169)^2}{30(30-1)}}$$

$$= 3.49$$

$$S_{d_3} = 12.17$$

$$t = \frac{5.63}{\frac{3.49}{\sqrt{30}}}$$

$$= 8.84$$

จากการวิเคราะห์พบว่า t ที่ได้จากการคำนวณ 8.84 มากกว่าค่า t ที่ได้จากตาราง $t_{.001(29)} = 3.659$ แสดงว่าคะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยของเด็กสองภาษาจากการเรียนปกติ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตาราง 11 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการออกเสียงภาษาไทยก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ความแตกต่าง		
	n	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{D}$	SD	t
การเสียนแบบครู	30	9.87	6.07	21.33	6.93	11.47	6.36	9.88***
การเสียนแบบน.ร.	30	10.87	5.99	22.27	5.04	11.40	6.24	10.01***
การเรียนปกติ (ควบคุม)	30	7.83	3.67	13.47	4.71	5.63	3.49	8.84***

***P <.001

3. ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยโดยใช้วิธีทดสอบของฮาร์ตเลย์ (Hartley 's test) (Winer,1971 : 206)

สูตร

$$F_{max} = S^2 largest / S^2 smallest$$

เมื่อ S^2 largest แทน ความแปรปรวนที่มีค่าสูงสุด

S^2 smallest แทน ความแปรปรวนที่มีค่าต่ำสุด

ผลการคำนวณได้ค่าความแปรปรวนแต่ละกลุ่มดังนี้

$$S_1^2 = 48.02$$

$$S_2^2 = 25.44$$

$$S_3^2 = 22.19$$

แทนค่าในสูตร

$$F_{max} = 48.02/22.19$$

$$= 2.16$$

จากตาราง C_7 (Winer, 1971 : 875)

$$F_{max.05(3,29)} = 2.40$$

$$F_{max.01(3,29)} = 3.00$$

($F_{(3,29)} = 2.40$, PL.05) $F_{(3,29)} = 3.00$, PL.01)

การจากวิเคราะห์พบว่าค่า F ที่ได้จากการคำนวณ 2.16 น้อยกว่าค่า F ที่ได้จากตาราง ($F_{(3,29)} = 2.41$, $P<.05$) ($F_{(3,29)} = 3.00$, $P<.01$) พบว่า ข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ซึ่งแสดงว่า ความแปรปรวนของข้อมูลของทุกกลุ่มทดลองเป็นเอกพันธ์

4. การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันของสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยใช้สูตร (Winer, 1971 : 776 - 778)

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของสัมประสิทธิ์การถดถอย

กลุ่ม 1 (0.2/4		กลุ่ม 2 (0.2/3)		กลุ่ม 3(ควบคุม)	
X	Y	X	Y	X	Y
17	28	3	20	10	17
2	16	4	24	9	10
11	29	16	28	11	13
15	30	15	26	8	10
7	26	13	25	8	17
0	18	8	27	13	21
3	13	5	19	7	15
21	29	9	16	11	17
7	17	5	21	10	17
7	24	17	23	10	16
8	21	0	12	9	12
7	13	14	27	2	3
17	24	11	26	8	11
17	29	7	19	2	12
15	27	13	25	7	20
23	30	17	28	11	16
12	27	6	23	13	15
9	6	19	28	2	5

กลุ่ม 1 (0.2/4		กลุ่ม 2 (0.2/3)		กลุ่ม 3(ควบคุม)		
X	Y	X	Y	X	Y	
4	20	22	29	3	7	
6	13	2	19	12	21	
7	22	14	24	12	12	
14	29	12	23	8	21	
14	10	8	24	6	7	
5	19	14	24	15	19	
16	27	14	9	3	11	
2	24	11	24	4	13	
14	11	24	15	7	14	
9	26	13	21	3	11	
2	16	6	25	5	10	
5	16	4	14	6	11	
$*_1$						Total
$\sum$( )	296 640	326	668	235	404	857 1712
$\sum$( )^2	3990 15046	4582	15612	2231	6084	10803 36742
$\sum$ XY	6960	7583		3505		18048
$*_2$						Total
$\sum XX_j$	1069.45	1039.47		390.17		2499.09
$\sum XY_j$	645.33	324.07		340.33		1309.73
$\sum YY_j$	1392.67	737.87		643.47		2774.01

