

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
p	แทน	ค่าความยาก
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
T	แทน	คะแนนที่ปกติ
X	แทน	คะแนนสอบ
B	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบที
$R^2$	แทน	สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient of Determination)
$\chi^2$	แทน	ดัชนีตรวจสอบสอดคล้องประเภทค่าสถิติไค-สแควร์
df	แทน	ค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom)
p-value	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
$\chi^2/df$	แทน	ดัชนีอัตราส่วนไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-Square Ratio)
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index)
AGFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index)
RMR	แทน	ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ (Root Mean Square Residual)
RMSEA	แทน	ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation)
CFI	แทน	ดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index)

## ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1

3. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2

4. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ตอนที่ 2 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของคะแนนสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นจำนวน 60 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอรับข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม จากนั้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านหรือไม่ แล้วนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและเทียบเกณฑ์ที่กำหนด คือ .50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่วัดได้ตรงตามนิยามที่กำหนดไว้ ผลการพิจารณาดังรายละเอียดตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการของ  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน

ตอนที่	ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการประเมิน
1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ	1	1.00	สอดคล้อง
	2	.60	สอดคล้อง
	3	.80	สอดคล้อง
	4	1.00	สอดคล้อง
	5	.60	สอดคล้อง
	6	.80	สอดคล้อง
	7	1.00	สอดคล้อง
	8	.80	สอดคล้อง
	9	1.00	สอดคล้อง
	10	1.00	สอดคล้อง
	11	1.00	สอดคล้อง
	12	1.00	สอดคล้อง
	13	.60	สอดคล้อง
	14	1.00	สอดคล้อง
	15	.80	สอดคล้อง
	16	.60	สอดคล้อง
	17	1.00	สอดคล้อง
	18	.80	สอดคล้อง
	19	1.00	สอดคล้อง
	20	1.00	สอดคล้อง
2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	21	1.00	สอดคล้อง
	22	1.00	สอดคล้อง
	23	1.00	สอดคล้อง
	24	.60	สอดคล้อง
	25	1.00	สอดคล้อง
	26	.80	สอดคล้อง
	27	1.00	สอดคล้อง
	28	1.00	สอดคล้อง
	29	1.00	สอดคล้อง
	30	.80	สอดคล้อง

ตอนที่	ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการประเมิน
2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (ต่อ)	31	1.00	สอดคล้อง
	32	1.00	สอดคล้อง
	33	.80	สอดคล้อง
	34	1.00	สอดคล้อง
	35	1.00	สอดคล้อง
	36	.60	สอดคล้อง
	37	1.00	สอดคล้อง
	38	1.00	สอดคล้อง
	39	1.00	สอดคล้อง
	40	1.00	สอดคล้อง
3. การคิดวิเคราะห์หลักการ	41	.80	สอดคล้อง
	42	1.00	สอดคล้อง
	43	.80	สอดคล้อง
	44	.80	สอดคล้อง
	45	1.00	สอดคล้อง
	46	1.00	สอดคล้อง
	47	1.00	สอดคล้อง
	48	.60	สอดคล้อง
	49	1.00	สอดคล้อง
	50	1.00	สอดคล้อง
	51	.80	สอดคล้อง
	52	1.00	สอดคล้อง
	53	1.00	สอดคล้อง
	54	1.00	สอดคล้อง
	55	1.00	สอดคล้อง
	56	.80	สอดคล้อง
	57	1.00	สอดคล้อง
	58	1.00	สอดคล้อง
	59	1.00	สอดคล้อง
	60	.60	สอดคล้อง

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 ข้อ

มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทุกข้อ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ .60 ถึง 1.00

2. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 ข้อ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 163 คน และได้นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของข้อสอบด้านค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบครั้งที่ 1

