

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก  
และความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย  
ดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1  
(วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ภาคปลายประจำมีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนรัฐบาลสังกัด  
กรมสามัญศึกษา โรงเรียนราษฎร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนและโรงเรียนสาธิต  
สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเรียนคณิตศาสตร์ (ค 011) จำนวน 346 คน  
ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิหลายขั้นตอน (Multi - Stage Stratified Random  
Sampling) ดังนี้คือ

1. สุ่มโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เปิดสอนคณิตศาสตร์ ในแผนการเรียน  
ที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) โดยสุ่มโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา และ  
โรงเรียนราษฎร์ สังกัดกรมการศึกษาเอกชน จำนวนร้อยละ 5 ได้โรงเรียนรัฐบาลระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลายสังกัด กรมสามัญศึกษา 5 โรงเรียนจาก 100 โรงเรียน และได้โรงเรียนราษฎร์  
สังกัดกรมการศึกษาเอกชน จำนวน 2 โรงเรียน จาก 43 โรงเรียน ส่วนโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวง  
มหาวิทยาลัย มีโรงเรียนที่เปิดสอนแผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) จำนวน  
5 โรงเรียนเท่านั้น เพื่อให้ได้ตัวอย่างประชากรที่ครอบคลุมประชากรประเภทนี้ จึงสุ่มโรงเรียน  
สาธิตในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยมาจำนวน 2 โรงเรียนจาก 5 โรงเรียน ดังนั้นจะได้กลุ่มตัวอย่าง  
ประชากรทั้งหมด 9 โรงเรียน

2. สุ่มห้องเรียน จากโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 1 มาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน โดยเอานักเรียนทุกคนในห้องเรียนนั้น ๆ เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร ได้จำนวนห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน คิดเป็นจำนวนนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 346 คน ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างประชากรตามรายชื่อโรงเรียนที่สุ่มได้ ในแต่ละประเภทของโรงเรียน

ประเภทโรงเรียน	รายชื่อโรงเรียน	จำนวน
สังกัดกรมสามัญศึกษา	1. สตรีวิทยา	42
	2. เศรษฐนครมาภิเษย	40
	3. เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ	43
	4. แจงร่อนวิทยา	40
	5. ชีโนรสวิทยาลัย	45
สังกัดกรมการศึกษาเอกชน	1. เซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์	46
	2. เขมะสิริอนุสสรณ์	43
สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย	1. สาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	22
	2. มัธยมสาธิตรามคำแหง	25
รวม		346

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับคือ

1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

1.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) สร้างขึ้นโดยอาศัยตัวปฏิบัติการคิด 16 ตัว (The Sixteen Binary Operation) ตามแนวของบี อินเฮลเดอร์ และ เจ เปียเจท์ (B. Inhelder and J. Piaget 1958: 103-104) โดยผู้วิจัยเลือกตัวปฏิบัติการคิดที่สำคัญ ๆ คือ การรวมโดยใช้เหตุผล (Conjunction) การเลือกโดยใช้เหตุผล (Disjunction) การเป็นเหตุเป็นผล (Implication) การเท่ากัน (Equivalence) รูปนิเสธ (Negation) ของตัวเชื่อมทั้งสี่ข้างต้น และรวมเอาหลักซิลโลจิสซึม (Syllogism) ด้วย

ตอนที่ 2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) สร้างขึ้นตามหลักการอุปนัยของ เซอร์เบิร์ด แอล เซียเลส (Herbert L. Searles 1956: 229-230) คือต้องอาศัยการสรุปรวมยอด การอุปมาอุปไมย ลำดับตัวเลข การจัดเข้าพวก และรวมเอาหลักการอุปนัยของมิลล์ (Mill's Method of Inductive Inference) ด้วย

1.2 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก มีดังนี้คือ

1.2.1 ศึกษารายละเอียดในการสร้างแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทั้งสองตอนดังกล่าวข้างต้น ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ตามนิยามของแต่ละรูปแบบ โดยเขียนเป็นข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ๆ ละ 25 ข้อ รวม 50 ข้อ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อตามองค์ประกอบของแบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก

ส่วนประกอบของแบบทดสอบ	จำนวนข้อ	ข้อสอบข้อที่
<b>ตอนที่ 1 การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย</b>		
การรวมโดยใช้เหตุผล และนิเสธ	4	1, 2, 3, 7
การเลือกโดยใช้เหตุผล และนิเสธ	4	4, 5, 6, 19
การเป็นเหตุเป็นผล และนิเสธ	7	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
การเท่ากันและนิเสธ	3	15, 16, 17
ซิลโลจิสซึม	7	18, 20, 21, 22, 23, 24, 25
รวม	25	
<b>ตอนที่ 2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย</b>		
การอุปมาอุปไมย	6	1, 2, 3, 4, 5, 6
ลำดับตัวเลข	5	7, 8, 9, 10, 11
การจัดเข้าพวก	6	12, 13, 14, 15, 16, 17
การสรุปรวมยอดและการอุปนัยของมิลล์	8	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
รวม	25	