$$\sum \frac{\sum X^2 Y_j}{\sum XX_j} = 787.30$$

4.1 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร (Winer, 1971 : 776 - 778)

$$F = \frac{S_e(K-1)}{S_e(n-1)}$$

เมื่อ

S_1 แทน ความแปรปรวนของค่าสังเกตในแต่ละกลุ่มของเส้นถดถอย

S_2 แทน ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในแต่ละกลุ่มรอบ ๆ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยรวม

K แทน จำนวนกลุ่มทั้งหมด

n แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

การคำนวณความเป็นเอกพันธ์ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละกลุ่ม คำนวณค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

<u>ขั้น 1</u> กลุ่ม 1

$$\sum XX_j = 3990 - (296)^2 / 30 = 1069.45$$
$$\sum XY_j = 6960 - [(296)(640) / 30] = 645.33$$
$$\sum YY_j = 15046 - (640)^2 / 30 = 1392.67$$

กลุ่ม 2

$$\sum XX_j = 4582 - (326)^2/30 = 1039.47$$
$$\sum XY_j = 7583 - [(326)(668)/30] = 324.07$$
$$\sum YY_j = 15612 - (668)^2/30 = 737.87$$

กลุ่ม 3

$$\sum XX_j = 2231 - (235)^2/30 = 390.17$$
$$\sum XY_j = 3505 - [(235)(404)/30] = 340.33$$
$$\sum YY_j = 6084 - (404)^2/30 = 643.47$$

ขั้น 2

$$\sum \frac{X^2Y_j}{\sum XX_j} = \frac{(645.33)^2}{1069.45} + \frac{(327.07)^2}{1069.47} + \frac{(340.33)^2}{390.17}$$

$$= 389.41 + 101.03 + 296.86$$

$$= 787.30$$

$$S_1 = \sum YY - \sum \frac{2XY_j}{XX_j} = 2774.01 - 787.30$$

$$= 1986.71$$

$$S_1 = \sum \frac{2XY_j}{XX_j} - \sum \frac{2XY}{XX} = 787.30 - 686.41 = 100.89$$

แทนค่าในสูตร

$$F = \frac{S_2/(K-1)}{S_1/K(n-2)}$$

$$F = \frac{100.89/2}{1986.71/84}$$

$$F = 2.13$$

เปิดตาราง $F_{(2,30)} = 2.49$, $P < .05$

พบว่าค่า F จากการคำนวณ 2.13 มีค่าน้อยกว่า ค่า F ที่ได้จากตาราง ($F_{(2,30)} = 2.49$, $P > .05$) แสดงว่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละกลุ่มการทดลองเป็นเอกพันธ์

5. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลการออกเสียงภาษาไทยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) เป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ข้อมูลที่ได้จะมีสัญลักษณ์ดังตารางและสูตรในการคำนวณดังนี้ (กานดา พูนลาภทวี,2530 : 368-370)

ตาราง 13 ลักษณะของข้อมูลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		กลุ่มที่ 3		...	กลุ่มที่ k	
X	Y	X	Y	X	Y		X	Y
X_{11}	Y_{11}	X_{21}	Y_{21}	X_{31}	Y_{31}	...	X_{k1}	Y_{k1}
X_{12}	Y_{12}	X_{22}	Y_{22}	X_{32}	Y_{32}		X_{k2}	Y_{k2}
X_{13}	Y_{13}	X_{23}	Y_{23}	X_{33}	Y_{33}	...	X_{k3}	Y_{k3}
.	.	.	.	.	.		.	.
.	.	.	.	.	.		.	.
.	.	.	.	.	.		.	.
X_{1n}	Y_{1n}	X_{2n}	Y_{2n}	X_{3n}	Y_{3n}		X_{kn}	Y_{kn}
รวม T_{x1}	T_{y1}	T_{x2}	T_{y2}	T_{x3}	T_{y3}	...	T_{xk}	T_{yk}
เฉลี่ย X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3	...	X_k	Y_k