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1. การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ	1	.58	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	2	.68	.18	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	3	.60	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	4	.43	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	5	.57	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	6	.41	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	7	.56	.16	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	8	.47	.57	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	9	.53	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	10	.60	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	11	.52	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	12	.55	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	13	.56	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	14	.84	.18	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	15	.52	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	16	.57	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	17	.49	.25	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	18	.60	.57	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	19	.55	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	20	.48	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
2. การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ (ต่อ)	21	.59	.59	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	22	.49	.48	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	23	.53	.57	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	24	.64	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	25	.52	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	26	.56	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	27	.48	.36	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	28	.50	.23	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	29	.16	.18	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	30	.63	.39	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	31	.65	.48	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	32	.59	.55	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	33	.83	.20	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	34	.59	.41	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	35	.48	.55	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	36	.53	.20	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	37	.50	.36	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	38	.53	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	39	.43	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	40	.61	.09	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
3. การคิดวิเคราะห์ หลักการ	41	.65	.39	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	42	.57	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	43	.66	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	44	.42	.43	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	45	.61	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	46	.61	.55	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	47	.81	.07	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	48	.48	.55	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	49	.49	.30	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	50	.51	.52	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	51	.57	.36	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
3. การคิดวิเคราะห์ หลักการ (ต่อ)	52	.48	.23	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	53	.43	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	54	.58	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	55	.59	.36	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	56	.48	.45	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	57	.56	.52	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	58	.52	.64	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	59	.56	.52	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	60	.53	.16	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบทั้ง 60 ข้อ พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 52 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ จำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .41 ถึง .60 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25 ถึง .57 ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .43 ถึง .65 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง .59 และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .42 ถึง .66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 ถึง .64

3. ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านเกณฑ์มาจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 52 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 250 คน และได้นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของข้อสอบด้านค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) จากการทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1. การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ	1	.67	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	2	.56	.35	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	3	.76	.41	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	4	.46	.41	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	5	.42	.46	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1. การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ (ต่อ)	6	.51	.16	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	7	.66	.38	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	8	.46	.49	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	9	.56	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	10	.43	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	11	.51	.22	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	12	.50	.18	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	13	.53	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	14	.60	.65	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	15	.51	.54	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	16	.34	.29	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
17	.49	.53	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้	
2. การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	18	.11	.19	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	19	.60	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	20	.53	.47	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	21	.60	.53	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	22	.45	.60	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	23	.44	.59	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	24	.45	.57	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	25	.79	.21	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	26	.45	.43	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	27	.51	.38	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	28	.38	.31	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	29	.50	.47	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	30	.51	.46	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	31	.45	.40	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	32	.75	.41	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	33	.51	.60	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	34	.63	.22	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้



ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
3. การคิดวิเคราะห์ หลักการ	35	.47	.56	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	36	.63	.43	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	37	.65	.44	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	38	.69	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	39	.49	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	40	.45	.10	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	41	.43	.41	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	42	.60	.56	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	43	.70	.57	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	44	.69	.47	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	45	.72	.50	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	46	.56	.38	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	47	.56	.15	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก
	48	.63	.34	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	49	.68	.32	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
	50	.51	.56	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้
51	.60	.07	ไม่ผ่านเกณฑ์/ตัดออก	
52	.34	.21	ผ่านเกณฑ์/ตัดไว้	

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบทั้ง 52 ข้อ พบว่า มีข้อสอบที่มีผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 46 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .34 ถึง .76 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .22 ถึง .65 ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .38 ถึง .79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ถึง .60 และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .34 ถึง .72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ถึง .57 และเพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการทดสอบครั้งต่อไป ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบข้อที่ 25 ออก (เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ง่ายที่สุดและมีอำนาจจำแนกน้อยที่สุดในด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์) เพื่อให้ได้ข้อสอบด้านละ 15 ข้อเท่า ๆ กัน จึงได้ข้อสอบสำหรับการทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 45 ข้อ

4. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านเกณฑ์มาจากการทดสอบครั้งที่ 2 และได้

คัดเลือกไว้จำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 450 คน และได้นำผลการสอบของนักเรียนมาตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของข้อสอบด้านค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) จากการทดสอบครั้งที่ 3 รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) จากการทดสอบครั้งที่ 3

