

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อีกทั้งสามารถดำเนินงานได้อย่างสะดวก ประหยัดและมีคุณภาพมากที่สุด ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีวิจัยในบริบท ประชากร กลุ่มตัวอย่าง วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลางมีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 301 ถึง 600 คน และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คนขึ้นไป จาก 9 อำเภอ จำนวน 23 โรงเรียน รวมนักเรียน 1,340 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สุ่มมาจากประชากรที่กล่าวข้างต้น จำนวน 96 คน จากโรงเรียนวัดไตรสามัคคีและโรงเรียนบ้านหลังเขาซึ่งมีขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

2.1 สุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง ที่เป็นโรงเรียนขนาดกลางมีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 301 ถึง 600 คน ซึ่งปรากฏผลดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนขนาดกลาง ในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน
1. บ้านนาป้อ	เมือง	59
2. วัดขุนสิทธิ์	เมือง	48
3. บ้านไร่พรุ	เมือง	51
4. บ้านบางเป้า	กันตัง	51
5. บ้านบางสัก	กันตัง	49
6. บ้านท่าส้ม	กันตัง	71
7. ห้วยยอดคดถึงวิทยาการ	ห้วยยอด	66
8. วัดเขา	ห้วยยอด	48
9. บ้านเกาะเต่า	ห้วยยอด	57
10. วัดไตรสามัคคี	ห้วยยอด	67
11. บ้านวังลำ	ห้วยยอด	67
12. บ้านทุ่งยาว	ปะเหลียน	55
13. บ้านปะเหลียน	ปะเหลียน	69
14. บ้านหาดเลา	ปะเหลียน	53
15. หาดปากเมง	สิเกา	54
16. บ้านโคกทราย	บ้านตาขาว	57
17. วัดเขาวิเศษ	วังวิเศษ	89
18. บ้านหลังเขา	วังวิเศษ	51
19. บ้านหนองชุมแสง	วังวิเศษ	52
20. วัดธรรมาราม	นาโยง	49
21. วัดไทรทอง	นาโยง	62
22. วัดหนองสमान	หาดสำราญ	48
23. บ้านนาทะเล	หาดสำราญ	67
รวม	23	1,340

2.2 สุ่มโรงเรียนจำนวน 2 โรงเรียน จากทั้งหมด 23 โรงเรียน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากแบบไม่ใส่กลับ

2.3 สุ่มนักเรียนจากแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 48 คน ได้จำนวนนักเรียนทั้งหมด 96 คน หญิง 52 คน และชาย 44 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้

2.4 เมื่อได้นักเรียนแต่ละโรงเรียน ก็ทำการทดสอบความรู้ภาษาอังกฤษจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 ตรวจสอบแบบทดสอบให้คะแนน เพื่อแบ่งเด็กให้เป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยการหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนน จากนั้นคัดรายชื่อนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 เป็นกลุ่มนักเรียน ที่มีระดับความสามารถทางภาษาอังกฤษสูง นักเรียนที่ได้คะแนนระหว่างคะแนนในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25-75 เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางภาษาอังกฤษปานกลาง และนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางภาษาอังกฤษต่ำ ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถทางภาษา	จำนวนนักเรียน
สูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์สูงกว่า 75)	24
ปานกลาง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25-75)	48
ต่ำ (เปอร์เซ็นต์ไทล์ต่ำกว่า 25)	24
รวม	96

2.6 สุ่มนักเรียนจากตาราง 2 ของแต่ละโรงเรียน เข้ารับการทดลอง (Random Assignment) โดยสุ่มอย่างง่ายแบบจับสลาก โดยให้

ฉลาก A เป็นกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือและได้รับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง

ฉลาก B เป็นกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือและได้รับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ

ฉลาก C เป็นกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบปกติและได้รับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง

ฉลาก D เป็นกลุ่มที่ได้รับการเรียนแบบปกติและได้รับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ

ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 3-4

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือ

ความสามารถ	กลุ่มผลาก A	กลุ่มผลาก B
สูง	A1	B1
	A2	B2
	A3	B3
ปานกลาง	A4	B4
	A5	B5
	A6	B6
	A7	B7
	A8	B8
	A9	B9
ต่ำ	A10	B10
	A11	B11
	A12	B12

