การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คู่ขนานบูทสแตร๊ปแบบปรับใหม่

อาฟีฟี ลาเต๊ะ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ อาฟีฟี ลาเต๊ะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.พัชรี วงษ์เกษม)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กานดา พูนลาภทวี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พัชรี วงษ์เกษม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปราณี)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญาของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปราณี)
วันที่ 15 เดือน มกราคม พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

การทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ อาจารย์ ดร.พัชรี วงษ์เกษม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กานดา พูนลาภทวี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปราณี ที่กรุณาเป็นประธานและเป็นกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการปรับแก้ดุษฎีนิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นิลกรณ์ ที่ให้คำแนะนำในเรื่องการจำลองข้อมูล ทำให้ดุษฎีนิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบาบอ มามา พี่สาว น้องชาย และหลาน ๆ ที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ประสพชัย พสุนนท์ อาจารย์ ดร.นพมาศ อัครจันทโชติ อาจารย์พัชนา สุวรรณเสน และอาจารย์สุดคนึง ณ ระนอง และเพื่อน ๆ ในสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญาที่ช่วยเป็นธุระในการสอบ ช่วยติดตามงาน และคอยให้กำลังใจในยามท้อถอย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาเพื่อศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก

คุณค่าและประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้ และขอดุอาอฺจากพระผู้เป็นเจ้า ผู้ทรงเมตตากรุณาปรานี ดลบันดาลให้ทุกท่านจงมีความสุข ประสบความสำเร็จ และได้รับการคุ้มครองทั้งในโลกนี้และโลกหน้า

อาฟีฟี ลาเต๊ะ

53810024: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: ความเป็นเอกมิติ/ การวิเคราะห์คู่ขนาน/ บูทสแตร๊ป
อาฟีฟี ลาเต๊ะ : การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีการวิเคราะห์คู่ขนานบูทสแตร๊ปแบบปรับใหม่ (AN EXAMINING OF UNIDIMENSIONALITY OF ACHIEVEMENT TEST USING ADJUSTED BOOTSTRAP PARALLEL ANALYSIS METHOD)
คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: เสรี ชัดแช้ม, ค.ด., พัชรี วงษ์เกษม, ปร.ด. 150 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิธีที่พัฒนามีชื่อว่า วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยใช้วิธีการสุ่มซ้ำในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn’s Parallel Analysis นำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีดั้งเดิมคือ วิธี Horn’s Parallel Analysis ภายใต้ 90 สถานการณ์ของ 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความยาวของแบบทดสอบ 2) ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และ 3) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ผลการศึกษาปรากฏว่า วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่าวิธี Horn’s Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ 64 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ (6 สถานการณ์ไม่สามารถคำนวณค่าไอเกนได้ เนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมทริกซ์ข้อมูลมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นผลให้เมทริกซ์มีรูปแบบเป็นเมทริกซ์เอกฐาน) และพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ 80 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ซึ่งมีความเป็นเอกมิติได้ถูกต้อง ทั้งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99

53810024: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE
Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: UNIDIMENSIONALITY/ PARALLEL ANALYSIS/ BOOTSTRAP
AFIFI LATEH: AN EXAMINING OF UNIDIMENSIONALITY OF ACHIEVEMENT TEST USING ADJUSTED BOOTSTRAP PARALLEL ANALYSIS METHOD. ADVISORY COMMITTEE: SEREE CHADCHAM, Ph.D., PATCHAREE WONGKASEM, Ph.D. 150 P. 2015.

The objective of this research was to determine the efficiency of assessing the unidimensionality of an achievement test by using an adjusted bootstrap parallel analysis, and to compare results found when applying the original method, Horn's parallel analysis. Eighty-four simulated tests of varying length and sample size were employed in the study, with eigenvalues extracted via exploratory factor analysis. Horn's parallel analysis was compared with results found after bootstrap resampling was used as the initial step in Horn's method, and was evaluated the adjusted bootstrap parallel analysis method from grade 8 of Thai achievement test subject.

A comparison of eigenvalue magnitudes found the adjusted bootstrap parallel analysis method to be a more efficient procedure for testing unidimensionality in 64 of the 84 simulated tests. In addition, the eigenvalue frequency distribution resulting after bootstrap resampling more closely followed expected outcomes at the 95^{th} and 99^{th} percentiles in 80 of the 84 simulations. Adjusted bootstrap parallel analysis method was able to detect the rate of correctly unidimensionality of Thai achievement test.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ตอนที่ 1 วิธี Bootstrap และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ตอนที่ 2 ความเป็นเอกมิติ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
ตอนที่ 3 วิธีการประเมินจำนวนมิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
3 วิธีดำเนินการวิจัย	37
ตอนที่ 1 การพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn’s Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล	41
ตอนที่ 3 การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis	44
4 ผลการวิจัย	47
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	47
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn’s Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis	72
5	สรุปและอภิปรายผล	74
	สรุปผลการวิจัย	74
	อภิปรายผล	76
	ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม		79
ภาคผนวก		83
	ภาคผนวก ก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	84
	ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ ขั้นความเข้าใจของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	97
	ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย	110
	ภาคผนวก ง โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	125
ประวัติย่อของผู้วิจัย		150

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน 51

4-2 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95..... 55

4-3 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99..... 59

4-4 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเก..... 63

4-5 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95..... 67

4-6 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99..... 70

4-7 ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย..... 72

4-8 ผลของจำนวนมิติในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis..... 73

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis..... 7
2-1 รูปแบบของความเป็นเอกมิติรวม และความเป็นเอกมิติจำแนกตามมิติ..... 16
2-2 กราฟเส้นค่าไอเกนจากข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95..... 24
3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในภาพรวม..... 37
3-2 การดำเนินการด้วยวิธี Horn’s Parallel Analysis..... 38
3-3 การดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis..... 40
3-4 ขั้นตอนการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 41
3-5 ขั้นตอนการดำเนินงานในการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn’s Parallel Analysis..... 43
3-6 ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis..... 45
4-1 แผนผังการดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis..... 49
4-2 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 52
4-3 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ..... 52
4-4 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ..... 53
4-5 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ..... 53
4-6 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ..... 54
4-7 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 56
4-8 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ..... 56
4-9 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ..... 57
4-10 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ..... 57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า
4-11 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ..... 58
4-12 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 60
4-13 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ..... 60
4-14 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ..... 61
4-15 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ..... 61
4-16 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ..... 62
4-17 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 64
4-18 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ..... 64
4-19 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ..... 65
4-20 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ..... 65
4-21 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ..... 66
4-22 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-23 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ..... 68

4-24 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ..... 71

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนากระบวนการคิด หรือกระบวนการพุทธิปัญญาของผู้เรียน (Cognitive Process) เป็นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมองของผู้เรียนอันเกี่ยวข้องกับความรู้ ความคิด และการแก้ปัญหา โดยมีแนวคิดที่เรียกว่า Bloom's Taxonomy 1956 ซึ่งเสนอโดย Bloom et al. (1956) หรือแนวคิดที่ปรับใหม่ที่เรียกว่า Anderson and Krathwohl's Taxonomy 2001 ซึ่งเสนอโดย Anderson and Krathwohl (2001) โดยแนวคิดของ Bloom et al. (1956) ได้แบ่งมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาออกเป็นลำดับขั้น 6 ขั้น คือ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) ส่วนแนวคิดของ Anderson and Krathwohl (2001) ได้แบ่งมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาออกเป็นขั้นความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating)

แนวทางหนึ่งใน การพัฒนากระบวนการพุทธิปัญญาตามแนวคิดข้างต้น คือ การใช้แบบทดสอบจากการสร้างข้อคำถามที่อิงตามกระบวนการพุทธิปัญญาในแต่ละขั้น หากครู หรือผู้สอนสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะขั้นความเข้าใจ ผู้เรียนก็จะแสดงออกผ่านข้อคำถามด้วยกระบวนการพุทธิปัญญาขั้นความเข้าใจ ในทำนองเดียวกัน หากครู หรือผู้สอนสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะขั้นการวิเคราะห์ ผู้เรียนก็จะแสดงออกผ่านข้อคำถามด้วยกระบวนการพุทธิปัญญาขั้นการวิเคราะห์ โดยในแบบทดสอบหนึ่งชุด ครู หรือผู้สอนสามารถสร้างข้อคำถามให้สามารถวัดกระบวนการพุทธิปัญญาเพียงขั้นใดขั้นหนึ่ง หรือหลายขั้นรวมกัน หากแบบทดสอบชุดใด ครู หรือผู้สอนต้องการวัดกระบวนการพุทธิปัญญาเพียงขั้นเดียวแสดงว่าแบบทดสอบชุดนั้นต้องมีความเป็นเอกมิติ (Unidimensional Test) ขณะที่แบบทดสอบชุดใด ครู หรือผู้สอนต้องการวัดกระบวนการพุทธิปัญญา 2 ขั้นขึ้นไปแสดงว่าแบบทดสอบชุดนั้นประกอบไปด้วยหลายมิติ หรือพหุมิติ (Multidimensional Test) อาจสรุปได้ว่าลักษณะแบบทดสอบที่จะเป็นเอกมิติได้นั้น ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องวัดความสามารถ หรือคุณลักษณะเดียว ขณะที่ลักษณะแบบทดสอบที่จะเป็นพหุมิตินั้น ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องวัดความสามารถ หรือคุณลักษณะได้มากกว่าหนึ่งคุณลักษณะ

แม้ว่าแบบทดสอบได้ใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบระดับความรู้ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่มีอยู่เดิม ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ ความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรม หรือเป็นความรู้ที่เป็นผลจากการเรียนรู้ โดยได้ใช้อย่างแพร่หลายในหลาย ๆ สาขา ครู ผู้สอน หรือผู้ใช้แบบทดสอบควรตรวจสอบคุณสมบัติของแบบทดสอบเพื่อให้แบบทดสอบนั้น ๆ มีคุณภาพ หรือมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบบทดสอบแต่ละชุดต้องมีคุณสมบัติความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) นั่นคือ วัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด หรือวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด อีกทั้งยังต้องมีคุณสมบัติความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) เครื่องมือที่มีความตรงตามโครงสร้าง หรือความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์นั้น ต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามโครงสร้างทฤษฎี หรือวัดคุณลักษณะได้ตรงกับสภาพเป็นจริงในปัจจุบันและทำนายคุณลักษณะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ตามลำดับ ในขณะที่เครื่องมือที่มีความ

เชื่อมั่นนั้นต้องมีความสม่ำเสมอ หรือความคงที่ของค่าที่วัดได้โดยใช้เครื่องมือเดิม วัดจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิม และวัดในพื้นที่เดิม (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2555, หน้า 15-16)

วิธีตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบมีหลายวิธี เช่น วิธี Know-Groups Technique or Contrast Groups วิธี Multitrait-Multimethod และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) วิธี Knows-Groups Technique or Contrast Groups เป็นวิธีการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง โดยการนำแบบทดสอบไปตรวจสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน รวมทั้งมีคุณลักษณะตามโครงสร้างที่ต้องการวัดตรงข้ามกัน โดยกลุ่มหนึ่งมีคุณลักษณะที่ต้องการวัดสูง อีกกลุ่มหนึ่งมีคุณลักษณะที่ต้องการวัดต่ำ จากนั้นนำข้อมูล 2 ชุดที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมาวิเคราะห์ความแตกต่าง หากผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า แบบทดสอบมีความตรงตามโครงสร้าง ในขณะที่วิธี Multitrait-Multimethod เป็นวิธีตรวจสอบความตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) และความตรงเชิงจำแนก (Divergent or Discriminant Validity) นั่นคือแบบทดสอบสามารถวัดค่าตัวแปรได้เท่ากับแบบทดสอบฉบับมาตรฐานซึ่งวัดตัวแปรที่มีโครงสร้างทฤษฎีเหมือนกัน และวัดค่าตัวแปรได้ต่างกับแบบทดสอบฉบับมาตรฐานซึ่งวัดตัวแปรที่มีโครงสร้างทฤษฎีต่างกัน โดยวัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเก็บรวบรวมในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันทั้ง 2 ฉบับ หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงในการตรวจสอบความตรงเชิงเหมือนแสดงว่า แบบทดสอบมีความตรงเชิงเหมือน และหากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่ำในการตรวจสอบความตรงเชิงจำแนกแสดงว่า แบบทดสอบมีความตรงเชิงจำแนก (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2555, หน้า 143-165)

สำหรับการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) ในการพัฒนาแบบทดสอบซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้สำหรับตัวแปรพหุเพื่อสำรวจหรือค้นหาตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรสังเกตได้หรือวัดได้ผ่านความสัมพันธ์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มตัวแปรดังกล่าว เพื่อให้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวแปรตรงตามโครงสร้างทฤษฎี โดยตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้เหล่านี้จะเรียกว่า “มิติ หรือ องค์ประกอบ” ซึ่งหมายรวมถึงการพิจารณาลำดับขั้น หรือจำนวนมิติของแบบทดสอบอิงตามกระบวนการพุทธิปัญญาที่ได้สร้างไว้นั้นก็สามารถกระทำได้ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อพิจารณาความเป็นเอกมิติ หรือพหุมิติของแบบทดสอบได้เช่นกัน

วิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ส่วนใหญ่แล้วจะใช้กฎที่เสนอโดย Kaiser (1960) หรือแผนภาพ Scree Plot ที่เสนอโดย Cattell (1966) กฎของ Kaiser จะพิจารณาจำนวนมิติจากค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1.0 กล่าวคือ หากมิติใดมีค่าไอเกนน้อยกว่า 1.0 แสดงว่ามิตินั้นไม่ควรนำไปอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรทั้งหมดที่ศึกษา ในขณะที่แผนภาพ Scree Plot จะพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมจากกราฟเส้นระหว่างค่าไอเกนแต่ละค่า (แกน y) กับลำดับของมิติที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนดังกล่าว (แกน x) โดยเรียงจากค่าไอเกนที่มากที่สุดถึงค่าไอเกนที่น้อยที่สุด ค่าไอเกนในตำแหน่งท้าย ๆ จะมีค่าน้อยมาก สามารถพิจารณาจากจุดที่มีลักษณะที่เรียกว่า ข้อศอก (Elbow) ซึ่งจากจุดนั้นค่าไอเกนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ (ความชันเริ่มน้อยลง) มิติที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนเหล่านั้นจะให้ค่าความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นน้อยมาก จึงสามารถละทิ้งได้ ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการประเมินจำนวนมิติขึ้นอีกหลายวิธี เช่น การทดสอบโดย Sphericity Test (Bartlett, 1950) การทดสอบโดย Bartlett’s Chi-square Test (Bartlett, 1954) การทดสอบโดย Lawley’s Test (Lawley, 1956) การทดสอบโดย Anderson Test (Anderson, 1963) วิธี Horn’s Parallel

Analysis (Horn, 1965) วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation (Velicer, 1976) วิธี Broken-Stick (Frontier, 1976 cited in Peres-Neto, Jackson, & Somers, 2003) กระบวนการ Random Intercepts (Hubbard & Pandit, 1984) การทดสอบโดย Bentler and Yuan Test (Bentler & Yuan, 1996) การทดสอบโดย Scree Test Optimal Coordinate และ Scree Test Acceleration Factor (Raiche, Riopel, & Blais, 2006)

อย่างไรก็ตาม นักวิจัยหลายท่านยังได้ประยุกต์วิธีข้างต้นเพื่อใช้ในการประเมินจำนวนมิติให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น Jackson (1993) ได้เสนอวิธี Bootstrap Kaiser และ Bootstrap Eigenvalue-Eigenvector หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003) ได้เสนอวิธี Randomized Eigenvector, Bootstrap Eigenvector และ Bootstrap Broken-Stick หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2005) ได้เสนอวิธี Bootstrap Eigenvalue โดยนำกฎของ Kaiser หรือวิธี Broken-Stick หรือวิธี Horn's Parallel Analysis หรือกระบวนการ Randomization มาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจำนวนมิติ และได้เสนอวิธี Random Average ภายใต้กระบวนการ Permutation, Randomization และภายใต้วิธี Bootstrap เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจำนวนมิติ รวมทั้ง Finch and Monahan (2008) ได้เสนอวิธี Bootstrap Modified Parallel Analysis โดยได้นำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมาประยุกต์กับวิธี Horn's Parallel Analysis และนำวิธี Bootstrap มาร่วมในขั้นตอนการคำนวณ

จากการประยุกต์วิธีการที่ใช้ในการประเมินจำนวนมิติให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นนั้น กระบวนการทำซ้ำเป็นที่นิยมใช้มากขึ้น อาจเนื่องมาจากกระบวนการดังกล่าวไม่ขึ้นกับการแจกแจงของค่าสังเกตได้ (Distribution Free) และยังลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วย เช่น วิธี Bootstrap ซึ่งเสนอโดย Efron (1979) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยการสร้างตัวอย่างชุดใหม่หลาย ๆ ชุด ที่เรียกว่าตัวอย่าง Bootstrap ด้วยวิธีการสุ่มซ้ำแบบใส่คืนจากกลุ่มตัวอย่างเพียงชุดเดียว จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จากชุดตัวอย่างดังกล่าว อย่างไรก็ตาม กระบวนการทำซ้ำอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ได้แก่ วิธี Jackknife เสนอโดย Quenouille (1956) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยการสร้างตัวอย่างชุดใหม่หลาย ๆ ชุด ที่เรียกว่าตัวอย่าง Jackknife ด้วยวิธีการตัดหน่วยตัวอย่างทีละ 1 ค่า (หรือ k ค่า) วนครบทุกค่าจากกลุ่มตัวอย่างเพียงชุดเดียว จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จากชุดตัวอย่างที่ตัดหน่วยตัวอย่างออกดังกล่าว สำหรับวิธี Bootknife ที่นำเสนอโดย Hesterberg (1997) เป็นวิธีที่ผสมผสานระหว่างวิธี Jackknife กับ Bootstrap เข้าด้วยกัน นั่นคือ เป็นการสร้างตัวอย่างชุดใหม่หลาย ๆ ชุด ที่เรียกว่าตัวอย่าง Bootknife ด้วยวิธีการตัดหน่วยตัวอย่างทีละ 1 ค่า วนครบทุกค่าจากกลุ่มตัวอย่างเพียงชุดเดียว และมีการสุ่มซ้ำแบบใส่คืนจากตัวอย่างที่เหลือให้ได้ครบจำนวนตามตัวอย่างเดิม จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จากชุดตัวอย่างดังกล่าว ด้วยวิธีนี้สามารถลดความลำเอียงจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดำเนินการด้วยวิธี Bootstrap ได้ ดังเช่น งานวิจัยของ Hesterberg (1997, 1999, 2004)

วิธี Horn's Parallel Analysis ที่เสนอโดย Horn (1965) เป็นวิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามวิธีการหนึ่งที่ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ นั่นคือ ผลของจำนวนมิติที่สกัดได้มีจำนวนไม่มาก (Over Extraction) หรือน้อยเกินไป (Under Extraction) ดังเช่น ผลจากงานวิจัยของ Humphreys and Ilgen (1969) Humphreys and Montanelli (1975) Zwick and Velicer (1986) Silverstein (1987) Parry and McArdle (1991) Glorfeld (1995) Keeling (2000) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2005) โดย

วิธี Horn's Parallel Analysis มีขั้นตอน 3 ขั้นดังนี้ 1) การจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริง 2) หาค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง และ 3) หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากค่าไอเกนของการจำลองทั้งหมด เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากข้อมูลจำลองแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงซึ่งเป็นข้อมูลส่วนที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากข้อมูลจำลองซึ่งเป็นข้อมูลส่วนที่ 2 แสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษา ต่อมา Buja and Eyuboglu (1992) ได้เสนอให้ใช้ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 หรือ 99 แทนค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนเพื่อให้สอดคล้องกับความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ I

การประเมินจำนวนมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis ในงานวิจัยข้างต้นดำเนินการด้วยการจำลองข้อมูลอิงข้อมูลในสเกลอันตรภาค หรืออัตราส่วน (Interval or Ratio Scale) ที่มีจำนวนตัวแปรและค่าสังเกตได้ที่กำหนดไว้ จากนั้นใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันหาค่าไอเกน รวมทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือ 99 เพื่อพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสม ในกรณีข้อมูลอยู่ในสเกลอันดับ (Ordinal Scale) งานวิจัยของ Cho, Li, and Bandalos (2009) ได้ดำเนินการด้วยการจำลองข้อมูลที่มีจำนวนตัวแปรและกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ จากนั้นใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์แบบ Polychoric หาค่าไอเกน รวมทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือ 99 เพื่อพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสม ในกรณีการดำเนินการในข้อมูลสเกลนามบัญญัติ (Nominal Scale) นั้น งานวิจัยของ Weng and Cheng (2005) และ Tran and Formann (2009) ได้ประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบจากจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ จากนั้นใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หรือสหสัมพันธ์แบบ Phi หรือสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric หาค่าไอเกน รวมทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือ 99 เพื่อพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมต่อไป ผลการวิจัยข้างต้นปรากฏว่าสหสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกันให้ผลของประสิทธิภาพการประเมินจากการประเมินด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis ที่ไม่ต่างกัน

เนื่องจากงานวิจัยที่ใช้วิธี Bootstrap เสนอโดย Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) นั้น ได้นำวิธี Bootstrap มาใช้ในการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และนำวิธี Horn's Parallel Analysis มาเป็นเกณฑ์ในการประเมินจำนวนมิติ กล่าวคือ งานวิจัยของ Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) ได้นำวิธี Bootstrap สุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจในข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจริง เพื่อให้ได้ค่าไอเกนหรือเวกเตอร์ไอเกนตามกระบวนการ Bootstrap จากนั้นได้หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ในข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจำลอง หากค่าไอเกนจากชุดข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากชุดข้อมูลจำลองแสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษา

ดังนั้นหากได้นำวิธี Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของข้อมูลส่วนที่ 2 จากวิธี Horn's Parallel Analysis แทนการใช้ในขั้นตอนของการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนตามที่งานวิจัยของ Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) เสนอ น่าจะทำให้ผลการประเมินมีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือ หากได้นำวิธี Bootstrap มาใช้ในข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจำลอง โดยดำเนินการหลังจากการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงด้วยการสุ่มซ้ำ

แบบใส่คืน เพื่อให้ได้ค่าไอเกนของข้อมูลในแต่ละครั้งของการสุ่มซ้ำตามวิธี Bootstrap จนได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบต่อไป โดยในข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจริงนั้นเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อให้ได้ค่าไอเกนเก็บไว้ไปใช้ในการเปรียบเทียบตามวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งต่างกับแนวทางที่เสนอโดย Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) ที่นำวิธี Horn's Parallel Analysis มาเป็นเกณฑ์ในการประเมินจำนวนมิติ ในขณะที่วิธีที่เสนอเป็นการนำวิธี Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธี Bootstrap มาใช้ในการสุ่มค่าสังเกตได้จากกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อเป็นการนำเสนอทางเลือกใหม่ในการประเมินจำนวนมิติให้ถูกต้องและสอดคล้องกับมิติจริงที่ได้กำหนดไว้ โดยการดำเนินการด้วยกระบวนการข้างต้นกระทำในข้อมูลที่มีรูปแบบการให้คะแนนแบบสองค่า (Binary Data) ได้แก่ ตอบถูกมีค่าเป็น 1 ตอบผิดมีค่าเป็น 0 เพื่อประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบโดยใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการหาค่าไอเกน รวมทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือ 99 เพื่อพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสม วิธีใหม่ข้างต้นเรียกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เพื่อใช้ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำวิธีดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อประเมินประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ด้วยการพิจารณาจากอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติข้างต้นเพื่อให้ทราบว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แม้ว่าปัจจุบันแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามมักสร้างให้มีความเป็นพหุมิติเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ หรือตัวชี้วัด หรือวัตถุประสงค์ที่มุ่งวัดความสามารถหลายระดับ หรือมุ่งวัดพฤติกรรมหลายพฤติกรรม แต่ยังมีแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามเฉพาะเรื่อง หรือบางประเด็นเนื้อหาที่ผู้พัฒนายังต้องการวัดความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่ามีความเป็นเอกมิติมาตรวจสอบด้วยวิธีการใหม่ที่นำเสนอว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้จะเป็นสารสนเทศที่สำคัญในการประยุกต์การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อยืนยันจำนวนมิติว่าตรงกับที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ 90 สถานการณ์ของ 3 ปัจจัย คือ ความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

3. เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธี Horn's Parallel Analysis ที่เสนอโดย Horn (1965) เป็นวิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามวิธีการหนึ่งที่ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ผลของจำนวนมิติที่สกัดได้มีจำนวนไม่มาก (Over Extraction) หรือน้อยเกินไป (Under Extraction) วิธีการนี้เป็นการจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงเพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง นั่นคือ หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากการจำลองแสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อสอบหรือตัวแปรที่ศึกษา โดยวิธี Horn's Parallel Analysis เป็นการเปรียบเทียบค่าไอเกนจากชุดข้อมูลจริงกับค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ขั้นตอนการดำเนินการประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ชุดข้อมูลจริง (Real Data Set)

หาค่าไอเกนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ส่วนที่ 2 ชุดข้อมูลจำลอง (Simulate Data Set)

1. จำลองข้อมูลที่มีรูปแบบคล้ายกับชุดข้อมูลจริง ด้วยความยาวของแบบทดสอบ p ข้อ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n ตัวอย่าง จำนวน m ชุด

2. หา ค่าไอเกนจากชุดข้อมูลจำลอง จำนวน m ชุดข้างต้น ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

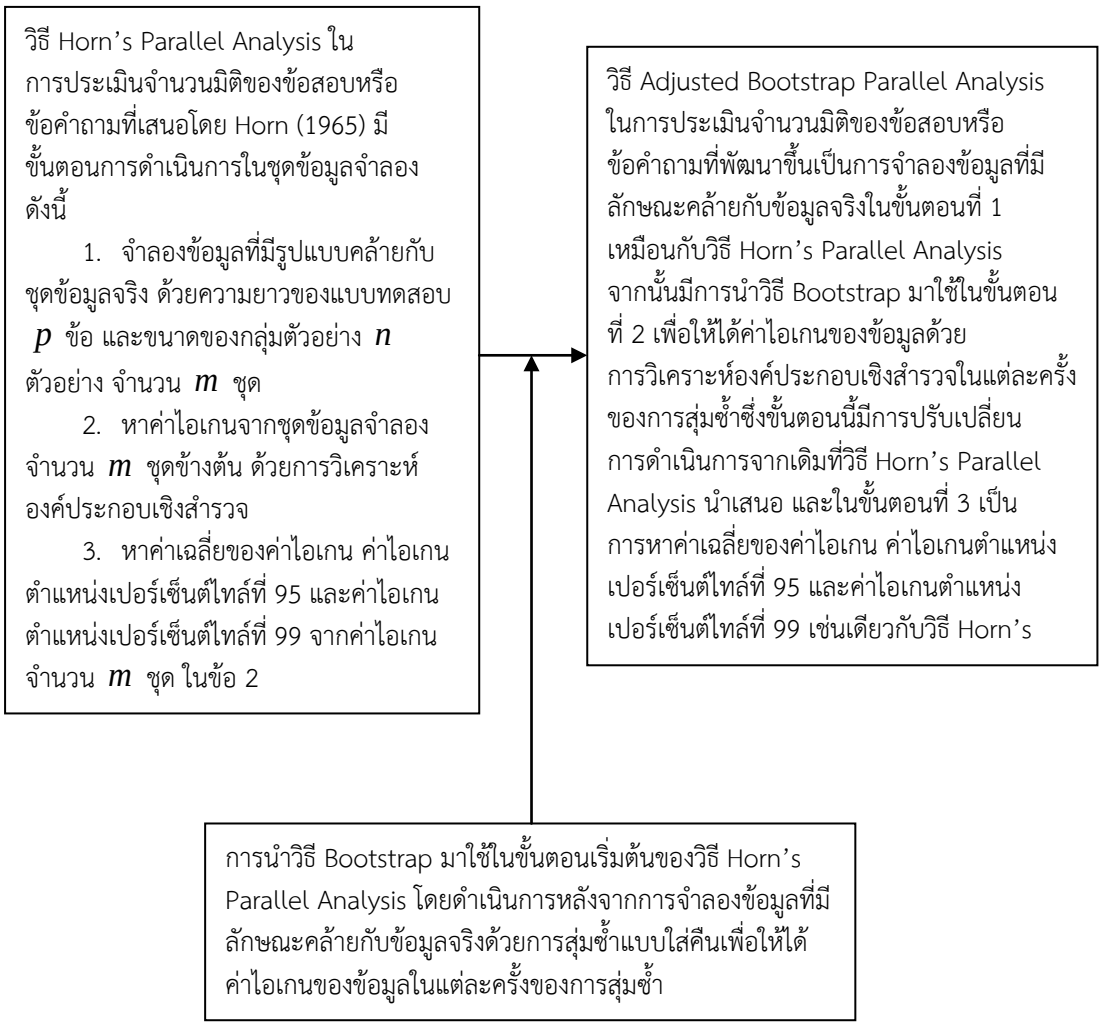
3. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าไอเกนจำนวน m ชุด ในข้อ 2

เมื่อได้ค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง และค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจำลองแล้ว เปรียบเทียบค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง กับค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของชุดข้อมูลจำลอง หากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงในลำดับที่ k เมื่อ $k = 1,2,...,p$ มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนของชุดข้อมูลจำลอง (หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99) ในลำดับเดียวกัน ให้นับเป็นมิติที่สกัดได้

กระบวนการทำซ้ำได้นำมาประยุกต์ในขั้นตอนวิธีการประเมินจำนวนมิติให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงได้นำแนวคิดวิธี Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis แทนการใช้ในขั้นตอนของการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนตามที่งานวิจัยของ Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) เสนอ ซึ่งน่าจะทำให้ผลการประเมินจำนวนมิติมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะเป็นการทำซ้ำด้วยจำนวนครั้งที่มากพอตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis และได้ใช้กับข้อมูลที่มีรูปแบบการให้คะแนนแบบสองค่า (Binary Data) ได้แก่ ตอบถูกมีค่าเป็น 1 ตอบผิดมีค่าเป็น 0 เพื่อประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบ รวมทั้งได้ใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อหาค่าไอเกน ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่ง

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 99 ในการพิจารณาจำนวนมิติ ซึ่งจากผลการวิจัยของ Weng and Cheng (2005) Cho, Li, and Bandalos (2009) และ Tran and Formann (2009) ปรากฏว่า สหสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกันให้ผลของประสิทธิภาพการประเมิน จากการประเมินด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis ที่ไม่ต่างกัน โดยวิธีใหม่นี้เรียกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ดังนั้นกรอบแนวคิดในการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis แสดงดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

สมมติฐานของการวิจัย

จากกรอบแนวคิดในการวิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis

2. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ต่ำกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis

3. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยได้ถูกต้องทั้งการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn's Parallel Analysis

2. ได้วิธีใหม่ในการประเมินจำนวนมิติ หรือองค์ประกอบของแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามว่ามีความเป็นเอกมิติ หรือพหุมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำมากขึ้น

3. เป็นแนวทางแก่ผู้พัฒนาแบบทดสอบ และนักวิจัยในการเลือกใช้วิธีตรวจสอบจำนวนมิติหรือองค์ประกอบของแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามให้ถูกต้องและสอดคล้องกับมิติหรือองค์ประกอบจริงที่ได้กำหนดไว้

ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับข้อมูลจำลองเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

1. การจำลองข้อมูลได้ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเป็นดังนี้

$$X = \lambda F + (1-\lambda^2)^{1/2} \times E$$

เมื่อ X แทน ค่าของตัวแปรต่อเนื่องที่ได้จากการจำลองข้อมูล

λ แทน น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)

F แทน คะแนนองค์ประกอบ (Factor Score) หรือคะแนนความสามารถ (Ability Score)

E แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) หรือความคลาดเคลื่อนของข้อคำถาม (Item Error)

โดย F และ E มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

จากนั้นได้ใช้คะแนน z เป็นเกณฑ์จุดตัดเพื่อแปลงค่าของตัวแปรต่อเนื่องให้เป็นคะแนนแบบสองค่าตามแนวทางของ Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005)

2. การวิจัยนี้ศึกษาภายใต้ 3 ปัจจัย จำนวน 90 สถานการณ์ ตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น $n \geq 3p/2$ ของ Weng, Lee, and Wu (2003) โดยการกำหนดระดับความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับของค่าน้ำหนักองค์ประกอบอิงตามแนวทางของ Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005) ซึ่งทั้ง Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005) ได้ศึกษาปัจจัยด้านความยาวของแบบทดสอบ 2 ระดับคือ 8 ข้อ และ 20 ข้อ และปัจจัยด้านค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 3 ระดับคือ 0.45, 0.70 และ 0.90 สำหรับปัจจัยด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่างนั้น Parry and McArdle (1991) ได้ศึกษา 3 ขนาดคือ 50 100 200 ตัวอย่าง ในขณะที่ Weng and Cheng (2005) ได้ศึกษา 5 ขนาดคือ 50 100 200 500 และ 1000 ตัวอย่าง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาปัจจัยดังกล่าวข้างต้นอิงตามแนวทางของ Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005) โดยเพิ่มระดับ

ของความยาวของแบบทดสอบอีก 3 ระดับคือ 30 40 และ 50 ข้อ และเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างอีก 2 ขนาดคือ 30 และ 300 ตัวอย่างดังต่อไปนี้

1.1 ความยาวของแบบทดสอบ (p) กำหนด 5 ระดับ ได้แก่

1) 10 ข้อ
2) 20 ข้อ
3) 30 ข้อ
4) 40 ข้อ
5) 50 ข้อ

1.2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) กำหนด 7 ขนาด ได้แก่

1) 30 ตัวอย่าง
2) 50 ตัวอย่าง
3) 100 ตัวอย่าง
4) 200 ตัวอย่าง
5) 300 ตัวอย่าง
6) 500 ตัวอย่าง
7) 1000 ตัวอย่าง

1.3 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λ) กำหนด 3 ระดับ ได้แก่

1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในระดับต่ำ คือ 0.45
2) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในระดับปานกลาง คือ 0.70
3) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในระดับสูง คือ 0.90

การศึกษาภายใต้ 3 ปัจจัย ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ 5 ระดับ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 7 ขนาด และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 3 ระดับ รวมจำนวน 105 สถานการณ์ แต่ได้ใช้เงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น $n \geq 3p/2$ ของ Weng, Lee, and Wu (2003) ได้จำนวน 90 สถานการณ์ โดยตัดกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 30 ความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 40 และ 50 ในทุกระดับของค่าน้ำหนักองค์ประกอบและขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 ความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 และ 50 ในทุกระดับของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ รวมจำนวน 15 สถานการณ์

3. ในแต่ละสถานการณ์ของการจำลอง ทำซ้ำ 100 ครั้งซึ่งการทำซ้ำจำนวน 100 ครั้งเป็นการทำซ้ำที่หลาย ๆ งานวิจัยได้ดำเนินการ อาทิ งานวิจัยของ Cho, Li, and Bandalos (2009) Dinno (2009) หรือ Crawford et al. (2010) โดยงานวิจัยของ Humphreys and Montanelli (1975) ได้ใช้จำนวนซ้ำเพียง 30 และ 40 ครั้งเท่านั้น

เนื่องจากวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ได้จำลองข้อมูลจากการแจกแจงที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริง เพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง ดังนั้นในข้อมูลจำลองนี้จึงต้องจำลองทั้งชุดข้อมูลจริง และชุดข้อมูลจำลองในลักษณะคู่ขนานกันนำไปสู่การเปรียบเทียบค่าไอเกนที่ได้จากชุดข้อมูลจริงกับค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ได้จากชุดข้อมูลจำลองตลอดจนค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

4. เกณฑ์ที่ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพ คือ อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn's Parallel Analysis

5. จากการกำหนดระดับความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และระดับของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และวิธีการประเมินจำนวนมิติเป็นปัจจัยที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแสดงตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยได้ดังนี้

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

ตัวแปรตาม ได้แก่ อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ และร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ

สำหรับข้อมูลจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าข้อสอบทุกข้ออยู่ในกระบวนการพุทธิปัญญาขั้นความเข้าใจเพื่อแสดงถึงความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการมัธยมศึกษาเขต 15 (เฉพาะจังหวัดปัตตานี) และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการมัธยมศึกษาเขต 15 (เฉพาะจังหวัดปัตตานี) จำนวน 300 คน

2. เมื่อได้คะแนนสอบจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว คำนวณหาค่าไอเกนจากคะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างซึ่งค่าไอเกนที่ได้เป็นค่าไอเกนของข้อมูลจริง จากนั้นจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงเพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลองตามแนวทางของวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าไอเกนของข้อมูลจริง

นิยามศัพท์เฉพาะ

มิติ (Dimension) หมายถึง ตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรสังเกตได้โดยวัดผ่านความสัมพันธ์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด ซึ่งอาจเรียกมิติว่า "องค์ประกอบ" ก็ได้

เอกมิติ (Unidimension) หมายถึง ลักษณะเด่นเพียงลักษณะเดียวของตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งเกิดจากการสกัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบตามแนวทางการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

วิธี Horn's Parallel Analysis หมายถึง วิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีการจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่คล้ายกับข้อมูลจริง เพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนแสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษา

วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis หมายถึง วิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีการจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่คล้ายกับข้อมูลจริง และได้นำกระบวนการ Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 แสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษา

ข้อมูลจำลอง (Simulate Data) หมายถึง กลุ่มข้อมูลที่ได้จากการจำลองภายใต้ปัจจัยด้านความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ชุดข้อมูลจริง (Real Data Set) หมายถึง กลุ่มข้อมูลส่วนที่ 1 เพื่อใช้ในการคำนวณค่าไอเกนของทั้ง 2 วิธีที่ศึกษา

ชุดข้อมูลจำลอง (Simulate Data Set) หมายถึง กลุ่มข้อมูลส่วนที่ 2 เพื่อใช้ในการคำนวณค่าไอเกน ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของทั้ง 2 วิธีที่ศึกษา

อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ (Unidimension Examine Corrected Rate) หมายถึง ร้อยละของการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ด้วยวิธี Bootstrap Parallel Analysis หรือวิธี Horn's Parallel Analysis มีจำนวนมิติเท่ากับ 1

ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป (Percentage Rate of over Extraction) หมายถึง จำนวนครั้งที่แต่ละวิธีไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเอกมิติ โดยมีจำนวนมิติเท่ากับ 2 3 4 5 หรือมากกว่า จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ 180 สถานการณ์ และเพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 วิธี Bootstrap และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 ความเป็นเอกมิติ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 วิธีการประเมินจำนวนมิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 วิธี Bootstrap และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธี Bootstrap เสนอโดย Efron (1979) เป็นกระบวนการเพื่อใช้ในการหาตัวประมาณของพารามิเตอร์ด้วยวิธีการนอนพาราเมตริก (Nonparametric Method) ที่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของข้อมูลโดยอาศัยหลักการสุ่มซ้ำ (Resampling) จากตัวอย่างสุ่มเพียงชุดเดียว หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยการสร้างตัวอย่างชุดใหม่หลาย ๆ ชุด ที่เรียกว่าตัวอย่าง Bootstrap ด้วยวิธีการสุ่มซ้ำแบบใส่คืน (Resampling) จากกลุ่มตัวอย่างเพียงชุดเดียว จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จากชุดตัวอย่างดังกล่าว กล่าวคือ เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืนขนาด n จากตัวอย่างสุ่มเพียงชุดเดียวเพื่อสร้างชุดตัวอย่างขนาด n ที่เป็นไปได้ นั่นคือ แทนที่จะสุ่มตัวอย่างซ้ำ ๆ จากประชากรที่มีฟังก์ชันการแจกแจง F โดยตรง ก็จะใช้การสุ่มตัวอย่างจาก Empirical Distribution Function (F_n) ของข้อมูลตัวอย่างโดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

สุ่มตัวอย่างมา n ตัว คือ $x_1, x_2, ..., x_n$ ที่เป็นอิสระกันมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ ให้ θ เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณในประชากรดังกล่าวและให้ θ_B เป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ด้วยวิธี Bootstrap ที่คำนวณจากข้อมูลตัวอย่างขนาด n และสร้างฟังก์ชันการแจกแจงโดยให้ความน่าจะเป็นของ $x_i, i = 1,2,...,n$ เป็น $1/n$ การสุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าจำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง $x_1, x_2, ..., x_n$ โดยค่าที่ได้จะคืนกลับไปในชุดตัวอย่างก่อนที่จะมีการสุ่มตัวอย่างครั้งต่อไป ให้ $x_1^*, x_2^*, ..., x_n^*$ เป็นชุดของตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มได้ซึ่งจะเรียกชุดของตัวอย่างดังกล่าวนี้ว่า ตัวอย่าง Bootstrap (Bootstrap Sample) ซึ่งการหาค่าประมาณด้วยวิธี Bootstrap มีขั้นตอนดังนี้

ครั้งที่ 1 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบใส่คืนจำนวน n ครั้ง จากชุดตัวอย่าง จะได้ $x_1^*, x_2^*, ..., x_n^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_1^*$

ครั้งที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบใส่คืนจำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง จะได้ $x_1^*, x_2^*, ..., x_n^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_2^*$

ครั้งที่ *B* ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบใส่คืนจำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง จะได้ $\mathrm{x}_1^*, \mathrm{x}_2^*, ..., \mathrm{x}_\mathrm{n}^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_\mathrm{B}^*$

ด้วยการทำซ้ำจำนวน *B* ครั้ง จะได้ค่าประมาณของ θ จำนวน *B* ตัว คือ $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, ..., \hat{\theta}_\mathrm{B}^*$ นำมาสร้างฮิสโตแกรม (Histogram) โดยกำหนดให้แต่ละตัวมีความน่าจะเป็นเท่ากันคือ $1/\mathrm{B}$ จะได้การแจกแจงของตัวสถิติตัวอย่าง Bootstrap (Bootstrap Sampling Distribution)

ให้ $\hat{\theta}_\mathrm{B}$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธี Bootstrap ซึ่งการหาค่าประมาณแบบจุดจะถูกกำหนดโดย

$$\hat{\theta}_\mathrm{B} = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{B}} \hat{\theta}_\mathrm{i}^*}{\mathrm{B}}$$

การหาค่าประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธี Bootstrap ที่ระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า $\mathrm{P}(\hat{\theta}_{\mathrm{BL}} < \theta < \hat{\theta}_{\mathrm{BU}}) = 1-\alpha$ ซึ่งจะหาจากการแจกแจงตัวสถิติตัวอย่าง Bootstrap ที่ได้นำมาจัดเรียงจากค่าน้อยไปหามาก จากนั้นคำนวณหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ $100(\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{\mathrm{BL}}$ และหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ $100(1-\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{\mathrm{BU}}$ ดังนั้นจะได้ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ด้วยวิธี Bootstrap คือ $[\hat{\theta}_{\mathrm{BL}}, \hat{\theta}_{\mathrm{BU}}]$

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธี Bootstrap โดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างวิธีการพาราเมตริกกับวิธีการนอนพาราเมตริก หรือเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทางนอนพาราเมตริกด้วยกัน เช่น

กัญญ์พัชญา พุทธะไชยทัศน์ (2552) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีประมาณการแจกแจงระหว่างวิธี Jackknife กับ Boostrap โดยประมาณพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่ง ทั้งการประมาณแบบจุดและการประมาณแบบช่วง ข้อมูลที่ใช้เป็นการแจกแจงปกติ ปลอมปน การแจกแจงชี้กำลัง และการแจกแจงแกมมา การจำลองข้อมูลทำซ้ำ 500 ครั้ง โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบจุด และใช้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบช่วง ผลการวิจัยปรากฏว่ากรณีการประมาณค่าแบบจุด 1) เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติปลอมปน วิธี Bootstrap มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณค่าเฉลี่ย ความเบ้ และความโด่ง ส่วนกระบวนการ Jackknife มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณความแปรปรวน 2) เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงชี้กำลังวิธี Bootstrap มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณความเบ้ และความโด่ง ส่วนวิธี Jackknife มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน และ 3) เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา วิธี Bootstrap มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณค่าเฉลี่ยความเบ้ และความโด่ง ส่วนวิธี Jackknife มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำกว่าในการประมาณความแปรปรวน สำหรับกรณีการประมาณค่าแบบช่วงพบว่าทุกค่าพารามิเตอร์ในทุกการแจกแจงวิธี Bootstrap มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุด

รุ่งตะวัน วัฒนธร และชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์ (2553) เปรียบเทียบวิธีการประมาณแบบช่วงสำหรับค่าเฉลี่ยประชากรเมื่อตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง ด้วยวิธี 6 วิธี คือ วิธี Wald

วิธี Score วิธี Adjust Wald วิธี Bayes’ วิธี Bootstrap Score และวิธี Bootstrap Bayes’ โดยใช้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุม และค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงความเชื่อมั่นเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ผลการวิจัยปรากฏว่า กรณีตัวอย่างมีขนาดเล็ก (n < 50) วิธีที่ให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนดและให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงความเชื่อมันแคบที่สุด ได้แก่ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 5 คือ วิธี Bayes’ ที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมา (0.5,3) และวิธี Bootstrap ที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมา (0.5,3) และแกมมา (1,2) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 คือ วิธี Bayes’ ที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมา (0.5,3) และวิธี Bootstrap Bayes’ ยกเว้นกรณีที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมา (0.5,2) เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 คือ วิธี bayes’ และวิธี Bootstrap Bayes’ ที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมา (1,2) กรณีตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (n ≥ 50) วิธีการประมาณค่าทุกวิธีให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด โดยที่วิธี Wald เป็นวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงความเชื่อมั่นแคบที่สุดในทุกค่าเฉลี่ยประชากรที่ทำการศึกษา

วริดา พลาศรี และสุพล ดุรงค์วัฒนา (2553) ได้เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงพหุเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ โดยเปรียบเทียบวิธี Ridge Regression กับวิธี Ridge Regression Bootstrap โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบจุด และใช้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบช่วง ผลการวิจัยปรากฏว่ากรณีการประมาณค่าแบบจุดพบว่ามากกว่าร้อยละ 97 ของสถานการณ์จำลองทั้งหมด วิธี Ridge Regression Bootstrap ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด กรณีการประมาณค่าแบบช่วงพบว่าร้อยละ 66 ของสถานการณ์จำลองทั้งหมด วิธี Ridge Regression Bootstrap ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุด

กมล บุษบา และอริญชย์ เพชรรัตน์ (2554) ศึกษาความแกร่งของวิธี Step-down Independent Bootstrap min P และวิธี Step-down Dependent Bootstrap min P ที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย กรณีที่มีทรีตเมนต์ควบคุมเปรียบเทียบกับสถิติทดสอบของดันเนตต์ โดยศึกษาภายใต้ลักษณะข้อมูลที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มัลที่มีความแปรปรวนในแต่ละทรีตเมนต์เท่ากัน กำหนดจำนวนทรีตเมนต์ที่ทำการศึกษามี 3 ทรีตเมนต์ และมีทรีตเมนต์ควบคุม 1 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์มีจำนวนหน่วยทดลองเท่ากัน คือ 3, 5, 7, 10 และ 15 กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ .05 กำหนดจำนวนรอบของการสุ่มซ้ำแบบ Bootstrap เท่ากับ 1,000 รอบ และกำหนดจำนวนการคัดลอกชุดข้อมูลตัวอย่างสุ่มสำหรับวิธีการสุ่มซ้ำแบบ Bootstarp ที่ไม่เป็นอิสระต่อกันเท่ากับ 2 และ 4 ชุด ตามลำดับ ทำการจำลองข้อมูลด้วยวิธี Monte Carlo ในแต่ละสถานการณ์จำนวน 1,000 ครั้ง ผลการศึกษาปรากฏว่า ภายใต้ข้อมูลที่มีการแจกแจงล็อกนอร์มัลที่มีความแปรปรวนในแต่ละทรีตเมนต์เท่ากัน สถิติทดสอบทุกตัวสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ I ได้ในทุกขนาดตัวอยางที่ทำการศึกษา และพบว่า วิธี Step-down Independent Bootstrap min P และวิธี Step-down Dependent Bootstrap min P มีกำลังการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบดันเนตต์ ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างน้อยมากคือเท่ากับ 3

สุวิตา ศักดิ์ชัยนันท์ (2554) ได้เปรียบเทียบวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นของผลต่างค่าเฉลี่ยสองประชากรที่อิสระกันในการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล 5 วิธี คือ วิธีความควรจะเป็นสูงสุด (ML) วิธีของ Zon วิธี Generalized Confidence Interval of Krisnamoorthy and Mathew (GK) วิธี Generalized Confidence Interval of Maiklad (TK) และวิธี Bootstrap Percentile (BP) จำลองข้อมูลด้วยวิธี Monte Carlo เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

ค่าความกว้างเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่น และค่าอคติสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่าวิธี GK และวิธี TK ให้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนดในทุกสถานการณ์ ส่วนวิธี BP และวิธีML ให้ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่กำหนด เมื่อพารามิเตอร์ความแปรปรวนจากทั้งสองประชากรมีค่าแตกต่างกันน้อย และวิธี BP จะให้ค่าความกว้างเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นน้อย เมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่

พรรณนา เอี่ยมสุวรรณ์ และทองคำ ไม้กลัด (2556) นำเสนอวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นค่าพิสัยควอร์ไทล์ด้วยการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณค่าพิสัยควอร์ไทล์โดยวิธีประมาณค่าการแจกแจงกับวิธี Bootstrap ใช้การจำ ลองข้อมูลจากประชากรที่มีการแจกแจงรูปแบบต่าง ๆ ด้วยขนาดตัวอย่าง n = 5, 10, 20, 25, 50, 75 และ 100 ด้วยโปรแกรม R ทำซ้ำ 5,000 ครั้งในแต่ละกรณีของขนาดตัวอย่างและการแจกแจง คำนวณช่วงความเชื่อมั่นของค่าพิสัยควอร์ไทล์จาก 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธี Bootstrap-t 2) วิธีการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณค่าพิสัยควอร์ไทล์ด้วยวิธี Bootstrap และ 3) วิธีการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณค่าพิสัยควอร์ไทล์ด้วยการประมาณการแจกแจง ผลการทดลองปรากฏว่า วิธี Bootstrap-t และวิธีการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณค่าพิสัยควอร์ไทล์ด้วยวิธี Bootstrap ให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมเข้าใกล้ .95 ที่กำหนดทุกการแจกแจงที่ศึกษาและทุกขนาดตัวอย่างที่กำหนด ยกเว้นการแจกแจง Beta (0.5, 0.5) ที่เมื่อ วิธี Bootstrap-t ให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมต่ำทุกขนาดตัวอย่างสำหรับวิธีประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวประมาณค่าพิสัย ควอร์ไทล์ด้วยการประมาณการแจกแจงให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมเข้าใกล้ .95 ทุกการแจกแจงที่ทำการทดลองเมื่อตัวอย่างมีขนาดไม่เล็กมาก

สรุปทิศทางงานวิจัย

วิธี Bootstrap ได้ใช้มาอย่างต่อเนื่องในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ด้วยตัวสถิติทดสอบดังผู้วิจัยต้องการ และมีแนวโน้มของการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธีการพาราเมตริก หรือมีความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธีการนอนพาราเมตริกด้วยกัน

ตอนที่ 2 ความเป็นเอกมิติ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า “ความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality)” ไว้หลายความหมายดังเช่น

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, หน้า 189) ให้ความหมายว่า ความเป็นเอกมิติ หมายถึง การที่มาตรวัดวัดคุณลักษณะรวมเพียงลักษณะเดียว

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2552) ให้ความหมายว่า ความเป็นเอกมิติ หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามวัดคุณลักษณะแฝงเดียวและมีคุณลักษณะแฝงเดียว

