

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสงขลา เป็นการวิจัยเชิงความสัมพันธ์ ที่มีการสร้างแบบสอบถามและแบบทดสอบ เพื่อนำมาใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 1 เขต 2 และเขต 3 มีทั้งหมด 11,534 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552: ออนไลน์) จาก 120 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 1 เขต 2 และ เขต 3 จำนวน 390 คน ซึ่งผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนการดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1. ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยด้วยความคลาดเคลื่อน 5 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สูตรของยามาเน่ Yamane (1973: 727-729)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
N แทน ขนาดของประชากร
e แทน ค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

จากการคำนวณต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด ประมาณ 390 คน

2. แบ่งโรงเรียนออกเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และ ขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งแบ่งโดยยึดนักเรียนเป็นเกณฑ์ (กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2532: 42) ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีจำนวนนักเรียน 2,500 คน ขึ้นไป โรงเรียนขนาดใหญ่มีจำนวนนักเรียน 1,500-2,499 คน โรงเรียนขนาดกลางมีจำนวนนักเรียน 500-1,499 คน และโรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนน้อยกว่า 500 คนจะได้โรงเรียนกลุ่มประชากรตามขนาดโรงเรียน ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนประชากรของโรงเรียนในแต่ละขนาด

ขนาดโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ขนาดเล็ก	1-499	97	2,701
ขนาดกลาง	500-1,499	15	3,403
ขนาดใหญ่	1,500-2,499	3	1,286
ขนาดใหญ่พิเศษ	2,500	7	4,145

3. กำหนดหาสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละขนาดโรงเรียนโดยใช้สูตร คือ (William G. Cochran, 1977: 93)

$$n_h = \frac{nN_h}{N}$$

เมื่อ n_h แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้น
 N_h แทน ขนาดของประชากรในแต่ละชั้น
 N แทน ขนาดของประชากรทั้งหมด
 n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

จะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 สัดส่วนระหว่างประชากรแต่ละขนาดโรงเรียนกับขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
ขนาดเล็ก	97	2,701	91
ขนาดกลาง	15	3,403	115
ขนาดใหญ่	3	1,286	44
ขนาดใหญ่พิเศษ	7	4,145	140
รวม	122	11,535	390

4. สุ่มโรงเรียนในแต่ละขนาดจากจำนวนโรงเรียนทั้งหมด โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และสุ่มห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมดในแต่ละขนาดโรงเรียน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยผู้วิจัยจะสุ่มห้องเรียนครั้งละ 1 ห้องเรียน จนได้จำนวนนักเรียนครบตามสัดส่วนที่ได้คำนวณไว้ในแต่ละขนาดโรงเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวน (คน)	
		ห้องเรียน (ห้อง)	นักเรียน (คน)
ขนาดที่ 1	ปากจำวิทยา	1	30
	ป่าดงศิรินสุลานนท์	1	31
	วัดศรีวิเทศสังฆาราม	1	30
	รวม	3	91
ขนาดที่ 2	นาทวีวิทยาคม	2	60
	มัธยมสิริวัณวรี 2 สงขลา	1	30
	จะนะชนูปถัมภ์	1	25
รวม	4	115	
ขนาดที่ 3	พะตงประธานศิรีวัฒน์	2	44
	รวม	2	44
ขนาดที่ 4	วรรณรีเฉลิม	2	70
	หาดใหญ่วิทยาลัย	2	70
	รวม	4	140
รวมทั้งหมด		13	390

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามและแบบวัดการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นจากหลักการและแนวคิดที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะเครื่องมือ

1.1 แบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ตอน

1.1.1 ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนตัว

1.1.2 ตอนที่ 2 แบบสอบถามวัดการรับรู้ต่อพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์

1.1.3 ตอนที่ 3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.1.4 ตอนที่ 4 แบบสอบถามวัดการสนับสนุนทางการเรียนจากครอบครัว

1.2 แบบวัดการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ตอน ได้แก่

1.2.1 ตอนที่ 1 แบบวัดการคิดวิเคราะห์

1.2.2 ตอนที่ 2 แบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ

1.2.3 ตอนที่ 3 แบบวัดการคิดสร้างสรรค์

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 แบบสอบถามวัดความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านการรับรู้ต่อพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติ ด้านการสนับสนุนทางการเรียนจากครอบครัว ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของคุณลักษณะแต่ละด้านออกมาเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

2.1.3 สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.1.4 สร้างแบบสอบถามโดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) มี 5 ระดับ

2.1.5 นำสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พฤติกรรมที่ต้องการวัด ภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของตัวเลือก แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ

2.1.6 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้อง (IC : Index of Consistency) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด มีค่าตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

