ง
371.26013
ว 762 ก

การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบตามข้อตกลงแบบคู่ขนาน แบบคะแนนจริงสมมูลและแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

19 ธ.ค. 2539

ปริญญานิพนธ์
ของ
วิศิษฏ์ พหลยุทธ

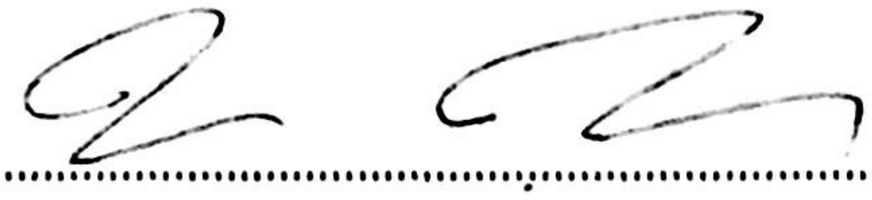
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2539

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

P. 5884

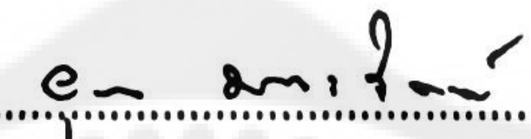
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์)



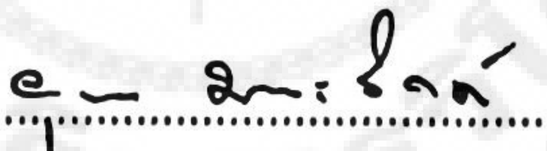
.....กรรมการ

(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์)



.....กรรมการ

(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช วรรณรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่...9....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดีจาก รองศาตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ และ อาจารย์ยุพา มานะจิตต์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ พร้อมกันนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาตราจารย์ ดร.วิรัช วรรณรัตน์ ที่กรุณาให้ความรู้และข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณคุณลาวัลย์ พหลยุทธ คุณภัทรพล พหลยุทธ ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่ได้ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา บิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่าน ที่ช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

วิศิษฎ์ พหลยุทธ

การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบตามข้อตกลงแบบคู่ขนาน แบบคะแนนจริงสมมูลและแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

บทคัดย่อ

ของ

วิศิษฏ์ พหลยุทธ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2539

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) หาความความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} 2) หาความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร 5 สูตร 3) เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร 5 สูตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 600 คน จาก 9 โรงเรียน ในจังหวัดสระบุรี ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น

ผลการวิจัยพบว่า

1) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณด้วยสูตร $r_{F.R}$ มีค่ามากที่สุด และ αr_{stat} มีค่าน้อยที่สุด

2) ความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} พบว่า ค่าความลำเอียงทางสถิติที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1} มีค่ามากที่สุด และ $r_{S.B}$ มีค่าน้อยที่สุด

3) การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นและค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน และกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม พบว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ มีค่ามากที่สุด และ r_C มีค่าน้อยที่สุด เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร UX_1 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 และเมื่อทำการทดสอบรายคู่ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ส่วนค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ มีค่ามากที่สุด และ r_C มีค่าน้อยที่สุด เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร One Way MANOVA พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทำการทดสอบรายคู่ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยส่วนใหญ่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้น ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณด้วยสูตร αr_{stat} กับ $r_{S.B}$ และ r_{L1} กับ $r_{F.R}$ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

THE RELIABILITY ESTIMATION OF A TEST CONSISTED OF MULTIPLE ITEM FORMATS THROUGH PARALLEL , TAU - EQUIVALENT AND CONGENERIC ASSUMTION

AN ABSTRACT

BY

VISIT PHAHOLYOUT

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

master of education degree in Educational Measurement

at srinakharinwirot University

May , 1996

The reseach was to study the different formulas used in the estimation of the reliability of test that were $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ and r_{L1}. The major purposes of this study were 1) To determine the standard error of the estimation of the reliability of the five formulas mentianed. 2) To determine the statistical bias of the estimation of the reliability of the five formulas. 3) To compare the reliability of test among the five formulas. The sample consisted of 600 students of Mattayomsuksa I of 9 different schools in Saraburi by using Stratified Random method.

The findings were as follows :

1) The standard error of the estimation of the reliability computed by using the $r_{F.R}$ formula had the highest value while that computed by using the αr_{stat} formula had the lowest value.

2) The statistical bias of the estimation of the reliability computed by using the r_{L1} formula had the highest value while that computed by using the $r_{S.B}$ formula had the lowest value.

3) Among the reliability of test with 600 sample sizes and with 200 groups of 40 sample sizes computed by the five formula , the reliability of test computed by the $r_{S.B}$ formula had the highest value while that computed by using the r_C formula had the lowest value. When compairing the reliability value by using UX_1, it was found that the significant difference was at .000 level. When compairing pair of reliability by using Marascuilo method, the significant difference of each pair was at .01 level. Among the mean of reliability of test computed by using the $r_{S.B}$ formula had the highest value while that computed by using the r_C formula had the lowest value. When compairing the reliability value by using One Way MANOVA, it was found that the significant difference was at .01 level. When compairing the reliability of each formula , it was found that most of them had significant difference at .05 levle except there was no significant difference when the value of reliability computed by αr_{stat} and $r_{S.B}$ and r_{L1} and $r_{F.R}$

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	7
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	8
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	8
	ขอบเขตของเนื้อหา	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	ความหมายของความเชื่อมั่น	11
	ทฤษฎีความเชื่อมั่น	12
	วิธีประมาณค่าความเชื่อมั่น	13
	การหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	29
	ประชากร	29
	กลุ่มตัวอย่าง	29
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	30
	วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ	32
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	36
	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	37
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	38
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	45

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	7
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	8
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	8
	ขอบเขตของเนื้อหา	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	ความหมายของความเชื่อมั่น	11
	ทฤษฎีความเชื่อมั่น	12
	วิธีประมาณค่าความเชื่อมั่น	13
	การหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	29
	ประชากร	29
	กลุ่มตัวอย่าง	29
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	30
	วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ	32
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	36
	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	37
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	38
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	45

บทที่ หน้า

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 46
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 47

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 55
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า..... 55
กลุ่มตัวอย่าง..... 55
ขอบเขตของเนื้อหา..... 55
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 56
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 56
อภิปรายผล..... 58
ข้อเสนอแนะ..... 60

บรรณานุกรม..... 62

ภาคผนวก..... 66

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ..... 101

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 102

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน..... 30

2 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 33

3 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ..... 47

4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจาก
สูตร 5 สูตร จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน..... 48

5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่
ของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร..... 49

6 แสดงค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร..... 50

7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย
ของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร..... 51

8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยรายคู่
ของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร 5 สูตร..... 52

9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร..... 53

10 แสดงค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร..... 54

11 แสดงค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน 67

12 แสดงค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม 70

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

องค์ประกอบสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนอย่างหนึ่งก็คือ การวัดและการประเมินผล ผลจากการวัดจะทำให้ครู อาจารย์ นักเรียน ผู้ปกครองหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาทราบว่าผลของการเรียนการสอนที่ผ่านมานั้น ประสบผลสำเร็จเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด สิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาให้ความสนใจมากก็คือ การวัดผลในโรงเรียนโดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งนี้เพราะผลที่ได้จากการวัดจะเป็นข้อมูลที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จของการจัดการศึกษาที่ได้ดำเนินการอยู่ และเพื่อให้การจัดการศึกษาได้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการวัดและประเมินผลการศึกษาให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้พัฒนาการของการวัดและประเมินผลการศึกษา ได้มีการเปลี่ยนแปลง มีการปรับปรุงเครื่องมือ ตลอดจนกลวิธีในการวัดและประเมินผลตลอดมา

เครื่องมือทั้งหลายที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา แบบทดสอบถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้กันมากที่สุด จนนับได้ว่า เป็นเครื่องมือหลักที่สำคัญในการวัดผลในโรงเรียน แบบทดสอบจัดได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทมากกว่าเครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา (อุทุมพร ทองอุไทย. 2521 : 32) ชนิดของแบบทดสอบที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น แต่แบบทดสอบที่ใช้กันในโรงเรียนส่วนใหญ่นั้นจะเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดความก้าวหน้าเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียนและค้นหาข้อบกพร่องของระบบการเรียนการสอน (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2526 : 19 - 20) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ผลการทดสอบนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อนักเรียน ผู้ปกครอง ครู และนักการศึกษาเป็นอย่างมาก (อนันต์ ศรีโสภา. 2525 : 111) นอกจากนี้ยังถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณค่าในการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสมแต่การทดสอบจะมีคุณภาพเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างได้ดีและใช้อย่างได้ผลต้องเป็นแบบทดสอบที่สามารถใช้เป็นแรงจูงใจ สร้างนิสัยในการเรียนที่ดี ทำให้ผู้เรียนแก้ไขข้อผิดพลาดในการเรียนให้ดีขึ้น เป็นหนทางนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ (Thorndike. 1961 : 331) ดังนั้น ในการเลือกใช้แบบทดสอบสำหรับการวัดผลการศึกษาจำเป็นต้องศึกษาถึงคุณภาพของแบบทดสอบว่ามีคุณภาพสูงหรือต่ำ เพียงใด โดยการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพ นันนอลลี (Nunnally. 1964 : 59) กล่าวว่า สิ่งที่เป็นประโยชน์และจำเป็นต้องทราบอย่างหนึ่งของแบบทดสอบใด ๆ ก็คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบ

ทดสอบ เพราะค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นดัชนีบ่งชี้ว่า แบบทดสอบนั้นมีคุณภาพหรือไม่ ในการสร้างแบบทดสอบจึงจำเป็นต้องทำการตรวจหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทุกครั้ง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527 : 49)

อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการประเมินผลในชั้นเรียนที่ครูสร้างขึ้นนั้น โดยทั่วไปมักจะใช้รูปแบบของข้อคำถาม (Item Format) หลายรูปแบบในฉบับเดียวกันในการสอบ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งอาจประกอบด้วย แบบเลือกตอบ (Multiple - Choice) แบบถูกผิด (True - False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Essay) หรือ แบบความเรียง (Extended Response Essay) ผสมอยู่ เป็นต้น ควอลล์ (Qualls. 1995 : 111) ซึ่งแตกต่างจากแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้รูปแบบของข้อคำถาม (Item Format) เพียงรูปแบบเดียว แบบทดสอบที่ใช้รูปแบบของข้อคำถามหลาย ๆ รูปแบบในฉบับเดียวกันนี้ เมื่อพิจารณาเพียงผิวเผินแล้วอาจคิดว่าไม่มีปัญหาในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งนี้เพราะหนังสือวัดผลการศึกษาโดยทั่วไปได้นำเสนอสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่นไว้หลายสูตรและหลายวิธี เป็นต้นว่า วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นข้อคู่ - ข้อคี่ แล้วใช้สูตรของสเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown) หรือใช้สูตร KR - 20 , KR - 21 และสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach. 1951) แต่เมื่อพิจารณาถึงคะแนนที่ตรวจให้ในแต่ละรูปแบบของข้อคำถามที่แตกต่างกัน แล้วการหาความเชื่อมั่นจำเป็นต้องพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่เหมาะสมมาใช้ในการคำนวณเนื่องจากระบบการให้คะแนนและค่าความแปรปรวนของแต่ละข้ออาจจะไม่เท่ากัน การที่จะใช้สูตรใดจำเป็นต้องสำรวจหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูตรที่เหมาะสม กล่าวคือ มีข้อตกลงของสูตรที่เหมาะสมกับลักษณะของคะแนนดังกล่าว

จากการสำรวจค่าความเชื่อมั่น ตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม ซึ่งถือว่าสิ่งสำคัญและหัวใจของความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม ก็คือ มโนมติ (concept) ของการวัดที่ “คู่ขนาน” กัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 1) ซึ่งเป็นข้อตกลงสำคัญของการใช้สูตรในการประมาณค่าความเชื่อมั่นแต่ละวิธี

การประมาณค่าความเชื่อมั่นของการวัด สามารถหาได้โดย 1) การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการวัดหลาย ๆ ครั้ง จากการสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบฟอร์มเดียวกันหรือสองฟอร์มที่คู่ขนานกัน หรือ 2) วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในฉบับ จากแต่ละส่วนที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ (Comparable Parts) (Kristof. 1974 : 491) หรือ อาจจำแนกตามวิธีการคำนวณได้เป็น 3 แนวทาง คือ 1) การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากการวัดซ้ำด้วยแบบทดสอบฉบับเดียว สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากคะแนนสอบทั้งสองครั้ง เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) 2) การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากการวัดซ้ำด้วยแบบทดสอบที่คู่ขนาน

สองฟอร์ม (Parallel Test Forms) หรือแบบสลับฟอร์ม (Alternate Forms) ซึ่งอาจสอบติดต่อกันทันที หรือสอบทิ้งช่วงเวลา สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากแบบทดสอบสองฟอร์ม เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความสมมูล (Coefficient of Equivalent) 3) การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในฉบับ จากแต่ละส่วนที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและการสอบเพียงครั้งเดียว แล้วหาความแปรปรวนของคะแนนแต่ละส่วนและคะแนนรวมทั้งฉบับ สัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในแบบทดสอบ (Coefficient of Internal Consistency) และแนวทางนี้เป็นวิธีการที่แตกต่างจากสองแนวทางแรกที่ต้องทำการสอบอย่างน้อยสองครั้งหรือต้องใช้แบบทดสอบอย่างน้อยสองฟอร์ม จึงมีความสะดวกในการปฏิบัติและเป็นวิธีการที่นิยมอย่างกว้างขวางในวงการศึกษามากกว่าสองแนวทางแรกที่ได้กล่าวมาก่อนแล้ว

นักทฤษฎีทางการวัดได้ให้ความสนใจต่อการประมาณค่าความสอดคล้องภายในมาเป็นเวลากว่า 80 ปีแล้ว และได้มีการเสนอเทคนิคในการประมาณค่าความเชื่อมั่นไว้หลายวิธี โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า แบบทดสอบฉบับรวมสามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆ เป็นต้นว่า สองส่วน สามส่วน สี่ส่วน และเมื่อใช้ระดับความคู่ขนานของการวัด (Degree of Measurement Paralellism) ในแต่ละส่วนเป็นเกณฑ์แล้ว การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากการสอบเพียงครั้งเดียวอาจจัดกลุ่มตามข้อตกลงของระดับความคู่ขนานได้ 3 รุ่น ดังนี้

รุ่นที่หนึ่ง การประมาณค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบที่แต่ละส่วนมีความคู่ขนาน แบบมาตรฐานเดิม (Classical Parallel Parts) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 2)โดยมีข้อตกลงว่า 1) มีความเป็นเอกพันธ์ในเนื้อหาหรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน 2) มีคะแนนจริงเท่ากัน ($T_{i1} = T_{i2} = T_{i3} = \ldots$) และมีความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากัน ($\sigma^2_{E1} = \sigma^2_{E2} = \sigma^2_{E3} = \ldots$) 3) มีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยเท่ากัน ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \ldots$) 4) มีความแปรปรวนของคะแนนสอบเท่ากัน ($\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_3 = \ldots$) 5) มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบเท่ากัน ($\sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = \ldots$) 6) มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบกับคะแนนเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน ($\sigma_{1Y} = \sigma_{2Y} = \sigma_{3Y} = \ldots$)

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นในรุ่นนี้ได้แก่ สูตรของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman - Brown. 1910 : $r_{S.B}$) ซึ่งมีทั้งกรณีเฉพาะที่แบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองส่วน และกรณีทั่ว ๆ ไป ที่แบ่งแบบทดสอบเป็นหลายส่วนเท่า ๆ กัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วเทคนิคนี้แทบจะไม่สามารถสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมได้ นักทฤษฎีทางการวัดจึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสมขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ผ่อนปรนเงื่อนไขของความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม มาเป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริง

สมมูล (Essentially Tau - Equivalent Model) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2536 : 10)

รุ่นที่สอง การประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสมมูล (Essentially Tau - Equivalent Model) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 2) วิธีนี้ได้ผ่อนปรนเงื่อนไข ข้อ 2) 3) และ 4) ให้มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากขึ้น โดยผ่อนปรนให้คะแนนจริงของแต่ละส่วนไม่จำเป็นต้องเท่ากันพอดี แต่ยอมให้ต่างกันได้เท่ากับความยากที่ต่างกันในแต่ละส่วน นั่นคือ ผู้สอบแต่ละคนจะมีคะแนนจริงสองส่วนต่างกันเท่ากับค่าคงที่ หรือคะแนนจริงส่วนที่หนึ่งเท่ากับผลรวมของคะแนนจริงส่วนที่สองกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง $T_{i1} = T_{i2} + C_{12}$ หรือเขียนเป็นรูปทั่วไปได้ดังนี้ $T_{ig} = T_{ih} + C_{gh}$ เมื่อ $g \neq h = 1, \ldots, K$ และ C_{gh} ไม่จำเป็นต้องเท่ากับศูนย์เสมอไป และผ่อนปรนให้แต่ละส่วน มีคะแนนสอบเฉลี่ยต่างกัน และค่าความแปรปรวนแตกต่างกันได้เล็กน้อย แต่ยังต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ข้อ 5) และ 6) คือ คะแนนสอบแต่ละส่วนมีความแปรปรวนร่วมเท่ากัน และมีความแปรปรวนร่วมกับคะแนนเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นในรุ่นนี้ในกรณีที่แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่สูตรของ ฟลานาแกน (Flanagan. 1930) รูลอน (Rulon. 1930) กัตต์แมน (Guttman. 1945) เฟลดต์และเบรนแนน (Feldt and Brennan. 1989) โมสิเออร์ (Mosier. 1941) ครอนบัค (Cronbach. 1951: r_C) ธอร์นไดค์ (Throndike. 1951) และในกรณีทั่วไปสำหรับประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นหลาย ๆ ส่วน ได้แก่สูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson. 1937) กัตต์แมน (Guttman. 1945) และครอนบัค (Cronbach. 1951 : r_C) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2536 : 11)

แม้ว่าแบบจำลองคะแนนจริงสมมูล มีการผ่อนปรนความคู่ขนานให้แต่ละส่วนมีคะแนนจริงต่างกัน คะแนนสอบเฉลี่ยต่างกัน และความแปรปรวนของคะแนนสอบต่างกันได้แล้วก็ตาม แต่ความแตกต่างนั้นจะต้องไม่โตมากนัก เพื่อให้แต่ละส่วนยังคงความคู่ขนานไว้เพราะว่าแต่ละส่วนของแบบทดสอบที่แบ่งนั้นมีขนาดความยาวเท่ากันหรือจำนวนข้อเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติก็ยังคงมีแบบทดสอบบางชนิดที่อาจต้องแบ่งส่วนให้เหมาะสมตามลักษณะของแบบทดสอบ ทำให้แต่ละส่วนมีขนาดความยาวหรือจำนวนข้อสอบไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลกระทบต่อเงื่อนไขข้อ 5) และ 6) นอกจากนั้นแม้ว่าแต่ละส่วนจะมีขนาดความยาวหรือจำนวนข้อเท่ากันก็ตาม แต่เมื่อนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรากฏว่า แต่ละส่วนมีการกระจายของคะแนนมากน้อยต่างกันมาก ๆ แสดงว่าความยาวที่แท้จริงของแบบทดสอบ (Functional Lengths) หรือความยาวที่เป็นผลมาจากการสอบ (Functionally) ของแต่ละส่วนมีขนาดไม่เท่ากัน (Feldt. 1975 : 558) นั่นคือ จำนวนข้อที่เท่ากันยังไม่เพียงพอในการบ่งชี้ความยาวที่แท้จริงได้ ซึ่งโดยปกติจะไม่ทราบค่าจนกว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปสอบเสียก่อน นอกจากนั้นยังมีการวัดบางอย่าง เช่น การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยที่มีคะแนนเต็มในแต่ละข้อไม่เท่ากันหรือคณะกรรมการที่ทำการประเมินผลงานหรือพฤติกรรมของแต่ละบุคคล กรรมการบาง

คนอาจประเมินค่าให้ผลอยู่ในระดับกลาง ๆ บางคนอาจประเมินค่อนไปทางบวกมาก ทำให้การกระจายของคะแนนของกรรมการไม่เท่ากัน (Feldt and Gilmer. 1983 : 100) ดังนั้นจึงไม่สอดคล้องตามแบบคะแนนจริงสมมูล นักทฤษฎีการทดสอบจึงได้นิยามความคู่ขนานขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง ให้มีการผ่อนปรนมากยิ่งขึ้นอีกเรียกว่า ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model)