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร (2555, หน้า 19) ให้ความหมายว่า ความเป็นเอกมิติ หมายถึง คำถามในเครื่องมือวัดคุณลักษณะเดียวกัน หรือเป็นคำถามเอกพันธ์ (Homogeneity)

ในทางปฏิบัติไม่มีเครื่องมือหรือมาตรวัดใดที่สามารถวัดเพียงคุณลักษณะเดียว จึงสามารถแบ่งความเป็นเอกมิติได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2551, หน้า 190)

1. มิติที่เด่นเพียงมิติเดียว (Dominant Dimension) หมายถึง การพิจารณามิติ หรือองค์ประกอบที่เด่นเพียงมิติเดียว หรือองค์ประกอบเดียวด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และตัดสินจำนวนองค์ประกอบด้วยการทดสอบโดย Cattell's Scree Test

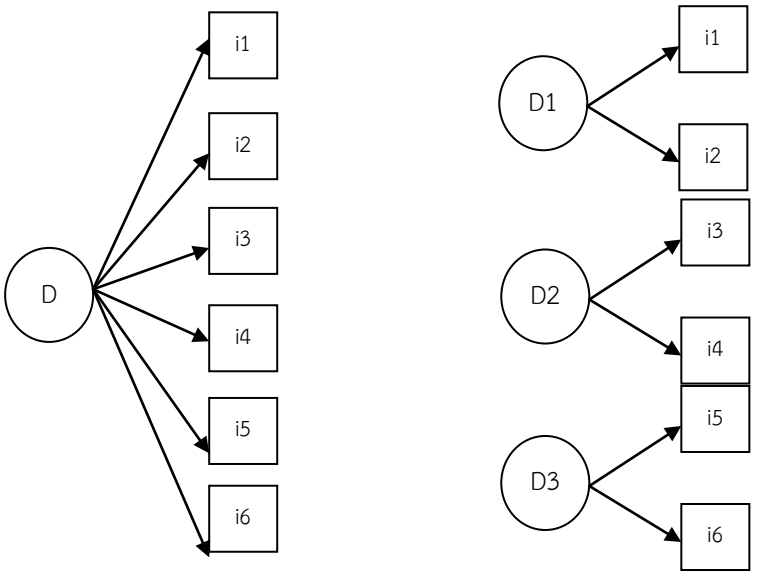
2. เอกมิติสำคัญ (Essential Unidimension) หมายถึง มาตรวัดนั้น ๆ วัดคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นส่วนใหญ่และอาจมีคุณลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้เพียงบางข้อคำถามซึ่งสามารถทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของแต่ละข้อคำถามด้วยการทดสอบแบบไคว์สแควร์

หรือ นักวิชาการบางท่านแบ่งความเป็นเอกมิติได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ (ชัยวิชิต เชียรชนะ, 2552)

1. ความเป็นเอกมิติรวม (Composite Approach) หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามวัดคุณลักษณะแฝงเดียวและมีคุณลักษณะแฝงเดียว

2. ความเป็นเอกมิติแยกตามมิติ (Consecutive Approach) หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามวัดคุณลักษณะแฝงเดียว แต่มีหลายคุณลักษณะแฝงทั้งนี้แต่ละคุณลักษณะแฝงไม่มีความสัมพันธ์กัน

สำหรับการแปลความหมายของความเป็นเอกมิติสามารถอธิบายตามความเหมาะสมของคุณลักษณะที่มุ่งวัด หากมีการอธิบายตามความเหมาะสมแบบเอกมิติรวมสามารถอธิบายโดยรวมคุณลักษณะเข้าด้วยกัน หากอธิบายตามความเหมาะสมแบบเอกมิติแยกตามมิติ ต้องแยกอธิบายแต่ละคุณลักษณะ โดยแต่ละคุณลักษณะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-1



เมื่อ D แทน มิติ หรือองค์ประกอบ i แทน ข้อคำถาม

ภาพที่ 2-1 รูปแบบของความเป็นเอกมิติรวม และความเป็นเอกมิติจำแนกตามมิติ

โดยสรุปสามารถกล่าวได้ว่า ความเป็นเอกมิติ หมายถึง การที่ข้อคำถามในมาตรวัดวัดลักษณะเด่นเพียงลักษณะเดียวของตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรสังเกตได้ซึ่งเกิดจากการสกัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบตามแนวทางการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้สำหรับตัวแปรพหุเพื่อสำรวจหรือค้นหาตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรที่สังเกตหรือวัดได้

ผ่านความสัมพันธ์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มตัวแปรดังกล่าว ตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้เหล่านี้เรียกว่า “องค์ประกอบ หรือมิติ” (ปราณี นิลกรณ์, 2540, หน้า 250) ตัวแปรต่าง ๆ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจนั้นจะมีองค์ประกอบร่วม (Common Factor) แฝงอยู่ แม้ว่าองค์ประกอบร่วมดังกล่าวไม่อาจวัดค่าได้ แต่ไม่อาจมองข้ามได้ จึงสามารถกำหนดตัวแปรหนึ่ง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ (Seber, 1984, p. 213)

$$\mathbf{x} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Lambda}\mathbf{f} + \mathbf{e}$$

เมื่อ $\mathbf{x} = (x_1,...,x_p)'$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $p \times 1$ ของตัวแปร

$\boldsymbol{\mu} = E(\mathbf{x})$ เป็นเวกเตอร์ค่าเฉลี่ย

$\boldsymbol{\Lambda}$ เป็นเมทริกซ์ขนาด $p \times m$ ของน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)

$\mathbf{f} = (f_1,...,f_m)'$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $m \times 1$ ขององค์ประกอบร่วม (Common Factors) ซึ่งไม่สามารถวัดค่าได้

$\mathbf{e} = (e_1,...,e_p)'$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $p \times 1$ ขององค์ประกอบเฉพาะ (Unique Factors หรือ Errors) ซึ่งไม่สามารถวัดค่าได้เช่นกัน

กำหนดให้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแทนด้วย $Cov(\mathbf{x}) = \boldsymbol{\Sigma}$ ภายใต้เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบร่วมที่กำหนดเป็น $E(\mathbf{f}) = 0$ $Cov(\mathbf{f}) = \boldsymbol{\Phi}$ เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบเฉพาะที่กำหนดเป็น $E(\mathbf{e}) = 0$ $Cov(\mathbf{e}) = \boldsymbol{\Psi}$ เมื่อ $\boldsymbol{\Psi}$ แทนเมทริกซ์แนวทแยง (Orthogonal Matrix) ที่มีสมาชิกแนวทแยงเป็นค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบเฉพาะ รวมทั้งกำหนดให้ $\mathbf{f}$ และ $\mathbf{e}$ เป็นอิสระต่อกันจึงได้ $Cov(\mathbf{f}, \mathbf{e}) = 0$ จากข้อตกลงข้างต้น จะได้โครงสร้างของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ($\boldsymbol{\Sigma}$) ดังนี้ (Seber, 1984, p. 214; Zeng, 2010, p. 15; กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 220)

$$\boldsymbol{\Sigma} = \boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Lambda}' + \boldsymbol{\Psi}$$

โครงสร้างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมข้างต้นซึ่งประกอบไปด้วยค่าความร่วมกัน (Communality) และค่าองค์ประกอบเฉพาะนำไปสู่การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) และการหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Axes Rotation) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ในขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบเพื่อตัดสินใจว่าองค์ประกอบหนึ่งควรประกอบไปด้วยตัวแปรใดบ้าง หรือตัวแปรใดบ้างที่ควรเข้ากลุ่มกันนั้นจะเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบซึ่งในการทดสอบดังกล่าวจะกำหนดให้ $\boldsymbol{\Phi} = \mathbf{I}$ ในสมการ $\boldsymbol{\Sigma} = \boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Lambda}' + \boldsymbol{\Psi}$ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดไม่ปรับน้ำหนัก (Unweighted Least Squares Method) ซึ่งเป็นการสกัดองค์ประกอบโดยกำหนดจำนวนองค์ประกอบที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า แล้วหาน้ำหนักองค์ประกอบที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของระยะห่างระหว่างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ถูกปรับใหม่มีค่าน้อยที่สุด (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 245) ซึ่งสามารถแสดงฟังก์ชันเพื่อการสกัดองค์ประกอบได้ดังนี้ (Zeng, 2010, p. 16)

$$\mathbf{F}(\boldsymbol{\Lambda}, \boldsymbol{\Psi}) = \frac{1}{2} \text{ tr } [(\mathbf{S} - \boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Lambda}' - \boldsymbol{\Psi})^2]$$

เมื่อ tr แทน รอยของเมทริกซ์

$\mathbf{S}$ แทน ตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

หากใช้ $(\mathbf{S}-\hat{\boldsymbol{\Psi}})$ เมื่อ $\hat{\boldsymbol{\Psi}}=\mathbf{diag}(\mathbf{S}-\hat{\boldsymbol{\Lambda}}\hat{\boldsymbol{\Lambda}}')$ ประมาณ $\hat{\boldsymbol{\Lambda}}$ แล้ว วิธีกำลังสองน้อยสุดไม่ปรับน้ำหนักนี้จะเป็นกรณีเฉพาะที่เรียกว่าการสกัดด้วยวิธีแกนหลัก (Principal Axis Factoring Method) ซึ่งเป็นวิธีการหาองค์ประกอบร่วม ค่าความร่วมกัน และน้ำหนักองค์ประกอบจากการทำซ้ำ (Iteration) โดยแต่ละรอบการทำงานจะประมาณค่าความร่วมกันจนกระทั่งค่าความร่วมกันไม่เปลี่ยนแปลง หรือลู่เข้าค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่ง (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 244) ทั้ง 2 วิธีการนี้จะไม่มีข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปรที่นำมาศึกษา

สำหรับวิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปรที่ต้องมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร $\mathrm{N}(\boldsymbol{\mu},\boldsymbol{\Sigma})$ องค์ประกอบร่วม และองค์ประกอบเฉพาะต้องมีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระกันด้วย นั่นคือ $\mathrm{N}(0,\mathrm{I})$ และ $\mathrm{N}(0,\boldsymbol{\Psi})$ ตามลำดับ โดยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบเป็นดังนี้ (ปราณี นิลกรณ์, 2540 หน้า 252; มนตรี พิริยะกุล, 2545, หน้า 225)

$\mathbf{H}_0:\boldsymbol{\Sigma}=\boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Lambda}'+\boldsymbol{\Psi}$

แย้งกับ

$\mathbf{H}_1:\boldsymbol{\Sigma}$ เป็นเมทริกซ์ที่เป็นบวกแน่นอน และไม่จำเป็นต้องเป็นผลบวกระหว่าง $\boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Lambda}'$ และ $\boldsymbol{\Psi}$

ด้วยวิธีการนี้จะพยายามหาค่ามากสุดของฟังก์ชันเพื่อการสกัดองค์ประกอบดังนี้ (Zeng, 2010 p. 18)

$$\mathbf{F}=\ln\left|\hat{\boldsymbol{\Sigma}}\right|-\ln\left|\mathbf{S}\right|+\ \mathrm{tr}\ (\mathbf{S}\hat{\boldsymbol{\Sigma}}^{-1})-\ \mathrm{p}$$

อย่างไรก็ตาม สามารถประมาณฟังก์ชันข้างต้นด้วยผลต่างกำลังสองระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวอย่างและค่าประมาณความแปรปรวนร่วมของประชากร โดยการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าที่ได้จากองค์ประกอบเฉพาะดังนี้

$$\mathbf{F}\ \cong\sum_{\mathrm{j}}\sum_{\mathrm{k}}[(\mathrm{s}_{\mathrm{jk}}-\hat{\sigma}_{\mathrm{jk}})^2/\mathrm{u}_{\mathrm{j}}^2\mathrm{u}_{\mathrm{k}}^2]$$

เมื่อ s_{jk} และ $\hat{\sigma}_{\mathrm{jk}}$ แทน ความแปรปรวนร่วมของตัวอย่างและค่าประมาณความแปรปรวนร่วมของประชากรระหว่างตัวแปร j และ k ตามลำดับ

$\mathrm{u}_{\mathrm{j}}^2$ และ $\mathrm{u}_{\mathrm{k}}^2$ แทน องค์ประกอบเฉพาะที่ได้จากตัวอย่างของตัวแปร j และ k ตามลำดับ

สำหรับขั้นตอนการหมุนแกนองค์ประกอบเพื่อทำให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวมีค่าเพิ่มขึ้นในองค์ประกอบร่วมใดองค์ประกอบหนึ่ง และมีค่าลดลงในองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งทำให้ทราบว่าตัวแปรใดมีส่วนร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ตัวใดบ้างในองค์ประกอบร่วมแต่ละองค์ประกอบ (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 255) อาศัยเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบร่วมซึ่งแทนด้วย $\boldsymbol{\Phi}$ และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบเฉพาะซึ่งแทนด้วย $\boldsymbol{\Psi}$ โดยสามารถประมาณได้จาก $\boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\Phi}\boldsymbol{\Lambda}'$ (Zeng, 2010, p. 19) การสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการหมุนแกนองค์ประกอบร่วมให้ตั้งฉากกัน (Orthogonal Rotation) แบบ Varimax ซึ่งเสนอโดย Kaiser (1958)

ช่วยให้ตัวแปรแต่ละตัวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงในองค์ประกอบร่วมเพียงองค์ประกอบเดียว และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำมาก หรือใกล้ศูนย์ในองค์ประกอบร่วมอื่น ๆ (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 257)

สำหรับวิธีการหมุนแกนองค์ประกอบร่วมไม่ให้ตั้งฉากกัน (Nonorthogonal Rotation) แบบ Oblimax เพื่อให้จำนวนค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่ามากและมีค่าน้อยเพิ่มมากขึ้นเป็นการลดค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่ากลาง ๆ ทำให้จัดตัวแปร หรือให้ความหมายกับองค์ประกอบร่วมทำได้ง่ายขึ้น สำหรับวิธีการหมุนแกนองค์ประกอบร่วมไม่ให้ตั้งฉากกันแบบ Covarimin เป็นวิธีการหมุนแกนองค์ประกอบเช่นเดียวกับวิธี Varimax แต่แกนองค์ประกอบร่วมไม่ตั้งฉากกัน (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2550, หน้า 258)

จากขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจซึ่งประกอบไปด้วยการสกัดองค์ประกอบ และการหมุนแกนองค์ประกอบทำให้เกิดประเด็นในการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจทั้งหมด 4 ประเด็น คือ 1) เมทริกซ์เริ่มต้นในการวิเคราะห์ 2) วิธีการสกัดองค์ประกอบ หรือวิธีการสกัดมิติ 3) วิธีการหมุนแกน และ 4) จำนวนองค์ประกอบ หรือมิติที่เหมาะสม โดยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการสกัดมิติ และวิธีการหมุนแกนได้นำเสนอไปแล้ว ส่วนเมทริกซ์เริ่มต้นในการวิเคราะห์ หลักพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจนั้นจะใช้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวอย่างแทนด้วย $\mathbf{S}$ แต่สามารถทำให้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมข้างต้นอยู่ในรูปมาตรฐานในรูปของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างซึ่งแทนด้วย $\mathbf{R}$ (Zeng, 2010, p. 23)

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นเอกมิติ หรือการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจโดยส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหาองค์ประกอบที่ร่วมส่งผลต่อคุณลักษณะที่ศึกษา หรือเป็นงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เช่น

วรนุช แหยมแสง (2536) พัฒนากระบวนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่ได้จากแนวคิด 3 วิธี คือ 1) ดัชนี ER พัฒนามาจากค่าไอเก็นพล็อต 2) ดัชนี ABT พัฒนามาจากการทดสอบด้วยไบซีเรียล และ 3) ดัชนี AG พัฒนามาจากความเป็นดัชนีของกรีน การศึกษาครั้งนี้ใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,000 คน แบบสอบที่ใช้ในการวิจัยมี 2 วิชา คือ คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยมีการสร้างแบบสอบ จำนวน 15 ข้อ ให้มีความเป็นเอกมิติลดหลั่นลงมาการตรวจสอบคุณภาพของดัชนีบ่งชี้ ได้แก่ การตรวจสอบความเป็นเอกมิติจากการเปรียบเทียบค่าความสอดคล้องกับข้อมูล (GFI) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดล MIMIC และการเปรียบเทียบความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของดัชนีที่พัฒนาขึ้นและดัชนีเดิม ผลการวิจัยปรากฏว่า ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ ดัชนี ER ซึ่งสามารถบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบได้ สำหรับแบบสอบที่มีเนื้อหาและความยาวต่างกัน ส่วนดัชนีอื่น ๆ ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสรุปว่าบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบได้ดี

สุวิมล ติรกานันท์ (2537) ได้วิเคราะห์ดัชนีชี้บ่งความเป็นเอกมิติของแบบสอบถามที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้เมทริกซ์ 4 ชนิด ประกอบด้วย Tetrachoric Correlation Matrix 3 ชนิด คือ เมทริกซ์แบบเดิม เมทริกซ์ที่มีการปรับเรียบข้อมูล เมทริกซ์ที่มีการแก้ค่าการเดา และ Variance Convariance Matrix ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ ตลอดจนเพื่อศึกษาถึงคุณภาพของดัชนีด้านความคงที่และด้านความไวในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบคะแนนจากแบบทดสอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของวรนุช

แหยมแสง (2536) ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการวิจัย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS, LISREL, TESTFACT และ BILOG ผลการวิจัยปรากฏว่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ดัชนี ER และ ERR มีความเหมาะสมเมื่อคำนวณได้จาก Variance-Covariance Matrix และในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดัชนี AGFI, NINFI และ CN มีความคงที่เมื่อคำนวณได้จาก Variance-Convariance Matrix ดัชนี X('2) มีความเหมาะสมเมื่อคำนวณได้จาก Variance-Covariance Matrix ดัชนี G('2) มีความเหมาะสมเมื่อคำนวณได้จาก Tetrachoric Correlation Matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ส่วนดัชนี RMR มีความคงที่เมื่อคำนวณได้จาก Tetrachoric Correlaiton Matrix แบบเดิม ในด้านคุณภาพของดัชนี ดัชนีที่มีความคงที่และมีความไว ได้แก่ NNFI ดัชนีที่ไม่มีความคงที่แต่มีความไว ได้แก่ ดัชนี ERR ดัชนีที่มีความคงที่แต่ไม่มีความไว ได้แก่ ดัชนี AGFI และ R ส่วนดัชนีที่ไม่มีความคงที่และไม่มีความไว คือ ดัชนี G('2), X('2), RMA, และ CN นอกจากนี้ การฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติ แบบสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยการเจือปนในมิติอื่นเข้าไปในแบบทดสอบเดิม เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ ทำให้ค่าอำนาจจำแนกโดยเฉลี่ยสูงขึ้น ค่าความยากโดยเฉลี่ยลดลง ค่าการเดาสูงขึ้น ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (IIF) และค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ (TIF) โดยเฉลี่ยลดลง

สรุปทิศทางงานวิจัย

เนื่องจากการสร้างมาตรวัดที่เป็นแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามมักต้องการทราบถึงคุณลักษณะแฝงของกลุ่มตัวอย่างที่สามารถบ่งบอกจำนวนมิติ หรือองค์ประกอบที่เป็นพหุมิติ งานวิจัยที่เป็นการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบ หรือแบบสอบถามจึงปรากฏน้อยมาก แต่มักเป็นการค้นหามิติ หรือองค์ประกอบด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่ออธิบายคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาซึ่งมีการวิเคราะห์อย่างกว้างขวางในหลากหลายสาขา

ตอนที่ 3 วิธีการประเมินจำนวนมิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับวิธีการประเมินจำนวนมิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมีเกณฑ์ในการพิจารณาด้วยกันหลายวิธี เช่น

1. กฎของ Kaiser (Kaiser's Eigenvalue Greater than 1.0 Rule) เป็นกฎที่เสนอโดย Kaiser (1960) ซึ่งพิจารณาจำนวนมิติจากค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1 กล่าวคือ หากมิติใดมีค่าไอเกนน้อยกว่า 1 แสดงว่ามิตินั้นไม่ควรนำไปอธิบายตัวแปรทั้งหมดที่ศึกษา โดย Zwick and Velicer (1986) พบว่ากฎของ Kaiser จะให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องเมื่อจำนวนมิติต่อจำนวนตัวแปรที่ศึกษาอยู่ในอัตราส่วน 1 : 3 หรือ 1 : 5 หรือ 1 : 6

2. การทดสอบโดย Cattell's Scree Test เป็นแผนภาพที่เสนอโดย Cattell (1966) ซึ่งพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมจากแผนภาพ Scree Plot กล่าวคือ แผนภาพจะพลอตกราฟเส้นระหว่างค่าไอเกนแต่ละค่า (แกน y) กับลำดับของมิติที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนดังกล่าว (แกน x) โดยเรียงจากค่าไอเกนที่มากที่สุดถึงค่าไอเกนที่น้อยที่สุด แนวคิดของ Scree Plot คือค่าไอเกนในตำแหน่งท้าย ๆ จะมีค่าน้อยมากซึ่งสามารถพิจารณาจากจุดที่มีลักษณะที่เรียกว่า ข้อศอก (Elbow) ซึ่งจากจุดนั้นค่าไอเกนจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ (ความชันเริ่มน้อยลง) ซึ่งมิติที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนเหล่านั้นจะให้ค่าความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นน้อยมากจึงสามารถละทิ้งได้

3. การทดสอบโดย Sphericity Test เป็นวิธีการที่เสนอโดย Bartlett (1950) วิธีนี้มีการทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบการเท่ากันของกลุ่มค่าไอเกน โดยมีการแบ่งกลุ่มค่าไอเกนอย่างคร่าว ๆ ระหว่างค่าไอเกนที่มีขนาดใหญ่ และค่าไอเกนที่มีขนาดเล็ก และทดสอบสมมติฐานการเท่ากันของกลุ่มค่าไอเกนที่มีขนาดเล็ก หากไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานดังกล่าวได้ แสดงว่ากลุ่มมิติที่สัมพันธ์กับกลุ่มค่าไอเกนที่มีขนาดใหญ่ควรนำไปใช้ในการสรุป และแปลผลต่อไป ในขณะที่กลุ่มมิติที่สัมพันธ์กับกลุ่มไอเกนที่มีขนาดเล็กก็จะสามารถละทิ้งมิตินั้นไปได้

เมื่อ n แทน จำนวนค่าสังเกต

p แทน จำนวนตัวแปร

λ_j แทน ค่าไอเกนลำดับที่ j

โดย $\bar{\lambda} = \sum_{j=k+1}^{p} \lambda_j / q$, $q = p - k$

และ k แทน ค่าไอเกนลำดับสุดท้ายในกลุ่มค่าไอเกนที่มีขนาดใหญ่ โดยสามารถคำนวณค่าสถิติทดสอบได้จาก

$$\chi^2 = \left[n - k - \frac{2q + 7 + 2/q}{6} + \sum_{j=1}^{k} \left(\frac{\bar{\lambda}}{\lambda_j - \bar{\lambda}} \right)^2 \right] \times \left[-\ln \prod_{j=k+1}^{p} \lambda_j + q \ln \bar{\lambda} \right]$$

ด้วยองศาเสรีเท่ากับ $0.5(q-1)(q+2)$

4. การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test เป็นวิธีการที่เสนอโดย Bartlett (1954) ซึ่งได้ขยายจากการทดสอบโดย Sphericity Test สามารถคำนวณค่าสถิติทดสอบได้จาก

$$\chi^2 = \left[n - k - \frac{2q^2 + q + 2}{6q} \right] \times \left[q \ln \bar{\lambda} - \sum_{j=k+1}^{p} \ln \lambda_j \right]$$

โดย Hubbard and Allen (1987) พบว่า การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้ผลของจำนวนมิติที่มากเกินไป

5. การทดสอบโดย Lawley's Test เป็นวิธีการที่เสนอโดย Lawley (1956) ซึ่งได้ปรับตัวคูณของการทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test สามารถคำนวณค่าสถิติทดสอบได้จาก

$$\chi^2 = \left[n - k - \frac{2q^2 + q + 2}{6q} + \sum_{j=1}^{k} \frac{\bar{\lambda}^2}{(\lambda_j - \bar{\lambda})^2} \right] \times \left[q \ln \bar{\lambda} - \sum_{j=k+1}^{p} \ln \lambda_j \right]$$

6. การทดสอบโดย Anderson Test เป็นวิธีการที่เสนอโดย Anderson (1963) ซึ่งสามารถคำนวณค่าสถิติทดสอบได้จาก

$$\chi^2 = n \left[q \ln \bar{\lambda} - \sum_{j=k+1}^{p} \ln \lambda_j \right]$$

7. การทดสอบโดย Bentler and Yuan Test เป็นวิธีการที่เสนอโดย Bentler and Yuan (1996) ซึ่งเป็นการทดสอบแนวโน้มความเป็นเชิงเส้น (Linear Trend) ของค่าไอเกนตัวสุดท้าย q ตัว สมมติฐานหลักในการทดสอบคือ

$$H_0 : \lambda_{k+1} = \alpha + \beta x_i \quad i = 1, 2, ..., q$$

เมื่อ α และ β แทนสัมประสิทธิ์การถดถอย $q = p - k$ โดย k แทน ค่าไอเกนลำดับสุดท้ายในกลุ่มค่าไอเกนที่มีขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบของ Bentler and Yuan (1996) เป็นดังนี้

$$\chi^2 = -2 \ln \Lambda_l$$

เมื่อ $$\Lambda_l = \frac{\sup_{\mu, \Sigma_0} l(\mu, \Sigma_0)}{\sup_{\mu, \Sigma} l(\mu, \Sigma)},$$

$l(\mu, \Sigma) = -\frac{N}{2} \log(\det \Sigma) - \frac{n}{2} tr(\Sigma^{-1} S) + cons\tan t$ $\Sigma_0 = H \Lambda_0 H'$ และ

$\Lambda_0 = diag(\lambda_1, ..., \lambda_k, \alpha + \beta x_1, ..., \alpha + \beta x_q)$

χ^2 แทนการแจกแจงแบบไคว์สแควร์ด้วยองศาเสรี $(q+2)(q-1)/2$

8. วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation เป็นวิธีการที่เสนอโดย Velicer (1976) ซึ่งมีการประยุกต์หลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับการวิเคราะห์ลำดับที่ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์บางส่วน นั่นคือ เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง 2 ตัวแปรในทุกคู่ของตัวแปรที่เป็นไปได้ในมิติที่พิจารณาซึ่งจะคงมิติดังกล่าวไว้ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างน้อย 2 ค่าในมิติที่มีสหสัมพันธ์กันสูง ด้วยวิธีการนี้เป็นการพยายามหามิติหลักที่ดีที่สุดมากกว่าการหาจุดตัดเพื่อตัดมิติที่ให้ผลของความแปรปรวนต่ำซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\bar{f}_k = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{p} \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{p} (r_{ij,k})^2 / p(p-1)$$

หรือ

$$\bar{f}_0 = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{p} \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{p} r_{ij}^2 / p(p-1)$$

เมื่อ p แทน จำนวนตัวแปร หรือมิติ

r_{ij} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปร i และ j

$r_{ij,k}$ แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปร i และ j โดยการขจัดมิติแรกจำนวน k มิติ

9. วิธี Broken-stick เป็นวิธีการที่เสนอโดย Frontier (1976 อ้างถึงใน Peres-Neto, Jackson, & Somers, 2003) ซึ่งมีแนวทางการพิจารณาค่าไอเกนจากข้อมูลจำลองแบบ โดยมีข้อตกลงว่าหากความแปรปรวนรวม (ผลรวมของค่าไอเกน) ที่ถูกแบ่งอย่างสุ่มแก่มิติต่าง ๆ แล้ว ค่าคาดหวังของการแจกแจงของค่าไอเกนจะมีการแจกแจงแบบ Broken-stick นั่นคือ หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าไอเกนที่ได้จากการคำนวณด้วยตัวแบบ Broken-stick แสดงว่ามิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายตัวแปรที่ศึกษาซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$b_k = \sum_{i=k}^{p} \frac{1}{i}$$

เมื่อ p แทน จำนวนตัวแปร และ b_k แทน ขนาดของค่าไอเกนจากมิติที่ k ภายใต้ตัวแบบ Broken-stick

10. กระบวนการ Random Intercepts เป็นวิธีการที่เสนอโดย Hubbard and Pandit (1984) ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นหาค่าไอเกน (λ^*) เพื่อพิจารณาค่าไอเกนลำดับต่าง ๆ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักว่ามีนัยสำคัญหรือไม่ โดยสามารถคำนวณได้จาก

$$\lambda^* = p(1-\alpha^{1/p-1})$$

ค่าไอเกนลำดับที่ 1 จะมีนัยสำคัญเมื่อ $\lambda_1 \geq \lambda^*$ และทดสอบในทำนองเดียวกันกับค่าไอเกนลำดับถัดไป โดย Hubbard and Allen (1987) พบว่ากระบวนการ Random Intercept ให้ผลของจำนวนมิติที่น้อยเกินไป

11. วิธี Horn's Parallel Analysis เป็นวิธีการที่เสนอโดย Horn (1965) ซึ่งมีการจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริง เพื่อให้ได้ค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลองแบบ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง นั่นคือ หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนแสดงว่ามิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายตัวแปรที่ศึกษา โดยวิธี Horn's Parallel Analysis มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

11.1 หาค่าไอเกนของข้อมูลจริงด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

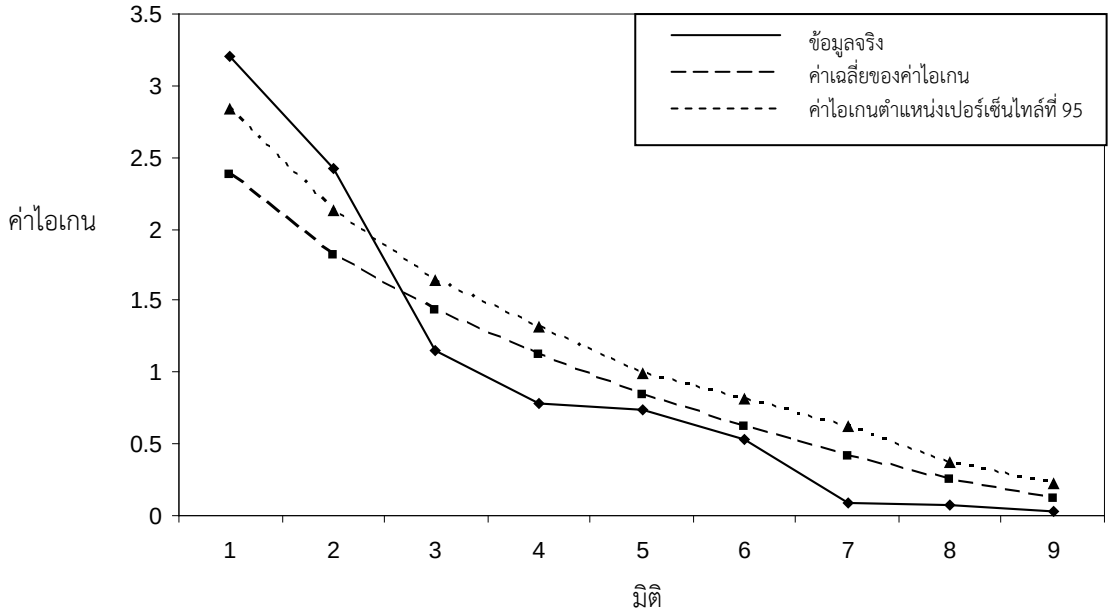
11.2 จำลองข้อมูลจำลองแบบจากการแจกแจงแบบปกติที่มีรูปแบบคล้ายกับข้อมูลจริงจำนวน 100 ชุด

11.3 หาค่าไอเกนของข้อมูลจำลองแบบจากข้อมูลจำนวน 100 ชุดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

11.4 หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากค่าไอเกนของข้อมูลจำลองแบบจำนวน 100 ชุด

เมื่อได้ค่าไอเกนของข้อมูลจริง และค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากค่าไอเกนของข้อมูลจำลองแบบแล้ว เปรียบเทียบค่าไอเกนของข้อมูลจริง และค่าเฉลี่ยของไอเกน หากค่าไอเกนของข้อมูลจริงในลำดับที่ k เมื่อ $k = 1,2,...,p$ มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของไอเกนในลำดับเดียวกันให้นับเป็นมิติที่สกัดได้

อย่างไรก็ตาม Buja and Eyuboglu (1992) และ Glorfeld (1995) ได้เสนอให้ใช้ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 แทนค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนซึ่งสอดคล้องกับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกด้วย ภาพที่ 2-1 แสดงการพลอตกราฟเส้นระหว่างค่าไอเกน และลำดับของมิติที่สัมพันธ์กับค่าไอเกน โดยจะเห็นได้ว่ามีเพียง 2 ค่าแรกของค่าไอเกนจากข้อมูลจริงที่อยู่เหนือเส้นประยาว และเส้นประซึ่งเป็นกราฟเส้นของค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และกราฟเส้นของค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลชุดนี้ควรประกอบไปด้วย 2 มิติตามเกณฑ์ที่ Horn (1965) Buja and Eyuboglu (1992) และ Glorfeld (1995) ได้เสนอไว้



ภาพที่ 2-2 กราฟเส้นค่าไอเกนจากข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

12. การทดสอบโดย Scree Test Optimal Coordinate (n_{oc}) และ Scree Test Acceleration Factor (n_{af}) เป็นวิธีผสมผสานระหว่างกฎของ Kaiser และวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อขยายแนวคิดของการทดสอบโดย Cattell's Scree Test เสนอโดย Raiche, Riopel, and Blais (2006) ซึ่งการทดสอบโดย Scree Test Optimal Coordinate สามารถพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมจากเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

$$\mathrm{n_{oc}} = \mathrm{count}[(\lambda_i \geq 1)\,\mathrm{and}\,(\lambda_i \geq \mathrm{predicted}(\lambda_i))]$$

หรือ

$$\mathrm{n_{oc}} = \mathrm{count}[(\lambda_i \geq \mathrm{LS_i})\,\mathrm{and}\,(\lambda_i \geq \mathrm{predicted}(\lambda_i))]$$

เมื่อ $\mathrm{n_{oc}}$ แทน จำนวนค่าไอเกนจากเงื่อนไขการทดสอบโดย Scree Test Optimal Coordinate

λ_i แทน ค่าไอเกนลำดับที่ i $\mathrm{LS_i}$ แทนค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ในลำดับที่ i จากวิธี Horn's Parallel Analysis

$\mathrm{predicted}\,(\lambda_i)$ แทน ค่าพยากรณ์ค่าไอเกนลำดับที่ i จากวิธี Optimal Coordinate

สำหรับการทดสอบโดย Scree Test Acceleration Factor สามารถพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมจากเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

$$\mathrm{n_{af}} = \mathrm{if}[(\lambda_i \geq 1)\,\mathrm{and}\,(\mathrm{i} \equiv \max(\mathrm{af})]$$

หรือ

$$\mathrm{n_{af}} = \mathrm{if}[(\lambda_i \geq \mathrm{LS_i})\,\mathrm{and}\,(\mathrm{i} \equiv \max(\mathrm{af})]$$

เมื่อ $\mathrm{n_{af}}$ แทน จำนวนค่าไอเกนจากเงื่อนไขการทดสอบโดย Scree Test Acceleration Factor

$\mathrm{i} \equiv \max(\mathrm{af})$ แทน ค่าไอเกนลำดับที่ i จากวิธี Acceleration Factor ซึ่งสามารถ

คำนวณจากอนุพันธ์อันดับที่ 2

$$f''(i) = \frac{f(i+h) - 2f(i) - f(i-h)}{h}$$

หรืออนุพันธ์อันดับที่ 2 ที่มีการแทนค่า $h = 1$

$$f''(i) = f(i+1) - 2f(i) - f(i-1)$$

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับวิธีการประเมินจำนวนมิติเป็นการเปรียบเทียบวิธีต่าง ๆ ว่าให้ผลของการพิจารณาจำนวนมิติได้ถูกต้องชัดเจนหรือไม่ เช่น

กมลชนก พานิชการ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความเท่ากันของค่าไอเกนจากวิธีการทดสอบ 4 วิธีคือ การทดสอบโดย Anderson Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test การทดสอบโดย Lawley's Test และการทดสอบโดย Bentler and Yuan Test โดยจำลองข้อมูลแบบ Monte Carlo ที่มีการแจกแจงแบบปกติของตัวแปรพหุตามปัจจัยด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปร จำนวนมิติ และไอเกนเวกเตอร์ ผลการวิจัยปรากฏว่าวิธีทั้ง 4 วิธีไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดชนิดที่ 1 ในทุกกรณีที่ศึกษาเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test และการทดสอบโดย Lawley's Test สามารถควบคุมความผิดพลาดชนิดที่ 1 ในทุกกรณีที่ศึกษาเมื่อตัวอย่างมีขนาดปานกลาง และใหญ่ ขณะที่การทดสอบโดย Anderson Test และการทดสอบโดย Bentler and Yuan Test ไม่สามารถควบคุมความผิดพลาดชนิดที่ 1 ในทุกกรณีที่ศึกษาเมื่อตัวอย่างมีขนาดปานกลาง และใหญ่ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้แนะว่าการทดสอบโดย Bentler and Yuan Test เป็นตัวสถิติทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบแนวโน้มความเป็นเชิงเส้น (Linear Trend) ใน q ตัวสุดท้ายของค่าไอเกนซึ่งเป็นการรวมการทดสอบความเท่ากันของค่าไอเกน q ตัวสุดท้ายเมื่อ $x_i = 0$ ทุกค่าของ i ดังนั้นหากเป็นการทดสอบโดยใช้ข้อมูลจริงซึ่งมักมีค่าไอเกนไม่เท่ากัน การทดสอบโดย Bentler and Yuan Test น่าจะมีความไวในการบอกความแตกต่างระหว่างค่าไอเกนได้ดีกว่าวิธีอื่น

อาฟีฟี ลาเต๊ะ (2551) ได้นำวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อพิจาณาจำนวนมิติที่เหมาะสมจากงานวิจัยทางการศึกษาจำนวน 4 เรื่อง ผลที่ได้ปรากฏว่า 1 ใน 4 งานวิจัยที่ศึกษาให้ผลของจำนวนมิติที่เหมาะสมแล้ว แต่ผู้วิจัยไม่มีเกณฑ์ หรือวิธีในการพิจารณาจำนวนมิติ ในขณะที่อีก 2 งานวิจัยได้ใช้กฎของ Kaiser ในการพิจารณาจำนวนมิติซึ่งให้ผลของจำนวนมิติที่มากเกินความจำเป็น วิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของจำนวนมิติได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือ .01 ซึ่งน่าจะเป็นทางเลือกในการนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสมต่อไป

Humphreys and Montanelli (1975) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างวิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร (20 และ 40 ตัว) ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (100 และ 500 ตัวอย่าง) เพื่อพิจารณาจำนวนมิติเท่ากับ 3 หรือ 7 มิติหรือไม่ ทำซ้ำ 40 และ 50 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ผลการศึกษาปรากฏว่า วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation ให้ผลของจำนวนมิติที่มากเกินจำเป็นและยิ่งให้ผลที่มากเกินจำเป็นเพิ่มขึ้นอีกเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่วิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของจำนวนมิติได้ถูกต้องเกือบทุกกรณีที่ศึกษา

Zwick and Velicer (1986) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างกฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-

square Test วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation และวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนตัวแปรเท่ากับ 36 ตัว ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 72 และ 180 ตัวอย่าง และจำนวนตัวแปรเท่ากับ 72 ตัว ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 144 และ 360 ตัวอย่าง) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (0.5 และ 0.8) และสัดส่วนจำนวนตัวแปรกับจำนวนมิติหลัก (6 และ 12) ทำซ้ำ 50 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ผลการศึกษาปรากฏวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 92 รองลงมาคือวิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation ให้ผลของความถูกต้องร้อยละ 84 การทดสอบโดย Cattell's Scree Test ให้ผลของความถูกต้องร้อยละ 57 ในขณะที่การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้ผลของความถูกต้องเพียงร้อยละ 30 ส่วนกฎของ Kaiser ให้ผลของความถูกต้องเพียงร้อยละ 22 และยังพบว่าให้จำนวนมิติที่มากเกินความจำเป็น

Silverstein (1987) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างกฎของ Kaiser กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจง ผลการศึกษาปรากฏว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องดีกว่ากฎของ Kaiser

Hubbard and Allen (1987) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างกฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 วิธี Horn's Parallel Analysis และกระบวนการ Random Intercepts ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 โดยใช้ข้อมูลที่ภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากงานวิจัยทั้งหมด 30 ชุด ผลการศึกษาปรากฏว่าการทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้ผลของจำนวนมิติมากที่สุด รองลงมาคือ กฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test วิธี Horn's Parallel Analysis และกระบวนการ Random Intercepts ตามลำดับ จากผลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปว่าการทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้ผลของจำนวนมิติที่มากเกินไป ในขณะที่กระบวนการ Random Intercepts ให้ผลของจำนวนมิติที่น้อยเกินไป

Buja and Eyuboglu (1992) ได้เสนอทางเลือกด้วยวิธี Permutation และได้ใช้ควอนไทล์ของค่าไอเกนแทนการใช้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนในการประเมินจำนวนมิติจากวิธี Horn's Parallel Analysis การหาค่าไอเกนได้คำนวณภายใต้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์ตัวประกอบ และ Resistant Principal Component Analysis โดยคำนวณค่าควอนไทล์จากค่ามัธยฐาน ค่าควอนไทล์ตำแหน่งที่ 75 90 95 และ 99 รวมทั้งค่า Permutation P-values และ Bartlett P-values ผลการวิเคราะห์ภายใต้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจากข้อมูลชุดแรกปรากฏว่า ค่าไอเกนจากข้อมูลจริงในลำดับที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่มีค่ามากกว่าค่าควอนไทล์จากค่ามัธยฐาน และค่าควอนไทล์ตำแหน่งต่าง ๆ โดยค่าไอเกนลำดับที่ 2 ยังมีค่าน้อยกว่าค่าควอนไทล์ตำแหน่งที่ 99 อีกด้วย สำหรับค่า Permutation P-values และ Bartlett P-values ที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนใน 2 ลำดับแรกมีค่าน้อยกว่า 0.026 ข้อมูลชุดที่ 2 ให้ผลในทำนองเดียวกันนั่นคือ ค่าไอเกนจากข้อมูลจริงในลำดับที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่มีค่ามากกว่าเส้น Profile จากวิธี Permutation ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นที่อยู่เหนือเส้นทั้ง 9 เส้นจากการจำลอง ส่วนผลการวิเคราะห์ภายใต้การวิเคราะห์ตัวประกอบจากข้อมูลชุดแรกพบว่า ค่าไอเกนจากข้อมูลจริงในลำดับที่ 1 2 และ 3 ที่มีค่ามากกว่าค่าควอนไทล์จากค่ามัธยฐาน และค่าควอนไทล์ตำแหน่งต่าง ๆ ยกเว้นค่าควอนไทล์ตำแหน่งที่ 99 โดยมีค่า

Permutation P-values ที่น้อยกว่า .05 และผลการวิเคราะห์ภายใต้ Resistant Principal Component Analysis จากข้อมูลชุดแรกพบว่า ค่าไอเกนจากข้อมูลจริงในเฉพาะลำดับที่ 1 เท่านั้นที่มีค่ามากกว่าค่าควอนไทล์จากค่ามัธยฐาน และค่าควอนไทล์ตำแหน่งต่าง ๆ และยังมีค่า Permutation P-values ที่น้อยกว่า .05 อีกด้วย

Jackson (1993) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติทั้งหมด 9 วิธี ได้แก่ 1) กฎของ Kaiser 2) วิธี Bootstrap Kaiser 3) การทดสอบโดย Cattell's Scree Test 4) วิธี Broken-stick 5) กฎ 95% ของสัดส่วนความแปรปรวนรวม 6) การทดสอบโดย Sphericity Test 7) การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test 8) การทดสอบโดย Lawley's Test และ 9) วิธี Bootstrapped Eigenvalue-Eigenvector ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และน้ำหนักองค์ประกอบเพื่อพิจารณาจำนวนมิติเท่ากับ 0 หรือ 1 มิติ และ 3 มิติหรือไม่ ผลการศึกษาปรากฏว่าวิธี Bootstrap Kaiser ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องกว่ากฎของ Kaiser ผลที่ได้ผู้วิจัยสรุปว่าวิธี Broken-stick การทดสอบโดย Sphericity Test และวิธี Bootstrapped Eigenvalue-Eigenvector ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้องในทุกสถานการณ์ สำหรับการทดสอบโดย Cattell's Scree Test กฎ 95% ของสัดส่วนความแปรปรวนรวม และการทดสอบโดย Lawley's Test ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดมากเกินไปในบางสถานการณ์ที่กำหนด ส่วนการทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้ผลของจำนวนมิติเท่ากับ 1 มิติในทุกรูปแบบที่ศึกษา

Glorfeld (1995) ได้เสนอให้ใช้ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ในวิธี Horn's Parallel Analysis แทนค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนซึ่งค่าไอเกนดังกล่าวสอดคล้องกับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจง ผลการคำนวณค่าไอเกนลำดับที่ 1-3 จากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีจำนวนค่าสังเกต 90 ค่า และจำนวนตัวแปร 9 ตัว และค่าไอเกนลำดับที่ 1-12 จากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีจำนวนค่าสังเกต 180 ค่าและจำนวนตัวแปร 36 ตัวพบว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่ามัธยฐานของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 จากทุกการแจกแจงมีค่าที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม Glorfeld (1995) ยังได้จำลองเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีจำนวนค่าสังเกต 120 ค่าและจำนวนตัวแปร 12 ตัว การทำซ้ำทั้งหมด 5000 ครั้ง เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ผลที่ได้พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนให้จำนวนมิติที่มากเกินความจำเป็น จึงได้เสนอให้ใช้ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 แทนค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนซึ่งค่าไอเกนดังกล่าวสอดคล้องกับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกด้วย

Press-Neto, Jackson, and Somers (2003) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ 1) วิธี Cutoff (เวกเตอร์ V) กำหนดค่า Cutoff เท่ากับ 0.25 0.30 และ 0.50 2) วิธี Broken-stick (เวกเตอร์ V^2) 3) ค่า Correlation Critical (เวกเตอร์ V) 4) วิธี Horn's Parallel Analysis (เวกเตอร์ V) 5) วิธี Randomized Eigenvector (เวกเตอร์ V) 6) วิธี Bootstrapped Eigenvector (เวกเตอร์ V) 7) วิธี Bootstrapped Broken-stick (เวกเตอร์ V^2) โดยเวกเตอร์ V หรือเวกเตอร์ V^2 แทนด้วยเวกเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนองค์ประกอบและตัวแปรในแต่ละค่าสังเกตซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นผลคูณระหว่างความยาวของเวกเตอร์ไอเกนและค่ารากที่สองของค่าไอเกนที่สัมพันธ์กัน โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบการแจกแจง และค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ผลการวิจัยปรากฏว่าวิธี Bootstrapped Broken-stick วิธี Randomized Eigenvector

และวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของอัตราความผิดพลาดชนิดที่ 1 ที่น้อยกว่า 0.05 ในขณะที่วิธี Bootstrapped Eigenvector ให้ผลของอัตราความผิดพลาดชนิดที่ 1 ที่ค่อนข้างแกว่งจากค่า 0.05 เมื่อเมทริกซ์สหสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันต่ำ หรือสูง โดยวิธี Cutoff ที่มีค่า Cutoff เท่ากับ 0.50 ให้ผลของอัตราความผิดพลาดชนิดที่ 1 ที่น้อยกว่า 0 เฉพาะเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีขนาดตัวแปร 18 ตัวและจำนวนค่าสังเกต 60 ค่า ผลของกำลังการทดสอบยิ่งสูงขึ้นเมื่อจำนวนค่าสังเกต และจำนวนตัวแปรมีจำนวนที่เพิ่มขึ้นในทุกเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ศึกษา วิธี Bootstrapped Broken-stick ให้ผลของกำลังการทดสอบที่สูงกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อจำนวนมิติมีเพียง 1 มิติ ในขณะที่วิธี Bootstrapped Eigenvector ให้ผลของกำลังการทดสอบที่สูงกว่าวิธีอื่น ๆ และวิธี Randomized Eigenvector และวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของกำลังการทดสอบที่มีความไวกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อจำนวนมิติมากกว่า 1 มิติ รวมทั้งวิธี Bootstrapped Eigenvector ให้ผลของกำลังการทดสอบที่สูงกว่าวิธี Bootstrapped Broken-stick เมื่อเมทริกซ์สหสัมพันธ์มีค่าสหสัมพันธ์นอกแนวทแยงเท่ากับ 0 โดยผลของกำลังการทดสอบยิ่งสูงขึ้นเมื่อจำนวนค่าสังเกต และจำนวนตัวแปรมีจำนวนที่เพิ่มขึ้น โดยรวมแล้ววิธี Bootstrapped Eigenvector และวิธี Bootstrapped Broken-stick ให้ผลของกำลังการทดสอบที่สูงกว่าวิธี Randomized Eigenvector และวิธี Horn's Parallel Analysis โดยวิธี Randomized Eigenvector และวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของกำลังการทดสอบที่พอ ๆ กัน และเห็นได้ชัดเมื่อจำนวนค่าสังเกตมีค่าเพิ่มขึ้น

Press-Neto, Jackson, and Somers (2005) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติทั้งหมด 15 วิธีได้แก่ 1) วิธี Horn's Parallel Analysis 2) วิธี Randomized Eigenvalues (ค่าไอเกนจากค่าสังเกตบนแกน k; ค่าอัตราส่วน F ซึ่งคำนวณจาก $\lambda_k / \sum_{j=k+1}^{p} \lambda_j$; ค่าอัตราส่วน $\lambda_k / \lambda_{k+1}$; ค่าผลต่าง $\lambda_k - \lambda_{k+1}$) 3) วิธี Randomized Eigenvector 4) วิธี Bootstrapped Eigenvalues (ใช้กฎของ Kaiser; วิธี Broken-stick; วิธี Horn's Parallel Analysis; กระบวนการ Randomization) 5) วิธี Bootstrapped Eigenvector 6) วิธี Cutoff (ใช้ Parametric Correlation; Eigenvectors Process) 7) การทดสอบโดย Sphericity Test 8) การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test 9) การทดสอบโดย Lawley's Test 10) กฎของ Kaiser 11) วิธี Broken-stick 12) วิธี Random Average ภายใต้ Permutation 13) วิธี Random Average ภายใต้วิธี Horn's Parallel Analysis 14) วิธี Random Average ภายใต้ Randomization และ Bootstrap และ 15) วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation ($\bar{f}_0$; $\bar{f}_k$) โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบการแจกแจง และค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ และใช้ข้อมูลจริงอิงรูปแบบเมทริกซ์ที่มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากมากไปน้อยดังนี้ 1) ข้อมูล Burgundy (France) และ California (USA) ที่ประกอบไปด้วย 38 ชนิดของนกจากตัวแปร 7 ตัวที่มีการใส่ล็อกฐานธรรมชาติ 2) ข้อมูล West Indian ที่ประกอบไปด้วย 13 ชนิดของ Anolis Lizard จากตัวแปร 6 ตัว 3) ข้อมูล West Indian ที่ประกอบไปด้วย 13 ชนิดของ Anolis Lizard จากตัวแปร 6 ตัวที่มีการใส่ล็อกฐานธรรมชาติ และ 4) ข้อมูลเกี่ยวกับทะเลสาบที่ประกอบไปด้วย 42 แห่งของทะเลสาบจากตัวแปร 8 ตัว

ผลการวิจัยปรากฏว่าทุกวิธีให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้น้อยเกินไปในทุกรูปแบบของเมทริกซ์ที่มีค่าสหสัมพันธ์กันสูง และให้ผลของจำนวนมิติที่มากเกินไปในทุกรูปแบบของเมทริกซ์ที่มีสหสัมพันธ์กันต่ำ วิธี Horn's Parallel Analysis วิธี Randomized Eigenvalues ที่ค่าไอเกน

