

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การเลือกตัวอย่างประชากร
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. การสร้างเครื่องมือ
4. การทดลองใช้เครื่องมือ
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การเลือกตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนสุพรรณภูมิ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

คัดเลือกตัวอย่างประชากรโดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 8 ห้องเรียน มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกับ 3 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองได้ตัวอย่างประชากร 119 คน แยกออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง ตามเงื่อนไขดังนี้

- ป. 6/2 เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการอธิบายก่อนทำแบบฝึกหัดจำนวน 40 คน
- ป. 6/6 เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการอธิบายหลังทำแบบฝึกหัดจำนวน 39 คน
- ป. 6/7 เป็นกลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการอธิบายหลังครูตรวจแก้ไขแบบฝึกหัดจำนวน 40 คน

แล้วแบ่งนักเรียนแต่ละห้องเป็น 3 ระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยใช้ระดับคะแนนที่ (T-Scores) ของคะแนนสอบคณิตศาสตร์ปลายภาคเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ ตามเงื่อนไข ดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูง ได้แก่ผู้สอบได้คะแนนที่สูงกว่า 60  
 นักเรียนกลุ่มปานกลาง ได้แก่ผู้สอบได้คะแนนที่ระหว่าง 42 ถึง 60  
 นักเรียนกลุ่มต่ำ ได้แก่ผู้สอบได้คะแนนที่ต่ำกว่า 42

และผลจากการแบ่งกลุ่มได้จำนวนนักเรียน คำมีชนิม เลขคณิต และส่วน เบี่ยงเบน  
 มาตรฐานดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียน		
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
สูง	10	6	4
กลาง	17	24	30
ต่ำ	13	9	6
รวม	40	39	40



ตารางที่ 2 คำมีขนิม เลขคณิต และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง	$\bar{X}$	S.D.
1. อธิบายก่อนทำแบบฝึกหัด	73.625	11.663
2. อธิบายหลังทำแบบฝึกหัด	73.00	9.997
3. อธิบายหลังตรวจแบบฝึกหัด	73.20	9.56

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการสอนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" สำหรับสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นรายครั้ง ครั้งละ 60 นาที โดยละเอียดจำนวน 10 ครั้ง
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบนี้มีค่าความเที่ยง 0.8531 และมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์คือมีความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปทุกข้อ
3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ตัวเลือกคือ "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" "เห็นด้วย" "ไม่แน่ใจ" "ไม่เห็นด้วย" และ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" ซึ่งครอบคลุมเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการอธิบายแบบฝึกหัดของครูตามวิธีการอธิบายแต่ละประเภท ประเภทละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ

### การสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวิธีสร้างดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายและขอบข่ายของเนื้อหาเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 ศึกษาคู่มือครู เทคนิคการสอน การเขียนแผนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการเรียนการสอน การวัดผล และการประเมินผล

1.3 วิเคราะห์และแบ่งเนื้อหาเพื่อเตรียมโครงการสอน เป็นรายครั้งจำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชั่วโมงที่ 1 รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลูกบาศก์และการหาปริมาตรโดยการนับ

ชั่วโมงที่ 2 การหาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตร

ชั่วโมงที่ 3 โจทย์การหาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจากสูตร

ชั่วโมงที่ 4 โจทย์ปัญหาการหาปริมาตรไม้ โดยใช้สูตรรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ชั่วโมงที่ 5 การจำแนกรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ และลักษณะของรูปทรง

ชั่วโมงที่ 6 การสร้างรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ

ชั่วโมงที่ 7 ลักษณะของรูปบนระนาบที่เกิดจากระนาบตัดรูปทรงในแนวนอนหรือแนวตั้ง

ชั่วโมงที่ 8 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ชั่วโมงที่ 9 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ชั่วโมงที่ 10 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.4 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละ เนื้อหาที่จะสอน

1.5 สร้างแผนการสอนจากเนื้อหาและจุดประสงค์ในข้อ 1.3 และ 1.4

#### แผนการสอนมีองค์ประกอบดังนี้

ความคิดรวบยอด/หลักการ วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน วิธีสอน และกิจกรรม และการประเมินผล

ในช่วงวิธีสอนและกิจกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวิธีการสอนแต่ละประเภท ซึ่งมีวิธีการอธิบายและใช้ เวลา ก่อนหรือหลังการทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างกันออกไปคือ

วิธีอธิบายก่อนทำแบบฝึกหัดจะมีการอธิบายชี้แนะ โจทย์แต่ละข้อทุกข้อในแบบฝึกหัดให้นักเรียน เข้าใจก่อนทำแบบฝึกหัดนั้น

วิธีอธิบายหลังทำแบบฝึกหัด จะมีการอธิบาย เฉลยและแสดงวิธีทำแบบฝึกหัดบนกระดานดำทุกข้อ หลังจากให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดนั้นแล้วในครั้งที่ผ่านมานี้