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติ

กลุ่มผลาก C	กลุ่มผลาก D
C1	D1
C2	D2
C3	D3
C4	D4
C5	D5
C6	D6
C7	D7
C8	D8
C9	D9
C10	D10
C11	D11
C12	D12

ตาราง 5 สรุปผลการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ระดับของตัวแปร	การเสริมแรง		รวม
	แบบต่อเนื่อง	แบบเว้นระยะ	
การเรียนแบบร่วมมือ	24	24	48
การเรียนแบบปกติ	24	24	48
รวม	48	48	96

แบบแผนการวิจัย

1. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสองตัวประกอบที่มีการทดสอบครั้งเดียวหลังการทดลอง (Posttest – Only Experiment in Factorial Design) ซึ่งมีลักษณะดังภาพประกอบ 1.

กลุ่มการทดลองที่	การสุ่ม	Treatment	การทดสอบหลังการทดลอง
1	R	X1Y1	O1
2	R	X1Y2	O2
3	R	X2Y1	O3
4	R	X2Y2	O4

ภาพประกอบ 1 แบบแผนการทดลอง แบบสองตัวประกอบที่มีการทดสอบครั้งเดียวหลังการทดลอง (ดัดแปลงจาก Tuckman, 1978 : 135)

เมื่อ R หมายถึง การสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง
 X หมายถึง การเรียน จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ
 X1 หมายถึง การเรียนแบบร่วมมือ
 X2 หมายถึง การเรียนแบบปกติ

Y หมายถึง การเสริมแรง จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

Y1 หมายถึง การเสริมแรงแบบต่อเนื่อง

Y2 หมายถึง การเสริมแรงแบบเว้นระยะ

O หมายถึง ผลการทดสอบหลังการทดลอง

O1 ถึง O4 หมายถึง ผลการทดสอบหลังการทดลองของ

กลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 ตามลำดับ

2. แบบแผนทางสถิติ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนทางสถิติแบบแฟกทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Factorial Design) โมเดลกำหนดเป็น (Mixed model) 2×2 (การเรียน \times การเสริมแรง) โดยมีตัวแปรในการทดลองดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวแปร ได้แก่

2.1.1 การเรียน (A) จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

2.1.1.1 การเรียนแบบร่วมมือ

2.1.1.2 การเรียนแบบปกติ

2.1.2 การเสริมแรง (B) จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

2.1.2.1 การเสริมแรงแบบต่อเนื่อง

2.1.2.2 การเสริมแรงแบบเว้นระยะ

2.2 ตัวแปรตาม จำแนกเป็น 2 ตัว คือ

2.2.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการเรียนแบบร่วมมือ
2. แผนการเรียนแบบปกติ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางภาษาอังกฤษ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ
5. แบบวัดแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์
6. กระดาษคำตอบ
7. นาฬิกาจับเวลา

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. จัดทำแผนการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย สารสำคัญ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์การเรียนการ
สอน การวัดและประเมินผลโดยแต่ละแผนใช้เวลา 60 นาที (3 คาบ ๆ ละ 20 นาที) ครูทบทวน
บทเรียน 5 นาที สอนเนื้อหา 15 นาที ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม 25 นาที ทดสอบการเรียนรู้
จากการทำกิจกรรมกลุ่มและสรุปผล 15 นาที ขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้
 - 1.1 ศึกษาการเรียนแบบร่วมมือเกี่ยวกับเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ ขั้นตอนการสอน
การวัดและประเมินผลจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ
 - 1.2 ศึกษาหลักสูตรภาษาอังกฤษ พุทธศักราช 2539 ในหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช
2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)
 - 1.3 ศึกษาเอกสารหนังสือประกอบการเรียนภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 - 1.4 เลือกเนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา ตัดสินการสร้างแผนการเรียนแบบร่วมมือ
 - 1.5 นำแผนการเรียนแบบร่วมมือ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษพิจารณา
เพื่อตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

1.6 นำแผนการเรียนแบบร่วมมือที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาจังหวัดตรัง ซึ่งไม่ได้เป็น
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อพิจารณาความยากง่ายของภาษา และเวลาที่ใช้ในบทเรียน แล้วนำมา
ปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม

1.7 จัดพิมพ์ แล้วนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

2. จัดทำแผนการเรียนแบบปกติ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย สารະสำคัญ จุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน
การวัดและประเมินผลโดยแต่ละแผนใช้เวลา 60 นาที ครูทบทวนบทเรียน 5 นาที สอนเนื้อหา
นำ 15 นาที ให้นักเรียนทำกิจกรรม 25 นาที ทดสอบการเรียนรู้และสรุปผล 15 นาที
ขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้

2.1 ศึกษาการเรียนแบบปกติ จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

2.2 ศึกษาหลักสูตรภาษาอังกฤษ พุทธศักราช 2539 ในหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช
2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)

2.3 ศึกษาเอกสารหนังสือประกอบการเรียนภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.4 เลือกเนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา ดำเนินการสร้างแผนการเรียนแบบปกติ

2.5 นำแผนการเรียนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษชุดเดิมพิจารณาความ
ถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาเวลา และตรวจดูข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยนำมาปรับปรุง
ก่อนนำไปใช้ทดลอง

3. จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ฉบับ 60 ข้อ
เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษโดยใช้เนื้อหา
ภาษาอังกฤษจากหนังสือ English Is Fun ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ
30 นาที ขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา และเอกสารประกอบการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ

3.2 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยครอบคลุมเนื้อหา
ที่กำหนดขึ้น รวม 60 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบทั้ง 60 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษและมีความรู้ด้านวัดและ
ประเมินผลการศึกษา จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

3.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0 แล้ววิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ จำนวน 30 ข้อ

3.6 นำแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งหาคุณภาพรายข้อแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความตรง ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson) สูตร KR - 20 (Ebel and Frisbie, 1986 : 77)

ได้ค่าความตรง เท่ากับ .9014

3.7 จัดพิมพ์และเขียนเป็นชุด สำหรับนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

4. จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ฉบับ 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษหลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดในบทที่ 37 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที ขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้

4.1 ศึกษาเนื้อหาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและวิธีวัดผลการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษ จากหลักสูตรภาษาอังกฤษ 2539 และเอกสารประกอบการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ

4.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาที่นักเรียนเรียนผ่านมาแล้วรวม 60 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบทั้ง 60 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษและมีความรู้ด้านวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

4.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0 แล้ววิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ จำนวน 30 ข้อ

4.6 นำแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งหาคุณภาพรายข้อแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความตรง ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของ

คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) สูตร KR – 20 (Ebel and Frisbie, 1986 : 77) ได้ค่าความตรง เท่ากับ .9568

4.7 จัดพิมพ์และเขียนเป็นชุด สำหรับนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

5. จัดทำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

5.1 ศึกษาการเขียนข้อความวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

5.2 ศึกษาองค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แล้วสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ดัดแปลงจาก นุชนารถ สมานี, 2532 :123) นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องของภาษา และแก้ไขปรับปรุงภาษา

5.3 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่ปรับปรุงไปทดลองครั้งที่ 1 (Try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก(Discrimination)

5.4 คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ไปทดลองครั้งที่ 2 (Try out) เพื่อหาค่าความตรง ใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach, 1970 : 161) ได้ค่าความตรง เท่ากับ .8732

5.5 จัดพิมพ์แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการเขียนแบบร่วมมือ แผนการเขียนแบบปกติ จากหนังสือ English Is Fun Book 4 บทที่ 37 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนภาษาอังกฤษ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กระจายคำตอบและนาฬิกาจับเวลา

1.2 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยต่อผู้บังคับบัญชาของโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง

1.3 ครูนิเทศก์เรียนเข้ารับการทดลอง ตั้งได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.4 ครูนิเทศก์ทดลอง โดยใช้ห้องเรียนประจำชั้นของกลุ่มตัวอย่างแต่ละโรงเรียน