คำนวณจากค่าสังเกตบนแกน k และวิธี Randomized Eigenvalues ที่ค่าไอเกนค่าอัตราส่วน F ซึ่งคำนวณจาก $\lambda_k / \sum_{j=k+1}^{p} \lambda_j$ และวิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation ($\bar{f}_0$) ให้ผลของการสกัดมิติที่มีความแม่นยำในรูปแบบของเมทริกซ์ที่มีสหสัมพันธ์กันสูง วิธี Random Average ภายใต้ Permutation วิธี Random Average ภายใต้วิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของการสกัดมิติที่มีความแม่นยำในรูปแบบของเมทริกซ์ที่มีสหสัมพันธ์กันต่ำ ผลจากข้อมูลจริงปรากฏว่ามิติหลักแรกในข้อมูลทั้ง 4 รูปแบบให้ผลของร้อยละสัดส่วนความแปรปรวนรวมเท่ากับ 70 76.7 42.5 และ 24.2 ในข้อมูล Burgundy (France) และ California (USA) ข้อมูล West Indian ข้อมูล West Indian ที่มีการใส่ล็อกฐานธรรมชาติ และข้อมูลทะเลสาบ ตามลำดับ โดยวิธีการต่าง ๆ ที่ศึกษาให้ผลการสกัดมิติได้จำนวนมิติ 1-2 มิติในข้อมูล 3 ชุดแรก และได้จำนวนมิติ 0-3 มิติในข้อมูลชุดหลัง

Raiche, Riopel, and Blais (2006) ได้เสนอวิธี Scree Test Optimal Coordinate และวิธี Scree Test Acceleration Factor ซึ่งเป็นวิธีผสมผสานระหว่างกฎของ Kaiser และวิธี Horn's Parallel Analysis เพื่อขยายแนวคิดของการทดสอบโดย Cattell's Scree Test และได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีประเมินจำนวนมิติจำนวน 4 วิธี ได้แก่ กฎของ Kaiser วิธี Horn's Parallel Analysis วิธี Scree Test Optimal Coordinate และวิธี Scree Test Acceleration Factor โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยปรากฏว่ากฎของ Kaiser ให้จำนวนมิติ 4 มิติ ในขณะที่วิธี Horn's Parallel Analysis วิธี Scree Test Optimal Coordinate และวิธี Scree Test Acceleration Factor ให้จำนวนมิติ 2 มิติ

Finch and Monahan (2008) เสนอวิธี Bootstrap Modified Parallel Analysis โดยได้นำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมาประยุกต์ใช้กับวิธี Horn's Parallel Analysis และนำวิธี Bootstrap มาร่วมในขั้นตอนการคำนวณ วิธีนี้เริ่มต้นโดยการคำนวณหาค่าไอเกนจากข้อมูลจริงตามเมทริกซ์สหสัมพันธ์ และจำลองข้อมูล 100 ชุดด้วยวิธี Bootstrap โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเพื่อให้ได้ค่าไอเกน จากนั้นเปรียบเทียบค่าไอเกนของข้อมูลจริง และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของข้อมูลจำลองแบบ หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 แสดงว่าข้อมูลที่นำมาศึกษามีจำนวนมิติเท่ากับผลการเปรียบเทียบดังกล่าว ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธี Bootstrap Modified Parallel Analysis กับวิธี DIMTEST ปรากฏว่าวิธี Bootstrap Modified Parallel Analysis ให้ผลของความผิดพลาดประเภทที่ I ได้ต่ำกว่าวิธี DIMTEST และให้ผลของอำนาจการทดสอบในสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้สูงกว่าวิธี DIMTEST ทั้งการพิจารณาปัจจัยด้านความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติที่มี 2 หรือ 3 พารามิเตอร์

Dinno (2009) ได้วิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของวิธี Horn's Parallel Analysis โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และรูปแบบการแจกแจง การศึกษาได้พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนลำดับที่ 1 3 และ 5 พร้อมทั้งช่วงของควอนไทล์ที่ระดับ 95% อิงการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และการวิเคราะห์ตัวประกอบ โดยมีการทำซ้ำ 50 และ 5000 ครั้ง และใช้ข้อมูลจริงจาก National Comorbidity Survey Replication (NCS-R) ที่ประกอบด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 51 ค่าจากกลุ่ม 6 ตัวแปรโดยมีการทำซ้ำ 5000 ซ้ำ ผลการวิจัยปรากฏว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ไม่ส่งผลต่อความไวจากรูปแบบ 10 รูปแบบที่ศึกษา โดยมีเพียงรูปแบบการแจกแจงแบบลาปลาซที่พบความไวบ้างในบางกรณี ส่วนใน

ข้อมูลจริงทั้ง 10 รูปแบบข้อมูลให้ผลของจำนวนมิติที่เท่ากันโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักให้จำนวนมิติ 7 มิติ ในขณะที่การวิเคราะห์ตัวประกอบให้จำนวนมิติ 15 มิติ

Crawford et al. (2010) ได้ศึกษาวิธี Horn's Parallel Analysis-PAF โดยการสกัดด้วยวิธีแกนหลักแทนการสกัดด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Horn's Parallel Analysis-PCA) โดยได้จำลองข้อมูลจำนวน 138 สถานการณ์ภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนมิติ น้ำหนักองค์ประกอบ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างมิติ ผลการวิจัยปรากฏว่ากรณีจำนวนมิติ 0 มิติวิธี Horn's Parallel Analysis-PAF และวิธี Horn's Parallel Analysis-PCA ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้ไม่แตกต่างกันจากการประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 กรณีจำนวนมิติ 1 มิติ สัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องของวิธีการทั้งสองจะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักองค์ประกอบ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น โดยวิธี Horn's Parallel Analysis-PCA ให้ผลของความถูกต้องที่สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis-PAF กรณีจำนวนมิติ 2 และ 4 มิติ สัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องของวิธีการทั้งสองจะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักองค์ประกอบ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกรณีจำนวนมิติ 1 มิติ โดยภาพรวมแล้ว สัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนให้ผลที่สูงกว่าค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เมื่อจำนวนค่าสังเกตมีขนาดเล็ก และให้ผลที่กลับกันเมื่อจำนวนค่าสังเกตมีขนาดใหญ่ เมื่อสหสัมพันธ์ระหว่างมิติเท่ากับ 0.4 0.6 0.7 และ 0.8 วิธี Horn's Parallel Analysis-PAF ให้สัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis-PCA โดยสัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องยิ่งสูงขึ้นเมื่อสหสัมพันธ์ระหว่างมิติมีค่าเพิ่มขึ้น และยังพบว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องลดลงเมื่อน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าลดลง และขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก

Timmerman and Lorenzo-Seva (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธี Horn's Parallel Analysis วิธี Horn's Parallel Analysis-PAF และวิธี Horn's Parallel Analysis-MRFA โดยการสกัดด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบการจัดอันดับต่ำสุด ภายใต้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ในข้อมูลที่เป็นมาตรวัดแบบจัดอันดับ โดยได้จำลองข้อมูลภายใต้ปัจจัยด้านจำนวนมิติ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรในแต่ละมิติ สัดส่วนของค่าตอบสนองและรูปแบบการแจกแจง ผลการวิจัยปรากฏว่าวิธี Horn's Parallel Analysis-MRFA ให้ผลของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องสูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Horn's Parallel Analysis-PAF ตามลำดับ การดำเนินการภายใต้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันให้อัตราความถูกต้องที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบ Polychoric ในทุกวิธีที่ศึกษา โดยการใช้สหสัมพันธ์แบบ Polychoric ให้อัตราความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินเป็นการเปรียบเทียบเกณฑ์ต่าง ๆ ว่าให้ผลของการพิจารณาเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เช่น

Zwick and Velicer (1986) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างกฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation และวิธี Horn's Parallel Analysis และประเมินความถูกต้องจากค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างจำนวนมิติที่สกัดได้จากการใช้กฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation หรือวิธี Horn's Parallel Analysis กับจำนวนมิติที่สกัดได้จากการพิจารณาค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1 และค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบที่มากกว่า 0.3 ในขณะที่ Silverstein (1987) ได้ประเมินความถูกต้องจากค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างจำนวนมิติที่สกัดได้จากการใช้กฎ Kaiser หรือวิธี Horn's Parallel Analysis กับจำนวนมิติที่สกัดได้จากการพิจารณาค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1 และร้อยละสะสมของความแปรปรวนที่อธิบายได้ตั้งแต่ 70% ขึ้นไป เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Press-Neto, Jackson, and Somers (2005) ที่ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติทั้งหมด 15 วิธีได้แก่ 1) วิธี Horn's Parallel Analysis 2) วิธี Randomized Eigenvalues 3) วิธี Randomized Eigenvector 4) วิธี Bootstrapped Eigenvalues 5) วิธี Bootstrapped Eigenvector 6) วิธี Cutoff 7) การทดสอบโดย Sphericity Test 8) การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test 9) การทดสอบโดย Lawley's Test 10) กฎของ Kaiser 11) วิธี Broken-stick 12) วิธี Random Average ภายใต้ Permutation 13) วิธี Random Average ภายใต้วิธี Horn's Parallel Analysis 14) วิธี Random Average ภายใต้ Randomization และ Bootstrap และ 15) วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation โดยประเมินจากค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่าประมาณจำนวนมิติที่สกัดได้จากวิธีที่ศึกษากับจำนวนมิติที่กำหนด

Hubbard and Allen (1987) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติระหว่างกฎของ Kaiser การทดสอบโดย Cattell's Scree Test การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 วิธี Horn's Parallel Analysis และกระบวนการ Random Intercepts ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 โดยได้ประเมินความถูกต้องของจำนวนมิติจากจำนวนมิติที่สกัดได้ และอัตราส่วนระหว่างสัดส่วนความแปรปรวนรวมที่ไม่ถูกนำมาพิจารณากับจำนวนตัวแปรทั้งหมด (PC/p) ผลการวิจัยปรากฏว่า อัตราส่วน PC/p จากกฎของ Kaiser เท่ากับ 0.283 ในขณะที่อัตราส่วน PC/p จากการทดสอบโดย Cattell's Scree Test และวิธี Horn's Parallel Analysis เท่ากับ 0.247 และ 0.208 ตามลำดับ ส่วนการทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้อัตราส่วน PC/p ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 0.734 และ 0.794 ตามลำดับ ในขณะที่กระบวนการ Random Intercepts ให้อัตราส่วน PC/p ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 0.034 และ 0.089 ตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบสัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยจากวิธีการประเมินแต่ละวิธีพบว่า กฎของ Kaiser ให้สัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 64.8% และการทดสอบโดย Cattell's Scree Test ให้สัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 61% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 1.86$, $p = .069$) วิธี Horn's Parallel Analysis ให้สัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 56.7% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 1.63$, $p = .109$) กับการทดสอบโดย Cattell's Scree Test โดยวิธี Horn's Parallel Analysis กับกฎของ Kaiser ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 3.54$, $p = .001$) ในขณะที่การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test ให้สัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 90% และ 92.7% ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีอื่นๆ ที่ศึกษา กระบวนการ Random Intercepts ให้สัดส่วนความแปรปรวนรวมเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 19.7% และ 37.6% ตามลำดับ

Press-Neto, Jackson, and Somers (2003) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินจำนวนมิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ 1) วิธี Cutoff (เวกเตอร์ V) กำหนดค่า Cutoff เท่ากับ 0.25 0.30 และ 0.50 2) วิธี Broken-stick (เวกเตอร์ V^2) 3) ค่า Correlation Critical (เวกเตอร์ V) 4) วิธี Horn's Parallel Analysis (เวกเตอร์ V) 5) วิธี Randomized Eigenvector (เวกเตอร์ V) 6) วิธี Bootstrapped Eigenvector (เวกเตอร์ V) 7) วิธี Bootstrapped Broken-stick (เวกเตอร์

V^2) โดยเวกเตอร์ V หรือเวกเตอร์ V^2 แทนด้วยเวกเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนองค์ประกอบและตัวแปรในแต่ละค่าสังเกตซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นผลคูณระหว่างความยาวของเวกเตอร์ไอเกนและค่ารากที่สองของค่าไอเกนที่สัมพันธ์กัน และได้ประเมินจากอัตราความผิดพลาดชนิดที่ 1 และกำลังการทดสอบจากการทดสอบสมมติฐานหลักเกี่ยวกับสหสัมพันธ์ข้างต้น ($\rho = 0$) โดยปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อเวกเตอร์ V หรือเวกเตอร์ V^2 มีค่าน้อยกว่า .05 ของทุกวิธี ยกเว้นวิธี Cutoff และวิธี Broken-stick จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อเวกเตอร์ V หรือเวกเตอร์ V^2 มีค่าน้อยกว่า 0

Weng and Cheng (2005) ได้จำลองข้อมูลเพื่อศึกษาวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ซึ่งเป็นสหสัมพันธ์ที่นิยมใช้กรณีข้อมูลอยู่ในมาตรวัดแบบนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูลจริงกับข้อมูลจำลองแบบที่มีสหสัมพันธ์แบบเดียวกันว่าให้ผลของความถูกต้องในการสกัดจำนวนมิติเช่นเดียวกับการสหสัมพันธ์แบบ Phi หรือไม่ ในขณะที่ Cho, Li, and Bandalos (2009) ได้จำลองข้อมูลเพื่อศึกษาวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ซึ่งเป็นสหสัมพันธ์ที่นิยมใช้กรณีข้อมูลอยู่ในมาตรวัดแบบจัดอันดับ (Ordinal Scale) โดยพิจารณาร้อยละของความถูกต้องในการสกัดมิติจากแต่ละเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้งหมด และพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูลจริงกับข้อมูลจำลองแบบที่มีสหสัมพันธ์แบบเดียวกันว่าให้ผลของความถูกต้องในการสกัดจำนวนมิติมากกว่าข้อมูลจำลองแบบที่ใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันหรือไม่ รวมทั้ง Tran and Formann (2009) ได้จำลองข้อมูลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธี Horn's Parallel Analysis ระหว่างการใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric โดยคำนวณค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 และประเมินความถูกต้องของความเป็นเอกมิติของข้อมูลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยสหสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบ

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสหสัมพันธ์ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลจากวิธี Horn's Parallel Analysis เป็นการเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ต่าง ๆ ว่าให้ผลของการพิจารณาจำนวนมิติได้ถูกต้องชัดเจนหรือไม่ เช่น

Drasgow and Lissak (1983) ได้นำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติมาประยุกต์กับวิธี Horn's Parallel Analysis โดยเรียกวิธีใหม่นี้ว่า Modified Parallel Analysis ซึ่งมีการคำนวณค่าไอเกนจากข้อมูลจริงตามเมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric และจำลองข้อมูลจากการแจกแจงเช่นเดียวกับข้อมูลจริงโดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติเพื่อให้ได้ค่าไอเกน จากนั้นเปรียบเทียบค่าไอเกนลำดับที่ 2 ของข้อมูลจริงและข้อมูลจำลองแบบ หากอัตราส่วนข้างต้นมีค่าเข้าใกล้ 1 นั่นแสดงว่าข้อมูลที่นำมาศึกษามีลักษณะเป็นเอกมิติ

Weng and Cheng (2005) ได้จำลองข้อมูลเพื่อศึกษาวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ซึ่งเป็นสหสัมพันธ์ที่นิยมใช้กรณีข้อมูลอยู่ในมาตรวัดแบบนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูลจริงกับข้อมูลจำลองแบบที่มีสหสัมพันธ์แบบเดียวกันว่าให้ผลของความถูกต้องในการสกัดจำนวนมิติเช่นเดียวกับการสหสัมพันธ์แบบ Phi หรือไม่ การวิจัยได้ใช้วิธีการจำลองแบบเพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ 4 ปัจจัยในข้อมูลแบบเอกมิติที่มีตัวแปรแบบทวิภาค 8 และ 20 ตัวแปร โดยปัจจัยข้างต้นประกอบด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง น้ำหนักองค์ประกอบ สัดส่วนของค่าตอบสนองแบบทวิภาค และสหสัมพันธ์ที่ใช้ในการจำลองแบบ ผลการวิจัยจากตัวแบบมิติเดียวที่มี 8 ตัวแปรแบบทวิภาคพบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และสัดส่วนของค่าตอบสนองเท่ากับ 90/10 ค่าสังเกตบางค่าเป็นค่าคงที่เป็นผลให้

ค่าความแปรปรวนร่วมเป็นศูนย์ทำให้เหลือตัวแปรเพียง 7 ตัวจึงต้องมีการจำลองตัวแปรเพิ่มอีกหนึ่งตัว และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.90 หรือสัดส่วนของค่าตอบสนองเท่ากับ 90/10 สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric เกือบร้อยละ 90 มีลักษณะเป็นแบบ Non-gramian นั่นคือเมทริกซ์มีรูปแบบเป็นกึ่งเชิงบวกแน่นอน (Positive Semidefinite หรือ Nonnegative Definite) โดยมีค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 ทุกค่า เช่นเดียวกับกรณีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และสัดส่วนของค่าตอบสนองเท่ากับ 90/10 เมทริกซ์ที่มีรูปแบบ Non-gramian ยังคงอยู่กว่าร้อยละ 80 โดยรูปแบบดังกล่าวจะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 500 หรือ 1000 ผลการวิจัยจาก ตัวแบบมิติเดียวที่มี 20 ตัวแปรแบบทวิภาคพบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และสัดส่วนของค่าตอบสนองเท่ากับ 90/10 ค่าสังเกตบางค่าเป็นค่าคงที่เป็นผลให้ค่าความแปรปรวนร่วมเป็นศูนย์ทำให้เหลือตัวแปรเพียง 7 ตัวจึงต้องมีการจำลองตัวแปรเพิ่มอีกหนึ่งตัวเช่นเดียวกับตัวแบบมิติเดียวที่มี 8 ตัวแปรแบบทวิภาคโดยร้อยละของการเกิดกรณีข้างต้นเมื่อน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.90 0.70 และ 0.45 สูงถึงร้อยละ 4.2 3.8 และ 2.8 ตามลำดับ และเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 200 และน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.90 หรือสัดส่วนของค่าตอบสนองเท่ากับ 90/10 สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric เกือบร้อยละ 98 มีลักษณะเป็นแบบ Non-gramian เช่นเดียวกับตัวแบบมิติเดียวที่มี 8 ตัวแปรแบบทวิภาค ผลการวิจัยเพื่อยืนยันว่าข้อมูลในมาตรวัดนามบัญญัติควรใช้สหสัมพันธ์แบบ Phi หรือสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric แทนการใช้สหสัมพันธ์ในมาตรวัดอัตราส่วน ดังเช่น สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และยังพบว่าค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ให้ผลของความถูกต้องใน การสกัดมิติได้ดีกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนซึ่งเป็นไปได้ว่าค่าไอเกนตำแหน่งดังกล่าวจะสกัดมิติได้น้อย จึงทำให้ข้อมูลที่มีรูปแบบหลายมิติกลับระบุเป็นมิติเดียวก็เป็นได้ นั่นแสดงว่าวิธีการ Horn’s Parallel Analysis โดยใช้สหสัมพันธ์แบบ Phi และสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric สกัดมิติได้น้อยกว่าวิธีอื่นในการพิจารณาจำนวนมิติที่เหมาะสม และพบว่าสหสัมพันธ์แบบ Phi ให้ผลของการสกัดมิติที่ดีกว่า การใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric

Cho, Li, and Bandalos (2009) ได้ศึกษาวิธี Horn’s Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric การวิจัยได้ใช้วิธีการจำลองแบบด้วยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo) เพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนมิติ จำนวนตัวแปร สหสัมพันธ์ระหว่างมิติ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง น้ำหนักองค์ประกอบ และระดับของมาตรวัด โดยพิจารณาร้อยละของความถูกต้องในการสกัดมิติจากแต่ละเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละของความถูกต้องในการสกัดมิติทั้งการจำลองข้อมูลด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric และแบบเพียร์สันมีค่าของร้อยละที่สูงหากข้อมูลมีน้ำหนักองค์ประกอบที่สูง จำนวนตัวแปรในแต่ละมิติมาก ขนาดตัวอย่างใหญ่ สหสัมพันธ์ระหว่างมิติน้อย และระดับมาตรวัดหลายระดับด้วยวิธีการ Horn’s Parallel Analysis ได้จำนวนมิติที่น้อยกว่าวิธีการอื่นซึ่งมีเพียงบางกรณีที่ได้จำนวนมิติที่มากเกินจำเป็น นั่นคือ ข้อมูลที่มีสหสัมพันธ์ระหว่างมิติเท่ากับ 0.7 ระดับมาตรวัดแค่ 2 ระดับ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็ก และน้ำหนักองค์ประกอบต่ำ โดยมีร้อยละของจำนวนมิติที่มากเกินจำเป็นจากสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และแบบ Polychoric เท่ากับ 40.5 และ 33.5 ตามลำดับ ผลการวิจัยโดยภาพรวมพบว่าวิธีการ Horn’s Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันให้ผลของความถูกต้องในการสกัดมิติที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบ Polychoric โดยมีเพียงบางกรณีที่การใช้สหสัมพันธ์แบบ Polychoric ให้ผลของความถูกต้องที่สูงกว่า ได้แก่

1) เมื่อจำนวนตัวแปร 6 ตัวในแต่ละตัวประกอบ โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบต่ำ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบเท่ากับ 0.3 และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 200 วิธีการ Horn’s Parallel

Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ให้ผลของความถูกต้องจากการคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่สูงกว่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันกรณีที่ข้อมูลมีมาตรวัด 2 ระดับ และให้ผลของความถูกต้องจากการคำนวณด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 สูงกว่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันกรณีที่ข้อมูลมีมาตรวัด 3 ระดับ

2) เมื่อจำนวนตัวแปร 6 ตัวในแต่ละตัวประกอบ โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบต่ำ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบเท่ากับ 0.7 และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 200 วิธีการ Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ให้ผลของความถูกต้องจากการคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่สูงกว่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันกรณีที่ข้อมูลมีมาตรวัด 2 ระดับ

3) เมื่อจำนวนตัวแปร 6 ตัวในแต่ละตัวประกอบ โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบต่ำ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบเท่ากับ 0.7 และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 800 วิธีการ Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ให้ผลของความถูกต้องจากการคำนวณด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 สูงกว่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลจริงจาก Norms of Aggression and Alternative Scale ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 36 ข้อที่มีมาตรวัด 3 ระดับและมีโครงสร้างข้อมูลเป็น 4 มิติ ได้สุ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 198 ค่าสังเกตจาก 550 ค่าสังเกต และใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 550 ค่าเพื่อประเมินความถูกต้องของจำนวนมิติที่สกัดได้ ผลการวิเคราะห์จากขนาดตัวอย่าง 198 ค่าสังเกต ได้จำนวนมิติ 4 มิติเมื่อใช้วิธีการ Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบ Polychoric ซึ่งคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ในขณะที่ใช้วิธีการ Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันสกัดจำนวนมิติได้ 5 มิติเมื่อคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และสกัดจำนวนมิติได้ 4 มิติเมื่อคำนวณด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ส่วนการวิเคราะห์จากขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 550 ค่า ทั้งวิธีการ Horn's Parallel Analysis ด้วยสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์แบบ Polychoric สกัดจำนวนมิติได้ 5 มิติเมื่อคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และสกัดจำนวนมิติได้ 4 มิติเมื่อคำนวณด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

Tran and Formann (2009) ได้จำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบวิธี Horn's Parallel Analysis ระหว่างการใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric โดยคำนวณค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 และประเมินความถูกต้องของความเป็นเอกมิติของข้อมูลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยสหสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบซึ่งได้ใช้รูปแบบ Normal Ogive Model ที่มีการให้คะแนนของค่าสังเกตเป็น 0 หรือ 1 โดยมีฟังก์ชันดังนี้

$$P(u_{ij}=1|\vec{\theta}_j)=\Phi(a_i\vec{\theta}_j+b_i)$$

เมื่อ $P(u_{ij}=1|\vec{\theta}_j)$ แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ $\vec{\theta}_j$ จะตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้อง

$\vec{\theta}_j$ แทน เวกเตอร์ระดับความสามารถของผู้สอบ หรือคุณลักษณะแฝงของผู้สอบ

Φ แทน ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมแบบปกติมาตรฐาน โดยค่าพารามิเตอร์ a_i และ b_i สามารถแปลงให้อยู่ในรูป $\lambda_i=a_i/d_i$ และ $\tau_i=-b_i/d_i$ เมื่อ $d_i=\sqrt{1+a_i^2}$ เมื่อ λ_i แทนค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และ τ_i แทนค่าพารามิเตอร์จุดตัด หรือสามารถแปลงให้อยู่

ในรูป $\alpha_i = a_i$ และ $\beta_i = -b_i / a_i$ เมื่อ α_i แทนค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก และ β_i แทนค่าพารามิเตอร์ความยาก

การจำลองข้อมูลได้จำลองข้อคำถามจำนวน 10 ข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง -2 ถึง 2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 250 500 และ 1000 ค่า การทำซ้ำ 1000 ซ้ำในการคำนวณวิธี Horn's Parallel Analysis และทำซ้ำ 10000 ซ้ำในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยค่าอำนาจจำแนกที่สัมพันธ์กับน้ำหนักองค์ประกอบ 3 ระดับคือ ต่ำ $(\alpha = 0.5, \lambda = 0.45)$ ปานกลาง $(\alpha = 1.0, \lambda = 0.71)$ และสูง $(\alpha = 1.5, \lambda = 0.83)$ โดยความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะสำเร็จอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.81 .08 ถึง 0.92 และ .05 ถึง 0.95 เมื่อค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ ผลการคำนวณค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ของค่าไอเกนลำดับที่ 2 ให้ค่าไอเกนจากสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ที่สูงกว่าค่าไอเกนจากสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน การประเมินความถูกต้องของความเป็นเอกมิติของข้อมูลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยสหสัมพันธ์ทั้ง 2 รูปแบบพบว่า เมื่อใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก วิธี Horn's Parallel Analysis แบบใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันให้ผลของความถูกต้องที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric โดยให้ผลที่เห็นได้ชัดเมื่อค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับต่ำ เมื่อค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ผลของความถูกต้องให้ค่าที่ลดลงตามขนาดค่าสังเกตที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก วิธี Horn's Parallel Analysis แบบใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันให้ผลของความถูกต้องที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เมื่อใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก วิธี Horn's Parallel Analysis แบบใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric ให้ผลของความถูกต้องที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในทุกระดับของค่าอำนาจจำแนก

สรุปทิศทางของงานวิจัย

วิธีการประเมินจำนวนมิติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างซึ่งผู้วิจัยมักใช้กฎที่เสนอโดย Kaiser (1960) หรือแผนภาพ Scree Plot ที่เสนอโดย Cattell (1966) แม้ว่าได้มีการพัฒนาวิธีการประเมินจำนวนมิติอีกหลายวิธี เช่น การทดสอบโดย Sphericity Test (Bartlett, 1950) การทดสอบโดย Bartlett's Chi-square Test (Bartlett, 1954) การทดสอบโดย Lawley's Test (Lawley, 1956) การทดสอบโดย Anderson Test (Anderson, 1963) วิธี Horn's Parallel Analysis (Horn, 1965) วิธี Velicer's Minimum Average Partial Correlation (Velicer, 1976) วิธี Broken-stick (Frontier, 1976 cited in Peres-Neto, Jackson, & Somers, 2003) กระบวนการ Random Intercepts (Hubbard & Pandit, 1984) การทดสอบโดย Bentler and Yuan Test (Bentler & Yuan, 1996) การทดสอบโดย Scree Test Optimal Coordinate และ Scree Test Acceleration Factor (Raiche, Riopel, & Blais, 2006) แต่ยังไม่ได้มีการใช้มากนัก วิธี Horn's Parallel Analysis ที่เสนอโดย Horn (1965) เป็นวิธีการประเมินจำนวนมิติวิธีการหนึ่งที่ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ ดังเช่นผลลัพธ์จากงานวิจัยของ Humphreys and Ilgen (1969) Humphreys and Montanelli (1975) Zwick and Velicer (1986) Silverstein (1987) Glorfeld (1995) Keeling (2000) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2005) อย่างไรก็ตาม เริ่มมีการนำกระบวนการทำซ้ำมาประยุกต์วิธีข้างต้นเพื่อใช้ในการประเมินจำนวนมิติให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น วิธี Bootstrap Kaiser และ Bootstrap Eigenvalue-Eigenvector (Jackson, 1993) หรือ

วิธี Randomized Eigenvector, Bootstrap Eigenvector และ Bootstrap Broken-stick (Press-Neto, Jackson, & Somers, 2003) หรือวิธี Bootstrap Modified Parallel Analysis (Finch & Monahan, 2008)

เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประเมินนั้นมีหลากหลายวิธี เช่น ประเมินความถูกต้องจากค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างจำนวนมิติที่สกัดได้จากการใช้วิธีนั้น ๆ กับจำนวนมิติที่สกัดได้จากการพิจารณาค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่า 1 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มากกว่า 0.3 หรือร้อยละสะสมของความแปรปรวนที่อธิบายได้ตั้งแต่ 70% ขึ้นไป (Zwick & Velicer, 1986; Silverstein, 1987) และประเมินความถูกต้องของจำนวนมิติจากจำนวนมิติที่สกัดได้ และอัตราส่วนระหว่างสัดส่วนความแปรปรวนรวมที่ไม่ถูกนำมาพิจารณากับจำนวนตัวแปรทั้งหมด (PC/p) (Hubbard & Allen, 1987) แต่หากเป็นการพิจารณาว่าข้อมูลจำลองหรือข้อมูลจริงมีจำนวนมิติที่สกัดได้ตามจำนวนมิติที่กำหนดไว้หรือไม่ ผู้วิจัยจะพิจารณาจากร้อยละของความถูกต้องในการสกัดจำนวนมิติจากแต่ละเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Weng & Cheng, 2005; Cho, Li, & Bandalos, 2009; Tran & Formann, 2009)

สำหรับการใช้สหสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ได้แก่ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน สหสัมพันธ์แบบ Phi สหสัมพันธ์แบบ Polychoric หรือสหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric เพื่อให้เหมาะสมกับมาตรวัดของข้อมูลแต่ละแบบในการจำลองข้อมูลจากการใช้วิธี Horn’s Parallel Analysis แต่การใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการจำลองข้อมูลวิธี Horn’s Parallel Analysis ยังให้ผลของความถูกต้องในการสกัดมิติที่สูงกว่าการใช้สหสัมพันธ์แบบ Tetrachoric (Tran & Formann, 2009) หรือสหสัมพันธ์แบบ Polychoric (Cho, Li, & Bandalos, 2009)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

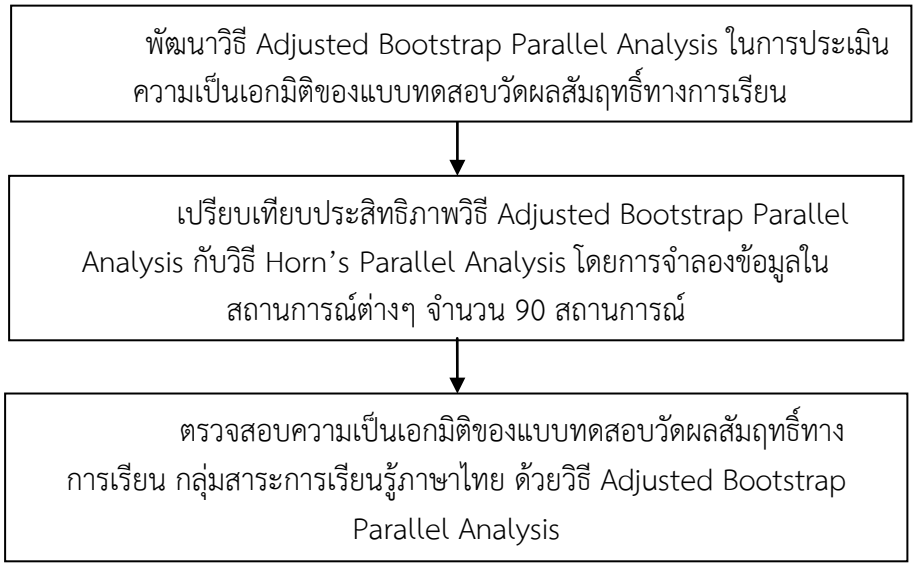
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ 90 สถานการณ์ และตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis การดำเนินการงานวิจัย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล

ตอนที่ 3 การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในภาพรวมสามารถแสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในภาพรวม

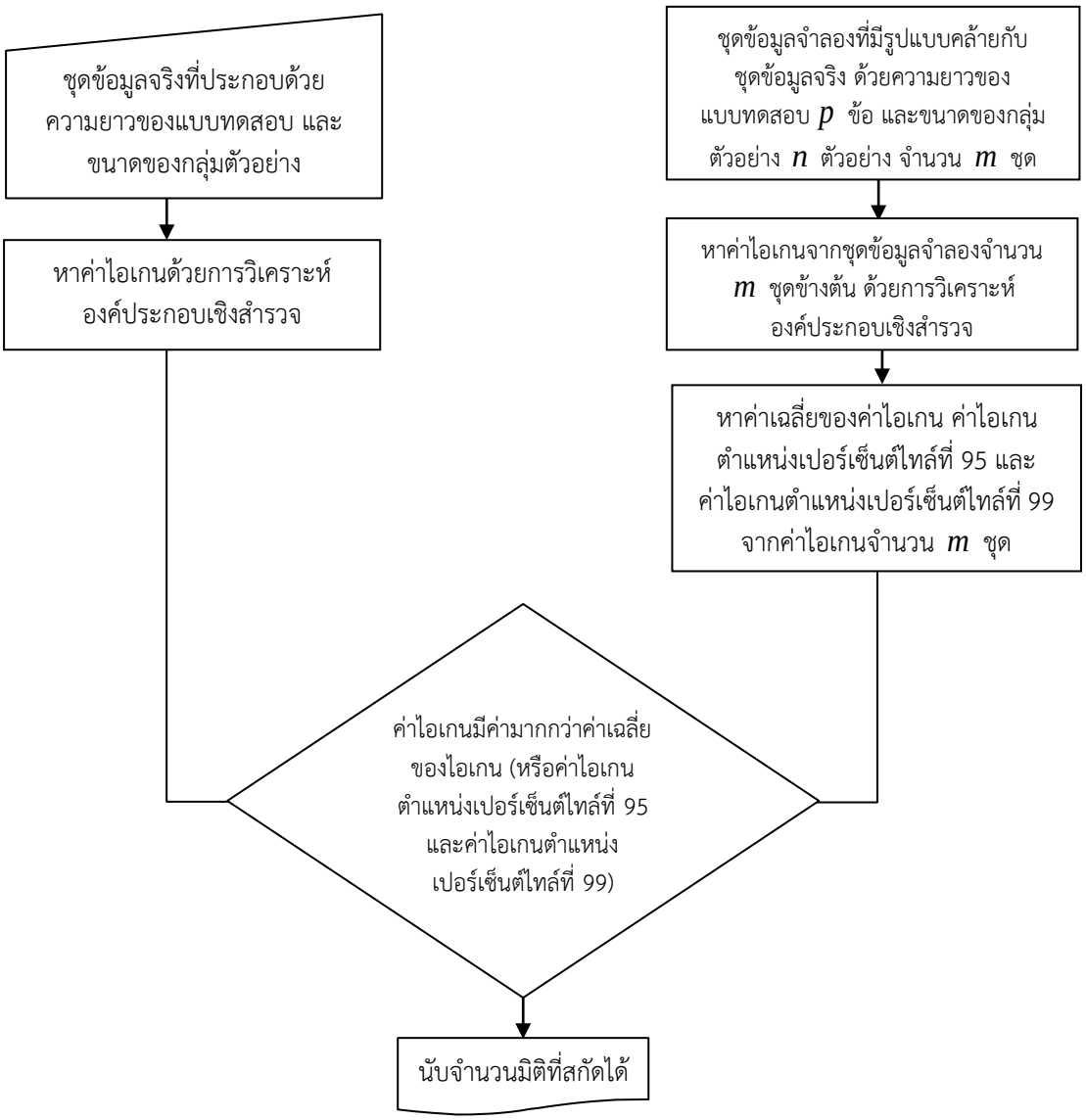
ตอนที่ 1 การพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังได้กล่าวไปแล้วว่าวิธี Horn's Parallel Analysis เป็นวิธีการประเมินจำนวนมิติของข้อสอบหรือข้อคำถามวิธีการหนึ่งที่ให้ผลของจำนวนมิติจากการสกัดได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 3 ขั้นดังนี้

1. การจำลองข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริง
2. หาค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง

3. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าไอเกนของการจำลองทั้งหมด

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากข้อมูลจำลองแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าไอเกนจากข้อมูลจริง หากค่าไอเกนจากข้อมูลจริงซึ่งเป็นข้อมูลส่วนที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากข้อมูลจำลองซึ่งเป็นข้อมูลส่วนที่ 2 แสดงว่ามิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษาซึ่งสามารถแสดงการดำเนินการได้ดังภาพที่ 3-2

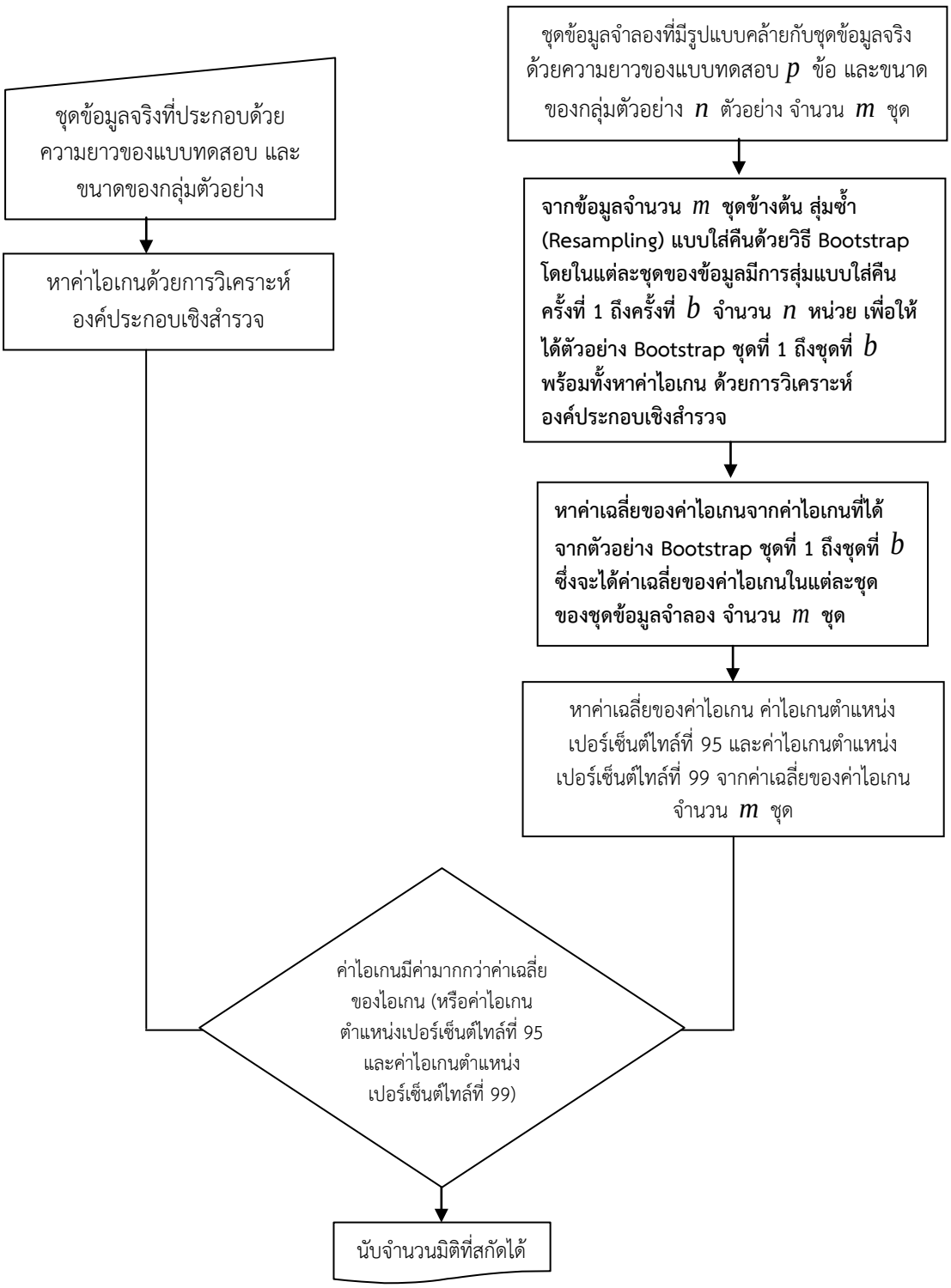


ภาพที่ 3-2 การดำเนินการด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis

วิธี Bootstrap เป็นกระบวนการทำซ้ำรูปแบบหนึ่งที่ไม่ขึ้นกับการแจกแจงของค่าสังเกตได้ (Distribution Free) และยังลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยซึ่งวิธีนี้เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยการสร้างตัวอย่างชุดใหม่หลายๆ ชุด ที่เรียกว่าตัวอย่าง Bootstrap ด้วยวิธีการสุ่มซ้ำแบบใส่คืนจากกลุ่มตัวอย่างเพียงชุดเดียว จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จาก

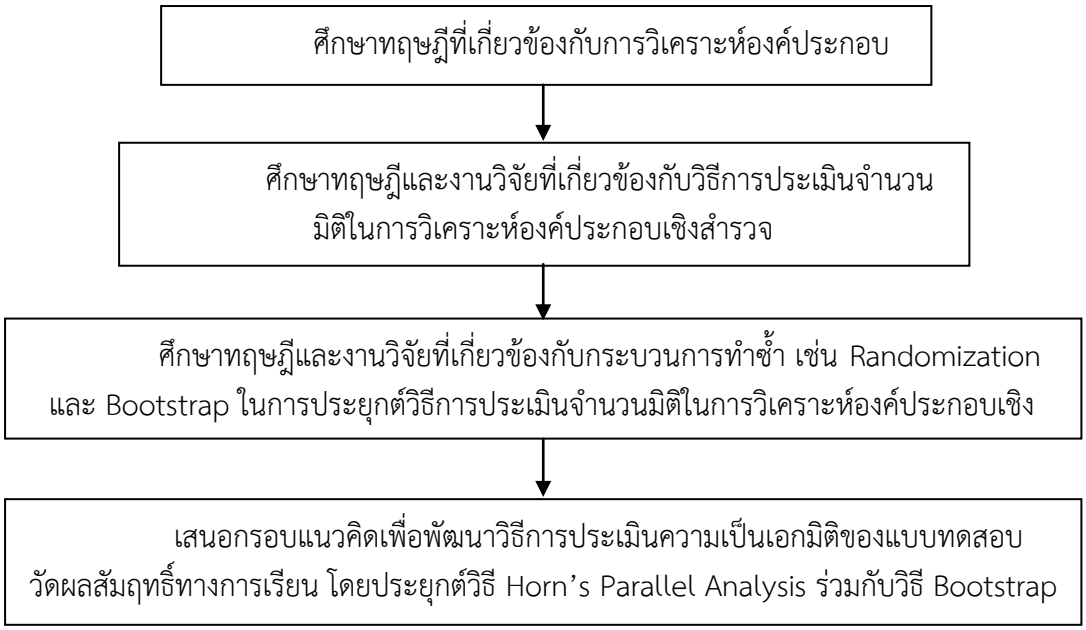
ชุดตัวอย่างดังกล่าว และจากงานวิจัยที่เสนอโดย Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) ซึ่งได้นำวิธี Bootstrap สุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจในข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจริง เพื่อให้ได้ค่าไอเกนหรือเวกเตอร์ไอเกนตามกระบวนการ Bootstrap จากนั้นได้หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ในข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจำลอง หากค่าไอเกนจากชุดข้อมูลจริงมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากชุดข้อมูลจำลองแสดงว่า มิตินั้นเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายข้อคำถามหรือตัวแปรที่ศึกษา

ดังนั้นหากได้นำวิธี Bootstrap มาใช้ในข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจำลอง โดยดำเนินการหลังจากการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงด้วยการสุ่มซ้ำแบบใส่คืน เพื่อให้ได้ค่าไอเกนของข้อมูลในแต่ละครั้งของการสุ่มซ้ำตามวิธี Bootstrap จนได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบต่อไป โดยในข้อมูลส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจริงนั้นเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อให้ได้ค่าไอเกนเก็บไว้ไปใช้ในการเปรียบเทียบตามวิธี Horn’s Parallel Analysis โดยสามารถแสดงการดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ที่มีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนที่ 2 ของวิธี Horn’s Parallel Analysis ได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 การดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

สรุปขั้นตอนการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล โดยการจำลองข้อมูลและการประเมินประสิทธิภาพได้ใช้โปรแกรม R ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การจำลองข้อมูล
2. การประเมินประสิทธิภาพ

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การจำลองข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการสร้างข้อมูล แต่ละหน่วยตัวอย่างของข้อมูลมีรูปแบบการให้คะแนนแบบสองค่า (Binary Data) ได้แก่ ตอบถูกมีค่าเป็น 1 ตอบผิดมีค่าเป็น 0 โดยกำหนดปัจจัยที่ใช้สำหรับการสร้างสถานการณ์ ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ (p) (กำหนด 5 ระดับ คือ 10 20 30 40 และ 50 ข้อ) ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) (กำหนด 7 ขนาด คือ 30 50 100 200 300 500 และ 1000 ตัวอย่าง) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λ) (กำหนด 3 ระดับ คือ 0.45 0.70 และ 0.90) การจำลองข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1.1 สร้างหน่วยตัวอย่างของข้อมูลที่ประกอบด้วยปัจจัยด้านความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยใช้ตัวแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจตามแนวทางของ Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005) ดังนี้

$$X = \lambda F + (1-\lambda^2)^{1/2} \times E$$

เมื่อ X แทน ค่าของตัวแปรต่อเนื่องที่ได้จากการจำลองข้อมูล

λ แทน น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)

F แทน คะแนนองค์ประกอบ (Factor Score) หรือคะแนนความสามารถ (Ability Score)

E แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) หรือความคลาดเคลื่อนของข้อคำถาม (Item Error)

โดย F และ E มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

1.2 ใช้คะแนน z เป็นเกณฑ์จุดตัดเพื่อแปลงค่าของตัวแปรต่อเนื่องในข้อ 1.1 ให้เป็นคะแนนที่มีรูปแบบการให้คะแนนแบบสองค่าตามแนวทางของ Parry and McArdle (1991) และ Weng and Cheng (2005)

1.3 คำนวณค่าไอเกนในแต่ละครั้งของการจำลอง รวมทั้งคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของสถานการณ์การจำลองแต่ละสถานการณ์

1.4 ในแต่ละสถานการณ์ทำซ้ำจำนวน 100 ครั้ง โดยชุดข้อมูลจำนวน m ชุดในส่วนข้อมูลจำลองจากทั้ง 2 วิธี และตัวอย่าง Bootstrap จำนวน b ชุดในขั้นตอนกระบวนการทำซ้ำด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เท่ากับ 100 ชุด

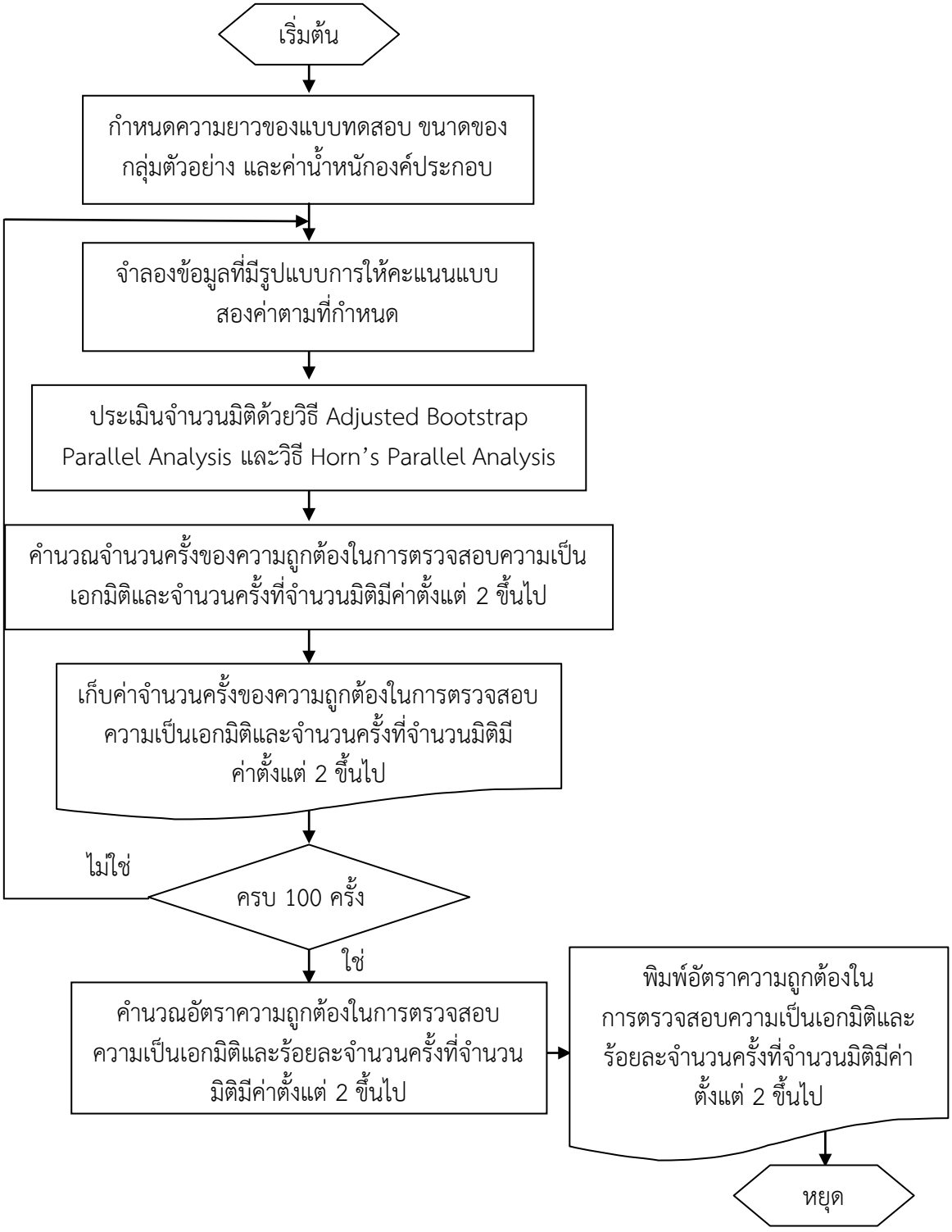
2. การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn’s Parallel Analysis ด้วยข้อมูลจำลองข้างต้น ได้ประเมินด้วยเกณฑ์การประเมิน 2 วิธีดังนี้

2.1 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn’s Parallel Analysis

2.2 ร้อยละของจำนวนครั้งที่วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn’s Parallel Analysis ที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

สรุปขั้นตอนการดำเนินงานในการจำลองข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis และวิธี Horn's Parallel Analysis ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินงานในการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis

ตอนที่ 3 การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเพื่อวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย พฤติกรรมขั้นความเข้าใจตามแนวทางของ Anderson and Crathwohl (2001, p. 31) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 ข้อ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากแผนกวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์ จังหวัดสงขลา

2. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความเข้าใจที่ต้องการวัด รายนามผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

2.1 อาจารย์ ดร.มัฮดี แวดราแม ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.2 อาจารย์ยุพดี ยศวริศสกุล ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.3 อาจารย์พงษ์ไทย ชาลีผล กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์ จังหวัดสงขลา

โดยผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนปรากฏว่าข้อสอบทั้ง 50 ข้อสามารถวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย พฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความเข้าใจได้ทุกข้อแสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เสนอพิจารณามีความเป็นเอกมิติ

3. คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี โดยทดสอบในวันที่ 8 สิงหาคม 2557 และได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความเข้าใจ (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.60 โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 จำนวน 40 ข้อ

4. เสนอโครงการวิจัยเพื่อให้คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาพิจารณาก่อนนำแบบทดสอบไปใช้สอบกับกลุ่มตัวอย่าง

5. นำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยระหว่างวันที่ 18-29 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 รวมจำนวน 300 คน

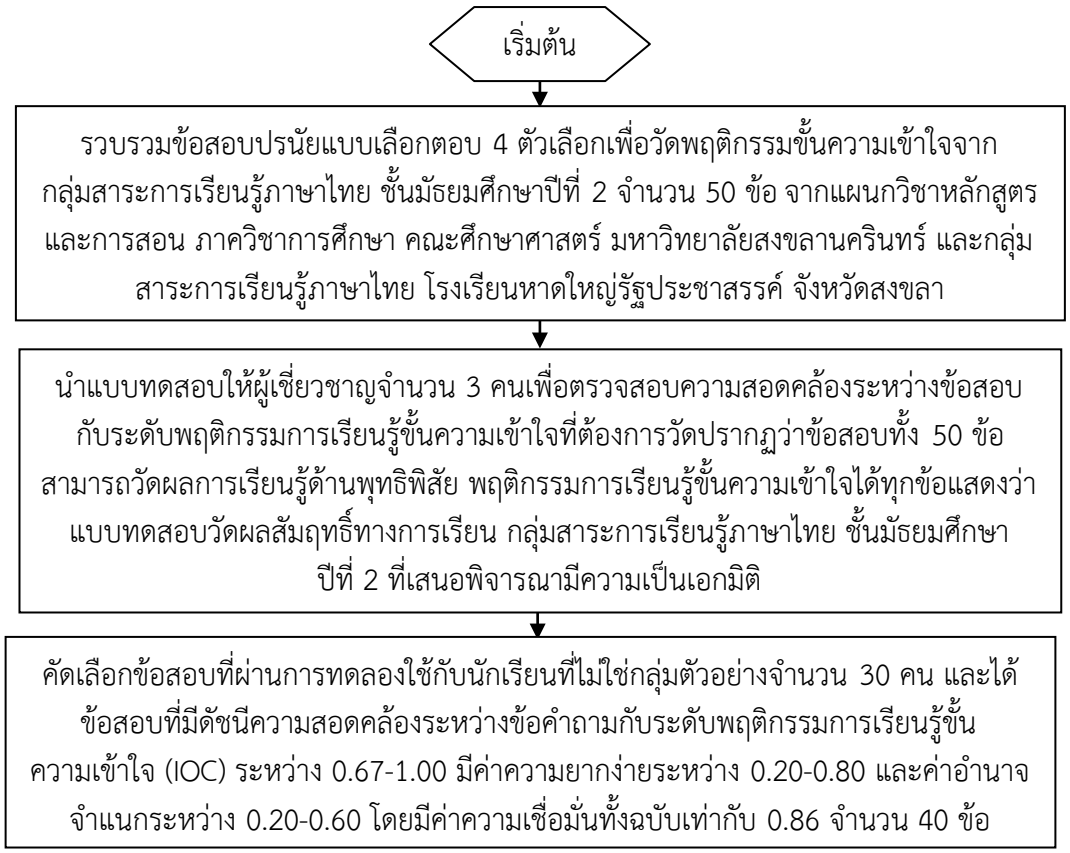
6. ตรวจให้คะแนนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยให้คะแนนตอบถูกมีค่าเป็น 1 ตอบผิดมีค่าเป็น 0 พร้อมทั้งคำนวณค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงจากคะแนนที่ได้

7. คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลจำลอง โดยการจำลองข้อมูลคะแนนตอบถูกมีค่าเป็น 1

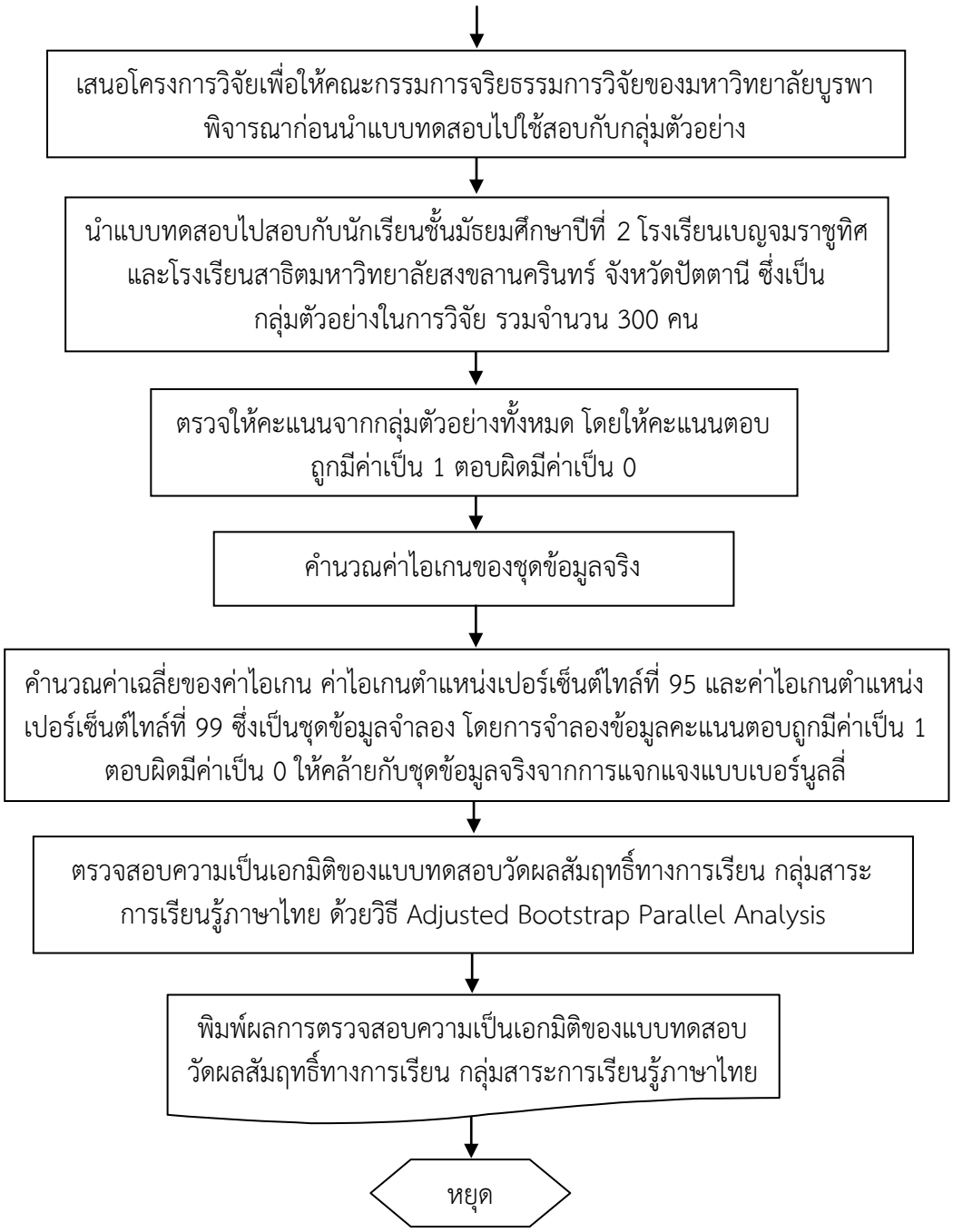
ตอบผิดมีค่าเป็น 0 ให้คล้ายกับชุดข้อมูลจริงจากการแจกแจงแบบเบอร์นูลลี่ (Bernoulli Distribution) จำนวน 40 ข้อในแต่ละค่าสังเกตได้ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน โดยให้มีรูปแบบตามเกณฑ์ปกติของสเตไนน์ (Stanine Norms) ซึ่งได้กำหนดให้จำนวนตัวอย่างร้อยละ 4, 7, 12 และ 17 ของตัวอย่างทั้งหมดที่มีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าความน่าจะเป็นที่จะตอบถูกเท่ากับ 0.05, 0.15, 0.30 และ 0.40 ตามลำดับ จำนวนตัวอย่างร้อยละ 20 ของตัวอย่างทั้งหมดที่มีคะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยมีค่าความน่าจะเป็นที่จะตอบถูกเท่ากับ 0.50 และจำนวนตัวอย่างร้อยละ 17, 12, 7 และ 4 ของตัวอย่างทั้งหมดที่มีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าความน่าจะเป็นที่จะตอบถูกเท่ากับ 0.60, 0.70, 0.85 และ 0.95 ตามลำดับ

8. ตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงในข้อ 7 และค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของชุดข้อมูลจำลองในข้อ 8 หากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงเฉพาะลำดับที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนของชุดข้อมูลจำลอง (หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99) ในลำดับเดียวกันแสดงว่าสามารถตรวจสอบได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย มีความเป็นเอกมิติ

สรุปขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis (ต่อ)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล และเพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการพัฒนา วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ส่วนที่ 1 ชุดข้อมูลจริง

หาค่าไอเกนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ส่วนที่ 2 ชุดข้อมูลจำลอง

1. จำลองข้อมูลที่มีรูปแบบคล้ายกับชุดข้อมูลจริงด้วยความยาวของแบบทดสอบ p ข้อ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n ตัวอย่าง จำนวน m ชุด

2. จากข้อมูลจำนวน m ชุดในข้อ 1 สุ่มซ้ำ (Resampling) แบบใส่คืนด้วยกระบวนการ Bootstrap ในแต่ละชุดของข้อมูลดังนี้

2.1 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 1 จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 1 พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

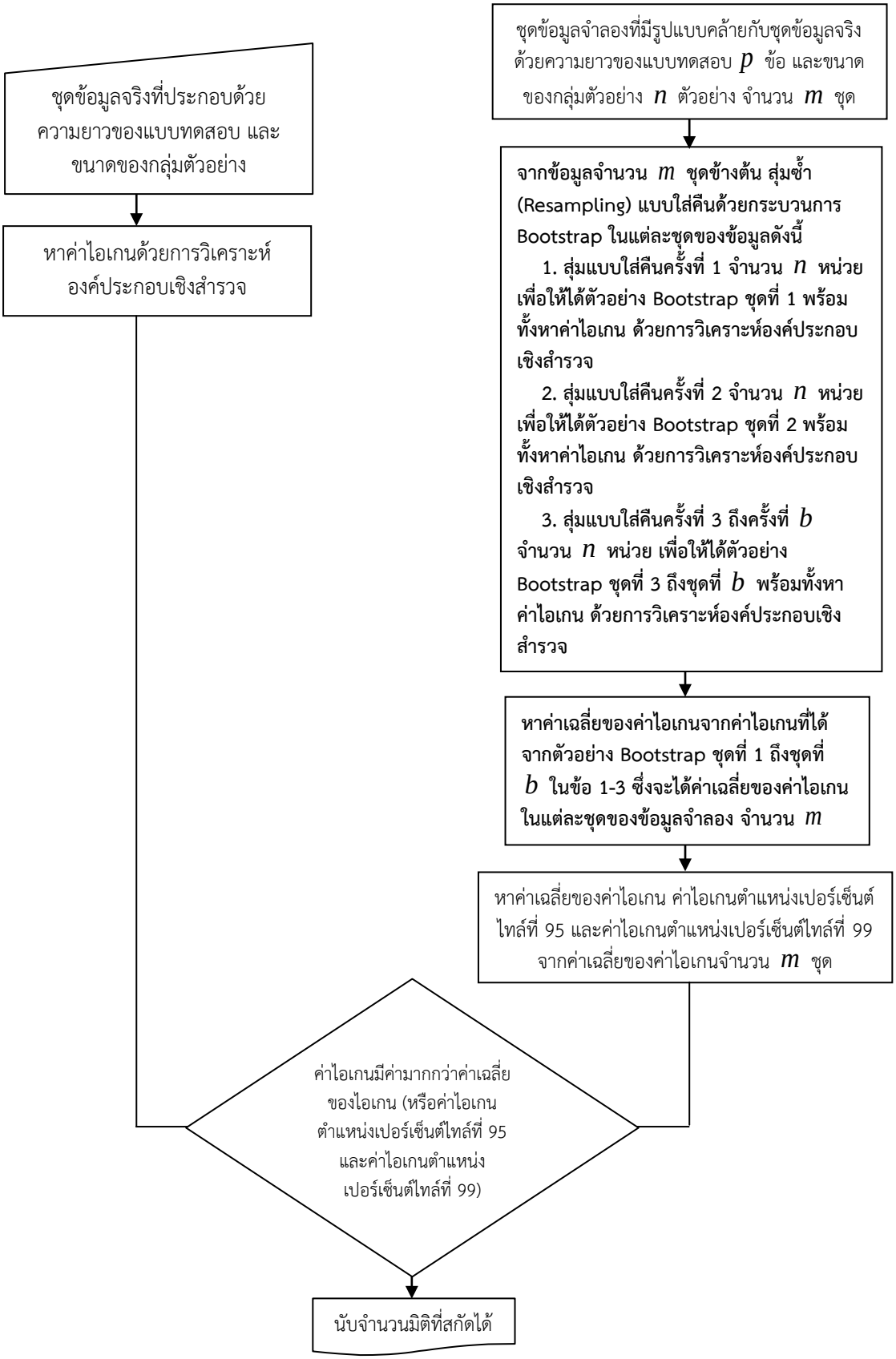
2.2 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 2 จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 2 พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

2.3 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 3 ถึงครั้งที่ b จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 3 ถึงชุดที่ b พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

3. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากค่าไอเกนที่ได้จากตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ b ในข้อ 2.1-2.3 ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนในแต่ละชุดของข้อมูล จำนวน m ชุด

4. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน จำนวน m ชุดในข้อ 3

เมื่อได้ค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง และค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจำลองแล้ว เปรียบเทียบค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง กับค่าเฉลี่ยของไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของชุดข้อมูลจำลอง หากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงในลำดับที่ k เมื่อ $k = 1,2,\ldots, p$ มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของไอเกนของชุดข้อมูลจำลอง (หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99) ในลำดับเดียวกันให้นับเป็นมิติที่สกัดได้ การดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis แสดงดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แผนผังการดำเนินการด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูล

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กับวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการจำลองข้อมูลภายใต้ 90 สถานการณ์ ตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น $n \geq 3p/2$ ของ Weng, Lee, and Wu (2003) คือ ความยาวของแบบทดสอบ (p) เท่ากับ 10 20 30 40 และ 50 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) เท่ากับ 30 50 100 200 300 500 และ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λ) เท่ากับ 0.45 0.70 และ 0.90 โดยมีการทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์จำนวน 100 ครั้ง และประเมินประสิทธิภาพด้วยอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ และร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

สำหรับสถานการณ์ในการจำลองข้อมูลกรณีความยาวแบบทดสอบเท่ากับ 10 และ 20 ข้อ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 30 ตัวอย่าง รวม 6 สถานการณ์ ไม่สามารถคำนวณค่าไอเกนได้ในบางครั้งของการทำซ้ำ เนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมทริกซ์ข้อมูลมีค่าเป็นศูนย์ซึ่งเป็นผลให้เมทริกซ์มีรูปแบบเป็นเมทริกซ์เอกฐานจึงไม่สามารถคำนวณค่าไอเกนได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากทั้งหมด 84 สถานการณ์เป็นดังนี้

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดให้

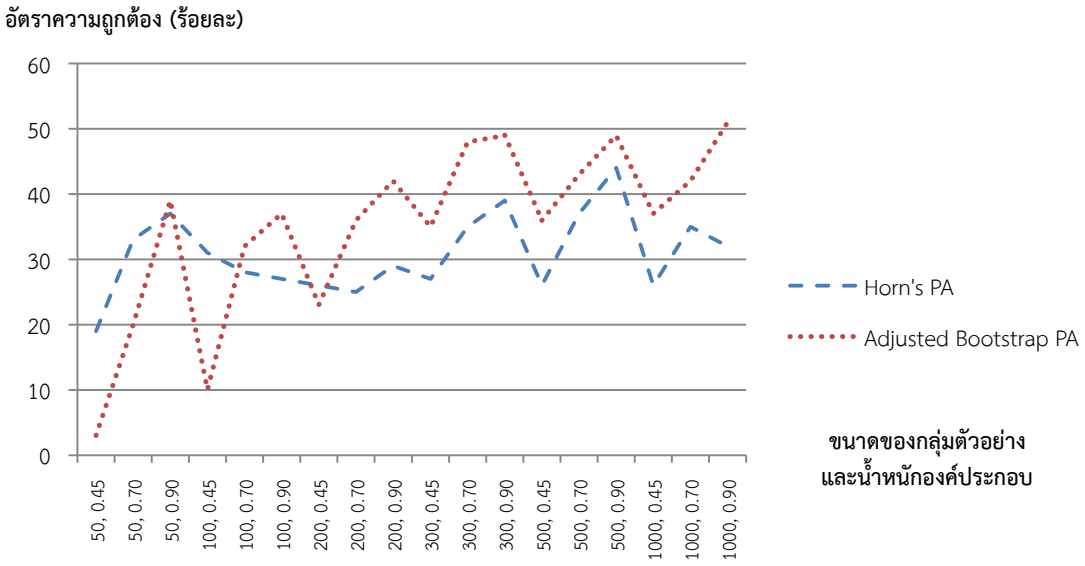
วิธี PA แทน วิธี Horn's Parallel Analysis

วิธี ABPA แทน วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

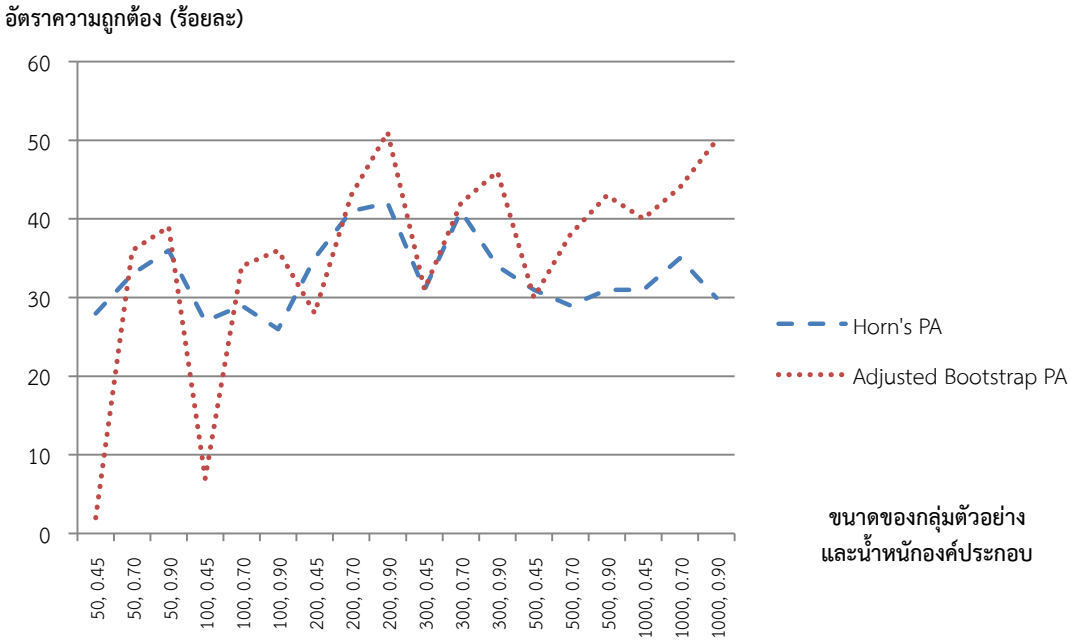
ตารางที่ 4-1 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	19	3	28	2	31	2	-	-	-	-
	0.70	33	20	33	36	31	27	-	-	-	-
	0.90	37	39	36	39	33	37	-	-	-	-
100	0.45	31	10	27	7	30	9	25	16	30	17
	0.70	28	32	29	34	27	32	33	30	28	30
	0.90	27	37	26	36	29	38	25	35	34	37
200	0.45	26	23	35	28	41	27	32	20	27	27
	0.70	25	36	41	43	40	44	32	38	30	41
	0.90	29	42	42	51	42	49	39	45	37	52
300	0.45	27	35	31	31	27	28	35	30	37	25
	0.70	35	48	41	42	35	46	35	47	33	49
	0.90	39	49	34	46	42	51	37	51	35	48
500	0.45	26	36	31	30	33	35	19	33	28	34
	0.70	37	43	29	38	29	43	31	42	35	47
	0.90	44	49	31	43	35	47	34	46	34	48
1000	0.45	26	37	31	40	26	34	38	40	27	40
	0.70	35	42	35	44	28	43	31	47	32	47
	0.90	32	51	30	50	33	49	31	47	34	49

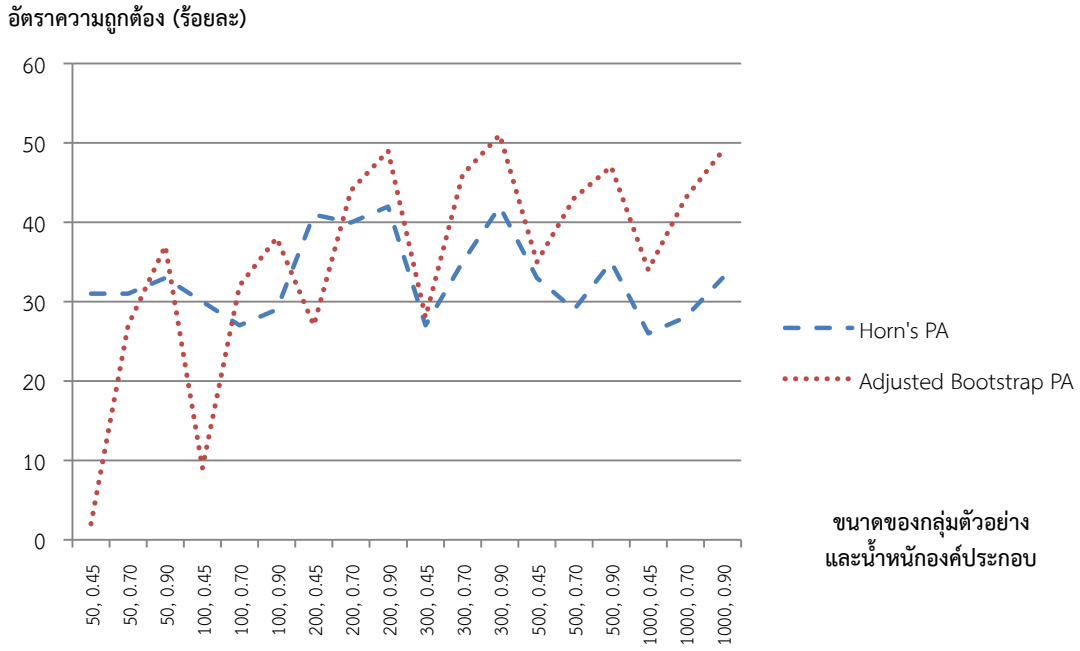
หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)



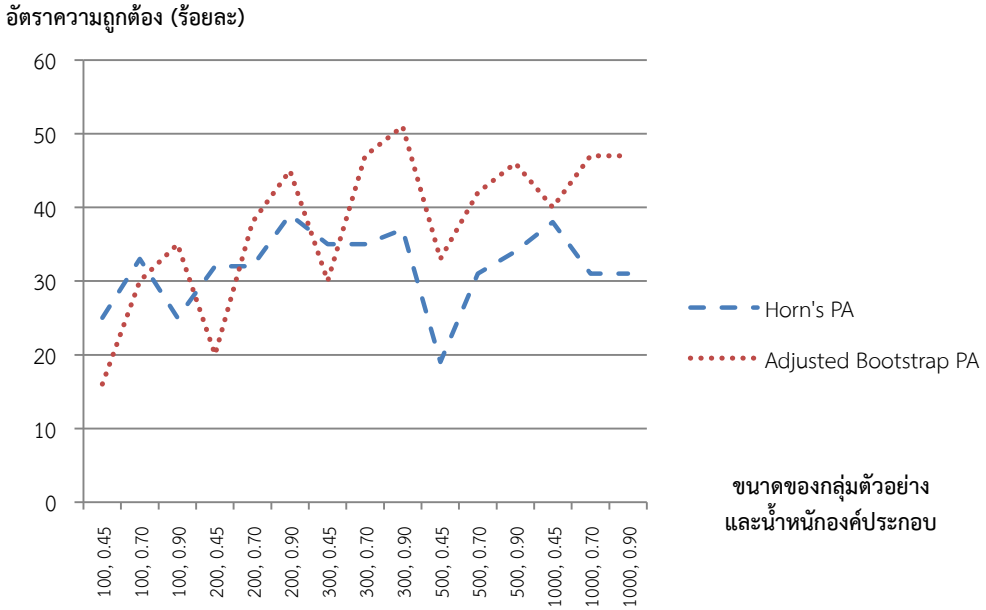
ภาพที่ 4-2 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ



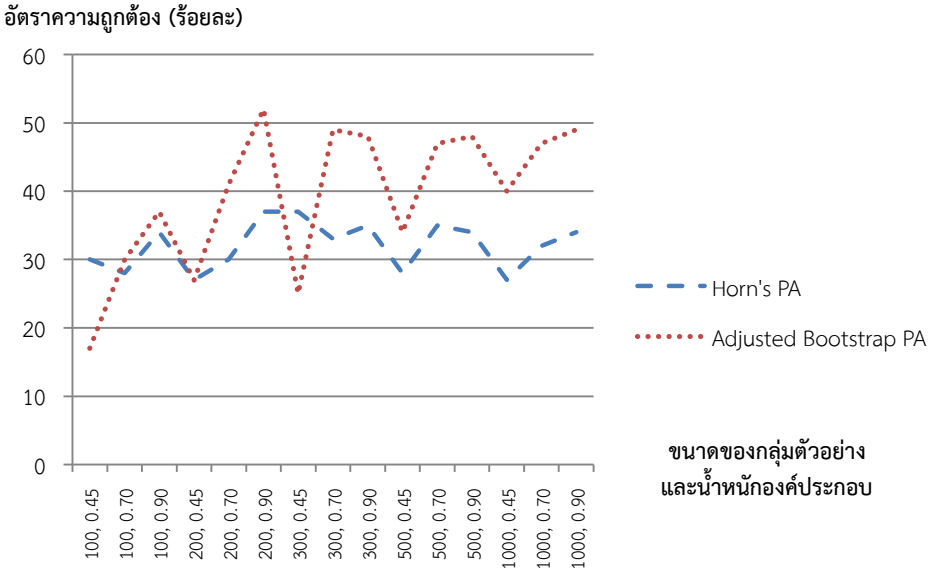
ภาพที่ 4-3 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ



ภาพที่ 4-4 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ



ภาพที่ 4-5 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ



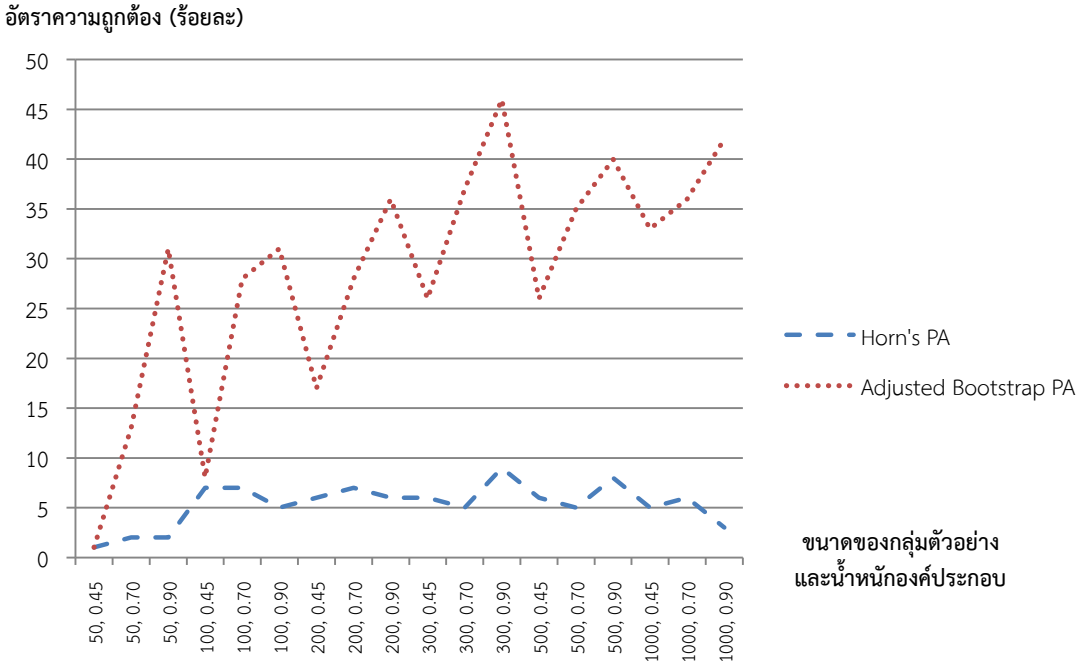
ภาพที่ 4-6 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ

จากตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-2 ถึงภาพที่ 4-6 แสดงอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn’s Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนปรากฏว่า ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Horn’s Parallel Analysis โดยให้ผลของอัตราความถูกต้องที่สูงกว่าเป็นจำนวน 64 สถานการณ์ จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ ยกเว้นกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เกิน 200 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ซึ่งวิธี Horn’s Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

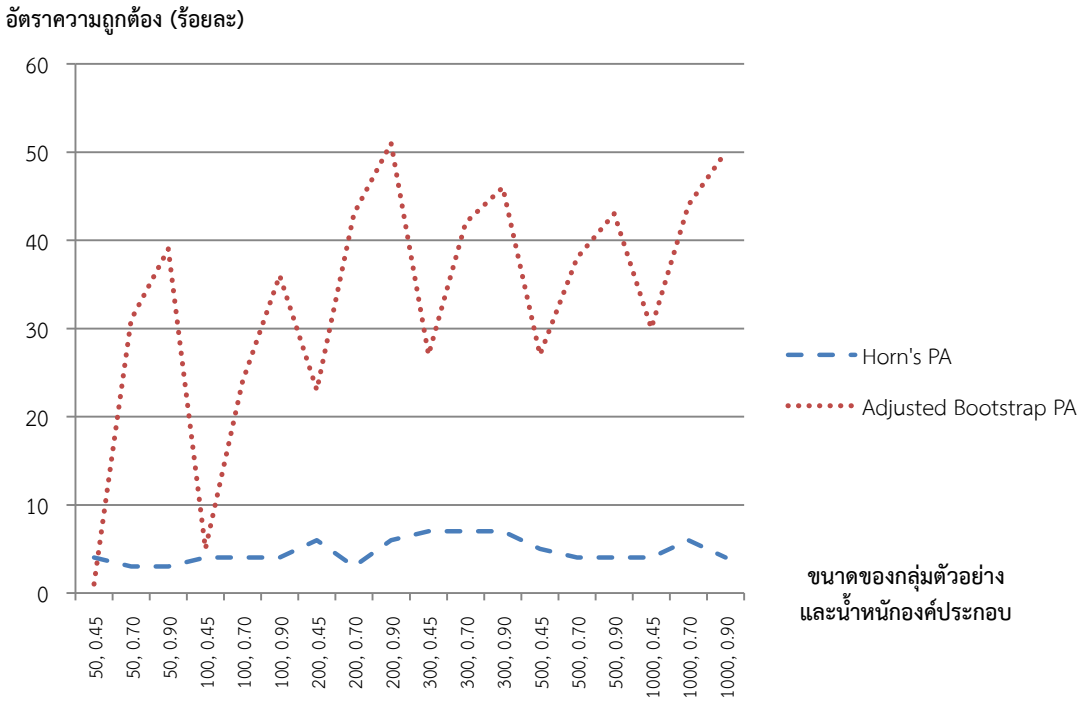
ตารางที่ 4-2 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	1	1	4	1	4	2	-	-	-	-
	0.70	2	13	3	31	2	19	-	-	-	-
	0.90	2	31	3	39	4	30	-	-	-	-
100	0.45	7	8	4	5	6	6	9	14	9	12
	0.70	7	28	4	24	5	23	6	24	7	26
	0.90	5	31	4	36	4	33	4	28	6	33
200	0.45	6	17	6	23	10	19	5	15	6	19
	0.70	7	28	3	43	3	31	7	30	3	33
	0.90	6	36	6	51	6	38	6	39	5	41
300	0.45	6	26	7	27	4	20	5	21	2	18
	0.70	5	37	7	42	5	39	3	39	2	40
	0.90	9	46	7	46	5	44	6	41	6	40
500	0.45	6	26	5	27	4	27	4	26	2	25
	0.70	5	35	4	38	4	37	4	39	3	42
	0.90	8	40	4	43	5	41	4	41	6	39
1000	0.45	5	33	4	30	4	25	3	30	2	32
	0.70	6	36	6	44	4	35	5	33	5	37
	0.90	3	42	4	50	2	39	2	42	2	40

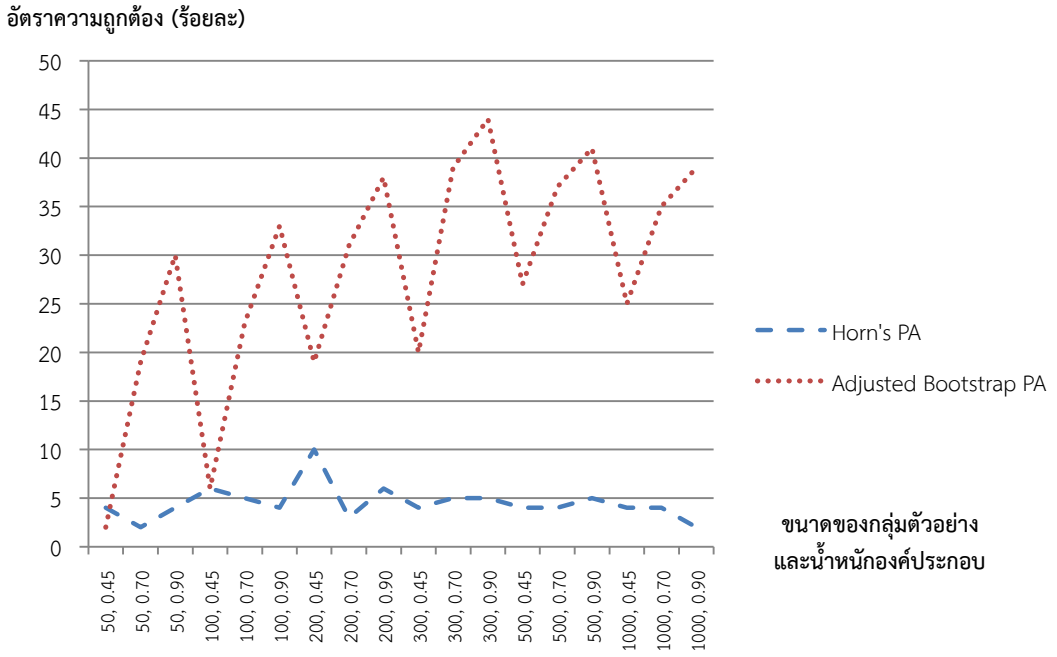
หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)



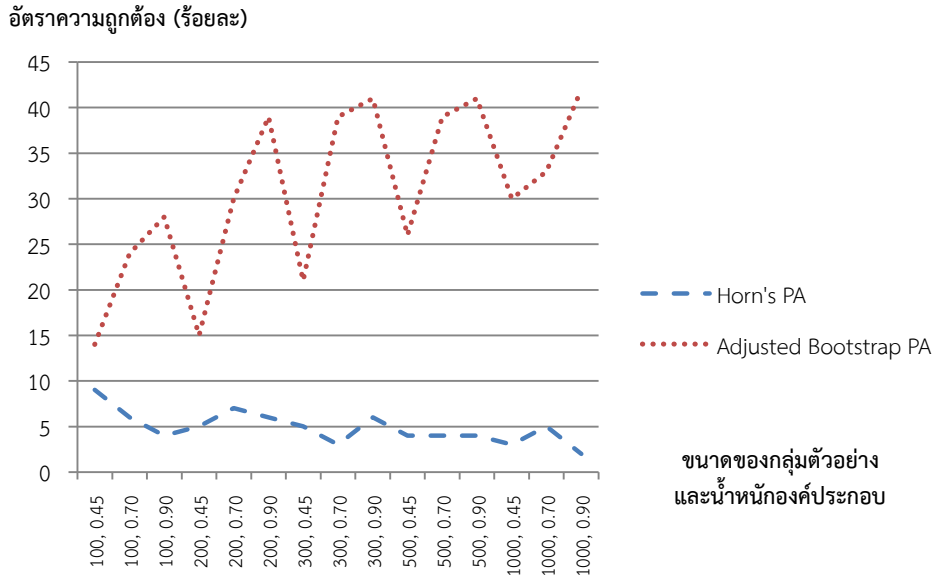
ภาพที่ 4-7 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ



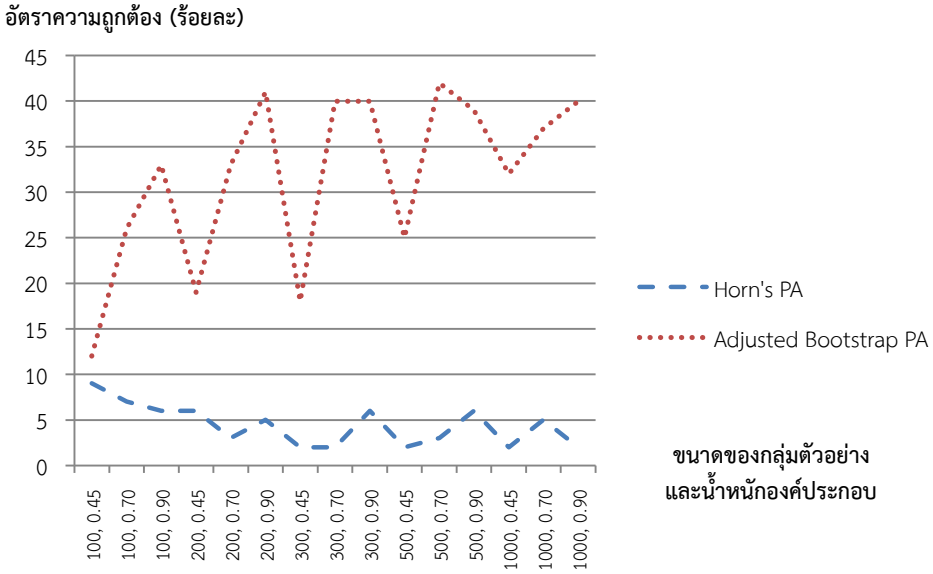
ภาพที่ 4-8 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ



ภาพที่ 4-9 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ



ภาพที่ 4-10 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ



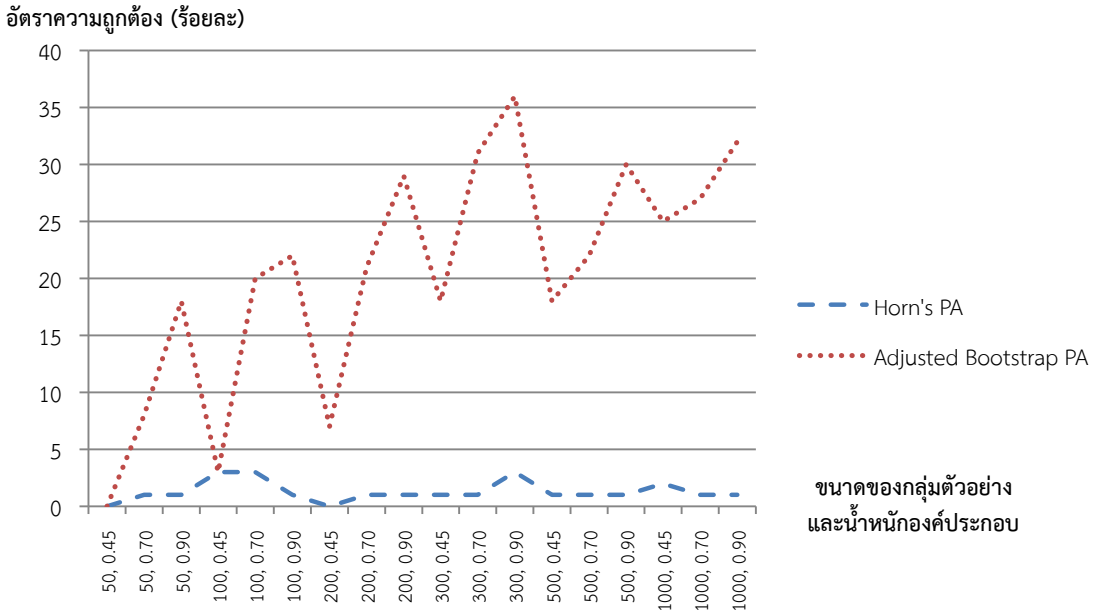
ภาพที่ 4-11 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ

จากตารางที่ 4-2 และภาพที่ 4-7 ถึงภาพที่ 4-11 แสดงอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ปรากฏว่า ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis โดยให้ผลของอัตราความถูกต้องที่สูงกว่าเป็นจำนวน 80 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ ยกเว้นกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 50 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ซึ่งวิธี Horn's Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

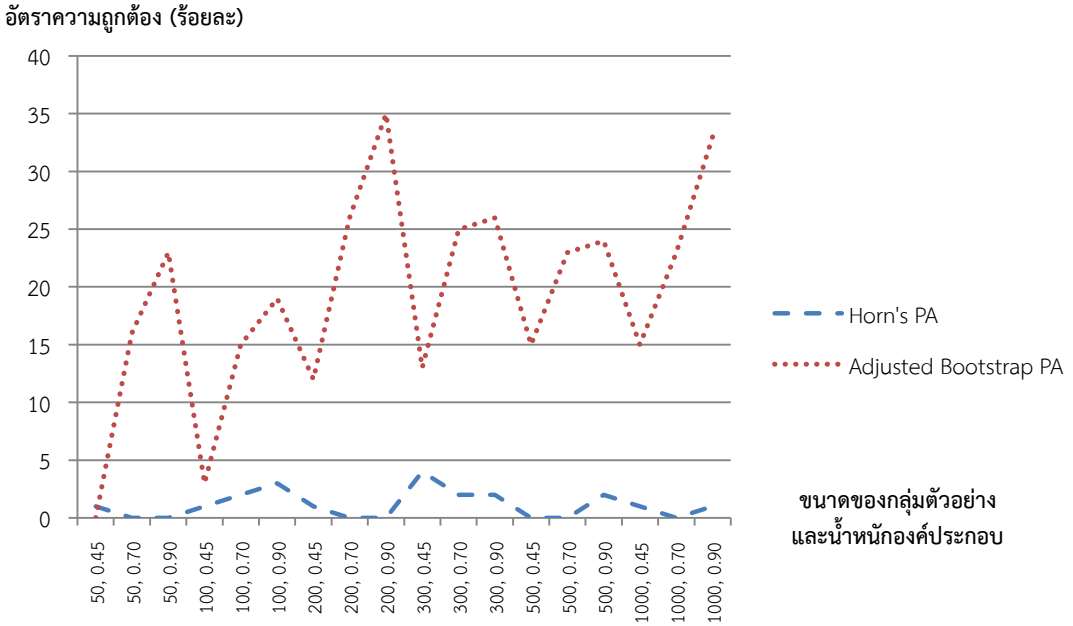
ตารางที่ 4-3 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	0	0	1	0	0	0	-	-	-	-
	0.70	1	8	0	16	0	9	-	-	-	-
	0.90	1	18	0	23	1	21	-	-	-	-
100	0.45	3	3	1	3	2	5	3	8	2	6
	0.70	3	20	2	15	2	15	1	17	1	15
	0.90	1	22	3	19	1	24	1	19	1	24
200	0.45	0	7	1	12	3	11	1	7	1	8
	0.70	1	21	0	26	1	22	0	24	0	25
	0.90	1	29	0	35	1	27	0	30	0	31
300	0.45	1	18	4	13	1	16	0	6	0	9
	0.70	1	31	2	25	0	31	0	24	0	23
	0.90	3	36	2	26	1	35	1	26	0	33
500	0.45	1	18	0	15	0	16	2	19	0	9
	0.70	1	22	0	23	0	27	0	27	0	26
	0.90	1	30	2	24	0	27	1	29	1	31
1000	0.45	2	25	1	15	0	11	1	14	0	15
	0.70	1	27	0	23	0	23	1	21	1	24
	0.90	1	32	1	33	0	31	0	25	0	24

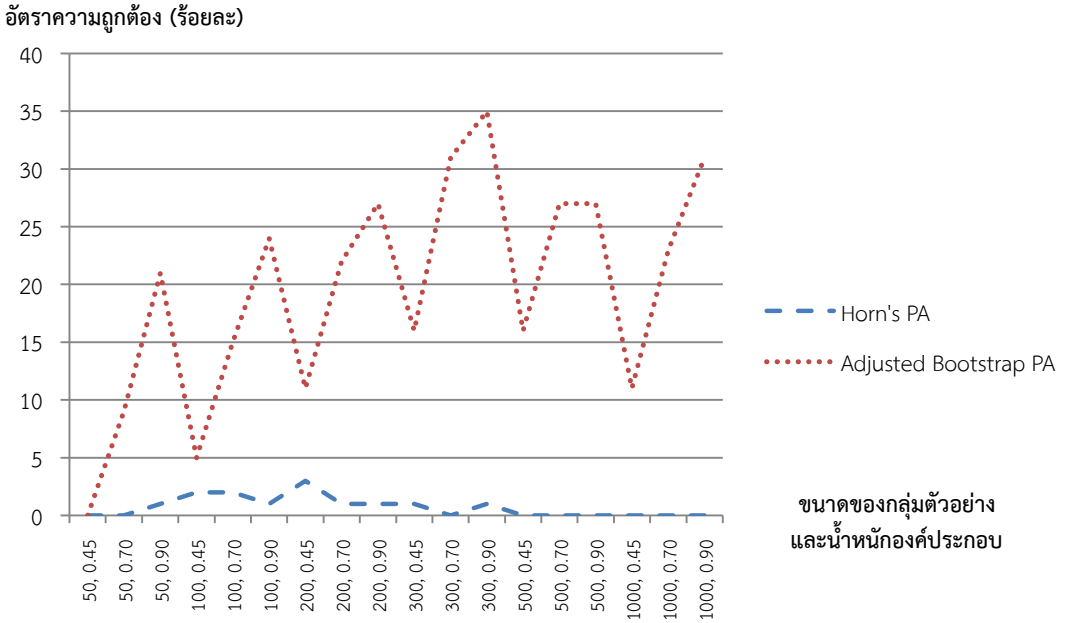
หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)



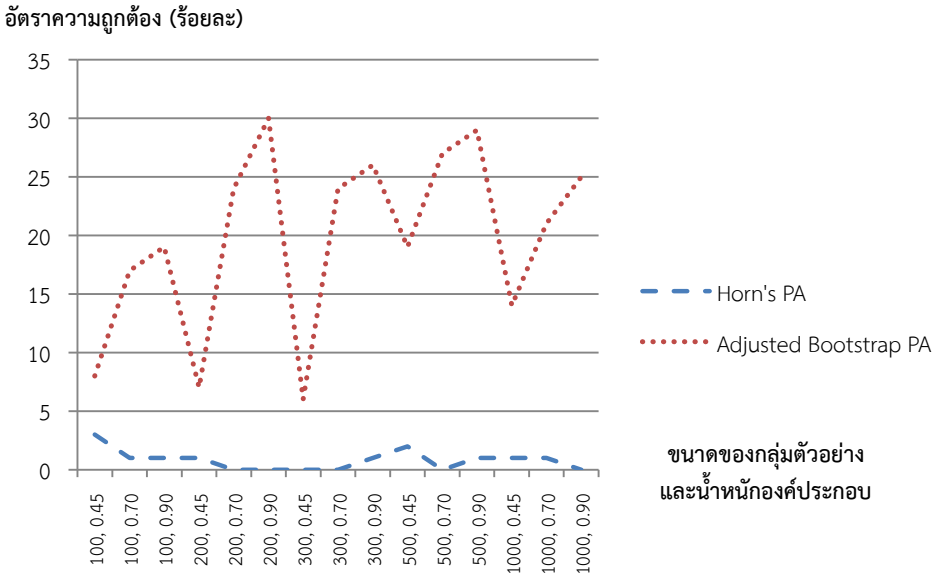
ภาพที่ 4-12 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ



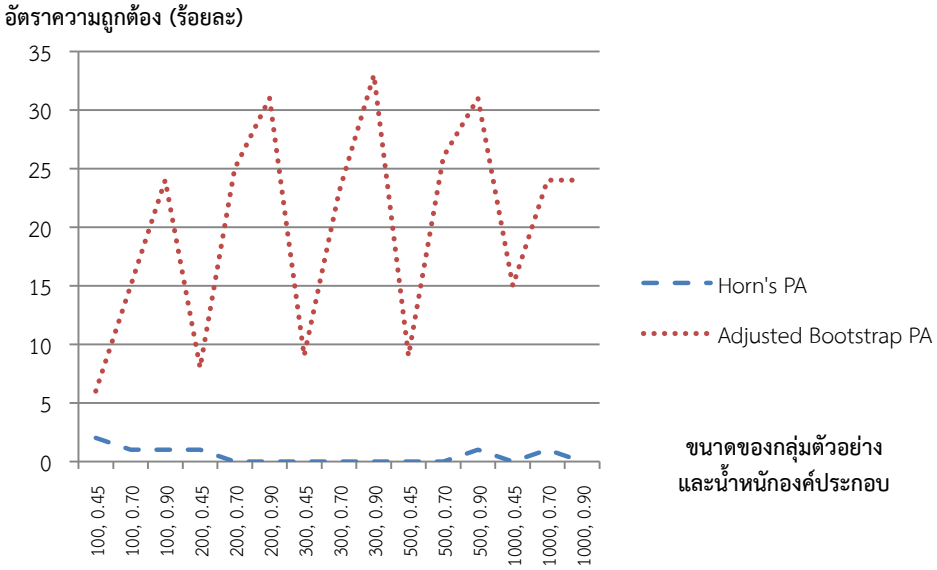
ภาพที่ 4-13 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ



ภาพที่ 4-14 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ



ภาพที่ 4-15 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ



ภาพที่ 4-16 อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ

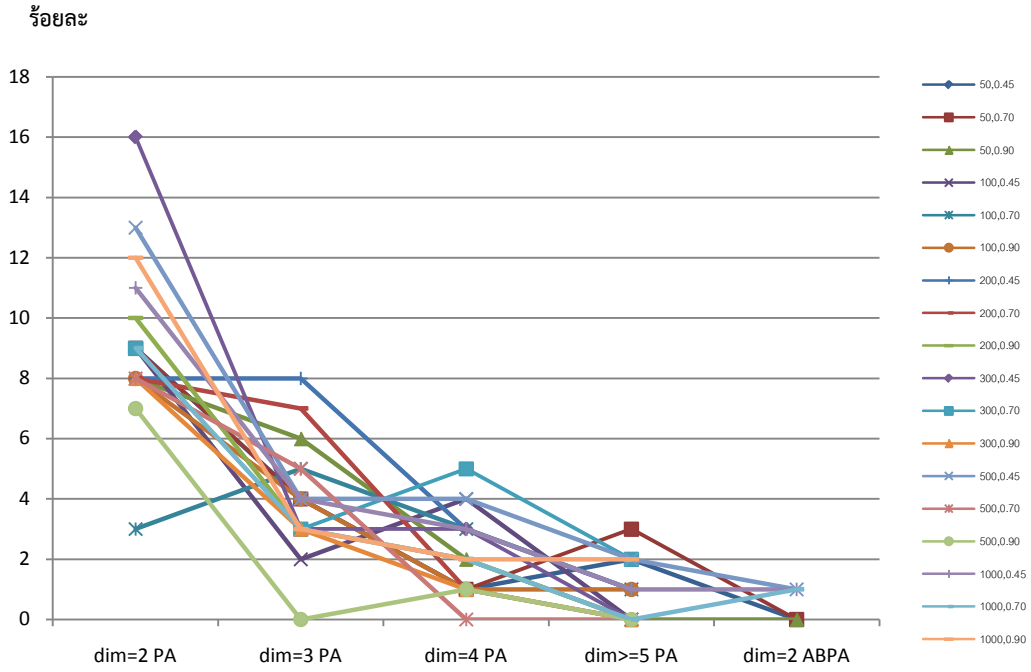
จากตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-11 ถึงภาพที่ 4-16 แสดงอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ปรากฏว่า ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis โดยให้ผลของอัตราความถูกต้องที่สูงกว่าเป็นจำนวน 80 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ ยกเว้นกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 50 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ซึ่งวิธี Horn's Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ผลการวิจัยข้างต้นโดยการพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 จึงสรุปได้ว่าโดยภาพรวมผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis

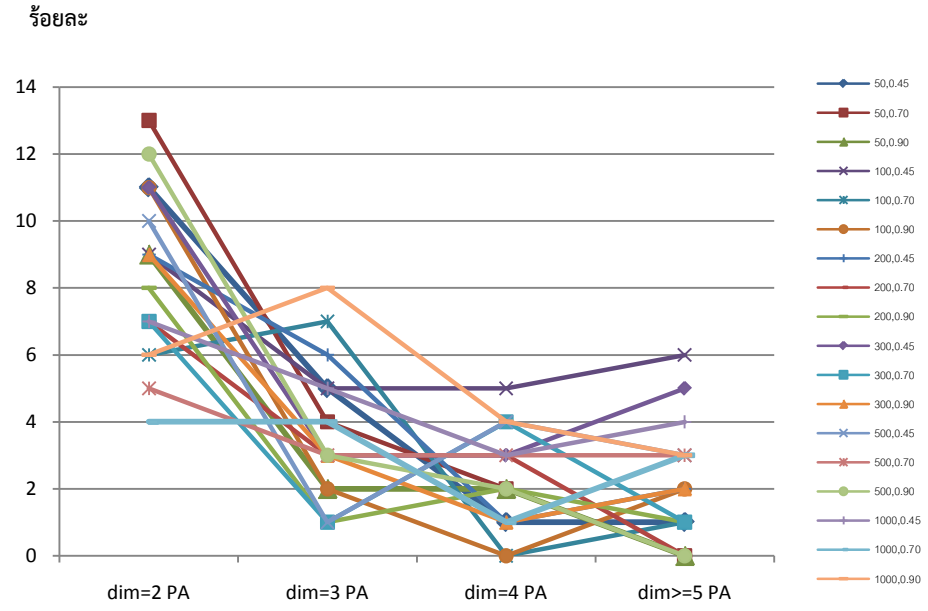
ตารางที่ 4-4 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	9,4,1,2	0,0,0,0	11,5,1,1	0,0,0,0	8,5,2,1	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.70	9,4,1,3	0,0,0,0	13,4,2,0	0,0,0,0	5,3,2,5	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.90	8,6,2,0	0,0,0,0	9,2,2,0	0,0,0,0	6,5,2,1	0,0,0,0	-	-	-	-
100	0.45	9,2,4,0	0,0,0,0	9,5,5,6	0,0,0,0	3,9,3,4	0,0,0,0	8,2,1,5	0,0,0,0	6,3,2,0	0,0,0,0
	0.70	3,5,3,1	0,0,0,0	6,7,0,1	0,0,0,0	8,5,1,0	0,0,0,0	5,0,1,2	0,0,0,0	10,5,1,1	0,0,0,0
	0.90	8,4,1,1	0,0,0,0	11,2,0,2	0,0,0,0	8,2,2,2	0,0,0,0	9,2,2,3	0,0,0,0	6,3,0,2	0,0,0,0
200	0.45	8,8,3,1	0,0,0,0	9,6,1,2	0,0,0,0	7,3,2,3	0,0,0,0	7,3,4,6	0,0,0,0	11,3,0,6	0,0,0,0
	0.70	8,7,1,0	0,0,0,0	7,3,3,0	0,0,0,0	10,5,1,0	0,0,0,0	10,5,1,4	0,0,0,0	9,6,3,2	0,0,0,0
	0.90	10,3,2,0	0,0,0,0	8,1,2,1	0,0,0,0	8,3,2,1	0,0,0,0	10,1,0,1	0,0,0,0	10,5,1,0	0,0,0,0
300	0.45	16,3,3,0	0,0,0,0	11,3,3,5	0,0,0,0	12,5,2,2	0,0,0,0	6,4,4,1	0,0,0,0	5,6,3,4	0,0,0,0
	0.70	9,3,5,2	0,0,0,0	7,1,4,1	0,0,0,0	10,3,0,2	0,0,0,0	14,1,4,2	0,0,0,0	11,2,4,3	0,0,0,0
	0.90	8,3,1,0	0,0,0,0	9,3,1,2	0,0,0,0	4,2,2,2	0,0,0,0	3,7,3,3	0,0,0,0	11,2,0,2	0,0,0,0
500	0.45	13,4,4,2	1,0,0,0	10,1,4,3	0,0,0,0	8,5,5,3	0,0,0,0	12,5,5,5	0,0,0,0	7,5,3,3	0,0,0,0
	0.70	8,5,0,0	0,0,0,0	5,3,3,3	0,0,0,0	8,5,2,3	0,0,0,0	6,4,2,4	0,0,0,0	5,4,4,2	0,0,0,0
	0.90	7,0,1,0	0,0,0,0	12.3.2.0	0,0,0,0	10,4,1,1	0,0,0,0	8,3,3,1	0,0,0,0	8,1,3,4	0,0,0,0
1000	0.45	11,4,3,1	1,0,0,0	7,5,3,4	0,0,0,0	7,5,3,5	0,0,0,0	2,7,2,5	0,0,0,0	5,4,4,4	0,0,0,0
	0.70	9,3,2,0	1,0,0,0	4,4,1,3	0,0,0,0	8,5,1,2	0,0,0,0	8,8,0,2	0,0,0,0	6,8,2,4	0,0,0,0
	0.90	12,3,2,2	0,0,0,0	6,8,4,3	0,0,0,0	11,3,1,3	0,0,0,0	7,3,1,6	0,0,0,0	7,4,3,3	0,0,0,0

หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)

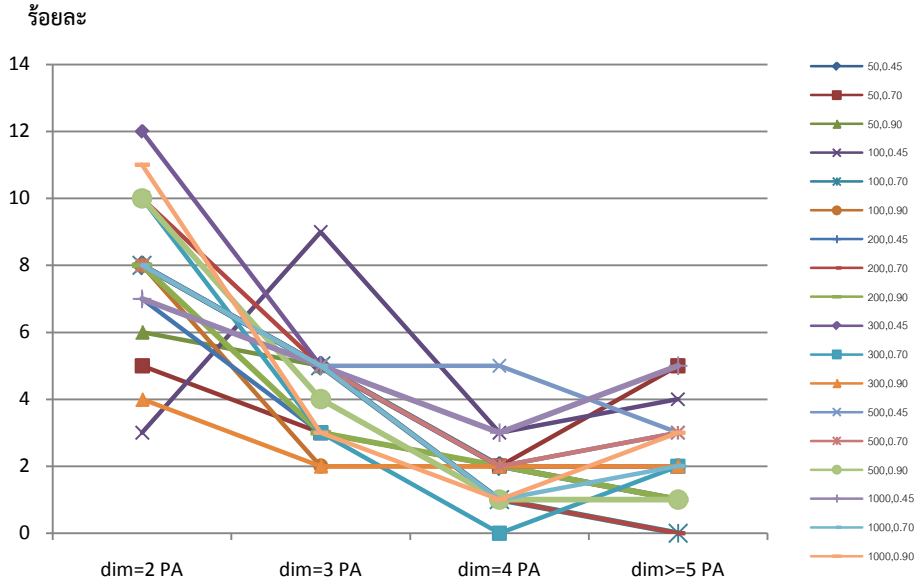


ภาพที่ 4-17 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ

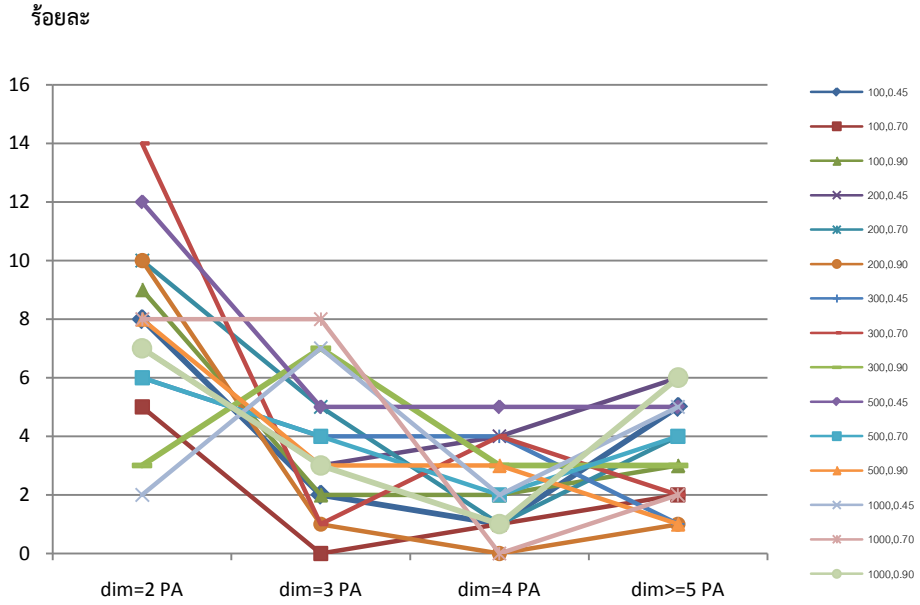


ภาพที่ 4-18 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ

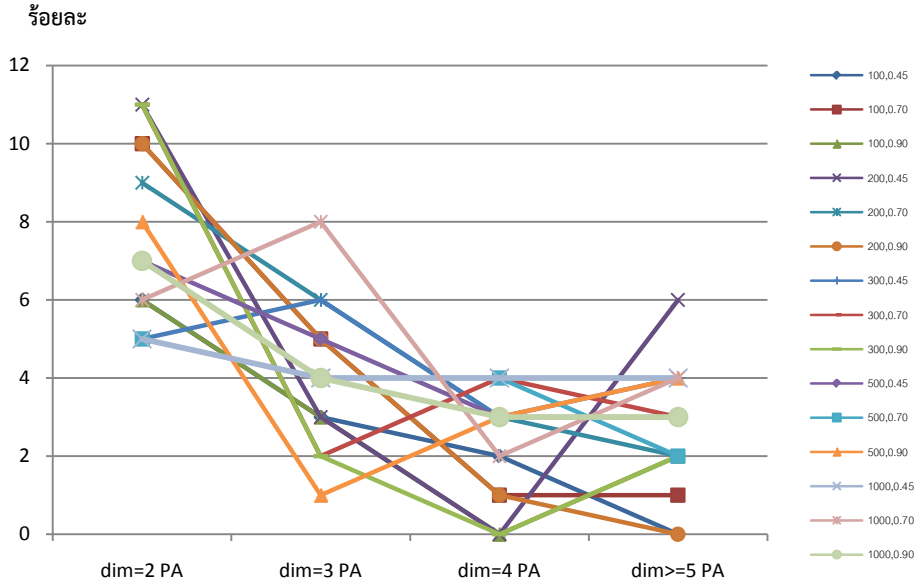
64



ภาพที่ 4-19 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 30 ข้อ



ภาพที่ 4-20 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 40 ข้อ



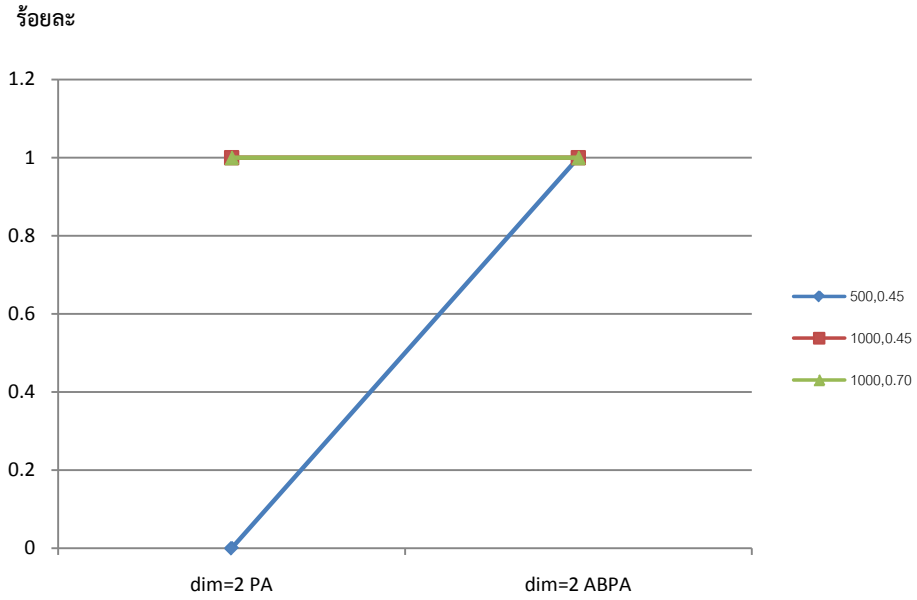
ภาพที่ 4-21 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 50 ข้อ

จากตารางที่ 4-4 และภาพที่ 4-17 ถึงภาพที่ 4-21 แสดงร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนปรากฏว่า วิธี Horn's Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปในทุกสถานการณ์ซึ่งร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติจะลดลงตามจำนวนมิติที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าเป็น 2 กรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 และกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.70

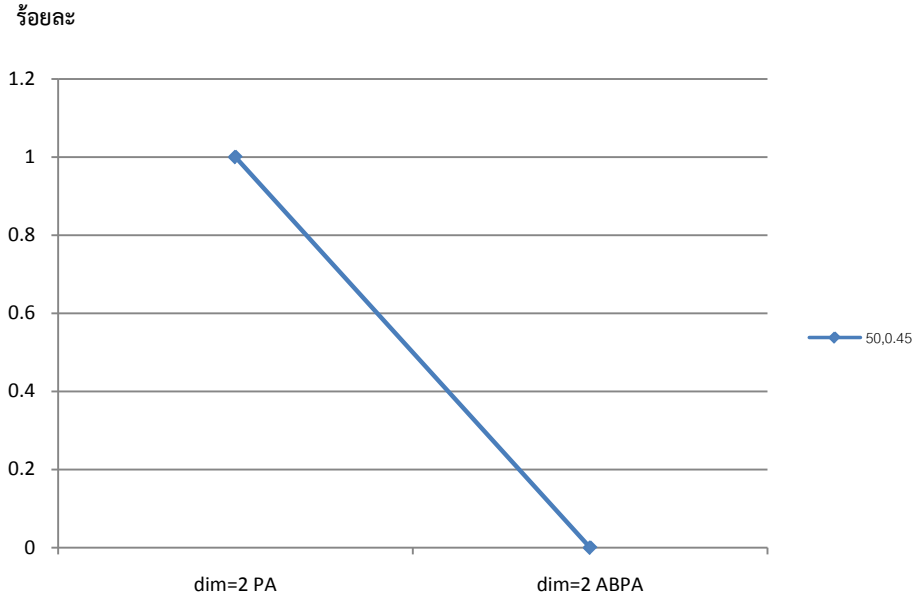
ตารางที่ 4-5 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติเท่ากับ 2 3 4 5 หรือมากกว่าจากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	1,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
100	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
200	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
300	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
500	0.45	0,0,0,0	1,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
1000	0.45	1,0,0,0	1,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	1,0,0,0	1,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0

หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)



ภาพที่ 4-22 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ



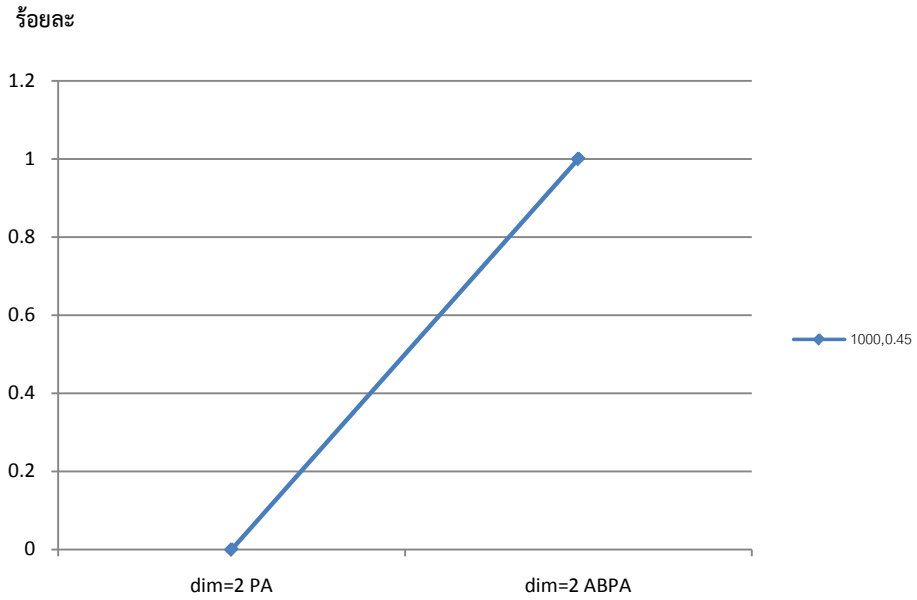
ภาพที่ 4-23 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ

จากตารางที่ 4-5 ภาพที่ 4-22 และภาพที่ 4-23 แสดงร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ปรากฏว่า ทั้ง 2 วิธีมีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าเป็น 2 ใน 3 สถานการณ์ โดยวิธี Horn's Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าเป็น 2 กรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 และ 0.70 และกรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 20 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 50 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ในขณะที่วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าเป็น 2 กรณี ความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 ตัวอย่าง และ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 กรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.70

ตารางที่ 4-6 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (คน)	น้ำหนักองค์ประกอบ	ความยาวของแบบทดสอบ (ข้อ)									
		10		20		30		40		50	
		วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA	วิธี PA	วิธี ABPA
50	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	-	-	-	-
100	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
200	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
300	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
500	0.45	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
1000	0.45	0,0,0,0	1,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.70	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0
	0.90	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0	0,0,0,0

หมายเหตุ - แทน กรณีไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางของ Weng, Lee, and Wu (2003)



ภาพที่ 4-24 ร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ที่ระดับความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ

จากตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-24 แสดงร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยวิธี Horn's Parallel Analysis และวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 ปรากฏว่า มีเพียงสถานการณ์เดียวที่วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าเป็น 2 ซึ่งเป็นกรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ในขณะที่วิธี Horn's Parallel Analysis ไม่ปรากฏร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติเท่ากับ 2 หรือมากกว่า

ผลการวิจัยข้างต้นโดยการพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 จึงสรุปได้ว่าโดยภาพรวมผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ต่ำกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

ในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ จากนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมจำนวน 300 คน ค่าสถิติพื้นฐาน และผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 แสดงดังตารางที่ 4-7 และตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-7 ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

โรงเรียน	จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
เบญจมราชูทิศ	190	16.49	5.40	31	4
สาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	110	21.78	6.63	35	6
รวม	300	18.43	6.40	35	4

จากตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานคะแนนการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ จากนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมจำนวน 300 คน ปรากฏว่า นักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.49 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.40 โดยมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 31 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.78 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.63 โดยมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 35 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6 คะแนน

ตารางที่ 4-8 ผลของจำนวนมิติในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis

	จำนวนมิติ
ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน	1
ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95	1
ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99	1

จากตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์จำนวนมิติในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ จากคะแนนสอบของนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมจำนวน 300 คน ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ปรากฏว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินจำนวนมิติได้เป็นเอกมิติทั้งการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ผลการวิจัยข้างต้น โดยการพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 จึงสรุปได้ว่าผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ได้ถูกต้องทั้งการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการนำวิธี Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งดำเนินการหลังจากการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงด้วยการสุ่มซ้ำแบบใส่คืนเพื่อให้ได้ค่าไอเกนของข้อมูลในแต่ละครั้งของการสุ่มซ้ำ และได้นำวิธีดังกล่าวข้างต้นไปเปรียบเทียบกับวิธีการประเมินจำนวนมิติแบบดั้งเดิมคือ วิธี Horn's Parallel Analysis ภายใต้สถานการณ์จำลอง 90 สถานการณ์ ตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น $n \geq 3p/2$ ของ Weng, Lee, and Wu (2003) คือ ความยาวของแบบทดสอบ (p) เท่ากับ 10 20 30 40 และ 50 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) เท่ากับ 30 50 100 200 300 500 และ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λ) เท่ากับ 0.45 0.70 และ 0.90 รวมทั้งได้นำวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ไปตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis โดยนำกระบวนการ Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนที่ 1 ของวิธี Horn's Parallel Analysis แทนการใช้ในขั้นตอนของการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกนตามที่งานวิจัยของ Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) เสนอแนะไว้ ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

ส่วนที่ 1 ชุดข้อมูลจริง

หาค่าไอเกนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ส่วนที่ 2 ชุดข้อมูลจำลอง

1. จำลองข้อมูลที่มีรูปแบบคล้ายกับชุดข้อมูลจริงด้วยความยาวของแบบทดสอบ p ข้อ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง n ตัวอย่าง จำนวน m ชุด

2. จากข้อมูลจำนวน m ชุดในข้อ 1 สุ่มซ้ำ (Resampling) แบบใส่คืนด้วยกระบวนการ Bootstrap ในแต่ละชุดของข้อมูลดังนี้

2.1 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 1 จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 1 พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

2.2 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 2 จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 2 พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

2.3 สุ่มแบบใส่คืนครั้งที่ 3 ถึงครั้งที่ b จำนวน n หน่วย เพื่อให้ได้ตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 3 ถึงชุดที่ b พร้อมทั้งหาค่าไอเกน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

3. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนจากค่าไอเกนที่ได้จากตัวอย่าง Bootstrap ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ b ในข้อ 2.1-2.3 ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนในแต่ละชุดของข้อมูล จำนวน m ชุด

4. หาค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน จำนวน m ชุดในข้อ 3

เมื่อได้ค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง และค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 จากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจำลองแล้ว เปรียบเทียบค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริง กับค่าเฉลี่ยของไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของชุดข้อมูลจำลอง หากค่าไอเกนของชุดข้อมูลจริงในลำดับที่ k เมื่อ $k = 1,2,...,p$ มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของไอเกนของชุดข้อมูลจำลอง (หรือค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99) ในลำดับเดียวกันให้นับเป็นมิติที่สกัดได้

2. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่าใน 64 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่าใน 80 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ ทั้งการพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 (เดิม 105 สถานการณ์ โดยตัดไม่เป็นไปตามเงื่อนไขการคำนวณคู่ของความยาวของแบบทดสอบกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น $n \geq 3p/2$ ของ Weng, Lee, and Wu (2003) จำนวน 15 สถานการณ์ และกรณีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมทริกซ์ข้อมูลมีค่าเป็นศูนย์ซึ่งเป็นผลให้เมทริกซ์มีรูปแบบเป็นเมทริกซ์เอกฐานจำนวน 6 สถานการณ์) โดยวิธี Horn's Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติสูงกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เกิน 200 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 จากการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 50 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 จากการพิจารณาด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis

3. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีจำนวนครั้งของการประเมินจำนวนมิติที่มีค่าเท่ากับ 2 นั่นคือไม่สามารถประเมินความเป็นเอกมิติได้เพียง 7 สถานการณ์ ได้แก่ 3 สถานการณ์จากการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน นั่นคือ กรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 และกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.70 และ 3 สถานการณ์จากการพิจารณาด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 นั่นคือ กรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 500 และ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 กรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.70 และอีก 1 สถานการณ์จากการพิจารณาด้วยค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 นั่นคือ กรณีความยาวของแบบทดสอบเท่ากับ 10 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1000 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 โดยวิธี Horn's Parallel Analysis มีร้อยละของจำนวนครั้งในการตรวจสอบจำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไปในทุกสถานการณ์ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และอีก 3 สถานการณ์เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินร้อยละของจำนวนครั้งที่จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2

ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ต่ำกว่าวิธี Horn’s Parallel Analysis

4. ผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ ด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ปรากฏว่าสามารถประเมินจำนวนมิติได้เป็นเอกมิติทั้งการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ผลที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยได้ถูกต้องทั้งการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

อภิปรายผล

การวิจัยนี้ได้สิ่งที่ค้นพบซึ่งนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้การประเมินจำนวนมิติมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งอาศัยแนวทางจากวิธี Horn’s Parallel Analysis โดยมีการปรับขั้นตอนวิธีด้วยการใช้กระบวนการ Bootstrap มาใช้ในการสุ่มค่าสังเกตจากกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนวิธีจากวิธี Horn’s Parallel Analysis แทนการใช้ในขั้นตอนของการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกน ด้วยวิธี Bootstrap ที่มีกระบวนการการทำซ้ำจากกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว อีกทั้งยังไม่ขึ้นกับการแจกแจงของค่าสังเกตจากกลุ่มตัวอย่าง และยังสามารถลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีความแม่นยำมากขึ้นจึงส่งผลให้วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินจำนวนมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Jackson (1993) หรือ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003, 2005) หรือ Finch and Monahan (2008) ที่ได้นำวิธี Bootstrap มาใช้ในวิธีการต่าง ๆ ส่งผลให้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Horn’s Parallel Analysis ได้ผลของอัตราความถูกต้องที่สูงกว่า

2. ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีประสิทธิภาพกว่าวิธี Horn’s Parallel Analysis ซึ่งประเมินได้จากอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่า นั่นคือ ให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่าใน 64 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่าใน 80 สถานการณ์จากทั้งหมด 84 สถานการณ์ ทั้งการพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 และจำนวนครั้งของการประเมินจำนวนมิติที่ไม่เป็นเอกมิติได้ต่ำกว่า นั่นคือ มีเพียง 7 สถานการณ์ จากการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และ 99 ขณะที่วิธี Horn’s Parallel Analysis มีจำนวนครั้งของการประเมินจำนวนมิติที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 จากการตรวจสอบความเป็นเอกมิติในทุกสถานการณ์ของการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน และ 3 สถานการณ์เมื่อพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงกว่าวิธี Horn’s Parallel Analysis และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถประเมินร้อยละของจำนวนครั้งที่

จำนวนมิติมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ต่ำกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis รวมทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Press-Neto, Jackson, and Somers (2003) ที่สรุปว่า วิธี Bootstrapped Broken-Stick และวิธี Bootstrapped Eigenvector ให้ผลของกำลังการทดสอบที่สูงกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ในทุกสถานการณ์ที่ศึกษาซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำวิธี Bootstrap มาใช้ในการประเมินจำนวนมิติจะทำให้ได้ผลของอัตราความถูกต้องที่สูงกว่า

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบปรากฏว่า อัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติมีค่าเพิ่มขึ้นตามปัจจัยด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในขณะที่ปัจจัยด้านความยาวของแบบทดสอบไม่ส่งผลต่ออัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Crawford et al. (2010) ที่สรุปว่าสัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องจากวิธี Horn's Parallel Analysis-PCA และวิธี Horn's Parallel Analysis-PAF จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และสัดส่วนของจำนวนมิติที่สกัดได้ถูกต้องจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกนให้ผลที่สูงกว่าค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Weng and Cheng (2005) ที่ได้ข้อสรุปว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ด้วยการใช้สหสัมพันธ์หลาย ๆ แบบที่ศึกษามีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติแปรผันตรงกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติมากที่สุด สำหรับกรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าต่ำทำให้วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติที่ต่ำกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Press-Neto, Jackson, & Somers (2003) ที่สรุปว่าวิธี Bootstrapped Eigenvector ให้ผลของอัตราความผิดพลาดชนิดที่ 1 ค่อนข้างแกว่งเมื่อเมทริกซ์สหสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันต่ำ

3. การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่ามีความเป็นเอกมิติ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชูทิศ และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมจำนวน 300 คน และตรวจสอบด้วยวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ซึ่งสามารถประเมินจำนวนมิติได้เป็นเอกมิติทั้งการพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และ 99 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 นั่นคือ วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยได้ถูกต้องทั้งการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน ค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99

จากการพัฒนา วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ในการประเมินความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการนำวิธี Bootstrap มาใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นของวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งดำเนินการหลังจากการจำลองข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลจริงด้วยการสุ่มซ้ำแบบใส่คืนเพื่อให้ได้ค่าไอเกนของข้อมูลในแต่ละครั้งของการสุ่มซ้ำนั้น ผลจากการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพวิธีดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis มีประสิทธิภาพกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งให้ผลของอัตราความถูกต้องใน

การตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ รวมทั้งมีจำนวนครั้งของการประเมินจำนวนมิติที่ไม่เป็นเอกมิติหรือมีค่าเท่ากับ 2 จากการคำนวณอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติเพียง 7 สถานการณ์ และไม่พบจำนวนครั้งของการประเมินจำนวนมิติมีค่าเท่ากับ 3 4 5 หรือมากกว่า ซึ่งวิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้ในสถานการณ์ที่จำกัด และยังพบจำนวนครั้งในการประเมินจำนวนมิติที่ไม่เป็นเอกมิติในหลาย ๆ สถานการณ์ของการจำลองข้อมูล และด้วยการนำวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis ไปตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ให้ผลของการตรวจสอบได้ถูกต้องจากการพิจารณาทั้ง 3 เกณฑ์ของค่าไอเกน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่าวิธี Horn's Parallel Analysis ซึ่งให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ และให้ผลได้อย่างชัดเจนมากขึ้นเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 300 คนขึ้นไป และค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง รวมถึงเมื่อประเมินความเป็นเอกมิติโดยการพิจารณาจากค่าไอเกนตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จึงน่าจะเป็นทางเลือกสำหรับผู้พัฒนาแบบทดสอบ ครูผู้สอน หรือนักวิจัยใช้ในการประเมินจำนวนมิติด้วยกระบวนการทำซ้ำเช่นเดียวกับวิธีทำซ้ำอื่น ๆ ที่งานวิจัยได้นำเสนอไว้

2. วิธี Horn's Parallel Analysis ให้ผลของอัตราความถูกต้องในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติได้สูงกว่าวิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis กรณีขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เกิน 200 ตัวอย่าง และค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าไอเกน วิธี Horn's Parallel Analysis จึงยังสามารถเป็นทางเลือกในการประเมินจำนวนมิติได้ในกรณีดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. การศึกษานี้ได้ศึกษากับกรณีข้อมูลที่มีรูปแบบการให้คะแนนแบบสองค่า (Binary Data) เท่านั้น แต่วิธี Adjusted Bootstrap Parallel Analysis สามารถนำไปใช้กับกรณีที่ข้อมูลมีรูปแบบการให้คะแนนแบบมาตราอันดับ (Ordinal Scale) อันตรภาค (Interval Scale) หรืออัตราส่วน (Ratio Scale) ได้ จึงอาจศึกษาในกรณีดังกล่าวได้ด้วย เช่น การศึกษาข้อมูลระดับความคิดเห็น หรือระดับความพึงพอใจที่อยู่ในรูปแบบการให้คะแนนแบบมาตราอันตรภาค เป็นต้น

2. การศึกษานี้ได้นำกระบวนการทำซ้ำเฉพาะวิธี Bootstrap เท่านั้น หากได้นำกระบวนการทำซ้ำรูปแบบอื่น เช่น วิธี Bootknife มาใช้ในการสุ่มค่าสังเกต จากกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนวิธีจากวิธี Horn's Parallel Analysis หรือใช้ในขั้นตอนของการสุ่มค่าไอเกน หรือเวกเตอร์ไอเกน ก็น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของวิธีการประเมินจำนวนมิติต่อไป

บรรณานุกรม

กมล บุษบา และอริญชย์ เพชรรัตน์. (2554). การศึกษาความแกร่งของวิธีสเต็ปดาวน์บูทสแตรป มิน พี สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเมื่อมีทรีตเมนต์ควบคุม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, *19,* 29-39.

กมลชนก พานิชการ. (2550). การเปรียบเทียบสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความเท่ากันของค่าไอเกนของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก. *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ประจำปี 2550* ณ โรงแรมลองบีช ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี หน้า 340-345.

กัญญ์พัชญา พุทธะไชยทัศน์. (2552). *การเปรียบเทียบวิธีการประมาณการแจกแจงของข้อมูลสมมาตรและไม่สมมาตรด้วยวิธีแจ็คไนฟ์กับวิธีบูตสแตรป.* วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถิติ, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2550). *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวิชิต เชียรชนะ. (2552). การวิเคราะห์พหุมิติ (Multidimensional Analysis). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *32*, 13-22.

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. (2555). *การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย: คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราณี นิลกรณ์. (2540). *การวิเคราะห์ตัวแปรพหุ.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พรรณนา เอี่ยมสุวรรณ์ และทองคำ ไม้กลัด. (2556). การเปรียบเทียบช่วงความเชื่อมั่นค่าพิสัยควอร์ไทล์. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *23*, 410-418.

มนตรี พิริยะกุล. (2545). *การวิเคราะห์ทางสถิติของตัวแปรพหุ 2.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รุ่งตะวัน วัฒนธร และชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์. (2553). การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบช่วงสำหรับค่าเฉลี่ยประชากรของการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง**.** *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, *18*, 49-59.

วรนุช แหยมแสง. (2536). การพัฒนากระบวนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ. *ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.

วริดา พลาศรี และสุพล ดุรงค์วัฒนา. (2553). การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงพหุเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์ด้วยวิธีความถดถอยบูตสแตรปแบบริดจ์. *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11* ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หน้า 190-200.

สุวิตา ศักดิ์ชัยนันท์. (2554). การเปรียบเทียบวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นของผลต่างค่าเฉลี่ยสองประชากรในการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล. *Veridian E-Journal, SU 4*(2), 636-656.

สุวิมล ติรกานันท์. (2537). การวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบตามโมเดลโครงสร้างความแปรปรวนร่วม. *ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.

สุวิมล ติรกานันท์. (2551). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาฟีฟี ลาเต๊ะ. (2551). การพิจารณาจำนวนองค์ประกอบที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยวิธีการ Parallel Analysis. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 28*, 14-28.

Anderson, T. W. (1963). Asymptotic Theory for Principal Component Analysis. *Annals of Mathematical Statistics, 10*, 203-224.

Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.* Boston: Longman.

Bartlett, M. S. (1950). Tests of Significance in Factor Analysis. *British Journal of Psychology, Statistician Section, 3*, 77-85.

Bartlett, M. S. (1954). A Note on the Multiplying factors for Various X^2 Approximations. *Journal of Royal Statistical Society Series B, 16*, 296-298.

Bentler, P. M., & Yuan, K. H. (1996). Test of Linear Trend in Eigenvalues of a Covariance Matrix. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *49*, 299-312.

Bloom, B., Englehart, M., Furst, W., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain.* Boston, MA: Addison-Wesley.

Buja, A., & Eyuboglu, N. (1992). Remarks on Parallel Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, *27*(4), 509-540.

Cattell, R. B. (1966). The Scree Test for the Number of Factors. *Multivariate Behavioral Research, 1*, 245-276.

Cho, S. J, Li, F., & Bandalos, D. (2009). Accuracy of the Parallel Analysis Procedure with Polychoric Correlations. *Educational and Psychological Measurement, 69*, 748-759.

Crawford, A. V., Green, S. B., Levy, R., Lo, W. J., Scott, L., Svetina, D., & Thompson, M.S. (2010). Evaluating of Parallel Analysis Methods for Determining the Number of Factors. *Educational and Psychological Measurement, 70*(6), 885-901.

Dinno, A. (2009). Exploring the Sensitivity of Horn's Parallel Analysis to the Distributional Form of Random Data. *Multivariate Behavioral Research, 44*, 362-388.

Drasgow, F., & Lissak, R. I. (1983). Modified Parallel Analysis: A Procedure for Examining the Latent Dimensionality of Dichotomously Scored Item Responses. *Journal of Applied Psychology, 68,* 363-373.

Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals Statistics, 7*, 1-26.

Finch, H., & Monahan, P. (2008). A Bootstrap Generalization of Modified Parallel Analysis for IRT Dimensionality Assessment. *Applied Measurement in Education*, *21*, 119-140.

Glorfeld, L. W. (1995). An Improvement on Horn's Parallel Analysis Methodology for Selecting the Correct Number of Factors to Retain. *Educational and Psychological Measurement***,** *55*(3), 377-393.

Hesterberg, T. C. (1997). The Bootstrap and Empirical Likelihood. *Paper Presented at the Section on Statistics and the Environment, American Statistical Association,* 34-36.

Hesterberg, T. C. (1999). Smoothed Bootstrap and Jackboot Sampling. *Retrieve on February 20, 2012.* http://home.comcast.net/~timhesterberg/articles/tech87-bootknife.pdf

Hesterberg, T. C. (2004). Unbiasing the Bootstrap-Bootknife Sampling vs. Smoothing. *Paper Presented at the Section on Statistics and the Environment, American Statistical Association,* 2924-2930.

Horn, J. L. (1965). A Rational and Test for the Number of Factors in Factor Analysis. *Psychometrika, 30*, 179-185.

Hubbard, R., & Pandit, V. (1984). Determining Significant Principal Components: A Probability Test for Eigenvalues. *Developments in Marketing Science, 7*, 455-459.

Hubbard, R., & Allen, S. J. (1987). An Empirical Comparison of Alternative Methods for Principal Component Extraction. *Journal of Business Research, 15*, 173-190.

Humphreys, L. G., & Ilgen, D. R. (1969). Note on a Criterion for the Number of Common Factors. *Educational and Psychological Measurement***,** *29*, 571-578.

Humphreys, L. G., & Montanelli, R. G. (1975). An Investigated of the Parallel Analysis Criterion for Determining the Number of Common Factors. *Multivariate Behavioral Research*, *10*, 193-205.

Jackson, D. A. (1993). Stopping Rules in Principal Component Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches. *Ecology, 74*, 2204-2214.

Kaiser, H. F. (1958). The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis. *Psychometrika, 23*, 187-200.

Kaiser, H. F. (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement***,** *20*, 141-151.

Keeling, K. B. (2000). A Regression Equation for Determining the Dimensionality of Data. *Multivariate Behavioral Research, 35*, 457-468.

Lawley, D. N. (1956). Tests of the Significance for the Latent Roots of Covariance and Correlation Matrices. *Biometrika*, *43*, 128-136.

Parry, C. D. H., & McArdle, J. J. (1991). An Applied Comparison of Methods for Least-Squares Using Parallel Analysis of Dichotomous Variables. *Applied Psychological Measurement, 15*, 35-46.

Peres-Neto, P. R., Jackson, D. A., & Somers, K.M. (2003). Giving Meaningful Interpretation to Ordination Axes: Assessing Loading Significance in Principal Component Analysis. *Ecology*, *84*(9), 2347-2363.

Peres-Neto, P. R., Jackson, D. A., & Somers, K. M. (2005). How Many Principal Components? Stopping Rules for Determining the Number of Non-Trivial Axes Revisited. *Computational Statistics and Data Analysis, 49*, 974-997.

Quenonuille, M. H. (1956). Notes on Bias in Estimation. *Biometrika, 43*, 353-360.

Raiche, G., Riopel, M., & Blais, J. G. (2006). Non Graphical Solutions for the Cattell's Scree Test. *Paper Presented at the Annual Meeting of the Psychometric Society, Montreal, Canada.*

Seber, G. A. I. (1984). *Multivariate Observations.* New York: John Wiley & Sons.

Silverstein, A. B. (1987). Note on the Parallel Analysis Criterion for Determining the Number of Common Factors or Principal Components. *Psychological Reports*, *61*, 351-354.

Timmerman, M. E., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality Assessment of Ordered Polytomous Items with Parallel Analysis. *Psychological Methods*, *16*(2), 209-220.

Tran. U. S., & Formann, A. K. (2009). Performance of Parallel Analysis in Retrieving Unidimensionality in the Presence of Binary Data. *Educational and Psychological Measurement, 69*(1), 50-61.

Velicer, W. F. (1976). Determining the Number of Components from the Matrix of Partial Correlations. *Psychometrika*, *41*, 321-327.

Weng, L. -J., Lee, C. -T., & Wu, P. J. (2003). A Comparison of Regression Equations for Estimation of Eigenvalues of Random Data Correlation Matrices in Parallel Analysis. *Chinese Journal of Psychology, 45*, 323-335.

Weng, L. J., & Cheng, C. -P. (2005). Parallel Analysis with Unidimensional Binary Data. *Educational and Psychological Measurement, 65*, 791-810.

Zeng, J. (2010). Development of a Hybrid Method for Dimensionality Identification Incorporating an Angle-Based Approach. *Doctoral Dissertation, The University of Michigan, USA.*

Zwick, W. R., & Velicer, W. F. (1986). Comparison of Five Rules for Determining the Number of Components to Retain. *Psychological Bulletin*, *99*(3), 432-442.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ข้อสอบวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ เวลา 60 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 40 ข้อ ทั้งหมด 11 หน้า
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบตามช่องที่ตรงกับความต้องการ

++

1. “วันนี้เป็นวันเสาร์ อับดุลลอฮฺ และน้องๆ ไปช่วยแม่เก็บยาง สวนยางพาราของเขาห่างจากบ้านประมาณ 3 กิโลเมตร เขาและน้องๆ ขี่จักรยานไป ขณะนั้นเองเขาและน้องๆ เห็นลูกนกตัวหนึ่งตกอยู่บนพื้นดิน สังเกตเห็นว่ารังของมันอยู่บนต้นไม้ใหญ่ อับดุลลอฮฺตัดสินใจปีนต้นไม้เพื่อเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรังนกของมัน หลังจากนั้นก็เฝ้าดูว่ามันจะตกลงมาอีกไหม เมื่อแม่นกกลับมาพร้อมอาหารของลูกน้อย เขาได้ยินลูกนกส่งเสียงร้องดัง เขาคิดว่ามันคงเล่าให้แม่มันฟังว่า วันนี้เกิดอะไรขึ้นกับตัวมัน ถ้าเขาตาไม่ฝาด เขาเห็นแม่นกหันมามองเขาด้วยสายตาที่ซาบซึ้งในบุญคุณเหมือนจะกล่าวขอบคุณที่เขาได้ช่วยเหลือลูกน้อยของมัน” จากข้อความข้างต้น เหตุใดอับดุลลอฮฺจึงตัดสินใจเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรัง
   ก. เพราะชอบเลี้ยงนก
   ข. เพราะในรังมีแม่นกรออยู่
   ค. เพราะในรังมีอาหารให้ลูกนก
   ง. เพราะอยากให้นกกลับไปอยู่กับครอบครัว
2. “ระบำตารีกีปัสเป็นการแสดงพื้นเมืองของชาวไทยมุสลิมทางภาคใต้ ตารีกีปัสเป็นภาษามลายูท้องถิ่น ตารี หมายถึง การฟ้อนรำ กีปัส หมายถึง พัด ตารีกีปัส หมายถึง การฟ้อนรำที่ใช้พัดประกอบนั่นเอง การแต่งกาย นิยมแต่งตามลักษณะของชนชั้นสูงของชาวไทยมุสลิมเต็มยศ เครื่องดนตรีประกอบได้แก่ ไวโอลิน รำมะนา ฆ้อง แมนโดลิน ขลุ่ย การแสดง ถ้าเป็นผู้หญิงล้วน การร่ายรำจะมีลักษณะเป็นการยักย้ายส่ายสะโพกให้เข้ากับจังหวะดนตรี มีการแปรแถวอย่างสวยงาม ใช้แสดงในโอกาสต้อนรับแขกบ้านแขกเมือง และงานมงคลต่างๆ”

งานใดเหมาะกับการนำรำตารีกีปัสไปแสดงมากที่สุด
   ก. งานเลี้ยงขึ้นบ้านใหม่
   ข. งานเลี้ยงวันเกิดคุณยาย
   ค. งานเลี้ยงต้อนรับผู้นำระดับประเทศ
   ง. งานเลี้ยงครบรอบวันแต่งงานคุณแม่

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 - 6

ฉันไม่รู้ว่าฉันมาอาศัยที่ยอดไม้ต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร เท่าที่ฉันจำความได้ รากของฉันก็หยั่งลึกลงไปในเนื้อของต้นสักต้นนี้เสียแล้ว
“นี่ๆ เจ้านกสีชมพูสวน เธอรู้ไหมว่าฉันมาอยู่บนต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร” ฉันถามนกที่กำลังมากินลูกไม้กาฝากอยู่
“ฉันไม่รู้เหมือนกันจ๊ะ ตั้งแต่ฉันลืมตาดูโลกก็เห็นเธออยู่ที่นี่แล้ว” นกปรอดหัวโขนที่กำลังกินแมลงอยู่ใกล้ๆ ก็บินมาคุยด้วย
“เรารู้นะว่าเธอมาจากไหน”
“งั้นบอกมาซิจ๊ะ ว่าฉันมาจากไหน”
“แม่ของข้าเล่าให้ฟังว่าเมื่อ 5 เดือนก่อน แม่ได้ไปกินลูกไม้กาฝากจากต้นจำปาโน้น” นกปรอดชี้ไปทางทิศเหนือ
แล้วบินมาจับแมลงกินอยู่แถวนี้ ก็ได้ถ่ายมูลที่มีเมล็ดกาฝาก นั่นคือ “เธอ” ไว้ตรงนี้ จากนั้น เธอก็เจริญเติบโตเรื่อยมา จนออกลูกไม้ให้พวกเรากินไงล่ะ” ว่าแล้วก็จิกกินลูกไม้ทันที แล้วพูดต่อว่า “เดี๋ยวเราก็ไปถ่ายมูลทิ้งไว้ที่อื่นต่อไป”

3. “ฉัน” ในที่นี้คือใคร
   ก. ต้นสัก
   ข. กาฝาก
   ค. นกสีชมพูสวน
   ง. นกปรอดหัวโขน
4. อาหารของนกปรอดหัวโขนคืออะไร
   ก. แมลง
   ข. ใบต้นจำปา
   ค. ลูกไม้กาฝาก
   ง. แมลง และลูกไม้กาฝาก
5. ในอนาคตนักเรียนคิดว่านกจะมีลูกไม้กาฝากกินหรือไม่
   ก. มี เพราะต้นกาฝากมีอยู่ทั่วไปในป่า
   ข. มี เพราะนกถ่ายมูลที่มีเมล็ดให้เจริญเติบโตต่อไป
   ค. ไม่มี เพราะนกจะกินเป็นอาหารจนหมด
   ง. ไม่มี เพราะนกและแมลงจะกินเป็นอาหารหมด
6. นักเรียนคิดว่าต่อไปต้นสักน่าจะอยู่อย่างไร
   ก. ไม่เจริญเติบโต
   ข. เจริญเติบโตต่อไปตามปกติ
   ค. โดนแย่งอาหาร และเจริญเติบโตช้า
   ง. โดนแย่งอาหาร และไม่เจริญเติบโตเลย

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 – 8

> “การที่รถยนต์ปล่อยแก๊สพิษต่าง ๆ ออกมานั้น ได้ก่อให้เกิดผลร้ายแก่ชีวิต สุขภาพและอนามัยของประชาชนซึ่งนับว่าเป็นอาชญากรรมอย่างหนึ่ง และเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงยิ่งกว่าอาชญากรรมอื่นใดเพราะผู้ที่เจ็บป่วยหรือเสียชีวิตโดยเป็นผลมาจากอากาศเป็นพิษนี้ เป็นผู้เสียหายที่เรียกร้องค่าเสียหายจากใครไม่ได้ และก็ไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้ เพราะบ้านเมืองเราไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่คุ้มครองประชาชนเหมือนอย่างในประเทศที่เจริญแล้ว”

7. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคือข้อใด
   ก. อันตรายจากแก๊สพิษ
   ข. แก๊สพิษจากรถยนต์ทำให้คนตายได้
   ค. เมืองไทยยังด้อยพัฒนาอยู่มาก
   ง. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นอันตรายแต่ไม่มีกฎหมายคุ้มครอง
8. ข้อสรุปที่ว่า “ คนที่เจ็บป่วยเพราะแก๊สพิษจากรถยนต์อาจเสียชีวิตได้” มาจากข้อสนับสนุนข้อใด
   ก. เมืองไทยยังไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อม
   ข. ผู้เสียหายไม่สามารถเรียกร้องให้ใครรับผิดชอบได้
   ค. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นภัยที่ร้ายแรงได้
   ง. ผู้เจ็บป่วยไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 9 – 12

> ปัญหายาเสพติดเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ ก่อให้เกิดความวิตกแก่รัฐบาล และสถาบันต่างๆ ของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาที่ร้ายแรง ก่อความเสียหายให้ ไม่เฉพาะแต่สุขภาพของผู้เสพติดอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังความเสียหายให้เกิดแก่ครอบครัวของผู้ติดยา และแก่สวัสดิภาพทางสังคมเป็นปัญหาการเสื่อมทางศีลธรรม ก่อให้เกิดอาชญากรรมนานาชนิด และเป็นปัญหาความมั่นคงของชาติ รวมทั้งความเสียหายแก่ประเทศชาติเป็นส่วนรวม ในด้านการพัฒนาคนและเศรษฐกิจด้วย

9. ข้อความนี้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ
   ก. ราคาของยาเสพติด
   ข. ปริมาณของยาเสพติด
   ค. ปัญหาของยาเสพติด
   ง. การปราบปรามยาเสพติด
10. ใครควรมีหน้าที่รับผิดชอบเรื่องนี้
   ก. รัฐบาล
   ข. ประชาชน
   ค. สถาบันต่างๆ
   ง. ผู้ค้าและผู้เสพยาเสพติด
11. ข้อใดเป็นผลที่เกิดขึ้นต่อผู้เสพยาโดยตรง
   ก. เกิดปัญหาด้านสุขภาพ
   ข. เกิดปัญหาอาชญากรรม
   ค. เกิดความเสื่อมด้านศีลธรรม
   ง. เกิดความเสียหายด้านเศรษฐกิจ

12. นักเรียนจะมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร
    ก. ร่วมประชุมเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา
    ข. ร่วมประชุมออกกฎหมายควบคุม
    ค. ตั้งใจเรียน ไม่ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติด
    ง. ร่วมรณรงค์ และนำจับผู้ค้ายาเสพติด
13. ทุกๆ ปี ยามหน้าร้อน พวกเราหันมาทำว่าวกันเพื่อความสนุกสนาน วาบูแลหรือว่าววงเดือนเป็นว่าวที่นิยมกันมากในหมู่บ้านฉัน ฉันหาไม้ไผ่มาทำโครงว่าวให้เบาและได้สัดส่วนจะทำให้ว่าวกินลม วาบูแลจะสวยงามเมื่อลอยอยู่บนท้องฟ้า เหมือนดวงเดือนตามชื่อนั่นแหละ บ้านฉันยามหน้าร้อนจะเห็นวาบูแลเต็มไปหมด จากเรื่อง คำว่า “ว่าวกินลม” หมายความว่าอย่างไร
    ก. ว่าวต้านลมได้ดี
    ข. ว่าวมีน้ำหนักพอดี
    ค. ว่าวมีสัดส่วนพอดี
    ง. ว่าวกินลมเป็นอาหาร

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14 – 15

> ภาษาไทยคือวัฒนธรรมอันยิ่งใหญ่ของเรา เป็นส่วนหนึ่งของเรา เป็นสมบัติอันล้ำค่าของชาติเรา คนไทยต้องภูมิใจในการพูด การเขียน การดำรงรักษาภาษาไทย ต้องรักและหวงแหน ต้องถือเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ต้องช่วยกันปกป้องคุ้มครอง ต้องทนุถนอมด้วยความห่วงใย