วิธีอธิบายหลังตรวจแบบฝึกหัด จะมีการอธิบาย เฉลยแสดงวิธีทำแบบฝึกหัดบนกระดานดำ เฉพาะข้อที่ครูตรวจพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความบกพร่องหลังจากที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดนั้นแล้วในครั้งที่ผ่านมานี้แล้วครูนำไปตรวจแก้ไข วิธีนี้จะมีการอภิปรายถึงข้อผิดพลาด และปัญหาในการผิดพลาดรวมทั้งชี้แจงข้อบกพร่องด้วย

1.6 นำแผนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ 3 ท่านตรวจเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการสอนมาปรับปรุงในเรื่องขั้นตอนของวิธีสอน และกิจกรรม วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.8 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/8 โรงเรียนสุพรรณภูมิ เพื่อหาข้อบกพร่องนำไปปรับปรุงได้แก่ การใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนวิธีสอนและกิจกรรม การใช้สื่อการเรียนการสอน และเนื้อหาที่ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดให้เหมาะกับเวลาในแต่ละครั้ง

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ มีหลักในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาคู่มือครู แบบเรียน เทคนิคการเขียนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2 เขียนโครงสร้างของข้อสอบให้ได้ตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ได้แบบทดสอบตามต้องการ 40 ข้อ

2.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "รูปทรง และ ปริมาตร" แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสม ในเรื่องภาษาที่ใช้ให้ชัดเจนขึ้น รูปภาพให้ชัดเจน และตัวเลือกให้ใกล้เคียงกับโจทย์มากขึ้น

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ตัวเลือก คือ "เห็นด้วยอย่างยิ่ง" "เห็นด้วย" "ไม่แน่ใจ" "ไม่เห็นด้วย" และ "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาคู่มือครู สภาพของครูและนักเรียนในการเรียนแต่ละวิธีและเทคนิคการเขียนแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์แต่ละวิธีทั้งสามวิธีวิธีละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ

3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเฉพาะหน้าเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมในเรื่องภาษาที่ใช้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### การทดลองใช้ เครื่องมือ

1. แผนการสอนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่มคือ

ป. 6/2 เป็นกลุ่มที่ 1 ได้รับการอธิบายก่อนทำแบบฝึกหัด

ป. 6/6 เป็นกลุ่มที่ 2 ได้รับการอธิบายหลังทำแบบฝึกหัด

ป. 6/7 เป็นกลุ่มที่ 3 ได้รับการอธิบายหลังครูตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของแบบฝึกหัดเฉพาะส่วนที่มีความบกพร่อง

รวมใช้เวลาสอนกลุ่มละ 10 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุพรรณภูมิ ห้อง 6/8 ที่เคยเรียนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" มาแล้ว จำนวน 40 คน

2.2 ตรวจสอบแบบทดสอบโดยให้คะแนนข้อที่ถูกข้อละ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ผิดและไม่  
 ได้ทำให้อันใด 0 คะแนน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของ  
 แบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 33% แล้วหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน 20  
 (K-R 20)

สูตร ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

$$P = \frac{R_u + R_L}{2f}$$

$$r = \frac{R_u - R_L}{f}$$

- P แทนค่าความยากง่าย
  - r แทนค่าอำนาจจำแนก
  - R<sub>u</sub> แทนจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
  - R<sub>L</sub> แทนจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
  - f แทนจำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (เท่ากัน)
- (ประกอบ กรรณสูตร 2528 : 27-28)

สูตร การหาความเที่ยง

$$K-R_{20} : R_{xx} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2_x} \right]$$

- R<sub>xx</sub> แทนสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง
- n แทนจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
- p แทนสัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง
- q แทนสัดส่วนของคนที่ตอบแต่ละข้อผิด

$pq$  แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ (ผลคูณของสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก และผิด)

แทนเครื่องหมายแสดงผลบวก ในที่นี้คือ  $pq$  เป็นผลบวกของทุก ๆ ข้อ

$S^2_x$  แทนความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด (หรือแทนด้วย  $\sigma^2_x$ )

$$S^2_x = \frac{\sum x^2}{N} - \left( \frac{\sum x}{N} \right)^2$$

(ประกอบ กรรณสูต 2528 : 37-38)

2.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า  $P$  ตั้งแต่ 0.20-0.80 และ  $r$  ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 24 ข้อ ตรวจสอบปรากฏว่าไม่ครบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้จึงปรับปรุงข้อสอบข้ออื่นที่มีค่าพอจะปรับปรุงได้ และตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการอีก 11 ข้อ รวมเป็น 35 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบที่ใช้ได้รวมทั้งที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุพรรณภูมิ ห้อง 6/1 ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร และเคยเรียนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" มาแล้วจำนวน 40 คน

2.5 ตรวจสอบแบบทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 33%

2.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า  $P$  ตั้งแต่ 0.20-0.80 และ  $r$  ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่ได้ไปตรวจสอบปรากฏว่า ครบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้และตามจำนวนที่ต้องการแล้วหาค่าความเที่ยง จึงใช้ เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร"



### การดำเนินการทดลอง

1. ทดลองสอนเรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" กับตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที คือกลุ่มที่ได้รับการอธิบายก่อนทำแบบฝึกหัด กลุ่มที่ได้รับการอธิบายหลังการทำแบบฝึกหัดและกลุ่มที่ได้รับการอธิบายหลังครูตรวจและแก้ไขแบบฝึกหัด
2. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในคอนท้ายของชั่วโมงแต่ละชั่วโมงทุกครั้ง
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" หลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้ว