จำนวน 2 ห้องเรียน

1.5 ครูนิเทศก์จัดตารางเวลาในการทดลอง เนื่องจากผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้การเรียน
2 แบบ ก่อนที่จะดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างใดก่อนหรือหลัง ผู้วิจัยใช้วิธีจับฉลากรายชื่อกลุ่ม
และใช้วิธีสลับกันทั้งตอนเช้าและตอนบ่ายในวันเดียวกันตลอดระยะเวลาในการทดลองประมาณ

3 สัปดาห์ ตั้งรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนดำเนินการทดลอง

ลำดับที่	การทดลอง	เวลา	กลุ่มการเรียน
1	ชี้แจงและทำความเข้าใจ	08.30-09.30	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
2	วัดความสามารถทางภาษา	08.30-09.00	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
3	ฝึกการเรียนแบบร่วมมือ	08.30-09.30	แบบร่วมมือ
4	แผนที่ 1 ส่วนวนที่ใช้ตามเวลา	08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบต่อเนื่อง
		08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบเว้นระยะ
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ ต่อเนื่อง
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ เว้นระยะ
5	แผนที่ 2 กิจวัตรประจำวัน	13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ ต่อเนื่อง
		13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ เว้นระยะ
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบต่อเนื่อง
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบเว้นระยะ

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับที่	การทดลอง	เวลา	กลุ่มการเขียน
6	แผนที่ 3 กิจวัตรประจำวัน (ต่อ)	08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบต่อเนื่อง
		08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบเว้นระยะ
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ ต่อเนื่อง
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ เว้นระยะ
7	แผนที่ 4 ถาม-ตอบ เกี่ยวกับเวลา	13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ ต่อเนื่อง
		13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ เว้นระยะ
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบต่อเนื่อง
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบเว้นระยะ
8	แผนที่ 5 ตารางเวลาเดินรถ	08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบต่อเนื่อง
		08.30-09.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรง แบบเว้นระยะ
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ ต่อเนื่อง
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบ เว้นระยะ

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับที่	การทดลอง	เวลา	กลุ่มการเรียน
9	แผนที่ 6 อ่านเนื้อเรื่อง	13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
10	แผนที่ 6 อ่านเนื้อเรื่อง(ต่อ)	08.30-9.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		08.30-9.30	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		09.30-10.30	แบบปกติและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
11	แผนที่ 7 ทบทวนเนื้อหาที่เรียน	13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		13.00-14.00	แบบปกติและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง
		14.00-15.00	แบบร่วมมือและการเสริมแรงแบบเว้นระยะ
12	วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	08.30-09.30	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	วัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	09.30-10.00	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2. ขั้นตอนทดลอง

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งแจ้งและทำความเข้าใจ 1 ชั่วโมง วัดความสามารถทางภาษา 30 นาที ฝึกการเขียนแบบร่วมมือโรงเรียนละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที ทำการทดลองเขียนแบบร่วมมือ 24 คาบ เขียนแบบปกติ 24 คาบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 นาที และทำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 30 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการทดลองของแต่ละโรงเรียน 19 ชั่วโมง 30 นาที กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนใดจะได้รับการทดลองก่อนหรือหลังนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการจับคู่สลับกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองหลังจาก วัดความสามารถทางการเรียนภาษาอังกฤษ และฝึกการเขียนแบบร่วมมือ มีขั้นตอนดังนี้.

กลุ่มการทดลองที่ 1 กลุ่มการเขียนแบบร่วมมือกับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มการเขียนแบบร่วมมือ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง 1 คน ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง 2 คน และระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ 1 คน

