

การวิเคราะห์ดัชนีป้องกันความเป็นเอกมิตีของแบบสอบ  
ตามโมเดลโครงสร้างความแปรปรวนร่วม



นางสาวสุวิมล ตีรกานันท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิจัยการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
พ.ศ. 2538

การวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบถาม  
ตามโมเดลโครงสร้างความแปรปรวนร่วม

นางสาวสุวิมล ตีรกาพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
ภาควิชาวิจัยการศึกษา


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-967-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ANALYSIS OF UNIDIMENSIONALITY INDICATORS OF TEST  
BASED ON COVARIANCE STRUCTURE MODEL



Miss Suwimon Tirakanant

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy  
Department of Educational Research

Graduate School  
Chulalongkorn University

1995

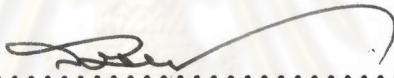
ISBN 974-631-967-1

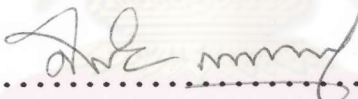
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบถามโมเดลโครงสร้าง  
ความแปรปรวนร่วม  
โดย นางสาวสุวิมล ตีรกาพันธ์  
ภาควิชา วิจัยการศึกษา  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย

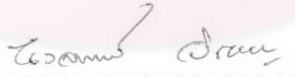
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรระดับบัณฑิต


  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ กุญสุวรรณ)

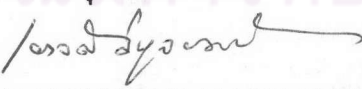
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย)

  
..... กรรมการ  
(ดร.อรุณ จันทวานิช)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เขาวดี วิบูลย์ศรี)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์)

สุวิมล ตีรกานันท์ : การวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบตามโมเดล  
โครงสร้างความแปรปรวนร่วม (AN ANALYSIS OF UNIDIMENSIONALITY  
INDICATORS OF TEST BASED ON COVARIANCE STRUCTURE MODEL)  
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี และ ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย 399 หน้า.  
ISBN 974-631-967-1

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่ได้  
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้  
เมตริกซ์ 4 ชนิด ประกอบด้วย tetrachoric correlation matrix 3 ชนิด คือ เมตริกซ์  
แบบเต็ม เมตริกซ์ที่มีการปรับเรียบข้อมูล เมตริกซ์ที่มีการแก้ค่าการเดา และ variance-  
covariance matrix ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้สอบ และค่าความยาก  
ของข้อสอบ ตลอดจนเพื่อศึกษาถึงคุณภาพของดัชนีด้านความคงที่และด้านความไวในการตรวจสอบ  
ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ คัดเลือกจากแบบสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัย วิชาภาษาอังกฤษ กข  
ปี 2536 และคัดเลือกจากแบบสอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของวรนุช  
แทมมแสง (2537) ถูกรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการวิจัย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS,  
LISREL, TESTFACT และ BILOG

#### ผลการวิจัยพบว่า

1. ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ดัชนี ER และ ERR มีความเหมาะสมเมื่อ  
คำนวณได้จาก variance-covariance matrix และในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ดัชนี AGFI, NNFI และ CN มีความคงที่เมื่อคำนวณได้จาก variance-covariance matrix  
ดัชนี  $X^2$  มีความเหมาะสมเมื่อคำนวณได้จาก variance-covariance matrix ดัชนี  $G^2$  มีความ  
เหมาะสมเมื่อคำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ส่วน  
ดัชนี RMR มีความคงที่เมื่อคำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเต็ม
2. ในด้านคุณภาพของดัชนี ดัชนีที่มีความคงที่และมีความไว ได้แก่ ดัชนี NNFI ดัชนีที่ไม่มี  
ความคงที่แต่มีความไว ได้แก่ ดัชนี ERR ดัชนีที่มีความคงที่แต่ไม่มีความไว ได้แก่ ดัชนี AGFI  
และ ER ส่วนดัชนีที่ไม่มีทั้งความคงที่และไม่มีความไว คือ ดัชนี  $G^2$ ,  $X^2$ , RMR และ CN

นอกจากนี้การผ่านข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติของแบบสอบตามแนวทฤษฎี  
การตอบข้อสอบ (IRT) ด้วยการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นเข้าไปในแบบสอบเต็ม เมื่อวิเคราะห์ด้วย  
โปรแกรม BILOG พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ ทำให้ค่าอำนาจจำแนก (a) โดยเฉลี่ย  
สูงขึ้น ค่าความยาก (b) โดยเฉลี่ยลดลง ค่าการเดา (c) สูงขึ้น ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (IIF)  
และค่าสารสนเทศของแบบสอบ (TIF) โดยเฉลี่ยลดลง



ภาควิชา..... ศึกษาศาสตร์  
สาขาวิชา..... การวัดและประเมินผลการศึกษา  
ปีการศึกษา 2537.....