1.2.3 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตาม เนื้อหาของแบบทดสอบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) โรงเรียนสตรีเสนาภานุตรบำเพ็ญ

จำนวน 40 คน

1.2.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน แล้วเรียงคะแนนตามลำดับจากมากไปน้อย และใช้เทคนิค 50% แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน คือเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูง กับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ กลุ่มละ 20 คน เพื่อหาค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตรของ นอร์แมน อี กรอนลันด์ (Norman E. Gronlund 1967: 267-268)

$$P = \frac{R_u + R_l}{T}$$

$$D = \frac{R_u - R_l}{T/2}$$

เมื่อ P แทน ค่าระดับความยากของแบบทดสอบ  
 D แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
 T แทน จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์  
 $R_u$  แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $R_l$  แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

1.2.6 เลือกข้อทดสอบที่มีระดับความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

1.2.7 ปรับปรุงข้อทดสอบข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ดังกล่าว และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ของโรงเรียนบางมดวิทยา จำนวน 30 คน เพื่อนำมาใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง และหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบฉบับจริง โดยใช้สูตร K - R<sub>20</sub> ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (Robert L. Ebel 1955: 318-319)

ในรูปสมการ

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[ \frac{1 - \Sigma pq}{S.D.^2} \right]$$

เมื่อ $r_{tt}$	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
$S.D.^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

และหาความยาก (P) และอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้สูตรในข้อ 1.2.5 จากการคำนวณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.6719 มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.23 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.)

2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ที่ทอร์แรนซ์ (Torrance) ได้ปรับปรุงขึ้น และพรณี เดชกำแหง (2515) ได้นำไปใช้กับนักเรียนฝึกหัดครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 และ 2 และ รัชธร กอนบุญช่วย (2522) ได้นำแบบทดสอบดังกล่าวไปใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา (Nonverbal Task) มีชื่อว่า การสร้างภาพจากวงกลม และสี่เหลี่ยม (Circles and Squares Task) มีข้อทดสอบ 2 ข้อ ข้อที่ 1 เป็นการสร้างภาพจากวงกลม โดยให้นักเรียนสร้างภาพจากวงกลมที่กำหนดให้จำนวน 40 วง จะสร้างเป็นรูปอะไรก็ได้ โดยให้วงกลมเป็นจุดใหญ่ของภาพ สร้างให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ในเวลา 10 นาที ข้อที่ 2 เป็นการสร้างภาพจากสี่เหลี่ยม โดยให้นักเรียนสร้างภาพจากสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้จำนวน 35 รูป จะสร้างเป็นรูปอะไรก็ได้ ภายในเวลา 10 นาที ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่เป็นภาษา (Verbal Task) มีชื่อว่า ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) โดยให้นักเรียนบอกประโยชน์ของสิ่งของมาให้

มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 ข้อ ใช้เวลาทำ 10 นาที

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นแบบทดสอบที่เป็นภาษา (Verbal Task)

มีชื่อว่าจะเกิดขึ้น (Consequences) โดยให้บอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 ข้อ ใช้เวลาทำ 10 นาที

2.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของแบบทดสอบทั้งสามฉบับนี้ ถือเป็นเกณฑ์พิจารณาคำตอบที่อยู่ในลักษณะเป็นการคิดหลายทาง (Divergent Thinking) ตามแบบของกิลฟอร์ด (Guilford) มี 3 ด้าน คือ

2.2.1 ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงคะแนนที่ได้จากจำนวนคำตอบที่แตกต่างกัน ที่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ และถือว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

2.2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึงคะแนนที่ได้จากการจัดประเภท (Categories) หรือกลุ่มของคำตอบที่อยู่ในทิศทางเดียวกันไว้ด้วยกัน โดยให้คะแนนคำตอบประเภทละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

2.2.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงคะแนนที่ได้จากคำตอบที่แตกต่างไปจากคนอื่น ๆ ให้คำตอบละ 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคนหมายถึงคะแนนที่ได้จากความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มทั้ง 3 ด้านรวมกัน

2.3 ความเที่ยงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) ของโรงเรียนสตรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว



พร้อมทั้งวิเคราะห์หาความเที่ยงโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient alpha) ได้ผลดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ฉบับที่	ความคล่องในการคิด	ความยืดหยุ่นในการคิด	ความคิดริเริ่ม
1	0.9143	0.8297	0.7978
2	0.8901	0.8687	0.7557
3	0.8540	0.7650	0.8143