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1. การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ	1	.71	.44	ผ่านเกณฑ์
	2	.47	.52	ผ่านเกณฑ์
	3	.54	.67	ผ่านเกณฑ์
	4	.54	.49	ผ่านเกณฑ์
	5	.51	.63	ผ่านเกณฑ์
	6	.57	.49	ผ่านเกณฑ์
	7	.47	.52	ผ่านเกณฑ์
	8	.53	.67	ผ่านเกณฑ์
	9	.53	.51	ผ่านเกณฑ์
	10	.52	.62	ผ่านเกณฑ์
	11	.60	.52	ผ่านเกณฑ์
	12	.62	.54	ผ่านเกณฑ์
	13	.59	.45	ผ่านเกณฑ์
	14	.55	.35	ผ่านเกณฑ์
	15	.55	.52	ผ่านเกณฑ์
2. การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	16	.48	.52	ผ่านเกณฑ์
	17	.52	.66	ผ่านเกณฑ์
	18	.70	.48	ผ่านเกณฑ์
	19	.52	.51	ผ่านเกณฑ์
	20	.54	.54	ผ่านเกณฑ์
	21	.50	.54	ผ่านเกณฑ์
	22	.49	.41	ผ่านเกณฑ์
	23	.57	.48	ผ่านเกณฑ์
	24	.50	.48	ผ่านเกณฑ์
	25	.52	.52	ผ่านเกณฑ์

ตอนที่	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
2. การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ (ต่อ)	26	.45	.43	ผ่านเกณฑ์
	27	.56	.47	ผ่านเกณฑ์
	28	.62	.48	ผ่านเกณฑ์
	29	.58	.43	ผ่านเกณฑ์
	30	.41	.39	ผ่านเกณฑ์
3. การคิดวิเคราะห์ หลักการ	31	.55	.60	ผ่านเกณฑ์
	32	.69	.33	ผ่านเกณฑ์
	33	.66	.39	ผ่านเกณฑ์
	34	.64	.39	ผ่านเกณฑ์
	35	.60	.35	ผ่านเกณฑ์
	36	.55	.47	ผ่านเกณฑ์
	37	.52	.32	ผ่านเกณฑ์
	38	.57	.47	ผ่านเกณฑ์
	39	.61	.53	ผ่านเกณฑ์
	40	.59	.44	ผ่านเกณฑ์
	41	.51	.42	ผ่านเกณฑ์
	42	.70	.37	ผ่านเกณฑ์
	43	.50	.25	ผ่านเกณฑ์
	44	.66	.34	ผ่านเกณฑ์
	45	.46	.36	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบทั้ง 45 ข้อ พบว่า ข้อสอบทุกข้อผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีค่าความยากตั้งแต่ .41 ถึง .71 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25 ถึง .67 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .47 ถึง .71 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .35 ถึง .67 ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .41 ถึง .70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 ถึง .66 และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ .46 ถึง .70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25 ถึง .60

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ผู้วิจัยนำคะแนนจากข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 45 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้

สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson Methods) ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .87 ซึ่งมีค่าสูงสามารถยอมรับได้ และเมื่อพิจารณาค่าความเชื่อมั่นเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมีค่าเท่ากับ .86 ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ .83 และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการมีค่าเท่ากับ .79

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 45 ข้อ ไปวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อเป็นการยืนยันว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นนั้นสามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบได้หรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังนี้

##### 4.3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order)

##### ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order)

ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันว่าข้อสอบทั้ง 45 ข้อ เหมาะสมที่จะใช้วัดการคิดวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order)