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## C340420 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION  
KEY WORD: INDICATOR / UNIDIMENSIONALITY / COVARIANCE STRUCTURE MODEL  
SUWIMON TIRAKANANT : AN ANALYSIS OF UNIDIMENSIONALITY INDICATORS  
OF TEST BASED ON COVARIANCE STRUCTURE MODEL. THESIS ADVISOR :  
ASSOC. PROF. SIRICHAJ KANJANAVASEE, Ph.D., ASSIST. PROF. NONGLAK  
WIRATCHAI, Ph.D., 399 pp. ISBN 974-631-967-1

The purpose of this study was to analyse the quality of unidimensionality indicators of test by means of exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA), using 4 different matrix, namely, tetrachoric correlation matrix, smoothed tetrachoric correlation matrix, tetrachoric correlation matrix corrected for guessing and variance-covariance matrix; under different examinee size, test length and item difficulty. The indicators were compared to detect their sensitivity and consistency. The English AB examination test scores of the University Entrance Examination 1993, and Woranuch's English and Mathematic test scores in Prathom 5 were analysed by the computer packages SPSS, LISREL, TESTFACT, BILOG.

The findings were as follow :

1. In EFA, ER and ERR, calculated from variance-covariance matrix were more appropriate than those calculated from other matrices. In CFA, AGFI, NNFI and CN, calculated from variance-covariance matrix and RMR calculated from tetrachoric correlation matrix were consistent;  $G^2$ , calculated from smoothed tetrachoric correlation matrix and  $\chi^2$  calculated from variance-covariance matrix were more appropriate than those calculated from other matrices.
2. In term of quality, NNFI was consistent and sensitive; ERR was sensitive but not consistent; AGFI and ER were consistent but not sensitive; while  $G^2$ ,  $\chi^2$ , RMR and CN were not consistent and not sensitive.

Besides, it was found that when the test was mixed by other dimensional test items, the violation of the unidimensionality assumption resulted in inconsistency of parameter estimation using BILOG. The item discrimination and guessing value increased while item difficulty, item information function and test information function decreased.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาลัยการศึกษา.....

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา.....

ปีการศึกษา 2537.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *สุวิมล ทิระกานนท์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *วิมล มณี*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *วิมล มณี*

## กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี และ ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย อาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน ที่คอยเอาใจใส่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และชี้ให้เห็นข้อบกพร่องตลอดจนแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิจัยการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้และให้คำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยมาตลอดมา โดยเฉพาะ รศ.ดร.ดิเรก ศรีสุโข ผู้ชักจูงให้ ผู้วิจัยมาศึกษาในสาขาวิชานี้

ขอขอบคุณ คุณดวงใจ ปวีณภักษิตี คุณวราภรณ์ วิหคโต คุณปิยะวดี แสงคำสุข และ น้อง ๆ ภาควิชาวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ คอยไต่ถาม และให้การสนับสนุน

ขอขอบคุณ คุณทิพาพรรณ สุวรรณโณ และคุณสมหมาย รุ่งพรหมา เพื่อนร่วมงานที่ให้ความ เข้าใจและการช่วยเหลือ

ขอขอบคุณ ผศ.สุดา ตีรกานันท์ พี่สาวแสนดี ผู้ผลักดันให้ผู้วิจัยมาศึกษาต่อ และให้ความ ช่วยเหลือในทุกรูปแบบโดยไม่เห็นกับความรักเห็นดีเห็นชอบ

ทำนุนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้ให้ความรัก ความห่วงใย และ ทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญการศึกษามาโดยตลอด

สุวิมล ตีรกานันท์

เมษายน 2538

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญแผนภูมิ .....	ต

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	15
สมมุติฐานการวิจัย.....	15
ขอบเขตของการวิจัย.....	18
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	20
นิยามศัพท์.....	20
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	25

บทที่ 2 วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

หลักการของทฤษฎีการตอบข้อสอบ.....	26
การตรวจสอบความเป็นเอกมิตินของแบบสอบ.....	32
ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีการตอบข้อสอบและการวิเคราะห์ องค์ประกอบ.....	48
การวิเคราะห์องค์ประกอบ.....	50
การใช้เมตริกซ์แบบต่าง ๆ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ.....	64
ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิตินของแบบสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยัน.....	71