14. ผู้เขียนบทความนี้มีจุดประสงค์ใดเป็นสำคัญ
    ก. ให้คนไทยพูดแต่ภาษาไทย
    ข. ให้คนไทยรักษาวัฒนธรรมไทย
    ค. ให้คนไทยช่วยกันสืบสานภาษาไทยให้คงอยู่
    ง. ให้คนไทยทนุถนอมและห่วงใยซึ่งกันและกัน
15. ข้อใดไม่ได้กล่าวถึงในบทความนี้
    ก. ภาษาไทยคือวัฒนธรรมของเรา
    ข. ภาษาไทยจะช่วยปกป้องคุ้มครองเรา
    ค. คนไทยต้องภูมิใจในการพูดภาษาไทย
    ง. ภาษาไทยเป็นสมบัติล้ำค่าของชาติเรา

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16 – 17

> “คนเราเกิดมาเพื่อต้องการความรัก ความรักเปรียบเสมือนน้ำหล่อเลี้ยงจิตใจให้ชุ่มฉ่ำ ความรักจะเป็นน้ำทิพย์อย่างดีเยี่ยมสำหรับจิตใจของคนทุกคน การขาดความรักย่อมก่อให้เกิดความกระด้างเพราะความรักคือสมบูรณภาพแห่งจิตใจ เราขาดความรักเพราะเราขาดความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในความรัก ความรักเป็นความหมายสูงสุดของสรรพสิ่งรอบด้านเป็นเครื่องหมายที่จะบอกถึงจิตใจของคนแต่ละคนว่าเป็นคนอ่อนหวานหรือแข็งกระด้างเพียงไร ผู้ไม่เข้าใจความรักจะเห็นความรักเป็นสิ่งผิวเผิน เป็นสิ่งไม่มีค่าไม่สำคัญสำหรับชีวิตและสำหรับโลก โลกจะไม่น่าอยู่และอยู่ไม่ได้ถ้ามนุษย์ขาดความรัก ความรักจึงเสมือนเส้นใยของชีวิตมนุษย์ทุกคน ทุกรูปทุกนาม เมื่อได้รับความรักได้ไปเยือนผู้ใดแล้ว ความทุกข์จะตามไปด้วยเหมือนเงา เพราะเวลาบุคคลมีความรักก็มักระแวงมาก สงสัยมากและห่วงมาก ฉะนั้นจึงเปรียบได้ว่าเป็นความทุกข์อย่างหนึ่ง อย่างที่โบราณว่า “มีความรักที่ไหน ก็มีความทุกข์ที่นั่น” เราจึงบอกได้ว่าความรักเป็นความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตกับชีวิต ถ้าไม่มีความรักชีวิตก็จะไม่เป็นชีวิตที่สมบูรณ์ ดังนั้นความรักจึงต้องอยู่คู่โลกคู่กับมนุษย์และคู่กับทุกสิ่งทุกอย่างตลอดไป ไม่ว่าจะเป็นภพนี้หรือภพหน้าแม้แต่ภพไหน ความรักจะไม่มีวันสูญสลายไปจากโลก”

16. ผู้เขียนให้ทัศนะว่า “โลกจะไม่น่าอยู่” เพราะสาเหตุใดเป็นประเด็นสำคัญ
    ก. เพราะคนไม่เข้าใจความรัก
    ข. เพราะใช้ความรักในทางที่ผิด
    ค. เพราะคนไม่เห็นค่าของความรัก
    ง. เพราะมนุษย์ขาดความรักต่อกัน
17. จากข้อความข้างต้นนี้ผู้เขียนต้องการกล่าวถึงเรื่องใดเป็นประเด็นสำคัญ
    ก. สาเหตุที่ทำให้รักกลายเป็นทุกข์
    ข. การสร้างความรักให้เกิดขึ้นในใจ
    ค. อิทธิพลของความรักที่มีต่อมนุษย์
    ง. ปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์
18. “ท้องฟ้ามีอยู่แบบท้องฟ้า ก้อนเมฆลอยอยู่แบบก้อนเมฆ พระอาทิตย์สาดแสงในแบบของพระอาทิตย์ นกร้องแบบที่มันร้อง ดอกไม้สวยงามเป็นธรรมชาติของดอกไม้ ลมพัดเพราะมันคือลม หอยทากเดินช้าอย่างที่หอยทากเป็น เหมือนธรรมชาติกำลังกระซิบบอกฉันว่ามันเพียงเป็นของมันอย่างนั้น มันไม่ร้องขอ ฉันจะมองเห็นมัน หรือไม่เห็นมัน มันไม่เรียกร้องให้ต้องชื่นชม ต้องแลกเปลี่ยน ต้องขอบคุณ เป็นของมันอย่างนั้น ไม่ได้ต้องการอะไร มันเพียงแต่เป็นไป ทุกอย่างเป็นธรรมชาติของมัน” ใจความสำคัญของข้อความนี้ตรงกับข้อใด
    ก. ธรรมชาติไม่เคยสนใจมนุษย์
    ข. ธรรมชาติไม่เคยเรียกร้องอะไรจากมนุษย์
    ค. ธรรมชาติไม่ต้องการคำชื่นชมจากมนุษย์
    ง. ทุกอย่างที่เป็นธรรมชาติ ล้วนมีความสวยงาม
19. “คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรู้ตัว ยังคงอยากได้อะไรที่มากขึ้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเงินทอง เกียรติยศชื่อเสียงหรือ ความรัก และก็มักจะไม่ได้ดังใจนึก ความทุกข์ก็ยิ่งมากขึ้นตามวัยที่มากขึ้นด้วย” ใจความสำคัญของ ข้อความนี้ตรงกับข้อใด
    ก. ความอยากของมนุษย์เพิ่มตามอายุ
    ข. คนเราเมื่ออายุมากขึ้น ความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น
    ค. ถ้ามนุษย์อยากได้ไม่มีที่สิ้นสุด ก็จะยิ่งมีแต่ความทุกข์
    ง. ความทุกข์ของมนุษย์เกิดจากความต้องการในทรัพย์สิน เงินทอง

20. “มะรุมจอมพลัง คนเรารู้จักใช้มะรุมเป็นยารักษาโรคผิวหนัง โรคทางเดินหายใจ โรคระบบทางเดิน อาหาร และโรคภัยไข้เจ็บอื่นๆ มานานหลายร้อยปีแล้ว อีกทั้งปัจจุบันยังได้รับการกล่าวขวัญถึงว่า อาจเป็นทางออกหนึ่งในการรับมือกับความอดอยากและภาวะทุพโภชนาการ พืชทนแล้งที่เติบโตเร็วในอัตรา สูงถึง 3.6 เมตรต่อปี ชนิดนี้มีใบอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่” จากข้อความข้างต้นเป็นการเขียนที่มีวัตถุประสงค์อย่างไร
    ก. การเขียนโน้มน้าวให้เชื่อ
    ข. การเขียนเพื่อให้ความบันเทิง
    ค. การเขียนเพื่อให้ความรู้
    ง. การเขียนเพื่อชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 21 – 24

การทอผ้าเป็นงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านในทั่วทุกภาคของประเทศไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ และมักมีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นที่ทำให้ดูสวยงามและแปลกตาแตกต่างกันไป ในที่นี้จะนำศิลปหัตถกรรมการทอผ้าบางชนิดที่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมจากมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ มาอธิบายเพื่อเป็นตัวอย่าง คือ การทอผ้าไหม และการทอผ้าจก

การทอผ้าไหม ผ้าไหมเป็นงานหัตถศิลป์ที่รู้จักกันทั่วโลกด้วยคุณภาพที่มีเอกลักษณ์ในความงดงาม และความคงทนของเนื้อผ้า มีลวดลายและเคล็ดลับวิธีที่แตกต่างกันไปตามแต่ละภาค ผ้าไหมมัดหมี่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านภาคอีสานที่สั่งสมและถ่ายทอดต่อๆ กันมาภายในครอบครัว

ผ้าไหมมัดหมี่เป็นผ้าที่ทอขึ้นจากเส้นใยที่ผ่านการมัดเพื่อสร้างลวดลายก่อนย้อมสีและทอ เวลาย้อมส่วนที่ถูกมัดไว้ก็จะไม่ติดสีจึงทำให้เกิดลวดลาย ถ้าต้องการหลายสีก็ต้องมัดและย้อมทับหลายครั้ง จนกว่าจะได้สีครบตามต้องการ หลังจากย้อมสีแล้วก็จะแก้เชือกที่มัดออก นำเส้นด้ายกรอเข้ากับหลอดเพื่อทอเป็นผืนผ้าต่อไป การทอผ้ามัดหมี่มีทั้งที่เรียกว่า มัดหมี่*ด้ายเส้นยืน* มัดหมี่ด้ายเส้นพุ่ง และมัดหมี่ผสม

ประเทศไทยมีการทอผ้ามัดหมี่มาเป็นเวลานานแล้ว โดยเฉพาะในภาคอีสานชาวบ้านจะทอผ้ามัดหมี่กันในหลายท้องที่และสอนต่อๆ กันมาในครอบครัว เมื่อสมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรในภาคอีสาน ทอดพระเนตรเห็นหญิงชาวบ้านสูงอายุที่มารอรับเสด็จนุ่งผ้าไหมมัดหมี่ที่ผลิตจากชาวบ้าน และทรงตรวจคุณภาพผ้าไหมพร้อมทั้งพระราชทานคำแนะนำให้ชาวบ้านพัฒนาการทอให้มีคุณภาพดีขึ้น หลังจากนั้นจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มีการฝึกสอนการทอผ้าไหมมัดหมี่ในศูนย์ศิลปาชีพ โครงการศิลปาชีพ และกลุ่มศิลปาชีพที่ตั้งขึ้นในที่ต่างๆ

ผ้าจกเป็นผ้าทอผืนแคบๆ อาจทอขึ้นจากฝ้ายหรือไหม หรือผสมกันทั้ง 2 อย่างก็ได้ คำว่า “จก” เป็นวิธีการทอผ้าให้เกิดลวดลายขึ้น โดยการใช้ไม้ปลายแหลม หรือขนเม่นงัดช้อนด้ายยืนขึ้น และใช้ด้ายสีสอดไปตามรอยช้อนนั้น การสอดด้ายสีต่างๆไปตามรอยงัดช้อนในจังหวะต่างๆ กัน ทำให้เกิดลวดลายคล้ายผ้าปัก ดังนั้นการทอผ้าจกจึงเป็นการทอและการจกลายไปพร้อมๆ กัน ทำลวดลายสอดสลับด้วยไหมหรือด้ายสีต่างๆ ผ้าชนิดนี้นิยมใช้เป็นส่วนประกอบตกแต่งผ้าผืนใหญ่ โดยเฉพาะผ้าซิ่นซึ่งเมื่อประกอบด้วยผ้าจกแล้ว ก็เรียกว่า ผ้าซิ่นตีนจก

การทอผ้าจกต้องใช้ความประณีตมาก ผ้าหนึ่งผืนกว่าจะทอเสร็จใช้เวลาหลายเดือน นักวิชาการด้านผ้าจึงมักจัดให้การทอผ้าจกเป็นสุดยอดของการทอผ้า

ศิลปะการทอผ้าจกสืบทอดมาจากวัฒนธรรมของชาวไทยเชื้อสายลาวพวนซึ่งตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ตำบลหาดเสี้ยว อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ดังนั้น จึงถือเป็นต้นแบบของการทอผ้าชนิดนี้ เดิมมักเป็นลายหน้ากระดาน หรือลายแถบคั่นเป็นชั้นๆ ต่อมาได้มีการคิดดัดแปลงเป็นลวดลายและสีสันให้หลากหลายมากขึ้น และจากการสนับสนุนของมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ ในปัจจุบันได้มีการทอผ้าจกเกิดขึ้นหลายจังหวัดในภาคเหนือ เช่น อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอลอง จังหวัดแพร่

21. เพราะเหตุใดจึงเรียกผ้าไหมชนิดหนึ่งว่า “ผ้าไหมมัดหมี่”
    ก. เพราะกรรมวิธีการต้มเส้นไหมเป็นกรรมวิธีเดียวกันกับการต้มเส้นหมี่
    ข. เพราะเส้นไหมที่นำมาทอเล็ก บาง และกลมคล้ายลักษณะของเส้นหมี่
    ค. เพราะความสวยงามของผ้าไหมชนิดนี้เกิดจากเทคนิคการมัดย้อมเส้นไหม
    ง. เพราะผ้าไหมชนิดนี้มีต้นกำเนิดจากหมู่บ้านมัดหมี่ ทางภาคอีสานของไทย
22. คำว่า “ด้ายเส้นยืน” ในย่อหน้าที่ 3 หมายถึงสิ่งใด
    ก. เส้นไหมแนวตั้งที่ใช้เป็นแกนในการทอผ้า
    ข. เส้นไหมแนวนอนที่ใช้ขัดกับเส้นแนวตั้ง
    ค. เส้นไหมที่มัดย้อมให้เกิดลวดลายแล้ว
    ง. เส้นไหมที่ใช้ในการพุ่งเพื่อวัดขนาดผ้า
23. จากข้อความข้างต้นข้อใด สรุปได้<u>ไม่</u>ถูกต้อง
    ก. การทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ของภาคเหนือและภาคอีสานของไทย
    ข. มูลนิธิศิลปาชีพส่งเสริมและสนับสนุนให้ชาวบ้านทอผ้าเป็นอาชีพเสริม
    ค. การสร้างลายผ้าด้วยเทคนิคการจกต้องอาศัยระยะเวลาในการผลิต
    ง. มูลนิธิศิลปาชีพมักส่งเสริมให้ชาวบ้านพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพดีขึ้น
24. จากข้อความข้างต้นงานทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ที่แสดงให้เห็นคุณลักษณะประการใดของคนไทยได้ดีที่สุด
    ก. คนไทยเป็นคนรักสวยรักงามจึงออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายให้สวยงาม
    ข. คนไทยมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงคิดวิธีการทอผ้าให้มีลักษณะเฉพาะถิ่น
    ค. คนไทยมักไม่ปล่อยให้เวลาว่างผ่านไปอย่างไร้ประโยชน์จึงทำให้เกิดงานหัตถกรรม
    ง. คนไทยยอมรับวัฒนธรรมที่หลากหลายจึงทำให้มีธรรมเนียมประเพณีแตกต่างกัน

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 25 – 27

ดอกไม้ในร้านดอกไม้อาจเป็นเพื่อนร่วมทางกันมาตั้งแต่ที่ไร่จนถึงปลายทาง หรืออาจต่างมาจากต่างถิ่นกัน แต่ได้มาร่วมทางกัน แล้วแยกย้ายกันไป ดอกไม้ในแจกันเดียวกันอาจเหี่ยวไปพร้อมๆ กัน หรือมีดอกใดที่เหี่ยวไปก่อน

คนจีนมีคำกล่าวว่า พี่น้องร้อยคนก็เหมือนคนเดียว เพราะบั้นปลายต่างคนต่างแก่มาดูแลกันไม่ไหว ซึ่งที่สุดแล้วก็ต้องมีคนไปก่อนและมีคนไปหลัง บางคนจึงมีเพื่อนตาย และหลายคนก็อาจไม่มี

วันหนึ่งขณะผ่านหัวลำโพง เห็นยาย 2 คน พากันเดินด้วยไม้ไผ่ลำหนึ่ง ยายคนแข็งแรงนำหน้าจูงยายที่ตาฟางแล้วให้เดินตาม เท้าของยายทั้งสองก้าวช้าๆ เหมือนลานตุ๊กตาที่จวนหมด

อยากให้ยายทั้งสองถึง*ที่หมาย*พร้อมกัน ไม่ใช่ทิ้งคนหนึ่งไว้ให้ต้องตายเพียงลำพังอย่างโดดเดี่ยวเดียวดาย

25. ความคิดสำคัญในข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด
    ก. ความตายมาถึงมนุษย์ทุกคนในเวลาต่างกัน
    ข. ความตายเป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถกำหนดได้
    ค. ความตายกับความชราเป็นทุกข์ของมนุษย์
    ง. ความตายเหมือนกับดอกไม้ในแจกันที่ร่วงโรย
26. จุดประสงค์หลักของการเขียนข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด
    ก. แสดงความรู้เรื่องดอกไม้
    ข. ตีโพยตีพายกับความชรา
    ค. ชวนให้เข้าใจโลกและชีวิต
    ง. เล่าประสบการณ์ที่ผ่านมา
27. คำว่า “ที่หมาย” จากข้อความข้างต้นมีความหมายตรงกับข้อใด
    ก. อีกฝั่งหนึ่งของถนน
    ข. การสิ้นสุดของชีวิต
    ค. ความชราที่มาเยือน
    ง. บ้านของยายทั้งสอง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 28 – 33

สิ่งที่มีค่าสูงสุดในชีวิตมนุษย์ก็คือ “ตัวชีวิตเอง” คำกล่าวนี้เป็นความจริงโดยที่ใครไม่อาจปฏิเสธ แต่ทั้งๆ ที่รู้ มนุษย์ก็ปฏิบัติกับชีวิตเหมือนไม่รู้จักรักชีวิต หากจะเปรียบก็คงเป็นเช่นเสนาอมาตย์ ข้าราชบริพารของพระมหาชนกที่ชอบรับประทานมะม่วง แต่ขณะเดียวกันกลับโค่นต้นมะม่วงทิ้ง มนุษย์รักชีวิต แต่ปฏิบัติต่อชีวิตไม่ถูกต้อง ชีวิตอันเป็นสิ่งสูงค่ายิ่งกว่าสมบัติบรรดามีใดทั้งหมดของตน ก็เลยพลอยมีอันแตกหัก บิ่นร้าว แหลกสลายลงไปก่อนวัยอันสมควร

น่าเสียดายชีวิตที่ถูกเหวี่ยงไปอย่างไร้จุดหมายวันแล้ววันเล่า ล่องลอยไปในกระแสกิน กาม เกียรติ เหมือนขอนไม้แห้งหรือกอสวะที่ไร้อนาคต แทนที่เราจะเป็นฝ่ายกำหนดชีวิตกลับปล่อยให้ชีวิตถูกกิเลส สังคมการงาน วัฒนธรรม ความหลงผิดมาเป็นฝ่ายกำหนดแทนที่จะเป็นนายของชีวิต กลับกลายเป็นทาสของชีวิต แทนที่จะเป็นฝ่ายเลือกใช้ชีวิต กลับถูกชีวิตผลักไสไปตามยถากรรม

ทำไมไม่อนุญาตให้ตัวเองได้อยู่เงียบๆ คนเดียวสักระยะหนึ่งแล้วลองไตร่ตรองมองตนดูว่า หลายขวบปีที่ผ่านมาเราได้ใช้ชีวิตไปให้คุ้มค่ามากหรือน้อยเพียงไร มีสิ่งใดที่ควรแก่ความภูมิใจ และมีสิ่งใดควรแก่ความสลดสังเวชกับการกระทำของตัวเอง พินิจตนด้วยตน สอนตนด้วยตน ดีกว่าให้ใครต่อใครมากมายมาเสี้ยมสอนซึ่งแน่นอนว่าเรารับฟัง แต่คงไม่มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงใดๆ เหมือนกับการสอนตนด้วยตนเอง

มนุษย์เกิดมาในโลกอย่างมีความหมาย ไม่มีใครเกิดมาไร้ค่าหรือเกิดมาเพื่อจะถูกลืมยกเว้นแต่คนที่พยายามจะทำให้คนอื่นลืมตนเอง ไม้ทุกต้น หญ้าทุกชนิด ก็เช่นเดียวกับนอตทุกตัวที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับภารกิจใดภารกิจหนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเสมอ มนุษย์ก็เช่นกัน ต่างมาสู่โลกนี้เพื่อจะบำเพ็ญกรณีบางอย่างบางประการ ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน มนุษย์ทุกคนล้วนมีศักยภาพแฝงเร้นที่จะบรรลุภารกิจของตนได้อย่างงดงามทั้งสิ้น แต่มนุษย์ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษของตนตรงนี้หรือไม่

น้ำเน่าอาจระเหยกลายเป็นเมฆฝนหล่อเลี้ยงผืนโลก กรวดทรายต่ำต้อยอาจถูกหล่อหลอมเป็นศิลป์สถาปัตย์ที่ทรงคุณค่าระดับสากล *ข้าวเปลือกในนา*อาจกลายเป็นสุธารสของพระมหาจักรพรรดิ ลูกกุลีอาจกลายเป็นเศรษฐีพันล้าน ฯลฯ ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพรายพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้ ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบ ร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น

28. ใจความสำคัญของข้อความที่คัดมาให้อ่านคือข้อใด
    ก. มนุษย์ควรจัดสรรเวลาส่วนหนึ่งของชีวิตสำหรับตัวเองเพื่อทำความเข้าใจชีวิต
    ข. ชีวิตของมนุษย์ทุกคนมีคุณค่าขึ้นอยู่กับว่ามนุษย์มองเห็นคุณค่านั้นหรือไม่
    ค. คนที่ปล่อยชีวิตให้เป็นไปตามกิเลสคือคนที่ใช้ชีวิตอย่างไร้จุดหมาย
    ง. ไม่มีคำสอนของผู้ใดที่จะดีเท่าคำสอนที่ตนเองสอนตนเองด้วยตนเอง
29. จากข้อความที่คัดมาให้อ่าน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
    ก. ไม่มีใครมีความรู้ที่จะสอนเราได้นอกจากตัวของเราเอง
    ข. มนุษย์ทุกคนเกิดมาบนโลกนี้มีหน้าที่ของตัวเอง
    ค. คนที่ดูถูกตัวเองแสดงให้เห็นว่าเป็นคนที่ไม่มีการศึกษา
    ง. ชีวิตเป็นเหมือนพลอยที่ถ้าแตกหัก บิ่น ร้าว ก็ไร้ค่า

30. ข้อใดใช้ภาษาไม่เป็นทางการในการเขียน
    ก. ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน
    ข. แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพราวพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้
    ค. ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม
    ง. ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบ ร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น
31. คำว่า “ข้าวเปลือกในนา” ในย่อหน้าที่ 5 หมายความถึงสิ่งใด
    ก. ความภาคภูมิใจของมนุษย์
    ข. การใช้ชีวิตอย่างสุขุมของมนุษย์
    ค. ความสามารถพิเศษของมนุษย์
    ง. การมีชีวิตอย่างคุ้มค่าของมนุษย์
32. ข้อความข้างต้นมีเนื้อหาใกล้เคียงกับสุภาษิตในข้อใดมากที่สุด
    ก. รักดีหามจั่วรักชั่วหามเสา
    ข. ข้างนอกสุกใสข้างในเป็นโพรง
    ค. ไม้อ่อนดัดง่ายไม้แก่ดัดยาก
    ง. ช้าๆ ได้พร้าสองเล่มงาม
33. ข้อใดคือจุดมุ่งหมายของบทความนี้
    ก. เพื่อย้ำให้เห็นความสำคัญของมนุษย์ในฐานะที่เป็นสัตว์สังคม
    ข. เพื่อเชิญชวนให้ผู้อ่านทุกคนหันมาให้ความสำคัญกับการทำงาน
    ค. เพื่อแนะนำให้หันกลับมาพิจารณาและพัฒนาชีวิตของตนเอง
    ง. เพื่อสั่งสอนให้ไม่ลุ่มหลงอยู่ในกิเลสและความยั่วยุทั้งปวง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 34 – 35

> การตัดสินใจทุกๆ ครั้ง จะทำให้ไปข้างหน้า ให้ถอยหลัง ให้อยู่กับที่ ให้สูงขึ้นๆ หรือให้ต่ำลงๆ ก็ได้ ชีวิตของคนเก่ง คือ ชีวิตที่ต้องเผชิญกับปัญหา คนที่มีชีวิต ไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ จึงมักจะเป็นคนแข็งแกร่งเหมือนต้นไม้พร้อมจะต่อสู้กับพายุ ชีวิตของผู้ที่ผ่านประสบการณ์ สามารถเอาชนะปัญหาและความยากลำบาก จะเป็นชีวิตที่ประสบความสำเร็จ น่าภาคภูมิใจ เราควรฝึกความอดทนที่จะฟังคนอื่นวิจารณ์เราอย่างเต็มที่ คำปลอบใจให้กำลังใจตัวเองคือ เราไม่สามารถทำให้ทุกคนพอใจเราได้ตลอดเวลา

34. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคืออะไร
    ก. การตัดสินใจ
    ข. ชีวิตของคนเก่ง
    ค. ชีวิตของผู้ผ่านประสบการณ์
    ง. ชีวิตไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ
35. จากข้อความที่อ่านผู้ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตจะต้องมีคุณสมบัติใดเป็นสำคัญ
    ก. เป็นคนเก่ง
    ข. เป็นคนอดทน
    ค. เป็นคนมีประสบการณ์
    ง. เป็นคนให้กำลังใจตนเอง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 36 – 37

> ความสำเร็จและความล้มเหลวอยู่ห่างกันเพียงแค่เส้นบางๆ ขึ้นอยู่กับว่าคุณมีสติปัญญาและความกล้าหาญหรือไม่ ผู้ที่มีสติปัญญาและความกล้าหาญควรจะกล้าสร้างสรรค์ กล้าเผชิญหน้ากับความเสี่ยงเพื่อคว้าโอกาสเอาไว้ให้ได้

36. ข้อใดเป็นวัตถุประสงค์ของข้อความที่อ่าน
    ก. เพื่อโน้มน้าวใจ
    ข. เพื่อแจ้งให้ทราบ
    ค. เพื่อให้คติข้อคิด
    ง. เพื่อให้ผู้ฟังซักถาม
37. จากข้อความข้างต้น ผู้ที่จะประสบความสำเร็จ ควรมีคุณลักษณะเด่นในด้านใด
    ก. กล้าริเริ่มและฝ่าฟันอุปสรรค
    ข. กล้าเสี่ยงกับความสำเร็จและความล้มเหลว
    ค. กล้าผจญภัยและฉกฉวยโอกาส
    ง. กล้าเผชิญความล้มเหลวและไขว่คว้าโอกาส
38. รักการเรียนรู้ตลอดชีวิต
    คิดเป็น ทำเป็น คิดสร้างสรรค์
    ความรู้คู่คุณธรรมมีความสุข
    เป็นคนไทยที่มีมาตรฐานสากล
    อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย
    จากข้อความข้างต้นเหมาะที่จะนำไปใช้ประกอบการพูดในเรื่องใดมากที่สุด
    ก. คุณภาพของคนไทย
    ข. อนาคตของประเทศไทย
    ค. การประชาสัมพันธ์การศึกษาไทย
    ง. ปัจจัยความสำเร็จของประเทศไทย
39. โลกปัจจุบันเป็นโลกยุคโลกาภิวัตน์ที่มีอินเทอร์เน็ตและมีอีเมลกำลังระบาด และมากมายด้วยเทคโนโลยีทันสมัยซึ่งนับวันจะทวีคูณขึ้นเรื่อยๆ ผู้คนสามารถรับข่าวสารได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ดังที่เรียกว่า “โลกยุคไร้พรมแดน” ถ้าพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้ว แท้จริงเรากำลังเผชิญดาบ 2 คม เพราะอีกด้านหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมไทยและมีกระแสวัตถุนิยมเข้ามาครอบงำ เกิดความฟุ่มเฟือย ค่านิยมในการดำเนินชีวิตที่ไม่ถูกต้อง สุดท้ายจึงเกิดปัญหาสังคมตามมาอย่างมากมาย
    จากข้อความนี้ ข้อใดเขียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
    ก. อินเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกสบายมากกว่าการให้โทษ
    ข. กระแสวัตถุนิยมด้านเทคโนโลยีทำให้วัฒนธรรมไทยเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น
    ค. ความเจริญความเสื่อมไม่อยู่ที่เทคโนโลยีแต่อยู่ที่จิตใจของคนหากรู้จักเลือกที่จะรับข้อมูล
    ง. โลกยุคไร้พรมแดนช่วยให้คนติดต่อกันทางอินเทอร์เน็ตและอีเมลส่งผลให้คนมีความเข้าใจกันมากยิ่งขึ้น

40. การแยกทางเดินให้แก่ความสนใจจากสายหนึ่งไปสู่อีกสายหนึ่งนั้นทำยากเหลือเกิน ถ้าหากท่านไม่ได้เตรียมถนนแห่งความสนใจไว้หลายๆ สาย ดังนั้นในการเตรียมรับมือกับความทุกข์ที่จะเกิดขึ้นในวันข้างหน้าจึงต้องเตรียมถนนแห่งสายความสนใจไว้หลายๆ สาย ตั้งแต่ในเวลาอันผุดผ่องชื่นบานเพื่อว่าถึงภาวะฉุกเฉินแห่งชีวิตท่านจะได้มีทางออกหลายๆ ทาง
    จากข้อความนี้ ข้อใดย่อความได้ใจความมากที่สุด
    ก. เมื่อถึงภาวะฉุกเฉินต้องหาทางเดินหลายๆ ทาง
    ข. ทางเดินของชีวิตควรกำหนดไว้หลายๆ ทางเพื่อเป็นทางเลือก
    ค. การเตรียมความพร้อม สำหรับการเลือกทางเดินเมื่อพบความลำบาก
    ง. เมื่อประสบความทุกข์เราย่อมหาทางออกได้เพราะเราได้เตรียมทางออกไว้หลายด้าน

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความเข้าใจของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
แบบสรุปผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความเข้าใจของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
1. วันนี้เป็นวันเสาร์ อับดุลลอฮฺ และน้องๆ ไปช่วยแม่เก็บยาง สวนยางพาราของเขาห่างจากบ้านประมาณ 3 กิโลเมตร เขาและน้องๆ ขี่จักรยานไป ขณะนั้นเองเขาและน้องๆ เห็นลูกนกตัวหนึ่งตกอยู่บนพื้นดิน สังเกตเห็นว่ารังของมันอยู่บนต้นไม้ใหญ่ อับดุลลอฮฺตัดสินใจปีนต้นไม้เพื่อเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรังนกของมัน หลังจากนั้นก็เฝ้าดูว่ามันจะตกลงมาอีกไหม เมื่อแม่นกกลับมาพร้อมอาหารของลูกน้อย เขาได้ยินลูกนกส่งเสียงร้องดัง เขาคิดว่ามันคงเล่าให้แม่มันฟังว่า วันนี้เกิดอะไรขึ้นกับตัวมัน ถ้าเขาตาไม่ฝาด เขาเห็นแม่นกหันมามองเขาด้วยสายตาที่ซาบซึ้งในบุญคุณเหมือนจะกล่าวขอบคุณที่เขาได้ช่วยเหลือลูกน้อยของมัน จากข้อความข้างต้น เหตุใดอับดุลลอฮฺจึงตัดสินใจเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรัง ก. เพราะชอบเลี้ยงนก ข. เพราะในรังมีแม่นกรออยู่ ค. เพราะในรังมีอาหารให้ลูกนก **ง. เพราะอยากให้นกกลับไปอยู่กับครอบครัว**	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
2. ระบำตารีกีปัสเป็นการแสดงพื้นเมืองของชาวไทยมุสลิมทางภาคใต้ ตารีกีปัสเป็นภาษามลายูท้องถิ่น ตารี หมายถึง การฟ้อนรำ กีปัส หมายถึง พัด ตารีกีปัส หมายถึง การฟ้อนรำที่ใช้พัดประกอบนั่นเอง การแต่งกาย นิยมแต่งตามลักษณะของชนชั้นสูงของชาวไทยมุสลิมเต็มยศ เครื่องดนตรีประกอบได้แก่ ไวโอลิน รำมะนา ฆ้อง แมนโดลิน ขลุ่ย การแสดง ถ้าเป็นผู้หญิงล้วนการร่ายรำจะมีลักษณะเป็นการยักย้ายส่ายสะโพกให้เข้ากับจังหวะดนตรี มีการแปรแถวอย่างสวยงาม ใช้แสดงในโอกาสต้อนรับแขกบ้านแขกเมืองและงานมงคลต่างๆ งานใดเหมาะกับการนำรำตารีกีปัสไปแสดงมากที่สุด ก. งานเลี้ยงขึ้นบ้านใหม่ ข. งานเลี้ยงวันเกิดคุณยาย **ค. งานเลี้ยงต้อนรับผู้นำระดับประเทศ** ง. งานเลี้ยงครบรอบวันแต่งงานคุณแม่	สรุปความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 - 6 ฉันไม่รู้ว่าฉันมาอาศัยที่ยอดไม้ต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร เท่าที่ฉันจำความได้ รากของฉันก็หยั่งลึกลงไปในเนื้อของต้นสักต้นนี้เสียแล้ว “นี่ๆ เจ้านกสีชมพูสวน เธอรู้ไหมว่าฉันมาอยู่บนต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร” ฉันถามนกที่กำลังมากินลูกไม้กาฝากอยู่ “ฉันไม่รู้เหมือนกันจ๊ะ ตั้งแต่ฉันลืมตาดูโลกก็เห็นเธออยู่ที่นี่แล้ว” นกปรอดหัวโขนที่กำลังกินแมลงอยู่ใกล้ๆ ก็บินมาคุยด้วย “เรารู้นะว่าเธอมาจากไหน” “งั้นบอกมาซิจ๊ะ ว่าฉันมาจากไหน” “แม่ของข้าเล่าให้ฟังว่าเมื่อ 5 เดือนก่อน แม่ได้ไปกินลูกไม้กาฝากจากต้นจำปาโน้น” นกปรอดชี้ไปทางทิศเหนือ แล้วบินมาจับแมลงกินอยู่แถวนี้ ก็ได้ถ่ายมูลที่มีเมล็ดกาฝาก นั่นคือ “เธอ” ไว้ตรงนี้ จากนั้น เธอก็เจริญเติบโตเรื่อยมา จนออกลูกไม้ให้พวกเรากินไงล่ะ” ว่าแล้วก็จิกกินลูกไม้ทันที แล้วพูดต่อว่า “เดี๋ยวเราก็ไปถ่ายมูลทิ้งไว้ที่อื่นต่อไป”					
3. “ฉัน” ในที่นี้คือใคร ก. ต้นสัก **ข. กาฝาก** ค. นกสีชมพูสวน ง. นกปรอดหัวโขน	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
4. อาหารของนกปรอดหัวโขนคืออะไร ก. แมลง ข. ใบต้นจำปา ค. ลูกไม้กาฝาก ง. **แมลง และลูกไม้กาฝาก**	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
5. ในอนาคตนักเรียนคิดว่านกจะมีลูกไม้กาฝากกินหรือไม่ ก. มี เพราะต้นกาฝากมีอยู่ทั่วไปในป่า **ข. มี เพราะนกถ่ายมูลที่มีเมล็ดให้เจริญเติบโตต่อไป** ค. ไม่มี เพราะนกจะกินเป็นอาหารจนหมด ง. ไม่มี เพราะนกและแมลงจะกินเป็นอาหารหมด	ตีความ	+1	+1	+1	+1
6. นักเรียนคิดว่าต่อไปต้นสักน่าจะอยู่อย่างไร ก. ไม่เจริญเติบโต ข. เจริญเติบโตต่อไปตามปกติ **ค. โดนแย่งอาหาร และเจริญเติบโตช้า** ง. โดนแย่งอาหาร และไม่เจริญเติบโตเลย	ขยายความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC
		1	2	3	
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 – 8 "การที่รถยนต์ปล่อยแก๊สพิษต่าง ๆ ออกมานั้น ได้ก่อให้เกิดผลร้ายแก่ชีวิต สุขภาพและอนามัยของประชาชนซึ่งนับว่าเป็นอาชญากรรมอย่างหนึ่ง และเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงยิ่งกว่าอาชญากรรมอื่นใดเพราะผู้ที่เจ็บป่วยหรือเสียชีวิตโดยเป็นผลมาจากอากาศเป็นพิษนี้ เป็นผู้เสียหายที่เรียกร้องค่าเสียหายจากใครไม่ได้ และก็ไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้ เพราะบ้านเมืองเราไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่คุ้มครองประชาชนเหมือนอย่างในประเทศที่เจริญแล้ว"					
7. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคือข้อใด ก. อันตรายจากแก๊สพิษ ข. แก๊สพิษจากรถยนต์ทำให้คนตายได้ ค. เมืองไทยยังด้อยพัฒนาอยู่มาก **ง. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นอันตรายแต่ไม่มีกฎหมายคุ้มครอง**	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
8. ข้อสรุปที่ว่า " คนที่เจ็บป่วยเพราะแก๊สพิษจากรถยนต์อาจเสียชีวิตได้" มาจากข้อสนับสนุนข้อใด ก. เมืองไทยยังไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อม ข. ผู้เสียหายไม่สามารถเรียกร้องให้ใครรับผิดชอบได้ **ค. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นภัยที่ร้ายแรงได้** ง. ผู้เจ็บป่วยไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 9 - 12 ปัญหายาเสพติดเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ ก่อให้เกิดความวิตกแก่รัฐบาล และสถาบันต่างๆ ของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาที่ร้ายแรง ก่อความเสียหายให้ ไม่เฉพาะแต่สุขภาพของผู้เสพติดอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังความเสียหายให้เกิดแก่ครอบครัวของผู้ติดยา และแก่สวัสดิภาพทางสังคมเป็นปัญหาการเสื่อมทางศีลธรรม ก่อให้เกิดอาชญากรรมนานาชนิด และเป็นปัญหาความมั่นคงของชาติ รวมทั้งความเสียหายแก่ประเทศชาติเป็นส่วนรวม ในด้านการพัฒนาคนและเศรษฐกิจด้วย					
9. ข้อความนี้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ ก. ราคาของยาเสพติด ข. ปริมาณของยาเสพติด **ค. ปัญหาของยาเสพติด** ง. การปราบปรามยาเสพติด	ตีความ	+1	+1	+1	+1
10. ใครควรมีหน้าที่รับผิดชอบเรื่องนี้ ก. รัฐบาล ข. ประชาชน ค. สถาบันต่างๆ **ง. ผู้ค้าและผู้เสพยาเสพติด**	สรุปความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
11. ข้อใดเป็นผลที่เกิดขึ้นต่อผู้เสพยาโดยตรง ก. เกิดปัญหาด้านสุขภาพ ข. เกิดปัญหาอาชญากรรม ค. เกิดความเสื่อมด้านศีลธรรม ง. เกิดความเสียหายด้านเศรษฐกิจ	ตีความ	+1	+1	+1	+1
12. นักเรียนจะมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ก. ร่วมประชุมเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ข. ร่วมประชุมออกกฎหมายควบคุม **ค. ตั้งใจเรียน ไม่ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติด** ง. ร่วมรณรงค์ และนำจับผู้ค้ายาเสพติด	อธิบาย	+1	+1	+1	+1
13. ทุกๆ ปี ยามหน้าร้อน พวกเราหันมาทำว่าวกันเพื่อความสนุกสนาน วาบูแลหรือว่าววงเดือนเป็นว่าวที่นิยมกันมากในหมู่บ้านฉัน ฉันหาไม้ไผ่มาทำโครงว่าวให้เบาและได้สัดส่วนจะทำให้ว่าวกินลม วาบูแลจะสวยงาม เมื่อลอยอยู่บนท้องฟ้า เหมือนดวงเดือนตามชื่อนั่นแหละ บ้านฉันยามหน้าร้อนจะเห็นวาบูแลเต็มไปหมด จากเรื่อง คำว่า “ว่าวกินลม” หมายความว่าอย่างไร **ก. ว่าวต้านลมได้ดี** ข. ว่าวมีน้ำหนักพอดี ค. ว่าวมีสัดส่วนพอดี ง. ว่าวกินลมเป็นอาหาร	อธิบาย	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14 – 15 ภาษาไทยคือวัฒนธรรมอันยิ่งใหญ่ของเรา เป็นส่วนหนึ่งของเรา เป็นสมบัติอันล้ำค่าของชาติเรา คนไทยต้องภูมิใจในการพูด การเขียน การดำรงรักษาภาษาไทย ต้องรักและหวงแหน ต้องถือเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ต้องช่วยกันปกป้องคุ้มครองต้องทนุถนอมด้วยความห่วงใย 14. ผู้เขียนบทความนี้มีจุดประสงค์ใดเป็นสำคัญ ก. ให้คนไทยพูดแต่ภาษาไทย ข. ให้คนไทยรักษาวัฒนธรรมไทย **ค. ให้คนไทยช่วยกันสืบสานภาษาไทยให้คงอยู่** ง. ให้คนไทยทนุถนอมและห่วงใยซึ่งกันและกัน	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
15. ข้อใดไม่ได้กล่าวถึงในบทความนี้ ก. ภาษาไทยคือวัฒนธรรมของเรา **ข. ภาษาไทยจะช่วยปกป้องคุ้มครองเรา** ค. คนไทยต้องภูมิใจในการพูดภาษาไทย ง. ภาษาไทยเป็นสมบัติล้ำค่าของชาติเรา	ขยายความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16 – 17 “คนเราเกิดมาเพื่อต้องการความรัก ความรักเปรียบเสมือนน้ำหล่อเลี้ยงจิตใจให้ชุ่มฉ่ำ ความรักจะเป็นน้ำทิพย์อย่างดีเยี่ยมสำหรับจิตใจของคนทุกคน การขาดความรักย่อมก่อให้เกิดความกระด้างเพราะความรักคือสมบูรณภาพแห่งจิตใจ เราขาดความรักเพราะเราขาดความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในความรัก ความรักเป็นความหมายสูงสุดของสรรพสิ่งรอบด้านเป็นเครื่องหมายที่จะบอกถึงจิตใจของคนแต่ละคนว่าเป็นคนอ่อนหวานหรือแข็งกระด้างเพียงไร ผู้ไม่เข้าใจความรักจะเห็นความรักเป็นสิ่งผิวเผิน เป็นสิ่งไม่มีค่า ไม่สำคัญสำหรับชีวิตและสำหรับโลก โลกจะไม่น่าอยู่และอยู่ไม่ได้ถ้ามนุษย์ขาดความรัก ความรักจึงเสมือนเส้นใยของชีวิตมนุษย์ทุกคน ทุกรูปทุกนาม เมื่อได้รับความรักได้ไปเยือนผู้ใดแล้ว ความทุกข์จะตามไปด้วยเหมือนเงา เพราะเวลาบุคคลมีความรักก็มักระแวงมาก สงสัยมากและห่วงมาก ฉะนั้นจึงเปรียบได้ว่าเป็นความทุกข์อย่างหนึ่ง อย่างที่โบราณว่า “มีความรักที่ไหน ก็มีความทุกข์ที่นั่น” เราจึงบอกได้ว่าความรักเป็นความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตกับชีวิต ถ้าไม่มีความรักชีวิตก็จะไม่เป็นชีวิตที่สมบูรณ์ ดังนั้นความรักจึงต้องอยู่คู่โลกคู่กับมนุษย์และคู่กับทุกสิ่งทุกอย่างตลอดไป ไม่ว่าจะเป็นภพนี้หรือภพหน้า แม้แต่ภพไหน ความรักจะไม่มีวันสูญสลายไปจากโลก”					
16. ผู้เขียนให้ทัศนะว่า “โลกจะไม่น่าอยู่” เพราะสาเหตุใดเป็นประเด็นสำคัญ ก. เพราะคนไม่เข้าใจความรัก ข. เพราะใช้ความรักในทางที่ผิด **ค. เพราะคนไม่เห็นค่าของความรัก** ง. เพราะมนุษย์ขาดความรักต่อกัน	ตีความ	+1	+1	+1	+1
17. จากข้อความข้างต้นนี้ผู้เขียนต้องการกล่าวถึงเรื่องใดเป็นประเด็นสำคัญ ก. สาเหตุที่ทำให้รักกลายเป็นทุกข์ ข. การสร้างความรักให้เกิดขึ้นในใจ ค. อิทธิพลของความรักที่มีต่อมนุษย์ **ง. ปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์**	ขยายความ	+1	+1	+1	+1
18. “ท้องฟ้ามีอยู่แบบท้องฟ้า ก้อนเมฆลอยอยู่แบบก้อนเมฆ พระอาทิตย์สาดแสงในแบบของพระอาทิตย์ นกร้องแบบที่มันร้อง ดอกไม้สวยงามเป็นธรรมชาติของดอกไม้ ลมพัดเพราะมันคือลม หอยทากเดินช้าอย่างที่หอยทากเป็น เหมือนธรรมชาติกำลังกระซิบบอกฉันว่ามันเพียงเป็นของมันอย่างนั้น มันไม่ร้องขอ ฉันจะมองเห็นมัน หรือไม่เห็นมัน มันไม่เรียกร้องให้ต้องชื่นชม ต้องแลกเปลี่ยน ต้องขอบคุณ เป็นของมันอย่างนั้น ไม่ได้ต้องการอะไร มันเพียงแต่เป็นไป ทุกอย่างเป็นธรรมชาติของมัน” ใจความสำคัญของข้อความนี้ตรงกับข้อใด ก. ธรรมชาติไม่เคยสนใจมนุษย์ **ข. ธรรมชาติไม่เคยเรียกร้องอะไรจากมนุษย์**	สรุปความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
ค. ธรรมชาติไม่ต้องการคำชื่นชมจากมนุษย์ ง. ทุกอย่างที่เป็นธรรมชาติ ล้วนมีความสวยงาม					
19. “คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรู้ตัว ยังคงอยากได้อะไรที่มากขึ้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเงินทอง เกียรติยศชื่อเสียงหรือ ความรัก และก็มักจะไม่ได้ดังใจนึก ความทุกข์ก็ยิ่งมากขึ้นตามวัยที่มากขึ้นด้วย” ใจความสำคัญของข้อความนี้ตรงกับข้อใด ก. ความอยากของมนุษย์เพิ่มตามอายุ ข. คนเราเมื่ออายุมากขึ้น ความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น **ค. ถ้ามนุษย์อยากได้ไม่มีที่สิ้นสุด ก็จะยิ่งมีแต่ความทุกข์** ง. ความทุกข์ของมนุษย์เกิดจากความต้องการในทรัพย์สิน เงินทอง	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
20. “มะรุมจอมพลัง คนเรารู้จักใช้มะรุมเป็นยารักษาโรคผิวหนัง โรคทางเดินหายใจ โรคระบบทางเดิน อาหาร และโรคภัยไข้เจ็บอื่นๆ มานานหลายร้อยปีแล้ว อีกทั้งปัจจุบันยังได้รับการกล่าวขวัญถึงว่า อาจเป็นทางออกหนึ่งในการรับมือกับความอดอยากและภาวะทุพโภชนาการ พืชทนแล้งที่เติบโตเร็วในอัตรา สูงถึง 3.6 เมตรต่อปี ชนิดนี้มีใบอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่” จากข้อความข้างต้นเป็นการเขียนที่มีวัตถุประสงค์อย่างไร **ก. การเขียนโน้มน้าวให้เชื่อ** ข. การเขียนเพื่อให้ความบันเทิง ค. การเขียนเพื่อให้ความรู้ ง. การเขียนเพื่อชี้แจง	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 21 – 24 การทอผ้าเป็นงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านในทั่วทุกภาคของประเทศไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ และมักมีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นที่ทำให้ดูสวยงามและแปลกตาแตกต่างกันไป ในที่นี้จะนำศิลปหัตถกรรมการทอผ้าบางชนิดที่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมจากมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ มาอธิบายเพื่อเป็นตัวอย่าง คือ การทอผ้าไหม และการทอผ้าจก การทอผ้าไหม ผ้าไหมเป็นงานหัตถศิลป์ที่รู้จักกันทั่วโลกด้วยคุณภาพที่มีเอกลักษณ์ในความงดงาม และความคงทนของเนื้อผ้า มีลวดลายและเคล็ดลับวิธีที่แตกต่างกันไปตามแต่ละภาค ผ้าไหมมัดหมี่ เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านภาคอีสานที่สั่งสมและถ่ายทอดต่อๆ กันมาภายในครอบครัว ผ้าไหมมัดหมี่เป็นผ้าที่ทอขึ้นจากเส้นใยที่ผ่านการมัดเพื่อสร้างลวดลายก่อนย้อมสีและทอ เวลาย้อมส่วนที่ถูกมัดไว้ก็จะไม่ติดสีจึงทำให้เกิดลวดลาย ถ้าต้องการหลายสีก็ต้องมัดและย้อมทับหลายครั้ง จนกว่าจะได้สีครบตามต้องการ หลังจากย้อมสีแล้วก็จะแก้เชือกที่มัดออก นำเส้นด้ายกรอเข้ากับหลอด เพื่อทอเป็นผืนผ้าต่อไป การทอผ้ามัดหมี่มีทั้งที่เรียกว่า มัดหมี่*ด้ายเส้นยืน* มัดหมี่ด้ายเส้นพุ่ง และมัดหมี่ผสม					

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC
		1	2	3	
ประเทศไทยมีการทอผ้ามัดหมี่มาเป็นเวลานานแล้ว โดยเฉพาะในภาคอีสานชาวบ้านจะทอผ้ามัดหมี่กันในหลายท้องที่และสอนต่อๆ กันมาในครอบครัว เมื่อสมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรในภาคอีสาน ทอดพระเนตรเห็นหญิงชาวบ้านสูงอายุที่มารอรับเสด็จนุ่งผ้าไหมมัดหมี่ที่ผลิตจากชาวบ้าน และทรงตรวจคุณภาพผ้าไหมพร้อมทั้งพระราชทานคำแนะนำให้ชาวบ้านพัฒนาการทอให้มีคุณภาพดีขึ้น หลังจากนั้นจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มีการฝึกสอนการทอผ้าไหมมัดหมี่ในศูนย์ศิลปาชีพ โครงการศิลปาชีพ และกลุ่มศิลปาชีพที่ตั้งขึ้นในที่ต่างๆ การทอผ้าจก ผ้าจกเป็นผ้าทอผืนแคบๆ อาจทอขึ้นจากฝ้ายหรือไหม หรือผสมกันทั้ง 2 อย่างก็ได้ คำว่า “จก” เป็นวิธีการทอผ้าให้เกิดลวดลายขึ้น โดยการใช้ไม้ปลายแหลม หรือขนเม่นงัดช้อนด้ายยืนขึ้น และใช้ด้ายสีสอดไปตามรอยช้อนนั้น การสอดด้ายสีต่างๆไปตามรอยงัดช้อนในจังหวะต่างๆ กัน ทำให้เกิดลวดลายคล้ายผ้าปัก ดังนั้นการทอผ้าจกจึงเป็นการทอและการจกลายไปพร้อมๆ กัน ทำลวดลายสอดสลับด้วยไหมหรือด้ายสีต่างๆ ผ้าชนิดนี้นิยมใช้เป็นส่วนประกอบตกแต่งผ้าผืนใหญ่ โดยเฉพาะผ้าซิ่นซึ่งเมื่อประกอบด้วยผ้าจกแล้วก็เรียกว่า ผ้าซิ่นตีนจก การทอผ้าจกต้องใช้ความประณีตมาก ผ้าหนึ่งผืนกว่าจะทอเสร็จใช้เวลาหลายเดือนนักวิชาการด้านผ้าจึงมักจัดให้การทอผ้าจกเป็นสุดยอดของการทอผ้า ศิลปะการทอผ้าจกสืบทอดมาจากวัฒนธรรมของชาวไทยเชื้อสายลาวพวนซึ่งตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ตำบลหาดเสี้ยว อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ดังนั้น จึงถือเป็นต้นแบบของการทอผ้าชนิดนี้ เดิมมักเป็นลายหน้ากระดาน หรือลายแถบคั่นเป็นชั้นๆ ต่อมาได้มีการคิดดัดแปลงเป็นลวดลายและสีสันให้หลากหลายมากขึ้น และจากการสนับสนุนของมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ ในปัจจุบันได้มีการทอผ้าจกเกิดขึ้นหลายจังหวัดในภาคเหนือ เช่น อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่และอำเภอลอง จังหวัดแพร่	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
21. เพราะเหตุใดจึงเรียกผ้าไหมชนิดหนึ่งว่า “ผ้าไหมมัดหมี่” ก. เพราะกรรมวิธีการต้มเส้นไหมเป็นกรรมวิธีเดียวกันกับการต้มเส้นหมี่ ข. เพราะเส้นไหมที่นำมาทอเล็ก บาง และกลมคล้ายลักษณะของเส้นหมี่ **ค. เพราะความสวยงามของผ้าไหมชนิดนี้เกิดจากเทคนิคการมัดย้อมเส้นไหม** ง. เพราะผ้าไหมชนิดนี้มีต้นกำเนิดจากหมู่บ้านมัดหมี่ ทางภาคอีสานของไทย	ขยายความ	+1	+1	+1	+1
22. คำว่า “ด้ายเส้นยืน” ในย่อหน้าที่ 3 หมายถึงสิ่งใด **ก. เส้นไหมแนวตั้งที่ใช้เป็นแกนในการทอผ้า** ข. เส้นไหมแนวนอนที่ใช้ขัดกับเส้นแนวตั้ง ค. เส้นไหมที่มัดย้อมให้เกิดลวดลายแล้ว ง. เส้นไหมที่ใช้ในการพุ่งเพื่อวัดขนาดผ้า					