ขั้นที่ 2 ซึ่งแจ้งและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนในการเขียนแบบร่วมมือ สวัสดิค๊ะนักเรียนทุกคน วันนี้และอีก 8 วันต่อจากนี้ ครูจะให้นักเรียนเรียนเนื้อหาภาษาอังกฤษบทที่ 37 จากหนังสือ English Is Fun Book 4 ซึ่งในแต่ละเนื้อหาข้อจะใช้เวลาเรียน 60 นาที โดยใช้เวลา ทบทวน 5 นาที ครูสอนเนื้อหา 15 นาที นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน 25 นาที และให้นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล 15 นาที หลังจากทีครูสอนเนื้อหาข้อจบลงให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมโดยที่แต่ละครั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก หัวหน้ากลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และให้มีการสลับเปลี่ยนกันทุกครั้งทีเรียนเนื้อหาแต่ละครั้ง เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสทำหน้าที่เป็นหัวหน้า และเลขานุการกลุ่ม ให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันและกัน ปรึกษา แลกเปลี่ยนความรู้ คิดและแก้ปัญหาาร่วมกัน ตัดสินใจร่วมกัน ให้กำลังใจ มีการตั้งเป้าหมายของกลุ่ม โดยหัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้ดำเนินการประสานงานกระตุ้นให้สมาชิกแสดงความคิดเห็นกันทุกคน แล้วช่วยกันสรุปวิธีการและหาคำตอบที่ดีที่สุด ถ้าสมาชิกคนใดในกลุ่มยังไม่เข้าใจให้สมาชิกในกลุ่มพยายามอธิบายบอกแนวทางให้ทราบก่อนที่จะผ่านไปข้ออื่น

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับคะแนนพัฒนารายบุคคล

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง โดยให้การเสริมแรงแก่นักเรียนภายหลังจากที่ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบของนักเรียน

ในแต่ละครั้งแล้ว ในวันถัดไปของทุกวันก่อนการเรียนเนื้อหาข้อบทต่อไป โดยผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบคะแนนพัฒนาและให้การเสริมแรงนักเรียนทุกวันต่อเนื่องกัน

ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยสอนเนื้อหาข้อบทที่ 37 จาก English Is Fun Book 4 โดยใช้เวลาสอนเนื้อหาข้อบทครั้งละ 15 นาที

ขั้นที่ 6 ผู้วิจัยนำบัตรงานแต่ละบทเรียนย่อยให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันกิจกรรมละ 25 นาที ซึ่งในบัตรงานจะมีคำชี้แจงในการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 7 ผู้วิจัยสังเกตทักษะในการทำงานกลุ่มร่วมกัน และแนะนำทักษะที่จำเป็นให้นักเรียนบางคนที่มีปัญหาในการทำงานร่วมกัน เพื่อช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาในการทำงานได้มีทักษะในการทำงานกลุ่มที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 8 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบแต่ละบทเรียนไปทดสอบนักเรียนหลังจากนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เป็นเวลา 15 นาที

ขั้นที่ 9 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบแต่ละบทเรียนมาตรวจให้คะแนน ทำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มที่ได้ เฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม แล้วให้การเสริมแรง ก่อนการเรียนเนื้อหาข้อบทต่อไป

กลุ่มการทดลองที่ 2 กลุ่มการเรียนแบบร่วมมือกับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทำเองเดียวกันกับกลุ่มทดลองที่ 1 ในขั้นที่ 1-3, 5-9 สำหรับขั้นที่ 4 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ โดยให้การเสริมแรงแก่นักเรียน ภายหลังจากที่ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบของนักเรียนในแต่ละครั้งแล้ว โดยผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบคะแนนพัฒนาและให้การเสริมแรงนักเรียนแต่ละครั้งไม่คงที่ หรือไม่แน่นอน ก่อนการเรียนเนื้อหาข้อบทต่อไป

กลุ่มการทดลองที่ 3 กลุ่มการเรียนแบบปกติกับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มการเรียนแบบปกติ ผู้วิจัยจัดสมาชิกภายในกลุ่มโดยไม่ได้เน้นความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน

สวัสดิคະນักรเรียนทุกคน วันนีแะอืก 8 วันต่อจากนี้ ครูจะให้นักเรียนเรียนเนื้อหาภาษาอังกฤษบทที่ 37 จากหนังสือ English Is Fun Book 4 ซึ่งในแต่ละเนื้อหาข้อบทจะใช้เวลาเรียน 60 นาที โดยแบ่งออกเป็น ทบทวน 5 นาที ครูสอนเนื้อหา 15 นาที นักเรียนทำกิจกรรม 25 นาที และให้นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล 15 นาที

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับคะแนนพัฒนารายบุคคล

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการเสริมแรงแบบต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยสอนเนื้อหาข้อของบทที่ 37 จาก English Is Fun Book 4 โดยใช้เวลาสอนเนื้อหาข้อครั้งละ 15 นาที