เมื่อ X แทน ตัวแปรร่วม

Y แทน ตัวแปรตาม

X_{ij} แทน ข้อมูล X ของกลุ่มที่ i ค่าสังเกตที่ j

n_i แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มที่ i

k แทน จำนวนกลุ่ม

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

T_{x_i} แทน ผลรวม X ของกลุ่ม i

$$T_{x_i} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}$$

T_{y_i} แทน ผลรวม Y ของกลุ่มที่ i

$$T_{y_i} = \sum_{j=1}^{n} Y_{ij}$$

$\bar{X}_i$ แทน ค่าเฉลี่ย X ของกลุ่มที่ i

$$\bar{X}_i = \frac{T_{x_i}}{n_i} = \frac{\sum X_{ij}}{n_i}$$

$\bar{Y}_i$ แทน ค่าเฉลี่ย Y ของกลุ่มที่ i

$$\bar{Y}_i = \frac{T_{y_i}}{n_i} = \frac{\sum Y_{ij}}{n_i}$$

T_x แทน ผลรวมทั้งหมดของ X

$$T_x = T_{x_1} + T_{x_2} + T_{x_3} + \ldots + T_{x_k}$$

T_y แทน ผลรวมทั้งหมดของ Y

$$T_y = T_{y_1} + T_{y_2} + T_{y_3} + \ldots + T_{y_k}$$

$\tilde{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย X ของค่าสังเกตทั้งหมดทุกกลุ่ม

$$\bar{X} = T_X/N$$

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ย Y ของค่าสังเกตทั้งหมดทุกกลุ่ม

$$\bar{Y} = T_Y/N$$

5.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน

5.1.1 คำนวณความแปรผันของ X และ Y ดังนี้

$$SS_{t(x)} = \sum X_{ij}^2 - \frac{T_x^2}{N}$$

$$SS_{b(x)} = \sum \frac{T_{x_i}^2}{n_i} - \frac{T_x^2}{N}$$

$$SS_{w(x)} = SS_{t(x)} - SS_{b(x)}$$

$$SS_{t(y)} = \sum Y_{ij}^2 - \frac{T_y^2}{N}$$

$$SS_{b(y)} = \sum \frac{T_{y_i}^2}{n_i} - \frac{T_y^2}{N}$$

$$SS_{w(y)} = SS_{t(y)} - SS_{b(y)}$$

5.1.2 คำนวณความแปรผันร่วมกันระหว่าง X กับ Y ดังนี้

$$SS_{t(p)} = \sum(X_{ij}Y_{ij}) - \left(\frac{T_x T_y}{N}\right)$$

$$SS_{b(p)} = \sum\frac{T_{x_i} T_{y_i}}{n_i} - \left(\frac{T_x T_y}{N}\right)$$

$$SS_{w(p)} = SS_{t(p)} - SS_{b(p)}$$

5.1.3 นำค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้จากข้อ 5.1.1 และ 5.1.2 มาเขียนลงในตารางดังนี้

ตาราง 14 สัญลักษณ์สรุปค่าความแปรผันของ X และ Y

แหล่งความแปรปรวน	df	SS_x	SS_y	SS_p
ระหว่างกลุ่ม	k-1	$SS_{b(x)}$	$SS_{b(y)}$	$SS_{b(p)}$
ภายในกลุ่ม	N-k	$SS_{w(x}$	$SS_{w(y)}$	$SS_{w(p)}$
ทั้งหมด	N-1	$SS_{t(x)}$	$SS_{t(y)}$	$SS_{t(p)}$