รุ่นที่สาม การประมาณค่าความเชื่อมั่นความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 3 - 4) ซึ่งเป็นความคู่ขนานที่มีข้อกำหนดน้อยที่สุดหรือข้อตกลงน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับความคู่ขนานสองระดับแรก เพราะได้ผ่อนปรนเงื่อนไขต่าง ๆ เกือบหมดโดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไขข้อแรกที่ว่า แต่ละส่วนของแบบทดสอบต้องมีเนื้อหาที่เป็นเอกพันธ์กัน หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน (Kristof. 1974 : 492) ซึ่งถือว่าเป็นข้อตกลงที่สำคัญของการวัดที่ใช้อยู่ทั้งในทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม และทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item Response Theory) ส่วนเงื่อนไขข้อ 2) ได้ผ่อนปรนจากแต่ละส่วนต้องมีคะแนนจริงต่างกันเท่ากับค่าคงที่มาเป็นสหสัมพันธ์สมบูรณ์แบบ (Perfectly Correrated) หรือมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง คริสทอฟ (Kristof. 1974 : 493) ได้ขยายความหมายอีกว่า “ถ้าคะแนนจริงของแต่ละส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงแล้ว จะเรียกส่วนย่อยนั้นว่ามีเนื้อหาที่เป็นเอกพันธ์กันหรือมีคะแนนจริงสัมพันธ์โดยไม่ได้บังคับว่าข้อสอบต่าง ๆ ที่อยู่ในแต่ละส่วนต้องมีเนื้อหาที่คล้ายคลึงกันหมด ” ซึ่ง เฟลดต์ (Feldt and Brennan. in Linn. 1989 : 110 - 111) ได้แสดงเป็นรูปสมการทั่วไปไว้ดังนี้ $T_{ig} = [b_{gh}] T_{ih} + C_{gh}$ เมื่อ b_{gh} และ C_{gh} เป็นค่าคงที่ ซึ่ง b_{gh} ไม่จำเป็นต้องเท่ากับ 1.0 เสมอ และ C_{gh} ก็ไม่จำเป็นต้องเท่ากับ 0.0 เสมอไป ค่าคงที่ทั้งสองจะแปรเปลี่ยนไปตามความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนของแบบทดสอบ แต่ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของแต่ละบุคคล ผลของ b_{gh} เหมือนกับผลขององค์ประกอบที่เกิดจากการเพิ่มหรือลดความยาว (Lengthening or Shortening Factor) เช่น สมมุติว่าส่วนย่อย g มีความยาวเป็น 1.2 เท่าของส่วนย่อย h , คะแนนเฉลี่ยของส่วนย่อย g จึงไม่ได้มากเป็น 1.2 เท่า ของส่วนย่อย h เพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับค่าคงที่ C_{gh} ที่ไม่เท่ากับศูนย์ด้วย ดังนั้นความแตกต่างของความแปรปรวนของคะแนนสอบของส่วนย่อย g และ h จึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความแปรปรวนของคะแนนจริงอีกส่วนหนึ่งด้วย ซึ่งไม่เหมือนกับความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล

แบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์นี้ คือ การแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ที่มีขนาดความยาวหรือจำนวนข้อเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ แต่การกระจายของคะแนนในแต่ละส่วนแตกต่างกันมาก

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นในรุ่นนี้ ได้แก่สูตรของ คริสทอฟ (Kristof. 1974 : r_K) เฟลดต์ (Feldt. 1975 : r_{FS}) เฟลดต์ - กิลเมอร์ (Feldt - Gilmer. 1983 : r_{F2}) ราชู (Raju. 1977 : $r_{F.R}$)

ฮอสต์ (Horst. 1951 : r_H) เลียว (Liou. 1989 : r_{L1}) เป็นต้น การคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์นี้ เฟลดต์ - เบรนแนน (Feldt - Brennan. 1989 : 112) และ ราชู (Raju. 1977 : 549 - 550) ได้เห็นด้วยกับข้อตกลงดังกล่าวเพราะข้อสอบที่แบ่งออกเป็นตอน ๆ ข้อสอบในแต่ละตอนแตกต่างกันออกไปและข้อสอบในแต่ละตอนจะไม่เท่ากัน เมื่อเป็นเช่นนี้จึงไม่ควรวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ แต่ควรวิเคราะห์โดยแบ่งเป็นรายตอนมากกว่า ดังนั้น การประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์จึงเป็นวิธีการใหม่ที่จะทำให้ได้ค่าความเชื่อมั่นได้ถูกต้องยิ่งขึ้น (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 28)

เนื่องจาก สูตรประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ได้รับความนิยมใช้กันแพร่หลายคือ สูตร $r_{S.B}$ ของ สเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown) ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการแบ่งเป็น 2 ส่วน ให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม และสูตร r_C ของ ครอนบัค (Cronbach. 1951) หรือ สัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการแบ่งเป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามหลายรูปแบบได้เหมาะสมมากน้อยเพียงไรเมื่อเทียบกับ สูตร αr_{stat} ของ ครอนบัค , โชนแมนน์และ แม็กกี (Cronbach , Schönemann , & McKie) ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบด้วย สัมประสิทธิ์แอลฟา หรือ KR - 20 ก่อนแล้วจึงนำมาเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ และสูตร $r_{F.R}$ ของ เฟลดต์ - ราชู (Feldt - Raju) (Qualls. 1995 : 111 - 120) และสูตร r_{L1} ของเลียว (Liou. 1989 : 153 - 163) ซึ่งใช้ข้อตกลงของแบบทดสอบที่มีความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาว่า แบบทดสอบชนิดที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้สอบในชั้นเรียนที่มีรูปแบบของข้อคำถาม 4 รูปแบบคือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ สูตรในการคำนวณหาความเชื่อมั่นว่าสูตรใด ดังต่อไปนี้คือ 1) $r_{g.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1} จะมีความเหมาะสมที่สุดในการประมาณค่าความเชื่อมั่น ซึ่งจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ สูตรที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าความลำเอียงทางสถิติในการประมาณค่าความเชื่อมั่นน้อยที่สุดจะมีความเหมาะสมมากที่สุด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสนใจที่จะศึกษาว่าสูตรดังกล่าวข้างต้นจะประมาณค่าความเชื่อมั่นได้ใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้ มีคำถามการวิจัยว่า สูตรความเชื่อมั่นสูตรใดจะมีความเหมาะสมในการใช้ประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ประกอบด้วยรูปแบบของข้อคำถามที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิดและแบบจำกัดคำตอบ การพิจารณาความเหมาะสมของสูตรจะพิจารณาระดับความเพียงพอในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแต่ละสูตรซึ่งจะประเมินจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นและค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นสูตรนั้นที่มีค่าน้อยที่สุดและแต่ละสูตรจะประมาณค่าได้ใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด จากคำถามการวิจัยดังกล่าวนี้ สามารถกำหนดเป็นความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ได้ดังนี้

1. เพื่อหาความความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

2. เพื่อหาความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. สูตร r_{L1} ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นต่ำที่สุด

2. สูตร r_{L1} ให้ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นต่ำที่สุด

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร 5 สูตร มีค่าแตกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยรูปแบบของข้อคำถามต่างชนิดกัน ว่าจะมีสูตรใดที่เหมาะสมในการประมาณค่าความเชื่อมั่นมากที่สุด ข้อค้นพบของการวิจัยครั้งนี้ จะมีประโยชน์ในเชิงทฤษฎีและการนำไปใช้ในเรื่องการประมาณค่าความเชื่อมั่นเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดและข้อค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อเสนอแนะสำหรับนักวัดผลและบุคคลทั่วไปได้นำไปใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ขอบเขตในการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดสระบุรี มีจำนวน 21 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 5,760 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดสระบุรี มีนักเรียนจำนวน 600 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สูตรประมาณค่าความเชื่อมั่น จำนวน 5 สูตร คือ

3.1.1 สูตร $r_{S.B}$ ของ สเปียร์แมน - บราวน์

3.1.2 สูตร r_C ของ ครอนบัค

3.1.3 สูตร αr_{stat} ของ ครอนบัค โชนแมนน์ และ แม็กกี

3.1.4 สูตร $r_{F.R}$ ของ เฟลดต์ - ราชู

3.1.5 สูตร r_{L1} ของ เลียว

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ สมบัติของความเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจำนวน 52 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบของข้อคำถามที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ

1. แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน

2. แบบเติมคำ จำนวน 14 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน รวม 14 คะแนน

3. แบบถูกผิด จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

4. แบบจำกัดคำตอบ จำนวน 8 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน รวม 16 คะแนน

<u>นิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง อัตราส่วนความแปรปรวนของคะแนนจริงต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้โดยความแปรปรวนของคะแนนจริงคำนวณมาจาก ความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนส่วนย่อยของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ที่สอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว ในการศึกษาครั้งนี้มีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นจำนวน 5 สูตรตามข้อตกลงของระดับความคู่ขนาน 3 รุ่น คือ

1.1 ความคู่ขนานแบบคะแนนจริงมาตรฐานเดิม หมายถึง การแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยตกลงให้แต่ละส่วนมีคะแนนจริงตามแบบจำลอง $T_g = T_h$ ได้แก่สูตร $r_{g.B}$ ของ สเปียร์แมน - บราวน์

1.2 ความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล หมายถึง การแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยตกลงให้แต่ละส่วนมีคะแนนจริงตามแบบจำลอง $T_g = T_h + C_{gh}$ ได้แก่สูตร r_C ของ ครอนบัค และ สูตร αr_{stat} ของ ครอนบัค โชนแมนน์ และ แม็กกี

1.3 ความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ หมายถึง การแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยตกลงให้แต่ละส่วนมีคะแนนจริงตามแบบจำลอง $T_g = \lambda_{gh}T_h + C_{gh}$ ได้แก่สูตร $r_{F.R}$ ของ เฟลดต์ - ราชู และ สูตร r_{L1} ของ เลียว

2. แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้ตอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาให้ผู้คุมสอบสังเกตหรือวัดได้ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ สมบัติของความเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ ที่มีรูปแบบของข้อคำถามแตกต่างกัน 4 แบบ คือ

2.1 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) หมายถึง แบบทดสอบที่แต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำถาม (Stem) และส่วนที่เป็นตัวเลือกหรือคำตอบ ซึ่งแต่ละข้อจะมี 4 ตัวเลือก และมีตัวเลือกหรือคำตอบถูกเพียงข้อเดียว

2.2 แบบเติมคำ (Completion Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีรูปลักษณะเป็นประโยคข้อความหรือประโยคสัญญลักษณ์ที่เป็นตอนนำ ซึ่งจะเว้นช่องว่างไว้ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์ไว้ให้สำหรับเติมเพื่อให้ได้ใจความสมบูรณ์และถูกต้องตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะวัด ในการวิจัยครั้งนี้ จะเว้นช่องว่างไว้ในตอนท้ายของประโยคข้อความหรือประโยค สัญลักษณ์เพื่อให้เติมจำนวนหรือตัวเลข

2.3 แบบถูกผิด (True - False Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีรูปลักษณะเป็นประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์ที่ให้นักเรียนตัดสินว่าประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์ในแบบทดสอบนั้นถูกหรือผิด

2.4 แบบจำกัดคำตอบ (Restriced Respondse Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามลักษณะเป็นประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์ แล้วให้นักเรียนแสดงคำตอบตามที่กำหนดให้

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่น หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มทั้งหมด 200 กลุ่ม

4. ความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่น หมายถึง ผลต่างระหว่างความเชื่อมั่นเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่าง 200 กลุ่ม กับความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง 600 คน ซึ่งถือว่าเป็นประชากรเทียมของการศึกษาครั้งนี้

5. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางด้านการสอนและวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของความเชื่อมั่น
2. ทฤษฎีความเชื่อมั่น
3. วิธีประมาณค่าความเชื่อมั่น
4. การหาความเชื่อมั่นตามแบบคะแนนจริงสัมพันธ์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของความเชื่อมั่น

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้มีการนิยามหรือการตีความหมายของ ความเชื่อมั่น ไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 105) กล่าวว่า เป็นความคงที่ของคะแนนในการทดสอบหรือความคงที่จากการประเมินจากการวัดครั้งแรกและครั้งอื่น ๆ

อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 105)กล่าวว่า เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้รับจากการสอบบุคคลเดียวกันแต่ต่างเวลาต่างโอกาสกัน

นันนอลลี (Nunnally. 1964 : 59)กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสอบ

ลินด์วอลล์และนิคโค (LinDvall and Nitko. 1967 : 126) กล่าวว่า เป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบสองครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน สอบในเวลาต่างกัน

ลอร์ดและโนวิค (Lord and Novick. 1968 : 46) กล่าวว่า เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบซ้ำ และคะแนนที่ได้จากตอบแบบทดสอบทั้งสองครั้งเป็นอิสระไม่ขึ้นกับควาคลาดเคลื่อนของการวัดใด ๆ

จากความหมายของความเชื่อมั่นที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น เป็นความคงที่ของคะแนนในการสอบจากผู้สอบกลุ่มเดียวกันด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันหลายๆครั้ง หรือจากแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน

2. ทฤษฎีความเชื่อมั่น

ทฤษฎีความเชื่อมั่นสามารถอธิบายได้โดยเริ่มต้นจากคะแนนที่สังเกตได้ (Observed Score) สำหรับคะแนนที่สังเกตได้นี้จะประกอบด้วย คะแนนจริง (Ture Score) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) ดังสมการ

$$X = T + E \quad \ldots\ldots(1)$$

เมื่อ X แทน คะแนนที่สังเกตได้

T แทน คะแนนจริง

E แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน

คะแนนจริง (True Score) หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบได้รับจากการวัดด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงปราศจากความคลาดเคลื่อน หรือ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้สอบซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบฉบับเดิมหลาย ๆ ครั้ง โดยมีข้อตกลงว่าจะต้องไม่มีอิทธิพลจากการฝึกฝน ความเมื่อยล้าและการเรียนรู้ในการทดสอบซ้ำ

คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) หมายถึง ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัด ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในลักษณะสุ่ม (Random Error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญกับความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบ (Systematic Error) สำหรับความคลาดเคลื่อนประเภทหลังจะไม่มีผลกระทบต่อความเชื่อมั่น ส่วนความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยการสุ่มอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ เมื่อรวมกันแล้วมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum E = 0$) และถ้าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็นไปในลักษณะสุ่มแล้ว ก็จะไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนจริง นั่นคือ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงกับคะแนนความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 0 ($r_{TE} = 0$) ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนที่วัดได้สามารถเขียนได้ดังสมการ (Mehrens and Lehmann. 1973 : 91) ดังนี้

$$S_X^2 = S_T^2 + S_E^2 \quad \ldots\ldots(2)$$

เมื่อ S_X^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสอบ

S_T^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง

S_E^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1954 : 350) กล่าวว่า การประมาณค่าความเชื่อมั่นยึดหลักว่า ผลที่ได้จากการวัดจะเชื่อได้มากก็ต่อเมื่อความแปรปรวนของคะแนนที่วัดได้ใกล้เคียงกับความแปรปรวนของคะแนนจริงนั่นเอง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{S_T^2}{S_X^2} \quad \text{.....(3)}$$

จากสมการ (2) และ (3) จะได้

$$r_{tt} = \frac{S_X^2 - S_E^2}{S_X^2}$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{S_E^2}{S_X^2}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S_X^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสอบ

S_T^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง

S_E^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

3. <u>วิธีประมาณค่าความเชื่อมั่น</u>

เฟอร์กูสัน (Ferguson. 1966 : 365 - 366) และ สแตนเลย์และฮอปกินส์ (Standley and Hopkins. 1972 : 122 - 127) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า มีวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Test Retest Method) หรือบางครั้งเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทำการทดสอบกับบุคคลเดียวกันซ้ำสองครั้งในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งมีสหสัมพันธ์กัน ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms Method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันหรือเท่าเทียมกัน โดยมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนเท่ากันไปทดสอบในเวลาเดียวกัน หรือในเวลาที่แตกต่างกันก็ได้ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีสหสัมพันธ์ ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split - Half Method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว แล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นชุดของคะแนนข้อคู่และชุดคะแนนข้อคี่ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบไปหาสหสัมพันธ์กัน จากนั้นปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมน - บราวน์ เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. วิธีวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal - Consistency Method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว และนำไปหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

ส่วน เมห์เรนส์และเลห์แมนน์ (Mehrens and Lehmann. 1984 : 271 - 272) ได้กล่าวถึงการประมาณค่าความเชื่อมั่นว่ามีวิธีการ ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Measures of Stability)
2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Measures of Equivalence)
3. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนานและสอบซ้ำ (Measures of Equivalence and Stability)
4. วิธีวัดความคงที่ภายใน (Measures of Internal - Consistency)
   - 4.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split - Half)
   - 4.2 วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson Estimates)
   - 4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha)
   - 4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance Produce)
5. ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Score (Judge) Reliability)

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2521 : 278 - 300) ได้กล่าวถึงวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไว้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. แบบสัมประสิทธิ์ของความคงตัว(Coefficient of Stability) เป็นวิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสองชุด ซึ่งได้จากแบบทดสอบคนละฉบับหรือฉบับเดียวกันแต่เป็นการสอบต่างเวลากัน ซึ่งจำแนกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 วิธีสอบซ้ำ (Test Retest Method) วิธีนี้จะหาสัมประสิทธิ์ของความคงตัวของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกันสองครั้ง โดยทิ้งช่วงเวลาในการสอบให้ห่างกันพอประมาณแล้ว นำคะแนนที่สอบวัดแต่ละครั้งมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

1.2 วิธีคู่ขนาน (Parallel-Form Method) วิธีการนี้เป็นการคำนวณสัมประสิทธิ์ของความเสมอเหมือน (Coefficient of Equivalence) ของคะแนนการทดสอบตั้งแต่สองฉบับการประมาณค่าตามวิธีนี้อาศัยแนวคิดที่ว่าแบบทดสอบที่สร้างทั้งสองฉบับ จะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัดแล้ว นำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบมาคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนทั้งสองฉบับโดยใช้สูตรของเพียร์สัน

2. แบบสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องภายใน (Coefficient of Interal Consistency) แนวคิดของวิธีนี้กำนดว่าแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีเอกภาพภายในการวัด (Funotional Unity) กล่าวคือ ส่วนย่อยของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ๆ จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความเป็นเอกพันธ์ในการที่จะวัดคุณลักษณะหนึ่ง ๆ สัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องภายในนี้ หมายความว่าข้อคำถามแต่ละข้อหรือส่วนย่อย จะมีความเสมอเหมือนกันทุกข้อหรือทุกส่วน แบ่งออกเป็น

2.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split - Half Method) วิธีนี้จะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง แล้วจึงแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยให้ทั้งสองส่วนมีข้อคำถามที่ถามคล้ายคลึงกัน และความยากง่ายของแต่ละข้อคำถามของทั้งสองส่วนมีค่าเท่า ๆ กัน โดยอาจจะแบ่งออกเป็นข้อคู่กับข้อคี่ แล้วนำคะแนนของทั้งสองส่วนไปวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ สเปียร์แมน - บราวน์ , ฮอสต์ หรือ รูลอน เป็นต้น

2.2 วิธีวิเคราะห์ส่วนย่อย เนื่องจากวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบไม่สามารถคำนวณค่าความสอดคล้องได้อย่างแท้จริง เพราะการแบ่งครึ่งแบบทดสอบนั้นลักษณะของความเชื่อมั่นจะเป็นความเสมอเหมือนระหว่างคะแนนข้อคู่กับข้อคี่มากกว่า จึงมีผู้คิดวิธีวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบจากส่วนย่อยต่าง ๆ โดยจำแนกเป็นรายข้อ จะได้ค่าความเชื่อมั่นซึ่งเป็นค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบอย่างแท้จริง วิธีนี้จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีต่างๆ เช่น วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ เป็นต้น

ต่าย เชี่ยงฉี (2526 : 47 - 82) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและข้อจำกัด ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. แนวคิดการหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบจากค่าสั มประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดัคท์ โมเมนต์ (Pearson Product Moment) คือ การใช้ข้อสอบคู่ขนานหรือการสอบซ้ำก็จะได้คะแนนมาสองชุด แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การหาความเชื่อมั่นโดยอาศัยแนวคิดนี้มีวิธีหาหลายวิธี ดังนี้

1.1 การใช้ข้อสอบคู่ขนาน (Parallel Form Method) การหาความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับข้อสอบประเภท Speed Test คือข้อสอบที่ง่าย ๆ มีจำนวนข้อมาก ๆ แต่ให้เวลาจำกัด ข้อจำกัดของการหาความเชื่อมั่นแบบใช้ข้อสอบคู่ขนานนี้ คือ สร้างแบบทดสอบคู่ขนานได้ยากเนื่องจากต้องสร้างข้อสอบให้มีความยากง่ายเท่ากัน อำนาจจำแนกเท่ากัน จำนวนข้อเท่ากัน วัดเนื้อหาเดียวกัน วัดในพฤติกรรมเดียวกัน การวัดคุณลักษณะ (Trait) ที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายไม่ควรหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้ เพราะจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าความเป็นจริง และถ้าเป็นข้อสอบหรืองานประเภทที่เมื่อนักเรียนสอบหรือทำแล้ว จะส่งผลให้เกิดทักษะในการทำข้อสอบหรือทำงาน ก็ไม่เหมาะที่จะหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีนี้

1.2 การใช้แบบทดสอบฉบับเดียวสอบซ้ำ (Test Retest Method) มีข้อจำกัดคือ ถ้าเว้นระยะเวลาสั้นเกินไปนักเรียนอาจจำคำตอบจากการสอบครั้งแรกได้ หรือถ้าเว้นช่วงเวลานานเกินไปนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการสอบทั้งสองครั้งจึงไม่ใช่ความคลาดเคลื่อนจากตัวข้อสอบ แต่เกิดจากตัวเด็กเอง