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC
		1	2	3	
23. จากข้อความข้างต้นข้อใด สรุปได้<u>ไม่</u>ถูกต้อง **ก. การทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ของภาคเหนือและภาคอีสานของไทย** ข. มูลนิธิศิลปาชีพส่งเสริมและสนับสนุนให้ชาวบ้านทอผ้าเป็นอาชีพเสริม ค. การสร้างลายผ้าด้วยเทคนิคการจกต้องอาศัยระยะเวลาในการผลิต ง. มูลนิธิศิลปาชีพมักส่งเสริมให้ชาวบ้านพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพดีขึ้น	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
24. จากข้อความข้างต้นงานทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ที่แสดงให้เห็นคุณลักษณะประการใดของคนไทยได้ดีที่สุด ก. คนไทยเป็นคนรักสวยรักงามจึงออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายให้สวยงาม **ข. คนไทยมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงคิดวิธีการทอผ้าให้มีลักษณะเฉพาะถิ่น** ค. คนไทยมักไม่ปล่อยให้เวลาว่างผ่านไปอย่างไร้ประโยชน์จึงทำให้เกิดงานหัตถกรรม ง. คนไทยยอมรับวัฒนธรรมที่หลากหลายจึงทำให้มีธรรมเนียมประเพณีแตกต่างกัน	ยกตัวอย่าง	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 25 – 27 ดอกไม้ในร้านดอกไม้อาจเป็นเพื่อนร่วมทางกันมาตั้งแต่ที่ไร่จนถึงปลายทาง หรืออาจต่างมาจากต่างถิ่นกัน แต่ได้มาร่วมทางกัน แล้วแยกย้ายกันไป ดอกไม้ในแจกันเดียวกันอาจเหี่ยวไปพร้อมๆ กัน หรือมีดอกใดที่เหี่ยวไปก่อน คนจีนมีคำกล่าวว่า พี่น้องร้อยคนก็เหมือนคนเดียว เพราะบั้นปลายต่างคนต่างแก่มาดูแลกันไม่ไหว ซึ่งที่สุดแล้วก็ต้องมีคนไปก่อนและมีคนไปหลัง บางคนจึงมีเพื่อนตาย และหลายคนก็อาจไม่มี วันหนึ่งขณะผ่านหัวลำโพง เห็นยาย 2 คน พากันเดินด้วยไม้ไผ่ลำหนึ่ง ยายคนแข็งแรงนำหน้า จูงยายที่ตาฟางแล้วให้เดินตาม เท้าของยายทั้งสองก้าวช้าๆ เหมือนลานตุ๊กตาที่จวนหมด อยากให้ยายทั้งสองถึง<u>*ที่หมาย*</u>พร้อมกัน ไม่ใช่ทิ้งคนหนึ่งไว้ให้ต้องตายเพียงลำพังอย่างโดดเดี่ยวเดียวดาย					
25. ความคิดสำคัญในข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด **ก. ความตายมาถึงมนุษย์ทุกคนในเวลาต่างกัน** ข. ความตายเป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถกำหนดได้ ค. ความตายกับความชราเป็นทุกข์ของมนุษย์ ง. ความตายเหมือนกับดอกไม้ในแจกันที่ร่วงโรย	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
26. จุดประสงค์หลักของการเขียนข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด ก. แสดงความรู้เรื่องดอกไม้ ข. ตีโพยตีพายกับความชรา **ค. ชวนให้เข้าใจโลกและชีวิต** ง. เล่าประสบการณ์ที่ผ่านมา	ตีความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
27. คำว่า “ที่หมาย” จากข้อความข้างต้นมีความหมายตรงกับข้อใด ก. อีกฝั่งหนึ่งของถนน **ข. การสิ้นสุดของชีวิต** ค. ความชราที่มาเยือน ง. บ้านของยายทั้งสอง	ขยายความ	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 28 – 33 สิ่งที่มีค่าสูงสุดในชีวิตมนุษย์ก็คือ “ตัวชีวิตเอง” คำกล่าวนี้เป็นความจริงโดยที่ใครไม่อาจปฏิเสธ แต่ทั้งๆ ที่รู้ มนุษย์ก็ปฏิบัติกับชีวิตเหมือนไม่รู้จักรักชีวิต หากจะเปรียบก็คงเป็นเช่นเสนาอมาตย์ ข้าราชบริพารของพระมหาชนกที่ชอบรับประทานมะม่วง แต่ขณะเดียวกันกลับโค่นต้นมะม่วงทิ้ง มนุษย์รักชีวิต แต่ปฏิบัติต่อชีวิตไม่ถูกต้อง ชีวิตอันเป็นสิ่งสูงค่ายิ่งกว่าสมบัติบรรดามีใดทั้งหมดของตน ก็เลยพลอยมีอันแตกหัก บิ่นร้าว แหลกสลายลงไปก่อนวัยอันสมควร น่าเสียดายชีวิตที่ถูกเหวี่ยงไปอย่างไร้จุดหมายวันแล้ววันเล่า ล่องลอยไปในกระแสกิน กาม เกียรติเหมือนขอนไม้แห้งหรือกอสวะที่ไร้อนาคต แทนที่เราจะเป็นฝ่ายกำหนดชีวิตกลับปล่อยให้ชีวิตถูกกิเลส สังคมการงาน วัฒนธรรม ความหลงผิดมาเป็นฝ่ายกำหนดแทนที่จะเป็นนายของชีวิต กลับกลายเป็นทาสของชีวิต แทนที่จะเป็นฝ่ายเลือกใช้ชีวิต กลับถูกชีวิตผลักไสไปตามยถากรรม ทำไมไม่อนุญาตให้ตัวเองได้อยู่เงียบๆ คนเดียวสักระยะหนึ่งแล้วลองไตร่ตรองมองตนดูว่า หลายขวบปีที่ผ่านมาเราได้ใช้ชีวิตไปให้คุ้มค่ามากหรือน้อยเพียงไร มีสิ่งใดที่ควรแก่ความภูมิใจ และมีสิ่งใดควรแก่ความสลดสังเวชกับการกระทำของตัวเอง พินิจตนด้วยตน สอนตนด้วยตน ดีกว่าให้ใครต่อใครมากมายมาเสี้ยมสอนซึ่งแน่นอนว่าเรารับฟัง แต่คงไม่มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงใดๆ เหมือนกับการสอนตนด้วยตนเอง มนุษย์เกิดมาในโลกอย่างมีความหมาย ไม่มีใครเกิดมาไร้ค่าหรือเกิดมาเพื่อจะถูกลืมยกเว้นแต่คนที่พยายามจะทำให้คนอื่นลืมตนเอง ไม้ทุกต้น หญ้าทุกชนิด ก็เช่นเดียวกับนอตทุกตัวที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับภารกิจใดภารกิจหนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเสมอ มนุษย์ก็เช่นกัน ต่างมาสู่โลกนี้เพื่อจะบำเพ็ญกรณีบางอย่างบางประการ ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน มนุษย์ทุกคนล้วนมีศักยภาพแฝงเร้นที่จะบรรลุภารกิจของตนได้อย่างงดงามทั้งสิ้น แต่มนุษย์ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษของตนตรงนี้หรือไม่ น้ำเน่าอาจระเหยกลายเป็นเมฆฝนหล่อเลี้ยงผืนโลก กรวดทรายต่ำต้อยอาจถูกหล่อหลอมเป็นศิลป์ สถาปัตย์ที่ทรงคุณค่าระดับสากล *ข้าวเปลือกในนา* อาจกลายเป็นสุธารสของพระมหาจักรพรรดิ ลูกกุลีอาจกลายเป็นเศรษฐีพันล้านฯลฯ ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพราวพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้ ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น					

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
28. ใจความสำคัญของข้อความที่คัดมาให้อ่านคือข้อใด ก. มนุษย์ควรจัดสรรเวลาส่วนหนึ่งของชีวิตสำหรับตัวเองเพื่อทำความเข้าใจชีวิต **ข. ชีวิตของมนุษย์ทุกคนมีคุณค่าขึ้นอยู่กับว่ามนุษย์มองเห็นคุณค่านั้นหรือไม่** ค. คนที่ปล่อยชีวิตให้เป็นไปตามกิเลสคือคนที่ใช้ชีวิตอย่างไร้จุดหมาย ง. ไม่มีคำสอนของผู้ใดที่จะดีเท่าคำสอนที่ตนเองสอนตนเองด้วยตนเอง	ขยายความ	0	+1	+1	+0.67
29. จากข้อความที่คัดมาให้อ่าน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. ไม่มีใครมีความรู้ที่จะสอนเราได้นอกจากตัวของเราเอง **ข. มนุษย์ทุกคนเกิดมาบนโลกนี้มีหน้าที่ของตัวเอง** ค. คนที่ดูถูกตัวเองแสดงให้เห็นว่าเป็นคนที่ไม่มีการศึกษา ง. ชีวิตเป็นเหมือนพลอยที่ถ้าแตกหัก บิ่น ร้าว ก็ไร้ค่า	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
30. ข้อใดใช้ภาษา<u>ไม่</u>เป็นทางการในการเขียน ก. ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน **ข. แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพราวพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้** ค. ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม ง. ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบ ร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น	ตีความ	0	+1	+1	+0.67
31. คำว่า “ข้าวเปลือกในนา” ในย่อหน้าที่ 5 หมายความถึงสิ่งใด ก. ความภาคภูมิใจของมนุษย์ ข. การใช้ชีวิตอย่างสุขุมของมนุษย์ **ค. ความสามารถพิเศษของมนุษย์** ง. การมีชีวิตอย่างคุ้มค่าของมนุษย์	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
32. ข้อความข้างต้นมีเนื้อหาใกล้เคียงกับสุภาษิตในข้อใดมากที่สุด **ก. รักดีหามจั่วรักชั่วหามเสา** ข. ข้างนอกสุกใสข้างในเป็นโพรง ค. ไม้อ่อนดัดง่ายไม้แก่ดัดยาก ง. ช้าๆ ได้พร้าสองเล่มงาม	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
33. ข้อใดคือจุดมุ่งหมายของบทความนี้ ก. เพื่อย้ำให้เห็นความสำคัญของมนุษย์ในฐานะที่เป็นสัตว์สังคม ข. เพื่อเชิญชวนให้ผู้อ่านทุกคนหันมาให้ความสำคัญกับการทำงาน **ค. เพื่อแนะนำให้หันกลับมาพิจารณาและพัฒนาชีวิตของตนเอง** ง. เพื่อสั่งสอนให้ไม่ลุ่มหลงอยู่ในกิเลสและความยั่วยุทั้งปวง	ตีความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 34 – 35 การตัดสินใจทุกๆ ครั้ง จะทำให้ไปข้างหน้า ให้ถอยหลัง ให้อยู่กับที่ ให้สูงขึ้นๆ หรือให้ต่ำลงๆ ก็ได้ ชีวิตของคนเก่ง คือ ชีวิตที่ต้องเผชิญกับปัญหา คนที่มีชีวิต ไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ จึงมักจะเป็นคนแข็งแกร่งเหมือนต้นไม้พร้อมจะต่อสู้กับพายุ ชีวิตของผู้ที่ผ่านประสบการณ์ สามารถเอาชนะปัญหาและความยากลำบาก จะเป็นชีวิตที่ประสบความสำเร็จ น่าภาคภูมิใจ เราควรฝึกความอดทนที่จะฟังคนอื่นวิจารณ์เราอย่างเต็มที่ คำปลอบใจให้กำลังใจตัวเองคือ เราไม่สามารถทำให้ทุกคนพอใจเราได้ตลอดเวลา					
34. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคืออะไร ก. การตัดสินใจ ข. ชีวิตของคนเก่ง **ค. ชีวิตของผู้ผ่านประสบการณ์** ง. ชีวิตไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
35. จากข้อความที่อ่านผู้ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตจะต้องมีคุณสมบัติใดเป็นสำคัญ ก. เป็นคนเก่ง **ข. เป็นคนอดทน** ค. เป็นคนมีประสบการณ์ ง. เป็นคนให้กำลังใจตนเอง	ตีความ	+1	+1	+1	+1
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 36 – 37 ความสำเร็จและความล้มเหลวอยู่ห่างกันเพียงแค่เส้นบางๆ ขึ้นอยู่กับว่าคุณมีสติปัญญาและความกล้าหาญหรือไม่ ผู้ที่มีสติปัญญาและความกล้าหาญควรจะกล้าสร้างสรรค์ กล้าเผชิญหน้ากับความเสี่ยงเพื่อคว้าโอกาสเอาไว้ให้ได้					
36. ข้อใดเป็นวัตถุประสงค์ของข้อความที่อ่าน ก. เพื่อโน้มน้าวใจ ข. เพื่อแจ้งให้ทราบ **ค. เพื่อให้คติข้อคิด** ง. เพื่อให้ผู้ฟังซักถาม	อธิบาย	+1	+1	+1	+1
37. จากข้อความข้างต้น ผู้ที่จะประสบความสำเร็จ ควรมีคุณลักษณะเด่นในด้านใด ก. กล้าริเริ่มและฝ่าฟันอุปสรรค **ข. กล้าเสี่ยงกับความสำเร็จและความล้มเหลว** ค. กล้าผจญภัยและฉกฉวยโอกาส ง. กล้าเผชิญความล้มเหลวและไขว่คว้าโอกาส	สรุปความ	+1	+1	+1	+1
38. รักการเรียนรู้ตลอดชีวิต คิดเป็น ทำเป็น คิดสร้างสรรค์ ความรู้คู่คุณธรรมมีความสุข เป็นคนไทยที่มีมาตรฐานสากล	สรุปความ	+1	+1	+1	+1

ข้อสอบ	คำกริยา	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
		1	2	3	
อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย จากข้อความข้างต้นเหมาะที่จะนำไปใช้ประกอบการพูดในเรื่องใดมากที่สุด **ก. คุณภาพของคนไทย** ข. อนาคตของประเทศไทย ค. การประชาสัมพันธ์การศึกษาไทย ง. ปัจจัยความสำเร็จของประเทศไทย					
39. โลกปัจจุบันเป็นโลกยุคโลกาภิวัตน์ที่มีอินเทอร์เน็ตและมีอีเมลกำลังระบาดและมากมายด้วยเทคโนโลยีทันสมัยซึ่งนับวันจะทวีคูณขึ้นเรื่อยๆ ผู้คนสามารถรับข่าวสารได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ดังที่เรียกว่า “โลกยุคไร้พรมแดน” ถ้าพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้ว แท้จริงเรากำลังเผชิญดาบ 2 คม เพราะอีกด้านหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมไทยและมีกระแสวัตถุนิยมเข้ามาครอบงำ เกิดความฟุ่มเฟือย ค่านิยมในการดำเนินชีวิตที่ไม่ถูกต้อง สุดท้ายจึงเกิดปัญหาสังคมตามมาอย่างมากมาย จากข้อความนี้ ข้อใดเขียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ก. อินเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกสบายมากกว่าการให้โทษ ข. กระแสวัตถุนิยมด้านเทคโนโลยีทำให้วัฒนธรรมไทยเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น **ค. ความเจริญความเสื่อมไม่อยู่ที่เทคโนโลยีแต่อยู่ที่จิตใจของคนหากรู้จักเลือกที่จะรับข้อมูล** ง. โลกยุคไร้พรมแดนช่วยให้คนติดต่อกันทางอินเทอร์เน็ตและอีเมลส่งผลให้คนมีความเข้าใจกันมากยิ่งขึ้น	ยกตัวอย่าง	+1	+1	+1	+1
40. การแยกทางเดินให้แก่ความสนใจจากสายหนึ่งไปสู่อีกสายหนึ่งนั้นทำยากเหลือเกิน ถ้าหากท่านไม่ได้เตรียมถนนแห่งความสนใจไว้หลายๆ สาย ดังนั้นในการเตรียมรับมือกับความทุกข์ที่จะเกิดขึ้นในวันข้างหน้าจึงต้องเตรียมถนนแห่งสายความสนใจไว้หลายๆ สาย ตั้งแต่ในเวลาอันผุดผ่องชื่นบานเพื่อว่าถึงภาวะฉุกเฉินแห่งชีวิตท่านจะได้มีทางออกหลายๆ ทาง จากข้อความนี้ ข้อใดย่อความได้ใจความมากที่สุด ก. เมื่อถึงภาวะฉุกเฉินต้องหาทางเดินหลายๆ ทาง ข. ทางเดินของชีวิตควรกำหนดไว้หลายๆ ทางเพื่อเป็นทางเลือก ค. การเตรียมความพร้อม สำหรับการเลือกทางเดินเมื่อพบความลำบาก **ง. เมื่อประสบความทุกข์เรายอมหาทางออกได้เพราะเราได้เตรียมทางออกไว้หลายด้าน**	สรุปความ	+1	+1	0	+0.67

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

แบบสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1. วันนี้เป็นวันเสาร์ อับดุลลอฮฺ และน้องๆ ไปช่วยแม่เก็บยาง สวนยางพาราของเขาห่างจากบ้านประมาณ 3 กิโลเมตร เขาและน้องๆ ขี่จักรยานไป ขณะนั้นเองเขาและน้องๆ เห็นลูกนกตัวหนึ่งตกอยู่บนพื้นดิน สังเกตเห็นว่ารังของมันอยู่บนต้นไม้ใหญ่ อับดุลลอฮฺตัดสินใจปีนต้นไม้เพื่อเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรังนกของมัน หลังจากนั้นก็เฝ้าดูว่ามันจะตกลงมาอีกไหม เมื่อแม่ นกกลับมาพร้อมอาหารของลูกน้อย เขาได้ยินลูกนกส่งเสียงร้องดัง เขาคิดว่ามันคงเล่าให้แม่มันฟังว่า วันนี้เกิดอะไรขึ้นกับตัวมัน ถ้าเขาตาไม่ฝาด เขาเห็นแม่นกหันมามองเขาด้วยสายตาที่ซาบซึ้งในบุญคุณเหมือนจะกล่าวขอบคุณที่เขาได้ช่วยเหลือลูกน้อยของมัน จากข้อความข้างต้น เหตุใดอับดุลลอฮฺจึงตัดสินใจเอาลูกนกกลับขึ้นไปไว้ในรัง ก. เพราะชอบเลี้ยงนก ข. เพราะในรังมีแม่นกรออยู่ ค. เพราะในรังมีอาหารให้ลูกนก **ง. เพราะอยากให้นกกลับไปอยู่กับครอบครัว**	0.80	0.20
2. ระบำตารีกีปัสเป็นการแสดงพื้นเมืองของชาวไทยมุสลิมทางภาคใต้ ตารีกีปัสเป็นภาษามลายูท้องถิ่น ตารี หมายถึง การฟ้อนรำ กีปัส หมายถึง พัด ตารีกีปัส หมายถึง การฟ้อนรำที่ใช้พัดประกอบนั่นเอง การแต่งกาย นิยมแต่งตามลักษณะของชนชั้นสูงของชาวไทยมุสลิมเต็มยศ เครื่องดนตรีประกอบได้แก่ ไวโอลิน รำมะนา ฆ้อง แมนโดลิน ขลุ่ย การแสดง ถ้าเป็นผู้หญิงล้วน การร่ายรำจะมีลักษณะเป็นการยักย้ายส่ายสะโพกให้เข้ากับจังหวะดนตรี มีการแปรแถวอย่างสวยงาม ใช้แสดงในโอกาสต้อนรับแขกบ้านแขกเมือง และงานมงคลต่างๆ งานใดเหมาะกับการนำรำตารีกีปัสไปแสดงมากที่สุด ก. งานเลี้ยงขึ้นบ้านใหม่ ข. งานเลี้ยงวันเกิดคุณยาย **ค. งานเลี้ยงต้อนรับผู้นำระดับประเทศ** ง. งานเลี้ยงครบรอบวันแต่งงานคุณแม่	0.77	0.20
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 - 6 ฉันไม่รู้ว่าฉันมาอาศัยที่ยอดไม้ต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร เท่าที่ฉันจำความได้ รากของฉันก็หยั่งลึกลงไปในเนื้อของต้นสักต้นนี้เสียแล้ว “นี่ๆ เจ้านกสีชมพูสวน เธอรู้ไหมว่าฉันมาอยู่บนต้นสักนี้ตั้งแต่เมื่อไร” ฉันถามนกที่กำลังมากินลูกไม้กาฝากอยู่ “ฉันไม่รู้เหมือนกันจ๊ะ ตั้งแต่ฉันลืมตาดูโลกก็เห็นเธออยู่ที่นี่แล้ว” นกปรอด		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
หัวโขนที่กำลังกินแมลงอยู่ใกล้ๆ ก็บินมาคุยด้วย “เรารู้นะว่าเธอมาจากไหน” “งั้นบอกมาซิจ๊ะ ว่าฉันมาจากไหน” “แม่ของข้าเล่าให้ฟังว่าเมื่อ 5 เดือนก่อน แม่ได้ไปกินลูกไม้กาฝากจากต้นจำปาโน้น” นกปรอดชี้ไปทางทิศเหนือ แล้วบินมาจับแมลงกินอยู่แถวนี้ ก็ได้ถ่ายมูลที่มีเมล็ดกาฝาก นั่นคือ “เธอ” ไว้ตรงนี้ จากนั้น เธอก็เจริญเติบโตเรื่อยมา จนออกลูกไม้ให้พวกเรากินไงล่ะ” ว่าแล้วก็จิกกินลูกไม้ทันที แล้วพูดต่อว่า “เดี๋ยวเราก็ไปถ่ายมูลทิ้งไว้ที่อื่นต่อไป”		
3. “ฉัน” ในที่นี้คือใคร ก. ต้นสัก **ข. กาฝาก** ค. นกสีชมพูสวน ง. นกปรอดหัวโขน	0.70	0.33
4. อาหารของนกปรอดหัวโขนคืออะไร ก. แมลง ข. ใบต้นจำปา ค. ลูกไม้กาฝาก ง. **แมลง และลูกไม้กาฝาก**	0.77	0.20
5. ในอนาคตนักเรียนคิดว่านกจะมีลูกไม้กาฝากกินหรือไม่ ก. มี เพราะต้นกาฝากมีอยู่ทั่วไปในป่า **ข. มี เพราะนกถ่ายมูลที่มีเมล็ดให้เจริญเติบโตต่อไป** ค. ไม่มี เพราะนกจะกินเป็นอาหารจนหมด ง. ไม่มี เพราะนกและแมลงจะกินเป็นอาหารหมด	0.77	0.20
6. นักเรียนคิดว่าต่อไปต้นสักน่าจะอยู่อย่างไร ก. ไม่เจริญเติบโต ข. เจริญเติบโตต่อไปตามปกติ **ค. โดนแย่งอาหาร และเจริญเติบโตช้า** ง. โดนแย่งอาหาร และไม่เจริญเติบโตเลย	0.70	0.20
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 – 8 “การที่รถยนต์ปล่อยแก๊สพิษต่าง ๆ ออกมานั้น ได้ก่อให้เกิดผลร้ายแก่ชีวิต สุขภาพและอนามัยของประชาชนซึ่งนับว่าเป็นอาชญากรรมอย่างหนึ่ง และเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงยิ่งกว่าอาชญากรรมอื่นใดเพราะผู้ที่เจ็บป่วยหรือเสียชีวิตโดยเป็นผลมาจากอากาศเป็นพิษนี้ เป็นผู้เสียหายที่เรียกร้องค่าเสียหายจากใครไม่ได้ และก็ไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้ เพราะบ้านเมืองเราไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่คุ้มครองประชาชนเหมือนอย่างในประเทศที่เจริญแล้ว”		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
7. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคือข้อใด ก. อันตรายจากแก๊สพิษ ข. แก๊สพิษจากรถยนต์ทำให้คนตายได้ ค. เมืองไทยยังด้อยพัฒนาอยู่มาก **ง. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นอันตรายแต่ไม่มีกฎหมายคุ้มครอง**	0.40	0.20
8. ข้อสรุปที่ว่า “ คนที่เจ็บป่วยเพราะแก๊สพิษจากรถยนต์อาจเสียชีวิตได้” มาจากข้อสนับสนุนข้อใด ก. เมืองไทยยังไม่มีกฎหมายสิ่งแวดล้อม ข. ผู้เสียหายไม่สามารถเรียกร้องให้ใครรับผิดชอบได้ **ค. แก๊สพิษจากรถยนต์เป็นภัยที่ร้ายแรงได้** ง. ผู้เจ็บป่วยไม่สามารถจะเป็นเจ้าทุกข์แจ้งความเอาผิดกับผู้กระทำผิดผู้ใดได้	0.80	0.20
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 9 - 12 ปัญหายาเสพติดเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ ก่อให้เกิดความวิตกแก่รัฐบาล และสถาบันต่างๆ ของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาที่ร้ายแรง ก่อความเสียหายให้ ไม่เฉพาะแต่สุขภาพของผู้เสพติดอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังความเสียหายให้เกิดแก่ครอบครัวของผู้ติดยา และแก่สวัสดิภาพทางสังคมเป็นปัญหาการเสื่อมทางศีลธรรม ก่อให้เกิดอาชญากรรมนานาชนิด และเป็นปัญหาความมั่นคงของชาติ รวมทั้งความเสียหายแก่ประเทศชาติเป็นส่วนรวม ในด้านการพัฒนาคนและเศรษฐกิจด้วย		
9. ข้อความนี้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ ก. ราคาของยาเสพติด ข. ปริมาณของยาเสพติด **ค. ปัญหาของยาเสพติด** ง. การปราบปรามยาเสพติด	0.77	0.20
10. ใครควรมีหน้าที่รับผิดชอบเรื่องนี้ ก. รัฐบาล ข. ประชาชน ค. สถาบันต่างๆ **ง. ผู้ค้าและผู้เสพยาเสพติด**	0.73	0.27
11. ข้อใดเป็นผลที่เกิดขึ้นต่อผู้เสพยาโดยตรง ก. เกิดปัญหาด้านสุขภาพ ข. เกิดปัญหาอาชญากรรม ค. เกิดความเสื่อมด้านศีลธรรม ง. เกิดความเสียหายด้านเศรษฐกิจ	0.77	0.20
12. นักเรียนจะมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ก. ร่วมประชุมเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ข. ร่วมประชุมออกกฎหมายควบคุม **ค. ตั้งใจเรียน ไม่ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติด** ง. ร่วมรณรงค์ และนำจับผู้ค้ายาเสพติด	0.80	0.20

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
13. ทุกๆ ปี ยามหน้าร้อน พวกเราหันมาทำว่าวกันเพื่อความสนุกสนาน วาบูแลหรือว่าววงเดือนเป็นว่าวที่นิยมกันมากในหมู่บ้านฉัน ฉันหาไม้ไผ่มาทำโครงว่าวให้เบาและได้สัดส่วนจะทำให้ว่าวกินลม วาบูแลจะสวยงาม เมื่อลอยอยู่บนท้องฟ้า เหมือนดวงเดือนตามชื่อนั่นแหละ บ้านฉันยามหน้าร้อนจะเห็นวาบูแลเต็มไปหมด จากเรื่อง คำว่า “ว่าวกินลม” หมายความว่าอย่างไร **ก. ว่าวต้านลมได้ดี** ข. ว่าวมีน้ำหนักพอดี ค. ว่าวมีสัดส่วนพอดี ง. ว่าวกินลมเป็นอาหาร	0.77	0.20
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14 – 15 ภาษาไทยคือวัฒนธรรมอันยิ่งใหญ่ของเรา เป็นส่วนหนึ่งของเรา เป็นสมบัติอันล้ำค่าของชาติเรา คนไทยต้องภูมิใจในการพูด การเขียน การดำรงรักษาภาษาไทย ต้องรักและหวงแหน ต้องถือเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ต้องช่วยกันปกป้องคุ้มครองต้องทนุถนอมด้วยความห่วงใย 14. ผู้เขียนบทความนี้มีจุดประสงค์ใดเป็นสำคัญ ก. ให้คนไทยพูดแต่ภาษาไทย ข. ให้คนไทยรักษาวัฒนธรรมไทย **ค. ให้คนไทยช่วยกันสืบสานภาษาไทยให้คงอยู่** ง. ให้คนไทยทนุถนอมและห่วงใยซึ่งกันและกัน 15. ข้อใดไม่ได้กล่าวถึงในบทความนี้ ก. ภาษาไทยคือวัฒนธรรมของเรา **ข. ภาษาไทยจะช่วยปกป้องคุ้มครองเรา** ค. คนไทยต้องภูมิใจในการพูดภาษาไทย ง. ภาษาไทยเป็นสมบัติล้ำค่าของชาติเรา	0.20 0.67	0.20 0.27
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16 – 17 “คนเราเกิดมาเพื่อต้องการความรัก ความรักเปรียบเสมือนน้ำหล่อเลี้ยงจิตใจให้ชุ่มฉ่ำ ความรักจะเป็นน้ำทิพย์อย่างดีเยี่ยมสำหรับจิตใจของคนทุกคน การขาดความรักย่อมก่อให้เกิดความกระด้างเพราะความรักคือสมบูรณภาพแห่งจิตใจ เราขาดความรักเพราะเราขาดความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในความรัก ความรักเป็นความหมายสูงสุดของสรรพสิ่งรอบด้านเป็นเครื่องหมายที่จะบอกถึงจิตใจของคนแต่ละคนว่าเป็นคนอ่อนหวานหรือแข็งกระด้างเพียงไร ผู้ไม่เข้าใจความรักจะเห็นความรักเป็นสิ่งผิวเผิน เป็นสิ่งไม่มีค่า ไม่สำคัญสำหรับชีวิตและสำหรับโลก โลกจะไม่น่าอยู่และอยู่ไม่ได้ถ้ามนุษย์ขาดความรัก ความรักจึงเสมือนเส้นใยของชีวิตมนุษย์ทุกคน ทุกรูปทุกนาม เมื่อได้รับความรักได้ไปเยือนผู้ใดแล้ว ความทุกข์จะตามไปด้วยเหมือนเงา เพราะเวลาบุคคลมีความรักก็มักระแวงมาก สงสัยมากและห่วงมาก ฉะนั้นจึงเปรียบได้ว่าเป็นความทุกข์อย่างหนึ่ง อย่างที่โบราณว่า “มีความรักที่ไหนก็มีความทุกข์ที่นั่น” เราจึงบอกได้ว่าความรักเป็นความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตกับชีวิต		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
ถ้าไม่มีความรักชีวิตก็จะไม่เป็นชีวิตที่สมบูรณ์ ดังนั้นความรักจึงต้องอยู่คู่โลกคู่กับมนุษย์และคู่กับทุกสิ่งทุกอย่างตลอดไป ไม่ว่าจะเป็นภพนี้หรือภพหน้า แม้แต่ภพไหน ความรักจะไม่มีวันสูญสลายไปจากโลก”		
16. ผู้เขียนให้ทัศนะว่า “โลกจะไม่น่าอยู่” เพราะสาเหตุใดเป็นประเด็นสำคัญ ก. เพราะคนไม่เข้าใจความรัก ข. เพราะใช้ความรักในทางที่ผิด **ค. เพราะคนไม่เห็นค่าของความรัก** ง. เพราะมนุษย์ขาดความรักต่อกัน	0.63	0.20
17. จากข้อความข้างต้นนี้ผู้เขียนต้องการกล่าวถึงเรื่องใดเป็นประเด็นสำคัญ ก. สาเหตุที่ทำให้รักกลายเป็นทุกข์ ข. การสร้างความรักให้เกิดขึ้นในใจ ค. อิทธิพลของความรักที่มีต่อมนุษย์ **ง. ปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์**	0.80	0.20
18. “ท้องฟ้ามีอยู่แบบท้องฟ้า ก้อนเมฆลอยอยู่แบบก้อนเมฆ พระอาทิตย์สาดแสงในแบบของพระอาทิตย์ นกร้องแบบที่มันร้อง ดอกไม้สวยงามเป็นธรรมชาติของดอกไม้ ลมพัดเพราะมันคือลม หอยทากเดินช้าอย่างที่หอยทากเป็น เหมือนธรรมชาติกำลังกระซิบบอกฉันว่ามันเพียงเป็นของมันอย่างนั้น มันไม่ร้องขอ ฉันจะมองเห็นมัน หรือไม่เห็นมัน มันไม่เรียกร้องให้ต้องชื่นชม ต้องแลกเปลี่ยน ต้องขอบคุณ เป็นของมันอย่างนั้น ไม่ได้ต้องการอะไร มันเพียงแต่เป็นไป ทุกอย่างเป็นธรรมชาติของมัน” ใจความสำคัญของข้อความนี้ตรงกับข้อใด ก. ธรรมชาติไม่เคยสนใจมนุษย์ **ข. ธรรมชาติไม่เคยเรียกร้องอะไรจากมนุษย์** ค. ธรรมชาติไม่ต้องการคำชื่นชมจากมนุษย์ ง. ทุกอย่างที่เป็นธรรมชาติ ล้วนมีความสวยงาม	0.40	0.20
19. “คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรู้ตัว ยังคงอยากได้อะไรที่มากขึ้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเงินทอง เกียรติยศชื่อเสียงหรือ ความรัก และก็มักจะไม่ได้ดังใจนึก ความทุกข์ก็ยิ่งมากขึ้นตามวัยที่มากขึ้นด้วย” ใจความสำคัญของข้อความนี้ตรงกับข้อใด ก. ความอยากของมนุษย์เพิ่มตามอายุ ข. คนเราเมื่ออายุมากขึ้น ความต้องการจะเพิ่มมากขึ้น **ค. ถ้ามนุษย์อยากได้ไม่มีที่สิ้นสุด ก็จะยิ่งมีแต่ความทุกข์** ง. ความทุกข์ของมนุษย์เกิดจากความต้องการในทรัพย์สิน เงินทอง	0.80	0.20
20. “มะรุมจอมพลัง คนเรารู้จักใช้มะรุมเป็นยารักษาโรคผิวหนัง โรคทางเดินหายใจ โรคระบบทางเดิน อาหาร และโรคภัยไข้เจ็บอื่นๆ มานานหลายร้อยปีแล้ว อีกทั้งปัจจุบันยังได้รับการกล่าวขวัญถึงว่า อาจ เป็นทางออกหนึ่งในการรับมือกับความอดอยากและภาวะทุพโภชนาการ พืชทนแล้งที่เติบโตเร็วในอัตรา สูงถึง 3.6 เมตรต่อปี ชนิดนี้มีใบอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่” จากข้อความข้างต้นเป็นการเขียนที่มีวัตถุประสงค์อย่างไร	0.57	0.20

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
ก. การเขียนโน้มน้าวให้เชื่อ ข. การเขียนเพื่อให้ความบันเทิง ค. การเขียนเพื่อให้ความรู้ ง. การเขียนเพื่อชี้แจง		
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 21 – 24 การทอผ้าเป็นงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านในทั่วทุกภาคของประเทศไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ และมักมีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นที่ทำให้ดูสวยงามและแปลกตาแตกต่างกันไป ในที่นี้จะนำศิลปหัตถกรรมการทอผ้าบางชนิดที่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมจากมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ มาอธิบายเพื่อเป็นตัวอย่าง คือ การทอผ้าไหม และการทอผ้าจก การทอผ้าไหม ผ้าไหมเป็นงานหัตถศิลป์ที่รู้จักกันทั่วโลกด้วยคุณภาพที่มีเอกลักษณ์ในความงดงาม และความคงทนของเนื้อผ้า มีลวดลายและเคล็ดลับวิธีที่แตกต่างกันไปตามแต่ละภาค ผ้าไหมมัดหมี่ เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านภาคอีสานที่สั่งสมและถ่ายทอดต่อๆ กันมาภายในครอบครัว ผ้าไหมมัดหมี่เป็นผ้าที่ทอขึ้นจากเส้นใยที่ผ่านการมัดเพื่อสร้างลวดลายก่อนย้อมสีและทอ เวลาย้อมส่วนที่ถูกมัดไว้ก็จะไม่ติดสีจึงทำให้เกิดลวดลาย ถ้าต้องการหลายสีก็ต้องมัดและย้อมทับหลายครั้ง จนกว่าจะได้สีครบตามต้องการ หลังจากย้อมสีแล้วก็จะแก้เชือกที่มัดออก นำเส้นด้ายกรอเข้ากับหลอด เพื่อทอเป็นผืนผ้าต่อไป การทอผ้ามัดหมี่มีทั้งที่เรียกว่า มัดหมี่*ด้ายเส้นยืน* มัดหมี่ด้ายเส้นพุ่ง และมัดหมี่ผสม ประเทศไทยมีการทอผ้ามัดหมี่มาเป็นเวลานานแล้ว โดยเฉพาะในภาคอีสาน ชาวบ้านจะทอผ้ามัดหมี่กันในหลายท้องที่และสอนต่อๆ กันมาในครอบครัว เมื่อสมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรในภาคอีสาน ทอดพระเนตรเห็นหญิงชาวบ้านสูงอายุที่มารอรับเสด็จนุ่งผ้าไหมมัดหมี่ที่ผลิตจากชาวบ้าน และทรงตรวจคุณภาพผ้าไหมพร้อมทั้งพระราชทานคำแนะนำให้ชาวบ้านพัฒนาการทอให้มีคุณภาพดีขึ้น หลังจากนั้นจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มีการฝึกสอนการทอผ้าไหมมัดหมี่ในศูนย์ศิลปาชีพ โครงการศิลปาชีพ และกลุ่มศิลปาชีพที่ตั้งขึ้นในที่ต่างๆ การทอผ้าจก ผ้าจกเป็นผ้าทอผืนแคบๆ อาจทอขึ้นจากฝ้ายหรือไหม หรือผสมกันทั้ง 2 อย่างก็ได้ คำว่า “จก” เป็นวิธีการทอผ้าให้เกิดลวดลายขึ้น โดยการใช้ไม้ปลายแหลม หรือขนเม่นงัดช้อนด้ายยืนขึ้น และใช้ด้ายสีสอดไปตามรอยช้อนนั้น การสอดด้ายสีต่างๆไปตามรอยงัดช้อนในจังหวะต่างๆ กัน ทำให้เกิดลวดลายคล้ายผ้าปัก ดังนั้นการทอผ้าจกจึงเป็นการทอและการจกลายไปพร้อมๆ กัน ทำลวดลายสอดสลับด้วยไหมหรือด้ายสีต่างๆ ผ้าชนิดนี้นิยมใช้เป็นส่วนประกอบตกแต่งผ้าผืนใหญ่ โดยเฉพาะผ้าซิ่นซึ่งเมื่อประกอบด้วยผ้าจกแล้ว ก็เรียกว่า ผ้าซิ่นตีนจก การทอผ้าจกต้องใช้ความประณีตมาก ผ้าหนึ่งผืนกว่าจะทอเสร็จใช้เวลาหลายเดือน นักวิชาการด้านผ้าจึงมักจัดให้การทอผ้าจกเป็นสุดยอดของการทอผ้า ศิลปะการทอผ้าจกสืบทอดมาจากวัฒนธรรมของชาวไทยเชื้อสายลาวพวนซึ่งตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ตำบลหาดเสี้ยว อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ดังนั้น จึงถือ		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
เป็นต้นแบบของการทอผ้าชนิดนี้ เดิมมักเป็นลายหน้ากระดาน หรือลายแถบคั่นเป็นชั้นๆ ต่อมาได้มีการคิดดัดแปลงเป็นลวดลายและสีสันให้หลากหลายมากขึ้น และจากการสนับสนุนของมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ ในปัจจุบันได้มีการทอผ้าจกเกิดขึ้นหลายจังหวัดในภาคเหนือ เช่น อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอลอง จังหวัดแพร่		
21. เพราะเหตุใดจึงเรียกผ้าไหมชนิดหนึ่งว่า “ผ้าไหมมัดหมี่”	0.77	0.20
ก. เพราะกรรมวิธีการต้มเส้นไหมเป็นกรรมวิธีเดียวกันกับการต้มเส้นหมี่		
ข. เพราะเส้นไหมที่นำมาทอเล็ก บาง และกลมคล้ายลักษณะของเส้นหมี่		
ค. เพราะความสวยงามของผ้าไหมชนิดนี้เกิดจากเทคนิคการมัดย้อมเส้นไหม		
ง. เพราะผ้าไหมชนิดนี้มีต้นกำเนิดจากหมู่บ้านมัดหมี่ ทางภาคอีสานของไทย		
22. คำว่า “ด้ายเส้นยืน” ในย่อหน้าที่ 3 หมายถึงสิ่งใด		
ก. เส้นไหมแนวตั้งที่ใช้เป็นแกนในการทอผ้า	0.67	0.20
ข. เส้นไหมแนวนอนที่ใช้ขัดกับเส้นแนวตั้ง		
ค. เส้นไหมที่มัดย้อมให้เกิดลวดลายแล้ว		
ง. เส้นไหมที่ใช้ในการพุ่งเพื่อวัดขนาดผ้า		
23. จากข้อความข้างต้นข้อใด สรุปได้ไม่ถูกต้อง		
ก. การทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ของภาคเหนือและภาคอีสานของไทย	0.57	0.47
ข. มูลนิธิศิลปาชีพส่งเสริมและสนับสนุนให้ชาวบ้านทอผ้าเป็นอาชีพเสริม		
ค. การสร้างลายผ้าด้วยเทคนิคการจกต้องอาศัยระยะเวลาในการผลิต		
ง. มูลนิธิศิลปาชีพมักส่งเสริมให้ชาวบ้านพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพดีขึ้น		
24. จากข้อความข้างต้นงานทอผ้าเป็นงานหัตถศิลป์ที่แสดงให้เห็นคุณลักษณะประการใดของคนไทยได้ดีที่สุด	0.57	0.47
ก. คนไทยเป็นคนรักสวยรักงามจึงออกแบบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายให้สวยงาม		
ข. คนไทยมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงคิดวิธีการทอผ้าให้มีลักษณะเฉพาะถิ่น		
ค. คนไทยมักไม่ปล่อยให้เวลาว่างผ่านไปอย่างไร้ประโยชน์จึงทำให้เกิดงานหัตถกรรม		
ง. คนไทยยอมรับวัฒนธรรมที่หลากหลายจึงทำให้มีธรรมเนียมประเพณีแตกต่างกัน		
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 25 – 27 ดอกไม้ในร้านดอกไม้อาจเป็นเพื่อนร่วมทางกันมาตั้งแต่ที่ไร่จนถึงปลายทาง หรืออาจต่างมาจากต่างถิ่นกัน แต่ได้มาร่วมทางกัน แล้วแยกย้ายกันไป ดอกไม้ในแจกันเดียวกันอาจเหี่ยวไปพร้อมๆ กัน หรือมีดอกใดที่เหี่ยวไปก่อน คนจีนมีคำกล่าวว่า พี่น้องร้อยคนก็เหมือนคนเดียว เพราะบั้นปลายต่างคนต่างแก่มาดูแลกันไม่ไหว ซึ่งที่สุดแล้วก็ต้องมีคนไปก่อนและมีคนไปหลัง บางคนจึงมีเพื่อนตาย และหลายคนก็อาจไม่มี วันหนึ่งขณะผ่านหัวลำโพง เห็นยาย 2 คน พากันเดินด้วยไม้ไผ่ลำหนึ่ง ยายคนแข็งแรงนำหน้า จูงยายที่ตาฟางแล้วให้เดินตาม เท้าของยายทั้งสองก้าวช้าๆ เหมือน		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
ลานตุ๊กตาที่จวนหมด อยากให้ยายทั้งสองถึง*ที่หมาย*พร้อมกัน ไม่ใช่ทิ้งคนหนึ่งไว้ให้ต้องตายเพียงลำพังอย่างโดดเดี่ยวเดียวดาย		
25. ความคิดสำคัญในข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด **ก. ความตายมาถึงมนุษย์ทุกคนในเวลาต่างกัน** ข. ความตายเป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถกำหนดได้ ค. ความตายกับความชราเป็นทุกข์ของมนุษย์ ง. ความตายเหมือนกับดอกไม้ในแจกันที่ร่วงโรย	0.67	0.53
26. จุดประสงค์หลักของการเขียนข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด ก. แสดงความรู้เรื่องดอกไม้ ข. ตีโพยตีพายกับความชรา **ค. ชวนให้เข้าใจโลกและชีวิต** ง. เล่าประสบการณ์ที่ผ่านมา	0.70	0.33
27. คำว่า “ที่หมาย” จากข้อความข้างต้นมีความหมายตรงกับข้อใด ก. อีกฝั่งหนึ่งของถนน **ข. การสิ้นสุดของชีวิต** ค. ความชราที่มาเยือน ง. บ้านของยายทั้งสอง	0.33	0.20
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 28 – 33 สิ่งที่มีค่าสูงสุดในชีวิตมนุษย์ก็คือ “ตัวชีวิตเอง” คำกล่าวนี้เป็นความจริงโดยที่ใครไม่อาจปฏิเสธ แต่ทั้งๆ ที่รู้ มนุษย์ก็ปฏิบัติกับชีวิตเหมือนไม่รู้จักรักชีวิต หากจะเปรียบก็คงเป็นเช่นเสนาอมาตย์ ข้าราชบริพารของพระมหาชนกที่ชอบรับประทานมะม่วง แต่ขณะเดียวกันกลับโค่นต้นมะม่วงทิ้ง มนุษย์รักชีวิต แต่ปฏิบัติต่อชีวิตไม่ถูกต้อง ชีวิตอันเป็นสิ่งสูงค่ายิ่งกว่าสมบัติบรรดามีใดทั้งหมดของตน ก็เลยพลอยมีอันแตกหัก บิ่นร้าว แหลกสลายลงไปก่อนวัยอันสมควร น่าเสียดายชีวิตที่ถูกเหวี่ยงไปอย่างไร้จุดหมายวันแล้ววันเล่า ล่องลอยไปในกระแสกิน กาม เกียรติเหมือนขอนไม้แห้งหรือกอสวะที่ไร้อนาคต แทนที่เราจะเป็นฝ่ายกำหนดชีวิตกลับปล่อยให้ชีวิตถูกกิเลส สังคมการงาน วัฒนธรรม ความหลงผิดมาเป็นฝ่ายกำหนดแทนที่จะเป็นนายของชีวิต กลับกลายเป็นทาสของชีวิต แทนที่จะเป็นฝ่ายเลือกใช้ชีวิต กลับถูกชีวิตผลักไสไปตามยถากรรม ทำไมไม่อนุญาตให้ตัวเองได้อยู่เงียบๆ คนเดียวสักระยะหนึ่งแล้วลองไตร่ตรองมองตนดูว่า หลายขวบปีที่ผ่านมาเราได้ใช้ชีวิตไปให้คุ้มค่ามากหรือน้อยเพียงไร มีสิ่งใดที่ควรแก่ความภูมิใจ และมีสิ่งใดควรแก่ความสลดสังเวชกับการกระทำของตัวเอง พินิจตนด้วยตน สอนตนด้วยตน ดีกว่าให้ใครต่อใครมากมายมาเสี้ยมสอนซึ่งแน่นอนว่าเรารับฟัง แต่คงไม่มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงใดๆ เหมือนกับการสอนตนด้วยตนเอง มนุษย์เกิดมาในโลกอย่างมีความหมาย ไม่มีใครเกิดมาไร้ค่าหรือเกิดมาเพื่อจะถูกลืมยกเว้นแต่คนที่พยายามจะทำให้คนอื่นลืมตนเอง ไม้ทุกต้น หญ้าทุกชนิด ก็เช่นเดียวกับนอตทุกตัวที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับภารกิจใดภารกิจหนึ่ง ณ		

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
เวลาใดเวลาหนึ่งเสมอ มนุษย์ก็เช่นกัน ต่างมาสู่โลกนี้เพื่อจะบำเพ็ญกรณีบางอย่าง บางประการ ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน มนุษย์ทุกคนล้วนมีศักยภาพแฝงเร้นที่จะบรรลุภารกิจของตนได้อย่างงดงามทั้งสิ้น แต่มนุษย์ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษของตนตรงนี้หรือไม่ น้ำเน่าอาจระเหยกลายเป็นเมฆฝนหล่อเลี้ยงผืนโลก กรวดทรายต่ำต้อยอาจถูกหล่อหลอมเป็นศิลป์ สถาปัตย์ที่ทรงคุณค่าระดับสากล *ข้าวเปลือกในนา*อาจกลายเป็นสุธารสของพระมหาจักรพรรดิ ลูกกุลีอาจกลายเป็นเศรษฐีพันล้าน ฯลฯ ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพราวพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้ ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบ ร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น		
28. ใจความสำคัญของข้อความที่คัดมาให้อ่านคือข้อใด ก. มนุษย์ควรจัดสรรเวลาส่วนหนึ่งของชีวิตสำหรับตัวเองเพื่อทำความเข้าใจชีวิต **ข. ชีวิตของมนุษย์ทุกคนมีคุณค่าขึ้นอยู่กับว่ามนุษย์มองเห็นคุณค่านั้นหรือไม่** ค. คนที่ปล่อยชีวิตให้เป็นไปตามกิเลสคือคนที่ใช้ชีวิตอย่างไร้จุดหมาย ง. ไม่มีคำสอนของผู้ใดที่จะดีเท่าคำสอนที่ตนเองสอนตนเองด้วยตนเอง	0.63	0.60
29. จากข้อความที่คัดมาให้อ่าน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. ไม่มีใครมีความรู้ที่จะสอนเราได้นอกจากตัวของเราเอง **ข. มนุษย์ทุกคนเกิดมาบนโลกนี้มีหน้าที่ของตัวเอง** ค. คนที่ดูถูกตัวเองแสดงให้เห็นว่าเป็นคนที่ไม่มีการศึกษา ง. ชีวิตเป็นเหมือนพลอยที่ถ้าแตกหัก บิ่น ร้าว ก็ไร้ค่า	0.57	0.47
30. ข้อใดใช้ภาษาไม่เป็นทางการในการเขียน ก. ขอเพียงมนุษย์ไม่ดูถูกตัวเอง ตระหนักรู้ถึงศักยภาพพิเศษที่ซ่อนอยู่ในตน **ข. แล้วเพียรเจียระไนชีวิตให้แวววาวพราวพรายด้วยการศึกษาเรียนรู้** ค. ซึมซับเก็บรับบทเรียนจากการงานและการใช้ชีวิตอย่างสุขุม ง. ก็ย่อมจะมีชีวิตที่คุ้มค่า สงบ ร่มเย็น และเป็นสุขไม่ยากเย็น	0.43	0.20
31. คำว่า “ข้าวเปลือกในนา” ในย่อหน้าที่ 5 หมายความถึงสิ่งใด ก. ความภาคภูมิใจของมนุษย์ ข. การใช้ชีวิตอย่างสุขุมของมนุษย์ **ค. ความสามารถพิเศษของมนุษย์** ง. การมีชีวิตอย่างคุ้มค่าของมนุษย์	0.53	0.53
32. ข้อความข้างต้นมีเนื้อหาใกล้เคียงกับสุภาษิตในข้อใดมากที่สุด **ก. รักดีหามจั่วรักชั่วหามเสา** ข. ข้างนอกสุกใสข้างในเป็นโพรง ค. ไม้อ่อนดัดง่ายไม้แก่ดัดยาก ง. ช้าๆ ได้พร้าสองเล่มงาม	0.50	0.60