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" และแบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{N}$$

$\bar{x}$	แทนมัชฌิม เลขคณิต
$\sum fx$	แทนผลรวมของคะแนนทั้ง N จำนวน
N	แทนจำนวนคนทั้งหมด

(ประกอบ กรรณสูตร 2528 : 42-43)

2. หาส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "รูปทรงและปริมาตร" และแบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2}$$

S.D. แทนส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum fx^2$  แทนผลบวกของผลคูณระหว่างกำลังสองของคะแนนกับความถี่ของคะแนน

(ประกอบ กรรณสูตร 2528 : 67)

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มทดลอง จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (Two-way Classification Analysis of Variance) (วิเชียร เกตุสิงห์ 2526 : 90-91) ดังสูตร

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_{\text{error}}}$$

$$F_B = \frac{MS_B}{MS_{\text{error}}}$$

$$F_{AB} = \frac{MS_{AB}}{MS_{\text{error}}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } MS_A &= \frac{SS_A}{j-1} && \text{เมื่อ } j \text{ คือ จำนวนกลุ่มในตัวแปร A} \\
 & && i \text{ คือ จำนวนกลุ่มในตัวแปร B} \\
 MS_B &= \frac{SS_B}{i-1} && N \text{ คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด} \\
 MS_{AB} &= \frac{SS_{AB}}{(i-1)(j-1)} \\
 MS_{\text{error}} &= \frac{SS_{\text{error}}}{N - iJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } SS_A &= \frac{(\sum X_{A1})^2}{n_{A1}} + \frac{(\sum X_{A2})^2}{n_{A2}} + \frac{(\sum X_{A3})^2}{n_{A3}} - \frac{(\sum X_t)^2}{N} \\
 SS_B &= \frac{(\sum X_{B1})^2}{n_{B1}} + \frac{(\sum X_{B2})^2}{n_{B2}} + \frac{(\sum X_{B3})^2}{n_{B3}} - \frac{(\sum X_t)^2}{N} \\
 SS_{\text{cells}} &= \frac{(\sum X_{A1B1})^2}{n_{A1B1}} + \frac{(\sum X_{A1B2})^2}{n_{A1B2}} + \frac{(\sum X_{A1B3})^2}{n_{A1B3}} + \frac{(\sum X_{A2B1})^2}{n_{A2B1}} + \frac{(\sum X_{A2B2})^2}{n_{A2B2}} \\
 &+ \frac{(\sum X_{A2B3})^2}{n_{A2B3}} + \frac{(\sum X_{A3B1})^2}{n_{A3B1}} + \frac{(\sum X_{A3B2})^2}{n_{A3B2}} + \frac{(\sum X_{A3B3})^2}{n_{A3B3}} - \frac{(\sum X_t)^2}{N_{A3B3}} \\
 SS_{AB} &= SS_{\text{cells}} - SS_A - SS_B \\
 SS_{\text{error}} &= SS_{\text{total}} - SS_{\text{cells}}
 \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ } SS_{\text{total}} = \frac{\sum X^2 - (\sum X_t)^2}{N}$$

$\sum X^2$  แทนผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง (รวมทั้งหมดทุกกลุ่มย่อย)

หากค่าที่ได้แต่ละค่ามีความแตกต่างกัน ก็จะทดสอบความแปรปรวนภายในกลุ่ม ( $MS_w$  หรือ  $MS_{error}$ ) ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และ/หรือตามกลุ่มระดับความสามารถทั้ง 3 กลุ่ม โดยการทดสอบทีละคู่ ตามวิธีการของ เชฟเฟ (กานดา พูนลาภทวี 2530 : 239-340) ดังนี้

1. คำนวณค่า  $S$  จากสูตร

$$S = \sqrt{(K-1) F_{\alpha}(K-1 ; N-K)} \sqrt{MS_w \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

- เมื่อ  $S$  คือ อัตราความแปรปรวนภายในกลุ่ม  
 $F$  คือ ค่า  $F$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ ชั้นความอิสระ  $K-1$  และ  $N-K$   
 $MS_w$  คือ ความแปรปรวนภายในกลุ่ม  
 $N$  คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด  
 $n_i, n_j$  คือ ขนาดของตัวอย่างในกลุ่มทดลองที่  $i$  และ  $j$  ตามลำดับ  
 $K$  คือ จำนวนกลุ่มทดลอง

2. คำนวณผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคู่

3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่กับค่าอัตราความแปรปรวนภายในกลุ่มที่คำนวณได้ ซึ่งผลการเปรียบเทียบถ้าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจากประชากรคู่ใดมีค่า

- ก. มากกว่า  $S$  ที่คำนวณได้แสดงว่าค่าเฉลี่ยของประชากรคู่นั้นแตกต่างกัน  
 ข. น้อยกว่า  $S$  ที่คำนวณได้แสดงว่าค่าเฉลี่ยของประชากรคู่นั้นไม่แตกต่างกัน