2.1.7 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน สะเดา"ขรรค์ชัยกัมพลานนท์อนุสรณ์" จำนวน 70 คน และโรงเรียนกอบกุลวิทยาคม จำนวน 30 คน รวมทั้งหมด 100 คน

2.1.8 นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อความแต่ละข้อ โดยการคำนวณหาค่าอำนาจ จำแนก โดยการทดสอบค่าที (t-test) ถ้าทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้เทคนิค 25% กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ แล้วเลือกข้อที่มีค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มาใช้เป็นแบบสอบถามในการวิจัย ได้ผลดังนี้

2.1.8.1 แบบสอบถามวัดการรับรู้ต่อพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบ ของลิเคอร์ท (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 45 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 2.20 – 12.403

2.1.8.2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ลักษณะแบบสอบ ถามเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 23 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 2.163 – 7.799

2.1.8.3 แบบสอบถามวัดการสนับสนุนทางการเรียนจากครอบครัว ลักษณะ แบบสอบถามเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ ลิเคอร์ท (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 2.163 – 7.780

2.1.9 หาความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค ได้ผลดังนี้

2.1.9.1 แบบสอบถามวัดการรับรู้ต่อพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ มี ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .949

2.1.9.2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .941

2.1.9.3 แบบสอบถามวัดการสนับสนุนทางการเรียนจากครอบครัว มีค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ .847

2.1.10 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบวัดการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดขั้นสูง

2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

2.2.3 สร้างแบบทดสอบ โดยพิจารณาความสอดคล้องให้ตรงกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.2.4 นำแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พฤติกรรมที่ต้องการวัด ภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของตัวเลือก แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ

2.2.5 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะองค์ประกอบของการคิด (IC : Index of Consistency) มีค่าตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

2.2.6 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสะเดา “ซอร์คซัยกัมพลานนท์อนุสรณ์” จำนวน 70 คน และโรงเรียนกอบกุลวิทยาคม จำนวน 30 คน รวมทั้งหมด 100 คน

2.2.7 นำมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

2.2.7.1 แบบวัดการคิดวิเคราะห์เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกคำตอบที่ถูกต้อง จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบ อยู่ระหว่าง .33 – .79 และ ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .19 - .39

2.2.7.2 แบบวัดการคิดวิจารณ์เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกคำตอบที่ถูกต้อง จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง .35 - .79 และ ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .19 – .49

2.2.7.3 แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัยเต็มคำตอบที่ถูกต้องจำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง .49 – .60 ค่าอำนาจอยู่ระหว่าง .55 - .70

2.1.8 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ และการคิดวิจารณ์โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20 : KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นดังต่อไปนี้

2.1.8.1 แบบวัดการคิดวิเคราะห์มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .644

2.1.8.2 แบบวัดการวิจารณ์มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .694

2.1.9 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .734

2.2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ถึงผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ติดต่อขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ทำการสอบ
3. วางแผนในการดำเนินการสอบ พร้อมเตรียมแบบทดสอบแบบการคิดขั้นสูงและแบบสอบถามให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง
4. ดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
5. ในการทดสอบแต่ละครั้ง ผู้วิจัยต้องอธิบายให้นักเรียนที่เข้าสอบเข้าใจวิธีการตอบแบบทดสอบ และถ้านักเรียนยังสงสัยก็ให้ซักถามจนเข้าใจก่อนที่จะให้ทุกคนลงมือทำแบบทดสอบ
6. ตรวจสอบให้คะแนนและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ สรุปและรายงานผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบสอบถามและแบบทดสอบ
2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ระหว่างปัจจัยแต่ละด้านกับคะแนนจากแบบวัดการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์
3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณแบบลำดับขั้น (Stepwise Multiple Regression Analysis) ระหว่างปัจจัยแต่ละด้านกับคะแนนจากแบบวัดการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าร้อยละ

1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) คำนวณได้จากสูตร (Ferguson, 1981: 49)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณได้จากสูตร (Ferguson: 1981: 68)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ค่าความตรง (Validity) ของแบบสอบถามและแบบวัดการคิดขั้นสูง คำนวณได้จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 117)

$$\text{สูตร IC} = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ คำนวณได้จากสูตร t-test (Quirk Thomus, 1979: 290)

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่จะพิจารณาใน t-distribution
 \bar{x}_1 แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
 \bar{x}_2 แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
 s_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
 s_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
 n_1 แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มสูง
 n_2 แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม และแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ โดยคำนวณได้จากสูตร ครอนบาช (Cronbach, 1970: 161) หรือสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient)

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อที่ i ของแบบสอบถาม
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถาม

2.4 ค่าความยาก (Difficulty : p) ของแบบทดสอบการคิดขั้นสูงชนิดปรนัยได้แก่ แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ คำนวณได้จากสูตร (บุญธรรม กิจปรีดา บริสุทธิ์, 2531: 158)

$$\text{สูตร } P = \frac{R_U - R_L}{2n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	R_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.5 ค่าความยาก (Difficulty : p) ของแบบทดสอบการคิดขั้นสูงชนิดอัตนัยได้แก่ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์โดยใช้สูตรของ D.R Whitney and D.L Sabers (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548: 109)

$$\text{สูตร } p = \frac{S_H + S_L (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.6 ค่าอำนาจจำแนก(Discrimination : D) ของแบบทดสอบการคิดขั้นสูงชนิดปรนัย ได้แก่ แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2531: 158)

$$\text{สูตร } D = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.7 ค่าอำนาจจำแนก(Discrimination : D) ของแบบทดสอบการคิดขั้นสูงชนิดอัตนัย ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์โดยใช้สูตรของ D.R Whitney and D.L Sabers (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548: 109)

$$\text{สูตร } D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.8 ความเชื่อมั่น (Reliability coefficient) ของแบบทดสอบการคิดขั้นสูงชนิดปรนัย ได้แก่ แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ โดยวิธีของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder– Richardson, KR-20) (Guilford, 1973: 416)

$$\text{สูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ	k	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	p	แทน	จำนวนข้อทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	s ²	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Parson Product-Moment Correlation)

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยคำนวณได้จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534: 332)

$$\text{สูตร } r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

เมื่อ	r _{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	∑XY	แทน	ผลรวมของผลคูณของ X และ Y
	∑X	แทน	ผลรวมของ X
	∑Y	แทน	ผลรวมของ Y
	∑X ²	แทน	ผลรวมของ X ²
	∑Y ²	แทน	ผลรวมของ Y ²

3.2 ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534: 325)

$$\text{สูตร } t = \frac{\gamma\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-\gamma^2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ t

γ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

3.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์แต่ละองค์ประกอบตัวเกณฑ์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534: 325)

$$\text{สูตร } R_{1,2,3} = \sqrt{\beta_2\gamma_{12} + \beta_3\gamma_{13} + \dots + \beta_n\gamma_{1n}}$$

เมื่อ $R_{1,2,3}$ แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวเกณฑ์ (1) กับตัวพยากรณ์ (2),(3),...(n)

γ_{1n} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ (1) กับตัวพยากรณ์ (n)

β_n แทน น้ำหนักตัวเบต้าตัวที่ n หรือค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ตัวที่ n

3.4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534: 436)

$$\text{สูตร } F = \frac{R^2}{1-R^2} \left[\frac{N-K-1}{K} \right]$$

โดยมีค่า $df_1 = K, Df_2 = N-K-1$

เมื่อ	F	แทน	การแจกแจงของค่าเอฟ
	R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
	N	แทน	จำนวนสิ่งที่ศึกษา
	K	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์

3.5 ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายโดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur, 1973: 36)

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_t}$$

เมื่อ	R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
	SS_{reg}	แทน	ผลรวมกำลังสองของ Y ที่เกิดจากการถดถอย
	SS_t	แทน	ผลรวมกำลังสองทั้งหมดของ Y อิสระ

3.6 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur, 1973: 354)

$$SE_b = \sqrt{\frac{SS_{est}^2}{SS_{x_j}(1-R_j^2)}}$$

เมื่อ	SE_b	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b
	SS_{est}^2	แทน	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	SS_{x_j}	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวพยากรณ์ตัวที่ j
	R_j^2	แทน	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ j ซึ่งจะใช้เป็นตัวแปรตาม กับตัวพยากรณ์อื่นๆ ที่เหลือ

3.7 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur, 1973: 354)

$$SE_{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}}$$

เมื่อ	SE_{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	SS_{res}	แทน	ผลรวมของกำลังสอง (sum of squares) ของ ส่วนที่เหลือเท่ากับ $\sum d^2$
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ

3.8 สมการพยากรณ์ (บุญเรือง ขจรศิลป์, 2533: 161)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_kX_k$$

เมื่อ	\hat{Y}	แทน	คะแนนพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ในรูปคะแนนดิบ
	a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
	$b_1 \dots b_n$	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k
	k	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z} = \beta_1Z_1 + \beta_2Z_2 + \beta_3Z_3 + \dots + \beta_kZ_k$$

เมื่อ	\hat{Z}	แทน	คะแนนพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ในรูปคะแนน มาตรฐาน
	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปของคะแนน มาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k
	$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_k$	แทน	คะแนนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k
	k	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์