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
33. ข้อใดคือจุดมุ่งหมายของบทความนี้ ก. เพื่อย้ำให้เห็นความสำคัญของมนุษย์ในฐานะที่เป็นสัตว์สังคม ข. เพื่อเชิญชวนให้ผู้อ่านทุกคนหันมาให้ความสำคัญกับการทำงาน **ค. เพื่อแนะนำให้หันกลับมาพิจารณาและพัฒนาชีวิตของตนเอง** ง. เพื่อสั่งสอนให้ไม่ลุ่มหลงอยู่ในกิเลสและความยั่วยุทั้งปวง	0.53	0.40
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 34 – 35 การตัดสินใจทุกๆ ครั้ง จะทำให้ไปข้างหน้า ให้ถอยหลัง ให้อยู่กับที่ ให้สูงขึ้นๆ หรือให้ต่ำลงๆ ก็ได้ ชีวิตของคนเก่ง คือ ชีวิตที่ต้องเผชิญกับปัญหา คนที่มีชีวิต ไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ จึงมักจะเป็นคนแข็งแกร่งเหมือนต้นไม้พร้อมจะต่อสู้กับพายุ ชีวิตของผู้ที่ผ่านประสบการณ์ สามารถเอาชนะปัญหาและความยากลำบาก จะเป็นชีวิตที่ประสบความสำเร็จ น่าภาคภูมิใจ เราควรฝึกความอดทนที่จะฟังคนอื่นวิจารณ์เราอย่างเต็มที่ คำปลอบใจให้กำลังใจตัวเองคือ เราไม่สามารถทำให้ทุกคนพอใจเราได้ตลอดเวลา		
34. ใจความสำคัญของข้อความข้างต้นคืออะไร ก. การตัดสินใจ ข. ชีวิตของคนเก่ง **ค. ชีวิตของผู้ผ่านประสบการณ์** ง. ชีวิตไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ	0.23	0.20
35. จากข้อความที่อ่านผู้ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตจะต้องมีคุณสมบัติใดเป็นสำคัญ ก. เป็นคนเก่ง **ข. เป็นคนอดทน** ค. เป็นคนมีประสบการณ์ ง. เป็นคนให้กำลังใจตนเอง	0.63	0.60
ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 36 – 37 ความสำเร็จและความล้มเหลวอยู่ห่างกันเพียงแค่เส้นบางๆ ขึ้นอยู่กับว่าคุณมีสติปัญญาและความกล้าหาญหรือไม่ ผู้ที่มีสติปัญญาและความกล้าหาญควรจะกล้าสร้างสรรค์ กล้าเผชิญหน้ากับความเสี่ยงเพื่อคว้าโอกาสเอาไว้ให้ได้		
36. ข้อใดเป็นวัตถุประสงค์ของข้อความที่อ่าน ก. เพื่อโน้มน้าวใจ ข. เพื่อแจ้งให้ทราบ **ค. เพื่อให้คติข้อคิด** ง. เพื่อให้ผู้ฟังซักถาม	0.53	0.20
37. จากข้อความข้างต้น ผู้ที่จะประสบความสำเร็จ ควรมีคุณลักษณะเด่นในด้านใด ก. กล้าริเริ่มและฝ่าฟันอุปสรรค **ข. กล้าเสี่ยงกับความสำเร็จและความล้มเหลว** ค. กล้าผจญภัยและฉกฉวยโอกาส ง. กล้าเผชิญความล้มเหลวและไขว่คว้าโอกาส	0.63	0.33

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
38. รักการเรียนรู้ตลอดชีวิต คิดเป็น ทำเป็น คิดสร้างสรรค์ ความรู้คู่คุณธรรมมีความสุข เป็นคนไทยที่มีมาตรฐานสากล อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย จากข้อความข้างต้นเหมาะที่จะนำไปใช้ประกอบการพูดในเรื่องใดมากที่สุด **ก. คุณภาพของคนไทย** ข. อนาคตของประเทศไทย ค. การประชาสัมพันธ์การศึกษาไทย ง. ปัจจัยความสำเร็จของประเทศไทย	0.27	0.20
39. โลกปัจจุบันเป็นโลกยุคโลกาภิวัตน์ที่มีอินเทอร์เน็ตและมีอีเมลกำลังระบาดและมากมายด้วยเทคโนโลยีทันสมัยซึ่งนับวันจะทวีคูณขึ้นเรื่อยๆ ผู้คนสามารถรับข่าวสารได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ดังที่เรียกว่า “โลกยุคไร้พรมแดน” ถ้าพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้ว แท้จริงเรากำลังเผชิญดาบ 2 คม เพราะอีกด้านหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมไทยและมีกระแสวัตถุนิยมเข้ามาครอบงำ เกิดความฟุ่มเฟือย ค่านิยมในการดำเนินชีวิตที่ไม่ถูกต้อง สุดท้ายจึงเกิดปัญหาสังคมตามมาอย่างมากมาย จากข้อความนี้ ข้อใดเขียนแสดงความคิดเห็นโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ก. อินเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกสบายมากกว่าการให้โทษ ข. กระแสวัตถุนิยมด้านเทคโนโลยีทำให้วัฒนธรรมไทยเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น **ค. ความเจริญความเสื่อมไม่อยู่ที่เทคโนโลยีแต่อยู่ที่จิตใจของคนหากรู้จักเลือกที่จะรับข้อมูล** ง. โลกยุคไร้พรมแดนช่วยให้คนติดต่อกันทางอินเทอร์เน็ตและอีเมลส่งผลให้คนมีความเข้าใจกันมากยิ่งขึ้น	0.73	0.40
40. การแยกทางเดินให้แก่ความสนใจจากสายหนึ่งไปสู่อีกสายหนึ่งนั้นทำยากเหลือเกิน ถ้าหากท่านไม่ได้เตรียมถนนแห่งความสนใจไว้หลายๆ สาย ดังนั้นในการเตรียมรับมือกับความทุกข์ที่จะเกิดขึ้นในวันข้างหน้าจึงต้องเตรียมถนนแห่งสายความสนใจไว้หลายๆ สาย ตั้งแต่ในเวลาอันผุดผ่องชื่นบานเพื่อว่าถึงภาวะฉุกเฉินแห่งชีวิตท่านจะได้มีทางออกหลายๆ ทาง จากข้อความนี้ ข้อใดย่อความได้ใจความมากที่สุด ก. เมื่อถึงภาวะฉุกเฉินต้องหาทางเดินหลายๆ ทาง ข. ทางเดินของชีวิตควรกำหนดไว้หลายๆ ทางเพื่อเป็นทางเลือก ค. การเตรียมความพร้อม สำหรับการเลือกทางเดินเมื่อพบความลำบาก **ง. เมื่อประสบความทุกข์เราย่อมหาทางออกได้เพราะเราได้เตรียมทางออกไว้หลายด้าน**	0.50	0.20

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.860	40

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item1	22.4333	51.909	.328	.857
item2	22.3667	53.895	.039	.863
item3	22.4333	52.185	.286	.858
item4	22.3667	51.757	.385	.856
item5	22.4333	52.392	.255	.859
item6	22.5000	51.431	.378	.856
item7	22.7667	51.702	.338	.857
item8	22.3667	52.723	.227	.859
item9	22.3667	52.240	.306	.857
item10	22.4000	52.179	.299	.858
item11	22.5000	50.534	.510	.853
item12	22.4333	51.357	.412	.855
item13	22.5000	51.293	.398	.855
item14	22.9667	52.309	.342	.857
item15	22.4667	52.120	.286	.858
item16	22.5000	52.397	.238	.859

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item17	22.3667	52.999	.182	.860
item18	22.7667	51.289	.399	.855
item19	22.3667	51.826	.374	.856
item20	22.5667	52.737	.182	.860
item21	22.5000	51.017	.438	.854
item22	22.5000	51.845	.318	.857
item23	22.5667	51.151	.405	.855
item24	22.5667	51.426	.366	.856
item25	22.4667	50.671	.502	.853
item26	22.4333	53.082	.151	.861
item27	22.9667	53.137	.189	.859
item28	22.5000	51.086	.428	.855
item29	22.5667	51.495	.356	.856
item30	22.7000	52.286	.245	.859
item31	22.6000	50.179	.541	.852
item32	22.6333	49.413	.651	.849
item33	22.6000	51.076	.413	.855
item34	23.0333	53.757	.106	.860
item35	22.5000	49.983	.592	.851
item36	22.6333	51.895	.296	.858
item37	22.5000	51.500	.368	.856

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item38	22.9667	53.068	.202	.859
item39	22.4000	51.490	.408	.855
item40	22.7000	52.355	.235	.859

ภาคผนวก ง
โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

```
colMeanAllset <- NULL
quantile95Allset <- NULL
quantile99Allset <- NULL
r_ev_val <- NULL
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Generate data for 10 items
# Example: x <- fGen10(169,50)
#  print (x)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen10 <- function(xseed, n){
set.seed(xseed)
f1<-rnorm(n)
t1<-rnorm(n,0,1)
t2<-rnorm(n,0,1)
t3<-rnorm(n,0,1)
t4<-rnorm(n,0,1)
t5<-rnorm(n,0,1)
t6<-rnorm(n,0,1)
t7<-rnorm(n,0,1)
t8<-rnorm(n,0,1)
t9<-rnorm(n,0,1)
t10<-rnorm(n,0,1)
b1<-.7
b2<-.7
b3<-.7
b4<-.7
b5<-.7
b6<-.7
b7<-.7
b8<-.7
b9<-.7
b10<-.7
e1<-rnorm(n,0,sqrt(1-b1^2))
e2<-rnorm(n,0,sqrt(1-b2^2))
e3<-rnorm(n,0,sqrt(1-b3^2))
e4<-rnorm(n,0,sqrt(1-b4^2))
e5<-rnorm(n,0,sqrt(1-b5^2))
e6<-rnorm(n,0,sqrt(1-b6^2))
e7<-rnorm(n,0,sqrt(1-b7^2))
e8<-rnorm(n,0,sqrt(1-b8^2))
e9<-rnorm(n,0,sqrt(1-b9^2))
e10<-rnorm(n,0,sqrt(1-b10^2))
ability <- function(b,f1,e){
```

```
  Z<-b*f1+e
  return(Z)
 }
 y1<-ifelse(ability(b=b1, e=e1, f1) < t1 , 0 ,1)
 y2<-ifelse(ability(b=b2, e=e2, f1) < t2 , 0 ,1)
 y3<-ifelse(ability(b=b3, e=e3, f1) < t3 , 0 ,1)
 y4<-ifelse(ability(b=b4, e=e4, f1) < t4 , 0 ,1)
 y5<-ifelse(ability(b=b5, e=e5, f1) < t5 , 0 ,1)
 y6<-ifelse(ability(b=b6, e=e6, f1) < t6 , 0 ,1)
 y7<-ifelse(ability(b=b7, e=e7, f1) < t7 , 0 ,1)
 y8<-ifelse(ability(b=b8, e=e8, f1) < t8 , 0 ,1)
 y9<-ifelse(ability(b=b9, e=e9, f1) < t9 , 0 ,1)
 y10<-ifelse(ability(b=b10, e=e10, f1) < t10 , 0 ,1)
f1.data<-data.frame(cbind(y1, y2, y3, y4, y5, y6, y7, y8, y9, y10))
return(f1.data)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Generate data for 20 items
# Example:  x <- fGen20(169,50)
#  print (x)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen20 <- function(xseed, n){
set.seed(xseed)
f1<-rnorm(n)
t1<-rnorm(n,0,1)
t2<-rnorm(n,0,1)
t3<-rnorm(n,0,1)
t4<-rnorm(n,0,1)
t5<-rnorm(n,0,1)
t6<-rnorm(n,0,1)
t7<-rnorm(n,0,1)
t8<-rnorm(n,0,1)
t9<-rnorm(n,0,1)
t10<-rnorm(n,0,1)
t11<-rnorm(n,0,1)
t12<-rnorm(n,0,1)
t13<-rnorm(n,0,1)
t14<-rnorm(n,0,1)
t15<-rnorm(n,0,1)
t16<-rnorm(n,0,1)
```

```
t17<-rnorm(n,0,1)
t18<-rnorm(n,0,1)
t19<-rnorm(n,0,1)
t20<-rnorm(n,0,1)
b1<-.7
b2<-.7
b3<-.7
b4<-.7
b5<-.7
b6<-.7
b7<-.7
b8<-.7
b9<-.7
b10<-.7
b11<-.7
b12<-.7
b13<-.7
b14<-.7
b15<-.7
b16<-.7
b17<-.7
b18<-.7
b19<-.7
b20<-.7
e1<-rnorm(n,0,sqrt(1-b1^2))
e2<-rnorm(n,0,sqrt(1-b2^2))
e3<-rnorm(n,0,sqrt(1-b3^2))
e4<-rnorm(n,0,sqrt(1-b4^2))
e5<-rnorm(n,0,sqrt(1-b5^2))
e6<-rnorm(n,0,sqrt(1-b6^2))
e7<-rnorm(n,0,sqrt(1-b7^2))
e8<-rnorm(n,0,sqrt(1-b8^2))
e9<-rnorm(n,0,sqrt(1-b9^2))
e10<-rnorm(n,0,sqrt(1-b10^2))
e11<-rnorm(n,0,sqrt(1-b11^2))
e12<-rnorm(n,0,sqrt(1-b12^2))
e13<-rnorm(n,0,sqrt(1-b13^2))
e14<-rnorm(n,0,sqrt(1-b14^2))
e15<-rnorm(n,0,sqrt(1-b15^2))
e16<-rnorm(n,0,sqrt(1-b16^2))
e17<-rnorm(n,0,sqrt(1-b17^2))
e18<-rnorm(n,0,sqrt(1-b18^2))
e19<-rnorm(n,0,sqrt(1-b19^2))
```

```
e20<-rnorm(n,0,sqrt(1-b20^2))
ability <- function(b,f1,e){
   Z<-b*f1+e
   return(Z)
 }
 y1<-ifelse(ability(b=b1, e=e1, f1) < t1 , 0 ,1)
 y2<-ifelse(ability(b=b2, e=e2, f1) < t2 , 0 ,1)
 y3<-ifelse(ability(b=b3, e=e3, f1) < t3 , 0 ,1)
 y4<-ifelse(ability(b=b4, e=e4, f1) < t4 , 0 ,1)
 y5<-ifelse(ability(b=b5, e=e5, f1) < t5 , 0 ,1)
 y6<-ifelse(ability(b=b6, e=e6, f1) < t6 , 0 ,1)
 y7<-ifelse(ability(b=b7, e=e7, f1) < t7 , 0 ,1)
 y8<-ifelse(ability(b=b8, e=e8, f1) < t8 , 0 ,1)
 y9<-ifelse(ability(b=b9, e=e9, f1) < t9 , 0 ,1)
 y10<-ifelse(ability(b=b10, e=e10, f1) < t10 , 0 ,1)
 y11<-ifelse(ability(b=b11, e=e11, f1) < t11 , 0 ,1)
 y12<-ifelse(ability(b=b12, e=e12, f1) < t12 , 0 ,1)
 y13<-ifelse(ability(b=b13, e=e13, f1) < t13 , 0 ,1)
 y14<-ifelse(ability(b=b14, e=e14, f1) < t14 , 0 ,1)
 y15<-ifelse(ability(b=b15, e=e15, f1) < t15 , 0 ,1)
 y16<-ifelse(ability(b=b16, e=e16, f1) < t16 , 0 ,1)
 y17<-ifelse(ability(b=b17, e=e17, f1) < t17 , 0 ,1)
 y18<-ifelse(ability(b=b18, e=e18, f1) < t18 , 0 ,1)
 y19<-ifelse(ability(b=b19, e=e19, f1) < t19 , 0 ,1)
 y20<-ifelse(ability(b=b20, e=e20, f1) < t20 , 0 ,1)
f1.data<-data.frame(cbind(y1, y2, y3, y4, y5, y6, y7, y8, y9, y10, y11, y12, y13, y14, y15, y16, y17, y18,
y19, y20))
return(f1.data)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Generate data for 30 items
# Example: x <- fGen30(169,50)
#  print (x)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen30 <- function(xseed, n){
set.seed(xseed)
f1<-rnorm(n)
t1<-rnorm(n,0,1)
t2<-rnorm(n,0,1)
t3<-rnorm(n,0,1)
```

```
t4<-rnorm(n,0,1)
t5<-rnorm(n,0,1)
t6<-rnorm(n,0,1)
t7<-rnorm(n,0,1)
t8<-rnorm(n,0,1)
t9<-rnorm(n,0,1)
t10<-rnorm(n,0,1)
t11<-rnorm(n,0,1)
t12<-rnorm(n,0,1)
t13<-rnorm(n,0,1)
t14<-rnorm(n,0,1)
t15<-rnorm(n,0,1)
t16<-rnorm(n,0,1)
t17<-rnorm(n,0,1)
t18<-rnorm(n,0,1)
t19<-rnorm(n,0,1)
t20<-rnorm(n,0,1)
t21<-rnorm(n,0,1)
t22<-rnorm(n,0,1)
t23<-rnorm(n,0,1)
t24<-rnorm(n,0,1)
t25<-rnorm(n,0,1)
t26<-rnorm(n,0,1)
t27<-rnorm(n,0,1)
t28<-rnorm(n,0,1)
t29<-rnorm(n,0,1)
t30<-rnorm(n,0,1)
b1<-.7
b2<-.7
b3<-.7
b4<-.7
b5<-.7
b6<-.7
b7<-.7
b8<-.7
b9<-.7
b10<-.7
b11<-.7
b12<-.7
b13<-.7
b14<-.7
b15<-.7
b16<-.7
```

```
b17<-.7
b18<-.7
b19<-.7
b20<-.7
b21<-.7
b22<-.7
b23<-.7
b24<-.7
b25<-.7
b26<-.7
b27<-.7
b28<-.7
b29<-.7
b30<-.7
e1<-rnorm(n,0,sqrt(1-b1^2))
e2<-rnorm(n,0,sqrt(1-b2^2))
e3<-rnorm(n,0,sqrt(1-b3^2))
e4<-rnorm(n,0,sqrt(1-b4^2))
e5<-rnorm(n,0,sqrt(1-b5^2))
e6<-rnorm(n,0,sqrt(1-b6^2))
e7<-rnorm(n,0,sqrt(1-b7^2))
e8<-rnorm(n,0,sqrt(1-b8^2))
e9<-rnorm(n,0,sqrt(1-b9^2))
e10<-rnorm(n,0,sqrt(1-b10^2))
e11<-rnorm(n,0,sqrt(1-b11^2))
e12<-rnorm(n,0,sqrt(1-b12^2))
e13<-rnorm(n,0,sqrt(1-b13^2))
e14<-rnorm(n,0,sqrt(1-b14^2))
e15<-rnorm(n,0,sqrt(1-b15^2))
e16<-rnorm(n,0,sqrt(1-b16^2))
e17<-rnorm(n,0,sqrt(1-b17^2))
e18<-rnorm(n,0,sqrt(1-b18^2))
e19<-rnorm(n,0,sqrt(1-b19^2))
e20<-rnorm(n,0,sqrt(1-b20^2))
e21<-rnorm(n,0,sqrt(1-b21^2))
e22<-rnorm(n,0,sqrt(1-b22^2))
e23<-rnorm(n,0,sqrt(1-b23^2))
e24<-rnorm(n,0,sqrt(1-b24^2))
e25<-rnorm(n,0,sqrt(1-b25^2))
e26<-rnorm(n,0,sqrt(1-b26^2))
e27<-rnorm(n,0,sqrt(1-b27^2))
e28<-rnorm(n,0,sqrt(1-b28^2))
e29<-rnorm(n,0,sqrt(1-b29^2))
```

```
e30<-rnorm(n,0,sqrt(1-b30^2))
ability <- function(b,f1,e){
   Z<-b*f1+e
   return(Z)
 }
 y1<-ifelse(ability(b=b1, e=e1, f1) < t1 , 0 ,1)
 y2<-ifelse(ability(b=b2, e=e2, f1) < t2 , 0 ,1)
 y3<-ifelse(ability(b=b3, e=e3, f1) < t3 , 0 ,1)
 y4<-ifelse(ability(b=b4, e=e4, f1) < t4 , 0 ,1)
 y5<-ifelse(ability(b=b5, e=e5, f1) < t5 , 0 ,1)
 y6<-ifelse(ability(b=b6, e=e6, f1) < t6 , 0 ,1)
 y7<-ifelse(ability(b=b7, e=e7, f1) < t7 , 0 ,1)
 y8<-ifelse(ability(b=b8, e=e8, f1) < t8 , 0 ,1)
 y9<-ifelse(ability(b=b9, e=e9, f1) < t9 , 0 ,1)
 y10<-ifelse(ability(b=b10, e=e10, f1) < t10 , 0 ,1)
 y11<-ifelse(ability(b=b11, e=e11, f1) < t11 , 0 ,1)
 y12<-ifelse(ability(b=b12, e=e12, f1) < t12 , 0 ,1)
 y13<-ifelse(ability(b=b13, e=e13, f1) < t13 , 0 ,1)
 y14<-ifelse(ability(b=b14, e=e14, f1) < t14 , 0 ,1)
 y15<-ifelse(ability(b=b15, e=e15, f1) < t15 , 0 ,1)
 y16<-ifelse(ability(b=b16, e=e16, f1) < t16 , 0 ,1)
 y17<-ifelse(ability(b=b17, e=e17, f1) < t17 , 0 ,1)
 y18<-ifelse(ability(b=b18, e=e18, f1) < t18 , 0 ,1)
 y19<-ifelse(ability(b=b19, e=e19, f1) < t19 , 0 ,1)
 y20<-ifelse(ability(b=b20, e=e20, f1) < t20 , 0 ,1)
 y21<-ifelse(ability(b=b21, e=e21, f1) < t21 , 0 ,1)
 y22<-ifelse(ability(b=b22, e=e22, f1) < t22 , 0 ,1)
 y23<-ifelse(ability(b=b23, e=e23, f1) < t23 , 0 ,1)
 y24<-ifelse(ability(b=b24, e=e24, f1) < t24 , 0 ,1)
 y25<-ifelse(ability(b=b25, e=e25, f1) < t25 , 0 ,1)
 y26<-ifelse(ability(b=b26, e=e26, f1) < t26 , 0 ,1)
 y27<-ifelse(ability(b=b27, e=e27, f1) < t27 , 0 ,1)
 y28<-ifelse(ability(b=b28, e=e28, f1) < t28 , 0 ,1)
 y29<-ifelse(ability(b=b29, e=e29, f1) < t29 , 0 ,1)
 y30<-ifelse(ability(b=b30, e=e30, f1) < t30 , 0 ,1)
f1.data<-data.frame(cbind(y1, y2, y3, y4, y5, y6, y7, y8, y9, y10, y11, y12, y13, y14, y15, y16, y17, y18,
y19, y20, y21, y22, y23, y24, y25, y26, y27, y28, y29, y30))
return(f1.data)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
# function Generate data for 40 items
# Example: x <- fGen40(169,50)
# print (x)
# ---------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen40 <- function(xseed, n){
set.seed(xseed)
f1<-rnorm(n)
t1<-rnorm(n,0,1)
t2<-rnorm(n,0,1)
t3<-rnorm(n,0,1)
t4<-rnorm(n,0,1)
t5<-rnorm(n,0,1)
t6<-rnorm(n,0,1)
t7<-rnorm(n,0,1)
t8<-rnorm(n,0,1)
t9<-rnorm(n,0,1)
t10<-rnorm(n,0,1)
t11<-rnorm(n,0,1)
t12<-rnorm(n,0,1)
t13<-rnorm(n,0,1)
t14<-rnorm(n,0,1)
t15<-rnorm(n,0,1)
t16<-rnorm(n,0,1)
t17<-rnorm(n,0,1)
t18<-rnorm(n,0,1)
t19<-rnorm(n,0,1)
t20<-rnorm(n,0,1)
t21<-rnorm(n,0,1)
t22<-rnorm(n,0,1)
t23<-rnorm(n,0,1)
t24<-rnorm(n,0,1)
t25<-rnorm(n,0,1)
t26<-rnorm(n,0,1)
t27<-rnorm(n,0,1)
t28<-rnorm(n,0,1)
t29<-rnorm(n,0,1)
t30<-rnorm(n,0,1)
t31<-rnorm(n,0,1)
t32<-rnorm(n,0,1)
t33<-rnorm(n,0,1)
t34<-rnorm(n,0,1)
t35<-rnorm(n,0,1)
t36<-rnorm(n,0,1)
```

```
t37<-rnorm(n,0,1)
t38<-rnorm(n,0,1)
t39<-rnorm(n,0,1)
t40<-rnorm(n,0,1)
b1<-.7
b2<-.7
b3<-.7
b4<-.7
b5<-.7
b6<-.7
b7<-.7
b8<-.7
b9<-.7
b10<-.7
b11<-.7
b12<-.7
b13<-.7
b14<-.7
b15<-.7
b16<-.7
b17<-.7
b18<-.7
b19<-.7
b20<-.7
b21<-.7
b22<-.7
b23<-.7
b24<-.7
b25<-.7
b26<-.7
b27<-.7
b28<-.7
b29<-.7
b30<-.7
b31<-.7
b32<-.7
b33<-.7
b34<-.7
b35<-.7
b36<-.7
b37<-.7
b38<-.7
b39<-.7
```

```
b40<-.7
e1<-rnorm(n,0,sqrt(1-b1^2))
e2<-rnorm(n,0,sqrt(1-b2^2))
e3<-rnorm(n,0,sqrt(1-b3^2))
e4<-rnorm(n,0,sqrt(1-b4^2))
e5<-rnorm(n,0,sqrt(1-b5^2))
e6<-rnorm(n,0,sqrt(1-b6^2))
e7<-rnorm(n,0,sqrt(1-b7^2))
e8<-rnorm(n,0,sqrt(1-b8^2))
e9<-rnorm(n,0,sqrt(1-b9^2))
e10<-rnorm(n,0,sqrt(1-b10^2))
e11<-rnorm(n,0,sqrt(1-b11^2))
e12<-rnorm(n,0,sqrt(1-b12^2))
e13<-rnorm(n,0,sqrt(1-b13^2))
e14<-rnorm(n,0,sqrt(1-b14^2))
e15<-rnorm(n,0,sqrt(1-b15^2))
e16<-rnorm(n,0,sqrt(1-b16^2))
e17<-rnorm(n,0,sqrt(1-b17^2))
e18<-rnorm(n,0,sqrt(1-b18^2))
e19<-rnorm(n,0,sqrt(1-b19^2))
e20<-rnorm(n,0,sqrt(1-b20^2))
e21<-rnorm(n,0,sqrt(1-b21^2))
e22<-rnorm(n,0,sqrt(1-b22^2))
e23<-rnorm(n,0,sqrt(1-b23^2))
e24<-rnorm(n,0,sqrt(1-b24^2))
e25<-rnorm(n,0,sqrt(1-b25^2))
e26<-rnorm(n,0,sqrt(1-b26^2))
e27<-rnorm(n,0,sqrt(1-b27^2))
e28<-rnorm(n,0,sqrt(1-b28^2))
e29<-rnorm(n,0,sqrt(1-b29^2))
e30<-rnorm(n,0,sqrt(1-b30^2))
e31<-rnorm(n,0,sqrt(1-b31^2))
e32<-rnorm(n,0,sqrt(1-b32^2))
e33<-rnorm(n,0,sqrt(1-b33^2))
e34<-rnorm(n,0,sqrt(1-b34^2))
e35<-rnorm(n,0,sqrt(1-b35^2))
e36<-rnorm(n,0,sqrt(1-b36^2))
e37<-rnorm(n,0,sqrt(1-b37^2))
e38<-rnorm(n,0,sqrt(1-b38^2))
e39<-rnorm(n,0,sqrt(1-b39^2))
e40<-rnorm(n,0,sqrt(1-b40^2))
ability <- function(b,f1,e){
   Z<-b*f1+e
```

```
  return(Z)
}
y1<-ifelse(ability(b=b1, e=e1, f1) < t1 , 0 ,1)
y2<-ifelse(ability(b=b2, e=e2, f1) < t2 , 0 ,1)
y3<-ifelse(ability(b=b3, e=e3, f1) < t3 , 0 ,1)
y4<-ifelse(ability(b=b4, e=e4, f1) < t4 , 0 ,1)
y5<-ifelse(ability(b=b5, e=e5, f1) < t5 , 0 ,1)
y6<-ifelse(ability(b=b6, e=e6, f1) < t6 , 0 ,1)
y7<-ifelse(ability(b=b7, e=e7, f1) < t7 , 0 ,1)
y8<-ifelse(ability(b=b8, e=e8, f1) < t8 , 0 ,1)
y9<-ifelse(ability(b=b9, e=e9, f1) < t9 , 0 ,1)
y10<-ifelse(ability(b=b10, e=e10, f1) < t10 , 0 ,1)
y11<-ifelse(ability(b=b11, e=e11, f1) < t11 , 0 ,1)
y12<-ifelse(ability(b=b12, e=e12, f1) < t12 , 0 ,1)
y13<-ifelse(ability(b=b13, e=e13, f1) < t13 , 0 ,1)
y14<-ifelse(ability(b=b14, e=e14, f1) < t14 , 0 ,1)
y15<-ifelse(ability(b=b15, e=e15, f1) < t15 , 0 ,1)
y16<-ifelse(ability(b=b16, e=e16, f1) < t16 , 0 ,1)
y17<-ifelse(ability(b=b17, e=e17, f1) < t17 , 0 ,1)
y18<-ifelse(ability(b=b18, e=e18, f1) < t18 , 0 ,1)
y19<-ifelse(ability(b=b19, e=e19, f1) < t19 , 0 ,1)
y20<-ifelse(ability(b=b20, e=e20, f1) < t20 , 0 ,1)
y21<-ifelse(ability(b=b21, e=e21, f1) < t21 , 0 ,1)
y22<-ifelse(ability(b=b22, e=e22, f1) < t22 , 0 ,1)
y23<-ifelse(ability(b=b23, e=e23, f1) < t23 , 0 ,1)
y24<-ifelse(ability(b=b24, e=e24, f1) < t24 , 0 ,1)
y25<-ifelse(ability(b=b25, e=e25, f1) < t25 , 0 ,1)
y26<-ifelse(ability(b=b26, e=e26, f1) < t26 , 0 ,1)
y27<-ifelse(ability(b=b27, e=e27, f1) < t27 , 0 ,1)
y28<-ifelse(ability(b=b28, e=e28, f1) < t28 , 0 ,1)
y29<-ifelse(ability(b=b29, e=e29, f1) < t29 , 0 ,1)
y30<-ifelse(ability(b=b30, e=e30, f1) < t30 , 0 ,1)
y31<-ifelse(ability(b=b31, e=e31, f1) < t31 , 0 ,1)
y32<-ifelse(ability(b=b32, e=e32, f1) < t32 , 0 ,1)
y33<-ifelse(ability(b=b33, e=e33, f1) < t33 , 0 ,1)
y34<-ifelse(ability(b=b34, e=e34, f1) < t34 , 0 ,1)
y35<-ifelse(ability(b=b35, e=e35, f1) < t35 , 0 ,1)
y36<-ifelse(ability(b=b36, e=e36, f1) < t36 , 0 ,1)
y37<-ifelse(ability(b=b37, e=e37, f1) < t37 , 0 ,1)
y38<-ifelse(ability(b=b38, e=e38, f1) < t38 , 0 ,1)
y39<-ifelse(ability(b=b39, e=e39, f1) < t39 , 0 ,1)
y40<-ifelse(ability(b=b40, e=e40, f1) < t40 , 0 ,1)
```

```
f1.data<-data.frame(cbind(y1, y2, y3, y4, y5, y6, y7, y8, y9, y10, y11, y12, y13, y14, y15, y16, y17, y18,
y19, y20, y21, y22, y23, y24, y25, y26, y27, y28, y29, y30, y31, y32, y33, y34, y35, y36, y37, y38, y39,
y40))
return(f1.data)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Generate data for 50 items
# Example: x <- fGen50(169,50)
#  print (x)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen50 <- function(xseed, n){
set.seed(xseed)
f1<-rnorm(n)
t1<-rnorm(n,0,1)
t2<-rnorm(n,0,1)
t3<-rnorm(n,0,1)
t4<-rnorm(n,0,1)
t5<-rnorm(n,0,1)
t6<-rnorm(n,0,1)
t7<-rnorm(n,0,1)
t8<-rnorm(n,0,1)
t9<-rnorm(n,0,1)
t10<-rnorm(n,0,1)
t11<-rnorm(n,0,1)
t12<-rnorm(n,0,1)
t13<-rnorm(n,0,1)
t14<-rnorm(n,0,1)
t15<-rnorm(n,0,1)
t16<-rnorm(n,0,1)
t17<-rnorm(n,0,1)
t18<-rnorm(n,0,1)
t19<-rnorm(n,0,1)
t20<-rnorm(n,0,1)
t21<-rnorm(n,0,1)
t22<-rnorm(n,0,1)
t23<-rnorm(n,0,1)
t24<-rnorm(n,0,1)
t25<-rnorm(n,0,1)
t26<-rnorm(n,0,1)
t27<-rnorm(n,0,1)
```

```
t28<-rnorm(n,0,1)
t29<-rnorm(n,0,1)
t30<-rnorm(n,0,1)
t31<-rnorm(n,0,1)
t32<-rnorm(n,0,1)
t33<-rnorm(n,0,1)
t34<-rnorm(n,0,1)
t35<-rnorm(n,0,1)
t36<-rnorm(n,0,1)
t37<-rnorm(n,0,1)
t38<-rnorm(n,0,1)
t39<-rnorm(n,0,1)
t40<-rnorm(n,0,1)
t41<-rnorm(n,0,1)
t42<-rnorm(n,0,1)
t43<-rnorm(n,0,1)
t44<-rnorm(n,0,1)
t45<-rnorm(n,0,1)
t46<-rnorm(n,0,1)
t47<-rnorm(n,0,1)
t48<-rnorm(n,0,1)
t49<-rnorm(n,0,1)
t50<-rnorm(n,0,1)
b1<-.7
b2<-.7
b3<-.7
b4<-.7
b5<-.7
b6<-.7
b7<-.7
b8<-.7
b9<-.7
b10<-.7
b11<-.7
b12<-.7
b13<-.7
b14<-.7
b15<-.7
b16<-.7
b17<-.7
b18<-.7
b19<-.7
b20<-.7
```

```
b21<-.7
b22<-.7
b23<-.7
b24<-.7
b25<-.7
b26<-.7
b27<-.7
b28<-.7
b29<-.7
b30<-.7
b31<-.7
b32<-.7
b33<-.7
b34<-.7
b35<-.7
b36<-.7
b37<-.7
b38<-.7
b39<-.7
b40<-.7
b41<-.7
b42<-.7
b43<-.7
b44<-.7
b45<-.7
b46<-.7
b47<-.7
b48<-.7
b49<-.7
b50<-.7
e1<-rnorm(n,0,sqrt(1-b1^2))
e2<-rnorm(n,0,sqrt(1-b2^2))
e3<-rnorm(n,0,sqrt(1-b3^2))
e4<-rnorm(n,0,sqrt(1-b4^2))
e5<-rnorm(n,0,sqrt(1-b5^2))
e6<-rnorm(n,0,sqrt(1-b6^2))
e7<-rnorm(n,0,sqrt(1-b7^2))
e8<-rnorm(n,0,sqrt(1-b8^2))
e9<-rnorm(n,0,sqrt(1-b9^2))
e10<-rnorm(n,0,sqrt(1-b10^2))
e11<-rnorm(n,0,sqrt(1-b11^2))
e12<-rnorm(n,0,sqrt(1-b12^2))
e13<-rnorm(n,0,sqrt(1-b13^2))
```

```
e14<-rnorm(n,0,sqrt(1-b14^2))
e15<-rnorm(n,0,sqrt(1-b15^2))
e16<-rnorm(n,0,sqrt(1-b16^2))
e17<-rnorm(n,0,sqrt(1-b17^2))
e18<-rnorm(n,0,sqrt(1-b18^2))
e19<-rnorm(n,0,sqrt(1-b19^2))
e20<-rnorm(n,0,sqrt(1-b20^2))
e21<-rnorm(n,0,sqrt(1-b21^2))
e22<-rnorm(n,0,sqrt(1-b22^2))
e23<-rnorm(n,0,sqrt(1-b23^2))
e24<-rnorm(n,0,sqrt(1-b24^2))
e25<-rnorm(n,0,sqrt(1-b25^2))
e26<-rnorm(n,0,sqrt(1-b26^2))
e27<-rnorm(n,0,sqrt(1-b27^2))
e28<-rnorm(n,0,sqrt(1-b28^2))
e29<-rnorm(n,0,sqrt(1-b29^2))
e30<-rnorm(n,0,sqrt(1-b30^2))
e31<-rnorm(n,0,sqrt(1-b31^2))
e32<-rnorm(n,0,sqrt(1-b32^2))
e33<-rnorm(n,0,sqrt(1-b33^2))
e34<-rnorm(n,0,sqrt(1-b34^2))
e35<-rnorm(n,0,sqrt(1-b35^2))
e36<-rnorm(n,0,sqrt(1-b36^2))
e37<-rnorm(n,0,sqrt(1-b37^2))
e38<-rnorm(n,0,sqrt(1-b38^2))
e39<-rnorm(n,0,sqrt(1-b39^2))
e40<-rnorm(n,0,sqrt(1-b40^2))
e41<-rnorm(n,0,sqrt(1-b41^2))
e42<-rnorm(n,0,sqrt(1-b42^2))
e43<-rnorm(n,0,sqrt(1-b43^2))
e44<-rnorm(n,0,sqrt(1-b44^2))
e45<-rnorm(n,0,sqrt(1-b45^2))
e46<-rnorm(n,0,sqrt(1-b46^2))
e47<-rnorm(n,0,sqrt(1-b47^2))
e48<-rnorm(n,0,sqrt(1-b48^2))
e49<-rnorm(n,0,sqrt(1-b49^2))
e50<-rnorm(n,0,sqrt(1-b50^2))
ability <- function(b,f1,e){
  Z<-b*f1+e
  return(Z)
}
y1<-ifelse(ability(b=b1, e=e1, f1) < t1 , 0 ,1)
y2<-ifelse(ability(b=b2, e=e2, f1) < t2 , 0 ,1)
```

```
y3<-ifelse(ability(b=b3, e=e3, f1) < t3 , 0 ,1)
y4<-ifelse(ability(b=b4, e=e4, f1) < t4 , 0 ,1)
y5<-ifelse(ability(b=b5, e=e5, f1) < t5 , 0 ,1)
y6<-ifelse(ability(b=b6, e=e6, f1) < t6 , 0 ,1)
y7<-ifelse(ability(b=b7, e=e7, f1) < t7 , 0 ,1)
y8<-ifelse(ability(b=b8, e=e8, f1) < t8 , 0 ,1)
y9<-ifelse(ability(b=b9, e=e9, f1) < t9 , 0 ,1)
y10<-ifelse(ability(b=b10, e=e10, f1) < t10 , 0 ,1)
y11<-ifelse(ability(b=b11, e=e11, f1) < t11 , 0 ,1)
y12<-ifelse(ability(b=b12, e=e12, f1) < t12 , 0 ,1)
y13<-ifelse(ability(b=b13, e=e13, f1) < t13 , 0 ,1)
y14<-ifelse(ability(b=b14, e=e14, f1) < t14 , 0 ,1)
y15<-ifelse(ability(b=b15, e=e15, f1) < t15 , 0 ,1)
y16<-ifelse(ability(b=b16, e=e16, f1) < t16 , 0 ,1)
y17<-ifelse(ability(b=b17, e=e17, f1) < t17 , 0 ,1)
y18<-ifelse(ability(b=b18, e=e18, f1) < t18 , 0 ,1)
y19<-ifelse(ability(b=b19, e=e19, f1) < t19 , 0 ,1)
y20<-ifelse(ability(b=b20, e=e20, f1) < t20 , 0 ,1)
y21<-ifelse(ability(b=b21, e=e21, f1) < t21 , 0 ,1)
y22<-ifelse(ability(b=b22, e=e22, f1) < t22 , 0 ,1)
y23<-ifelse(ability(b=b23, e=e23, f1) < t23 , 0 ,1)
y24<-ifelse(ability(b=b24, e=e24, f1) < t24 , 0 ,1)
y25<-ifelse(ability(b=b25, e=e25, f1) < t25 , 0 ,1)
y26<-ifelse(ability(b=b26, e=e26, f1) < t26 , 0 ,1)
y27<-ifelse(ability(b=b27, e=e27, f1) < t27 , 0 ,1)
y28<-ifelse(ability(b=b28, e=e28, f1) < t28 , 0 ,1)
y29<-ifelse(ability(b=b29, e=e29, f1) < t29 , 0 ,1)
y30<-ifelse(ability(b=b30, e=e30, f1) < t30 , 0 ,1)
y31<-ifelse(ability(b=b31, e=e31, f1) < t31 , 0 ,1)
y32<-ifelse(ability(b=b32, e=e32, f1) < t32 , 0 ,1)
y33<-ifelse(ability(b=b33, e=e33, f1) < t33 , 0 ,1)
y34<-ifelse(ability(b=b34, e=e34, f1) < t34 , 0 ,1)
y35<-ifelse(ability(b=b35, e=e35, f1) < t35 , 0 ,1)
y36<-ifelse(ability(b=b36, e=e36, f1) < t36 , 0 ,1)
y37<-ifelse(ability(b=b37, e=e37, f1) < t37 , 0 ,1)
y38<-ifelse(ability(b=b38, e=e38, f1) < t38 , 0 ,1)
y39<-ifelse(ability(b=b39, e=e39, f1) < t39 , 0 ,1)
y40<-ifelse(ability(b=b40, e=e40, f1) < t40 , 0 ,1)
y41<-ifelse(ability(b=b41, e=e41, f1) < t41 , 0 ,1)
y42<-ifelse(ability(b=b42, e=e42, f1) < t42 , 0 ,1)
y43<-ifelse(ability(b=b43, e=e43, f1) < t43 , 0 ,1)
y44<-ifelse(ability(b=b44, e=e44, f1) < t44 , 0 ,1)
y45<-ifelse(ability(b=b45, e=e45, f1) < t45 , 0 ,1)
```

```
 y46<-ifelse(ability(b=b46, e=e46, f1) < t46 , 0 ,1)
 y47<-ifelse(ability(b=b47, e=e47, f1) < t47 , 0 ,1)
 y48<-ifelse(ability(b=b48, e=e48, f1) < t48 , 0 ,1)
 y49<-ifelse(ability(b=b49, e=e49, f1) < t49 , 0 ,1)
 y50<-ifelse(ability(b=b50, e=e50, f1) < t50 , 0 ,1)
f1.data<-data.frame(cbind(y1, y2, y3, y4, y5, y6, y7, y8, y9, y10, y11, y12, y13, y14, y15, y16, y17, y18,
y19, y20, y21, y22, y23, y24, y25, y26, y27, y28, y29, y30, y31, y32, y33, y34, y35, y36, y37, y38, y39,
y40, y41, y42, y43, y44, y45, y46, y47, y48, y49, y50))
return(f1.data)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Real finding eigenvalue
# Example: fReal(169, 50, 10)
#     x <- fGen10(169,50)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fReal <- function(xseed, n, p){
if (p == 10){
  x <- fGen10(xseed, n)
} else if (p == 20){
  x <- fGen20(xseed, n)
} else if (p == 30){
  x <- fGen30(xseed, n)
} else if(p == 40){
  x <- fGen40(xseed, n)
} else if (p == 50){
  x <- fGen50(xseed, n)
}
ev <- eigen(cor(x))
r_ev_val<- rbind(ev$values)
print("Real")
print (r_ev_val)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function GenO finding Mean, P95, P99 of eigenvalue
# Example: fGenO(169, 50, 10)
#    x <- fGen10(169,50)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
```

```
fGenO <- function(xseed, n, p){
ev <- NULL
for(i in 1:100)
{
kseed <- xseed * i
#print(kseed)
set.seed(kseed)
if (p == 10){
  x <- fGen10(kseed, n)
} else if (p == 20){
  x <- fGen20(kseed, n)
} else if (p == 30){
  x <- fGen30(kseed, n)
} else if(p == 40){
  x <- fGen40(kseed, n)
} else if (p == 50){
  x <- fGen50(kseed, n)
}

ev1 <- eigen(cor(x))
#print(ev1)
#print(i)
#print(ev1$values)

evm <- matrix(ev1$values, nrow=1, ncol=p)
ev <- rbind(ev,evm)
#print(ev)
#set1 <- rbind(ev1$values,ev2$values)
#print (set1)

kseed <- kseed + 5
} #end for i

#print (ev)
colMeanAllset <- colMeans(ev)
#print(colMeanAllset)
r_ev_val<- rbind(colMeanAllset)

quantile95Allset <- NULL
for(b in 1:p){
quantile95Allset <- c(quantile95Allset, quantile(ev[,b], 0.95))
}
#print(quantile95Allset)
```

```
r_ev_val<- rbind(r_ev_val,quantile95Allset)

quantile99Allset <- NULL
for(b in 1:p){
quantile99Allset <- c(quantile99Allset, quantile(ev[,b], 0.99))
}
#print(quantile99Allset)
r_ev_val<- rbind(r_ev_val,quantile99Allset)
print("GenO")
print(r_ev_val)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# function Gen finding Mean, P95, P99 of eigenvalue
# Example:  fGen(169, 50, 10)
#     x <- fGen10(169,50)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fGen <- function(xseed, n, p){
ev <- NULL
r_ev_val1 <- NULL
for(a in 1:100)
{
kseed <- xseed * a
set.seed(kseed)
if (p == 10){
  x <- fGen10(kseed, n)
} else if (p == 20){
  x <- fGen20(kseed, n)
} else if (p == 30){
  x <- fGen30(kseed, n)
} else if(p == 40){
  x <- fGen40(kseed, n)
} else if (p == 50){
  x <- fGen50(kseed, n)
}

#print (x)
x1 <- data.matrix(x)
#print (x1)

# Random Resampling
```

```
for(i in 1:100)
{
set.seed(kseed)
per <- sample(nrow(x1),n,replace=TRUE)
#print (per)
perm <- matrix(x1[per,],nrow=n,ncol=p)
#print (perm)

ev1 <- eigen(cor(perm))
#print(ev1)
#print(i)
#print(ev1$values)

evm <- matrix(ev1$values, nrow=1, ncol=p)
ev <- rbind(ev,evm)

kseed <- kseed + 5
} #end for i

colMeanAllset <- colMeans(ev)
#print(colMeanAllset)
r_ev_val1<- rbind(r_ev_val1, colMeanAllset)
} #end for a

r_ev_val <- colMeans(r_ev_val1)

for(b in 1:p){
quantile95Allset <- c(quantile95Allset, quantile(r_ev_val1[,b], 0.95))
}
#print(quantile95Allset)
r_ev_val <- rbind(r_ev_val, quantile95Allset)

for(b in 1:p){
quantile99Allset <- c(quantile99Allset, quantile(r_ev_val1[,b], 0.99))
}
#print(quantile99Allset)
r_ev_val <- rbind(r_ev_val, quantile99Allset)

print("Gen")
print (r_ev_val)
}
# ------------------------------------------------------------------------------------------
# end function
```

```
# ------------------------------------------------------------------------------------------------

# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# Detail Function
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fDetail <- function(xseed, n, p){
# call Real function
zReal <- fReal(xseed, n, p)
#print ("---------------------------------- Eigen Val of Real ----------------------------------------")
#print (zReal)
#print ("---------------------------------- End of Eigen Val of Real ----------------------------------------")

# call GenO function
zGenO <- fGenO(xseed, n, p)
#print ("---------------------------------- Eigen Val of GenO ----------------------------------------")
#print (zGenO)

#compare data
#Real - GenO
mitiMean <- 0
miti95 <- 0
miti99 <- 0
miti <- 0
miti1 <- 0
miti2 <- 0

#EV: Real - Mean
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGenO[1,i])
     { mitiMean <- mitiMean + 1 }
  else { break }
} #end for
miti1 <- cbind(mitiMean)

#EV: Real - quantile95
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGenO[2,i])
     { miti95 <- miti95 + 1 }
  else { break }
} #end for
miti1 <- cbind(miti1, miti95)

#EV: Real - quantile99
```

```
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGenO[3,i])
     { miti99 <- miti99 + 1 }
  else { break }
} #end for
miti1 <- cbind(miti1, miti99)

#print ("Compare Real - GenO :")
#print(mitiMean)
#print(miti95)
#print(miti99)
#print ("---------------------------------- End of Eigen Val of GenO ----------------------------------------")

# call Gen Function
zGen <- fGen(xseed, n,p)
#print ("------------------------------------- Eigen Val of Gen  -----------------------------------------")
#print (zGen)

#compare data
#Real - Gen
mitiMean <- 0
miti95 <- 0
miti99 <- 0
#EV: Real - Mean
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGen[1,i])
     { mitiMean <- mitiMean + 1 }
  else { break }
} #end for
miti2 <- cbind(mitiMean)

#EV: Real - quantile95
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGen[2,i])
     { miti95 <- miti95 + 1 }
  else { break }
} #end for
miti2 <- cbind(miti2,miti95)

#EV: Real - quantile99
for (i in 1:p){
  if (zReal[1,i] > zGen[3,i])
     { miti99 <- miti99 + 1 }
```

```
  else { break }
} #end for
miti2 <- cbind(miti2,miti99)

#print ("Compare Real - Gen :")
#print(mitiMean)
#print(miti95)
#print(miti99)

#print ("-------------------------------- End of Eigen Val of Gen  ---------------------------------------")

miti <- rbind(miti1, miti2)

} #end Detail Function

# ------------------------------------------------------------------------------------------------
# Main Function
# fMain(169, 50, 10)
# ------------------------------------------------------------------------------------------------
fMain <- function(xseed, n, p){
# call Detail function
mitiAllDet1 <- 0
mitiAllDet2 <- 0
for (i in 1:100){
 mitiDet <- fDetail(xseed, n, p)
 xseed <- xseed + 1
 if (i==1){
  mitiAllDet1 <- rbind(mitiDet[1,])
  mitiAllDet2 <- rbind(mitiDet[2,])
 }
 else {
 mitiAllDet1 <- rbind(mitiAllDet1,mitiDet[1,])
 mitiAllDet2 <- rbind(mitiAllDet2,mitiDet[2,])
 }
}

print ("<< Summary to Compare Real with GenO >>")
xMean <- 0
xPer95 <- 0
xPer99 <- 0
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet1[i,1] == 1) { xMean <- xMean + 1 }
}
```

```
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet1[i,2] == 1) { xPer95 <- xPer95 + 1 }
}
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet1[i,3] == 1) { xPer99 <- xPer99 + 1 }
}
print (mitiAllDet1)
print (cbind(xMean, xPer95, xPer99))
#print (colSums(mitiAllDet1))

print ("<< Summary to Compare Real with Gen >>")
xMean <- 0
xPer95 <- 0
xPer99 <- 0
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet2[i,1] == 1) { xMean <- xMean + 1 }
}
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet2[i,2] == 1) { xPer95 <- xPer95 + 1 }
}
for(i in 1:100){
  if(mitiAllDet2[i,3] == 1) { xPer99 <- xPer99 + 1 }
}
print (mitiAllDet2)
print (cbind(xMean, xPer95, xPer99))
#print (colSums(mitiAllDet2))

} #end Main Function
```

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อสกุล นายอาฟีฟี ลาเต๊ะ
วัน เดือน ปีเกิด 20 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด เมืองเจดดาห์ ประเทศซาอุดีอาระเบีย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 181/189 ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรูสะมิแล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

ตำแหน่งและประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2548-2550 อาจารย์ประจำคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่)
พ.ศ. 2550-2554 อาจารย์ประจำภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พ.ศ. 2548 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์) มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2557 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา) มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลงานตีพิมพ์

อาฟีฟี ลาเต๊ะ. (2553). โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับวิธีการ Parallel Analysis. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *9*(1), 1-10.

อาฟีฟี ลาเต๊ะ ศรัชฌา กาญจนสิงห์ จิระนันท์ อนันต์ไทย และสรณ์สิริ โททอง. (2555). ทัศนคติที่มีผลต่อการใช้ Facebook ของนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, *23*(3), 80-97.

อาฟีฟี ลาเต๊ะ. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์). การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีการวิเคราะห์คู่ขนานบูทสแตร็ปแบบปรับใหม่. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.*