1.3 การใช้แบบทดสอบฉบับที่จะหาค่าความเชื่อมั่นกับนักเรียนครั้งเดียวแล้วนำมาแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split - Half Method) สำหรับการแบ่งครึ่งข้อสอบนั้น อาจจะแบ่งเป็นคะแนนข้อคู่ - ข้อคี่ คะแนนข้อสอบครึ่งฉบับแรก - ครึ่งฉบับหลัง หรือแบ่งโดยการสุ่ม เป็นต้น ความเชื่อมั่นที่หาได้ในครั้งแรกนี้ จะเป็นความเชื่อมั่นของข้อสอบครึ่งฉบับ ต้องนำมาหาความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ สเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown. 1910) แต่ในกรณีที่แบ่งข้อสอบออกเป็นสองส่วนแล้วมีจำนวนข้อไม่เท่ากัน (หรือเท่ากันก็ได้) ก็ใช้สูตรของ ฮอสต์ (Horse. 1936) หรือสูตรของ กัตต์แมน (Guttman. 1945) สำหรับการหาความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยการแบ่งครึ่งข้อสอบมีข้อจำกัดคือ ข้อสอบที่แบ่งเป็นสองส่วนนั้นต้องคู่ขนานกัน

2. แนวคิดการหาความเชื่อมั่นของข้อสอบจากสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสอบ(S_T^2 / S_X^2) การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยอาศัยแนวคิดนี้ ใช้ข้อสอบที่จะหาความเชื่อมั่นไปสอบเพียงครั้งเดียว แล้วอาศัยหลักการวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal Consistency) สูตรการหาความเชื่อมั่นของข้อสอบตามแนวคิดนี้มีหลายสูตร ดังนี้

2.1 ใช้สูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ซึ่งคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson. 1937) ได้เสนอสูตรไว้ 2 สูตร คือ KR - 20 และ KR - 21 การใช้สูตร KR - 20 นั้นข้อสอบจะต้องเป็นแบบ 0 - 1 และเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อภายในฉบับจะต้องเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) หรือวัดในองค์ประกอบเดียวกัน ส่วนสูตร KR - 21 นั้น มีข้อจำกัดเช่นเดียวกับสูตร KR - 20 นอกจากนั้นข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีความยากง่ายเท่ากันอีกด้วย

2.2 การใช้สูตรหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแอลฟา (The Coefficient of Alpha หรือ α) ซึ่งครอนบาค (Cronbach. 1951) ได้ปรับปรุงจากสูตร KR - 20 เพื่อให้ใช้ได้ทั้งแบบทดสอบแบบ 0 - 1 หรือเครื่องมือชนิดอื่น อาจเป็นข้อสอบอัตนัย หรือเครื่องมือวัดทัศนคติที่มีคะแนนเต็ม แต่ละข้อไม่เท่ากัน การใช้สูตร Alpha มีข้อจำกัดคือ ข้อสอบภายในฉบับจะต้องวัดในองค์ประกอบเดียวกัน หรือมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous)

2.3 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance) ซึ่งฮอยท์ (Hoyt. 1941) ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Two way Factorial Design for Analysis of Variance without Replication) ซึ่งสูตรนี้ใช้ได้ทั้งข้อสอบประเภท 0-1 หรือเป็นข้อสอบแบบอัตนัย หรือการวัดทัศนคติที่มีคะแนนเต็มแต่ละข้อไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ ล้วน สายยศ (2519 : 78 - 79) กล่าวว่า การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใด ต้องดูข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละวิธีเสียก่อน พร้อมทั้งกล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแต่ละวิธี ดังนี้

1. การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำมีข้อตกลงว่า พฤติกรรมที่วัดจะต้องคงที่นั่นคือ ในช่วงเวลาที่เว้นก่อนการสอบซ้ำไม่มีผลทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง ดังนั้นแบบทดสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงเร็ว เช่น ทัศนคติ ความสนใจ ไม่ควรใช้วิธีนี้

2. การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน แบบนี้จำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกัน แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่คู่ขนานกันนี้ มีเนื้อหาเหมือนกัน คะแนนเฉลี่ย เท่ากัน ความแปรปรวนและความยากง่ายของแบบทดสอบเท่ากัน แต่การสร้างเครื่องมือให้มีคุณสมบัติคู่ขนานกันไม่ใช่ของง่าย ต้องมีเวลาและมีเงินมากจึงจะทำได้

3. การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบแบ่งครึ่งแบบทดสอบมีข้อตกลงว่า เมื่อแบ่งครึ่งแบบทดสอบแล้ว แบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนแบบทดสอบคู่ขนานทุกประการแต่โดยทั่วไปมักจะแบ่งแบบทดสอบเป็นข้อคู่ข้อคี่

4. การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน มีข้อตกลงว่า คะแนนที่ให้แต่ละข้อเป็นลักษณะ 0 - 1 และถ้าใช้สูตร KR - 21 ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบต้องเท่ากัน

อัลเลนและเยน (Allen and Yen. 1979 : 88) ได้กล่าวว่า วิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่แตกต่างกันจะให้ความเชื่อมั่นที่ต่างกัน ในการพิจารณาค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบทดสอบที่อาศัยความเร็วนั้น ควรใช้แบบสอบซ้ำหรือแบบทดสอบคู่ขนาน เพราะว่าการวัดความสอดคล้องภายในส่วนใหญ่อาจจะทำให้เฟ้อ ส่วนการใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) และวิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ให้ผลการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ต่ำ และใช้กับแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) เท่านั้น เพราะว่าสูตรเหล่านี้มีพื้นฐานมาจากความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบ ถ้าเป็นข้อสอบ

ที่วัดคุณลักษณะที่แตกต่างกันการหาความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา และคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน จะไม่เหมาะสมเพราะได้ค่าต่ำกว่าที่ควร

4. การหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์

1. แบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์

แบบจำลองคะแนจริงสัมพันธ์มีที่มาจากการทดสอบตามทฤษฎีมาตรฐานเดิม (Gilmer & Feldt. 1983 : 101) โดยแบ่งคะแนนจากแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ

$$X = X_1 + X_2 + X_3 + ... + X_k$$

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + ... + T_k$$

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + ... + E_k$$

$$X_i = T_i + E_i \quad , \; i = 1, 2, 3, ..., k$$

โดยที่ส่วนย่อยของแบบทดสอบแต่ละส่วนต้องวัดเรื่องที่มีเนื้อหาเป็นเอกพันธ์กัน (Homogeneous) และคะแนนจริงของแบบทดสอบแต่ละส่วนต้องมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงกับคะแนนจริงทั้งฉบับ (Kristof. 1974 : 493) จะได้

$$T_i = \lambda_i T + C_i \quad , \qquad i = 1, 2, 3, ..., k$$

เมื่อ λ_i แทน จำนวนจริงบวก

C_i แทน ค่าคงที่

โดยมีข้อกำหนดว่า $\sum\lambda_i = 1$ และ $\sum C_i = 0$ แล้วจะได้สมการดังนี้ (Gilmer & Feldt. 1983 : 101)

$$X_i = \lambda_i T + C_i + E_i$$

เมื่อ E_i แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน

X_i แทน คะแนนทดสอบของแต่ละส่วนย่อย

ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนสอบ $S^2_{X_i}$ และความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ

แต่ละส่วนย่อย $S_{x_i x_j}$ หาได้โดย

$$S^2_{x_i} = \lambda^2_i S^2_T + S^2_{E_i}$$

$$S_{x_i x_j} = \lambda_i \lambda_j S^2_T \qquad i \neq j$$

ซึ่งทำให้การหาค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์แตกต่างไปจากแบบทฤษฎีมาตรฐานเดิมและแบบคะแนนจริงสมมูล

2. <u>สูตรการหาความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์</u>

การประมาณค่าความเชื่อมั่น จากทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม จะมีข้อตกลงของการวัดที่คู่ขนานกัน (Cronbach. and other. 1963 : 137) คือเมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนจะวัดในคุณลักษณะเดียวกัน มีคะแนนจริงเท่ากัน มีความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนเท่ากัน มีคะแนนสอบเฉลี่ยเท่ากัน มีความแปรปรวนของคะแนนสอบเท่ากัน จากข้อตกลงดังกล่าวทำให้ไม่สามารถที่จะสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานกันได้ ซึ่งทำให้ละเมิดข้อตกลงอยู่เสมอและทำให้การประมาณค่าความเชื่อมั่นไม่ถูกต้องแม่นยำ นักทฤษฎีการวัดจึงได้พัฒนาวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น และได้คิดวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น ที่อาศัยข้อตกลงเกี่ยวกับคะแนนจริงสัมพันธ์ ตามลำดับดังนี้

2.1 <u>เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วน</u>

2.1.1 ฮอสต์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 29 ; อ้างอิงมาจาก Horst. 1951 : 368 - 371) ได้คิดสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของการวัด เมื่อแบ่งคะแนนแบบทดสอบออกเป็นสองส่วน

$$r_H = \frac{r\left[\sqrt{r^2 + 4\lambda_1\lambda_2(1-r^2)} - r\right]}{2\lambda_1\lambda_2(1-r^2)}$$

เมื่อ r_H แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากส่วนย่อย

λ_1 , λ_2 แทน สัดส่วนของจำนวนข้อสอบแต่ละส่วนย่อย

2.1.2 เฟลดต์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Feldt. 1975 557 - 561) ได้ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนด้วยความยาวไม่เท่ากันของคริสทอฟให้สามารถวิเคราะห์กับแบบทดสอบแบ่งเป็นสองส่วนไม่เท่ากัน โดยมีข้อตกลงเพิ่มขึ้นอีกข้อหนึ่งคือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนต้องเป็นไปตามทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิมและไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนข้อ

$$r_F = \frac{S_{x_1x_2} / \lambda_1\lambda_2}{S_x^2}$$

เมื่อ

$$\lambda_1 = [S^2_{x_1} + S_{x_1x_2}] / S^2_x$$

$$\lambda_2 = [S^2_{x_2} + S_{x_1x_2}] / S^2_x$$

r_F แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

λ_1 , λ_2 แทน สัดส่วนของจำนวนข้อสอบแต่ละส่วนย่อย

$S^2_{x_1}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนส่วนย่อยที่ 1

$S^2_{x_2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนส่วนย่อยที่ 2

S^2_x แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$S_{x_1x_2}$ แทน ความแปรปรวนร่วม

2.1.3 ราชู (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Raju. 1977 : 561) ได้เสนอสูตรไว้ ดังนี้

$$r_R = \frac{S_{x_1x_2} / \lambda_1\lambda_2}{S_x^2}$$

เมื่อ

$$\lambda_1 = n_i / \Sigma n_i$$

$$\lambda_2 = 1 - \lambda_i$$

r_R แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

λ_1 , λ_2 แทน สัดส่วนของจำนวนข้อสอบแต่ละส่วนย่อยกับทั้งหมด

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$S_{x_1x_2}$ แทน ความแปรปรวนร่วม

2.2 <u>เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 3 ส่วน</u>

2.2.1 คริสทอฟ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Kristof. 1974 : 491 - 499) ได้คิดเทคนิคการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากันและแต่ละส่วนต้องมีสหสัมพันธ์ของคะแนนจริงเป็นเส้นตรงและไม่ต้องใช้จำนวนข้อของแต่ละส่วนมาคำนวณ และได้เสนอสูตรไว้ดังนี้

$$r_K = \frac{[S_{x_1x_2}S_{x_1x_3} + S_{x_1x_2}S_{x_2x_3} + S_{x_1x_3}S_{x_2x_3}]^2}{S_x^2(S_{x_1x_2})(S_{x_1x_3})(S_{x_2x_3})}$$

r_K แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$S_{x_ix_j}$ แทน ความแปรปรวนร่วม

2.3 <u>เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็น k ส่วน</u>

2.3.1 เฟลดต์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Feldt and Brennan. 1989 : 153 - 163)

$$r_{FK} = \frac{s_x^2[s_x^2 - \Sigma s_g^2]}{[s_x^4 - \Sigma s_{gx}^2]}$$

2.3.2 กิลเมอร์และเฟลดต์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Gilmer and Feldt. 1983 : 99 - 111) ได้เสนอสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็นหลาย ๆ ส่วน ดังนี้

$$r_{F2} = \left[\frac{\left(\Sigma D_g\right)^2}{\left(\Sigma D_g\right)^2 - \Sigma D_g^2}\right]\left[\frac{S_x^2 - \Sigma S_g^2}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ

$$D_1 = \frac{\sum_{g \neq 1} S_{1g} - S_{1L}}{\sum_{g \neq L} S_{Lg} - S_{1L}}$$

....

$$D_K = \frac{\sum_{g \neq K} S_{Kg} - S_{KL}}{\sum_{g \neq L} S_{Lg} - S_{KL}}$$

S_{KL} แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างแบบทดสอบย่อย K และ L

L แทน แถวที่ผลรวมของความแปรปรวนร่วมที่มีค่าสูงสุด

2.3.3 เลียว (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Liou. 1989 : 153 - 163) ได้แก้ปัญหาการหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของ คริสทอฟ (Kristof. 1974) ให้สามารถนำไปใช้กับแบบทดสอบที่แบ่งส่วนเป็นหลายๆ ส่วนได้สำเร็จ และได้ปรับขยายสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของเฟลดต์ (Feldt. 1975) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์แบบมาตรฐานเดิม ให้สามารถใช้คำนวณกับแบบทดสอบที่แบ่งเป็นหลาย ๆ ส่วนได้ดังนี้

2.3.3.1 สูตร r_{Ll} ของ เลียว เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็น k ส่วน มีดังนี้

$$r_{Ll} = \left[\frac{\Sigma Q_g}{S_x^2}\right] + \left[1 - \frac{\Sigma S_g^2}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ

$$Q_1 = \frac{(\sum S_{g1})^2 - \sum S^2_{g1}}{\sum\sum S_{gh}} \quad , \; g, h \neq 1$$

$$g \neq h$$

...

$$Q_K = \frac{(\sum S_{gK})^2 - \sum S^2_{gK}}{\sum\sum S_{gK}} \quad , \; g, h \neq K$$

S_{gh} แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างแบบทดสอบย่อย

2.3.3.2 สูตร r_{L2} ของ เลียว เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็น k ส่วน มีดังนี้

$$r_{L2} = \left[\frac{1}{1-S\lambda_g^2}\right]\left[1-\frac{S_{S_g}^2}{S_X^2}\right]$$

$$\lambda_1 = \frac{\Sigma S_{g1}}{S_X^2}$$

$$\lambda_K = \frac{\Sigma S_{gK}}{S_X^2}$$

2.3.4 ราชู (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Raju. 1977 : 549 - 565) ได้พัฒนาสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่น เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็นหลาย ๆ ส่วน และแต่ละส่วนนั้นมีความยาวไม่เท่ากัน เรียกว่าสัมประสิทธิ์เบต้า เค (Coefficient - β_K) ถ้าส่วนย่อยมีขนาดความยาวหรือจำนวนข้อเท่ากันแล้ว สัมประสิทธิ์เบต้า เค (Coefficient-β_K) จะให้ค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient - α) ของครอนบาค การประมาณค่าความเชื่อมั่นมีสูตรดังนี้

$$r_R = \left[\frac{1}{1-\Sigma\lambda_i^2}\right]\left[\frac{S_X^2 - \Sigma S_i^2}{S_X^2}\right]$$

เมื่อ $\lambda_i = \frac{n_i}{\Sigma n_i}$

r_R แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

λ_i แทน สัดส่วนจำนวนข้อสอบแต่ละส่วนย่อยกับทั้งหมด

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละส่วน

S_X^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

n_i แทน จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ

$\sum n_i$ แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

ที่มาของสูตร r_R

การพิสูจน์ ให้

X_i	แทน	คะแนนสอบของแต่ละส่วน
E_i	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนแต่ละส่วน
T	แทน	คะแนนจริง
X	แทน	คะแนนรวม
$S^2_{X_i}$	แทน	ความแปรปรวนในแต่ละส่วน
$S^2_{E_i}$	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในแต่ละส่วน
S^2_T	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจริง
λ_i	แทน	สัดส่วนของจำนวนข้อสอบแต่ละส่วน
C	แทน	ค่าคงที่

$$X_1 = \lambda_1 T + C_1 + E_1$$

$$X_2 = \lambda_2 T + C_2 + E_2$$

. . . .

$$X_n = \lambda_n T + C_n + E_n$$

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

$$X = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n)T + C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n + E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

$$S^2_X = S^2_T + S^2_{E_1} + S^2_{E_2} + S^2_{E_3} + \dots S^2_{E_n} \quad \text{——————} \textcircled{1} \quad (\Sigma\lambda_i = 1)$$

$$S^2_{X_1} = \lambda^2_1 S^2_T + S^2_{E_1}$$

$$S^2_{X_2} = \lambda^2_2 S^2_T + S^2_{E_2}$$

.....

$$S^2_{X_n} = \lambda^2_n S^2_T + S^2_{E_n}$$

$$\Sigma S^2_i = (\lambda^2_1 + \lambda^2_2 + \ldots + \lambda^2_n) S^2_T + S^2_{E_1} + S^2_{E_2} + \ldots + S^2_{E_n} \quad \text{——————} ②$$

① . ②

$$S^2_X - \Sigma S^2_i = S^2_T - (\lambda^2_1 + \lambda^2_2 + \ldots + \lambda^2_n) S^2_T$$

$$S^2_X - \Sigma S^2_i = S^2_T - \Sigma \lambda^2_i S^2_T$$

$$S^2_X - \Sigma S^2_i = S^2_T (1 - \Sigma \lambda^2_i)$$

$$S^2_T = \left[\frac{1}{1 - \Sigma \lambda^2_i}\right] \left[S^2_X - \Sigma S^2_i\right]$$

$$r_R = \frac{S^2_T}{S^2_X}$$

$$r_R = \left[\frac{1}{1 - \Sigma \lambda^2_i}\right] \left[\frac{S^2_X - \Sigma S^2_i}{S^2_X}\right]$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นผู้วิจัยได้แยกศึกษา คืองานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

คริสทอฟ (Kristof. 1974 : 491 - 499)ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากผลการสอบของนักเรียน 2,000 คน โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานวัดความถนัดชุดคำศัพท์ จำนวน 144 ข้อ ซึ่งแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อยสามส่วนที่แตกต่างกัน 7 แบบ มีดังนี้ แบบ A ส่วนที่ 1 ได้แก่ข้อ 1 - 48 จำนวน 48 ข้อ ส่วนที่ 2 ได้แก่ข้อ 49 - 96 จำนวน 48 ข้อ ส่วนที่ 3 ได้แก่ข้อ 97 - 144 จำนวน 48 ข้อ แบบ B ส่วนที่ 1 ได้แก่ข้อ 1,3,5,7, ... จำนวน 72 ข้อ ส่วนที่ 2 ได้แก่ข้อ 2,6,10,14, ... จำนวน 36 ข้อ ส่วนที่ 3 ได้แก่ข้อ 4,8,12,16, ... จำนวน 36 ข้อ แบบ C_1 แบ่งด้วยการสุ่มด้วยความน่าจะเป็น 1/3 ทั้งสามส่วน ได้ส่วนที่ 1 จำนวน 47 ข้อ ส่วนที่ 2 จำนวน 49 ข้อ ส่วนที่ 3 จำนวน 48 ข้อ แบบ C_2 ทำเช่นเดียวกับแบบ C_1 ได้ส่วนที่ 1 จำนวน 45 ข้อ ส่วนที่ 2 จำนวน 59 ข้อ ส่วนที่ 3 จำนวน 40 ข้อ แบบ D_1 และแบบ D_2 แบ่งการสุ่มด้วยความน่าจะเป็น 1/6 , 1/3 และ 1/2 ตามลำดับ แบบ D_1 ได้จำนวนข้อเท่ากับ 27 , 47 และ 70 ข้อ และแบบ D_2 ได้จำนวนข้อเท่ากับ 19 , 61 และ 64 ข้อตามลำดับ แบบ E ส่วนที่ 1 ได้แก่ข้อ 1,4,7,10,...จำนวน 48 ข้อ ส่วนที่ 2 ได้แก่ข้อ 2,5,8,11, ...จำนวน 48 ข้อ ส่วนที่ 3 ได้แก่ข้อ 3,6,9,12, ...จำนวน 48 ข้อจากนั้นคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ r_K ของเขา สัมประสิทธิ์ r_G ของกัตต์แมน (Guttman. 1945) และสัมประสิทธิ์ r_C ของครอนบัค (Cronbach. 1951) จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์โดยใช้สูตรทั้งสามและนำค่าสัมประสิทธิ์มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่า ในการแบ่งแบบทดสอบแต่ละแบบดังกล่าวข้างต้น สัมประสิทธิ์ $r_K > r_G > r_C$

ราชู (Raju. 1977 : 549 - 565) ได้พัฒนาสัมประสิทธิ์แอลฟา r_C ของครอนบัค (Cronbach. 1951) ให้สามารถประมาณค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบที่แบ่งส่วนด้วยความยาวไม่เท่ากัน ราชูเรียกว่า สัมประสิทธิ์เบต้า (Coefficient β_K) r_R , และได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ r_R กับสัมประสิทธิ์แอลฟา r_C ของครอนบัค (Cronbach. 1951) สัมประสิทธิ์ r_{FS} ของเฟลดต์ (Feldt. 1975) สัมประสิทธิ์ r_H ของฮอร์ส (Horse. 1951) สัมประสิทธิ์ r_K ของคริสตอฟ (Kristof. 1974) โดยศึกษาจากนักเรียนชั้นเกรดหก จำนวน 300 คน ที่สอบแบบทดสอบการคิดคำนวณจำนวน 40 ข้อ จากชุดอนุกรมผลสัมฤทธิ์ เอส อาร์ เอ ระดับต้น (the SRA Achievement Series. Green Level , 1971) ในภาคการศึกษาต้นของปี 1975 ปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่นแบบ KR-20 เป็น 0.854 และจากการแบ่งแบบทดสอบออกเป็นหลายๆ ส่วน เป็น 4 แบบต่างกันคือ แบ่งสองส่วน 2 แบบ แบ่งสาม