5.1.4 คำนวณค่าความแปรผันของข้อมูล Y ซึ่งปรับด้วยความแปรผันของ X แล้ว เพื่อปรับเอาอิทธิพลของตัวแปรร่วม X ออกดังนี้

5.1.4.1 ค่าความแปรผันทั้งหมดของข้อมูล Y ที่ปรับแล้ว

$SS'_{t(y)}$ = ความแปรผันทั้งหมดของ Y - ความแปรผันของเส้นถดถอยทั้งหมดของ Y เมื่อทราบค่า X

$$= SS_{t(y)} - \frac{SS^2_{t(p)}}{SS_{t(x)}}$$

5.1.4.2 ค่าแปรผันภายในกลุ่มของข้อมูล Y ที่ปรับแล้ว

$SS'_{w(y)}$ = ความแปรผันภายในกลุ่มของข้อมูล Y - ความแปรผันของเส้นถดถอยในกลุ่มของ Y เมื่อทราบค่า X

$$= SS_{w(y)} - \frac{SS^2_{w(p)}}{SS_{w(x)}}$$

5.1.4.3 ค่าความแปรผันระหว่างกลุ่มของข้อมูล Y ที่ปรับแล้ว

$$SS'_{b(y)} = SS'_{t(y)} - SS'_{w(y)}$$

5.1.5 สรุปผลของค่าที่คำนวณได้ลงในตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

ตาราง 15 สัญลักษณ์สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	SS'_y	df	MS'_y	F
ระหว่างกลุ่ม	$SS'_{b(y)}$	k-1	$MS'_{b(y)} = \frac{SS'_{b(y)}}{k-1}$	$\frac{MS'_{b(y)}}{MS'_{w(y)}}$
ภายในกลุ่ม	$SS'_{w(y)}$	N-k-1	$MS'_{w(y)} = \frac{SS'_{w(y)}}{N-k-1}$	
ทั้งหมด	$SS_{t(y)}$	N-2		

5.2 ขั้นตอนการดำเนินการคำนวณคะแนนที่ได้จากการทดลองในตารางเพื่อทดสอบสมมติฐาน เป็นดังนี้

5.2.1 คำนวณหาความแปรปรวนของ x และ y โดยหาค่าผลบวกของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างคะแนน x กับมัชฌิมเลขคณิต (SS_X หรือ $\sum X^2$ หรือ $X = X - \bar{X}$)

$$SS_{t(x)} = \sum X_{ij}^2 - \frac{T_x^2}{N}$$

$$= 17^2 + 2^2 \ldots 5^2 + 6^2 - \frac{(857)^2}{90}$$

$$= 10803 - 8160.54$$

$$= 2642.46$$

$$SS_{b(x)} = \sum \frac{T_{x_i}^2}{n_i} - \frac{T_x^2}{N}$$

หรือ $$= \frac{(T^2X_1 + T^2X_2 + T^2X_3)}{n_i} - \frac{T^2X}{N}$$

$$= \frac{(296)^2}{30} + \frac{(326)^2}{30} + \frac{(235)^2}{30} - \frac{(857)^2}{90}$$

$$= 8303.9 - 8160.54$$

$$= 143.36$$

$$SS_{w(x)} = SS_{t(x)} - SS_{b(x)}$$

$$= 2642.46 - 143.36$$

$$= 2499.10$$

$$SS_{t(y)} = \sum Y_{ij}^2 - \frac{T_y^2}{N}$$

$$= (28)^2 + (16)^2 + (29)^2 + \ldots + (10)^2 + (11)^2 - \frac{(17127)^2}{90}$$

$$= 36742 - 32566.04$$

$$= 4175.96$$

$$SS_{b(y)} = \sum \frac{T_{y_i}^2}{n_i} - \frac{T_y^2}{N}$$

$$= \frac{(640)^2}{30} + \frac{(668)^2}{30} + \frac{(404)^2}{30} + \frac{(1712)^2}{90}$$