ขั้นที่ 6 ผู้วิจัยนำบัตรงานแต่ละบทเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง กิจกรรมละ 25 นาที ซึ่งในบัตรงานจะมีคำชี้แจงอยู่แล้ว โดยผู้วิจัยให้คำแนะนำพอสมควร

ขั้นที่ 7 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบแต่ละบทเรียน ไปทดสอบนักเรียน เป็นเวลา 15 นาที

ขั้นที่ 8 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบแต่ละบทเรียนภายหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบทดสอบแล้วมาตรวจให้คะแนน และให้การเสริมแรง ก่อนการเรียนเนื้อหาข้อต่อไป

กลุ่มการทดลองที่ 4 กลุ่มการเรียนแบบปกติกับการเสริมแรงแบบเว้นระยะ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทำนองเดียวกันกับกลุ่มทดลองที่ 3 ในขั้นที่ 1-3 , 5-8 ส่วนในขั้นที่ 4 จะเป็นการชี้แจงการเสริมแรงแบบเว้นระยะ

3. ขั้นทดสอบหลังการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังจากผู้ทดลองได้รับเงื่อนไขการทดลองสิ้นสุดลง โดยดำเนินการดังนี้

3.1 แจกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ เนื้อหาบทที่ 37 จาก English Is Fun Book 4 ให้กับผู้เข้ารับการทดลองอ่านคำชี้แจง แล้วทำแบบทดสอบใช้เวลา 30 นาที

3.2 แจกแบบวัดแรงงูใจใส่สัมฤทธิ์ ให้กับผู้เข้ารับการทดลองอ่านคำชี้แจง แล้วทำแบบทดสอบวัดแรงงูใจใส่สัมฤทธิ์ ใช้เวลา 30 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางภาษาอังกฤษและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ

1.1.1 การหาค่าความยาก (Difficulty) คือ ค่า P และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่า D ใช้สูตร (Nitko, 1983 : 288 – 292).

1.1.2 การหาค่าความตรง โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) (Ebel and Frisbie, 1986 : 77)

1.2 แบบวัดแรงงูใจไม่สัมฤทธิ์

1.2.1 หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของจุดห่าฟาน

1.2.2 หาค่าความตรง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้สูตร (Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 67)

2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้สูตร(Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 63)

2.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้สูตร(Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 62)

2.4 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variance) ของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้วิธีการทดสอบของ ฮาร์ทเลย์ (Hertley' s Test) (Kirk, 1982 : 78);

2.5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบแฟคทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์ โมเดลกำหนด 2×2 (Completely Randomized Factorial Design) ใช้สูตรของเคิร์ก (Kirk, 1982 : 355)

2.6 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) หลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบพหุคูณว่าตัวแปรหลักคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยใช้วิธี HSD ของทูกีย์(Tukey's HSD test).

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยได้ใช้ค่าสถิติ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ

1.1.1 การหาค่าความยาก (Difficulty) คือ ค่า P และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่า D ใช้สูตรดังนี้ (Nitko, 1983 : 288 – 292)

$$P = \frac{N_U + N_L}{T_U + T_L}$$

เมื่อ P แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
N_U แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
N_L แทน	จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
T_U แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
T_L แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

$$D = P_U - P_L$$

เมื่อ D แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
P_U แทน	สัดส่วนระหว่างจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกกับจำนวนคนในกลุ่มสูงทั้งหมด
P_L แทน	สัดส่วนระหว่างจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูกกับจำนวนคนในกลุ่มต่ำทั้งหมด

1.1.2 การหาค่าความตรง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
(Kuder - Richardson) (Ebel and Frisbie, 1986 : 77)

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{kk} แทน	ค่าความตรงของแบบทดสอบ
k แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
q แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
S^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

1.2 แบบวัดแรงงูใจฝึ่สัมฤทธิ์

1.2.1 หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 เบอร์เซนต์ของรุ่งเคห์ฟาน

1.2.2 หาค่าความตรง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก

(Cronbach, 1970 : 161)

$$\alpha_k = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ α_k แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความตรง
k แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
S_i^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
S^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 หาค่ามัธมิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้สูตรดังนี้ (Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 67)