ส่วน 1 แบบ และแบ่งสี่ส่วน 1 แบบ ในการแบ่งแบบทดสอบแต่ละแบบจะกำหนดข้อสอบใส่ในแต่ละส่วนโดยการสุ่ม ผลปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ r_R ประมาณค่าได้ดีเมื่อเทียบกับ KR-20 ยกเว้นเฉพาะการแบ่งสองส่วนที่มีขนาด (35 , 5) ส่วนสัมประสิทธิ์ r_{PS} , r_H , r_K ก็ให้ผลดีเช่นเดียวกันแต่สัมประสิทธิ์แอลฟา r_C ให้ค่าประมาณที่ต่ำที่สุดทุกกรณี

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

สมเกียรติ คูหเวโรจนปกรณ์ (2535 : 67) ได้ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คำนวณจากสูตรเบต้าเค เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย 4 ส่วน ที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน โดยมีวิธีการแบ่งส่วนย่อยที่แตกต่างกัน 6 แบบ ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์เบต้าเค β_K มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อคำนวณด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา r_C จะมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดสระบุรี มีจำนวน 21 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 5,760 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ทีใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสระบุรี ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sample Unit) ตามลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ด้วยความเชื่อมั่น 95 % (α = .05) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากรพบว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างต่ำสุด 375 คน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536 : 260 อ้างอิงมาจาก Yamane. 1967) แต่ในการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่าง 600 คน

ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 10 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียน 104 ห้อง โรงเรียนขนาดกลาง 5 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียน 23 ห้อง และโรงเรียนขนาดเล็ก 6 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียน 19 ห้อง

ขั้นที่ 3 สุ่มขนาดโรงเรียน ได้โรงเรียนขนาดใหญ่ 5 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดเล็ก 3 โรงเรียน ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย

ขั้นที่ 4 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย ได้โรงเรียนขนาดใหญ่ 11 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 2 ห้องเรียน ดังในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดใหญ่		
1. สระบุรีวิทยาคม	2	80
2. เสาไห้ "วิมลวิทยานุกูล "	2	78
3. สุธีวิทยา	2	79
4. มวกเหล็กวิทยา	2	80
5. พุแควิทยา	3	123
ขนาดกลาง		
6. วังม่วงวิทยาคม	1	39
7. โคกกระท้อน "กิติวุฒิวิทยา"	1	42
ขนาดเล็ก		
8. คชสิทธิ์กิตติคุณวิทยาคม	1	40
9. ปากเพรียววิทยาคม	1	38
รวม	15	600

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ดังมีรายละเอียด ดังนี้

1. เนื้อหาแบบทดสอบที่ต้องการวัด

การสร้างเครื่องมือวัดในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1.1 ประโยคสัญลักษณ์

1.2 สมบัติการเท่ากัน

1.3 การแก้สมการ

1.4 โจทย์สมการ

2. <u>ลักษณะของเครื่องมือวัด</u>

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบของข้อคำถามต่างกัน 4 รูปแบบ คือ

1. แบบเลือกตอบ
2. แบบเติมค
3. แบบถูกผิด
4. แบบจำกัดคำตอบ

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 แบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ตัวอย่างข้อสอบ

0) ข้อใดเป็นคำตอบของสมการ $2X + 7 = 13$

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 10

2.2 แบบเติมคำ เป็นแบบทดสอบที่มีรูปลักษณะเป็นประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์โดยเว้นช่องว่างไว้สำหรับเติมในตอนท้ายของประโยคซึ่งจะให้เติมจำนวนหรือตัวเลข

ตัวอย่างข้อสอบ

0) ถ้า $3X - 7 = 14$ แล้ว $X =$ [.....?.....]

00) สองเท่าของจำนวน ๆ หนึ่งรวมกับ สิบสอง มีค่าเท่ากับ ยี่สิบสองจำนวน ๆ นั้นมีค่าเท่าไร [.....?.....]

2.3 แบบถูกผิด เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หรือ ✗ หน้าประโยคข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่างข้อสอบ

ถูก	ผิด	
☐	☐	0) ถ้า $3X - 8 = 7$ แล้ว $X = 4$
☐	☐	00) แดงมีเงินจำนวนหนึ่งรวมกับเงินที่พ่อให้อีก 21 บาท จะทำให้แดงมีเงินเป็น 32 บาท แสดงว่าเดิมแดงมีเงินอยู่ 10 บาท

2.4 แบบจำกัดคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบตามที่กำหนด

ตัวอย่างข้อสอบ

0) แดงมีเงินจำนวนหนึ่งซื้อขนมไป 15 บาท เหลือเงินอยู่ 18 บาท เดิมแดงมีเงินอยู่เท่าไร จงเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ การแทนค่า และคำตอบ ลงในช่องว่างภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนด

ประโยคสัญลักษณ์ ----------
การแทนค่าในประโยคสัญลักษณ์ ----------
คำตอบ ----------

<u>วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ</u>

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้น ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ สมบัติการเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ

2. ศึกษาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ

3. ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ จากคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหา ในการสร้างแบบทดสอบ

4. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด แบบจำกัดคำตอบ

5. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ในเนื้อหาเรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ สมบัติการเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ โดยครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและการวัดผลในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ท่าน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื้อเรื่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ลักษณะแบบทดสอบ				รวม
		แบบเลือกตอบ	แบบเติมคำ	แบบถูกผิด	แบบจำกัดคำตอบ	
ประโยคสัญลักษณ์	เมื่อกำหนดประโยคภาษามาให้สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง	3	3	3	-	9
สมบัติความเท่ากัน	สามารถใช้สมบัติการเท่ากันของ การบวก ลบ คูณ และหารในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง	7	6	6	-	19
การแก้สมการ	เมื่อกำหนดประโยคสมการมาให้ สามารถแก้สมการได้อย่างถูกต้อง	15	6	6	5	32
โจทย์สมการ	สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับสมการได้ถูกต้อง	10	5	5	10	30
	รวม	35	20	20	15	90

6. สร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ที่มีรูปแบบของข้อคำถาม ดังนี้

6.1 แบบเลือกตอบ จำนวน 35 ข้อ

6.2 แบบเติมคำ จำนวน 20 ข้อ

6.3 แบบถูกผิด จำนวน 20 ข้อ

6.4 แบบจำกัดคำตอบ จำนวน 15 ข้อ

7. นำแบบทดสอบตามข้อ 6 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ข้อสอบที่ถือว่าวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน สำหรับแบบประเมินความสอดคล้องมีลักษณะดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบต่อไปนี้วัดได้ตรงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องแสดงความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน 1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ให้คะแนน 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ให้คะแนน -1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			1	0	-1
โจทย์สมการ	สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับสมการได้ถูกต้อง	แบบเลือกตอบ (0) สองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งมากกว่า 10 อยู่ 10 เลขจำนวนนั้นมีค่าเท่าไร ก. 8 ข. 10 ค. 20 ง. 100 แบบเติมคำ (0) เศษสามส่วนห้าของเลขจำนวนหนึ่งมากกว่า 20 อยู่ 40 จงหาเลขจำนวนนั้น--------- แบบถูกผิด ถูก ผิด (0) พี่มีเงิน 63 บาท ถ้าพ่อให้เงินแก่น้องอีก 9 บาท พี่จะมีเงินเป็น 3 เท่าของน้องเดิมน้องมีเงินเท่าไร			

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			1	0	-1
		แบบจำกัดคำตอบ (0) ครึ่งหนึ่งของผลต่างระหว่างจำนวน ๆ หนึ่งกับ 3 มีค่าเท่ากับ 15 จงหาเลขจำนวนนั้น เมื่อกำหนดให้ x แทนเลขจำนวนนั้น ประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการคือ ---------- คำตอบ ----------			

จากผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ ผลปรากฏว่าข้อสอบจำนวน 90 ข้อ ได้รับการพิจารณาว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 90 ข้อซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) อยู่ระหว่าง 0.6 - 1.00

8. ทดลองสอบเพื่อปรับปรุงเครื่องมือ โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

8.1 แบบทดสอบที่มีรูปแบบของข้อคำถาม แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ และแบบถูกผิด ถ้าตอบถูก ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน

8.2 แบบทดสอบที่มีรูปแบบของข้อคำถาม แบบจำกัดคำตอบ ถ้าแสดงคำตอบได้ถูกต้องทั้งสองตอน ให้ 2 คะแนน ถ้าตอบผิดทั้งสองตอนได้ 0 คะแนน ถ้าตอบผิดตอนใดตอนหนึ่งและตอบถูกตอนใดตอนหนึ่ง ให้ 1 คะแนน

9. นำผลการตรวจให้คะแนนมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ซึ่งการหาค่าความยากในกรณีที่ให้คะแนนแบบ 0 , 1 จะใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นกับจำนวนผู้ตอบในข้อนั้นทั้งหมดและในกรณีที่ให้คะแนนแบบตามเกณฑ์ที่กำหนด จะใช้สัดส่วนระหว่างคะแนนรวมทั้งหมดของผู้ที่ตอบในข้อนั้นกับผลคูณระหว่างจำนวนคนทั้งหมดกับคะแนนเต็มในข้อนั้น ส่วนการหาค่าอำนาจจำแนกในกรณีที่ให้คะแนนแบบ 0 ,1 ใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ - ไบซีเรียล (Point Biserial Correlation) และในกรณีที่ให้คะแนนแบบตามเกณฑ์ที่กำหนด ใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และคัดเลือกข้อสอบเฉพาะที่ผ่านเกณฑ์ ทั้ง 4 แบบ คือ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง.20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

คัดเลือกได้ข้อสอบจำนวน 59 ข้อ คือ แบบเลือกตอบ มีค่าความยาก .39 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนก .22 ถึง .48 แบบเติมคำ มีค่าความยาก .36 ถึง .78 ค่าอำนาจจำแนก .29 ถึง .52 แบบถูกผิด มีค่าความยาก .30 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนก .21 ถึง .38 แบบจำกัดคำตอบ มีค่าความยาก .32 ถึง .60 ค่าอำนาจจำแนก .28 ถึง .62

10. คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจำนวน 52 ข้อ มาสร้างเป็นแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ จำแนกได้ ดังนี้

10.1 แบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ

10.2 แบบเติมคำ จำนวน 14 ข้อ

10.3 แบบถูกผิด จำนวน 10 ข้อ

10.4 แบบจำกัดคำตอบ จำนวน 8 ข้อ

เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

<u>วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ โดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งที่ใช้ในการปรับปรุงเครื่องมือและในการทำวิจัย โดยกำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการสอบ ภายในเดือนมกราคม พ.ศ. 2539

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคำถามหลายรูปแบบ ที่สร้างขึ้นจำนวน 90 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน จำนวน 4 โรงเรียน

3. นำผลการสอบในข้อ 2 มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ จัดรวบรวมเป็นแบบทดสอบ 1 ฉบับ จำนวน 52 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคำถามหลายรูปแบบจำนวน 52 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 600 คน จำนวน 9 โรงเรียน ระหว่างวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539 แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่น และค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่น ที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} แล้วนำค่าความเชื่อมั่นจากการคำนวณทั้ง 5 สูตรมาเปรียบเทียบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. นำคะแนนที่ตรวจได้จากแบบทดสอบแต่ละข้อ จำนวนทั้งหมด 600 คนบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

2. แบ่งคะแนนของแบบทดสอบออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย โดยแบ่งเป็นคะแนนของข้อคู่และข้อคี่ แล้วหาผลรวมของคะแนนของข้อคู่และข้อคี่

2.2 แบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อย โดยแบ่งเป็นคะแนนที่ได้จากแบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ แล้วหาผลรวมของคะแนนในแต่ละส่วน

3. คำนวณค่าเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นส่วนย่อยในข้อ 2

4. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร $r_{S.B}$ ซึ่งคำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน และใช้สูตร r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ซึ่งคำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

5. นำคะแนนในข้อ 1. มาสุ่มอย่างง่าย แบบใส่คืน โดยสุ่มกลุ่มละ 40 คน รวมทั้งหมด 200 กลุ่ม

6. ในแต่ละกลุ่ม แบ่งคะแนนออกเป็นส่วนย่อย เช่นเดียวกับข้อ 2. ทั้ง 200 กลุ่ม

7. ในแต่ละกลุ่ม คำนวณค่าเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นส่วนย่อยในข้อ 6 ทั้ง 200 กลุ่ม

8. ในแต่ละกลุ่ม คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร $r_{S.B}$ ซึ่งคำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน และใช้สูตร r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ซึ่งคำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ทั้ง 200 กลุ่ม

9. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความเชื่อมั่นของแต่ละสูตรซึ่งประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 600 คน

10. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่ ซึ่งประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 600 คน

11. หาค่าเฉลี่ยของความเชื่อมั่นในแต่ละสูตรจากกลุ่มข้อมูลทั้ง 200 กลุ่ม

12. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแต่ละสูตร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way MANOVA)

13. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ โดยใช้สูตรของเชฟเฟ่ (Soheffe')

14. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่น

15. หาค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่น

<u>สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ

1.1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.1 การหาค่าความยาก (p)

2.1.1 กรณีที่ให้คะแนนแบบ 0 , 1 ใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นกับจำนวนผู้ตอบในข้อนั้นทั้งหมด

2.1.2 กรณีที่ให้คะแนนแบบตามเกณฑ์ที่กำหนด ใช้สัดส่วนระหว่างคะแนนรวมทั้งหมดของผู้ที่ตอบในข้อนั้นกับผลคูณระหว่างจำนวนคนทั้งหมดกับคะแนนเต็มในข้อนั้น

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (r)

2.2.1 กรณีที่ให้คะแนนแบบ 0 , 1 ใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ - ไบซีเรียล (Point Biserial Correlation)

2.2.2 กรณีที่ให้คะแนนแบบตามเกณฑ์ที่กำหนด ใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlatio)

3. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร r_{S-B} ของ Spearman - Brown

$$r_{y_1 y_2} = \frac{S_{y_1 y_2}}{S_{y_1} S_{y_2}}$$

$$r_{S-B} = \frac{2r_{y_1 y_2}}{1 + r_{y_1 y_2}}$$

เมื่อ r_{S-B} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$r_{y_1 y_2}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

$S_{y_1 y_2}$ แทน ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบครึ่งฉบับแรกและครึ่งฉบับหลัง

S_{y_1} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบครึ่งฉบับแรก

S_{y_2} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบครึ่งฉบับหลัง

4. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร r_c ของ Cronbach

$$r_c = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ r_c แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนส่วนย่อยของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของส่วนย่อยของแบบทดสอบ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร αr_{stat} ของ Cronbach , Schönemann , & McKie

$$\alpha r_{stat} = 1 - \frac{\Sigma S_{y_j}^2 \left(1 - \alpha r_{y_j y'_j}\right)}{S_x^2}$$

เมื่อ αr_{stat} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$S^2_{y_j}$ แทน ความแปรปรวนของส่วนย่อยของแบบทดสอบ

S^2_X แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\alpha r_{y_j y'_j}$ แทน ความเชื่อมั่นในแต่ละส่วนย่อย

6. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร $r_{F.R}$ ของ Feldt - Raju

$$r_{F.R} = \left[\frac{1}{1-\sum \lambda_i^2}\right]\left[\frac{S^2_X - \sum S^2_i}{S^2_X}\right]$$

เมื่อ $r_{F.R}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

λ_i แทน สัดส่วนระหว่างผลรวมของเมตริกในแถวที่ i กับความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

S^2_i แทน ความแปรปรวนของส่วนย่อยของแบบทดสอบ

S^2_X แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร r_{LI} ของ Liou

$$r_{LI} = \left[\frac{\sum Q_g}{S^2_X}\right] + \left[1 - \frac{\sum S^2_g}{S^2_X}\right]$$

เมื่อ

$$Q_1 = \frac{(\sum S_{g1})^2 - \sum S^2_{g1}}{\sum \sum_{g \neq h} S_{gh}} \quad , \quad g, h \neq 1$$

...

$$Q_K = \frac{(\sum S_{gK})^2 - \sum S^2_{gK}}{\sum\sum S_{gK}} \quad , \; g, h \neq K$$

เมื่อ S_{gh} แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างแบบทดสอบย่อย

8. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานคำนวณได้จากสูตร (Parshall , Houghton and Kromrey. 1995 : 39)

$$SE(r_i) = \sqrt{\frac{\sum(r_{ij} - \bar{r}_i)^2}{N-1}}$$

เมื่อ $SE(r_i)$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตรที่ i

r_{ij} แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ จากสูตรที่ i จากกลุ่มตัวอย่างที่ j

$\bar{r}_i$ แทน ความเชื่อมั่นเฉลี่ยของสูตรที่ i จากกลุ่มตัวอย่าง 200 กลุ่ม

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

9. ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นคำนวณได้จากสูตร Parshall , Houghton and Kromrey. 1995 : 39)

$$Bias(r_i) = \bar{r}_i - \rho_i$$

เมื่อ $Bias(r_i)$ แทน ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตรที่ i

$\bar{r}_i$ แทน ค่าเฉลี่ยของความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง 200 กลุ่ม ของสูตรที่ i

ρ_i แทน ค่าความเชื่อมั่นของกลุ่มตัวอย่าง 600 คน ของสูตรที่ i

10. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความเชื่อมั่นซึ่งประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ใช้สูตร UX_1 (Wooddruff and Feldt. 1986 : 393 - 413)

$$UX_1 = \sum_{i=1}^{m} \frac{(U_i - \bar{U})^2}{S_u^2 - C_u}$$

$$\bar{U} = \sum_{i=1}^{m} \frac{U_i}{m}$$

$$U_i = \frac{1}{(1-r_i)^{1/3}}$$

$$S_u^2 = \frac{2}{9m(N_c - 1)} \sum_{i=1}^{m} U_i^2$$

$$C_u = \frac{4}{9m(m-1)(N_c - 1)} \sum_{i=2}^{m} \sum_{j=1}^{i-1} r_{ij}^2 U_i U_j$$

$$N_c = N\left(\frac{\bar{n}_h - 1}{\bar{n}_h + 1}\right)$$

$$\bar{n}_h = \frac{M}{\sum(1/n_i)}$$

เมื่อ UX_1 แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ χ^2 df = m - 1

r แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้

r_{ij} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

S_u^2 แทน ความแปรปรวนของ U_i

C_u แทน ความแปรปรวนร่วมของ U_i

11. สถิติทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่ ซึ่งประมาณจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ใช้วิธีการของ มาราคุยโล (Marascuilo) ที่ใช้ การทดสอบแบบ จากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับวิธีการของ เชฟเฟ่ (Scheffe′) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 59) โดยมีสูตรดังนี้

$$\chi^2 = \frac{\tilde{\psi}^2}{Var(\tilde{\psi})} \qquad df = K - 1$$

$$\tilde{\psi} = \sum C_i(U_i)$$

$$Var(\tilde{\psi}) = \sum C_i^2 Var(U_i) - 2C_u$$

เมื่อ c_i แทน สัมประสิทธิ์ของการเปรียบเทียบ

$Var(U_i)$ แทน ความแปรปรวนของ U_i

12. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแต่ละสูตร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตัวแปรพหุ (One Way MANOVA) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2537 : 59)

$$\text{Approximate} \quad F(df_1, df_2) = \left[\frac{1-y}{y}\right]^{1/2}\left[\frac{df_1}{df_2}\right]$$

$$y = \Lambda^{1/2}$$

$$\Lambda^{1/2} = \frac{\left|S_{error}\right|}{\left|S_{effects} + S_{error}\right|}$$

$$df_1 = p(df_{effects})$$

p = จำนวนตัวแปรตาม

$$df_2 = S\left[(df_{error}) - \frac{p - df_{effects} + 1}{2}\right] - \left[\frac{p\,(df_{effects}) - 2}{2}\right]$$

$$S = \sqrt{\frac{p^2 (df_{effects})^2 - 4}{p^2 + (df_{effects})^2 - 5}}$$

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ดังนี้

$r_{S.B}$ แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร ของ Spearman - Brown

r_C แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร ของ Cronbach

αr_{stat} แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร ของ Cronbach , Schonemann , & McKie

$r_{F.R}$ แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร ของ Feldt - Raju

r_{Li} แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร ของ Liou

UX_1 แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ ไค - กำลังสอง

χ^2 แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ ไค - กำลังสอง (Chi - Square)