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย



	หน้า
ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	86
ตอนที่ 1 การเตรียมข้อมูลและคำนวณค่าดัชนีด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและองค์ประกอบเชิงสัมพันธ์.....	88
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงที่ของเมตริกซ์แต่ละชนิด	
1.1 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ.....	107
1.2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ.....	147
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของดัชนี	
2.1 ความคงที่ของดัชนี.....	199
2.2 ความไวของดัชนี.....	202
ผลการวิเคราะห์ผลของความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ที่มีต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบข้อสอบ.....	220
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
สรุปผลการวิจัย.....	226
อภิปรายผล.....	227
ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้.....	230
ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป.....	231
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>233</b>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม  
 BILOG..... 241

ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีที่ใช้ tetrachoric correlation matrix แบบเดิม,  
 tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียง  
 ข้อมูล, tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้  
 ค่าการเดา และ variance-covariance matrix เมื่อมี  
 การเปลี่ยนแปลง จำนวนผู้สอบ จำนวนข้อสอบ และค่าความ  
 ยาก..... 247

ภาคผนวก ค

ค่าสิ่งในโปรแกรมต่าง ๆ..... 392

ภาคผนวก ง

เปรียบเทียบค่า correlation ของ tetrachoric  
 correlation matrix แบบเดิม, tetrachoric  
 correlation matrix ที่มีการปรับเรียงข้อมูล..... 397  
 เปรียบเทียบค่า correlation ของ tetrachoric  
 correlation matrix แบบเดิม, tetrachoric  
 correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา..... 398

ประวัติผู้วิจัย..... 399

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ความถี่ของคะแนนที่ได้จากข้อสอบข้อ $i$ และข้อ $j$ .....	42
ตารางที่ 2.2	เปรียบเทียบ EFA และ CFA.....	62
ตารางที่ 2.3	ความถี่ของการตอบข้อสอบข้อที่ $i$ และ $j$ ที่ใช้ในการคำนวณค่า phi correlation.....	64
ตารางที่ 2.4	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณด้วย phi correlation ของ ข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 20 ข้อ ของวรรณุช แหยมแสง เรียงลำดับจากข้อง่ายไปหาข้อยาก.....	65
ตารางที่ 2.5	ความถี่ของการตอบข้อสอบข้อที่ $i$ และ $j$ ที่ใช้ในการคำนวณค่า tetrachoric correlation.....	66
ตารางที่ 2.6	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณด้วย tetrachoric correlation ของข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษ จำนวน 20 ข้อ ของวรรณุช แหยมแสง เรียงลำดับจากข้อง่ายไปหาข้อยาก.....	67
ตารางที่ 2.7	ค่าสัดส่วนที่คาดหวัง (expected proportion) จากการตอบ ข้อที่ $i$ และ $j$ .....	68
ตารางที่ 2.8	ค่าสัดส่วนที่คาดหวัง (expected proportion) จากการตอบ ข้อที่ $i$ และ $j$ เมื่อมีค่าการเดา ( $c$ ).....	69
ตารางที่ 2.9	เปรียบเทียบ phi correlation และ tetrachoric correlation ในการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ EFA .....	70
ตารางที่ 3.1	การเจือปนข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษด้วยข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความยากเท่ากัน .....	95
ตารางที่ 3.2	การเจือปนข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษด้วยข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน .....	96
ตารางที่ 3.3	การเจือปนข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษ 10 ข้อด้วยข้อสอบวิชา คณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน .....	97
ตารางที่ 3.4	ทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้องของดัชนี .....	101
ตารางที่ 3.5	การออกแบบตารางสำหรับแสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของ ดัชนี .....	103

ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ER เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	107
ตารางที่ 4.2	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ERR เมื่อใช้จำนวนผู้สอบเป็น 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	112
ตารางที่ 4.3	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี $G^2$ เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	119
ตารางที่ 4.4	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี $\chi^2$ เมื่อใช้จำนวนผู้สอบเป็น 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	122
ตารางที่ 4.5	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี AGFI เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	127
ตารางที่ 4.6	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี RMR เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	132
ตารางที่ 4.7	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี NNFI เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	137
ตารางที่ 4.8	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี CN เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	142
ตารางที่ 4.9	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ER เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	147