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 011) เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบเรียนคณิตศาสตร์ (ค 011)

คู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งหนังสืออ่านประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์)

3.2 ศึกษาเทคนิคการเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ และทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบตามแบบพฤติกรรมของ เจมส์ ดับเบิลยู วิลสัน (James W. Wilson ใน Benjamin S. Bloom editor 1971: 685-689)

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค. 011) แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และลำดับชั้นการวัดพฤติกรรมของ เจมส์ ดับเบิลยู วิลสัน (James W. Wilson) ในตารางวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบ (Table of Classification) จำนวน 50 ข้อ (ดูรายละเอียดของแบบ



ทดสอบในภาคผนวก ก)

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) โรงเรียนสตรีศรีนครปฐมบำเพ็ญ จำนวน 40 คน

3.6 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน แล้วเรียงคะแนนของแบบทดสอบจากมากไปน้อย และใช้เทคนิค 50% แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน คือเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำกลุ่มละ 20 คน เพื่อหาค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตรของนอร์แมน อี กรอนลันด์ (Norman E. Gronlund 1967: 267-268)

3.7 เลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3.8 คัดข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ดังกล่าว และสร้างแบบทดสอบเพิ่มเติมข้อที่คัดทิ้งไป เพื่อให้ได้ข้อสอบครบ และตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ข้อทดสอบทั้งหมด 50 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนบางมดวิทยา จำนวน 30 คน เพื่อนำมาใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง และหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร  $K-R_{20}$  ของคูเคอร์ ริชาร์สัน (Kuder - Richardson) (Robert L. Ebel 1955: 428-319) และหาค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้สูตรในข้อ 1.2.5 จากการคำนวณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.7260 มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่

0.30 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร โดยผู้วิจัยดำเนินการสอบด้วยตนเอง โดยแบ่งเวลาการทดสอบเป็น 2 ครั้งในวัน เวลาที่ต่างกัน เพื่อความสะดวกของแต่ละโรงเรียน อีกทั้งจะช่วยให้นักเรียนไม่เบื่อหน่าย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการสอบ และประโยชน์ที่จะได้รับของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำแบบทดสอบ และตั้งใจทำอย่างเต็มความสามารถ
2. เมื่อแจกแบบทดสอบแล้วผู้วิจัยจะอ่านคำสั่งและคำชี้แจงให้นักเรียนฟังก่อน หากนักเรียนสงสัยก็ให้ซักถาม เมื่อเข้าใจแล้วให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบ พร้อมทั้งจับเวลาในการทำด้วย
3. นำแบบทดสอบทั้งสามฉบับ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่ามัชฌิม เลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของแบบทดสอบทั้งสามฉบับ โดยใช้สูตร (H.J. Halstead 1960 : 12)

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{n}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่ามัชฌิม เลขคณิต

$\sum fX$  แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างความถี่กับคะแนน

$n$  แทน จำนวนนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร และหาค่า

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (H.J. Halstead 1960: 16)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fX^2 - [(\sum fX)^2/n]}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\Sigma FX$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างความถี่กับคะแนน
$\Sigma FX^2$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างความถี่กับกำลังสองของคะแนน
n	แทน	จำนวนนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

2. ทาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) ระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ และ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งหาทีละคู่ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) (Taro Yamane 1967: 441)

$$r_{XY} = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ $r_{XY}$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\Sigma XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนน 2 ชุด
$\Sigma X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุดแรก
$\Sigma Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุดหลัง
$\Sigma X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนชุดแรก
$\Sigma Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนชุดหลัง
n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

และทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากตาราง (Taro Yamane 1967: 890)

3. วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

๑.๑ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวเกณฑ์ (Y) และคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก (X<sub>1</sub>) กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (X<sub>2</sub>) เป็นตัวพยากรณ์โดยใช้สูตร (J.P. Guilford 1956: 393)

$$R_{1.23}^2 = \frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

- เมื่อ R<sub>1.23</sub> แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Y) กับผลบวกของคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก (X<sub>1</sub>) และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (X<sub>2</sub>)
- R<sub>12</sub> แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Y) กับคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก (X<sub>1</sub>)
- R<sub>13</sub> แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Y) กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (X<sub>2</sub>)
- R<sub>23</sub> แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก (X<sub>1</sub>) กับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ (X<sub>2</sub>)

ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งใช้สูตร (James E. Wert, Clark O. Neidt and J. Stanley Ahmann 1954: 242)

ตารางที่ 4 สูตรการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	m	$R^2 \Sigma y^2$	$R^2 \Sigma y^2 / m$	
Residuals	N-m-1	$(1-R^2) \Sigma y^2$	$(1-R^2) \Sigma y^2 / N-m-1$	$MS_{reg} / MS_{res}$
Total	N - 1	$\Sigma y^2$		