SS แทน ผลรวมกำลังสอง

MS แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสอง

F แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ เอฟ

DF แทน ระดับชั้นของความอิสระ

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

SD แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนข้อ

p แทน ระดับนัยสำคัญ

sdx1 แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อคี่

sdx2 แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อคู่

varmc แทน ความแปรปรวนของแบบเลือกตอบ

varcm แทน ความแปรปรวนของแบบเติมคำ

vartf แทน ความแปรปรวนของแบบถูกผิด

varsa แทน ความแปรปรวนของแบบจำกัดคำตอบ

covcmmc แทน ความแปรปรวนร่วมของแบบเติมคำกับเลือกตอบ

covcmtf	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบเติมคำกับถูกผิด
covcmsa	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบเติมคำกับจำกัดคำตอบ
covmctf	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบเลือกตอบกับถูกผิด
covmcsa	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบเลือกตอบกับจำกัดคำตอบ
covsatf	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบจำกัดคำตอบกับถูกผิด
covx1x2	แทน	ความแปรปรวนร่วมของข้อคี่กับข้อคู่
sumvar	แทน	ผลรวมของความแปรปรวน
sumtotal	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนทั้งฉบับ
relimcmc	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบเลือกตอบ
relicmcm	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบเติมคำ
relitftf	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบถูกผิด
relisasa	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบจำกัดคำตอบ

<u>การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

4. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

5. ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1}

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ รวม 52 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 600 คน และนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน หลังจากนั้นนำกระดาษคำตอบที่ได้มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีรูปแบบคำถามหลายรูปแบบ จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบ	n	$\overline{X}$	$\overline{X}$ (%)	SD
กลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน	เลือกตอบ	20	8.4867	42.4335	3.9390
	เติมคำ	14	4.6567	33.2621	3.5189
	ถูกผิด	10	5.4417	54.4170	1.8919
	จำกัดคำตอบ	8	3.8038	47.5475	3.8863
	รวมทั้งฉบับ	52	22.3933	43.0640	10.9795
กลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม	เลือกตอบ	20	8.8851	44.4255	3.8723
	เติมคำ	14	5.0759	36.2564	3.4664
	ถูกผิด	10	5.5324	55.3240	1.9284
	จำกัดคำตอบ	8	4.2628	53.2850	3.8539
	รวมทั้งฉบับ	52	23.7561	45.6848	12.9812

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 3 พบว่า ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ เมื่อจำแนกตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง เป็นดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน มีค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ 42.4335 , 33.2621, 54.4170 และ 47.5475 โดยแบบถูกผิด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และแบบเติมคำ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ ดังนี้ 3.9390 , 3.5189 , 1.8919 และ 3.8863 โดยแบบเลือกตอบมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด และแบบถูกผิด มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด

และค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่า 43.0640 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมทั้งฉบับ มีค่า 10.9795

2. กลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบคือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ ดังนี้ 44.4255 , 36.2564 , 55.3240 และ 53.2850 โดยแบบถูกผิด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และแบบเติมคำ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ ดังนี้ 3.8723 , 3.4664 , 1.9284 และ 3.8539 โดยแบบเลือกตอบมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด และแบบถูกผิดมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่า 45.6848 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมทั้งฉบับ มีค่า 10.6206

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน

ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน ผู้วิจัยได้นำค่าความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบในแต่ละส่วนย่อยมาทำการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน

สูตร	ความเชื่อมั่น	UX_1	P
$r_{S.B}$	.9078	5797.3846	.000
r_C	.8181		
αr_{stat}	.9069		
$r_{F.R}$	.8520		
r_{L1}	.9069		

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ได้ค่าต่ำสุดเท่ากับ .8181 และได้ค่าสูงสุดเท่ากับ .9078 โดยค่าต่ำสุดได้จากสูตร r_C และค่าสูงสุดได้จากสูตร $r_{S.B}$ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นแต่ละค่าพร้อมกันด้วยสูตร UX_1 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($UX_1 = 5797.3846$, $P < .000$) แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} อย่างน้อย 1 คู่มีความแตกต่างกัน

เพื่อให้ทราบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีรูปแบบคำถามหลายรูปแบบ ที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน สูตรใดมีความแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่ ซึ่งประมาณจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ใช้วิธีการของ มาราคุยโล (Marascuilo) ที่ใช้วิธีการทดสอบแบบ χ^2 จากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับวิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe') แต่เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร αr_{stat} และ r_{L1} มีค่าเท่ากัน ผู้วิจัยจึงเสนอการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat} และ $r_{F.R}$ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่ของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร

	$r_{S.B}$	r_C	αr_{stat}	$r_{F.R}$
$r_{S.B}$	-	1222.7694**	1264.8325**	1222.7831**
r_C		-	1615.4974**	1615.5311**
αr_{stat}			-	1615.4962**
$r_{F.R}$				-

$\chi^2_{(.01,1)} = 6.635$

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 5 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ กับ r_C, $r_{S.B}$ กับ αr_{stat}, $r_{S.B}$ กับ $r_{F.R}$, r_C กับ αr_{stat}, r_C กับ $r_{F.R}$ และ αr_{stat} กับ $r_{F.R}$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

ในการหาค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ผู้วิจัยได้นำค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบในแต่ละส่วนย่อยมาทำการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

สูตร	ค่าความเชื่อมั่น
$r_{S.B}$	.9028
r_C	.8049
αr_{stat}	.8968
$r_{F.R}$	.8380
r_{L1}	.8442

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 6 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ได้ค่าต่ำสุดเท่ากับ .8049 และได้ค่าสูงสุดเท่ากับ .9028 โดยค่าต่ำสุดได้จากสูตร r_C และค่าสูงสุดได้จากสูตร $r_{S.B}$

เพื่อให้ทราบค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} แตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนัยสำคัญ โดยการวิเคราะห์ความแปร

ปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย โดยวิธี One Way MANOVA ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร

แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F
interaction	.33	796	.00	823.86**
ภายในกลุ่ม	1.38	4	.35	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 7 พบว่า ความแปรปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} อย่างน้อย 1 คู่มีความแตกต่างกัน

เพื่อให้ทราบว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ ที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} สูตรใดมีความแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยรายคู่ โดยใช้วิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe') ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยรายคู่ ที่คำนวณด้วยสูตร 5 สูตร โดยใช้วิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe′)

สูตร	r_C	$r_{F.R}$	r_{L1}	αr_{stat}	$r_{S.B}$
r_C	-	.0319*	.0393*	.0919*	.0979*
$r_{F.R}$		-	.0074	.0600*	.0660*
r_{L1}			-	.0526*	.0586*
αr_{stat}				-	.0060
$r_{S.B}$					-

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 8 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณด้วยสูตร r_Cกับ $r_{F.R}$, r_C กับ r_{L1} , r_C กับ αr_{stat} , r_C กับ $r_{S.B}$, $r_{F.R}$ กับ αr_{stat} , $r_{F.R}$ กับ $r_{S.B}$, r_{L1}กับ αr_{stat} และ r_{L1} กับ $r_{S.B}$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นอกนั้นมีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F\text{-}R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม ผู้วิจัยได้นำค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ในแต่ละกลุ่มย่อย และค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย ของแต่ละสูตรมาทำการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

Model	สูตร	SE
คะแนนจริงมาตรฐานเดิม	$r_{S.B}$	.0325
คะแนนจริงสมมูล	r_C	.0453
	αr_{stat}	.0241
คะแนนจริงสัมพันธ์	$r_{F.R}$	.0462
	r_{L1}	.0454

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 9 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีค่าดังนี้ .0325 , .0453 , .0241 , .0462 และ .0454 ตามลำดับ โดยค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความเชื่อมั่นมากที่สุดคือ ค่าที่คำนวณด้วยสูตร $r_{F.R}$ ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นน้อยที่สุดคือ ค่าที่คำนวณด้วยสูตร αr_{stat} ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล

5. ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C , αr_{stat} , $r_{F.R}$ และ r_{L1}

ในการหาค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C , αr_{stat} , $r_{F.R}$ และ r_{L1} ผู้วิจัยได้นำค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม และค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน มาทำการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความสำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร 5 สูตร

Model	สูตร	Bias
คะแนนจริงมาตรฐานเดิม	$r_{S \cdot B}$	-.0050
คะแนนจริงสมมูล	r_C	-.0132
	αr_{stat}	-.0101
คะแนนจริงสัมพันธ์	$r_{F \cdot R}$	-.0140
	r_{L1}	-.0627

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 10 พบว่า ค่าความสำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากสูตร $r_{S \cdot B}$, r_C , αr_{stat} , $r_{F \cdot R}$ และ r_{L1} มีค่า -.0050 , -.0132 , -.0101 , -.0140 และ -.0627 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม มีค่าน้อยกว่าค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คนทุกค่า โดยค่าความสำเอียงมากที่สุดคือ ค่าที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1} ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ และค่าความสำเอียงน้อยที่สุดคือ ค่าที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S \cdot B}$ ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงมาตรฐานเดิม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อหาความความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

2. เพื่อหาความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร 1) $r_{S.B}$ 2) r_C 3) αr_{stat} 4) $r_{F.R}$ และ 5) r_{L1}

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดสระบุรี จำนวน 600 คน

ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ประโยคสัญลักษณ์ สมบัติของความเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 52 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบของข้อคำถามที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ

1. แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
2. แบบเติมคำ จำนวน 14 ข้อ
3. แบบถูกผิด จำนวน 10 ข้อ
4. แบบจำกัดคำตอบ จำนวน 8 ข้อ

<u>วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ โดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งที่ใช้ในการปรับปรุงเครื่องมือและในการทำวิจัย โดยกำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการสอบ

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคำถามหลายรูปแบบ ที่สร้างขึ้นจำนวน 90 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน จำนวน 4 โรงเรียน

3. นำผลการสอบในข้อ 2 มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ จัดรวบรวมเป็นแบบทดสอบ 1 ฉบับ จำนวน 52 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคำถามหลายรูปแบบจำนวน 52 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 600 คน จำนวน 9 โรงเรียน แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่น และค่าความสำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่น ที่คำนวณด้วยสูตร $r_{g.B}$, r_C , αr_{stat} , $r_{F.R}$ และ r_{L1} แล้วนำค่าความเชื่อมั่นจากการคำนวณทั้ง 5 สูตรมาเปรียบเทียบ

<u>สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ เมื่อจำแนกตามกล่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน มีค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ 42.4335 , 33.2621 , 54.4170 และ 47.5475 โดยแบบถูกผิด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และแบบเติมคำ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ ดังนี้ 3.9390 , 3.5189 , 1.8919 และ 3.8863 โดยแบบเลือกตอบมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด และแบบถูกผิด มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่า 43.0640 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมทั้งฉบับ มีค่า 10.9795

1.2 กลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบคือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิดและแบบจำกัดคำตอบ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ ดังนี้ 44.4255 , 36.2564 , 55.3240 และ 53.2850 โดยแบบถูกผิด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และแบบเติมคำ

มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด และแบบจำกัดคำตอบ ดังนี้ 3.8723 , 3.4664 , 1.9284 และ 3.8539 โดยแบบเลือกตอบมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด และแบบถูกผิดมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่า 45.6848 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมทั้งฉบับมีค่า 10.6206

2. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า .0325 , .0453 , .0241 , .0462 และ .0454 ตามลำดับ โดยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นมากที่สุดคือค่าที่คำนวณด้วยสูตร $r_{F.R}$ ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นน้อยที่สุด คือ ค่าที่คำนวณด้วยสูตร αr_{stat} ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล

3. ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} พบว่า ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นมีค่า -.0050 , -.0132 , -.0101 , -.0140 และ -.0627 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม มีค่าน้อยกว่าค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คนทุกค่าโดยสูตรที่มีค่าความลำเอียงมากที่สุดคือ r_{L1} ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ และสูตรที่มีค่าความลำเอียงน้อยที่สุดคือ $r_{S.B}$ ซึ่งเป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงมาตรฐานเดิม

4. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า .9078 , .8181 , .9069 , .8520 และ .9069 ตามลำดับ โดยค่าต่ำสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร r_C และค่าสูงสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นแต่ละค่าพร้อมกันด้วยสูตร UX_1 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($UX_1 = 5797.3846$, $P < .000$) แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} อย่างน้อย 1 คู่มีความแตกต่างกัน และเมื่อได้ทำการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของ

ค่าความเชื่อมั่นรายคู่ ซึ่งประมาณจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ใช้วิธีการของ มาราคุยโล (Marasouilo) ที่ใช้วิธีการทดสอบแบบ χ^2 จากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับวิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe′) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ กับ r_C, $r_{S.B}$ กับ αr_{stat}, $r_{S.B}$ กับ $r_{F.R}$ r_C กับ αr_{stat}, r_C กับ $r_{F.R}$ และ αr_{stat} กับ $r_{F.R}$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

5. ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่า .9028 , .8049 , .8968 , .8380 และ .8442 ตามลำดับ โดยค่าต่ำสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร r_C และค่าสูงสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย โดยวิธี One Way MANOVA พบว่า ความแปรปรวนของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทำการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยรายคู่ โดยใช้วิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe′) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณด้วยสูตร r_C กับ $r_{F.R}$, r_C กับ r_{L1}, r_C กับ αr_{stat}, r_C กับ $r_{S.B}$, $r_{F.R}$ กับ αr_{stat}, $r_{F.R}$ กับ $r_{S.B}$, r_{L1} กับ αr_{stat} และ r_{L1} กับ $r_{S.B}$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นมีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>อภิปรายผล</u>

1. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีค่า .0325 , .0453 , .0241 , .0462 และ .0454 ตามลำดับ โดยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณด้วยสูตร $r_{F.R}$ มีค่าสูงสุดและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณด้วยสูตร αr_{stat} มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ตรงกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน และโดยเฉพาะสูตร $r_{F.R}$ และ r_{L1} เป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นมีขนาดเล็ก และในการคำนวณค่าความเชื่อมั่น จะต้อง

มีการนำค่าความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมในแต่ละแถวของเมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม มาใช้ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งอาจมีผลทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความเชื่อมั่นสูง ส่วนสูตร αr_{stat} เป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลไม่มากนักต่อการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ดังจะเห็นได้จากการคำนวณค่าความเชื่อมั่นจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด 600 คน และค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณจากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม มีค่าความเชื่อมั่นเป็น .9069 และ .8968 ซึ่งมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ได้มีการใช้ค่าความเชื่อมั่นภายในส่วนย่อยของแบบทดสอบ ซึ่งอาจทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความเชื่อมั่นต่ำ

2. ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณจากสูตร $r_{S.B}$, r_C , αr_{stat} , $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีค่า -.0050 , -.0132 , -.0101 , -.0140 และ -.0627 ตามลำดับ โดยค่าความลำเอียงทางสถิติที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1} มีค่าสูงสุดและค่าความลำเอียงทางสถิติที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$ มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ตรงกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะ r_{L1} เป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นเป็นอย่างมาก ส่วนสูตร $r_{S.B}$ เป็นสูตรที่มีข้อตกลงความคู่ขนานแบบคะแนนจริงมาตรฐานเดิม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นไม่มากนัก และการแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อย ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร r_{L1} จะแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสี่ส่วนไม่เท่ากัน ตามรูปแบบของข้อคำถาม ส่วนการคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร $r_{S.B}$ จะแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน โดยแบ่งเป็นข้อคู่และข้อคี่ ก็อาจมีผลทำให้ความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งทั้งขนาดกลุ่มตัวอย่างและการแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วนย่อยอาจมีผลทำให้ ค่าความลำเอียงทางสถิติของการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1} และ $r_{S.B}$ มีค่าสูงสุดและต่ำสุด ตามลำดับ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแต่ละสูตรมีข้อตกลงที่แตกต่างกัน มีวิธีใน

การคำนวณเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นที่แตกต่างกันและขนาดของกลุ่มตัวอย่างก็มีขนาดใหญ่ จึงมีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีความแตกต่างกัน แต่สำหรับค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบที่คำนวณด้วยสูตร $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม พบว่าส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นสูตร $r_{F.R}$ กับ r_{L1} และ $r_{S.B}$ กับ αr_{stat} ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า สูตร $r_{F.R}$ กับ r_{L1} เป็นสูตรที่มีการพัฒนามาจากแนวความคิดของแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์เหมือนกัน ส่วนสูตร $r_{S.B}$ กับ αr_{stat} มีค่าความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม และความเชื่อมั่นภายในส่วนย่อย แตกต่างกันไม่มากนัก จึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกันและโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1} จากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด 600 คน และค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คนจำนวน 200 กลุ่ม มีค่าที่แตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตร r_{L1}

<u>ข้อเสนอแนะในการวิจัย</u>

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ เพื่อว่าในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจะได้ความเชื่อมั่นที่แท้จริงของประชากรที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ที่จะมีความเหมาะสมกับการประมาณค่าความเชื่อมั่น

3. ควรมีการศึกษากับการแบ่งส่วนย่อยของแบบทดสอบที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ที่จะมีความเหมาะสมกับการประมาณค่าความเชื่อมั่น

4. ควรทำการวิจัยในลักษณะเช่นนี้กับรายวิชาอื่น ๆ เช่น ภาษาไทย สังคมศึกษา เป็นต้น

<u>ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีคำถามหลายรูปแบบ โดยใช้สูตร 5 สูตร คือ $r_{S.B}$, r_C, αr_{stat}, $r_{F.R}$ และ r_{L1} ซึ่งแต่ละสูตรมีข้อตกลงของระดับความคู่ขนานแตกต่างกัน คือ สูตร $r_{S.B}$ มีข้อตกลงของระดับความคู่ขนานแบบคะแนนจริงมาตรฐานเดิม สูตร r_C และ αr_{stat} มีข้อตกลงของระดับความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล สูตร $r_{F.R}$ และ r_{L1} มีข้อตกลงของระดับความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ การพิจารณาว่าสูตรใดจะมีความเหมาะสมจะพิจารณาจาก ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าความลำเอียงทางสถิติในการประมาณค่าความเชื่อมั่น สูตรที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าความลำเอียงทางสถิติ ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นน้อยที่สุดจะมีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจากการวิจัย พบว่า

1. สูตรที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเรียงจากน้อยไปหามาก คือสูตร αr_{stat}, $r_{S.B}$, r_C, r_{L1} และ $r_{F.R}$

2. สูตรที่มีค่าความลำเอียงทางสถิติเรียงจากน้อยไปหามาก คือสูตร $r_{S.B}$, αr_{stat}, r_C, $r_{F.R}$ และ r_{L1}

3. ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กและกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ สูตร $r_{S.B}$ มีค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุด แต่ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กสูตร $r_{S.B}$ กับ αr_{stat} มีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ต่าย เซี่ยงฉี. ทฤษฎีการทดสอบและวัดผลการศึกษา. เชียงใหม่ : ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2526.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2537. อัดสำเนา.

_____. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและปฏิบัติ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2527.

_____. " Congeneric Part Reliability, " วารสารการวัดผลการศึกษา. 12 (34) : พฤษภาคม - สิงหาคม 2533.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. มูลสารการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526.

ล้วน สายยศ. " ความเชื่อมั่นอีกวิธีหนึ่ง, " พัฒนาวัดผล 12. กรุงเทพฯ : โดมการพิมพ์ , 2519.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิควิจัยทางการศึกษา . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ , 2536.

สมเกียรติ คูหเวโรจนปกรณ์. การศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากสัมประสิทธิ์เบต้าเค. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2535. อัดสำเนา.

อนันต์ ศรีโสภา. การพัฒนาการทดสอบ. กรุงเทพฯ : จุฑารัตน์การพิมพ์ , 2515.

อุทุมพร ทองอุไทย. " การประเมินผลโรงเรียน, " ศึกษาศาสตร์สาร 7 . ธันวาคม 2521.

Allen, Mary J. and Wendy M. Yen. Introduction to Measurement Theory. California. : Brooks/Cole , 1979.

Anastasi, Ann. Psychological Testing. New York : Mc.Graw - Hill , Inc. , 1968.

Cronbach, L. J. " Coefficient Alpha and the Internal Structure of Test, " Psychometrika. 16 : 297 - 334 ; 1951.

Cronbach, L. J. , N. Rajaratnam, and G. C. Gleser, " Theory of Generalizability : A Liberalzation of Reliability Theory, " The British Journal of Statistical Psychology. XVI : 137 - 163 ; 1963.

Cronbach, L. J. , P. Schönemann, and D. McKie, " Alpha Coefficients for Statified - Parallel Test, " Educational and Psychological Measurement. 25 : 291 - 312 ; 1965.

Cynthia, G. Parshall , Pansy Du Bose Houghton , Jeffrey D. Kromrey. " Equating Error and Statistical Bias in Small Sample Linear Equating , " Journal of Educational Measurement. 32 : 37 - 54 ; 1995.

Feldt, L. S. " Estimation of the Reliability of a Test devide into two parts of Unequal Length , " Psychometrika. 40 : 557 - 561 ; 1975.

Feldt, L. S. and R. L. Brennan, Reliability. in R. L. Linn, (Ed.) Education Measurement. New York : American Counoil on Education: MaCillan Publishing Company , 1989.

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 3rd ed. New York : Mc.Graw - Hill Book Company , 1966.

Gilmer, J. S. and L. S. Feldt, " Reliability Estimation for a Test With Parts of Unknown Length, " Psychometrika. 48 : 99 - 111 ; 1975.

Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan, 1976.

Guilford, J. P. Psychomatric Methods. New York : Mc.Graw - Hill Inc., 1954.

Horst, P. " Estimating Total Test Reliability from Parts of Unequal Length, " Education and Psycological Measurement. 11 : 368 - 371 ; 1951.

Kristof, W. " Estimation of reliability and True Score Variance from a Split of a Test into Three Arbitrary Parts, " Psychometrika. 39 : 491 - 499 ; 1974.

LinDvall, C. M. and Anthony, J. Nitko. Measuring Pupil Achievement and Aptitude. New York : Harcourt Brace Jovanovich, Inc,. 1967.