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่ามัธมิมเลขคณิต

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกจำนวน

n แทน จำนวนข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้สูตรดังนี้ (Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 63)

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

เมื่อ SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง

n แทน จำนวนข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
ใช้สูตรดังนี้ (Hinkle ; Wiersma and Jurs, 1982 : 62)

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{n-1}$$

เมื่อ S^2	แทน	ค่าความแปรปรวน.
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละจำนวน
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of Homogeneity of Variance)
ของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้วิธีการทดสอบของ ฮาร์ทเลย์
(Hartley's Test) ใช้สูตรดังนี้ (Kirk, 1982 : 78)

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

เมื่อ F_{\max}	แทน	ค่าความเป็นเอกพันธ์ของวิธีการทดสอบของ ฮาร์ทเลย์
$S_j^2 \text{largest}$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มการทดลองที่มีค่าสูงสุด
$S_j^2 \text{smallest}$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มการทดลองที่มีค่าต่ำสุด

2.5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบแฟกทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์

โมเดลกำหนด 2×2 (Completely Randomized Factorial Design) ใช้สูตรของเคิร์ก

(Kirk, 1982 : 355)

สูตรคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{SSTO} &= [\text{ABS}] - [\text{Y}] \\
 \text{SSA} &= [\text{A}] - [\text{Y}] \\
 \text{SSB} &= [\text{B}] - [\text{Y}] \\
 \text{SSAB} &= [\text{AB}] - [\text{A}] - [\text{B}] + [\text{Y}] \\
 \text{SSWCELL} &= [\text{ABS}] - [\text{AB}]
 \end{aligned}$$

สัญลักษณ์ในการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 [\text{ABS}] &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q Y_{ijk}^2 \\
 [\text{Y}] &= \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q Y_{ijk} \right)^2}{npq} \\
 [\text{A}] &= \sum_{j=1}^p \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^q Y_{ijk} \right)^2}{nq} \\
 [\text{B}] &= \sum_{k=1}^q \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ijk} \right)^2}{np} \\
 [\text{AB}] &= \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)^2}{n}
 \end{aligned}$$

เมื่อ	Y_{ijk}	แทน	คะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลองแต่ละคน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลองแต่ละกลุ่ม
	p	แทน	ระดับของตัวแปร A (การเขียน)
	q	แทน	ระดับของตัวแปร B (การเสริมแรง)

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q Y_{ijk}^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวนขงกำลังสอง

$\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q Y_{ijk} \right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\frac{\sum_{j=1}^p \left(\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^q Y_{ijk} \right)^2}{np}$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนรวมแต่ละระดับของตัวแปร A

$\sum_{k=1}^q \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ijk} \right)^2}{np}$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนรวมแต่ละระดับของตัวแปร B

$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^q \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)^2}{n}$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคะแนนขงกำลังสองของคะแนนในแต่ละเซลล์ AB

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคทอเรียลกลุ่มสมบูรณ์โมเดลกำหนด 2×2

Source of Variation	SS	df	MS	F
A	[A] - [Y]	p - 1	SSA/df	MSA/MSWCELL
B	[B] - [Y]	q - 1	SSB/df	MSB/MSWCELL
AB	[AB] - [A] - [B] + [Y]	(p - 1)(q - 1)	SSAB/df	MSAB/MSWCELL
Within cell	[ABS] - [AB]	pq(n - 1)	SSWCELL/df	
Total	[ABS] - [Y]	npq - 1		

2.6 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) โดยใช้วิธี HSD ของทูกีย์ (Tukey's HSD test) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{HSD} = q \sqrt{\frac{\text{MSW}}{n}}$$

- เมื่อ
- q = ค่าในตาราง studentized range ที่ ∞ และ $df = r = k$ กับ $nt - k$
 - r = ช่วงห่างของค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบกัน
 - k = จำนวนกลุ่มที่วิเคราะห์ความแปรปรวน
 - nt = ขนาดกลุ่มตัวอย่างรวม
 - n = ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน
 - MSW = ความแปรปรวนภายในกลุ่ม ได้จากการที่วิเคราะห์ความแปรปรวน