ตารางที่ 4.10	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ERR เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	154
ตารางที่ 4.11	เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี $G^2$ เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	160
ตารางที่ 4.12	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี $\chi^2$ เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	165
ตารางที่ 4.13	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี AGFI เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	171
ตารางที่ 4.14	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี RMR เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	177
ตารางที่ 4.15	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี NNFI เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25, และ 30 ข้อ .....	183
ตารางที่ 4.16	เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี CN เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	189
ตารางที่ 4.17	สรุปชนิดของเมตริกซ์ที่มีความคงที่ในการคำนวณค่าของดัชนีแต่ละประเภท .....	198
ตารางที่ 4.18	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	199
ตารางที่ 4.19	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER, ERR, $G^2$ ,	

	$\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง จำนวนข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 .....	202
ตารางที่ 4.20	ผลการวิเคราะห์ความคงที่ของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน ผู้สอบ จำนวนข้อสอบ และค่าความยาก .....	205
ตารางที่ 4.21	ความไวของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมี การเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน .....	207
ตารางที่ 4.22	ความไวของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมี การเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน .....	210
ตารางที่ 4.23	ความไวของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมี การเจือปนข้อสอบในมิติอื่นจำนวน 50 % เพื่อให้แบบสอบมี ลักษณะเป็น 2 มิติ .....	213
ตารางที่ 4.24	ความไวของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น เมื่อพิจารณาค่าที่ เปลี่ยนแปลงไป และทิศทางการเปลี่ยนแปลง .....	215
ตารางที่ 4.25	คุณภาพของดัชนีจำแนกตามความคงที่และความไว .....	217
ตารางที่ 4.26	ค่าอำนาจจำแนก (a) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น .....	220
ตารางที่ 4.27	ค่าความยาก (b) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น .....	221
ตารางที่ 4.28	ค่าการเดา (c) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น .....	222
ตารางที่ 4.29	ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function:	

IIF) และคำสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information Function:TIF) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG	
เมื่อเจอบนด้วยข้อสอบในมิติอื่น .....	223
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบความไวของดัชนี ER และ ERR .....	229



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญแผนภูมิ

		หน้า
แผนภูมิที่	2.1 โคนลักษณะข้อสอบที่เป็นโมเดลโลจิสติกหนึ่งพารามิเตอร์.....	30
แผนภูมิที่	2.2 โคนลักษณะข้อสอบที่เป็นโมเดลโลจิสติกสองพารามิเตอร์.....	31
แผนภูมิที่	2.3 โคนลักษณะข้อสอบที่เป็นโมเดลโลจิสติกสามพารามิเตอร์.....	32
แผนภูมิที่	2.4 การพล็อตค่าไอเกินใน scree test criterion.....	56
แผนภูมิที่	3.1 แสดงผล scree test criterion ในการตรวจสอบความ เอกมิติของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยวิชาภาษาอังกฤษ กข ข้อที่ 1-20 .....	90
แผนภูมิที่	3.2 แสดงผล scree test criterion ในการตรวจสอบความ เอกมิติของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยวิชาภาษาอังกฤษ กข ข้อที่ 21-40 .....	90
แผนภูมิที่	3.3 แสดงผล scree test criterion ในการตรวจสอบความ เอกมิติของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยวิชาภาษาอังกฤษ กข ข้อที่ 41-60 .....	90
แผนภูมิที่	3.4 แสดงผล scree test criterion ในการตรวจสอบความ เอกมิติของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยวิชาภาษาอังกฤษ กข ข้อที่ 61-80 .....	91
แผนภูมิที่	3.5 แสดงผล scree test criterion ในการตรวจสอบความ เอกมิติของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยวิชาภาษาอังกฤษ กข ข้อที่ 81-100 .....	91
แผนภูมิที่	3.6 แสดงการจัดชุดข้อสอบด้วยค่าความยากและจำนวนข้อสอบ .....	92
แผนภูมิที่	3.7 แสดงการจัดชุดข้อสอบด้วยค่าความยาก จำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้สอบ .....	93
แผนภูมิที่	4.1 แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	109
แผนภูมิที่	4.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัด ค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	110



แผนภูมิที่ 4.3	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	110
แผนภูมิที่ 4.4	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	112
แผนภูมิที่ 4.5	แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	114
แผนภูมิที่ 4.6	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	115
แผนภูมิที่ 4.7	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	115
แผนภูมิที่ 4.8	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	116
แผนภูมิที่ 4.9	แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	119
แผนภูมิที่ 4.10	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	120
แผนภูมิที่ 4.11	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	120

แผนภูมิที่ 4.12	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	121
แผนภูมิที่ 4.13	แสดงค่าดัชนี $X^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	124
แผนภูมิที่ 4.14	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $X^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	125
แผนภูมิที่ 4.15	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $X^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	125
แผนภูมิที่ 4.16	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $X^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	126
แผนภูมิที่ 4.17	แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	129
แผนภูมิที่ 4.18	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	130
แผนภูมิที่ 4.19	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	130
แผนภูมิที่ 4.20	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	131
แผนภูมิที่ 4.21	แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	134