Liou, M. " A Note on Reliability Estimation for a test with Component of Unknown Functional Length, " Psychometrika. 54 : 153 - 163 ; 1989.

Lord, Frederic M. and Melvin R. Novick. Statistiical Theories of Mental Test Score. California : Harcourt Brace Jovanovich, Inc. , 1968

Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann, Measurement and Evaluation in Educational and Psychology. New York : Rinehart and Winston , 1973.

Nunnally, Jum C. Education Measurement and Evaluation. New York : Mc.Graw - Hill Book Company , 1964.

Qualls, Audrey. L. . " Estimating the Reliability of a test Contraining Multiple Item Formats, " Applied Measurement in Education. 8 (2) : 111 - 120 ; 1995.

Raju, N. S. " A Generalization of Coefficient Alpha, " Psychometrika. 42 : 549 - 565 ; 1977.

Standley, Julian C. and Kenneth D. Hopkins. Educational and Psychology Evaluation. 5th ed. Engliwoods Cliff : Pretice - hall , 1972.

Thorndike, Robert L. Measurement and Evaluation in Psychology and Education . New York : Willy , 1961.

Woodruff, D. J. and L. S. Feldt, " Test for Equality of Several Alpha Coefficient when their Sample Estimate Dependent. " Psychometrika. 51 : 293 - 413 ; September , 1986.

ภาคผนวก

ตาราง 11 ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างขนาด 600 คน

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
1	5.6839	5.7907	8.3710	9.2997	2.9349	10.4941	2.8949

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimomc	reliomom	relitftf	relisasa
1	2.9896	27.3553	.7302	.8307	.3782	.8202

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
1	12.3827	15.5157	15.1033	3.5793	46.5810	120.5494

ตาราง 12 ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 คน จำนวน 200 กลุ่ม

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
1	5.1051	5.5994	5.9103	6.1026	2.8462	8.6705	3.2269
2	6.2486	5.3344	8.9282	9.5263	3.7487	10.0821	3.8359
3	5.5215	4.9897	6.5449	7.4705	2.3237	9.6795	2.1218
4	5.1138	5.9526	8.4551	7.1256	2.4782	10.6987	3.0417
5	5.2951	4.9794	6.4936	9.7962	2.1090	7.2147	2.0224
6	5.8658	5.9390	7.2923	9.5333	3.0564	14.7144	2.7231
7	4.5780	4.1903	3.1571	3.4199	1.1955	5.1827	1.1506
8	6.3931	5.6966	9.3891	9.5756	3.2513	12.1962	3.7077
9	4.6199	5.3790	4.1974	5.0936	2.9987	6.8321	2.7782
10	5.9910	5.9732	9.9679	10.1474	3.8782	11.6199	3.5237
11	5.8483	5.0360	7.2288	8.0314	2.4506	10.0173	2.9673
12	5.8257	5.6396	7.5962	7.9449	3.6718	9.2917	4.3077
13	6.2017	5.0890	6.4128	9.4904	2.3955	9.9615	3.2231
14	5.2563	6.2466	10.2308	10.9744	3.8205	9.5647	1.6776
15	6.0785	5.7537	7.5321	10.2949	3.4833	12.5128	2.1667
16	5.1251	5.7574	5.5987	7.8109	1.7763	9.5705	3.7474
17	5.7199	5.7239	7.3692	9.0391	2.8526	10.0154	2.7949
18	4.3056	5.5233	7.0115	5.3333	1.4199	5.3590	2.3910
19	6.1528	6.4728	8.5821	11.4051	4.6314	14.9846	2.3205
20	5.5215	4.9897	6.5449	7.4705	2.3237	9.6795	2.1218
21	6.2969	7.5769	12.3308	16.3077	4.4929	16.4359	5.5359
22	6.0785	6.0041	7.9147	10.8244	3.1122	14.2808	2.8173
23	6.0288	5.0823	6.1282	9.4026	3.8546	8.0385	2.0256
24	6.8568	5.9379	14.1795	13.9385	3.4769	11.4872	3.4615
25	5.7626	5.7334	6.7821	9.7179	3.3974	9.3897	4.5718
26	5.2095	5.5514	8.9763	8.3660	1.8699	9.2609	0.9801
27	5.2452	5.9837	6.7865	9.0705	2.4231	10.5064	3.7821
28	4.9115	5.5580	5.7462	5.4564	2.5417	9.7385	3.2436

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
29	4.8806	5.1051	4.6571	5.4551	1.5609	8.2628	2.0186
30	5.4112	5.6332	7.7897	8.4974	2.3128	9.7231	3.3872
31	5.8283	6.0237	8.1705	10.2519	3.1846	10.8404	2.6256
32	6.0731	5.3997	7.8141	9.2083	4.2103	9.2885	0.9744
33	5.3484	5.5700	7.2821	7.9615	4.0000	8.8782	3.6795
34	6.2384	5.8334	9.0179	10.6397	4.2256	10.3115	5.0154
35	6.3346	6.0442	11.0801	13.2212	4.5673	10.7506	3.7891
36	5.6044	6.3488	7.1205	9.9590	3.0974	10.3321	3.0679
37	5.6314	5.6939	9.5410	9.3385	2.9487	10.5462	3.0705
38	4.4571	5.1783	5.6769	7.1641	1.5026	7.2974	0.8564
39	6.0296	5.3454	7.9538	82564	2.8846	8.9872	3.6603
40	6.0717	5.3541	10.2244	8.6891	4.1603	8.7167	3.1103
41	6.0604	5.9966	7.4359	9.9551	3.9865	13.9231	3.7949
42	5.7441	5.3899	6.7654	6.5744	3.1782	10.5744	1.5724
43	5.0326	4.5903	5.9122	6.2365	3.0314	6.7904	2.5853
44	4.7716	4.1010	3.8096	4.0404	1.2974	5.3583	0.8410
45	5.9290	6.2466	10.2538	10.3397	2.7763	12.7692	3.6641
46	5.8737	6.0279	10.2763	9.8481	3.4276	9.0276	3.3250
47	6.1350	5.4575	8.9083	8.2385	3.7090	9.3872	4.4244
48	5.6880	6.1933	9.9186	9.8897	3.0788	9.8231	3.8135
49	5.7619	6.6994	11.6231	11.7295	3.1897	15.1577	3.2256
50	5.7448	6.0425	8.2077	10.5164	3.2974	7.6064	4.8872
51	6.4171	5.7146	9.5590	9.6410	2.5897	13.4615	3.2179
52	5.3311	6.2716	10.1449	6.2449	4.1603	9.7263	5.3814
53	5.5084	5.9182	7.7923	8.0949	3.1673	10.7641	3.3103
54	6.2079	6.2875	12.1590	13.5913	2.7000	14.3192	1.8551
55	5.2161	5.5507	5.7282	6.9821	2.2282	9.2000	2.1385
56	7.1164	6.2213	11.8128	12.7385	3.0590	16.4769	4.4929

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
57	5.8924	6.1517	8.6462	10.4103	2.2795	14.5897	3.6077
58	5.5962	5.7459	6.8128	9.7256	3.9244	7.4590	3.7987
59	5.8334	5.7593	6.8782	9.1853	4.1103	10.6346	3.3077
60	4.7663	5.3340	6.4308	5.0308	3.3583	6.4782	1.6404
61	5.1291	5.5264	4.0295	7.3179	2.3808	9.4718	2.6981
62	4.6310	4.7105	5.1923	5.1923	3.2846	4.5096	1.7276
63	5.7801	6.4589	8.2981	9.7885	3.3590	12.5962	3.2564
64	5.9652	5.2308	7.7987	9.2090	2.9705	8.5199	3.0955
65	4.4085	5.0789	3.2147	4.9596	2.7949	6.4776	2.4615
66	5.8509	5.9863	11.1378	10.1218	4.3141	8.1269	4.2936
67	6.4676	6.5083	11.0071	12.1494	3.7135	15.6494	4.1109
68	5.1737	4.9094	5.4212	6.3038	2.5673	6.0244	2.6635
69	5.5183	5.5744	7.9231	7.0679	3.6853	8.9744	3.6923
70	4.7545	6.0731	8.1359	6.4051	2.2692	9.3949	2.3750
71	5.3965	5.9781	7.0981	7.8462	3.9141	7.7179	4.3064
72	6.0730	4.8806	6.5865	8.2083	3.1840	9.9904	1.7917
73	5.2026	5.4041	5.7462	7.1321	2.7795	6.6705	3.1385
74	5.4297	6.5099	7.7692	12.1667	3.9103	10.5974	3.6436
75	4.3085	4.7339	3.7487	4.0667	2.2205	6.8923	1.8667
76	4.6021	5.1996	6.0974	7.0654	3.4910	4.7846	1.7897
77	6.4708	6.4482	12.1103	11.3949	3.1128	14.4859	4.3385
78	5.3175	5.1038	7.0051	6.9897	2.0308	8.1494	3.1801
79	5.9441	5.3911	6.3077	9.9641	3.7795	10.7596	1.2917
80	3.8200	4.4887	3.0103	4.0846	1.1128	4.4090	1.8231
81	5.6984	5.4490	3.4949	8.3513	3.2679	10.5872	3.4141
82	4.3560	4.6729	4.0064	4.6731	0.7032	6.2179	1.9423
83	5.4632	5.2954	5.8872	6.8590	2.3442	8.4872	2.1846
84	5.3491	5.9087	6.8923	7.5051	2.8077	10.6256	3.0256

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
85	5.2662	5.9178	7.1346	7.7885	3.8782	10.5058	2.8455
86	8.1251	5.7574	5.5987	7.8109	1.7763	9.5705	3.7474
87	4.5773	4.8861	4.6545	3.7058	1.1737	7.8404	2.0391
88	5.7356	5.2948	7.4385	8.2699	3.3692	9.9256	2.9385
89	4.6329	6.5592	8.7179	9.5833	2.7115	9.1538	2.7692
90	5.7530	6.3728	11.2615	13.2026	3.5782	9.9026	0.8692
91	5.9484	5.8166	8.5686	11.4692	1.9019	10.7974	3.1019
92	5.8633	5.8704	8.8782	9.6026	3.0756	11.8462	2.9359
93	4.5375	5.4254	7.8795	5.2026	2.6205	6.6814	3.7910
94	5.2779	6.1023	6.2429	6.4141	3.3455	10.3679	2.8147
95	5.3861	5.7146	9.1667	8.4359	1.6154	7.8949	2.7910
96	5.4854	5.8485	7.4795	7.8929	4.2878	9.4077	3.0179
97	6.0404	6.4934	11.0000	10.2949	3.6410	13.8910	3.5128
98	5.7414	5.0373	4.7981	8.2115	3.4038	10.9679	0.7859
99	6.3470	6.0920	10.4654	9.1923	3.2372	13.7949	5.5256
100	4.9972	5.2357	6.2872	8.6827	2.0513	7.0513	0.4872
101	4.6825	5.4281	4.6577	5.4756	2.4590	7.3545	2.8295
102	6.0956	5.1435	7.6513	8.0949	3.6564	9.8218	3.8564
103	5.5215	4.9897	6.5449	7.4705	2.3237	9.6795	2.1218
104	5.1786	5.4434	5.7436	7.0032	4.0962	6.9231	2.7897
105	5.1491	5.7343	7.4756	6.3756	2.4135	10.2487	3.2885
106	5.3902	5.3103	6.2878	9.4147	2.0487	9.5596	0.9000
107	5.7307	5.7857	6.0115	8.3147	3.4801	12.9859	3.3218
108	5.3708	4.9549	4.4205	6.6564	2.0718	7.7603	2.1397
109	6.3648	6.0222	10.2462	9.9474	3.4833	12.3256	4.3615
110	5.5215	4.9897	6.5449	7.4705	2.3237	9.6795	2.1218
111	5.6593	5.6929	9.2090	7.6872	4.0897	9.4564	3.0513
112	5.3103	4.9582	5.8083	6.6692	3.0897	5.6641	3.1154

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
113	5.3464	5.4255	6.1038	6.3051	3.3462	7.0782	4.2244
114	5.4396	4.2721	4.9692	5.4718	2.2769	5.1744	1.9641
115	4.1025	4.4571	3.5897	6.6410	2.4872	3.2147	0.3910
116	5.8255	5.9018	8.6321	8.3551	2.0179	15.1994	2.7577
117	5.1251	5.7574	5.5987	7.8109	1.7763	9.5705	3.7474
118	5.4875	5.7712	8.5897	8.9423	3.3782	9.1872	3.2590
119	5.0682	5.9212	9.2051	7.9026	2.2564	6.6891	3.0705
120	5.6593	5.6214	5.5396	9.4827	4.0596	10.1173	1.5147
121	5.4027	5.6838	7.2795	10.4179	2.6538	10.0045	1.6635
122	5.5024	6.6771	7.4301	12.1455	3.9788	11.5147	4.1686
123	6.6176	5.5649	8.4141	10.7744	4.6641	12.5077	3.7846
124	6.2961	6.1727	8.3237	12.6532	4.2981	11.4647	2.7019
125	5.9466	5.0990	11.1538	10.7821	2.1026	7.1487	1.9436
126	5.5368	5.6241	6.1622	8.6154	3.1026	8.4615	4.3590
127	4.8527	4.8400	6.9026	5.6308	1.9538	6.8026	0.0795
128	6.3496	6.2157	9.1282	11.6154	3.7179	13.5462	3.4513
129	5.7396	6.0237	9.6288	11.4109	1.4923	11.5199	1.0821
130	4.6860	5.1289	4.5244	6.1051	1.6897	9.4731	1.7449
131	4.8251	5.1260	5.1974	5.4006	2.6795	7.4487	2.1026
132	5.4092	5.1575	4.9128	6.7859	3.3282	7.7846	2.1077
133	5.8331	6.0931	9.1673	12.2647	2.9974	11.4763	2.3308
134	6.3648	6.3527	13.3583	11.5622	5.7083	11.5365	4.2724
135	6.2838	5.9269	9.6122	11.1917	4.3776	10.5481	4.9904
136	6.2026	6.0872	11.2038	11.6462	4.8833	10.3051	3.5519
137	5.2475	5.7992	4.9936	8.1474	2.0897	9.0994	1.8397
138	5.5649	5.3204	6.6744	7.4641	1.4942	9.5333	2.2487
139	6.9466	6.0604	11.2788	11.8878	3.0256	15.9006	4.3077
140	6.0296	5.3454	7.9538	8.2564	2.8846	8.9872	3.6603

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
141	5.4985	5.7952	8.9487	10.3410	2.1487	9.4551	2.4744
142	5.9493	5.8301	8.8321	9.9705	4.0115	11.0660	2.7891
143	5.6318	5.7552	9.0244	9.9160	2.9526	9.3346	2.1718
144	4.6890	4.2892	4.9045	5.4038	2.3641	4.9167	3.1333
145	5.6159	5.3195	6.6769	8.7077	3.4795	8.4897	2.5244
146	6.9089	6.6185	12.7468	12.0513	3.6462	16.6410	5.5897
147	5.5928	5.5461	9.0378	8.5141	2.6321	7.4218	2.7397
148	5.5781	5.1862	7.6026	6.6679	2.8359	7.9679	3.6923
149	5.5645	5.7109	8.7756	7.9840	2.7212	8.6731	3.5833
150	6.1702	5.8069	8.3288	9.8391	3.1474	11.1968	4.0833
151	5.2403	5.5893	6.9859	9.3263	2.3769	6.3577	2.9077
152	5.2827	5.8830	7.3910	7.7404	3.6346	10.2013	2.9256
153	5.3311	6.2716	10.1449	6.2449	4.1603	9.7263	5.3814
154	5.2202	5.6332	7.0865	5.3494	3.5538	9.1186	3.7949
155	6.1038	6.0872	11.7038	12.7859	1.7269	13.8250	1.9314
156	5.2472	5.5317	6.2526	7.0045	1.8410	9.4987	1.7321
157	7.1164	6.2213	11.8128	12.7385	3.0590	16.4769	4.4929
158	5.9824	6.1517	8.6462	10.4103	2.2795	14.5897	3.6077
159	5.3491	5.4017	7.2538	8.3179	2.7897	7.3679	3.2038
160	5.7307	6.0497	6.9167	9.4173	4.7192	10.6346	3.8077
161	5.8009	6.0688	9.0160	9.2949	3.2853	14.0128	2.7404
162	4.9933	5.7280	5.9423	6.0808	1.1897	10.7276	2.9487
163	5.9351	5.4217	9.2724	9.8462	3.3045	9.4872	3.2596
164	6.0688	6.5602	9.4346	10.4442	3.5705	13.7090	3.9359
165	6.3464	5.3632	8.4808	10.4545	3.2051	9.6731	3.3333
166	6.0392	6.0788	9.1744	10.2154	3.6308	13.3769	2.7353
167	6.1528	6.4902	13.5692	12.1282	4.6974	10.1026	4.4000
168	6.1528	6.4398	10.0256	10.8679	3.5410	14.1538	3.8974

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
169	5.5215	4.9897	6.5449	7.4705	2.3237	9.6795	2.1218
170	5.4770	5.5539	7.7372	7.6295	4.0359	8.0385	3.2564
171	4.6630	5.8874	7.2308	5.6974	2.3205	9.8846	2.2115
172	5.4957	6.2301	8.3622	8.2096	3.9359	9.2340	3.8077
173	6.1996	4.9892	6.4974	8.2942	3.3385	10.4718	2.4308
174	6.0077	5.8436	9.4615	8.4833	3.2103	10.4103	4.1538
175	5.8169	5.4111	8.5026	10.9949	3.3385	10.8442	1.8064
176	4.6063	5.2650	2.9968	4.5096	0.9712	8.8712	2.5327
177	5.4664	5.6059	7.2295	9.3269	3.0731	10.2276	2.0596
178	5.7690	5.8397	11.3718	10.0545	3.0705	9.0641	2.0410
179	6.6893	6.2190	11.3846	12.0410	1.7897	15.8462	3.9487
180	5.5534	6.3927	11.3705	9.9282	3.9455	10.5231	3.4679
181	6.8491	6.1308	9.0641	12.8474	4.6865	14.4359	4.5513
182	5.6865	6.0709	8.6282	10.4410	2.1436	12.0000	3.2244
183	5.4969	5.6554	6.5609	8.2628	3.7199	8.5705	2.1122
184	6.1267	6.2654	9.6897	11.2821	2.9244	13.7436	1.2872
185	5.3694	6.0857	9.4160	10.1506	1.7224	11.6442	2.1135
186	5.6273	5.3751	6.3705	8.8724	2.5859	8.8346	2.3769
187	4.9560	5.3099	5.1590	6.9179	3.8000	6.7846	1.5487
188	6.6119	5.9033	9.5436	10.9667	4.2000	13.7141	3.4718
189	5.6090	6.1515	8.6372	8.7244	4.5160	11.1410	3.4551
190	5.0890	6.1644	10.0673	9.1442	2.8782	10.1429	2.1526
191	5.6268	5.8783	6.7436	9.3333	3.6282	11.5128	1.6333
192	6.6092	6.8379	10.7500	15.1756	5.1327	13.5769	4.7500
193	6.2532	5.4641	9.7333	10.1128	2.1538	11.3115	2.1987
194	5.8931	5.6341	8.6442	9.6263	2.5199	10.5353	3.4263
195	5.5746	5.2496	8.0910	8.5481	0.5805	9.7115	2.0333
196	6.1142	6.5966	13.1026	11.0513	3.0769	14.4231	4.5987

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	sdx1	sdx2	covcmmc	covcmsa	covcmtf	covmcsa	covmctf
197	6.5553	6.7768	10.2224	11.5179	5.0936	14.9846	5.6679
198	4.1135	4.4514	4.9397	4.2962	1.2987	4.6519	0.5327
199	6.0042	5.6593	7.0513	7.5641	4.2308	9.7115	5.1385
200	6.1971	6.2222	12.3269	12.4808	2.0449	13.4122	3.1686

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimcmc	reliomom	relitftf	relisasa
1	2.2026	20.1769	.6757	.7403	.4286	.6956
2	3.8000	27.3981	.6454	.8200	.3254	.7602
3	3.1090	22.7750	.5936	.7835	.4529	.8409
4	1.5474	26.2026	.7804	.7753	.2164	.7524
5	2.0994	22.6218	.5752	.8270	.2340	.8659
6	3.6000	30.6359	.7616	.7929	.3444	.8427
7	2.3135	14.1314	.7003	.6877	.4854	.6887
8	3.4205	29.7692	.7347	.8567	.5099	.7586
9	1.8673	17.1128	.5880	.7577	.4667	.6621
10	3.5135	30.7500	.7302	.8276	.4553	.8149
11	2.9699	23.7872	.6070	.7702	.2462	.7840
12	4.1487	27.8923	.7244	.8450	.4182	.7931
13	3.5353	24.5385	.6052	.8088	.4916	.8094
14	1.4763	25.5449	.7734	.8709	.3382	.7543
15	3.3077	29.2474	.7578	.8413	.3216	.7848
16	4.2853	23.7282	.7049	.7603	.4069	.8581
17	1.2500	24.7353	.7529	.8075	.3546	.8183
18	1.9744	18.1750	.5804	.8423	.2043	.7427
19	3.5641	33.4359	.7717	.8529	.5179	.8361
20	3.1090	22.7750	.5936	.7835	.4529	.8409
21	5.4872	43.9263	.8117	.8915	.3217	.8957
22	4.2756	33.3449	.7561	.8012	.4833	.8627
23	4.2103	24.4808	.6377	.8326	.3574	.8263
24	2.6256	36.7077	.7252	.9031	.3567	.8837
25	5.0410	27.8205	.6704	.7641	.5065	.8206
26	0.9699	25.6821	.7994	.8635	.3617	.7682
27	2.1026	27.1827	.7020	.8168	.5051	.8332
28	2.1282	23.1083	.7361	.7047	.3603	.7639