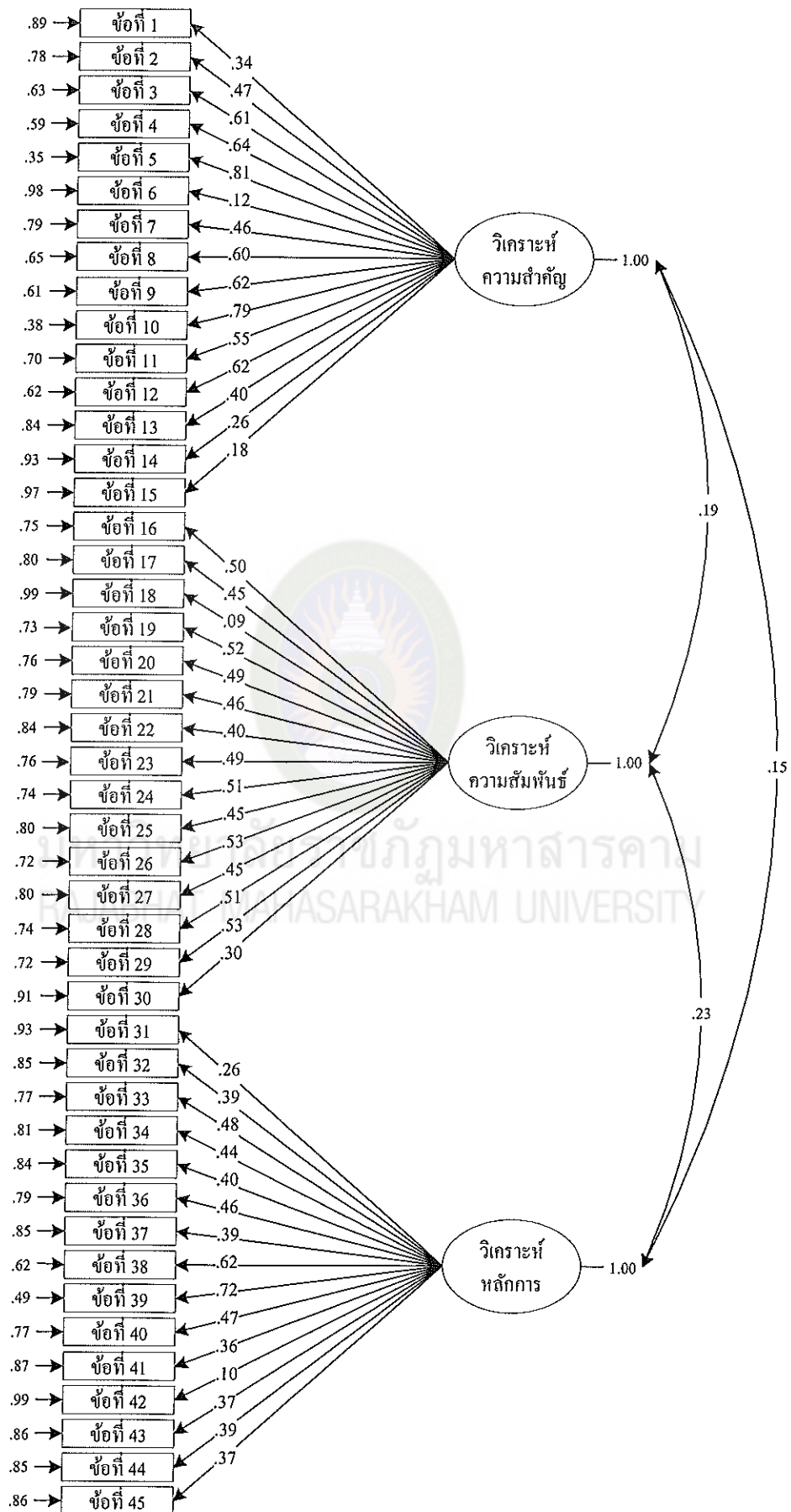
องค์ประกอบ	ข้อคำถาม	B	SE	t	R <sup>2</sup>
1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ	1	.34	.03	5.43	.11
	2	.47	.03	8.10	.22
	3	.61	.02	12.66	.37
	4	.64	.02	13.70	.41
	5	.81	.02	16.93	.65
	6	.12	.02	2.97	.02
	7	.46	.03	7.82	.21
	8	.60	.02	12.64	.35
	9	.62	.02	13.47	.39
	10	.79	.02	16.74	.62
	11	.55	.02	11.89	.30
	12	.62	.02	12.14	.38
	13	.40	.02	8.07	.16
	14	.26	.02	5.14	.07
	15	.18	.02	3.98	.03

องค์ประกอบ	ข้อคำถาม	B	SE	t	R <sup>2</sup>
2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	16	.50	.03	9.30	.25
	17	.45	.03	8.24	.20
	18	.09	.01	2.74	.01
	19	.52	.02	10.59	.27
	20	.49	.03	9.58	.24
	21	.46	.02	9.19	.21
	22	.40	.03	7.53	.16
	23	.49	.03	9.80	.24
	24	.51	.03	9.29	.26
	25	.45	.03	8.60	.20
	26	.53	.02	10.73	.28
	27	.45	.02	8.93	.20
	28	.51	.02	9.79	.26
	29	.53	.02	10.51	.28
	30	.30	.02	6.25	.09
3. การคิดวิเคราะห์หลักการ	31	.26	.03	4.95	.07
	32	.39	.02	7.75	.15
	33	.48	.02	9.85	.23
	34	.44	.02	8.93	.19
	35	.40	.03	7.86	.16
	36	.46	.02	9.34	.21
	37	.39	.03	7.47	.15
	38	.62	.02	12.91	.38
	39	.72	.02	15.29	.51
	40	.47	.03	8.80	.23
	41	.36	.02	7.60	.13
	42	.10	.02	2.02	.01
	43	.37	.03	7.06	.14
	44	.39	.02	7.37	.15
	45	.37	.03	6.71	.14