เมื่อ	m	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร
	R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
	$\Sigma Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนที่เป็นตัวเกณฑ์

3.2 หาสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Equation) เป็นสมการพยากรณ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก และคะแนนความคิดสร้างสรรค์เป็นตัวพยากรณ์

สมการในรูปคะแนนดิบ คือ (Taro Yamane 1967: 754)

$$Y_c = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

เมื่อ

$Y_c$	แทน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่พยากรณ์ได้
a	แทน	ค่าคงที่ในสมการ
$b_1$	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 (ความถนัดหาเหตุผลเชิงตรรก)
$b_2$	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ 2 (ความคิดสร้างสรรค์)

$X_1$  แทน คะแนนการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก

$X_2$  แทน คะแนนความคิดสร้างสรรค์

คำนวณหาค่า  $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  โดยใช้สมการปกติ (Normal Equation) สำหรับ  
ตัวพยากรณ์ 2 ตัว โดยใช้สูตร (Taro Yamane 1967: 754)

$$na + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y$$

$$a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 = \Sigma X_1 Y$$

$$a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 = \Sigma X_2 Y$$

เมื่อ

$n$  แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

$\Sigma X_1$  แทน ผลรวมของคะแนนของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 (ความคิดหาเหตุผลเชิงตรรก)

$\Sigma X_2$  แทน ผลรวมของคะแนนของตัวพยากรณ์ตัวที่ 2 (ความคิดสร้างสรรค์)

$\Sigma Y$  แทน ผลรวมของคะแนนที่เป็นตัวเกณฑ์ (คณิตศาสตร์)

$\Sigma X_1 X_2$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนพยากรณ์ตัวที่ 1 กับคะแนนตัวพยากรณ์ตัวที่ 2

$\Sigma X_1 Y$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 กับคะแนนที่เป็นเกณฑ์

$\Sigma X_2 Y$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนตัวพยากรณ์ตัวที่ 2 กับคะแนนที่เป็นเกณฑ์

๑.๓ การหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ โดยใช้สูตร (J.P.

Guilford 1956: 398)

$$SE_{est} = S.D. Y \sqrt{1 - R^2} \quad 1.23$$

เมื่อ

$SE_{est}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์
$S.D._Y$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์
$R_{1.23}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกคู่

3.4 สร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในรูปคะแนนมาตรฐานโดยใช้สูตร (Henry E. Garrett 1958: 418)

$$Z_c = \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2$$

เมื่อ

$Z_c$	แทน	คะแนนมาตรฐานของตัวเกณฑ์ที่ได้จากการพยากรณ์
$Z_1, Z_2$	แทน	คะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตามลำดับ
$\beta_1, \beta_2$	แทน	ค่าน้ำหนัก (Beta Weight) หรือสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งหาโดยใช้สูตร (Henry E. Garrett 1958: 418)

$$\beta_1 = b_1 \left( \frac{S.D._{X_1}}{S.D._Y} \right)$$

$$\beta_2 = b_2 \left( \frac{S.D._{X_2}}{S.D._Y} \right)$$

เมื่อ

$b_1, b_2$	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 เมื่อพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ตามลำดับ
$S.D._{X_1}, S.D._{X_2}$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2
$S.D._Y$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์



3.4 ทดสอบนัยสำคัญของสมการถดถอยพหุคูณ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังตารางที่ 5 (James E. Wert, Clark O. Neidt and J. Stanley Ahmann 1954: 238-240)

ตารางที่ 5 สูตรการทดสอบนัยสำคัญของสมการถดถอยพหุคูณ

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	m	$a_1 \sum X_1 Y + a_2 \sum X_2 Y + C \sum Y - (\sum Y)^2 / N$	$SS_{reg} / df$	
Residuals	N-m-1	$\sum Y^2 - a_1 \sum X_1 Y - a_2 \sum X_2 Y - C \sum Y$	$SS_{res} / df$	$MS_{reg} / MS_{res}$
Total	n-1	$\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N$		

- เมื่อ m แทน จำนวนตัวพยากรณ์
- N แทน จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร
- $\sum X_1 Y$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 กับคะแนนที่เป็นเกณฑ์
- $\sum X_2 Y$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนตัวพยากรณ์ตัวที่ 2 กับคะแนนที่เป็นเกณฑ์
- $a_1, a_2$  แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 เมื่อพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ตามลำดับ
- C แทน ค่าคงที่ในสมการ
- $\sum Y^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนที่เป็นเกณฑ์
- $\sum Y$  แทน ผลรวมของคะแนนที่เป็นตัวเกณฑ์