แผนภูมิที่ 4.22	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	135
แผนภูมิที่ 4.23	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	135
แผนภูมิที่ 4.24	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	136
แผนภูมิที่ 4.25	แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	139
แผนภูมิที่ 4.26	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	140
แผนภูมิที่ 4.27	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	140
แผนภูมิที่ 4.28	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	141
แผนภูมิที่ 4.29	แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ .....	144
แผนภูมิที่ 4.30	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัด	

	ค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	145
แผนภูมิที่ 4.31	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ .....	145
แผนภูมิที่ 4.32	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	146
แผนภูมิที่ 4.33	แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	149
แผนภูมิที่ 4.34	แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	150
แผนภูมิที่ 4.35	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	151
แผนภูมิที่ 4.36	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	151
แผนภูมิที่ 4.37	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	152
แผนภูมิที่ 4.38	แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	156
แผนภูมิที่ 4.39	แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	157

แผนภูมิที่ 4.40	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	158
แผนภูมิที่ 4.41	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	158
แผนภูมิที่ 4.42	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	159
แผนภูมิที่ 4.43	แสดงค่าดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	161
แผนภูมิที่ 4.44	แสดงค่าดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	162
แผนภูมิที่ 4.45	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	163
แผนภูมิที่ 4.46	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	163
แผนภูมิที่ 4.47	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี $G^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	164
แผนภูมิที่ 4.48	แสดงค่าดัชนี $\chi^2$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	167

แผนภูมิที่ 4.49 แสดงค่าดัชนี  $\chi^2$  เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ  
และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ ..... 168

แผนภูมิที่ 4.50 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
 $\chi^2$  เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัด  
ค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250,  
300, 400, 500 และ 600 คน ..... 169

แผนภูมิที่ 4.51 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
 $\chi^2$  เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการ  
จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200,  
250, 300, 400, 500 และ 600 คน ..... 169

แผนภูมิที่ 4.52 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
 $\chi^2$  เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณา  
ทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก..... 170

แผนภูมิที่ 4.53 แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ  
และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ ..... 173

แผนภูมิที่ 4.54 แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ  
และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ ..... 174

แผนภูมิที่ 4.55 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัด  
ค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250,  
300, 400, 500 และ 600 คน ..... 175

แผนภูมิที่ 4.56 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัด  
ค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250,  
300, 400, 500 และ 600 คน ..... 175

แผนภูมิที่ 4.57 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี  
AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณา  
ทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก..... 176

แผนภูมิที่ 4.58	แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	179
แผนภูมิที่ 4.59	แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	180
แผนภูมิที่ 4.60	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	181
แผนภูมิที่ 4.61	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	181
แผนภูมิที่ 4.62	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	182
แผนภูมิที่ 4.63	แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	185
แผนภูมิที่ 4.64	แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	186
แผนภูมิที่ 4.65	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	187
แผนภูมิที่ 4.66	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	187

แผนภูมิที่ 4.67	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	188
แผนภูมิที่ 4.68	แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	191
แผนภูมิที่ 4.69	แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	192
แผนภูมิที่ 4.70	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	193
แผนภูมิที่ 4.71	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน .....	193
แผนภูมิที่ 4.72	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก.....	194
แผนภูมิที่ 4.73	เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ.....	195
แผนภูมิที่ 4.74	เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี ER, ERR, $G^2$ , $\chi^2$ , AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ.....	196
แผนภูมิที่ 4.75	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ .....	201
แผนภูมิที่ 4.76	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน	



	ผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัด ค่าความยากของข้อสอบ.....	201
แผนภูมิที่ 4.77	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี แต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดย พิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก ของข้อสอบ.....	204
แผนภูมิที่ 4.78	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่า ความยากของข้อสอบ.....	204
แผนภูมิที่ 4.79	เปรียบเทียบความไวของดัชนีแต่ละชนิดต่อการเจือปนข้อสอบ ในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน .....	209
แผนภูมิที่ 4.80	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี เมื่อมีการเจือปนข้อสอบ ในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน .....	209
แผนภูมิที่ 4.81	เปรียบเทียบความไวของดัชนีแต่ละชนิดต่อการเจือปนข้อสอบ ในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน .....	212
แผนภูมิที่ 4.82	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี เมื่อมีการเจือปนข้อสอบ ในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน .....	212