ค่าดัชนี	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าที่คำนวณได้	ผลการพิจารณา
$\chi^2$	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > .05)	680	ผ่านเกณฑ์
df	-	676	-
p-value	-	.45	-
$\chi^2/df$	มีค่าน้อยกว่า 2	1.01	ผ่านเกณฑ์
GFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	.94	ผ่านเกณฑ์
AGFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	.90	ผ่านเกณฑ์
RMR	มีค่าน้อยกว่า .05	.02	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	มีค่าน้อยกว่า .05	.00	ผ่านเกณฑ์
CFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	1.00	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งตามโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันยืนยันความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า มีข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบได้ 3 องค์ประกอบ คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ จำนวน 15 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานตั้งแต่ .12 ถึง .81 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 15 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานตั้งแต่ .09 ถึง .53 และด้านการวิเคราะห์หลักการ จำนวน 15 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานตั้งแต่ .10 ถึง .72 โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า เมื่อพิจารณาค่าดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า  $\chi^2 = 680$ ,  $df = 676$ ,  $p\text{-value} = .45$ ,  $\chi^2/df = 1.01$ ,  $GFI = .94$ ,  $AGFI = .90$ ,  $RMR = .02$ ,  $RMSEA = .00$  และ  $CFI = 1.00$  ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกค่า แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงสรุปได้ว่าข้อสอบทั้ง 45 ข้อ เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แต่ละองค์ประกอบ

การแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order) ขององค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ แสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (First Order)



## 4.3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ สามารถรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวได้อย่างมีความเที่ยงตรง ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order)

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	B	SE	t	R <sup>2</sup>
1. การวิเคราะห์ความสำคัญ	.35	.01	3.55	.12
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	.58	.03	4.44	.34
3. การวิเคราะห์หลักการ	.44	.02	3.32	.19