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimcmo	relicmcm	relitftf	relisasa
29	2.9936	19.2872	.6872	.7794	.4428	.7185
30	3.0974	24.0103	.6579	.8362	.3229	.8133
31	4.4718	27.1910	.6475	.8069	.4654	.7940
32	4.0000	27.3128	.7679	.7965	.5665	.8343
33	3.5551	24.2026	.6202	.8018	.4103	.8071
34	4.4385	31.8705	.7472	.8623	.4873	.8465
35	4.9045	34.8122	.7030	.8668	.2190	.8678
36	3.8282	27.9487	.7814	.8083	.3419	.8486
37	2.2564	28.5103	.7340	.8232	.3050	.8181
38	0.5615	18.3776	.6919	.7888	.3180	.8161
39	4.0577	26.8269	.7715	.7697	.3311	.8000
40	2.7141	27.0173	.6690	.8503	.3440	.7212
41	4.3397	32.6051	.7657	.8224	.4844	.8595
42	2.0205	24.9506	.7402	.8148	.2231	.8355
43	2.3071	19.8263	.6717	.7525	.2714	.6915
44	2.3795	14.8321	.6730	.7122	.4704	.6976
45	3.6218	30.7801	.7562	.8388	.4967	.8389
46	3.2250	29.9615	.7258	.8502	.2859	.8402
47	3.3538	27.1590	.7164	.8106	.4662	.8002
48	2.5410	27.5474	.6893	.8523	.3364	.8432
49	3.3385	35.5231	.7879	.8394	.2928	.8676
50	4.6256	29.5978	.7621	.8263	.5087	.8278
51	2.9744	30.1795	.7555	.8532	.4349	.7846
52	3.7596	27.0821	.7545	.8146	.5154	.7154
53	3.0846	28.5673	.7761	.8298	.3747	.8292
54	3.0237	35.8096	.7135	.8805	.2619	.8891
55	2.3923	23.4462	.7477	.8209	.3904	.8236
56	5.1641	38.3718	.7981	.8404	.5085	.8855

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimomc	reliomom	relitftf	relisasa
57	3.1474	31.3808	.7432	.8153	.4222	.8630
58	3.6756	26.4103	.6813	.8018	.5326	.8056
59	3.9051	29.3179	.7667	.8353	.4763	.7674
60	2.3500	18.0000	.5479	.8064	.4313	.6930
61	2.3744	21.8462	.6770	.7737	.4696	.7469
62	1.9968	15.9615	.5091	.7912	.4555	.7247
63	3.3333	28.4865	.7547	.8472	.3495	.7932
64	2.2109	25.1936	.6761	.8586	.4734	.7900
65	1.0769	17.1551	.5990	.7191	.4638	.7356
66	3.3564	31.3692	.7592	.8897	.3739	.7582
67	3.8199	37.2340	.8011	.8660	.3684	.8279
68	2.4395	17.8731	.5678	.7669	.2161	.6827
69	3.9269	24.9949	.7333	.7815	.2738	.7643
70	1.2308	23.4923	.8124	.8034	.3745	.7008
71	1.6667	23.6917	.7183	.8413	.4916	.7905
72	2.4391	23.6122	.5768	.7686	.4027	.8141
73	2.4897	21.8692	.6575	.8179	.3284	7721
74	3.9276	31.4481	.7145	.8565	.3212	.8610
75	2.1385	17.5128	.6863	.7501	.4468	.8076
76	1.0303	20.0256	.6951	.8245	.4138	.6853
77	4.0410	35.0538	.7938	.8535	.2577	.8139
78	2.6814	21.6192	.6018	.8006	.307	.6808
79	3.1801	26.4679	.7256	.8446	.2695	.8082
80	1.7167	11.8192	.4151	.7107	.3323	.7226
81	3.4449	25.1974	.7403	.8065	.2193	.8026
82	1.5064	14.5128	.5445	.7415	.3406	.8041
83	2.9103	20.1026	.6733	.7273	.2487	.7407
84	2.6538	23.7231	.7257	.7730	.4781	.8088

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimomo	relicmcm	relitftf	relisasa
85	2.4494	28.5821	.7668	.8154	.3907	.8258
86	4.2853	23.7282	.7049	.7603	.4069	.8581
87	1.1929	14.8231	.6920	.6235	.3318	.7315
88	3.5744	26.3494	.6144	.7892	.3592	.8170
89	3.1096	26.9051	.7473	.8315	.3442	.8277
90	3.6038	31.6449	.7033	.8953	.4096	.8392
91	2.3872	29.3526	.7819	.8028	.4471	.8490
92	3.0256	29.5256	.7438	.8013	.2662	.8423
93	2.1295	21.2955	.6527	.7818	.4444	.6821
94	4.8295	25.8487	.7712	.7889	.4642	.7669
95	2.6256	25.4359	.6796	.8583	.3694	.7756
96	3.8353	26.3526	.7224	.8312	.4427	.7374
97	3.2949	33.7000	.7776	.8484	.5792	.8282
98	2.0385	23.4205	.7223	.8090	.3618	.8111
99	3.7179	33.3141	.8030	.8097	.5777	.8230
100	2.6410	20.2231	.6571	.7497	.2148	.7485
101	1.9859	17.6692	.6337	.7259	.4206	.6704
102	3.8000	25.4218	.6212	.7937	.3377	.7602
103	3.1090	22.7750	.5936	.7835	.4529	.8409
104	2.7500	20.4564	.5599	.8171	.4529	.6776
105	2.1474	25.3333	.7657	.7538	.3595	.7524
106	0.9308	22.9372	.6955	.7830	.4580	.8480
107	4.0058	29.0321	.7437	.7693	.4712	.8236
108	3.8282	21.6218	.7170	.7664	.5345	.7514
109	3.8160	30.7077	.7457	.8470	.5367	.7542
110	3.1090	22.7750	.5936	.7835	.4529	.8409
111	3.0000	26.5218	.6975	.8012	.4739	.7669
112	2.8462	18.8853	.5713	.7844	.2723	.6509

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimcmc	relicmcm	relitftf	relisasa
113	3.1923	23.4615	.7057	.8041	.4353	.7357
114	0.2000	15.8481	.6007	.7608	.2937	.7472
115	0.4423	14.7340	.5933	.8124	.3371	.7136
116	2.5115	30.6154	.7791	.7595	.2971	.8401
117	4.2853	23.7282	.7049	.7603	.4069	.8581
118	2.8224	26.0288	.6402	.8448	.3529	.7711
119	2.1218	23.3494	.6638	.8686	.2723	.7075
120	3.0378	25.0718	.6877	.8249	.5300	.7576
121	2.8429	25.5833	.6774	.8360	.3255	.8606
122	4.2378	32.6417	.7261	.8363	.3500	.8503
123	4.2000	32.6064	.7533	.8145	.5252	.7957
124	4.9263	31.5641	.6892	.8577	.3390	.8551
125	.07846	26.3115	.6101	.8940	.2778	.8516
126	4.6923	24.7077	.6534	.7296	.5030	.7934
127	0.2929	18.5463	.7027	.8305	.2204	.6525
128	3.7769	32.7077	.7565	.8556	.3828	.8483
129	3.0051	29.3129	.7652	.8154	.3593	.8432
130	1.7667	20.0833	.6754	.7379	.2945	.7932
131	1.7051	20.0981	.5260	.7446	.2687	.7388
132	4.3282	20.2372	.5766	.7145	.5614	.7090
133	2.0179	29.9731	.7292	.8384	.2515	.8225
134	2.6891	37.0282	.7733	.8816	.5358	.7853
135	4.3596	32.6660	.7578	.8640	.4837	.8465
136	5.0231	33.8256	.7311	.8502	.4792	.8231
137	3.4551	21.3641	.7317	.7399	.2231	.8110
138	3.5103	24.4532	.7567	.7932	.5182	.7809
139	3.8205	36.1231	.7748	.8847	.3550	.8464
140	4.0577	26.8269	.7715	.7697	.3311	.8000

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimcmc	relicmcm	relitftf	relisasa
141	2.7987	25.8321	.6480	.8466	.0674	.7924
142	3.8096	29.3974	.6875	.8362	.4933	.8470
143	2.9449	28.7135	.7625	.8332	.3857	.8210
144	2.1538	16.7821	.5436	.7492	.3187	.5670
145	3.4885	24.1436	.6483	.8208	.3491	.7329
146	5.2051	39.2103	.8095	.8351	.5280	.8213
147	2.6744	25.4051	.6961	.8343	.2785	.7817
148	2.5949	23.3013	.6974	.7909	.3851	.7936
149	2.0596	23.8487	.6633	.8219	.3009	.7936
150	3.9808	29.7192	.7470	.8418	.3891	.8339
151	2.9923	23.2532	.7378	.7900	.2343	.7506
152	2.2090	25.1763	.7042	.7686	.4351	.7688
153	3.7596	27.0821	.7545	.8146	.5154	.7154
154	2.1795	24.9410	.7913	.8113	.2278	.7475
155	1.7314	33.3167	.7244	.8658	.3380	.7859
156	1.7077	23.6571	.7730	.8256	.4308	.8268
157	5.1641	38.3718	.7918	.8404	.5085	.8855
158	3.1474	31.3808	.7432	.8153	.4222	.8630
159	2.7359	24.5628	.7082	.7888	.4609	.7290
160	4.6013	30.3814	.7654	.8382	.5122	.7674
161	2.8231	31.2949	.7928	.7952	.3683	.8526
162	2.0872	22.3795	.7835	.7871	.1237	.8117
163	3.1436	27.0410	.6282	.8403	.2933	.7876
164	3.4551	31.4769	.7844	.8531	.4249	.7987
165	2.6410	27.8071	.6928	.8629	.4915	.8151
166	2.6897	31.5846	.7914	.8224	.5795	.8343
167	3.3910	36.1769	.7927	.9024	.3656	.7806
168	3.8038	33.7436	.7853	.8592	.3978	.8240

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimcmc	relicmcm	relitftf	relisasa
169	3.1090	22.7750	.5936	.7835	.4529	.8409
170	4.0205	24.7551	.6925	.8075	.4041	.7643
171	1.2372	22.0256	.7783	.7817	.3660	.7345
172	1.8846	26.2218	.7793	.8441	.5410	.7861
173	3.1846	24.9250	.5696	.7707	.4721	.8287
174	2.8769	28.0974	.8145	.8167	.4377	.6712
175	1.0090	27.8000	.6700	.8386	.1317	.8234
176	1.3019	18.2179	.7592	.7226	.3765	.7564
177	2.2468	24.0641	.5703	.7760	.5112	.8385
178	2.5449	27.2301	.7033	.8537	.2107	.6631
179	3.7231	35.1474	.7924	.8258	.3757	.8628
180	2.4872	30.1212	.7650	.8705	.3133	.8045
181	5.8987	35.8333	.7051	.8018	.5518	.8917
182	2.4410	30.0449	.7922	.8207	.4560	.8032
183	3.7756	25.3205	.6764	.8499	.5019	.7689
184	3.0513	31.8192	.8129	.8591	.5160	.7639
185	1.6891	27.1122	.7500	.8409	.2984	.8587
186	4.3628	26.0340	.7281	.8216	.5457	.7927
187	2.8359	21.6205	.5522	.8073	.3385	.8051
188	4.0872	32.8167	.7352	.8651	.3869	.8208
189	4.2244	30.4571	.6974	.8645	.3820	.8009
190	2.6756	28.6923	.7552	.8506	.5595	.7926
191	3.4551	27.0949	.7463	.7876	.5190	.8288
192	5.2423	38.4872	.7739	.8838	.4423	.8789
193	2.0897	30.2385	.7722	.8264	.5592	.8521
194	3.9571	28.3846	.7122	.8007	.3267	.8102
195	2.6218	22.9891	.6843	.7909	.5427	.7609
196	3.7692	36..0474	.7978	.8518	.4435	.8107

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	covsatf	covx1x2	relimomc	reliomom	relitftf	relisasa
197	5.3641	37.5718	.8130	.8390	.4267	.8448
198	1.7545	14.9064	.6439	.6723	.3017	.7508
199	4.7692	28.1577	.7676	.8029	.5063	.7963
200	3.4737	34.4910	.7641	.8693	.4186	.7942

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
1	9.2818	12.6658	14.2333	.36691	39.8499	97.7681
2	12.5068	12.4510	14.1737	3.3230	42.4545	122.2969
3	10.1531	10.2438	13.9771	4.0610	38.4351	100.9339
4	11.0536	18.8304	14.4894	2.9224	47.2959	113.9893
5	10.3771	10.0096	15.2506	2.9584	38.6057	98.0763
6	11.1256	16.9843	18.5537	3.5284	50.1919	130.9509
7	7.2663	14.0610	8.4355	4.1788	33.9416	66.7802
8	14.8657	16.0248	14.4894	4.3999	49.7798	132.8606
9	9.8433	10.1309	13.1479	3.8455	36.9675	84.5021
10	12.4489	15.4866	15.8659	3.9685	47.7698	133.0710
11	10.4355	11.4048	14.9994	2.9687	39.8084	107.1390
12	12.8694	15.4198	15.4811	3.8357	47.6060	121.5280
13	11.8660	11.1382	16.3426	4.0506	43.3974	113.4346
14	16.0000	18.2816	12.6402	3.3277	50.2495	125.7381
15	13.9174	16.8592	15.7434	3.4332	49.9533	128.5483
16	8.4094	14.0280	15.0350	3.8197	41.2921	106.8703
17	11.7430	16.9127	16.2304	3.4232	48.3093	114.9517
18	12.1480	11.7204	11.6411	2.9070	38.4165	85.3947
19	14.7894	17.9895	18.6054	4.2659	55.6502	146.6258
20	10.1531	10.2438	13.9771	4.0610	38.4351	100.9339
21	17.3331	20.7080	22.4098	3.2815	63.7324	184.9132
22	11.6663	17.7123	19.5665	4.2915	53.2366	139.6866
23	12.7792	12.0000	15.3837	3.6512	43.8140	111.1336
24	19.1897	15.4363	19.2791	3.4462	57.3513	155.6897
25	9.6796	13.0538	16.8305	4.3564	43.9202	121.7200
26	14.2559	19.6870	10.9482	3.5838	48.4749	109.3211
27	12.2766	14.4354	17.1669	4.4614	48.3404	117.6828
28	8.9222	16.0921	15.0358	3.4711	43.5212	101.2304

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
29	10.0350	13.4095	10.9614	4.1530	38.5589	88.4551
30	11.5281	12.8150	11.7334	3.3434	39.4198	109.0350
31	12.2556	12.4299	16.7895	4.0614	45.5364	124.6260
32	11.5124	17.8844	15.3429	4.9333	49.6731	120.6643
33	9.6410	11.1670	12.6402	3.8742	37.3223	108.0351
34	13.9771	16.2022	14.8919	4.3181	49.3893	136.6865
35	14.5481	14.3785	17.8405	2.8917	49.6588	146.2844
36	12.1641	19.0253	18.4075	3.2077	52.8046	127.6148
37	11.8563	15.9177	14.7587	3.2181	45.7508	121.1534
38	8.6048	13.4256	11.9771	3.3102	37.3178	83.4356
39	9.8565	17.8743	15.8332	3.4199	46.9839	118.5839
40	14.1120	13.2591	13.5328	3.4332	44.3372	119.5670
41	11.8660	17.2308	17.6282	4.3019	51.0269	137.8973
42	12.2843	16.4098	18.9129	2.9687	50.5758	111.9464
43	8.8453	12.5068	7.8714	3.1018	32.3253	86.0511
44	7.6868	13.0509	8.9479	4.1128	33.7983	69.2507
45	12.7892	16.8305	14.9104	4.3531	48.8832	135.7330
46	14.2506	16.0456	19.0253	3.1787	52.5003	130.7595
47	12.0458	15.2561	14.3489	4.0485	45.6993	121.7417
48	14.1737	13.9996	16.1950	3.3069	47.6752	125.8046
49	1.2.9204	19.0541	17.4866	3.1386	52.5997	149.1279
50	12.3869	17.1562	16.5380	4.3489	50.4300	128.7114
51	14.4719	17.2076	15.7434	3.8844	51.3074	134.1944
52	11.4643	17.1785	9.9427	4.4969	43.0825	121.9173
53	12.7428	18.5537	15.1897	3.5891	50.0753	122.5023
54	15.1695	14.8179	20.5635	3.1223	53.6731	148.9697
55	12.3054	16.5747	15.3100	3.3819	47.5720	104.9106
56	13.7337	19.8408	20.6770	4.3531	58.6046	166.0930

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
57	11.7539	15.7331	19.8845	3.6607	51.0322	136.3938
58	2.2535	13.8741	15.7720	4.4610	46.3606	117.1528
59	13.6405	18.0387	14.0505	4.0614	49.7911	125.8335
60	11.6513	9.8201	11.4643	3.6661	36.6018	87.1698
61	10.7151	13.6353	15.8054	3.8404	43.9963	100.5413
62	9.9383	8.7533	9.0354	4.0248	31.7518	75.5582
63	14.2401	17.1636	16.0384	3.3948	50.8369	132.0999
64	14.5100	13.3276	13.7634	9.1833	50.7843	118.3933
65	8.6866	11.1376	13.8458	3.8975	37.5675	79.5379
66	16.9069	17.1529	12.5104	3.5359	50.1060	132.8072
67	15.2506	19.9434	19.0253	3.5378	57.7570	158.6574
68	10.8920	10.4607	11.5362	2.9070	35.7959	86.6153
69	10.0508	15.2818	12.4899	3.1531	40.9756	111.5154
70	11.6308	21.0195	10.6772	3.5224	46.8499	106.4717
71	13.5586	15.3837	14.1541	4.0485	47.1449	112.2437
72	10.5119	10.5482	18.8044	3.6607	43.5251	107.9251
73	11.8742	12.9514	15.9480	3.3230	44.0966	100.096
74	13.9487	14.9127	18.4814	3.3841	50.7270	134.7566
75	6.9332	13.3839	9.7538	4.0614	34.1323	75.9991
76	12.6132	13.8875	9.5636	3.6864	39.7507	88.2675
77	14.1436	19.9175	17.4131	3.1180	54.5922	153.5590
78	11.4258	10.8149	12.0763	3.1737	37.4907	97.5637
79	13.4256	15.2404	14.8710	3.2303	46.7674	117.3328
80	7.6309	7.6690	7.3019	3.4641	26.0658	58.3788
81	11.0743	16.4901	17.0024	2.8710	47.4378	112.5584
82	7.8967	9.2690	10.9614	3.6096	31.7367	69.8353
83	9.0969	13.2926	15.2818	3.0762	40.7475	98.0925
84	10.4077	15.4253	13.9256	4.1923	43.9508	110.9710

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmo	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
85	11.9875	17.9428	17.0966	3.6864	50.7133	119.9173
86	8.4094	14.0280	15.0350	3.8197	41.2921	106.8703
87	6.3534	13.6095	9.9685	3.3277	33.2591	74.4719
88	11.4555	11.4460	16.1990	3.4973	42.5978	113.6300
89	12.4998	16.2055	13.9174	3.5838	46.2064	118.2970
90	17.9971	14.7080	15.7411	3.7172	52.1633	136.9991
91	11.1222	18.3844	18.0413	3.9224	51.4702	127.9226
92	12.3580	16.4487	17.2308	3.1255	49.1630	127.8912
93	10.4000	12.4814	9.2301	3.8947	36.0061	92.6151
94	11.5328	17.4557	14.8695	3.8146	47.6726	115.7018
95	14.8718	13.8198	15.3742	3.4129	47.4788	112.5378
96	12.7685	15.4465	12.9427	3.9992	45.1569	116.9991
97	14.6153	18.2440	17.1123	4.8101	54.7817	146.0509
98	11.7279	14.8710	14.6023	3.5668	44.7681	105.1795
99	11.0457	20.5617	15.5386	5.0127	52.1586	144.0252
100	9.8201	12.9845	12.7535	2.8717	38.4297	92.8311
101	8.9001	11.4095	13.3276	3.5668	37.2040	86.7284
102	11.3232	11.7718	14.1737	3.4255	40.6942	114.4558
103	10.1531	10.2438	13.9771	4.0610	38.4351	100.9339
104	12.0867	9.8050	12.7792	4.0796	38.7506	97.3622
105	10.3581	17.8439	14.4894	3.4711	46.1625	110.0611
106	9.4815	13.8406	17.5636	3.9589	44.8447	103.1279
107	10.2765	16.2336	17.3272	4.3019	48.1393	124.3789
108	9.9900	15.1788	13.2591	4.4589	42.8868	96.6406
109	14.2846	16.7077	14.1737	4.6660	49.8320	138.1920
110	10.1531	10.2438	13.9771	4.0610	38.4351	100.9339
111	11.8405	14.4073	14.0925	4.1539	44.4942	117.4814
112	11.5124	10.5632	10.9640	3.1283	36.1679	90.5537