$$= 33968 - 32566.04$$

$$= 1401.96$$

$$SS_{w(y)} = SS_{t(y)} - SS_{b(y)}$$

$$= 4175.96 - 1401.96$$

$$= 2774$$

5.2.2 คำนวณความแปรปรวนร่วมกันระหว่าง x กับ y โดยหาค่าผลบวกของผลคูณของส่วนเบี่ยงเบน (Σxy)

$$SS_{t(p)} = \sum(X_{ij}Y_{ij}) - \left(\frac{T_x T_y}{N}\right)$$

$$= 476 + 32...50 + 66 - \frac{(857)(1712)}{90}$$

$$= 18048 - 16302.044$$

$$= 1745.96$$

$$SS_{b(p)} = \sum\frac{T_{x_i} T_{y_i}}{n_i} - \left(\frac{T_x T_y}{N}\right)$$

$$= \frac{(296)(640)}{30} + \frac{(326)(668)}{30} + \frac{(235)(408)}{30} - \frac{(857)(1712)}{90}$$

$$= 436.22$$

$$SS_{w(p)} = SS_{t(p)} - SS_{b(p)}$$

$$= 1747.96 - 734.22$$

$$= 1309.73$$

ตาราง 16 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรผัน ของ x และ y

แหล่งความแปรปรวน (Source)	df	SS_x ($\sum X^2$)	SS_y ($\sum Y^2$)	SS_p ($\sum XY$)
ระหว่างกลุ่ม	k-1			
Among - group	2	143.36	1401.96	436.22
ภายในกลุ่ม				
Within Group		2499.10	2774	1309.73
ทั้งหมด	N-1	2643.46	4175.96	1745.95
Total	89			

5.2.3 คำนวนค่าความแปรผันของข้อมูล y ซึ่งปรับด้วยความแปรผันของ x แล้วเมื่อปรับเอาอิทธิพลของตัวแปรร่วม x ออกดังนี้

$$SS_{t(y)} = SS_{t(y)} - \frac{SS^2_{t(p)}}{SS_{t(x)}}$$

$$= 4175.96 - \frac{(1745.96)^2}{2642.46}$$

$$= 4175.96 - 1153.60$$

$$= 3022.36$$

$$SS'_{w(y)} = SS_{w(y)} - \frac{SS^2_{w(p)}}{SS_{w(x)}}$$

$$= 2774 - \frac{(1309.79)^2}{2499.10}$$

$$= 2774 - 686.40$$

$$= 2087.60$$

$$SS'_{b(y)} = SS'_{t(y)} - SS'_{w(y)}$$

$$= 3022.36 - 2087.60$$

$$= 934.76$$

ตาราง 17 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS'_x	MS'_y	F
			$MS'_{b(y)} = \frac{SS'_{b(y)}}{k-1}$	
ระหว่างกลุ่ม	k-1			
ZAmong - Group)	2	934.76	467.38	**
				19.26
			$MS'_{w(y)} = \frac{SS'_{w(y)}}{N-k-1}$	
ภายในกลุ่ม	N-k-1			
(Witin - Group)	86	2087.60	24.27	
ทั้งหมด	n-2			
(Total)	88	3022.36		

** $F_{(2,86)} = 3.15$, $P<.05$

** $F_{(2,86)} = 4.98$, $P<.01$

จากการเปิดตารางค่า F ที่คำนวณได้ 19.26 มากกว่าค่าที่เปิดได้จากตาราง ($F_{(2,86)} = 3.15$, $P<.05$ และ $F_{(2,86)} = 4.98$, $P<.01$ แสดงว่า ผลของการฝึกการเลียนแบบที่มีต่อการออกเสียงทั้ง 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01)

6. การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparion)ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ถ้าพบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบพหุคูณเพื่อดูว่าระดับของตัวแปรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันด้วยวิธีของ HSD ของทูคีย์ (Tukey) สูตร (กานดา พูนลาภทวี , 2530:337-338)ดังนี้

$$\hat{\psi}_{(HSD)} = q_{\alpha(k,N-k)}\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$$

เมื่อ

$q_{\alpha(k,N-k)}$	แทน	ค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ (Studentized range) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ ; ชั้นความเป็นอิสระ k และ N-k
MS_w	แทน	ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนภายในกลุ่มหรือความคลาดเคลื่อน
N	แทน	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
n	แทน	ขนาดของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลอง
k	แทน	จำนวนกลุ่มทดลอง

แทนค่าสูตรและค่า q จากตารางสติวเดนไทซ์เรนจ์ตามนัยสำคัญ

$$\sqrt{\frac{MS_e}{n}} = \sqrt{\frac{24.27}{30}} = .90$$

$$HSD = q.01(3,87)\sqrt{\frac{MS_e}{n}}$$

$$HSD = (4.28)(.90)$$

$$= 3.85$$

การเปรียบเทียบพหุคูณ โดยใช้ HSD ของทูคีย์ (Tukey)ของการพูดออกเสียงภาษาไทย ทั้ง 3 กลุ่ม

ขั้นที่ 1 ปรับค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มโดยใช้ สูตร

$$\bar{Y}'_k = \bar{Y}_k - b_w\left(\bar{X}_k - \bar{X}\right)$$

โดย

$$b_w = \frac{SS_{w(p)}}{SS_{w(x)}}$$

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

ดังนั้น

$$\bar{Y}'_k = \bar{Y}_k - \frac{SS_{w(p)}}{SS_{w(x)}}\left(\bar{X}_k - \bar{X}\right)$$

เมื่อ $\bar{Y}'_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล y ในกลุ่ม k ที่ปรับแล้ว

$\bar{Y}_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล y ในกลุ่ม k

$\bar{X}_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล y ในกลุ่ม k

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล x รวมทุกกลุ่ม

ค่าต่าง ๆ ที่นำมาคำนวณ

$SS_{w(p)} = 1390.73$

$SS_{w(x)} = 2499.10$

$$\bar{X}_1 = 9.87 \quad \bar{X}_2 = 10.87 \quad \bar{X}_3 = 7.83$$

$$\bar{Y}_1 = 21.33 \quad \bar{Y}_2 = 22.27 \quad \bar{Y}_3 = 13.47$$

$$\bar{X} = 9.52$$

แทนค่าในสูตร

$$\bar{Y}'_k = \bar{Y}_k - \frac{SS_{w(p)}}{SS_{w(x)}} (\bar{X}_k - \bar{X})$$

$$\bar{Y}'_1 = 21.33 - \frac{1309.73}{2499.10} (9.87 - 9.52)$$

$$= 21.15$$

$$\bar{Y}'_2 = \bar{Y}_2 - \frac{SS_{w(p)}}{SS_{w(x)}} (\bar{X}_2 - \bar{X})$$

$$= 22.27 - \frac{1309.73}{2499.10} (10.87 - 9.52)$$

$$= 21.56$$

$$\bar{Y}'_3 = \bar{Y}_3 - \frac{SS_{w(p)}}{SS_{w(x)}} (\bar{X}_3 - \bar{X})$$

$$= 13.47 - \frac{1309.73}{2499.10} (7.83 - 9.52)$$

$$= 14.63$$

เรียงค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามาก

$$\bar{Y}'_1 = 21.15, \quad \bar{Y}'_2 = 21.56, \quad \bar{Y}'_3 = 14.63$$

ขั้นที่ 2 เรียงค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วจากน้อยไปหามากโดยทำเป็นตารางสองทางแบบเมตริกซ์ และผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ในตาราง ดังในปรากฏในตาราง 17

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมด้วยวิธีของ HSD ของทูคีย์

	Y_3 = 14.63	Y_1 = 21.15	Y_3 = 21.56
Y_3 = 14.63	-	6.52*	6.93*
Y_1 = 21.15		-	0.41
Y_2 = 21.56			-

*P < .05