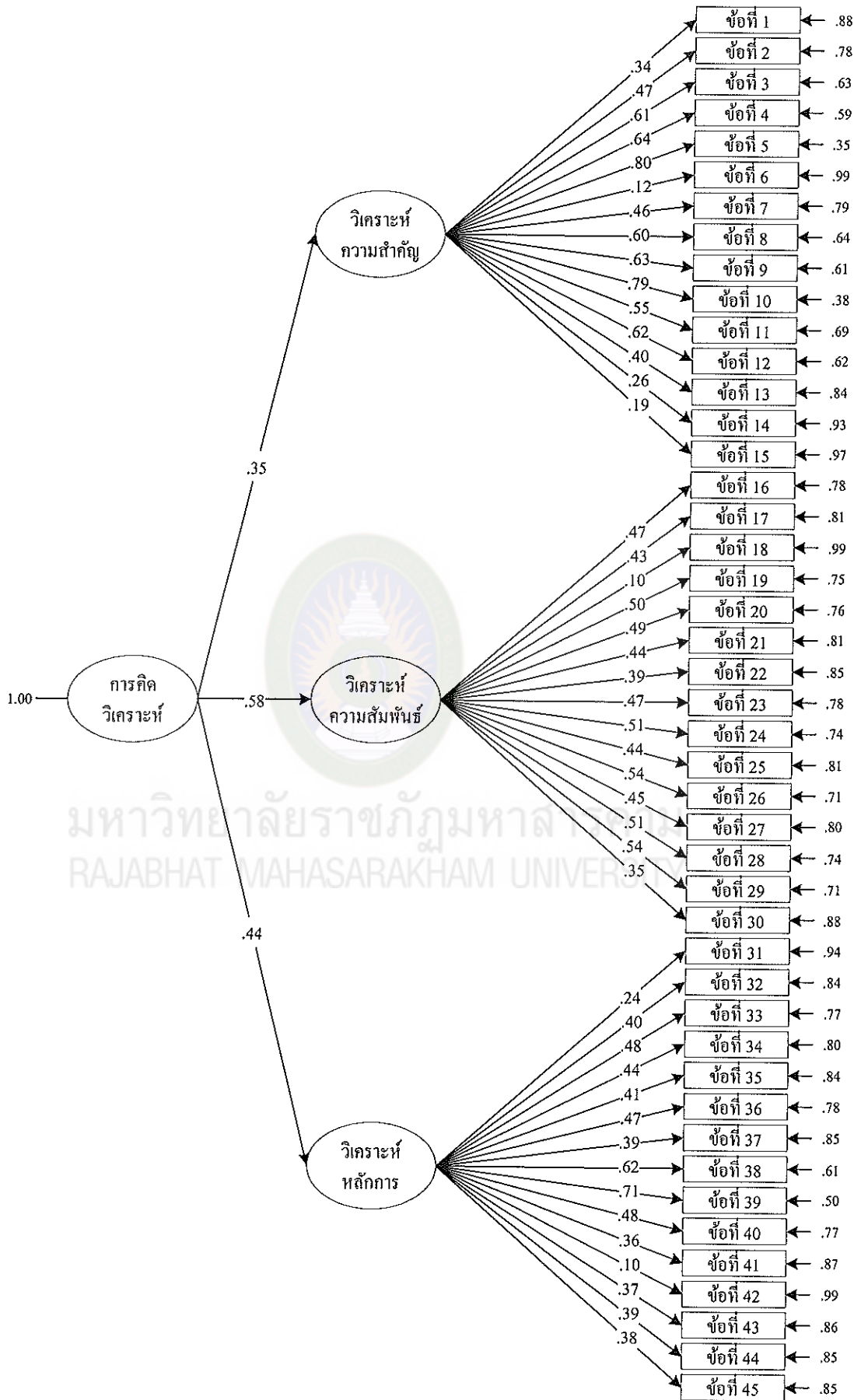
  

ค่าดัชนี	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าที่คำนวณได้	ผลการพิจารณา
$\chi^2$	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > .05)	723.23	ผ่านเกณฑ์
df	-	686	-
p-value	-	.16	-
$\chi^2/df$	มีค่าน้อยกว่า 2	1.05	ผ่านเกณฑ์
GFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	.93	ผ่านเกณฑ์
AGFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	.90	ผ่านเกณฑ์
RMR	มีค่าน้อยกว่า .05	.02	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	มีค่าน้อยกว่า .05	.01	ผ่านเกณฑ์
CFI	มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป	1.00	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองตามโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานตั้งแต่ .35 ถึง .58 โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า เมื่อพิจารณาค่าดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า  $\chi^2 = 723.23$ ,  $df = 686$ ,  $p\text{-value} = .16$ ,  $\chi^2/df = 1.05$ ,  $GFI = .93$ ,  $AGFI = .90$ ,  $RMR = .02$ ,  $RMSEA = .01$  และ  $CFI = 1.00$  ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกค่า แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ สามารถรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวได้อย่างมีความเที่ยงตรง

การแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (First Order) ขององค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ แสดงได้ดังภาพที่ 2





ภาพที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order)

ตอนที่ 2 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของคะแนนสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 450 คน มาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ โดยสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) และทำการขยายคะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยอาศัยสมการพยากรณ์ รายละเอียดดังตารางที่ 11-12

ตารางที่ 11 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งฉบับ

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
45	74*	22	46
44	72*	21	45
43	71*	20	44
42	70*	19	43
41	69	18	41
40	68	17	40
39	66	16	39
38	65	15	38
37	64	14	37
36	63	13	35
35	62	12	34
34	60	11	33
33	59	10	32
32	58	9	31
31	57	8	29
30	56	7	28
29	54	6	27
28	53	5	26*
27	52	4	25*
26	51	3	23*
25	50	2	22*
24	48	1	21*
23	47		

หมายเหตุ \* หมายถึง คะแนน T ปกติ ที่เป็นส่วนขยาย

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในจังหวัดมหาสารคาม อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T21 ถึง T74

ตารางที่ 12 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละด้าน

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ		
	การวิเคราะห์ ความสำคัญ	การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	การวิเคราะห์ หลักการ
15	69	74	71
14	62	66	64
13	59	62	60
12	57	58	57
11	55	55	54
10	53	53	52
9	52	51	49
8	50	48	47
7	48	46	45
6	46	44	42
5	44	43	40
4	41	41	38
3	39	39	36
2	36	37	33
1	33	34	28

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในจังหวัดมหาสารคาม ในด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T33 ถึง T69 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T34 ถึง T74 และด้านการวิเคราะห์หลักการ อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T28 ถึง T71