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
113	11.3819	14.6146	14.5619	3.8844	44.4427	104.9427
114	10.5742	11.3232	14.5230	3.0026	39.4230	79.5358
115	10.9230	10.0198	8.3175	3.3716	32.6319	66.1637
116	10.2336	18.9739	18.5632	3.2794	51.0500	129.9974
117	8.4094	14.0280	15.0350	3.8197	41.2921	106.8703
118	13.7819	11.9591	13.9226	3.4559	43.1195	115.4771
119	15.5796	13.4968	12.8659	3.0127	44.9549	107.4459
120	13.4557	13.8146	15.1274	4.2300	46.6277	114.1311
121	10.9336	12.8917	15.7943	3.3171	42.9367	112.6609
122	14.0760	15.4096	20.1736	3.5325	53.1916	140.1426
123	12.9478	17.1562	16.7281	4.4513	51.2833	139.9731
124	15.0195	14.0355	19.6098	3.4711	52.1360	140.8718
125	17.4967	11.0357	14.4514	3.1619	46.1529	113.9837
126	8.6866	12.5380	15.4363	4.2564	40.9172	111.7032
127	12.5741	14.3997	10.7381	3.0252	40.7371	84.0615
128	14.4613	17.1694	18.4814	3.7846	53.8967	144.3685
129	11.3792	17.7123	19.1223	3.3742	51.5879	127.8661
130	8.6948	12.9176	12.8486	3.3614	37.8224	88.4302
131	10.7427	13.5490	12.7021	3.6922	40.6859	89.7537
132	8.7634	10.5742	13.8436	4.6565	37.8377	96.3325
133	13.7893	15.6096	18.2047	2.9846	50.5883	131.0971
134	17.2815	18.4608	16.4041	4.5224	56.6688	154.9224
135	13.8920	16.7273	14.8919	4.2762	49.7874	139.9466
136	14.1308	15.6096	16.1644	4.0453	49.9502	143.1770
137	9.3716	16.1636	16.4966	2.6127	44.6445	103.8943
138	10.8458	17.2923	13.9383	4.2560	46.3324	108.1824
139	16.9579	18.4195	17.8304	3.5797	56.7875	157.2295
140	9.8565	17.8743	15.8332	3.4199	46.9839	118.5839

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmo	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
141	13.9898	12.6025	14.1481	2.4078	43.1482	115.4814
142	12.6950	13.6353	16.6407	4.2506	47.2216	128.1792
143	12.8400	18.3355	14.6612	3.7411	49.5779	122.2665
144	8.7889	9.4815	6.6538	3.2718	28.1959	73.9483
145	12.9334	12.5104	12.4080	3.5378	41.3895	108.1229
146	13.9174	21.3176	18.4616	4.5025	58.1991	169.9593
147	13.2503	14.5580	15.8229	3.1769	46.8082	112.8480
148	10.9204	14.3459	12.9737	3.6512	41.8911	104.6141
149	12.7792	13.1153	14.6352	3.1531	43.6828	111.2764
150	12.7635	16.3329	17.4047	3.5770	50.0782	131.2306
151	10.8458	15.7411	13.8458	2.8822	43.3149	105.2085
152	10.2919	14.4073	16.1226	3.8436	44.6654	1128692
153	11.4643	17.1785	9.9427	4.4969	43.0825	121.9173
154	11.7683	19.3169	12.6508	2.9643	46.7003	108.8657
155	14.5413	15.3272	20.2302	3.4351	53.5338	140.9426
156	12.4299	18.1510	15.2811	3.5284	49.3903	105.4455
157	13.7337	19.8408	20.6770	4.3531	58.6046	166.0930
158	11.7539	15.7331	19.8845	3.6607	51.0322	136.3938
159	11.6820	14.8965	13.2074	3.7924	43.5783	106.9163
160	13.7686	17.7822	14.0505	4.4079	50.0092	130.2028
161	10.4458	19.2660	17.4256	3.5891	50.7265	133.0715
162	10.3562	18.1638	13.4044	2.6257	44.5500	102.5026
163	13.1892	11.8556	13.8049	3.2249	42.0747	118.7017
164	14.7686	18.8695	16.3022	3.7819	53.7222	142.8208
165	15.1734	13.9869	15.7125	4.2050	49.0777	124.6533
166	11.8357	19.3785	17.0156	4.7171	52.9469	136.5919
167	18.6253	19.6816	14.0355	3.4129	55.7553	152.3321
168	14.1820	18.5640	17.7688	3.7207	54.2354	146.8144

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
169	10.1531	10.2438	13.9771	4.0610	38.4351	100.9339
170	10.8920	13.7819	12.4899	3.7539	40.9177	110.3537
171	10.4717	18.1408	11.1563	3.5224	43.2911	100.4551
172	13.6353	18.5735	13.9734	4.4104	50.5926	121.4606
173	10.4866	10.5028	19.6400	4.1128	44.7421	113.1767
174	12.6437	21.4360	11.7176	3.4462	49.2435	126.4357
175	12.8100	13.3327	16.8658	2.7152	45.7237	118.7149
176	9.0607	16.9736	13.4352	3.5378	43.0072	85.3740
177	9.8232	10.5586	16.2659	4.4610	41.1087	109.4357
178	15.2404	14.8618	12.5479	2.8999	45.5500	121.8436
179	13.0870	19.7438	19.9434	3.4771	56.2513	153.7179
180	15.5378	17.6383	12.1125	3.2148	48.5034	131.9482
181	11.6609	14.3081	22.4382	4.7891	53.1962	156.1640
182	12.0923	19.3433	16.1130	3.9768	51.5254	129.2818
183	14.2250	13.1631	15.4740	3.9736	46.8357	112.8395
184	14.6919	21.3740	16.1540	4.2539	56.4737	140.4303
185	11.8198	16.3329	15.3429	3.1223	46.6179	120.0895
186	12.0763	15.6895	13.4095	4.6436	45.8189	112.6251
187	12.0798	9.9591	16.4203	3.4462	41.9054	95.9976
188	15.1897	16.1821	17.1272	3.7334	52.2324	144.1992
189	14.7172	14.3361	16.1411	3.6248	48.8192	130.2154
190	13.7278	16.8149	11.8715	4.7463	47.1605	121.2821
191	10.5125	16.2667	16.4998	4.5122	47.7913	120.4039
192	16.3273	17.9361	20.1000	3.7943	58.1576	167.4125
193	13.2714	18.0761	18.2414	4.6539	54.2429	129.4425
194	11.3582	15.0350	16.0456	3.3841	45.8230	123.2412
195	10.7381	13.3101	12.6252	4.7668	41.4402	104.6126
196	10.7381	19.4869	15.2311	4.0769	52.9517	152.9953

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มที่	varcm	varmc	varsa	vartf	sumvar	sumtotal
197	14.6100	20.9737	19.0157	3.7411	58.3405	164.0415
198	6.9717	11.9432	9.4096	3.2765	31.6010	66.5484
199	11.1282	17.2076	14.6766	4.4513	47.4636	124.3944
200	15.9361	17.5586	14.9994	3.7943	52.2883	146.1025

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง ประโยคภาษา สมบัติความเท่ากัน การแก้สมการ และโจทย์สมการ

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 52 ข้อ มีรูปแบบของข้อคำถาม 4 แบบ คือ

1.1 แบบเลือกตอบ ตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 20

1.2 แบบเติมคำ ตั้งแต่ข้อ 21 ถึงข้อ 34

1.3 แบบถูกผิด ตั้งแต่ข้อ 35 ถึงข้อ 44

1.4 แบบจำกัดคำตอบ ตั้งแต่ข้อ 45 ถึงข้อ 52

2. แบบเลือกตอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก , ข , ค หรือ ง แล้วทำเครื่องหมายกากบาด (X) ลงในกระดาษคำตอบ เช่น ถ้าข้อ ข. เป็นคำตอบถูก ให้กากบาด ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
๐.		X		

และถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ เช่นถ้าต้องการเปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ง ให้ขีดเส้นทับข้อ ข เสียก่อนแล้วจึงกากบาดที่ข้อ ง ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
๐.		X		X

3. แบบเติมคำ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วเติมตัวเลขหรือข้อความที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่างของกระดาษคำตอบ

4. แบบถูกผิด ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดและตัดสินว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด แล้วทำเครื่องหมายกากบาด (X) ลงในกระดาษคำตอบ

5. แบบจำกัดคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ แล้วแสดงคำตอบที่เป็นตัวเลขหรือข้อความที่ถูกต้อง โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่างของกระดาษคำตอบ

6. ทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ เมื่อพบว่าข้อใดยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อนแล้วจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้นใหม่ เพราะอาจมีข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ในตอนหลังก็ได้

7. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาทำ 60 นาที

ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ

1. เสาต้นหนึ่งยาว 7 เมตร ส่วนหนึ่งของเสาต้นนี้ถูกฝังอยู่ใต้ดินและส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินยาว 3 เมตรเมื่อกำหนดให้ x แทนส่วนที่ถูกฝังอยู่ใต้ดิน เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ดังข้อใด ?

   ก. $3x = 7$

   ข. $x - 3 = 7$

   ค. $\frac{x}{3} = 7$

   ง. $x + 3 = 7$

2. ถ้า $8(x - 3) = 32$ แล้ว การแก้สมการควรใช้สมบัติการเท่ากันในข้อใดก่อน ?

   ก. สมบัติการบวก

   ข. สมบัติการลบ

   ค. สมบัติการคูณ

   ง. สมบัติการหาร

3. ถ้า $\frac{4x-3}{5} = 12$ แล้ว ในการแก้สมการตัวเลขใดที่จะต้องถูกกำจัดออกไปก่อน ?

   ก. 3

   ข. 4

   ค. 5

   ง. 12

4. ถ้า $\frac{3x}{7} - 12 = 9$ แล้ว ในการแก้สมการตัวเลขใดที่จะต้องถูกกำจัดออกไปก่อน ?

   ก. 3

   ข. 7

   ค. 9

   ง. 12

5. ถ้า $4(x + 5) = 24$ แล้ว วิธีการเริ่มต้นของการแก้สมการในข้อใดถูกต้อง ?

   ก. $4(x + 5 - 5) = 24 - 5$

   ข. $\frac{4(x+5)}{4} = \frac{24}{4}$

   ค. $4(x + 5) - 5 = 24 - 5$

   ง. $\frac{4(x+5)}{4} = 24 \times 4$

6. ถ้า $x - \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

   ก. 3

   ข. 4

   ค. 5

   ง. 6

7. ถ้า $x + 1\frac{1}{3} = 2\frac{1}{6}$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

   ก. $\frac{5}{6}$

   ข. $\frac{8}{9}$

   ค. $\frac{2}{3}$

   ง. $\frac{1}{3}$

8. ถ้า $6x - 4 = 3x + 5$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

   ก. 5

   ข. 4

   ค. 3

   ง. 2

9. ถ้า $6(2x-3)=18$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. 8

ข. 6

ค. 5

ง. 3

10. ถ้า $\frac{7}{8}(4x-8)=28$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. 12

ข. 10

ค. 8

ง. 6

11. ถ้า $\frac{3x}{2}-6=0$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. 0

ข. 4

ค. 6

ง. 8

12. ถ้า $\frac{3}{5}\left(\frac{x}{2}+5\right)-12=0$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. 10

ข. 20

ค. 30

ง. 40

13. ถ้า $\frac{5x}{2}+1=\frac{x}{2}+21$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. 10

ข. 16

ค. 20

ง. 22

14. ถ้า $x+a=b+c$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ก. $a-b+c$

ข. $b-c-a$

ค. $b+c-a$

ง. $b-c+a$

15. แดงมีอายุเป็น $\frac{4}{5}$ เท่าของดำ ถ้าแดงมีอายุ 40 ปีดำจะมีอายุเท่าไร ?

ก. 42

ข. 44

ค. 48

ง. 50

16. เจ็ดเท่าของจำนวน ๆ หนึ่งรวมกับ 5 มีค่าเท่ากับ 40 จำนวน ๆ นั้นมีค่าเท่าไร ?

ก. 5

ข. 6

ค. 7

ง. 8

17. สามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่ง มีด้านประกอบมุมยอดยาว 9 เซ็นติเมตร เส้นรอบรูปยาว 42 เซ็นติเมตร ฐานของรูปสามเหลี่ยมนี้ยาวเท่าไร ?

ก. 21 เซ็นติเมตร

ข. 22 เซ็นติเมตร

ค. 24 เซ็นติเมตร

ง. 26 เซ็นติเมตร

18. ปัจจุบันบิดามีอายุเป็น 4 เท่าของบุตร อีก 16 ปีข้างหน้าบิดาจะมีอายุเป็นสองเท่าของบุตร ปัจจุบันบุตรอายุเท่าไร ?

ก. 24 ปี

ข. 16 ปี

ค. 12 ปี

ง. 8 ปี

19. สมชายมีเงิน 120 บาทนำไปซื้อสมุด 4 เล่ม ซึ่งแต่ละเล่มมีราคาเท่ากันแล้วยังมีเงินเหลือซื้อปากการาคาด้ามละ 4 บาทได้อีก 6 ด้าม จงหาว่าสมุดราคาเล่มละเท่าไร?

ก. 24 บาท

ข. 25 บาท

ค. 28 บาท

ง. 30 บาท

20. ผลบวกของจำนวนสามจำนวนเรียงกันมีค่าเท่ากับ 69 จำนวนที่อยู่ตรงกลางมีค่าเท่าไร?

ก. 18

ข. 20

ค. 22

ง. 23

ตอนที่ 2 แบบเติมคำ

21. สองเท่าของจำนวนๆ หนึ่ง เมื่อลบด้วย 5 ได้ผลลัพธ์ เป็น 10
เมื่อกำหนดให้ x แทนจำนวน ๆ นั้น เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ คือ .....

22. ผลบวกของจำนวน ๆ หนึ่งกับ 2 มีค่าเท่ากับสองเท่าของจำนวน ๆ นั้นลบด้วย 5
เมื่อกำหนดให้ x แทนจำนวน ๆ นั้น เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ คือ .....

23. เมื่อนำสิบไปหักออกจากสามเท่าของจำนวน ๆ หนึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็น 14
เมื่อกำหนดให้ x แทน จำนวน ๆ นั้น เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ ได้ คือ .....

24. ถ้า $5x - 3 = 12$ แล้ว การแก้สมการควรใช้สมบัติการเท่ากันในเรื่องใดเป็นลำดับแรก ?

.....

25. ถ้า $4x + 3 = 9$ แล้ว ตัวเลขอะไรที่ต้องถูกกำจัดออกเป็นลำดับแรก ? .....

26. ถ้า $2(x - 5) = 3$ แล้ว การแก้สมการควรใช้สมบัติการเท่ากันในเรื่องใดเป็นลำดับแรก ?

.....

27. ถ้า $\frac{(x-5)}{3}=6$ แล้ว ตัวเลขอะไรที่ต้องถูกกำจัดออกเป็นลำดับที่สอง ? ----------

28. ถ้า $\frac{(4x-5)}{6}=8$ แล้ว ตัวเลขอะไรที่ต้องถูกกำจัดออกเป็นลำดับสุดท้าย ? ----------

29. ถ้า $2x + 7 = 13$ แล้ว การแก้สมการควรใช้สมบัติการเท่ากันในเรื่องใดเป็นลำดับสุดท้าย ?

---

30. ถ้า $\frac{2x}{3}=10$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?----------

31. วินัยมีขนมอยู่ในถุงจำนวนหนึ่ง แบ่งให้น้องไป $\frac{1}{4}$ของที่มีอยู่ ปรากฏว่าน้องได้ขนมไป 7 ชิ้น เดิมวินัยมีขนมอยู่ในถุงเท่าไร ?----------ชิ้น

32. เชือกเส้นหนึ่งตัดออกเป็นท่อน ๆ ยาวท่อนละ $2\frac{1}{3}$ เมตร ได้ 42 ท่อนพอดี เดิมเชือกเส้นนี้ยาวเท่าไร ?---------- เมตร

33. คำมีสมุดอยู่ 5 โหล เพื่อนให้มาอีกจำนวนหนึ่งและเมื่อนำไปแจกให้กับนักเรียน 50 คน ปรากฏว่าได้คนละ 5 เล่มพอดี จงหาว่าเพื่อนให้สมุดแก่คำเท่าไร ? ----------เล่ม

34. เศษสามส่วนห้าของเลขจำนวนหนึ่งลบด้วย 20 มีค่าเท่ากับ 40 จงหาเลขจำนวนนั้น ?------

ตอนที่ 3 แบบถูกผิด

35. สามเท่าของจำนวนๆ หนึ่งรวมกับ 7 มีค่าเท่ากับ 32 เมื่อกำหนดให้ x แทนจำนวนจำนวนนั้น เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ คือ $3(x + 7) = 32$

36. ถ้า $3x + 2 = 11$ แล้ว การแก้สมการตัวเลขที่ต้องถูกกำจัดออกก่อนคือ 3

37. ถ้า $\frac{x+5}{4}=3$ แล้ว การแก้สมการควรใช้สมบัติเท่ากันในเรื่องการคูณเป็นลำดับแรก

38. ถ้า $\frac{3(x-6)}{5}=30$ แล้ว วิธีการเริ่มต้นของการแก้สมการ คือ $\frac{3(x-6)}{5} \times 5 = 30 \times 5$

39. ถ้า $\frac{2+x}{3}=1$ แล้ว x มีค่าเท่ากับ 2

40. คำตอบของสมการ $3x = 15$ มีค่าเท่ากับคำตอบของสมการ $2x - 3 = 7$

41. ถ้า $2 (x + 3) = 10$ แล้ว $x + 2 = 5$

42. แดงมีเงิน 25 บาท ถ้า $\frac{3}{5}$ของเงินที่คำมีมากกว่าแดงเท่ากับ 36 บาท แล้ว คำจะมีเงินเท่าไร ?

ตอบ คำจะมีเงิน 85 บาท

43. นักเรียน 100 คน ยืนคอยรถเมล์อยู่ที่หน้าโรงเรียน เมื่อรถเมล์มา 4 คัน พบว่ามีนักเรียนขึ้นไปบนรถเมล์คันละเท่า ๆ กัน และยังเหลือนักเรียนยืนคอยรถอีก 8 คนจงหาว่ารถเมล์แต่ละคันรับนักเรียนไปคันละกี่คน ? **ตอบ** รับไปคันละ 23 คน

44. ปัจจุบันแม่มีอายุ 36 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้วแม่มีอายุเป็น 4เท่าของอายุบุตรปัจจุบันบุตรมีอายุเท่าไร ? **ตอบ** บุตรมีอายุ 14 ปี

ตอนที่ 4 แบบจำกัดคำตอบ

45. ถ้า $4x - 9 = 12$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ประโยคสัญลักษณ์ของวิธีทำอันดับแรก คือ .....

คำตอบ .....

46. ถ้า $\frac{x+8}{3} = 7$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ประโยคสัญลักษณ์ของวิธีทำอันดับแรก คือ .....

คำตอบ .....

47. ถ้า $4(x - 3) = 20$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

สมบัติการเท่ากันที่ใช้เป็นอันดับแรก คือ .....

คำตอบ .....

48. ถ้า $3x + 7 = 16$ แล้ว x มีค่าเท่าไร ?

ประโยคสัญลักษณ์ของวิธีทำอันดับแรก คือ .....

คำตอบ .....

49. เลขจำนวนหนึ่งเมื่อนำ 6 คูณแล้วลบออกด้วย 9 จะมีค่าเท่ากับ 4 เท่าของเลขจำนวนนั้นบวกด้วย 11 เลขจำนวนนั้นมีค่าเท่าไร ? เมื่อกำหนดให้ x แทนเลขจำนวนนั้น

ประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการ คือ .....

คำตอบ .....

50. แบ่งเงินจำนวนหนึ่งให้กับเด็ก 4 คน ปรากฏว่าเด็กได้รับเงินคนละ 26 บาท เงินจำนวนนี้มีค่าเท่าไร ? เมื่อกำหนดให้ x แทนเงินจำนวนนั้น

ประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการ คือ .....

คำตอบ ..... **บาท**

51. เก่งมีเงินอยู่ 30 บาท แต่ก็เท่ากับเศษหนึ่งส่วนสามของเงินของกล้ารวมกับอีก 4 บาท จงหาว่ากล้ามีเงินเท่าไร ? เมื่อกำหนดให้ x แทนเงินของกล้า

ประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการ คือ ----------

คำตอบ ---------- **บาท**

52. คำพูดว่า "เขานึกถึงเลขจำนวนหนึ่งเมื่อบวกด้วย 10 แล้วหารด้วย 10 จะได้ผลลัพธ์เป็น 10" คำนึกถึงเลขจำนวนใด ? เมื่อกำหนดให้ x แทนเลขจำนวนนั้น

ประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการ คือ ----------

คำตอบ ----------

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

นางยุพา ฟักสุวรรณ	โรงเรียนพุเควิทยา อ.เมือง จ.สระบุรี
นางชนิดา โล่เงิน	โรงเรียนพุเควิทยา อ.เมือง จ.สระบุรี
นางนพวัลย์ แสนเมือง	โรงเรียนพุเควิทยา อ.เมือง จ.สระบุรี
นางสาวฉันทนา ชั่งใจ	โรงเรียนโคกตูมวิทยา อ.เมือง จ.ลพบุรี
นางสาวสะอาด นกยูงแดง	โรงเรียนโคกตูมวิทยา อ.เมือง จ.ลพบุรี

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายวิศิษฏ์ นามสกุล พหลยุทธ

เกิดวันที่ 8 เดือน กรกฎาคม พุทธศักราช 2503

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 110/6 หมู่ 5 ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี 18220

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียน

สถานที่ทำงาน โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี 18220 (036) 359005

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2521	จบ มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนวินิตศึกษา จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2523	จบ ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก วิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2525	จบ ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก วิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2539	จบการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร