บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และเชิงยืนยัน โดยใช้เมตริกซ์ 4 ชนิด ประกอบด้วย tetrachoric correlation matrix 3 ชนิด คือ เมตริกซ์แบบเดิม เมตริกซ์ที่มีการปรับเรียบข้อมูล เมตริกซ์ที่มีการแก้ค่าการเดา และ variance-covariance matrix ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ ตลอดจนศึกษาถึงคุณภาพของดัชนีในเรื่อง ความคงที่ และความไวของดัชนีแต่ละประเภท

ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติที่นำมาศึกษา ประกอบด้วย

1. ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติจากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ EFA
   - 1.1 ดัชนี ER และ ERR ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในโปรแกรม SPSS/PC$^+$
   - 1.2 ดัชนี ER และ ERR ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในโปรแกรม SPSS/PC$^+$
   - 1.3 ดัชนี ER และ ERR ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในโปรแกรม SPSS/PC$^+$
   - 1.2 ดัชนี ER และ ERR ได้จากการวิเคราะห์ด้วย variance - covariance matrix ในโปรแกรม SPSS/PC$^+$
2. ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติจากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ CFA
   - 2.1 ดัชนี G^2 ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในโปรแกรม TESTFACT
   - 2.2 ดัชนี G^2 ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในโปรแกรม TESTFACT
   - 2.3 ดัชนี χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ในโปรแกรม LISREL

2.4 ดัชนี χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในโปรแกรม LISREL

2.5 ดัชนี χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ได้จากการวิเคราะห์ด้วย tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในโปรแกรม LISREL

2.6 ดัชนี χ^2, AGFI, RMR, NNFI, และ CN ได้จากการวิเคราะห์ด้วย variance - covariance matrix ในโปรแกรม LISREL

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงที่ของดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบแต่ละชนิด ที่ใช้เมตริกซ์ 4 ชนิด ประกอบด้วย tetrachoric correlation matrix แบบเดิม, tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล, tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา และ variance-covariance matrix ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ เมื่อมี

1.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบและค่าความยากของข้อสอบ

1.1.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี ER และ ERR ที่ได้จากเมตริกซ์แบบต่าง ๆ ใน EFA

1.1.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ที่ได้จากเมตริกซ์แบบต่าง ๆ ใน CFA

1.2 การเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบและค่าความยากของข้อสอบ

1.2.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี ER และ ERR ที่ได้จากเมตริกซ์แบบต่าง ๆ ใน EFA

1.2.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ที่ได้จาก เมตริกซ์แบบต่าง ๆ ใน CFA

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของดัชนี

2.1 ความคงที่ของดัชนี

2.1.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนีต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนีต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และค่าความยากของข้อสอบ

2.2 ความไวของดัชนี

2.2.1 ผลการเปรียบเทียบความไวของดัชนี เมื่อเจือปนข้อสอบมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน

2.2.2 ผลการเปรียบเทียบความไวของดัชนี เมื่อเจือปนข้อสอบมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

2.2.3 ผลการเปรียบเทียบความไวของดัชนี เมื่อเจือปนข้อสอบมิติอื่นจำนวน 50 %

อนึ่ง เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อมูลที่ได้เตรียมไว้สำหรับการวิเคราะห์ความไวของดัชนี จึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษาถึงผลของความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่มีต่อการวิเคราะห์ข้อสอบในกรณีที่มีการฝ่าฝืนข้อตกลงเรื่องความเป็นเอกมิติของแบบสอบตามแนว IRT และมีการรายงานผลการเปลี่ยนแปลงค่าอำนาจจำแนก การเปลี่ยนแปลงค่าความยาก การเปลี่ยนแปลงค่าการเดา การเปลี่ยนแปลงค่าสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงที่ของดัชนีแต่ละชนิด ที่ใช้ tetrachoric correlation matrix แบบเดิม tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา และ variance-covariance matrix ในการคำนวณค่าดัชนี เมื่อมี

1.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ

1.2 การเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และค่าความยากของข้อสอบ

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความคงที่ของดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์แต่ละชนิด

1.1 ดัชนีมีสัมประสิทธิ์การกระจายไม่เกิน .20 ซึ่งค่านี้ได้จากคำนวณค่า CV ของ T-score (1 SD หารด้วยค่าเฉลี่ยของ T-score=10/50) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน ผู้สอบ ทั้งในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

1.2 ดัชนีมีสัมประสิทธิ์การกระจายไม่เกิน .20 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ทั้งในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

1.1 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ

1.1.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี ER และ ERR ที่ได้จากการคำนวณด้วยเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ ใน EFA

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี ER ที่ใช้เมตริกซ์แต่ละประเภทในการคำนวณค่า เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.36	0.38	0.32	0.15	0.23	0.39
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.16	0.27	0.23	0.24	0.24	0.22
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	0.12	0.14	0.15	0.32	0.36	0.26
variance-covariance matrix	0.55	0.08	0.09	0.17	0.06	0.01

ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.38 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.39 แต่ในการวิเคราะห์ค่าที่ได้ในตารางพบว่าเมตริกซ์ที่ใช้มีลักษณะเป็น non-positively definite การคำนวณด้วย

โปรแกรม SPSS/PC+ จึงไม่ครบขั้นตอนทั้งหมด ค่าที่ได้เป็นค่าสถิติเริ่มต้นสำหรับขั้นตอนต่อไปเท่านั้น (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 1-6 ในภาคผนวก ข) การนำค่าเหล่านี้มาคำนวณค่าดัชนีย่อมทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

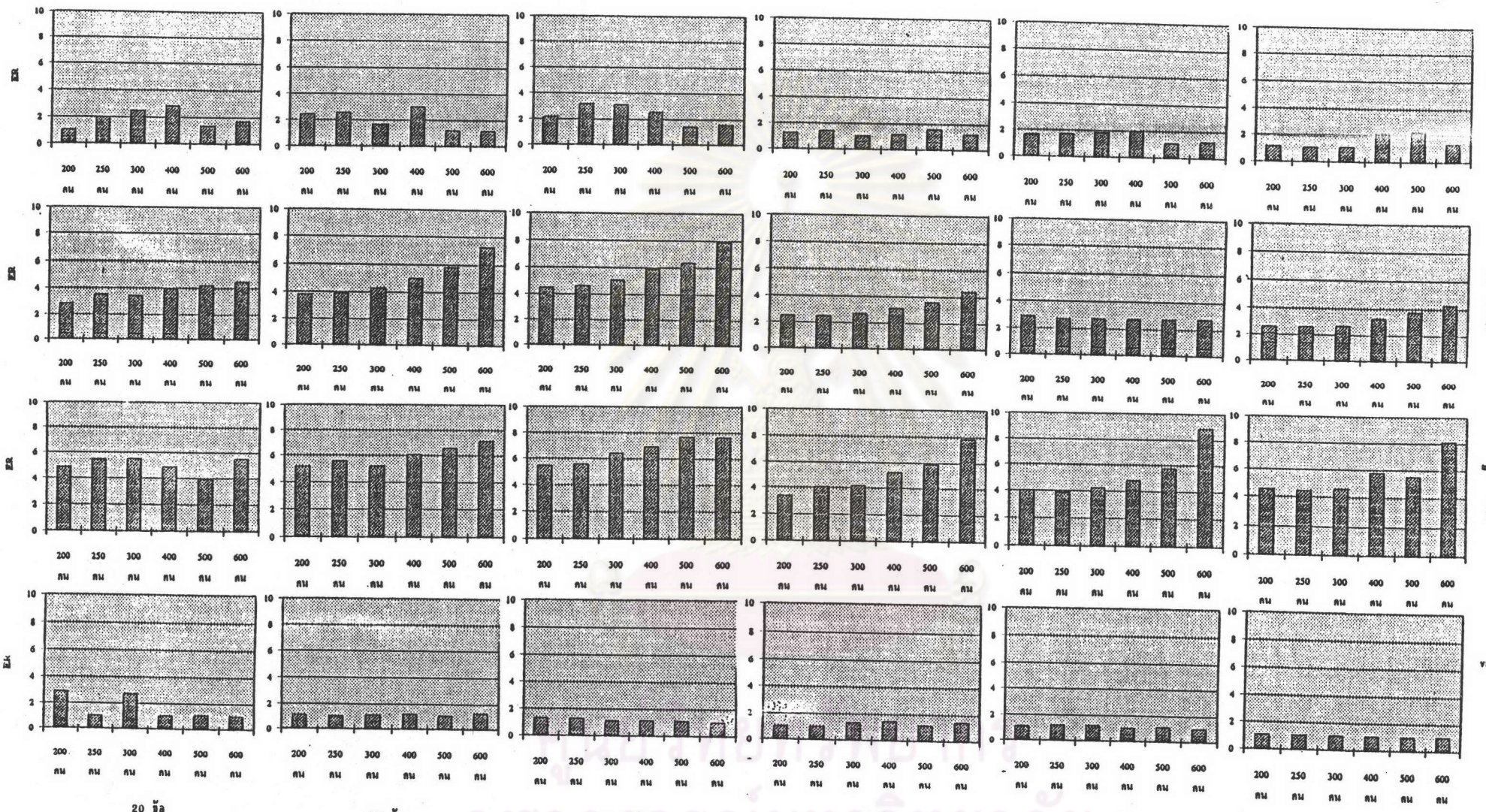
ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.24 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.16 ถึง 0.23

ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.15 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง0.26 ถึง 0.32

ส่วนดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากจำนวนมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.17 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.55 และมีค่า CV สูงสุดเมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อที่จำกัดค่าความยาก เมื่อพิจารณาจากตาราง 1-6 ในภาคผนวก ข พบว่าการที่ค่า CV มีค่าเนื่องสูงเนื่องจากการใช้ข้อสอบ 20 ข้อกับผู้สอบ 200 คน ซึ่งไม่ถึง 20 เท่าของจำนวนข้อสอบ ทำให้ค่าไอเกนที่ได้สูงกว่าค่าไอเกนที่คำนวณได้ในกลุ่มอื่น ๆ

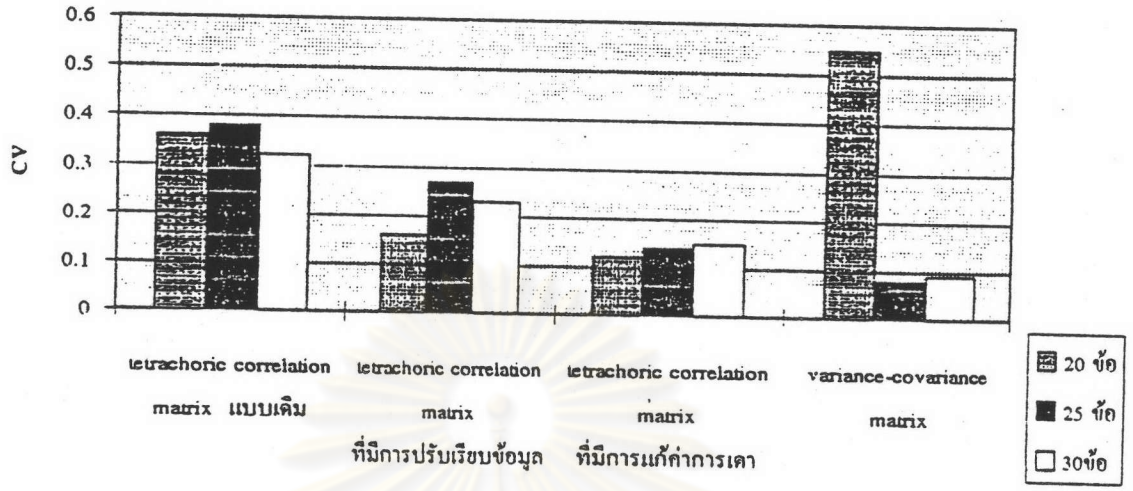
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าดัชนี ER ที่ได้จาก variance-covariance matrix มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มากที่สุด คือ มีค่า CV ร้อยละ 83.33 ไม่เกิน .20 และมีการคำนวณค่าสถิติที่วิเคราะห์ครบขั้นตอนทั้งหมดของโปรแกรม รองลงมาคือ tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่า CV ร้อยละ 50 ไม่เกิน .20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

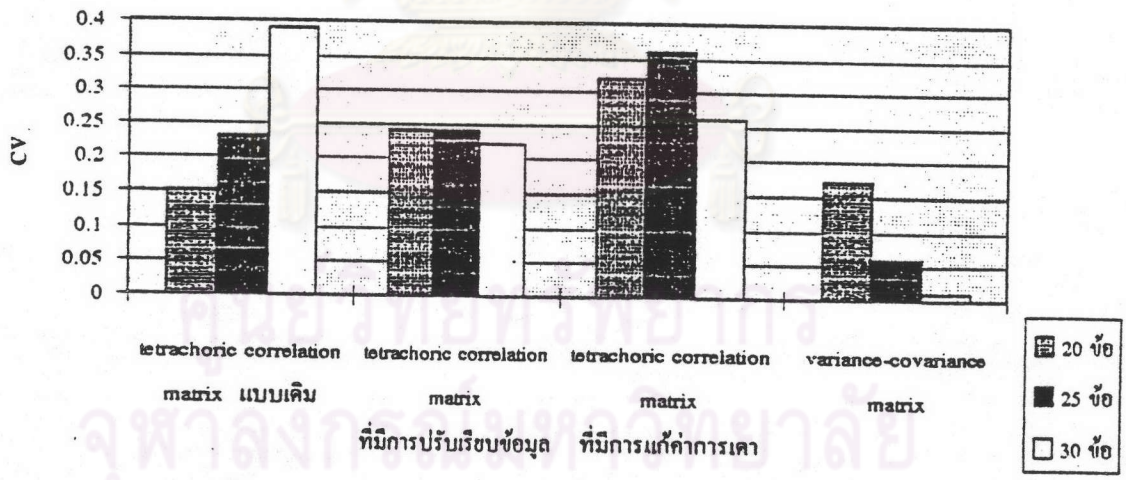


แผนภูมิที่ 4.1 แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



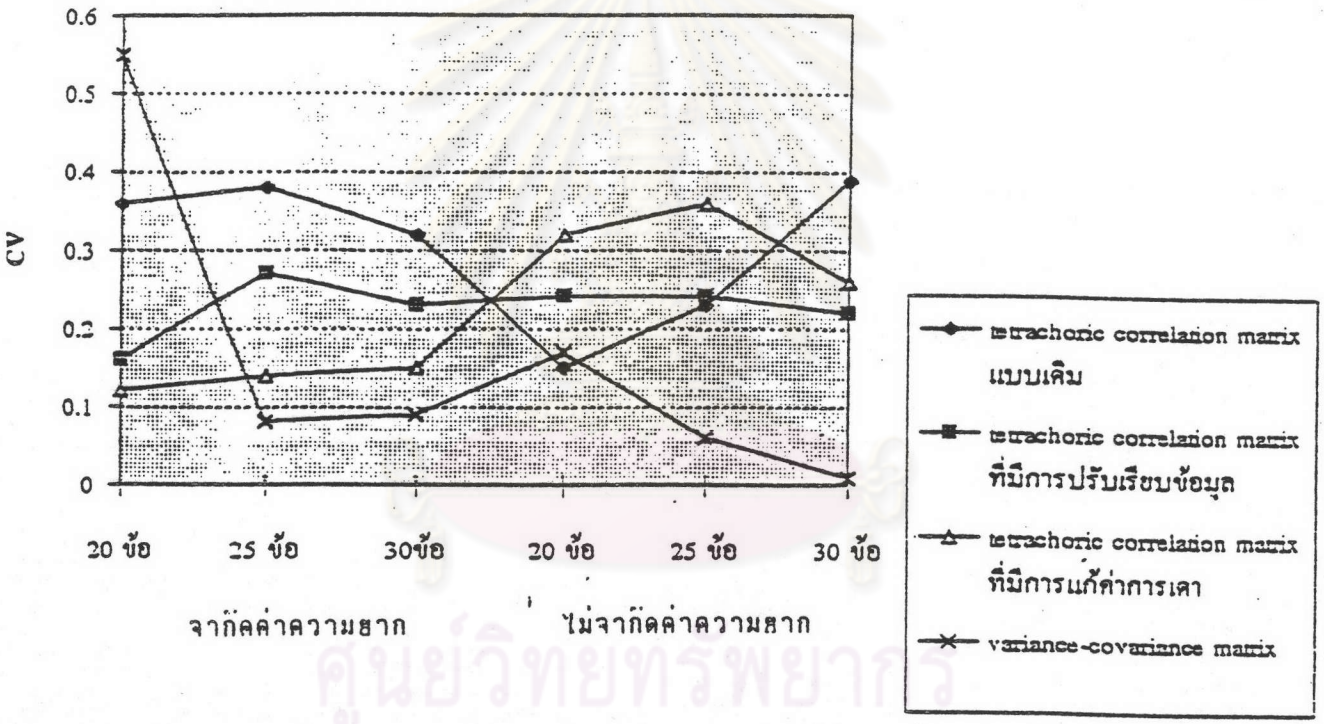
แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.1 เห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ค่าดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีลักษณะสม่ำเสมอมากที่สุด เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา นั้นมีค่าดัชนีสูงขึ้น เมื่อมีการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม

ในแผนภูมิที่ 4.2 และ 4.3 แสดงให้ว่าเมื่อใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ ค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ร้อยละ 83.33 มีค่าต่ำกว่าค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณจากเมตริกซ์อื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

ในแผนภูมิที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ร้อยละ 83.33 มีค่าไม่เกิน .20 ยกเว้นเมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อและจำกัดค่าความยากของข้อสอบดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ERR เมื่อใช้จำนวนผู้สอบเป็น 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.26	0.19	0.13	0.23	0.12	0.27
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.18	0.29	0.28	0.19	0.27	0.23
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	0.29	0.10	0.14	0.37	0.48	0.24
variance-covariance matrix	0.31	0.24	0.26	0.27	0.23	0.19

ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.13 ถึง 0.26 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.23 แต่ในการวิเคราะห์ค่าที่ได้ในตารางพบว่าเมตริกซ์ที่ใช้มีลักษณะเป็น non-positively definite การคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ จึงไม่ครบขั้นตอนทั้งหมด ค่าที่ได้เป็นค่าสถิติเริ่มต้นสำหรับขั้นตอนต่อไปเท่านั้น (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 7-12 ในภาคผนวก ข) การนำค่าเหล่านี้มาคำนวณค่าดัชนี ย่อมทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับ

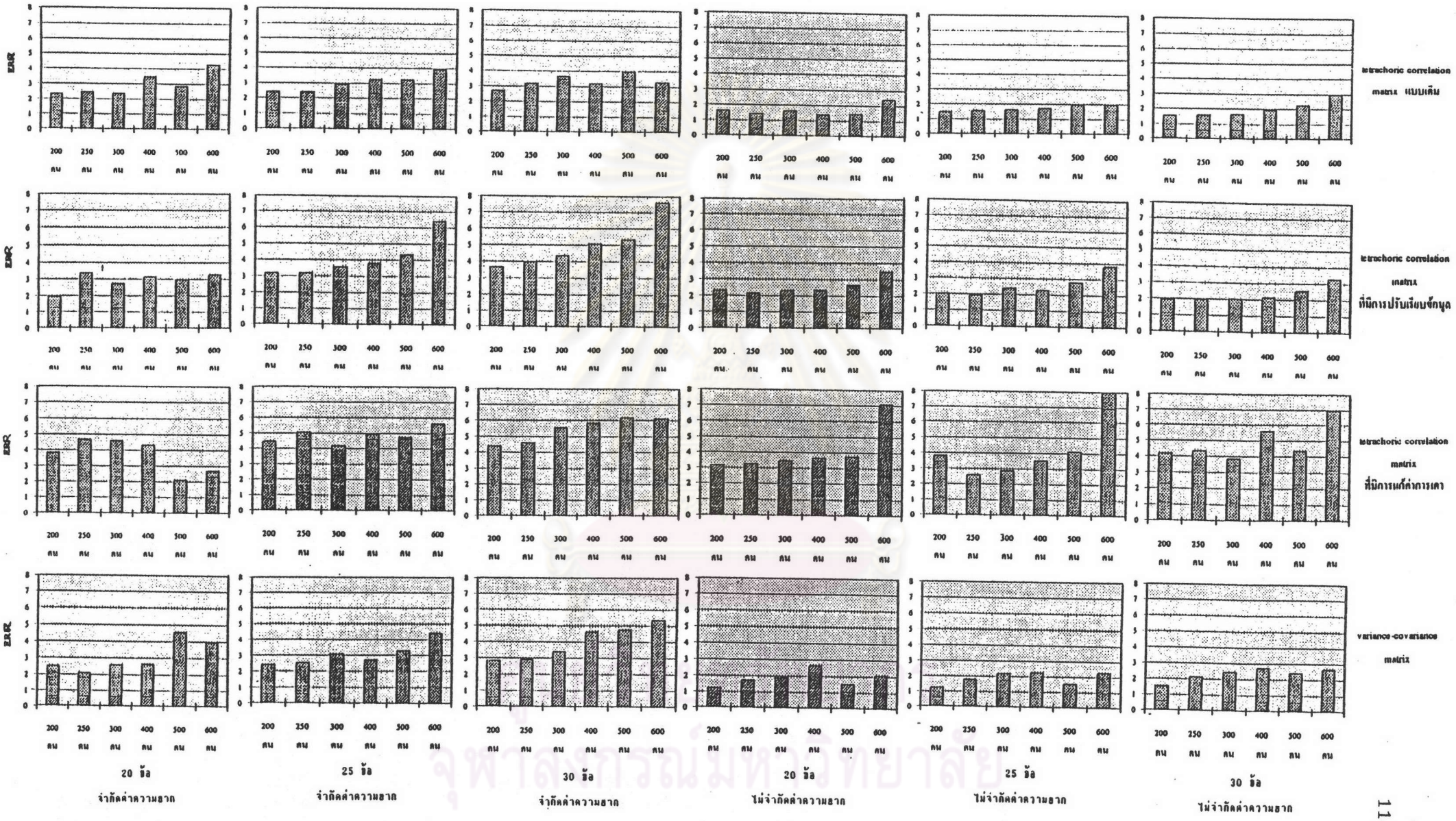
เรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากจำนวนมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 0.23 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยากที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง0.18 ถึง 0.29

ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากจำนวน มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 0.29 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง0.24 ถึง 0.48

ส่วนดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.24 ถึง 0.31 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 0.27 และมีค่า CV สูงสุดเมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อที่จำกัดค่าความยาก แม้ว่าค่า CV ของดัชนี ERR มีค่าสูงกว่าของดัชนี ER ในลักษณะเดียวกัน แต่เห็นได้ว่าในดัชนี ERR ค่า CV มีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ทั้งในกลุ่มที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

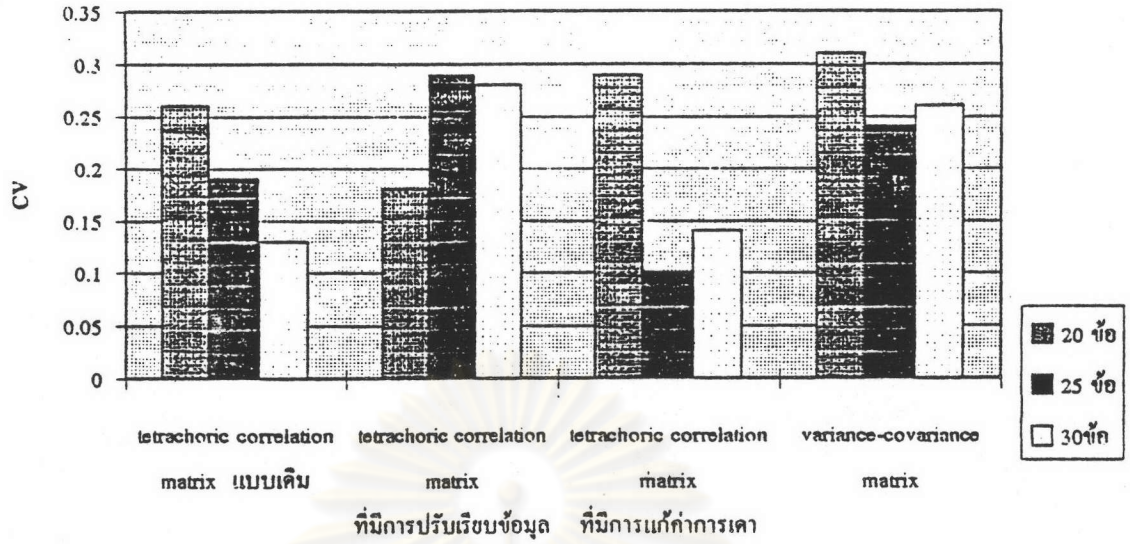
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าดัชนี ERR ที่ได้จาก tetrachoric correlation matrix ทุก ชนิดจะมีค่า CV เพียงร้อยละ 33.33 ไม่เกิน .20 ส่วนดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ร้อยละ 16.67 ไม่เกินค่า .20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

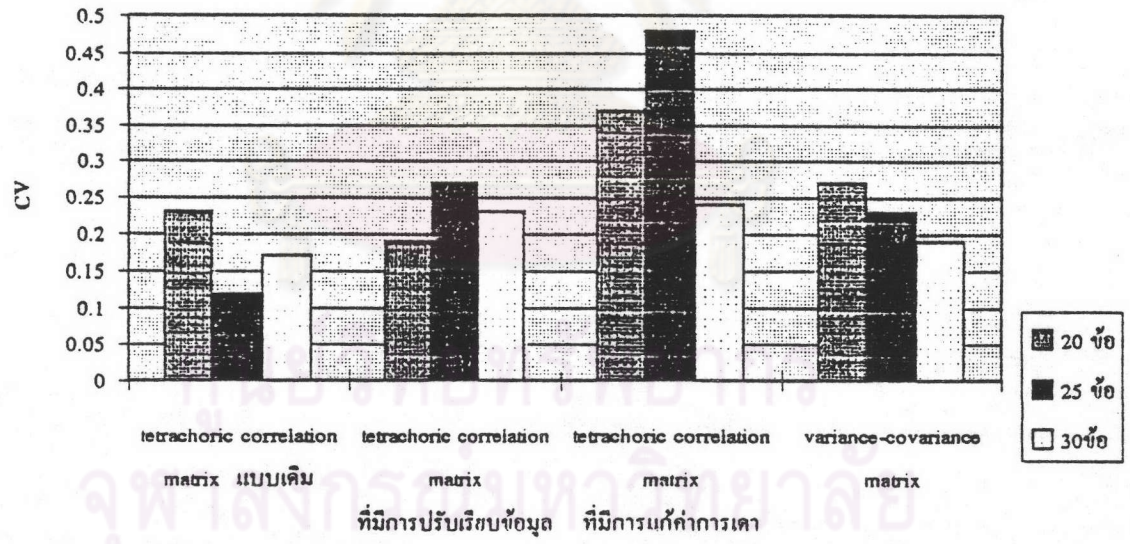


แผนภูมิที่ 4.5 แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



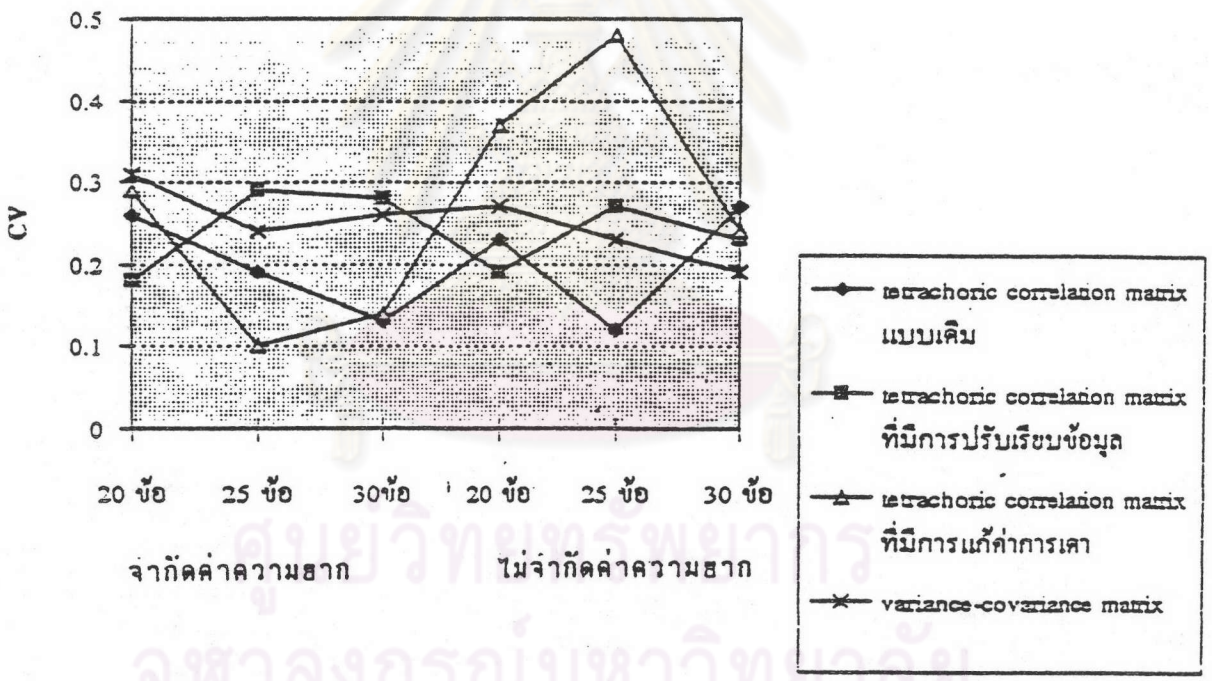
แผนภูมิที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.5 เห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ค่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix และ tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีลักษณะสม่ำเสมอมากกว่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ที่เหลืออีก 2 ชนิด และเป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี ERR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดานั้นมีค่าดัชนีสูงขึ้น เมื่อมีการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม

ในแผนภูมิที่ 4.6 และ 4.7 แสดงให้ว่าเมื่อใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ ค่า CV ของดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าสม่ำเสมอมากกว่าค่า CV ของดัชนี ERR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

จากแผนภูมิที่ 4.8 เห็นได้ว่า ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีการเปลี่ยนแปลงค่า CV เมื่อเปลี่ยนจำนวนข้อสอบน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีที่ได้จากเมตริกซ์ทั้งหมด เห็นได้ว่าดัชนี ERR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่า cv ร้อยละ 50 ไม่เกิน .20 แต่เนื่องจากค่าที่นำมาใช้ในการคำนวณมีปัญหา non-positively definite ซึ่งเป็นข้อจำกัดของโปรแกรม SPSS/PC^{+} ทำให้ค่าที่ได้ไม่ถูกต้อง ส่วนดัชนี ERR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดาซึ่งเป็นการแก้ปัญหา non-positively definite นั้น กลับทำให้ดัชนีมีค่าสูงขึ้นกว่าเดิมมาก เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จาก tetrachoric correlation matrix ทั้ง 3 ชนิดมาเปรียบเทียบกันพบว่า

1. เมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมมาเป็น tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ค่าในเมตริกซ์ร้อยละ 35 เปลี่ยนไปจากเดิม ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าตั้งแต่ -0.35 ถึง 0.95 ซึ่งมีพิสัยเท่ากับ 1.30

2. เมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมมาเป็น tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ค่าในเมตริกซ์ร้อยละ 40 เปลี่ยนไปจากเดิม ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าตั้งแต่ -0.74 ถึง 0.93 ซึ่งมีพิสัยเท่ากับ 1.67 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 1 และ 2 ในภาคผนวก ง)

จากการที่ tetrachoric correlation matrix ทั้ง 3 ชนิด มีจุดด้อยเกิดขึ้น ทำให้ ค่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีความเป็นไปได้มากกว่าเมตริกซ์อื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ที่ได้จากการคำนวณด้วยเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ ใน CFA

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี G^2 เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

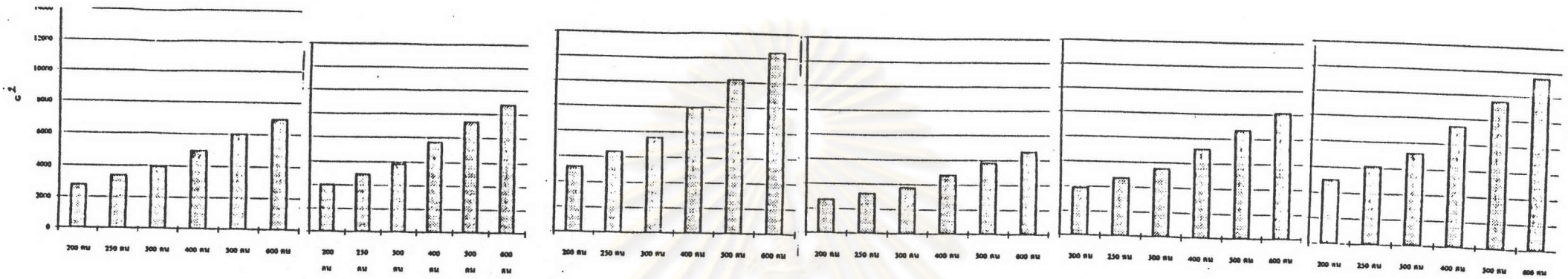
ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.35	0.37	0.38	0.34	0.36	0.37
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	-	0.38	0.39	0.34	0.36	0.38

ดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.35 ถึง 0.38 และ 0.34 ถึง0.37

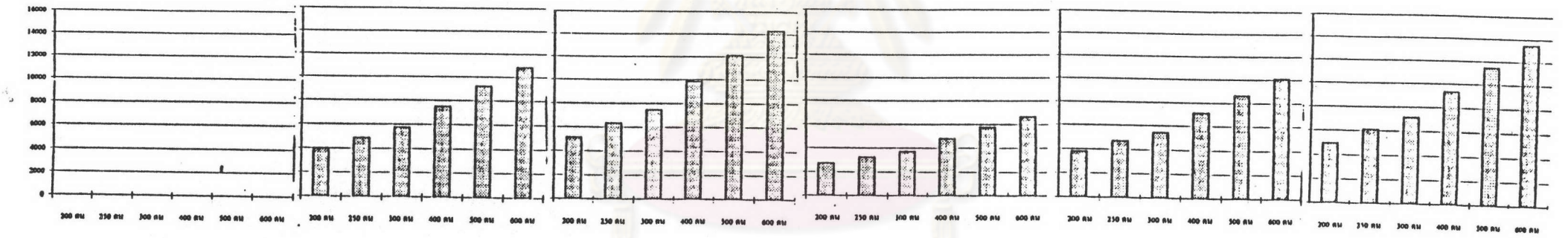
ส่วนดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก และข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.38 ถึง 0.39 และ 0.34 ถึง0.37 แต่เมื่อใช้ข้อสอบ 20 ข้อ และจำกัดค่าความยาก เมตริกซ์ที่ได้จะเป็น singular matrix โปรแกรม TESTFACT ไม่สามารถคำนวณถึงขั้นตอนสุดท้าย (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 13-18 ในตารางภาคผนวก ข)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เห็นได้ว่าดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทั้ง 2 ชนิดจะมีค่า CV เกิน .20

tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล



tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา



20 ข้อ จำกัดค่าความยาก

25 ข้อ จำกัดค่าความยาก

30 ข้อ จำกัดค่าความยาก

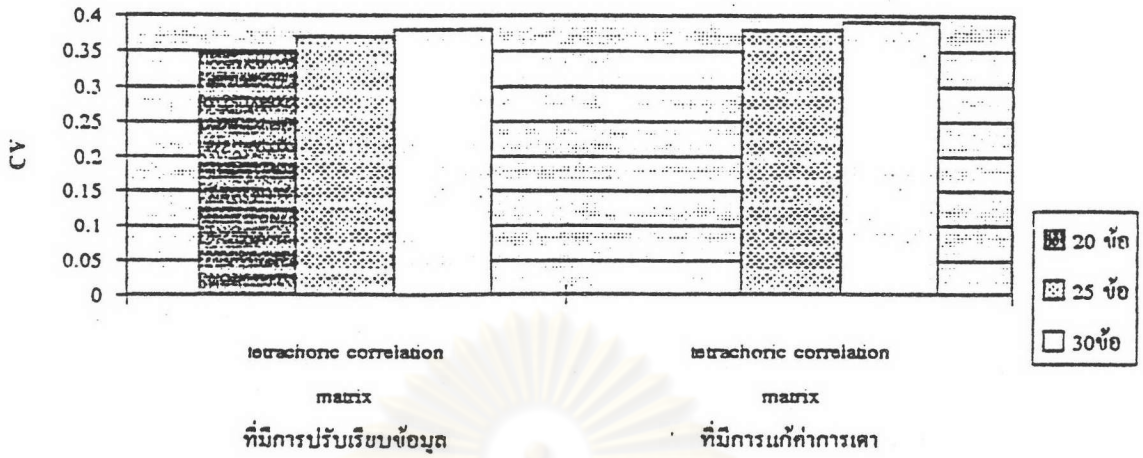
20 ข้อ ไม่จำกัดค่าความยาก

25 ข้อ ไม่จำกัดค่าความยาก

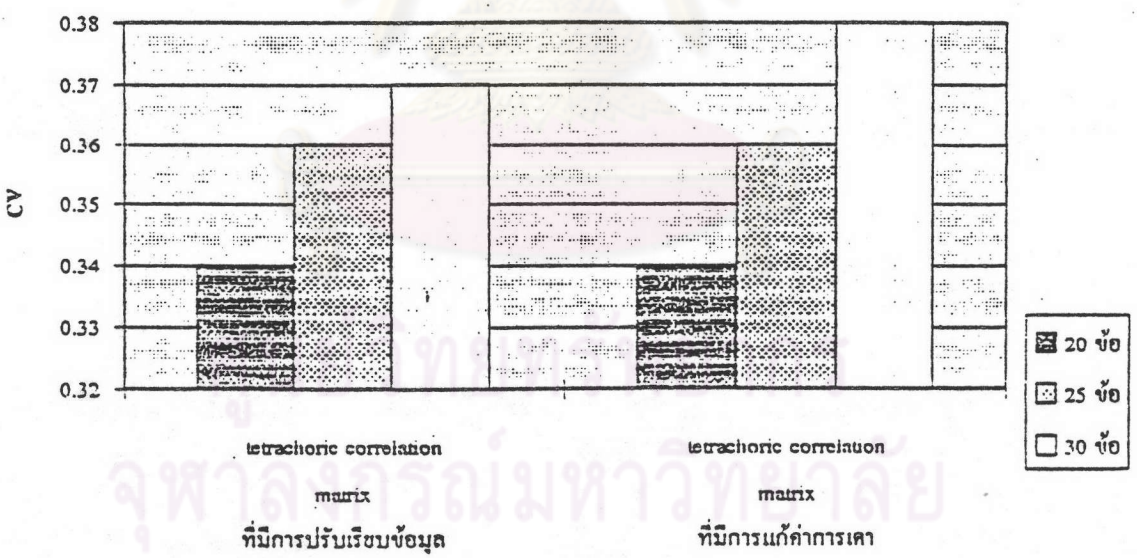
30 ข้อ ไม่จำกัดค่าความยาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.9 แสดงค่าดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ



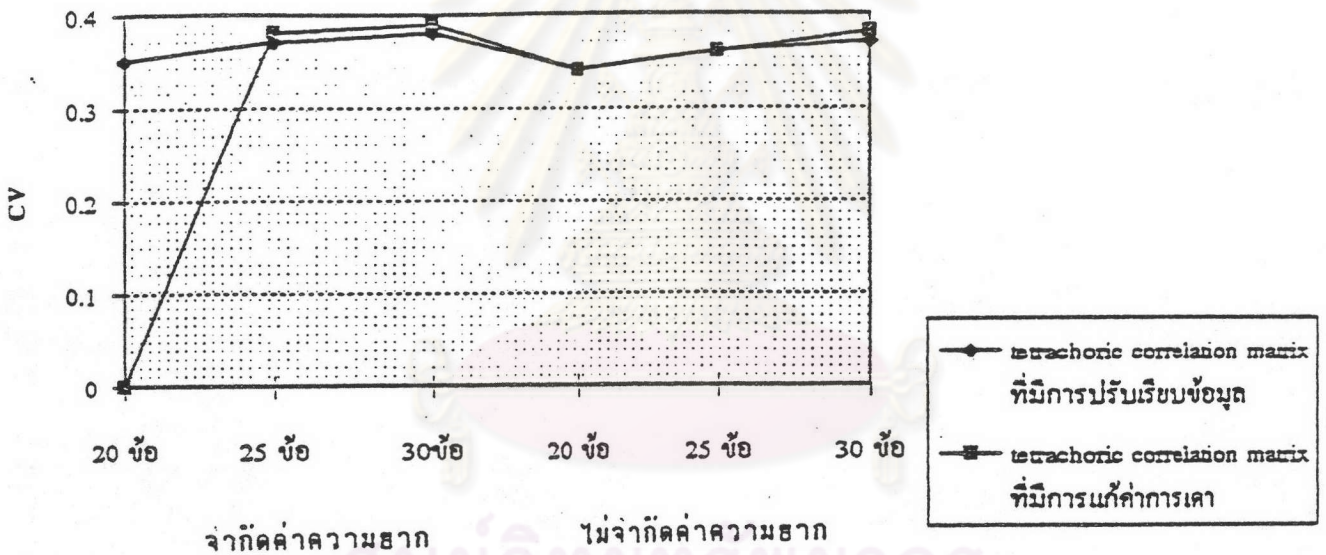
แผนภูมิที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ในแผนภูมิที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่าดัชนีใกล้เคียงกัน แต่ใน tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา บางชุดมีเมตริกซ์ที่เป็น singular matrix ทำให้โปรแกรม TESTFACT ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนี G^2

จากแผนภูมิที่ 4.10 และ 4.11 เห็นได้ว่า เมื่อไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ ค่า CV ของดัชนี G^2 มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนข้อสอบที่ใช้ โดยมีค่า CV ใกล้เคียงกันทั้งดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา



แผนภูมิที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.12 พบว่าดัชนี G^2 ที่คำนวณด้วยเมตริกซ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่า CV เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี χ^2 เมื่อใช้จำนวนผู้สอบเป็น 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.04	0.15	0.16	0.21	0.29	0.28
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	-	-	-	0.21	0.21	0.27
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	0.93	0.14	2.27	2.32	0.19	0.24
variance-covariance matrix	0.03	0.05	0.02	0.09	0.04	0.02

ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.29 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.16

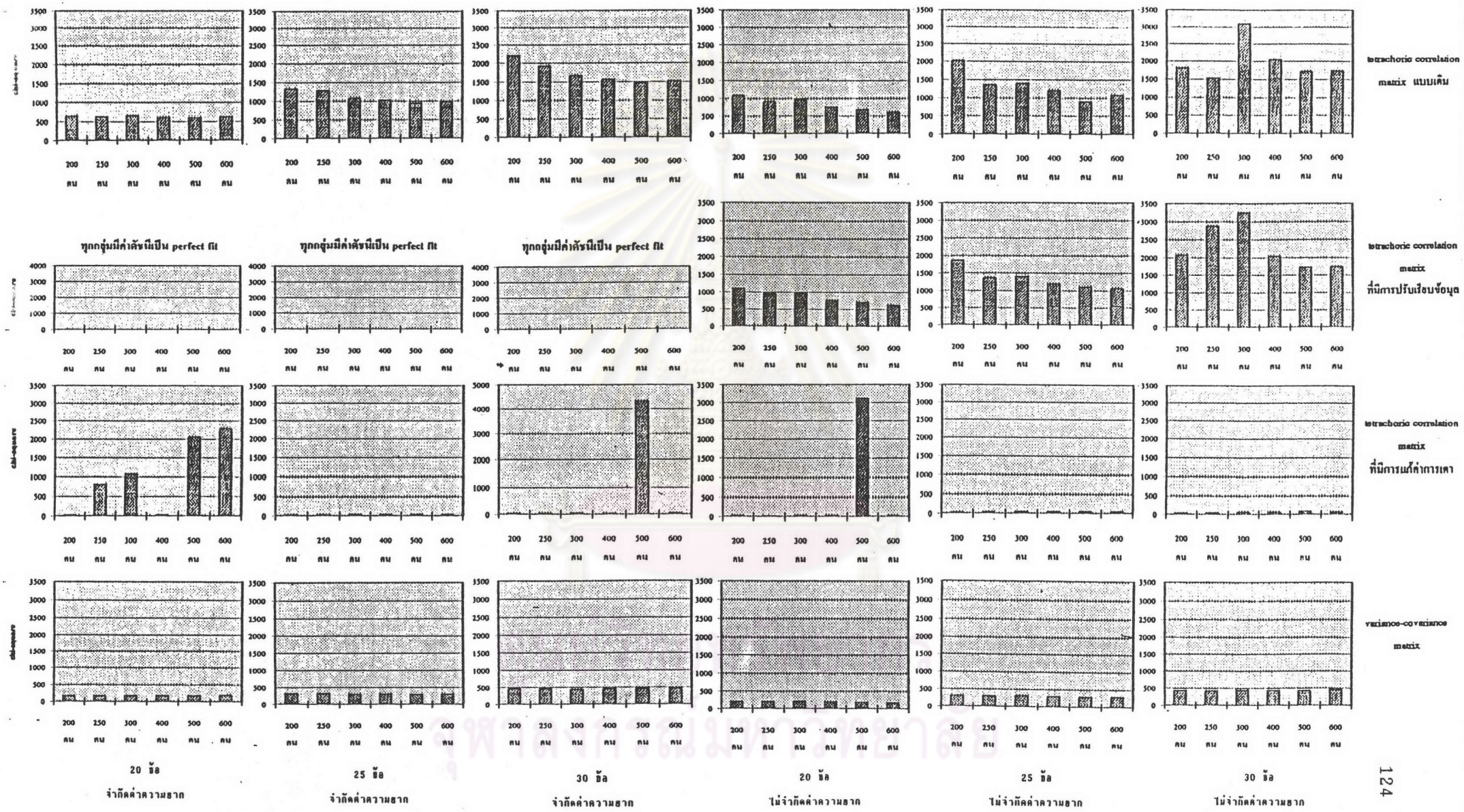
ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูลเมื่อใช้ข้อสอบที่จำกัดค่าความยากไม่สามารถคำนวณค่าCV เนื่องจากมีการปรับข้อมูลจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) โปรแกรม LISREL ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนีได้ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 19-24 ในตารางภาคผนวก ข) ส่วนค่า CV ของดัชนี χ^2 ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่า อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.27

ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV ใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 2.27 และ 0.19 ถึง 2.32

ส่วนดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.05 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.09

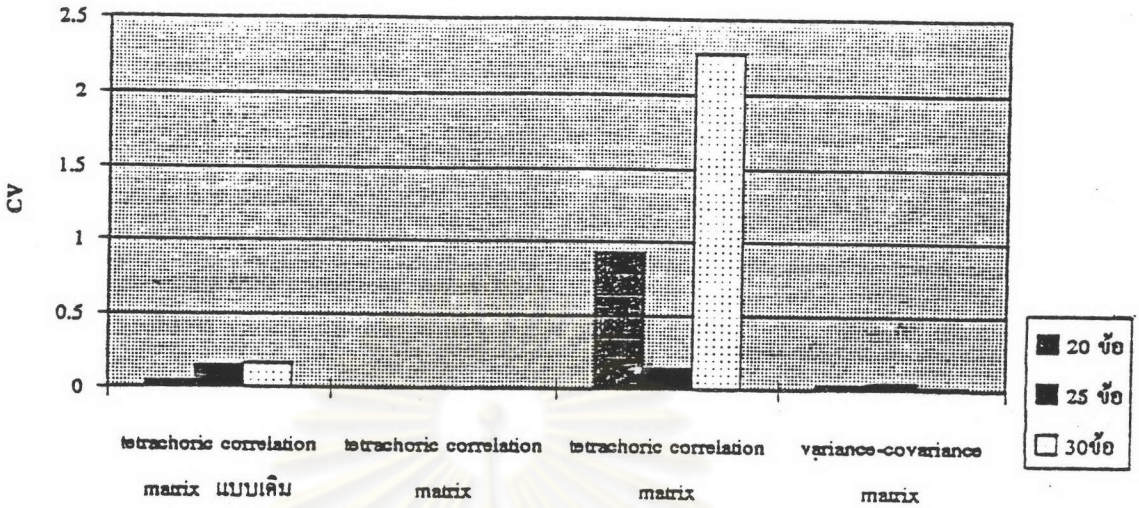
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ทุกกลุ่มมีค่า CV ไม่เกิน .20 และมีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

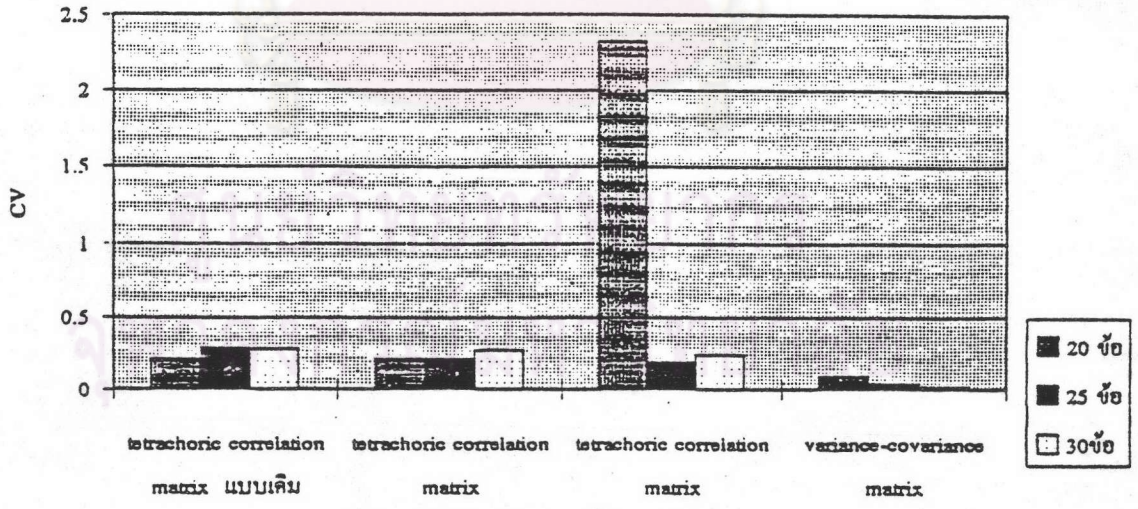


แผนภูมิที่ 4.13 แสดงค่าดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



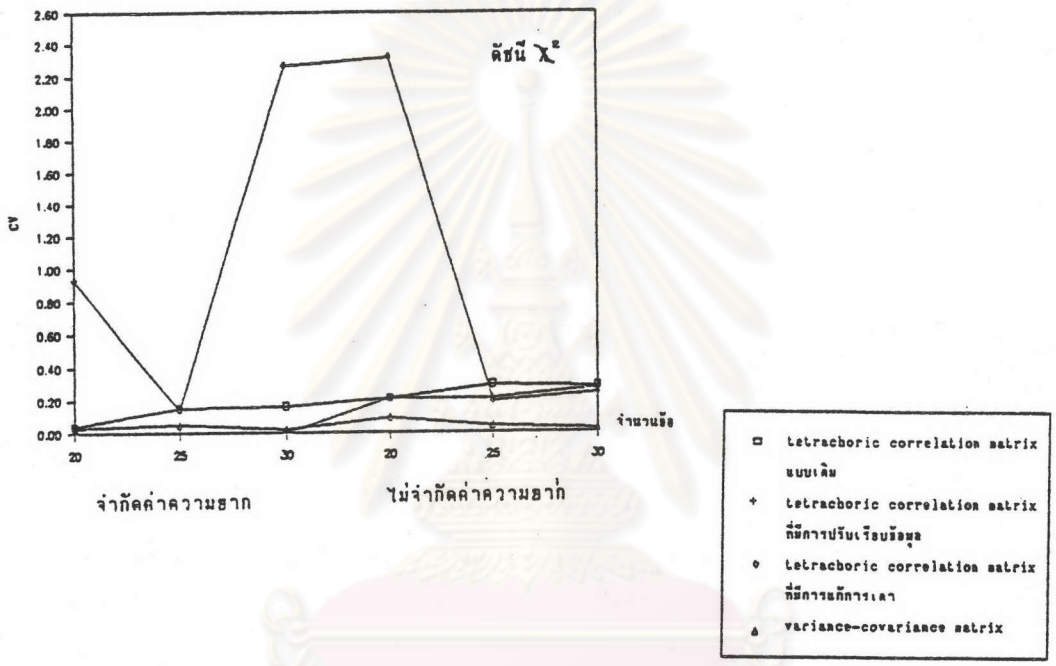
แผนภูมิที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.13 เห็นได้ว่าค่าดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าต่ำกว่าและสม่ำเสมอมากกว่าค่าดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.14 และ 4.15 ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ และมีค่าใกล้เคียงกันในข้อสอบ 20,25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.16 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.16 พบว่าค่า CV ของดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-co ที่สุด และสม่ำเสมอมากกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี AGFI เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.07	0.10	0.10	0.09	0.10	0.07
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.07	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	0.15	0.00	0.12	0.09	0.00	0.00
variance-covariance matrix	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04

ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.10 เช่นเดียวกัน

ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง0.09 ถึง 0.10 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.10

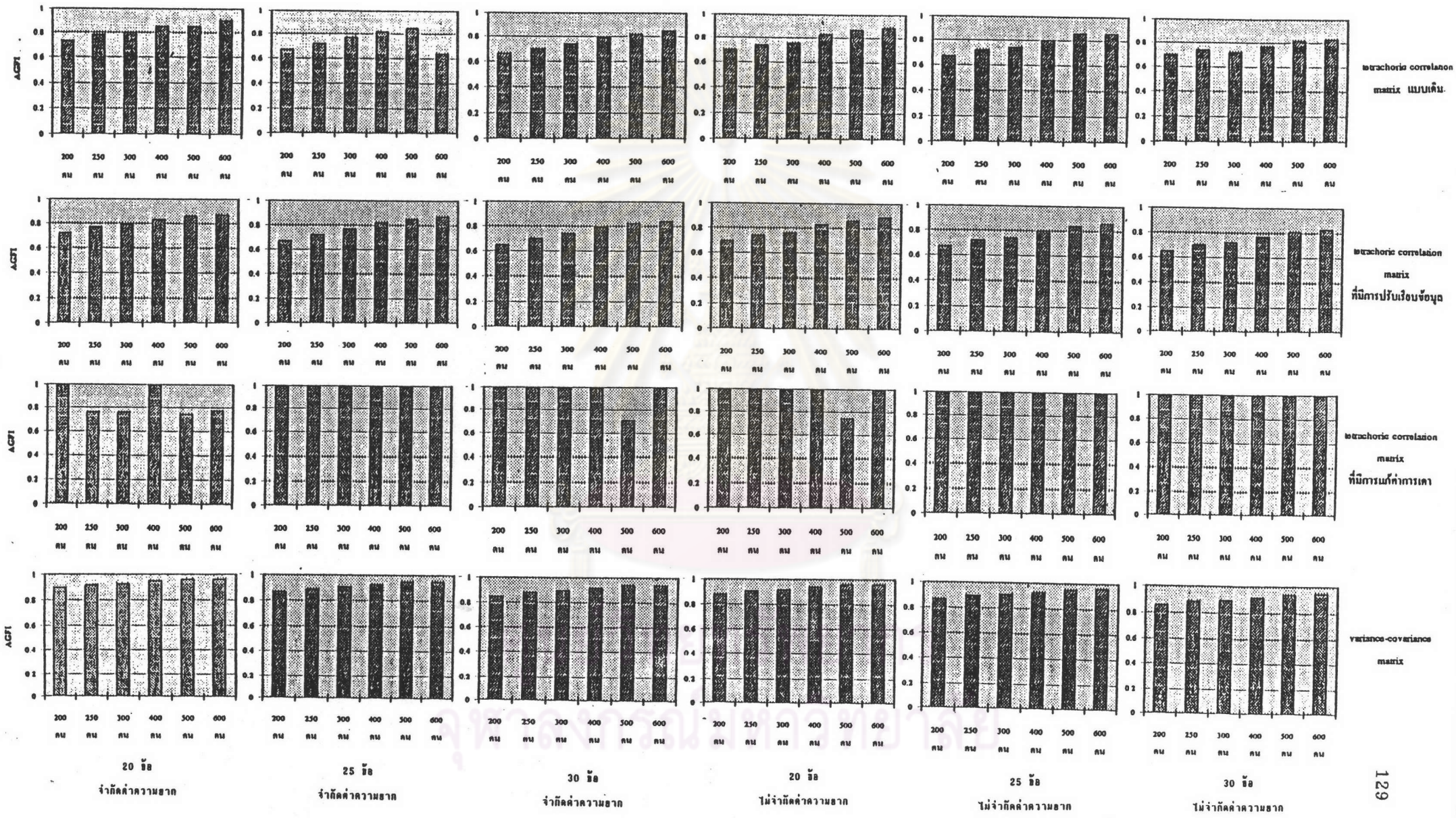
ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.09 ซึ่งมีค่า

ใกล้เคียงกันมากกว่าในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.15 ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจาก มีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี AGFI มีค่า 1.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 25-30 ในภาคผนวก ข)

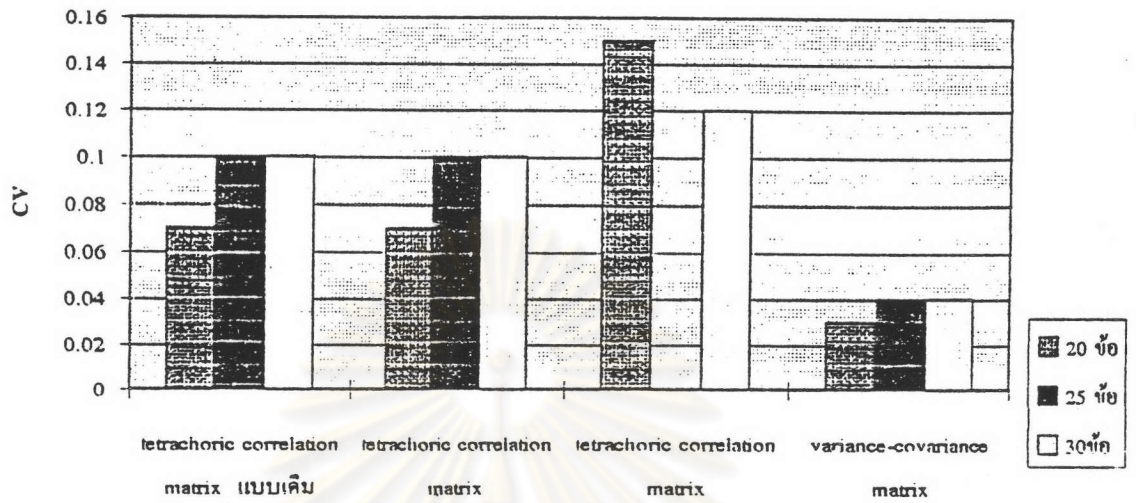
ส่วนดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก และข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากจำนวนมีค่า CV เหมือนกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.04 เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV ไม่เกิน .20 โดยค่า CV ของดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

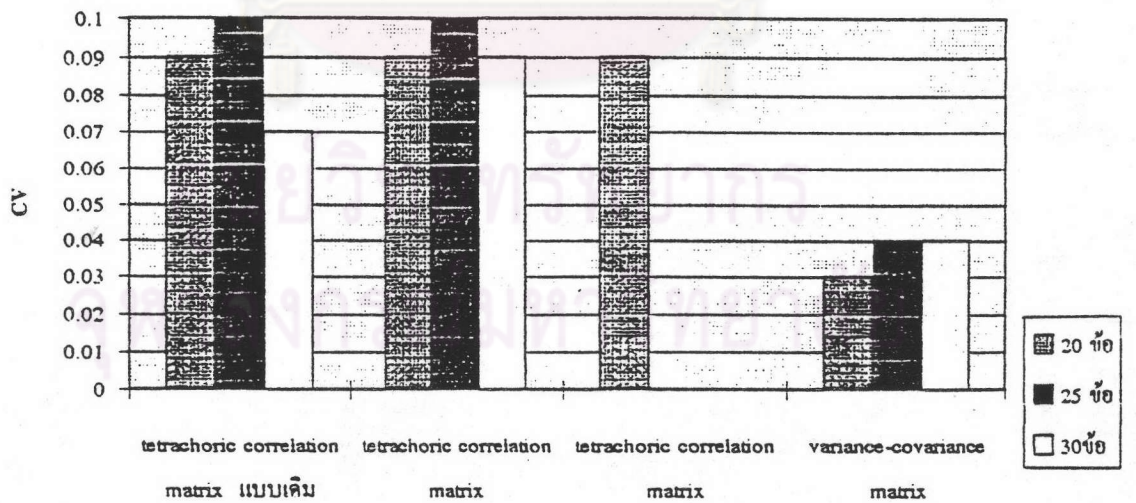
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.17 แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ



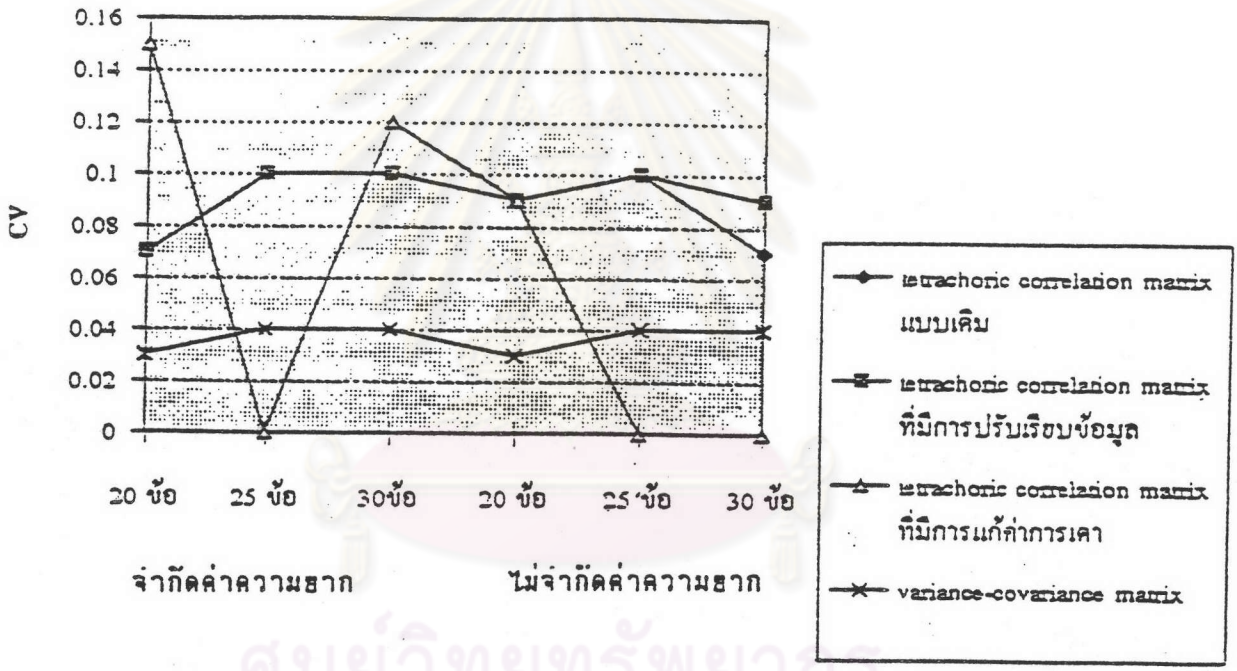
แผนภูมิที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.17 เห็นได้ว่าค่าดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix จะมีค่าดัชนีใกล้เคียงกันมากกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหา non-positively definite จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ทำให้ค่าดัชนีที่ได้มีค่าสูงขึ้นกว่าเดิม

ในแผนภูมิที่ 4.18 และ 4.19 เป็นการเปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี AGFI เมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ โดยมีค่า CV ของดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าและมีค่าต่ำกว่าเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.20 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.20 เห็นได้ว่าดัชนี AGFI ที่คำนวณด้วยเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV ไม่เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี RMR เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.17	0.22	0.19	0.22	0.21	0.17
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	1.32	0.00	2.33	2.33	0.00	0.00
variance-covariance matrix	0.15	0.21	0.18	0.24	0.15	0.21

ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก และข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.22 และ 0.20 ถึง 0.22

ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV ใกล้เคียงกันเช่นกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.17 ถึง 0.22 เช่นเดียวกัน

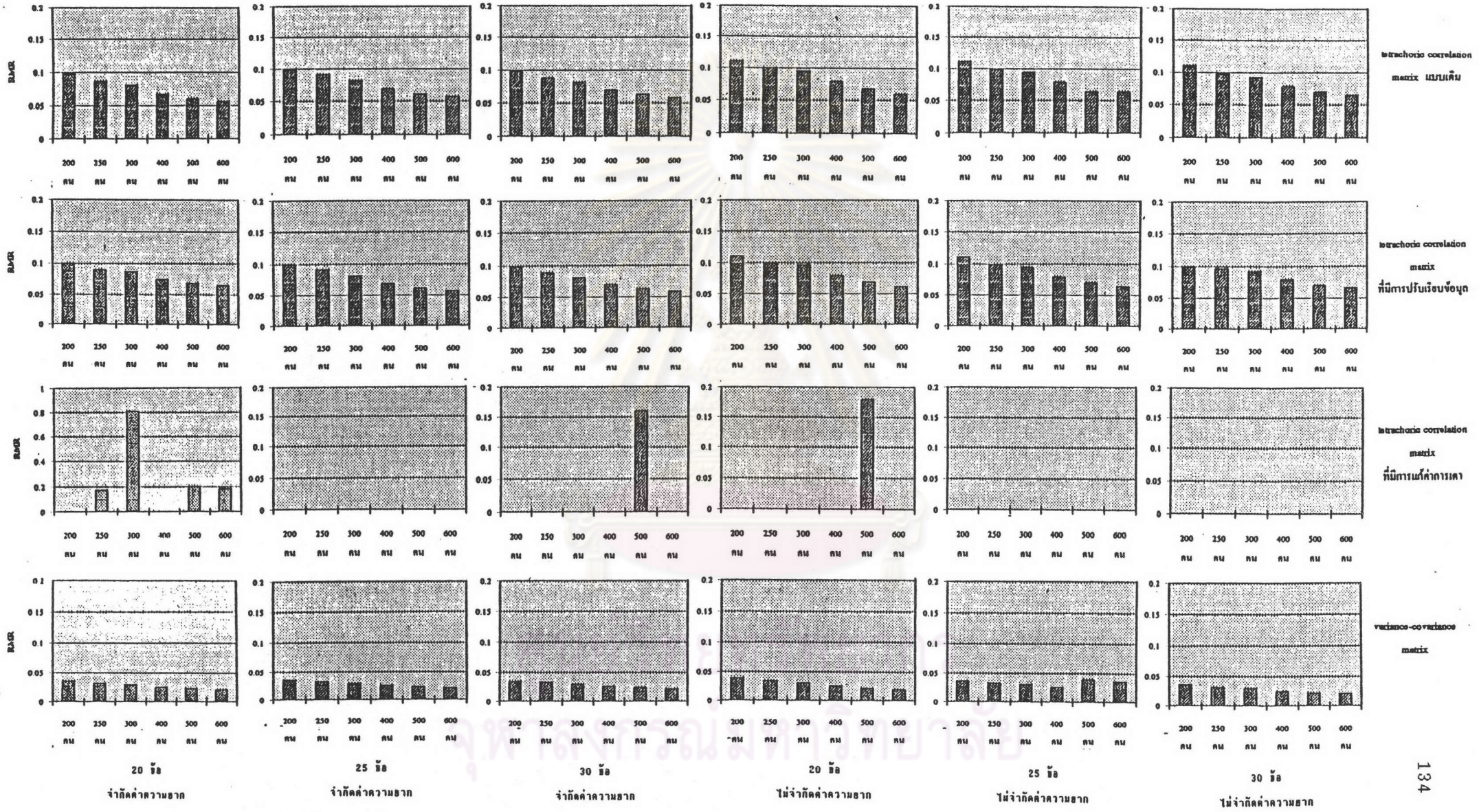
ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง1.32 ถึง 2.33 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง

กันมากกว่าค่า CV ของข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 2.33 ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจากมีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี RMR มีค่า 0.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 31-36 ในภาคผนวก ข)

ส่วนดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.21 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.24

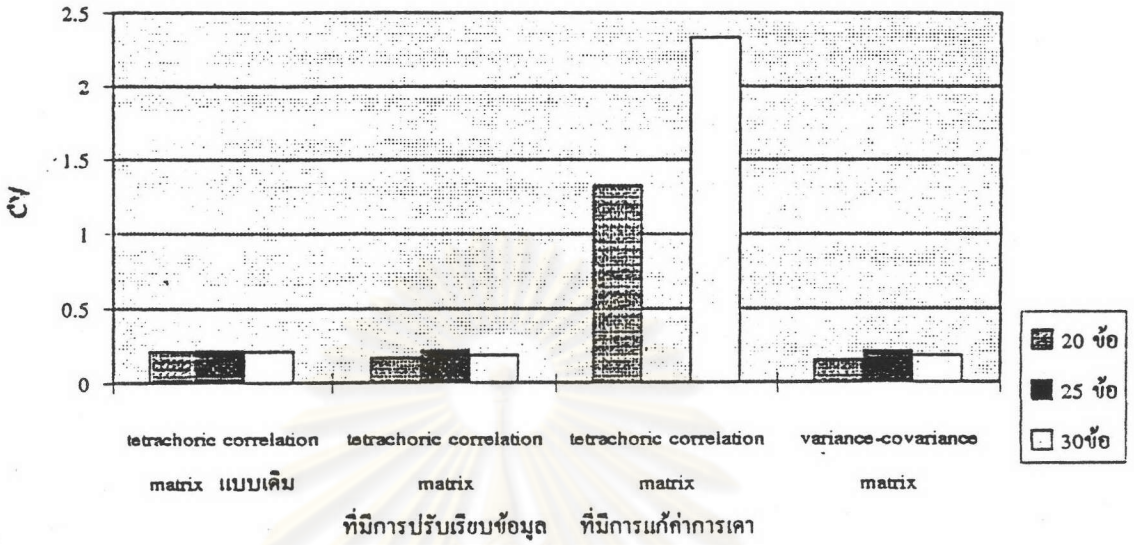
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เห็นได้ว่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV ร้อยละ 33.33 มีค่าต่ำกว่า .20 ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ร้อยละ 50 มีค่าต่ำกว่า .20 และในดัชนีที่คำนวณได้จากtetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่า CV ทั้งหมดเกินกว่าเกณฑ์เล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.022 แต่ว่ามีค่าCV ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดทุกกลุ่มจำนวนข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

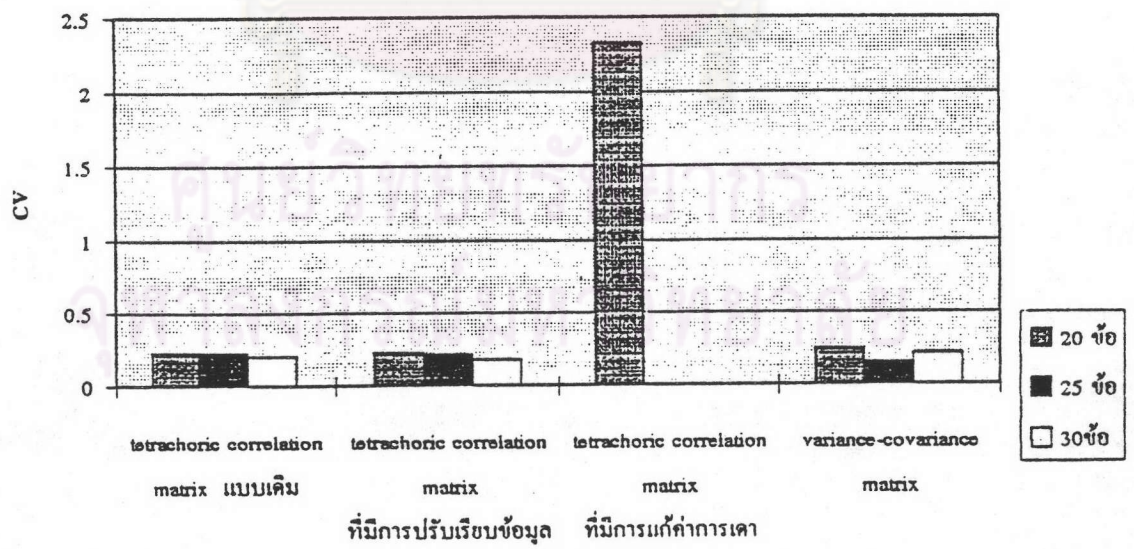


แผนภูมิที่ 4.21 แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



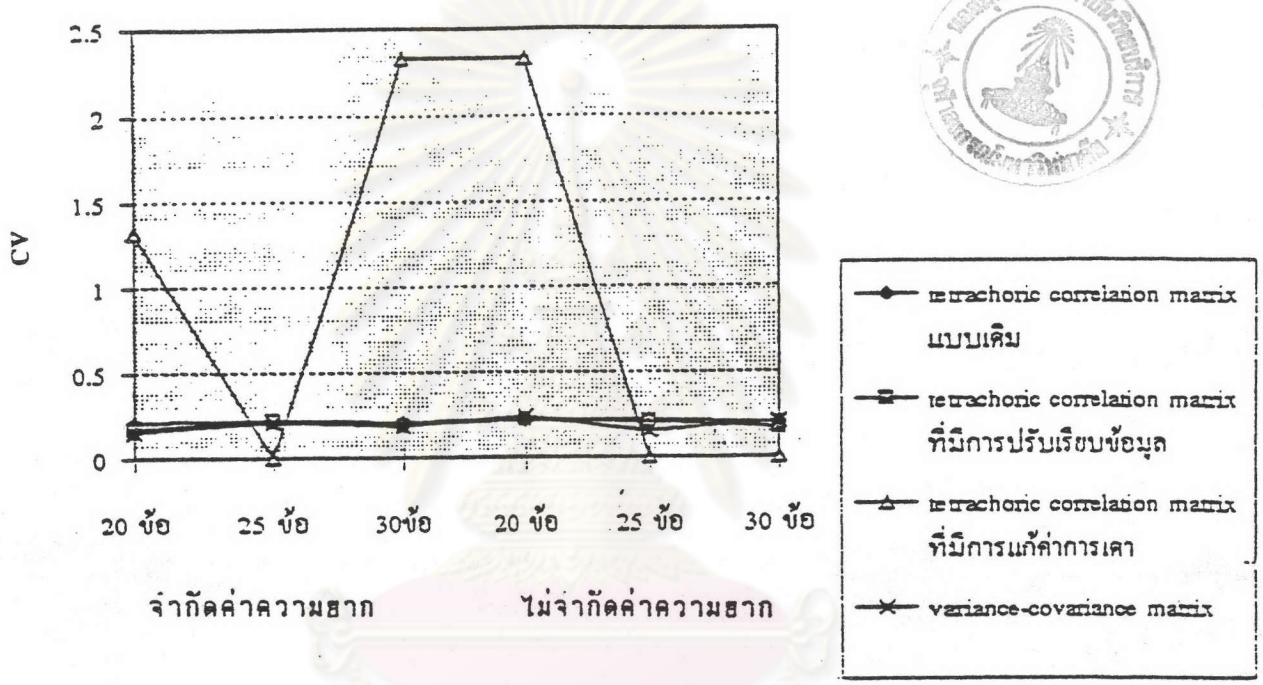
แผนภูมิที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.21 เห็นได้ว่าค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าสม่ำเสมอมากกว่าค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.22 และ 4.33 เมื่อเปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี RMR ที่ใช้ข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ พบว่า ค่า CV ของดัชนี RMR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และจาก variance-covariance matrix มีค่าใกล้เคียงกัน



แผนภูมิที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.24 เห็นได้ว่าค่า CV ของดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ใกล้เคียงกันในข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ โดยมีค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มี CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ เล็กน้อย

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี NNFI เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.23	0.34	0.35	0.53	0.48	0.50
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.27	0.32	0.41	0.54	0.53	0.70
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	0.32	0.00	0.29	0.34	0.00	0.00
variance-covariance matrix	0.02	0.07	0.03	0.16	0.10	0.03

ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.48 ถึง 0.53 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า cv อยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.35

ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.41 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.53 ถึง 0.70

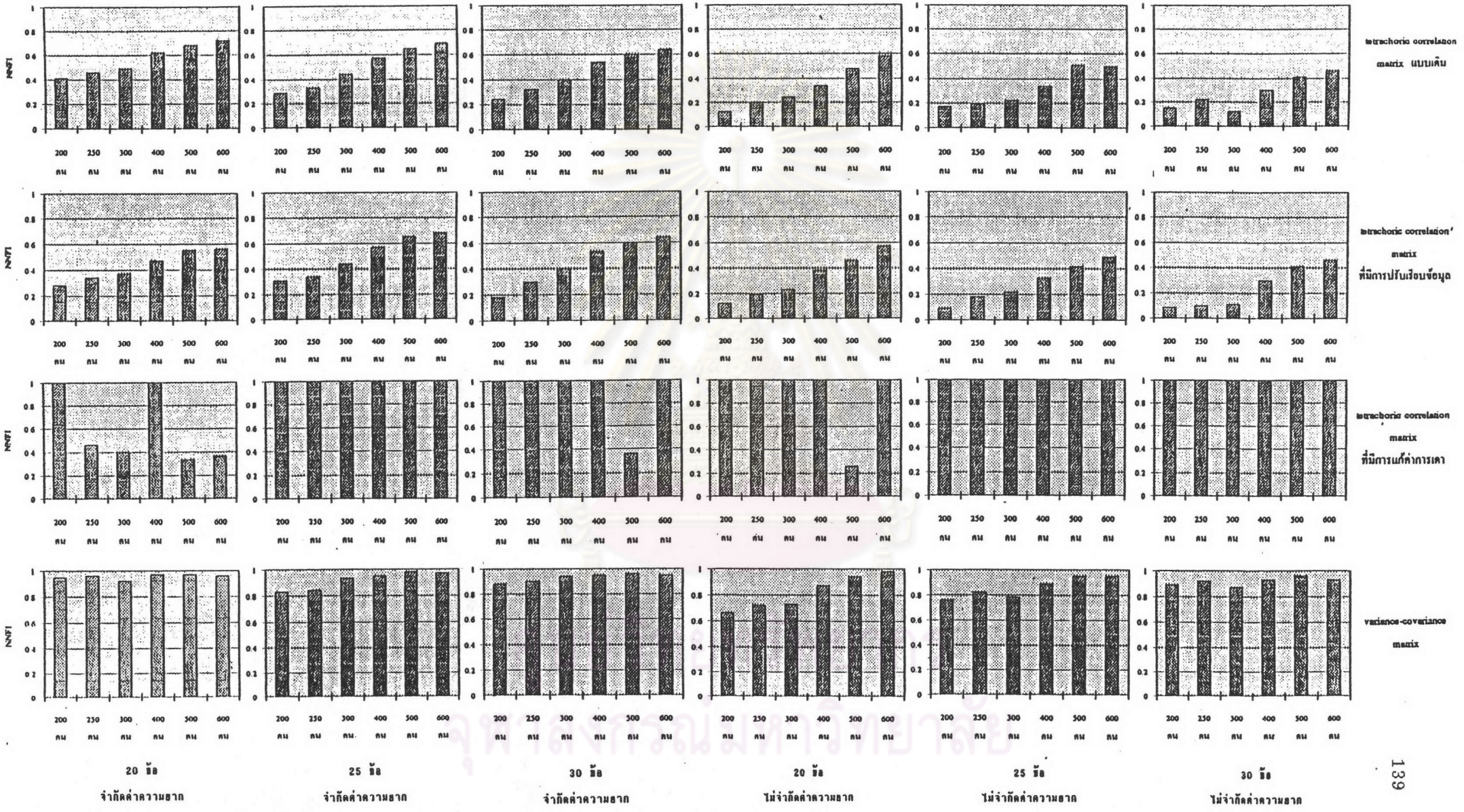
ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากจำนวนมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.32 ซึ่งมีค่า

ใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.34 ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจาก มีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี NNFI มีค่า 1.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 37-42 ในภาคผนวก ข)

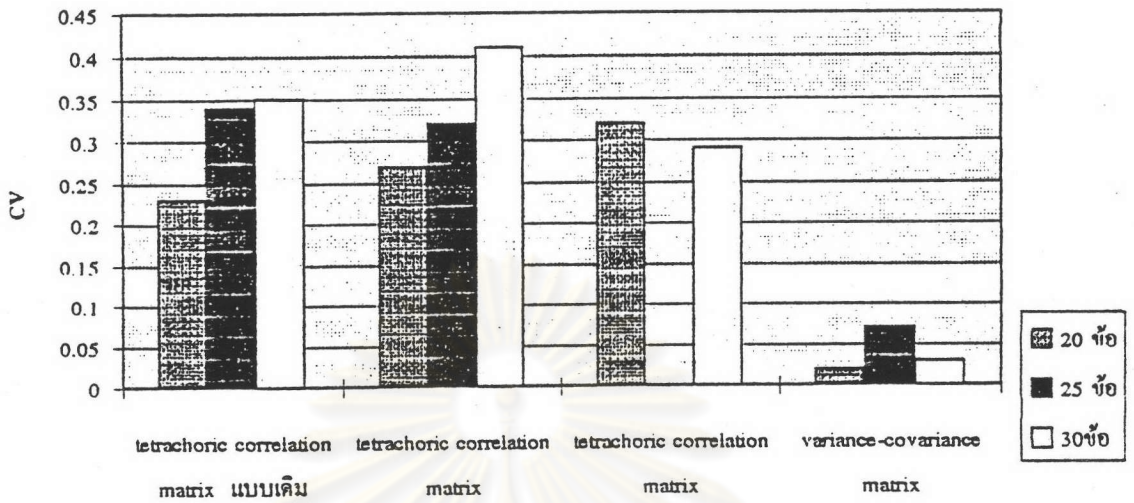
ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.07 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.16

เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี NNFI ที่ได้จาก tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด มีค่า CV เกิน .20 มีเพียงดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix เท่านั้นที่มีค่า CV ไม่เกิน .20

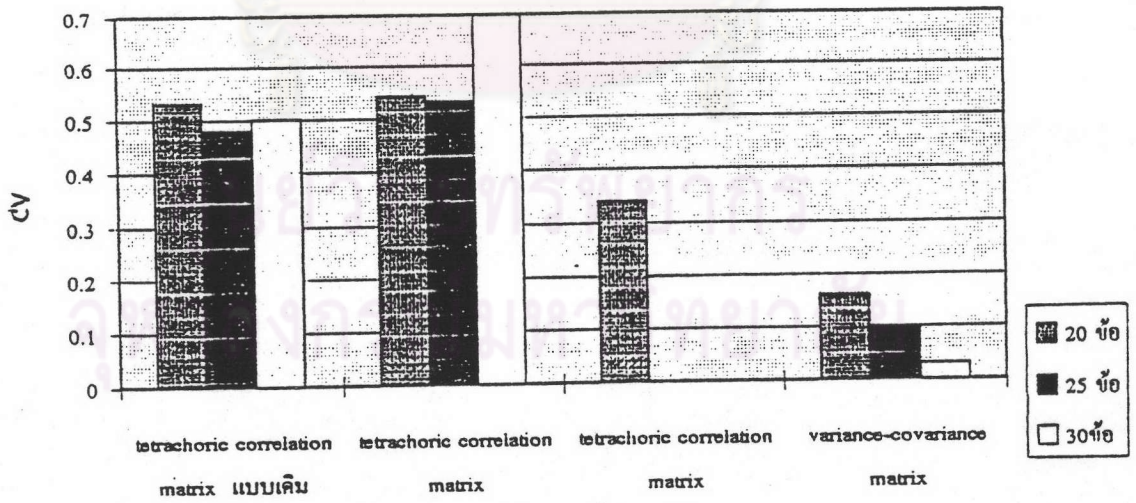
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.25 แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ



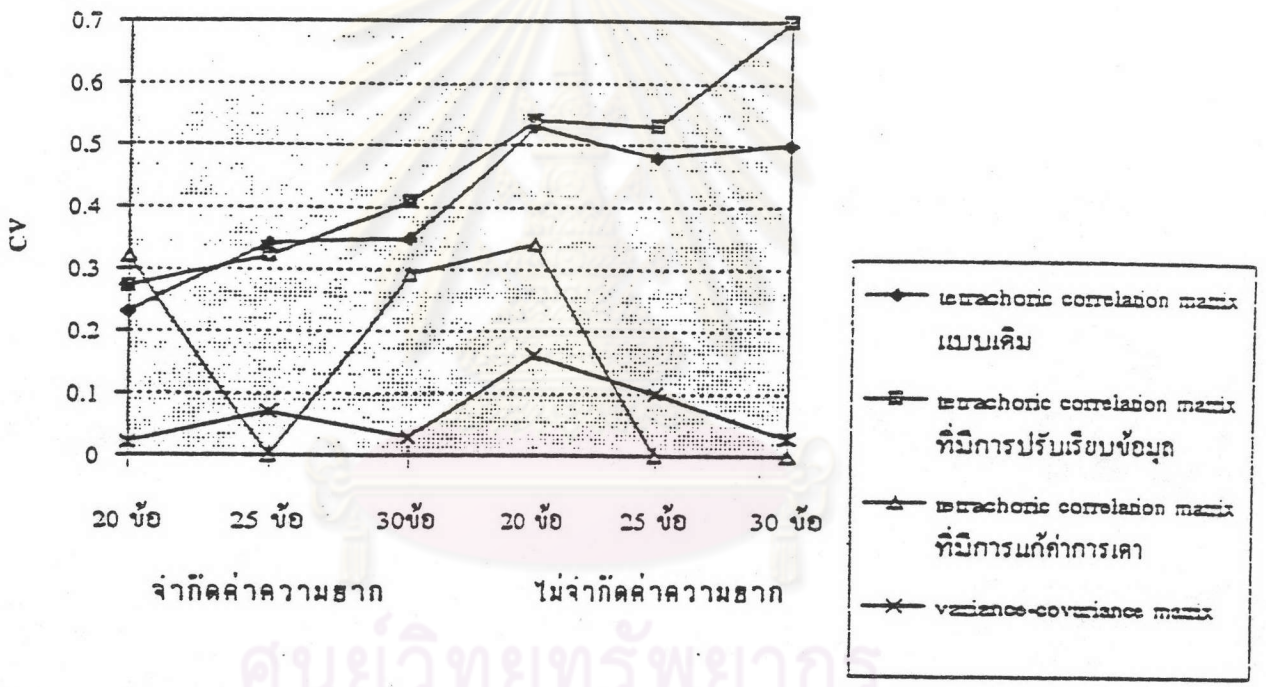
แผนภูมิที่ 4.26 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.27 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.25 เห็นได้ว่าค่าดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าสม่ำเสมอในข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ ทั้งที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งเป็นการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่าดัชนีสูงขึ้นกว่าเดิม

ในแผนภูมิที่ 4.26 และ 4.27 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี NNFI เมื่อใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ พบว่า ดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจาก 4.28 พบว่า ดัชนี NNFI ที่คำนวณด้วย tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด มีค่าเกิน .20 มีเพียงดัชนี NNFI ที่คำนวณด้วย variance-covariance matrix เท่านั้นที่มี CV ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี CN เมื่อใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ชนิดของ matrix	จำกัดค่าความยาก			ไม่จำกัดค่าความยาก		
	จำนวนข้อสอบ			จำนวนข้อสอบ		
	20	25	30	20	25	30
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.43	0.51	0.51	0.60	0.60	0.49
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.08	0.00	0.55	0.60	0.55	0.63
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	-	-	-	-	-	-
variance-covariance matrix	0.08	0.44	0.40	0.50	0.44	0.40

ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมสำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.43 ถึง 0.51 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.49 ถึง 0.60

ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.55 ถึง 0.63 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.55

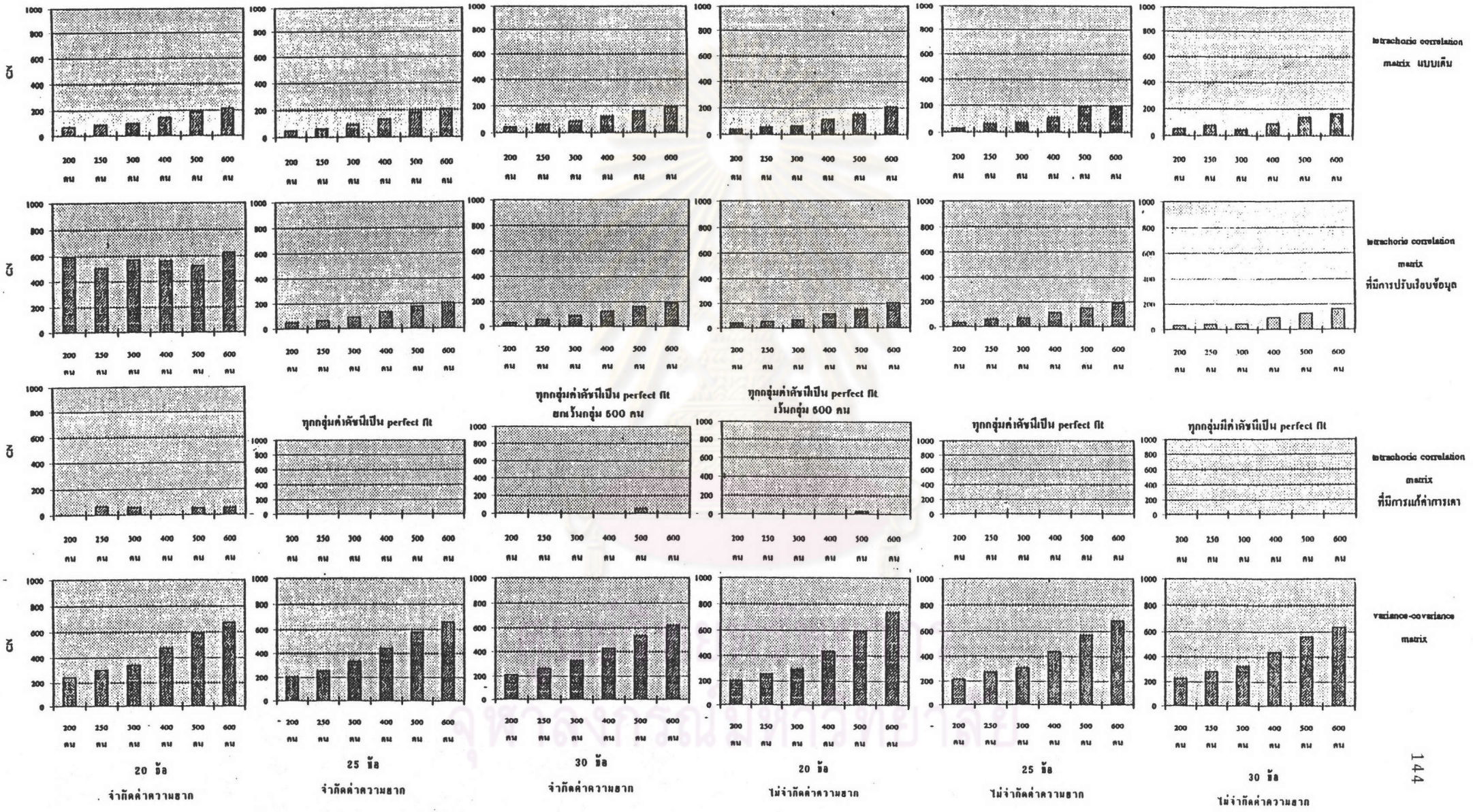
ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา เมื่อใช้ข้อสอบที่จำกัดค่าความยากไม่สามารถคำนวณค่า CV เนื่องจากมีการปรับข้อมูล

จนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) โปรแกรม LISREL ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนีได้ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 43-48 ในตารางภาคผนวก ฆ)

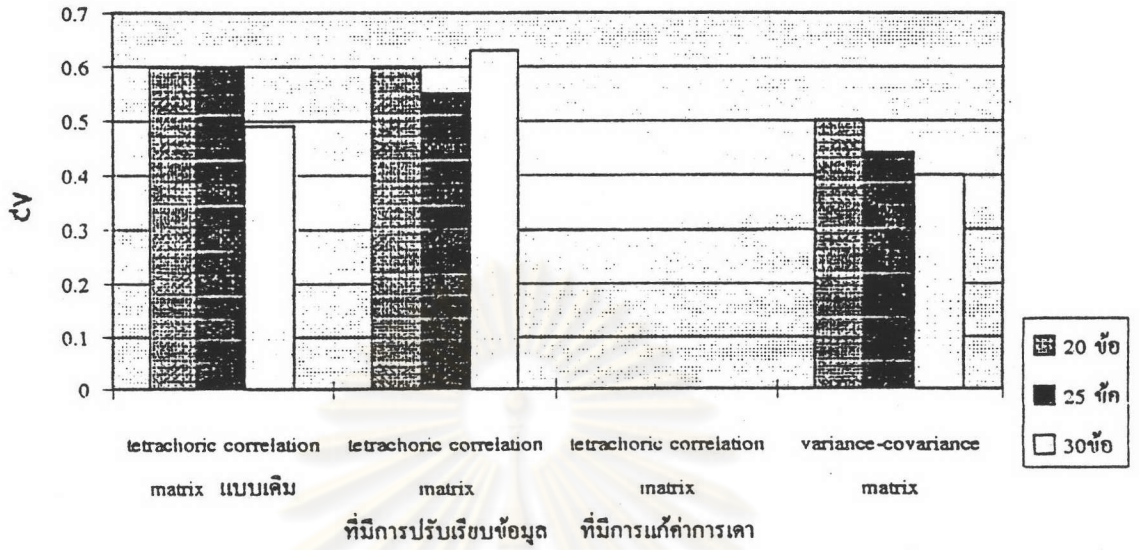
ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก CV อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.50 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.44

เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด และที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV เกิน .20 ทั้งสิ้น โดยค่า CV ของดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าเมตริกซ์อื่นเล็กน้อย

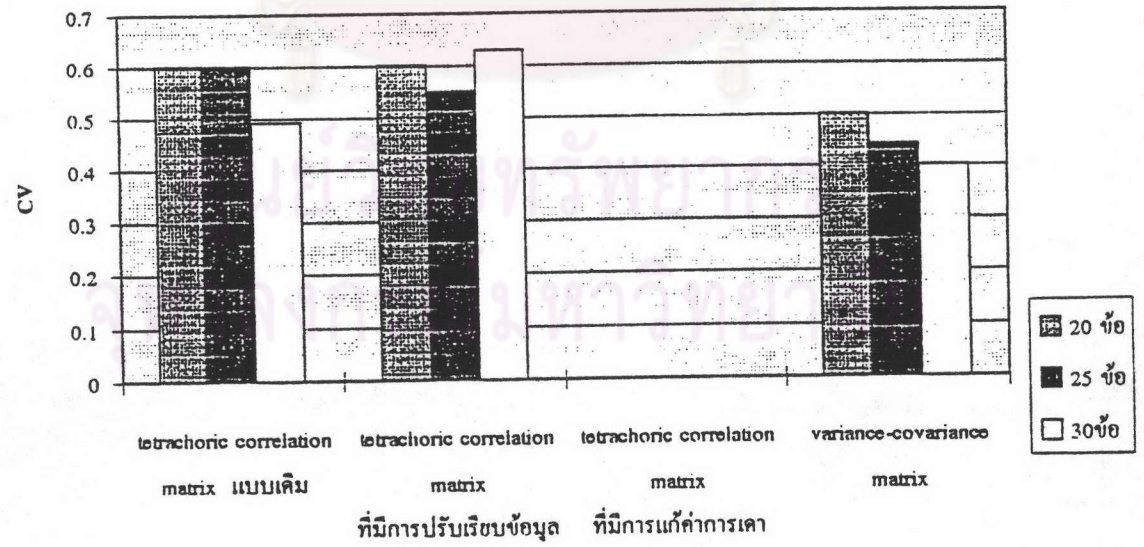
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.29 แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ



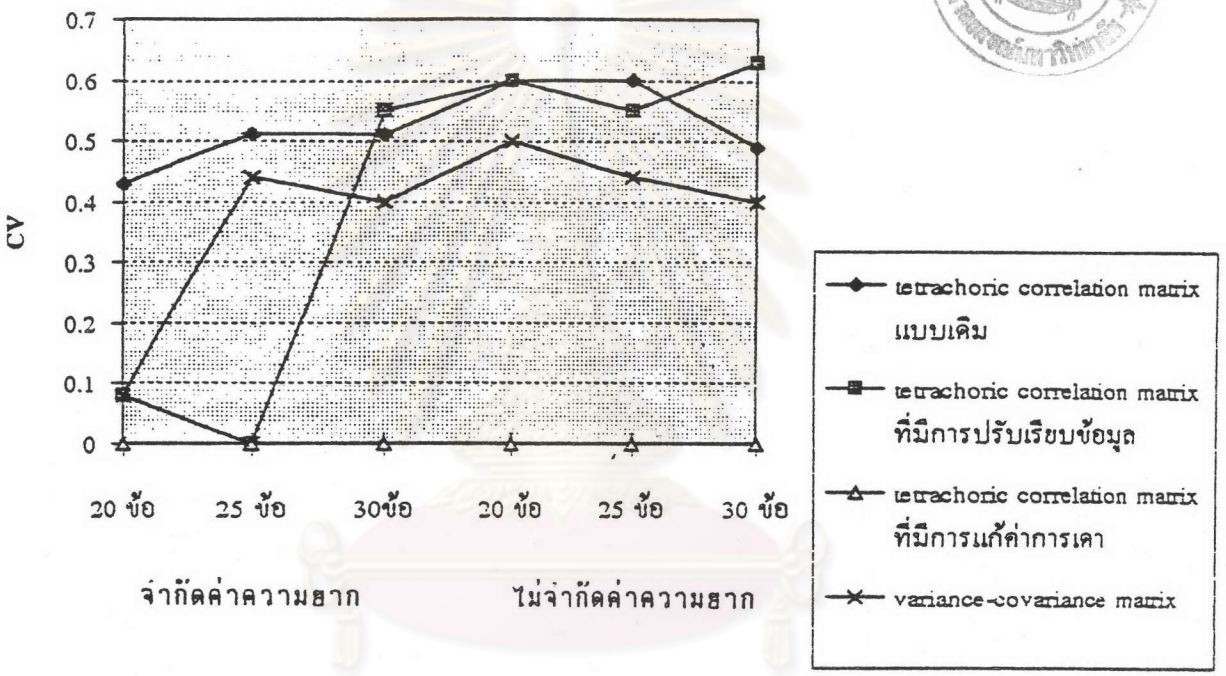
แผนภูมิที่ 4.30 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.31 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

จากแผนภูมิที่ 4.29 เห็นได้ว่าค่าดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ ทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก มีค่าดัชนีสม่ำเสมอมากกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.30 และ 4.31 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี CN เมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ ค่า CV ของดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix จะมีค่าต่ำกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.32 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจาก 4.32 พบว่า ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม และจาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยค่า CV ของดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าของดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ เล็กน้อย

1.2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และค่าความยากของข้อสอบ

1.2.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี ER และ ERR ที่ได้จากการคำนวณด้วยเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ ใน EFA

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ER เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.40	0.24	0.30	0.08	0.07	0.19
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.21	0.23	0.33	0.30	0.46	0.05
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.22	0.14	0.19	0.20	0.21	0.28
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.03	0.04	0.01	0.03	0.03	0.01
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.06	0.01	0.12	0.17	0.32	0.17
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.14	0.07	0.05	0.09	0.03	0.06
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.55	0.13	0.57	0.06	0.01	0.12
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.04	0.07	0.10	0.22	0.05	0.20

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.40 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.46 แต่ในการวิเคราะห์ค่าที่ได้ในตารางพบว่าเมตริกซ์ที่ใช้มีลักษณะเป็น non-positively definite การคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS/PC^{+} จึงไม่ครบขั้นตอนทั้งหมด ค่าที่ได้เป็นค่าสถิติเริ่มต้นสำหรับขั้นตอนต่อไปเท่านั้น (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 49-60 ในภาคผนวก ข)

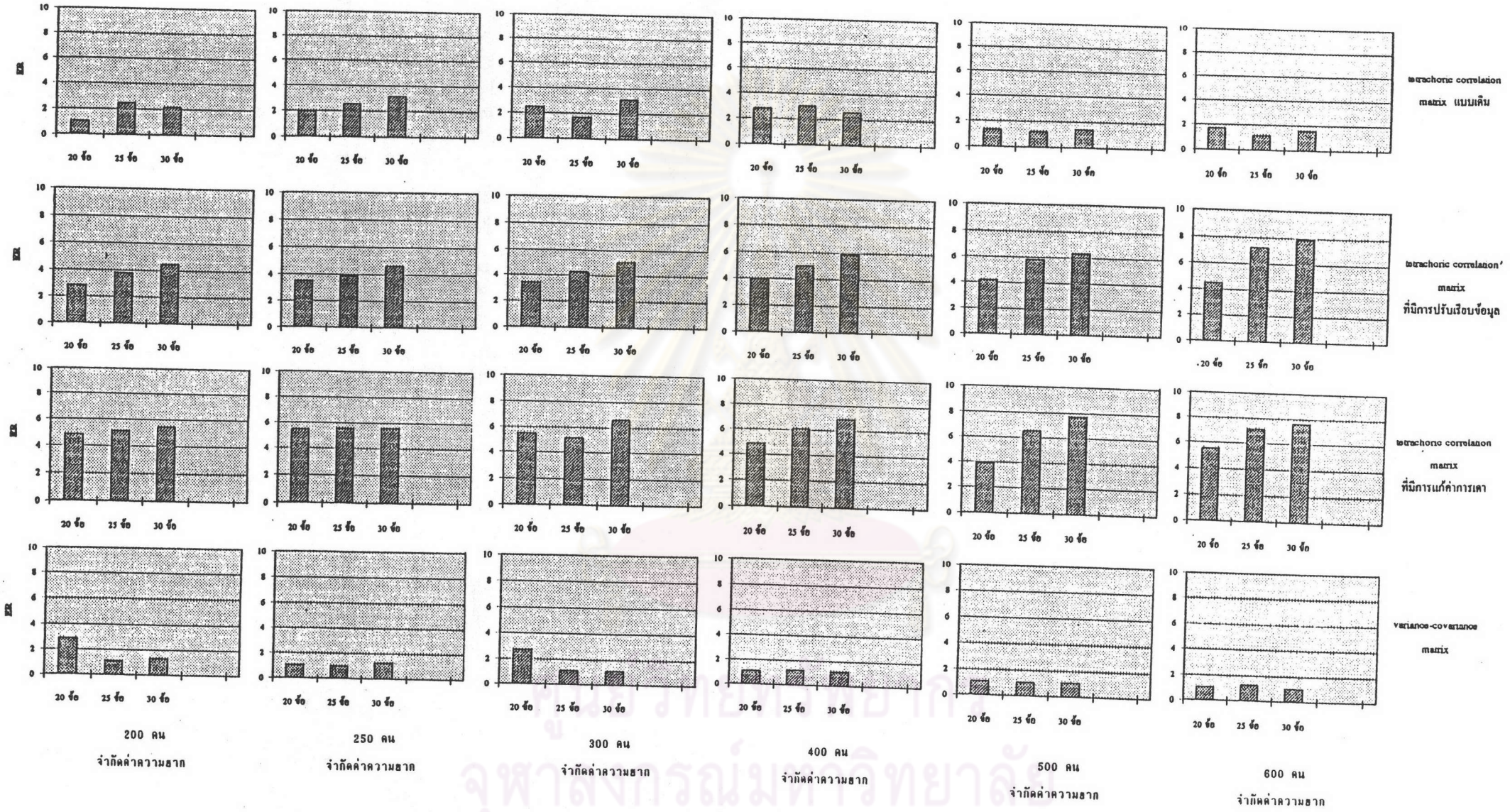
ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.04 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.28

ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.14 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.32

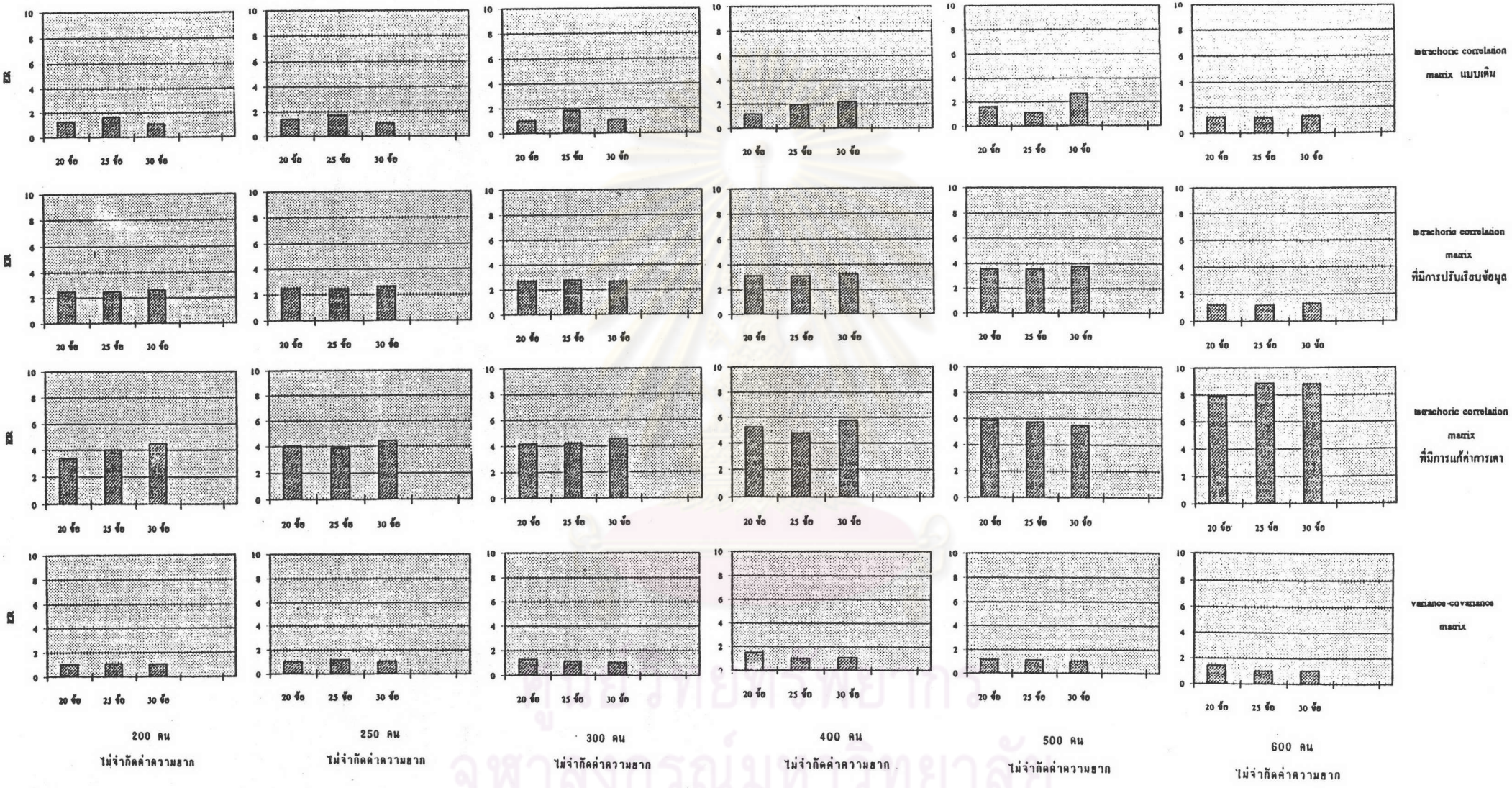
ส่วนดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.22 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.55 และมีค่า CV สูงสุดเมื่อใช้ผู้สอบจำนวน 200 คนที่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่า CV ร้อยละ 91.67 มีค่าไม่เกิน .20 ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV และดัชนี ER ที่ได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ร้อยละ 75 มีค่าไม่เกิน .20

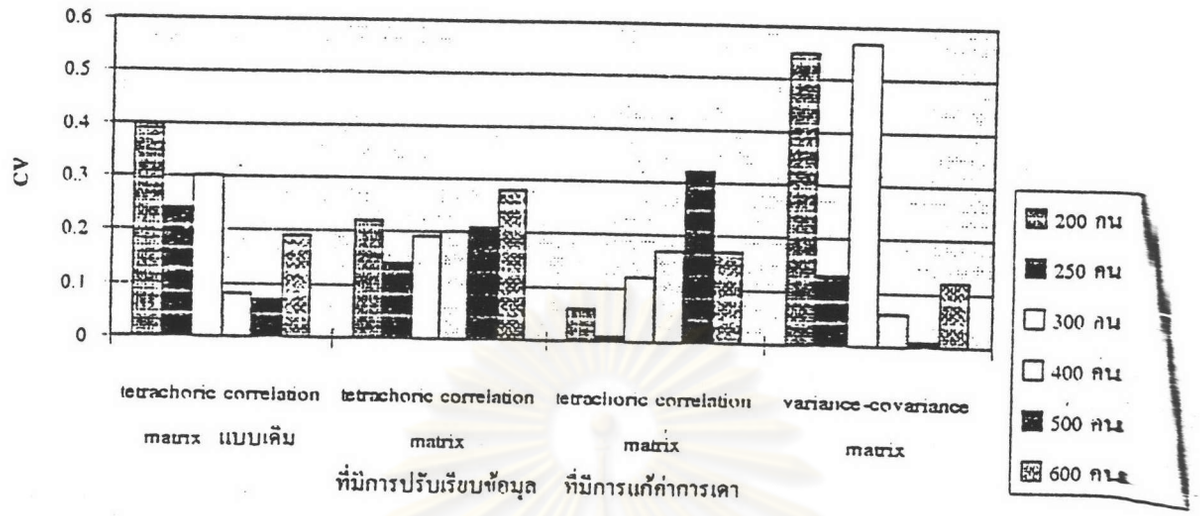
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



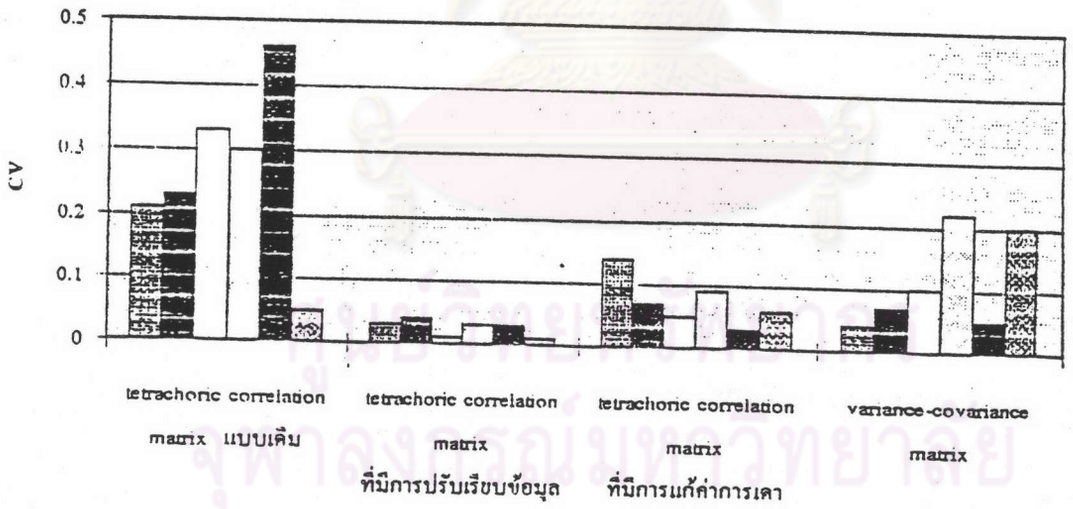
แผนภูมิที่ 4.33 แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ



แผนภูมิที่ 4.34 แสดงค่าดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ



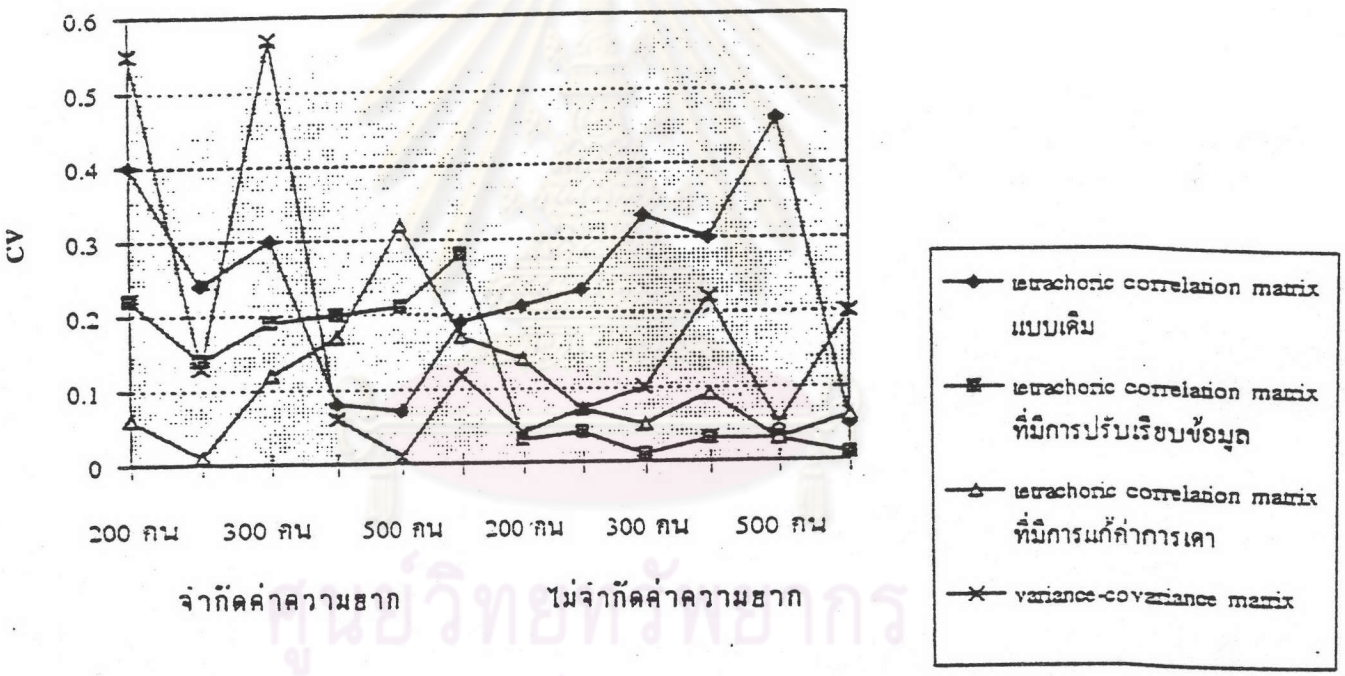
แผนภูมิที่ 4.35 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.36 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.33 และ 4.34 เห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ค่าดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีลักษณะสม่ำเสมอมากที่สุด เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งเป็นการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม นั้นมีค่าดัชนี สูงขึ้น

ในแผนภูมิที่ 4.35 และ 4.36 แสดงให้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก เมตริกซ์ทุกชนิด มีการแปรผันค่อนข้างมาก มีเพียงค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบเท่านั้น ที่มีค่าสม่ำเสมอในกลุ่มผู้สอบ 200,250,300,400,500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.37 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

ในแผนภูมิที่ 4.37 แสดงให้เห็นว่าค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ มีการแปรผันค่อนข้างมาก โดยค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่าต่ำกว่า .20 คิดเป็นร้อยละ 91.67 รองลงมา

ค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix

แม้ว่าค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่าต่ำกว่า .20 มากที่สุดก็ตาม แต่จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการปรับเรียบข้อมูล และการแก้ค่าการเดามีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมดังได้กล่าวมาแล้ว ประกอบกับการทำให้ค่าดัชนี ER สูงขึ้นในแผนภาพที่ 4.3 และ 4.4 ทำให้การกำหนดว่าดัชนีที่ได้มาจากเมตริกซ์นั้นมาจากข้อมูลเดิมเป็นไปได้ยาก ส่วน ดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมยังคงมีปัญหา non-positively definite

ดังนั้น ค่า CV ของดัชนี ER ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix น่าจะเหมาะสมมากกว่า โดยมีค่า CV ร้อยละ 75 ต่ำกว่า .20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี ERR เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.07	0.16	0.21	0.04	0.16	0.13
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.05	0.06	0.01	0.15	0.21	0.20
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.30	0.12	0.23	0.25	0.28	0.39
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.10	0.06	0.09	0.05	0.04	0.07
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.08	0.05	0.14	0.15	0.48	0.38
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.14	0.26	0.15	0.27	0.07	0.09
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.09	0.16	0.13	0.34	0.18	0.16
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.13	0.12	0.13	0.09	0.28	0.12

ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.21 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.21 แต่ในการวิเคราะห์ค่าที่ได้ในตาราง พบว่าเมตริกซ์ที่ใช้มีลักษณะเป็น non-positively definite การคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS/PC+

จึงไม่ครบขั้นตอนทั้งหมด ค่าที่ได้เป็นค่าสถิติเริ่มต้นสำหรับขั้นตอนต่อไปเท่านั้น (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 61-72 ในภาคผนวก ข)

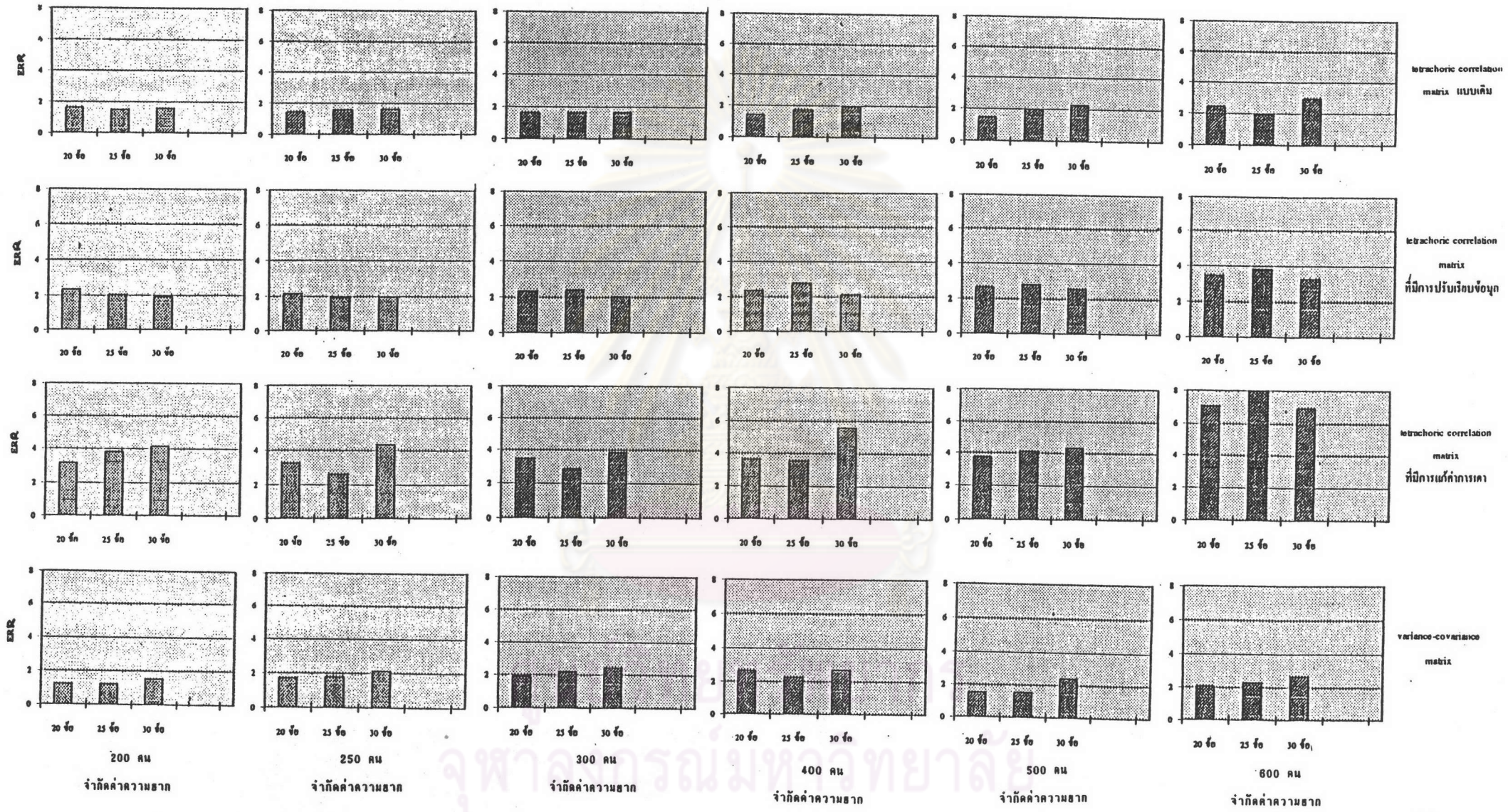
ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.10 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยากที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.39

ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.15 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.27

ส่วนดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.28 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.34 แม้ว่าค่า CV ของดัชนี ERR มีค่าสูงกว่าของดัชนี ER ในลักษณะเดียวกัน แต่เห็นได้ว่าในดัชนี ERR ค่า CV มีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ทั้งในกลุ่มที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

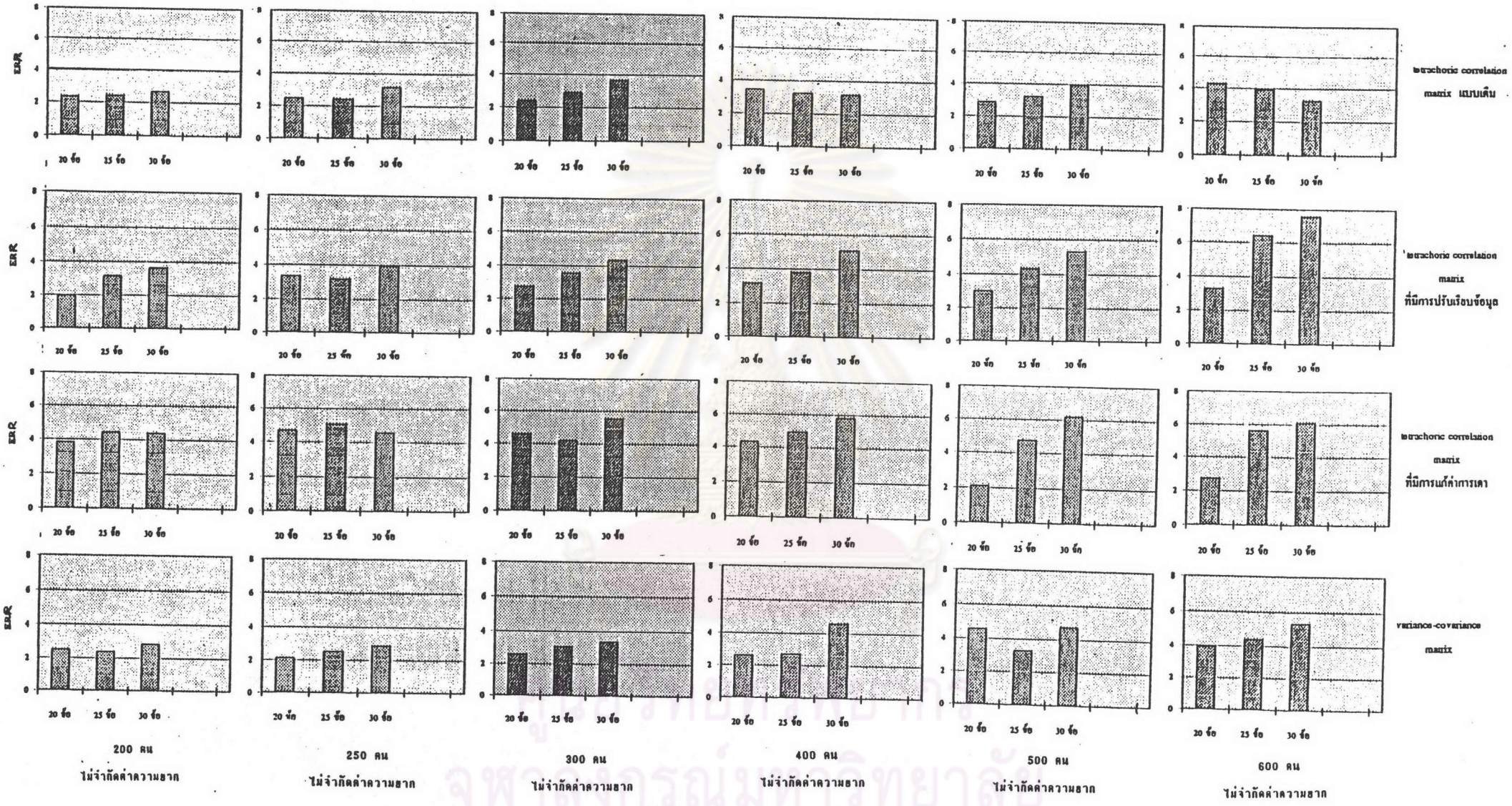
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม และดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ร้อยละ 83.30 ต่ำกว่า .20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

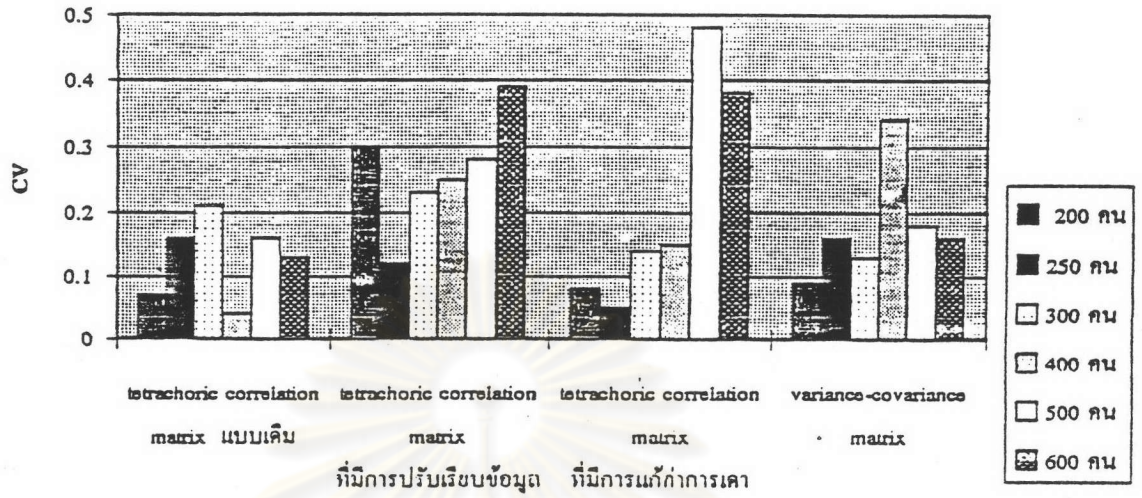


แผนภูมิที่ 4.38 แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

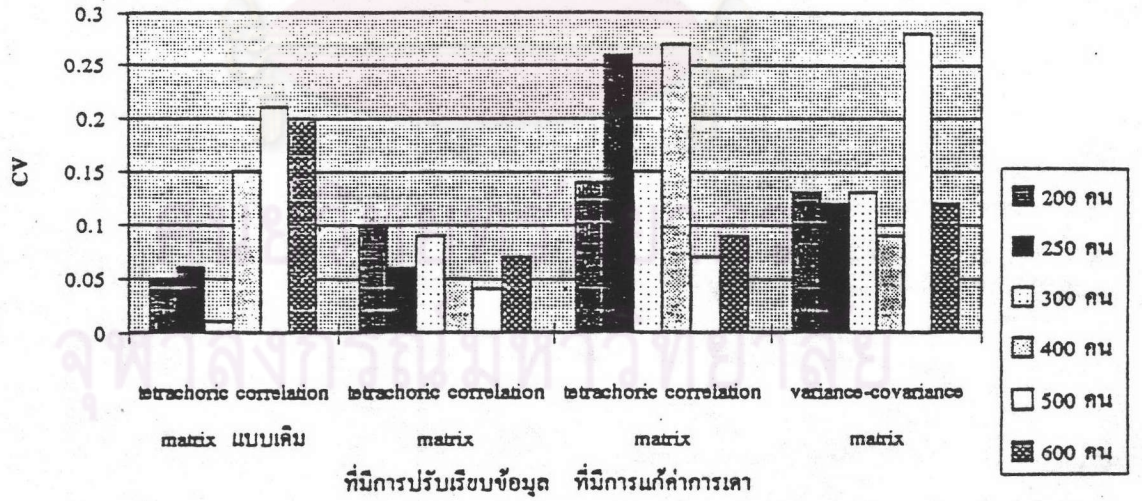
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.39 แสดงค่าดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ



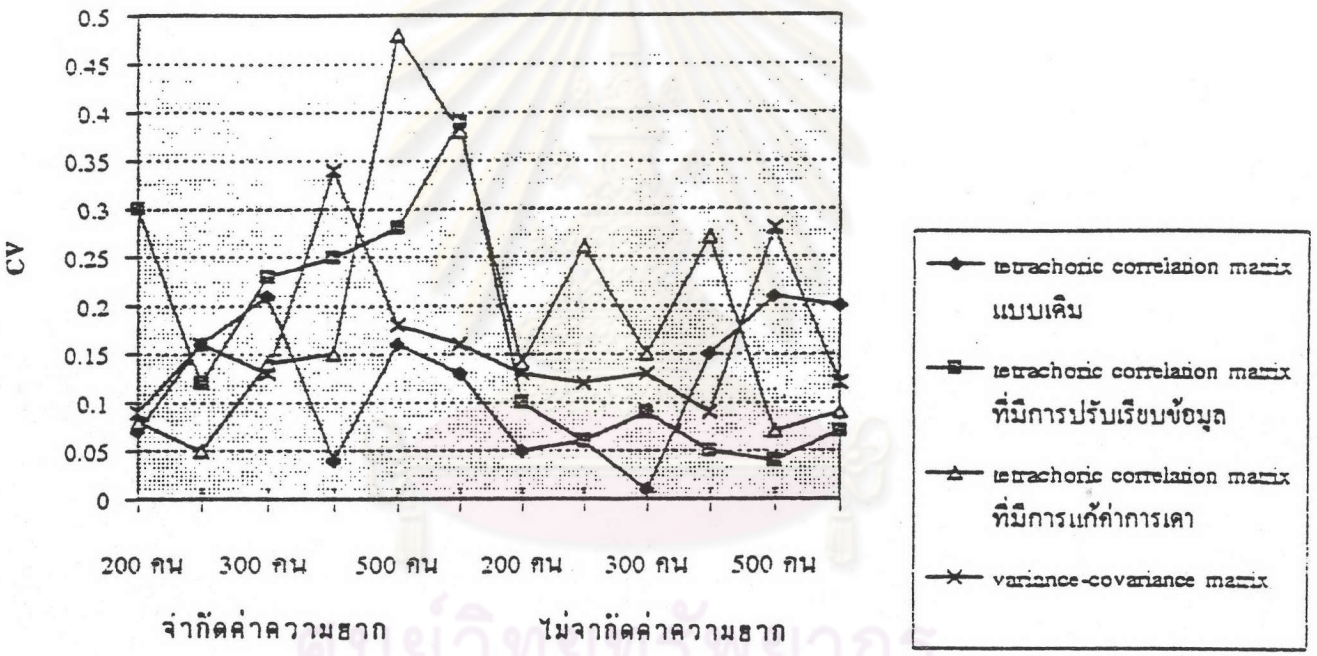
แผนภูมิที่ 4.40 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.41 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.38 และ 4.39 เห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ค่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix และ tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีลักษณะสม่ำเสมอมากกว่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ที่เหลืออีก 2 ชนิด และเป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี ERR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งมีการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม นั้นมีค่าดัชนีสูงขึ้น

ในแผนภูมิที่ 4.40 และ 4.41 แสดงให้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ค่า CV ของดัชนี ERR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีการแปรผันค่อนข้างมาก



แผนภูมิที่ 4.42 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ERR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

ในแผนภูมิที่ 4.42 พบว่าพบว่าดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม และดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ร้อยละ 83.30 ต่ำกว่า .20 แต่ดัชนี ERR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมมีปัญหาเรื่องเมตริกซ์เป็น non-positively definite การใช้variance-covariance matrix คำนวณค่าดัชนี ERR เหมาะสมมากกว่า

1.2.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ที่ได้จากการคำนวณด้วยเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ ใน CFA

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่า CV ของ matrix แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี G^2 เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

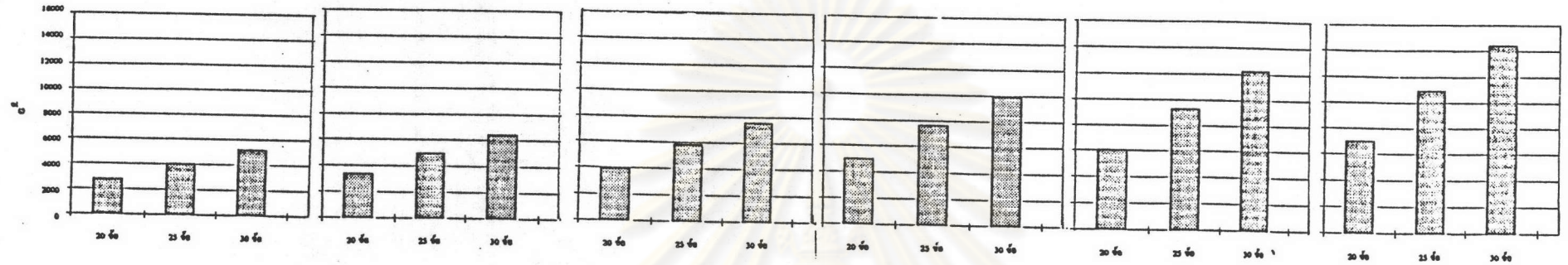
ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.29	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	-	-	-	-	-	-
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.29	0.30	0.32	0.32	0.33	0.34

ดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.30 ถึง 0.35 และ 0.29 ถึง0.34

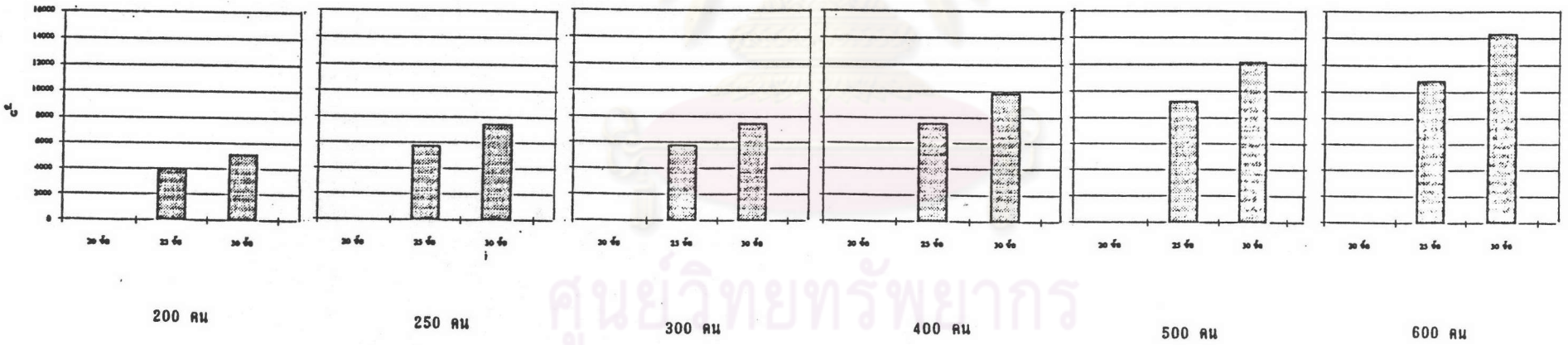
ส่วนดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก เมตริกซ์ที่ได้จะเป็น singular matrix โปรแกรม TESTFACT ไม่สามารถคำนวณถึงขั้นตอนสุดท้าย (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 73-84 ในตารางภาคผนวก ข) ส่วนข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.29 ถึง 0.34

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เห็นได้ว่าดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทั้ง 2 ชนิดจะมีค่า CV เกิน .20

tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล



tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา

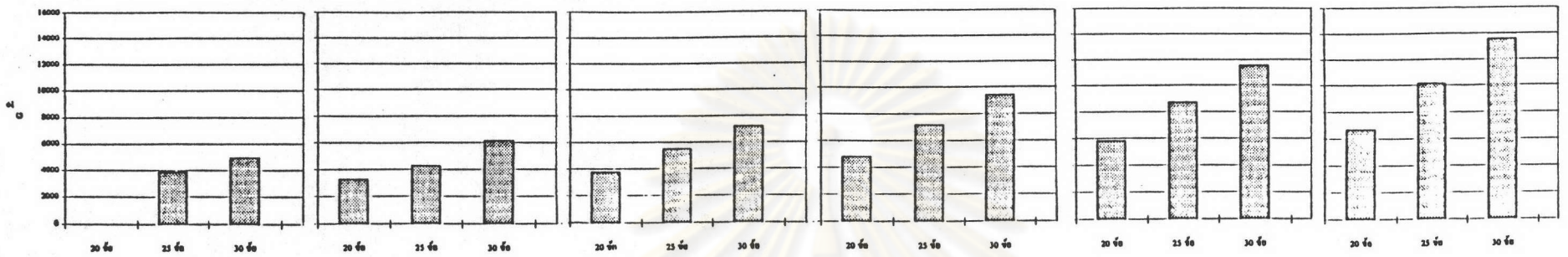


200 คน 250 คน 300 คน 400 คน 500 คน 600 คน

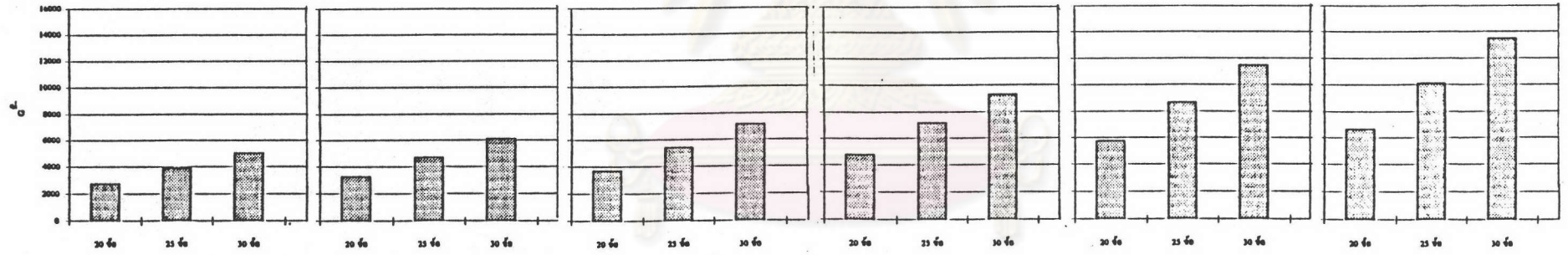
แผนภูมิที่ 4.43 แสดงค่าดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบและจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล



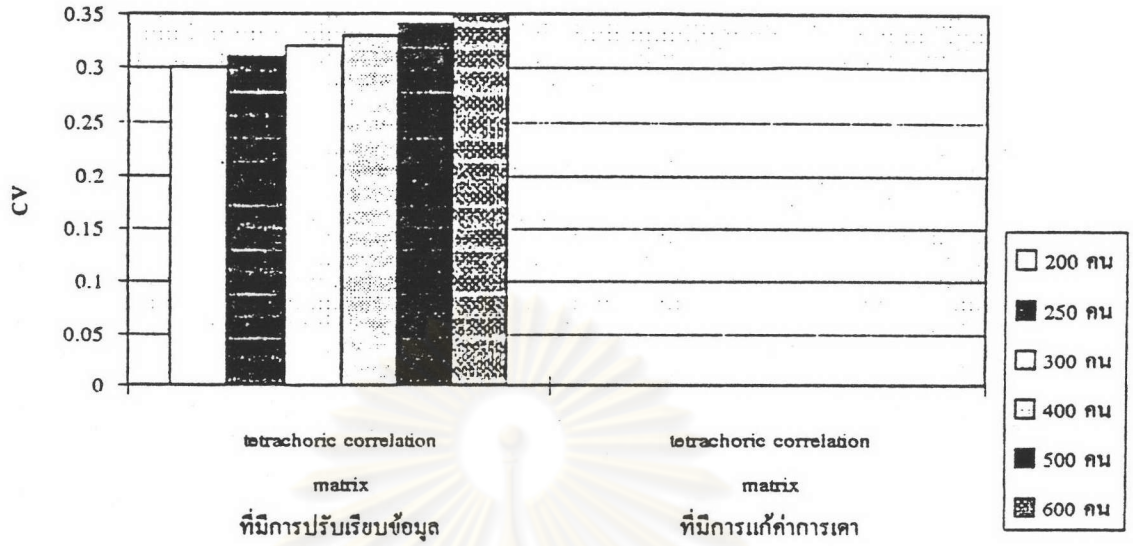
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา



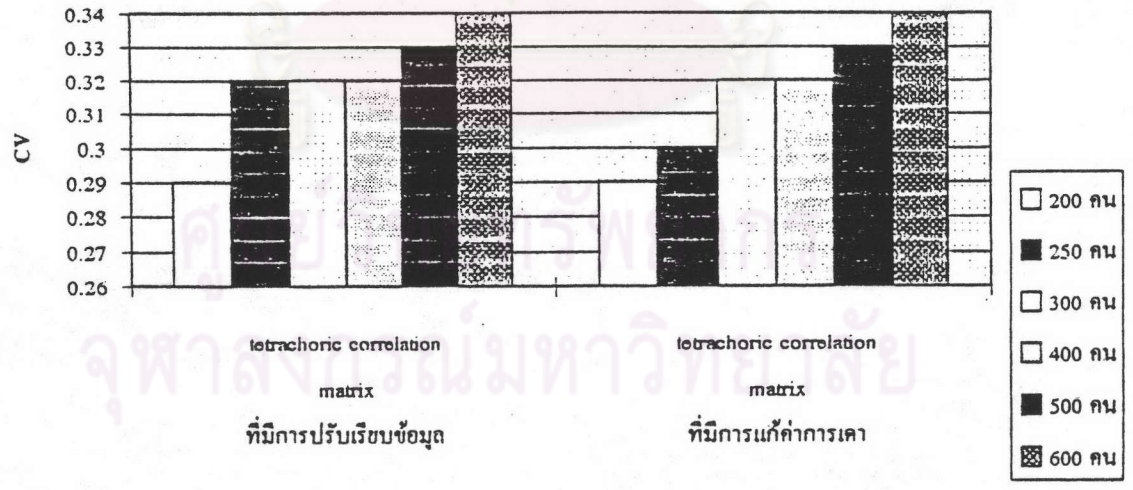
200 คน 250 คน 300 คน 400 คน 500 คน 600 คน

แผนภูมิที่ 4.44 แสดงค่าดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



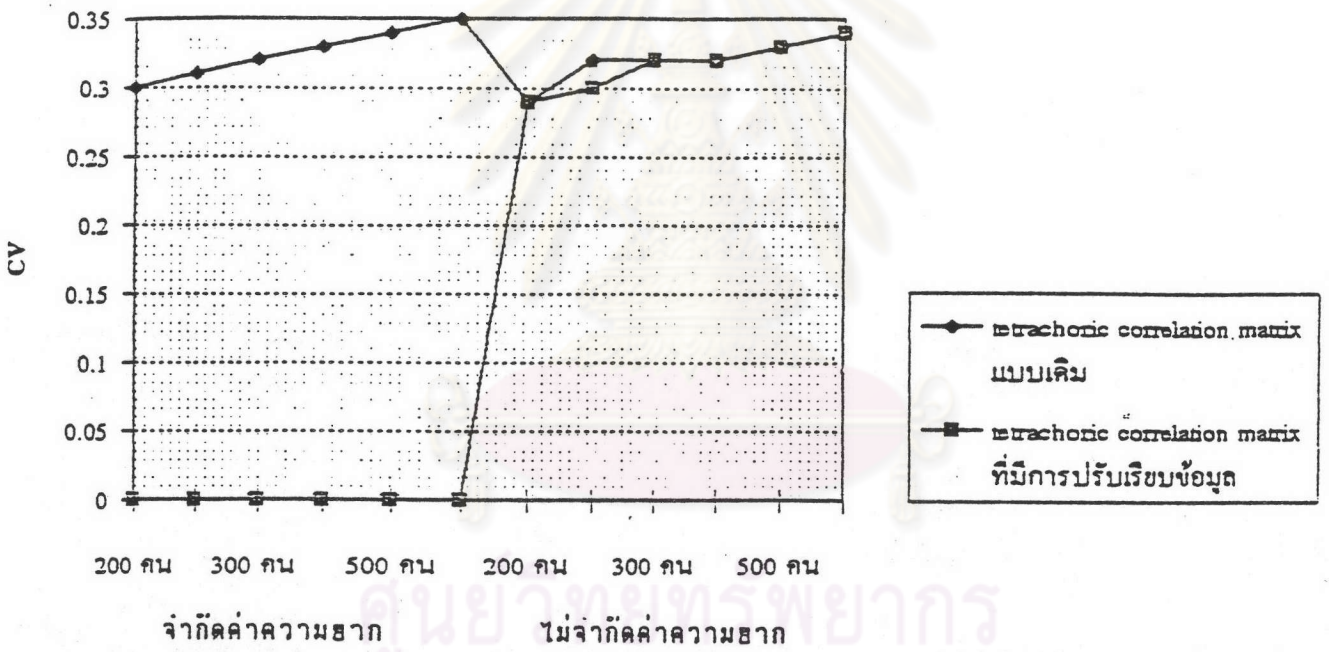
แผนภูมิที่ 4.45 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.46 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

ในแผนภูมิที่ 4.43 และ 4.44 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่าดัชนีใกล้เคียงกัน แต่ใน tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา บางชุดมีเมตริกซ์ที่เป็น singular matrix ทำให้โปรแกรม TESTFACT ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนี G^2

จากแผนภูมิที่ 4.45 และ 4.46 เห็นได้ว่า เมื่อไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ ค่า CV ของดัชนี G^2 มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนผู้สอบที่ใช้ โดยมีค่า CV ใกล้เคียงกันทั้งดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล และที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา



แผนภูมิที่ 4.47 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี G^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.47 พบว่าดัชนี G^2 ที่คำนวณด้วยเมตริกซ์ทั้ง 2 ชนิด ค่า CV มีการแปรผันค่อนข้างมาก และมีค่า CV มากกว่า .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี χ^2 เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.56	0.51	0.45	0.45	0.45	0.44
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.29	0.25	0.62	0.49	0.49	0.49
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	-	-	-	-	-	-
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.30	0.58	0.65	0.49	0.43	0.49
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.41	1.45	1.49	0.28	0.99	1.60
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.32	0.39	0.38	0.40	1.61	0.37
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.42	0.41	0.40	0.42	0.42	0.42
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.33	0.34	0.34	0.38	0.40	0.45

ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.44 ถึง 0.56 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.62

ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูลเมื่อใช้ข้อสอบที่จำกัดค่าความยากไม่สามารถคำนวณค่า CV เนื่องจากมีการปรับข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

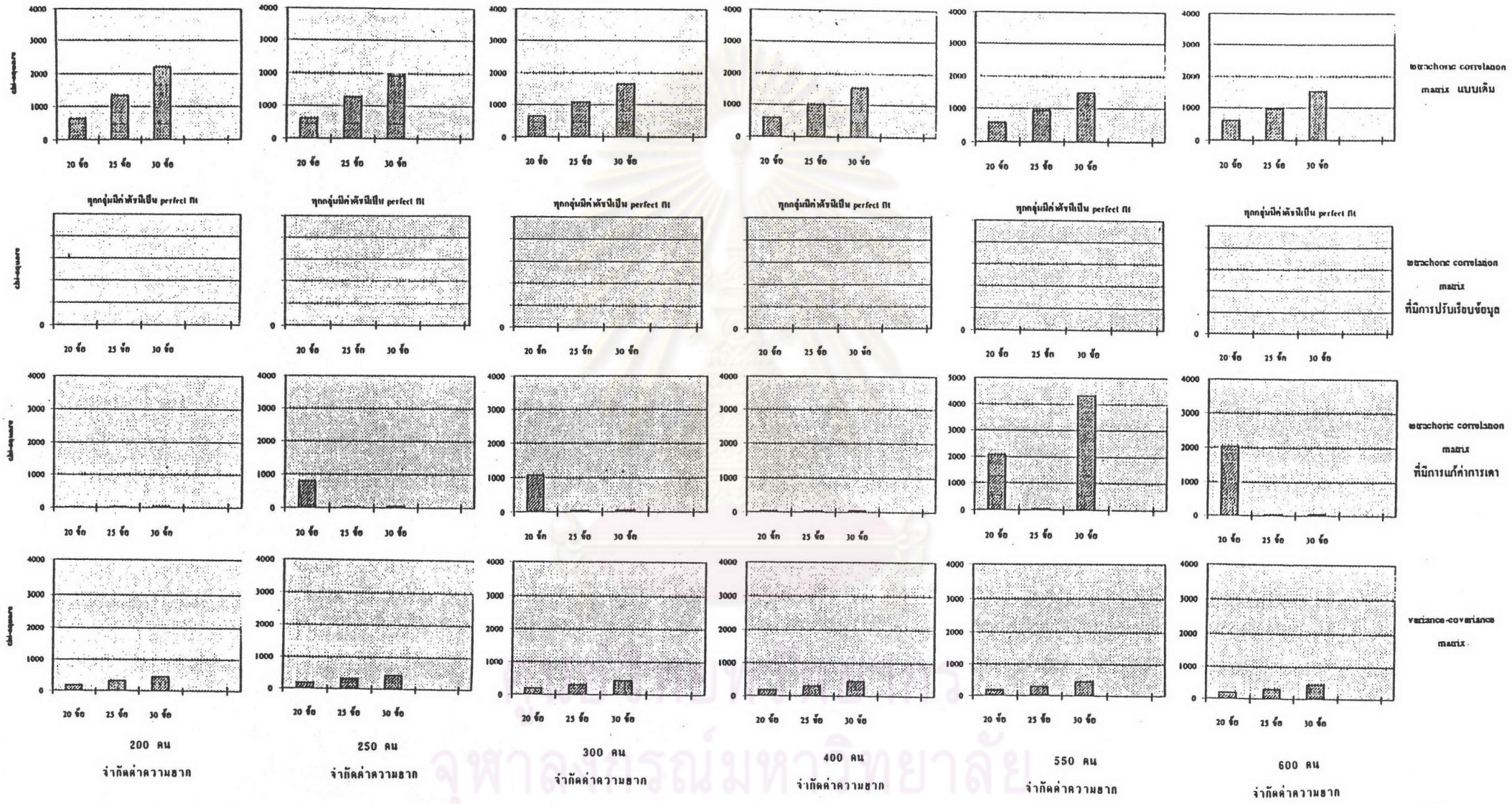
จนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) โปรแกรม LISREL ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนีได้ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 85-96 ในตารางภาคผนวก ข) ส่วนค่า CV ของดัชนี χ^2 ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยากมีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.65

ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 1.61 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.28 ถึง 1.60

ส่วนดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.42 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 0.45

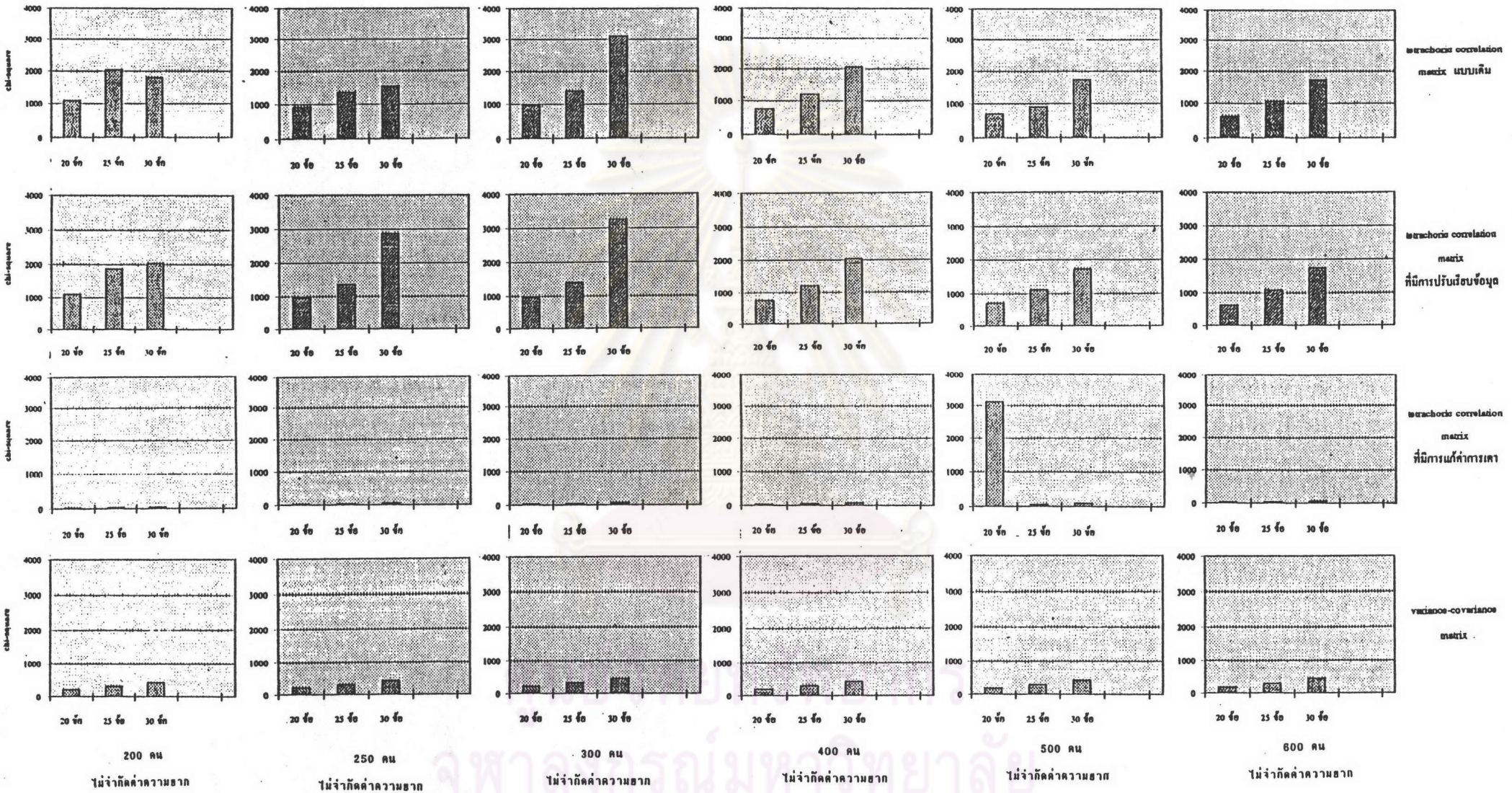
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV มากกว่า .20 โดยดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



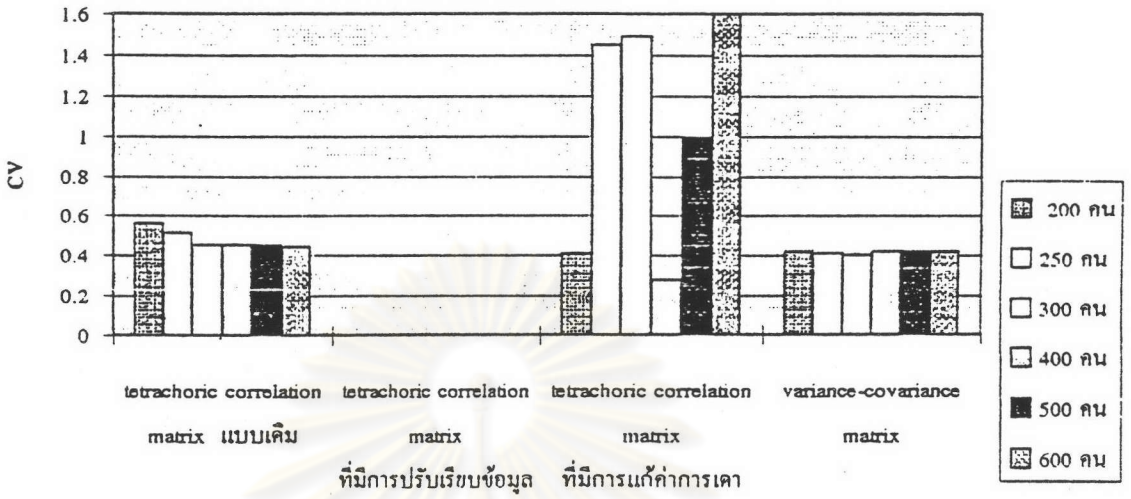
แผนภูมิที่ 4.48 แสดงค่าดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

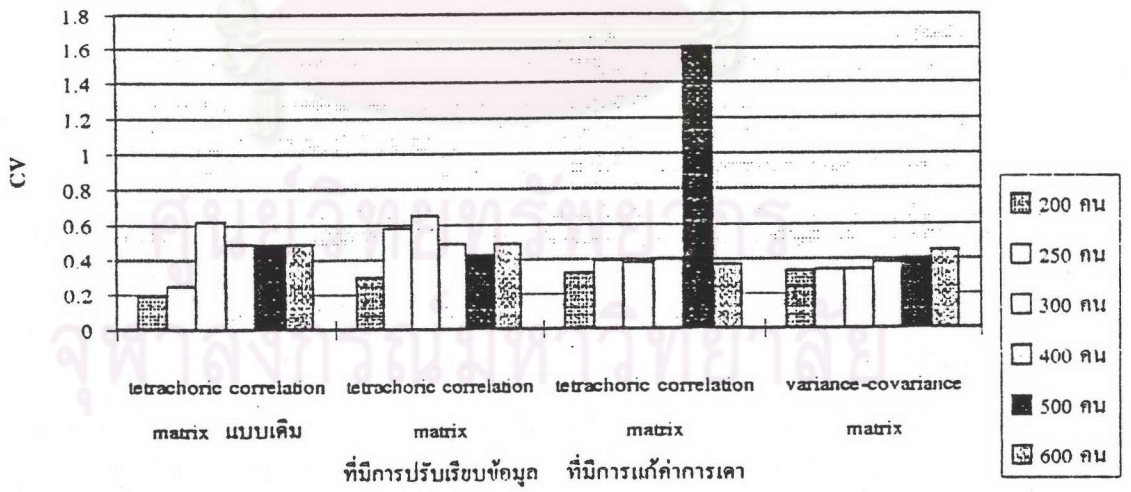


แผนภูมิที่ 4.49 แสดงค่าดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



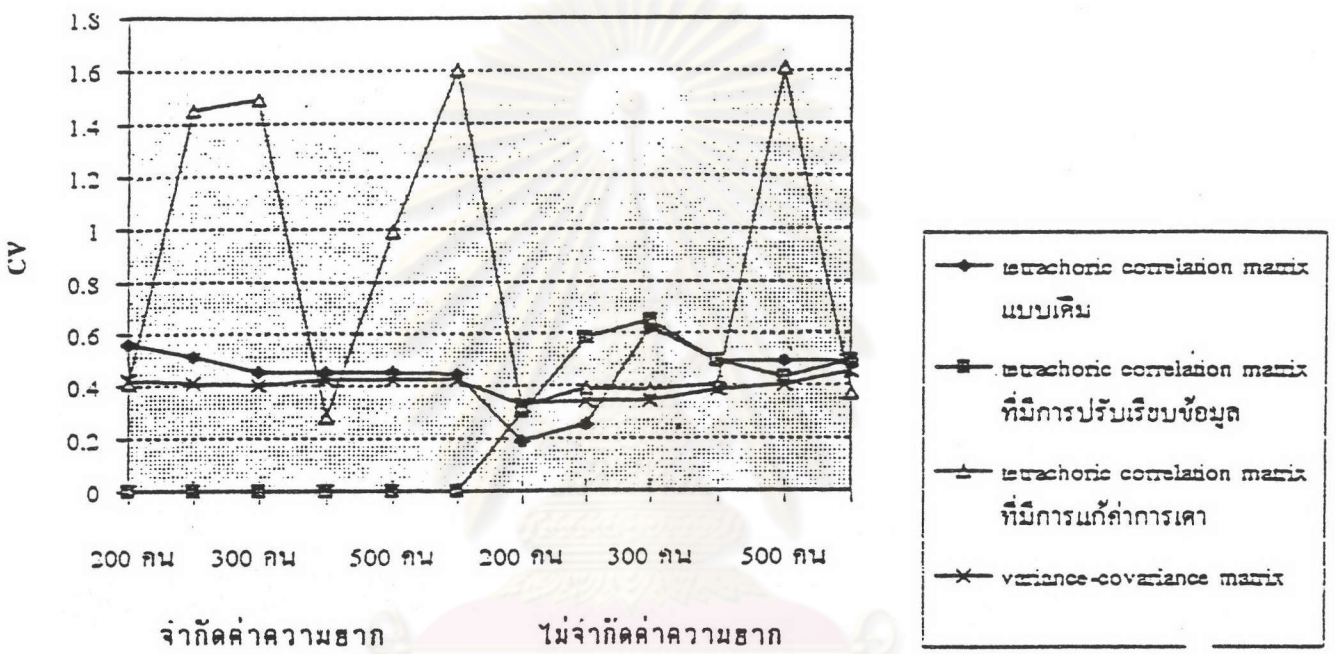
แผนภูมิที่ 4.50 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.51 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่มีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.48 และ 4.49 เห็นได้ว่าค่าดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covari-ance matrix มีค่าดัชนีต่ำกว่าค่าดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.50 และ 4.51 ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ และมีค่าใกล้เคียงกันในข้อสอบ 20,25 และ 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 4.52 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.52 พบว่าดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มี CV เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

จากการที่ดัชนี χ^2 ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV เกิน .20 จึงต้องกลับมาพิจารณาเลือกเมตริกซ์ที่ให้ค่า CV ของดัชนีต่ำสุดแทน ในกรณีคือ variance-covariance matrix

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี AGFI เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.17
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.00	0.15	0.15	0.00	0.19	0.14
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.04 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก กว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.17

ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับ

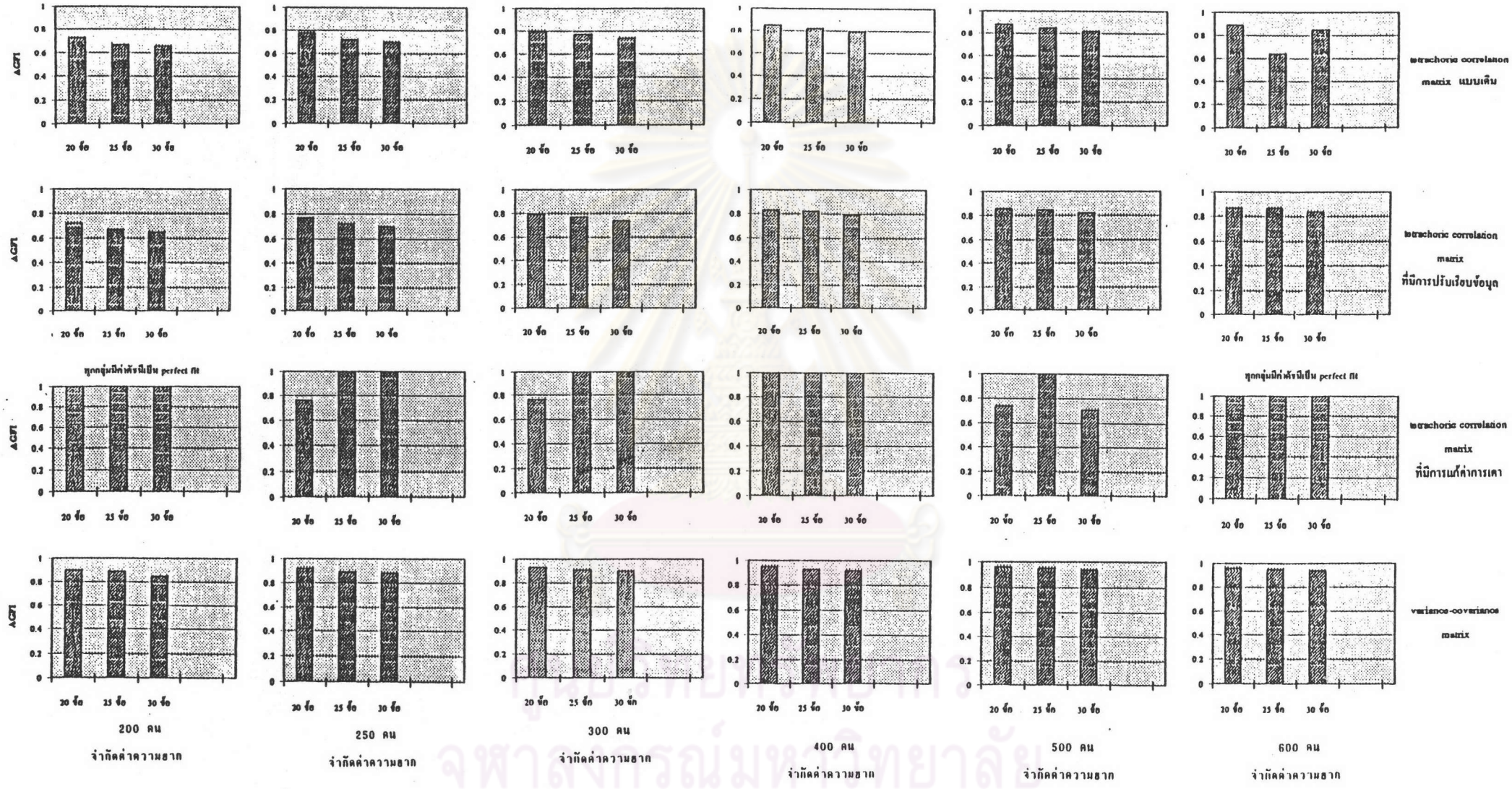
เรียบข้อมูล สำหรับข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง0.02 ถึง 0.04 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.05

ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา สำหรับข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.15 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.16 ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจาก มีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี AGFI มีค่า 1.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 97-108 ในภาคผนวก ช)

ส่วนดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV เดียว คือ 0.01 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.03

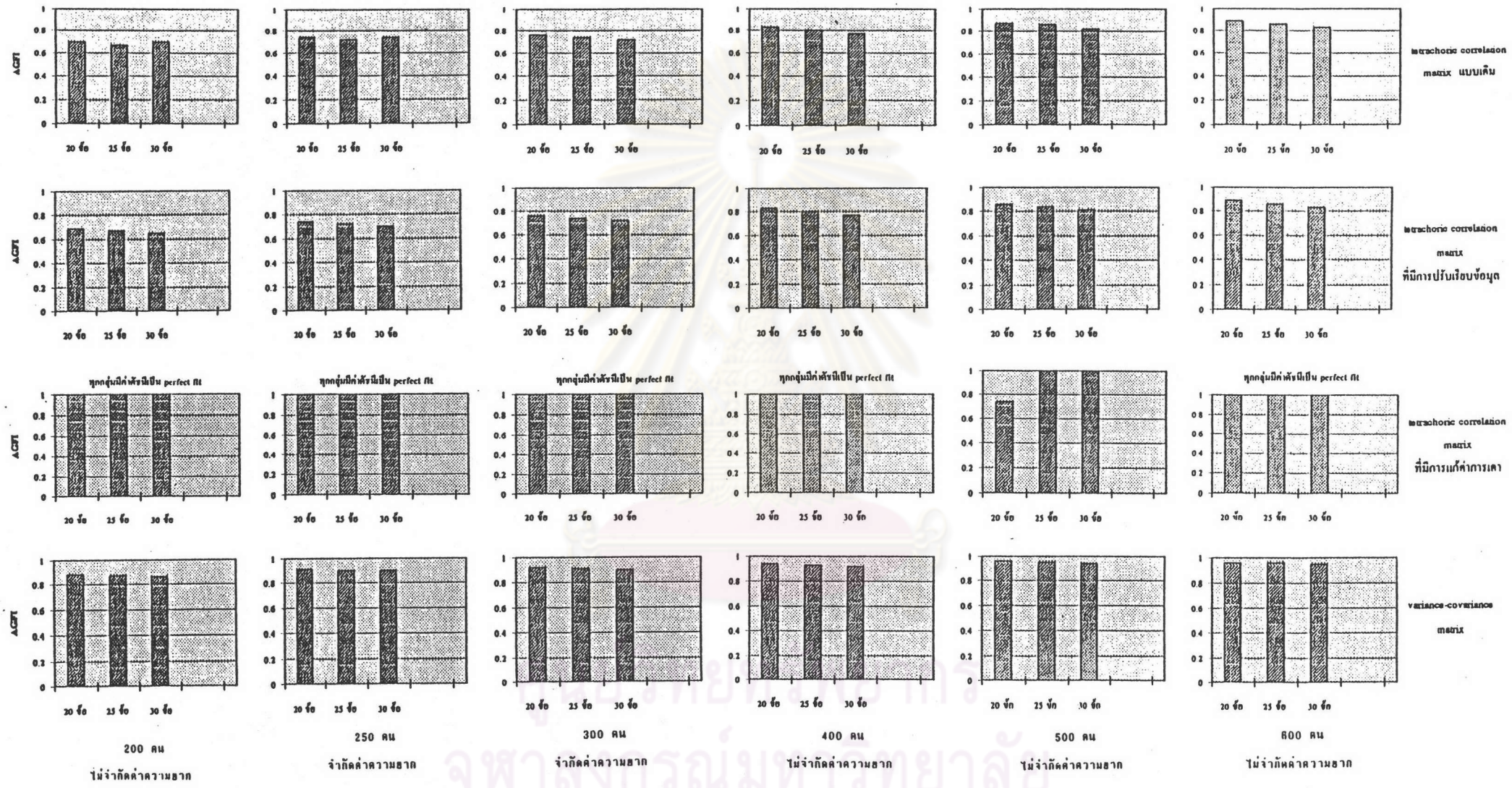
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV ไม่เกิน .20 โดยค่า CV ของดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

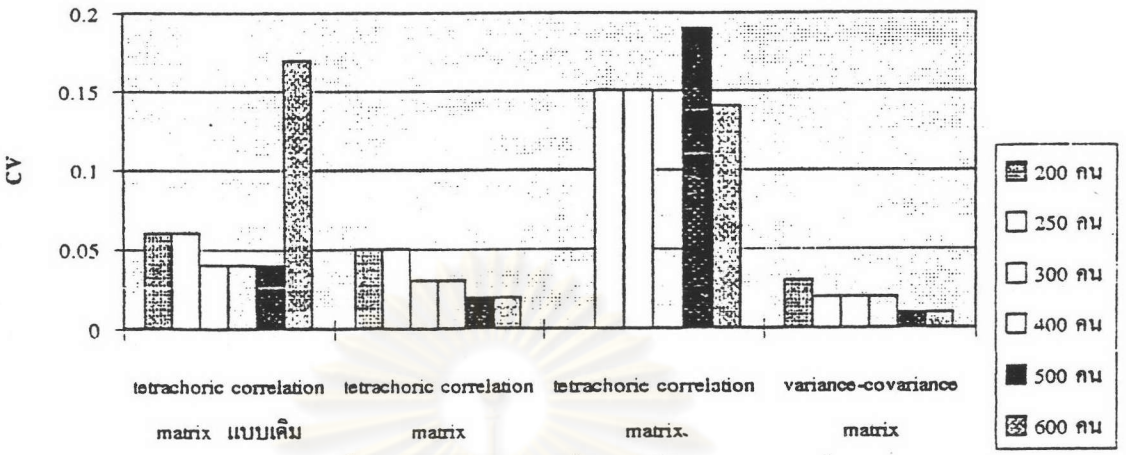


แผนภูมิที่ 4.53 แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

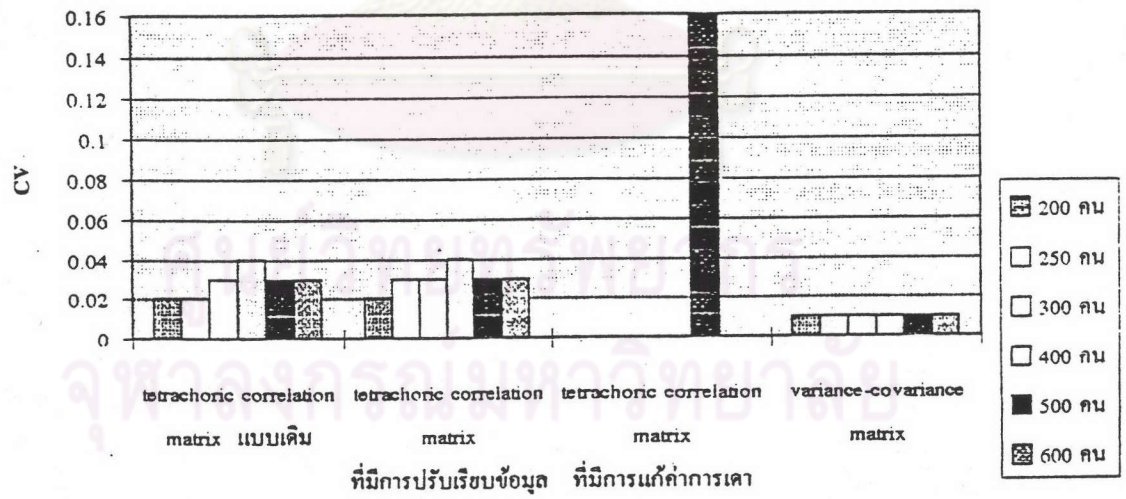
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.54 แสดงค่าดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ



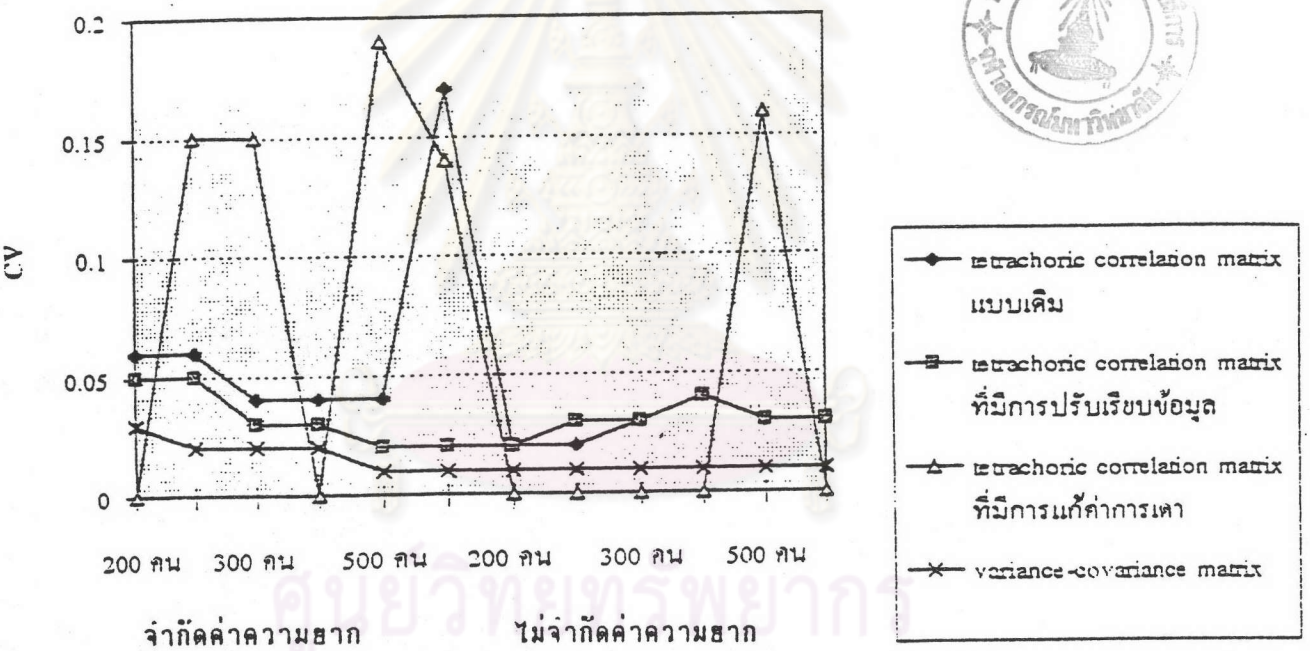
แผนภูมิที่ 4.55 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.56 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.53 และ 4.54 เห็นได้ว่าค่าดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix จะมีค่าดัชนีใกล้เคียงกันมากกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งเป็นการแก้ไขข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่าดัชนีสูงขึ้น

ในแผนภูมิที่ 4.55 และ 4.56 เป็นการเปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี AGFI เมื่อใช้ข้อสอบจำนวน 20, 25 และ 30 ข้อ โดยมีค่า CV ของดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าและมีค่าต่ำกว่าค่า CV ของดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.57 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี AGFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.57 เห็นได้ว่าดัชนี AGFI ที่คำนวณด้วยเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV ไม่เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยดัชนี AGFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ที่ค่อนข้างคงที่และต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี RMR เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.05
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.06	0.75	0.02	0.00	0.01	0.03
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.01	0.01	0.04	0.04	0.06	0.07
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.00	1.67	1.67	0.00	0.92	1.67
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.05	0.03	0.03	0.04	0.36	0.35
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.36	0.35	0.00	0.08	0.04	0.05

ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า Cv อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.03 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.05

ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับ

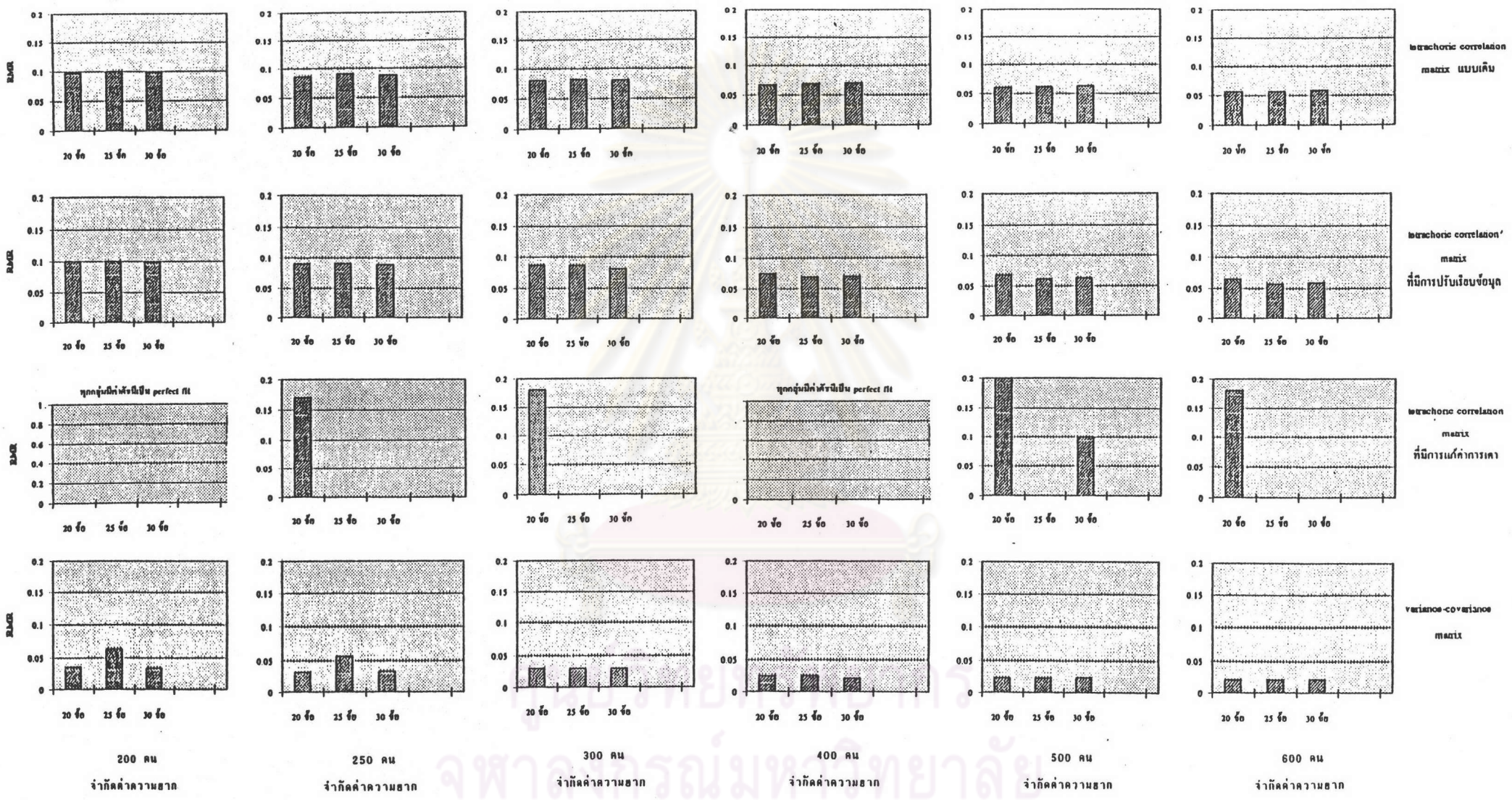
เรียบข้อมูล ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.07 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.75

ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.67 เช่นเดียวกัน ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจากมีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี RMR มีค่า 0.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 109-120 ในภาคผนวก ข)

ส่วนดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.36 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.36

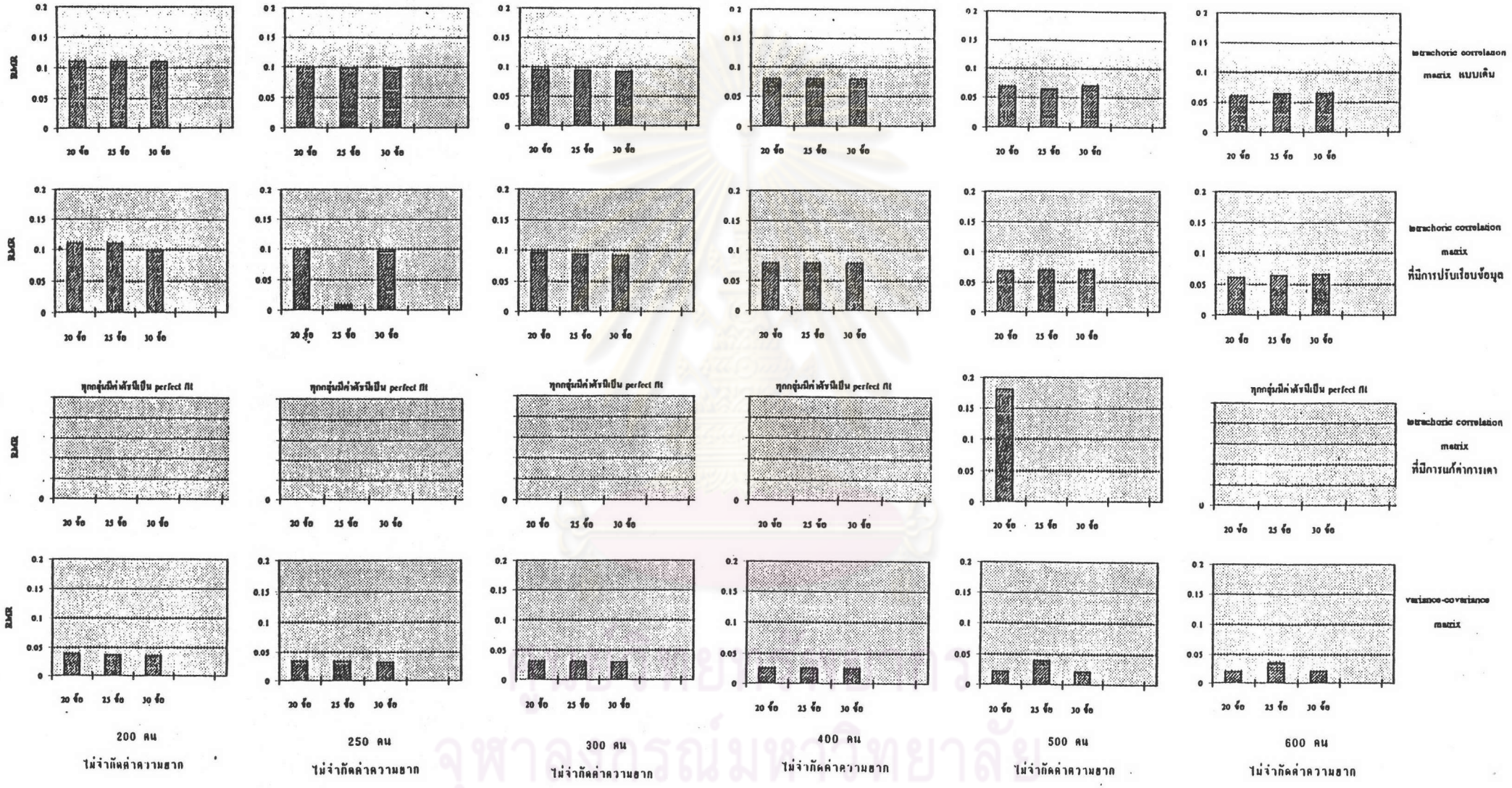
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เห็นได้ว่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่า CV ทุกกลุ่มต่ำกว่า .20 รองลงมา คือ ดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV ร้อยละ 91.67 มีค่าต่ำกว่า .20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



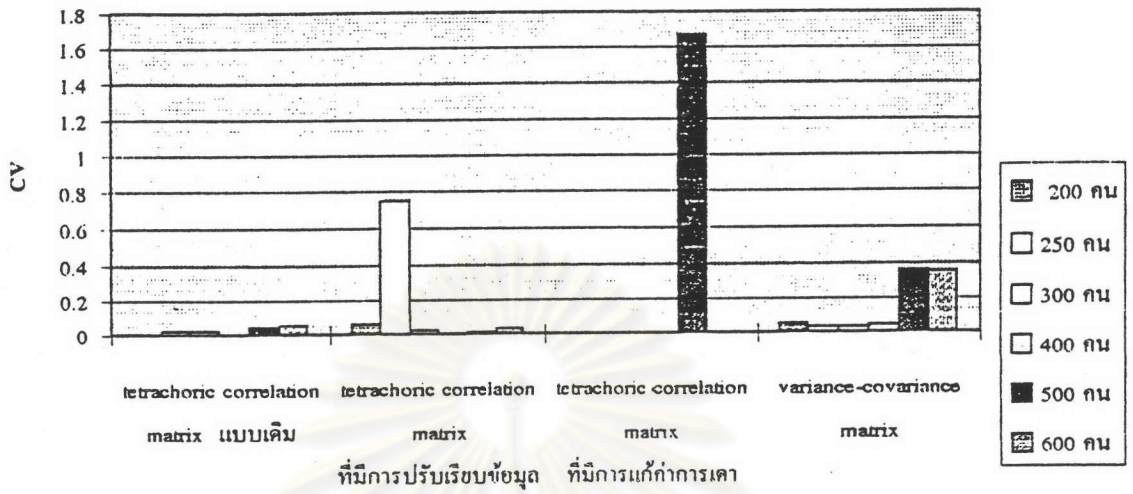
แผนภูมิที่ 4.58 แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

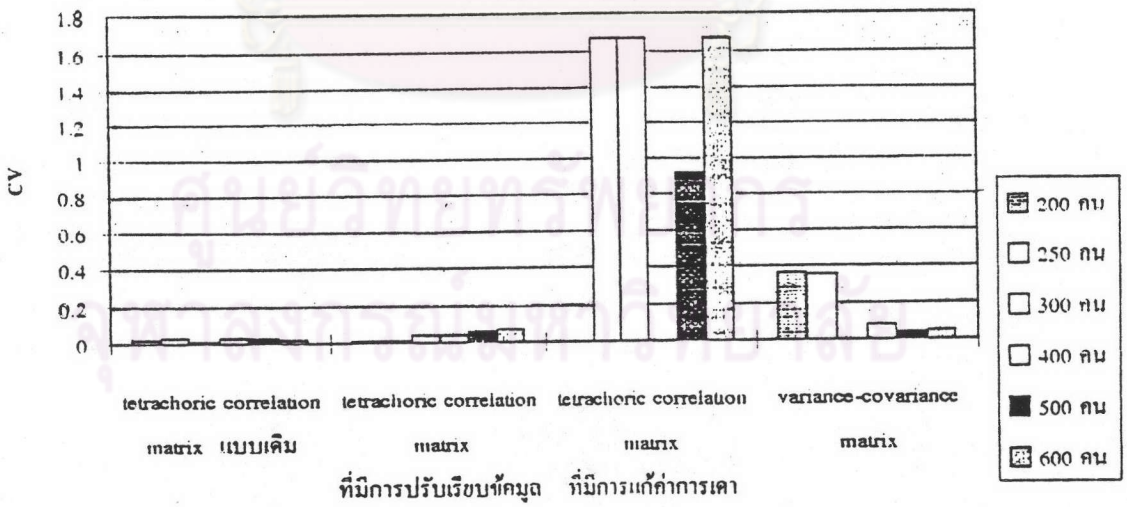


แผนภูมิที่ 4.59 แสดงค่าดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



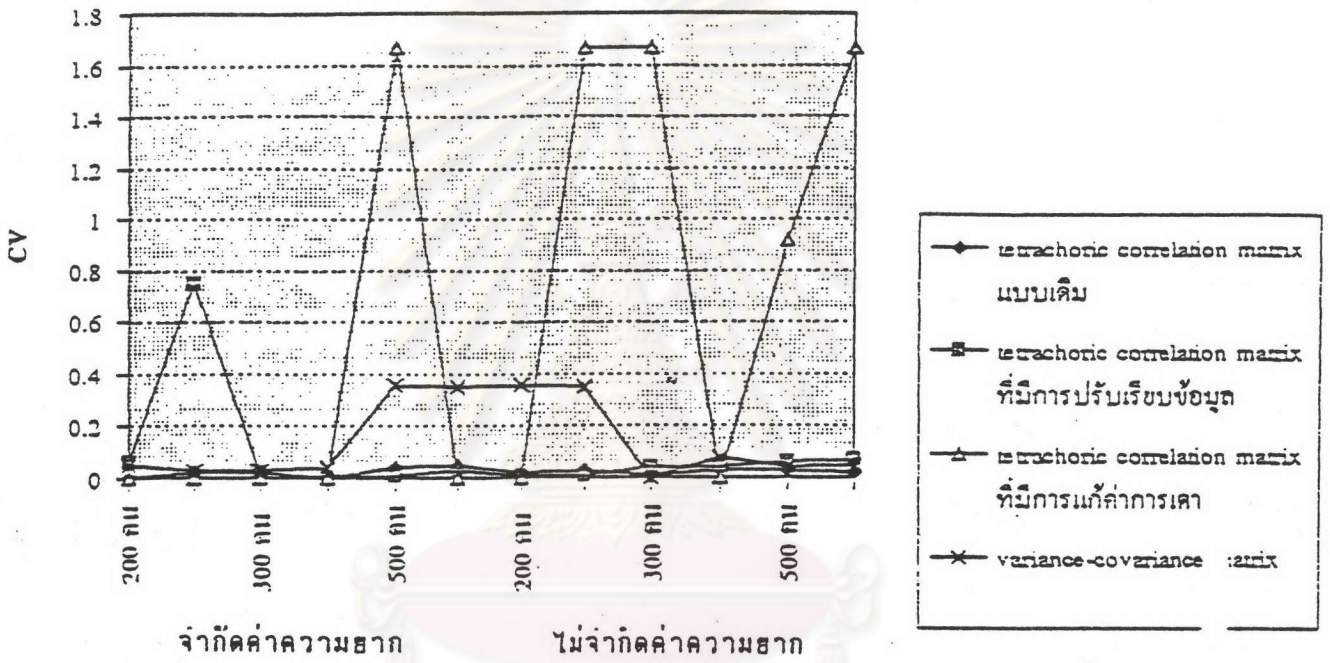
แผนภูมิที่ 4.60 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.61 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.58 และ 4.59 เห็นได้ว่าค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่าสม่ำเสมอมากกว่าค่าดัชนี RMR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.60 และ 4.61 พบว่า ค่า CV ของดัชนี RMR ที่คำนวณจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม จะมีค่า CV ต่ำที่สุด และมีค่าสม่ำเสมอในจำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.62 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.62 เห็นได้ว่าค่า CV ของดัชนี RMR ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ทุกกลุ่มมีค่าต่ำกว่า .20

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี NNFI เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.28	0.21	0.10	0.07	0.06	0.06
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.17	0.07	0.33	0.12	0.11	0.12
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	0.26	0.07	0.09	0.10	0.08	0.10
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.22	0.31	0.36	0.12	0.06	0.11
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	0.00	0.38	0.43	0.00	0.67	0.47
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.15	0.12	0.09	0.03	0.01	0.03

ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 0.28 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า cv อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.33

ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับ

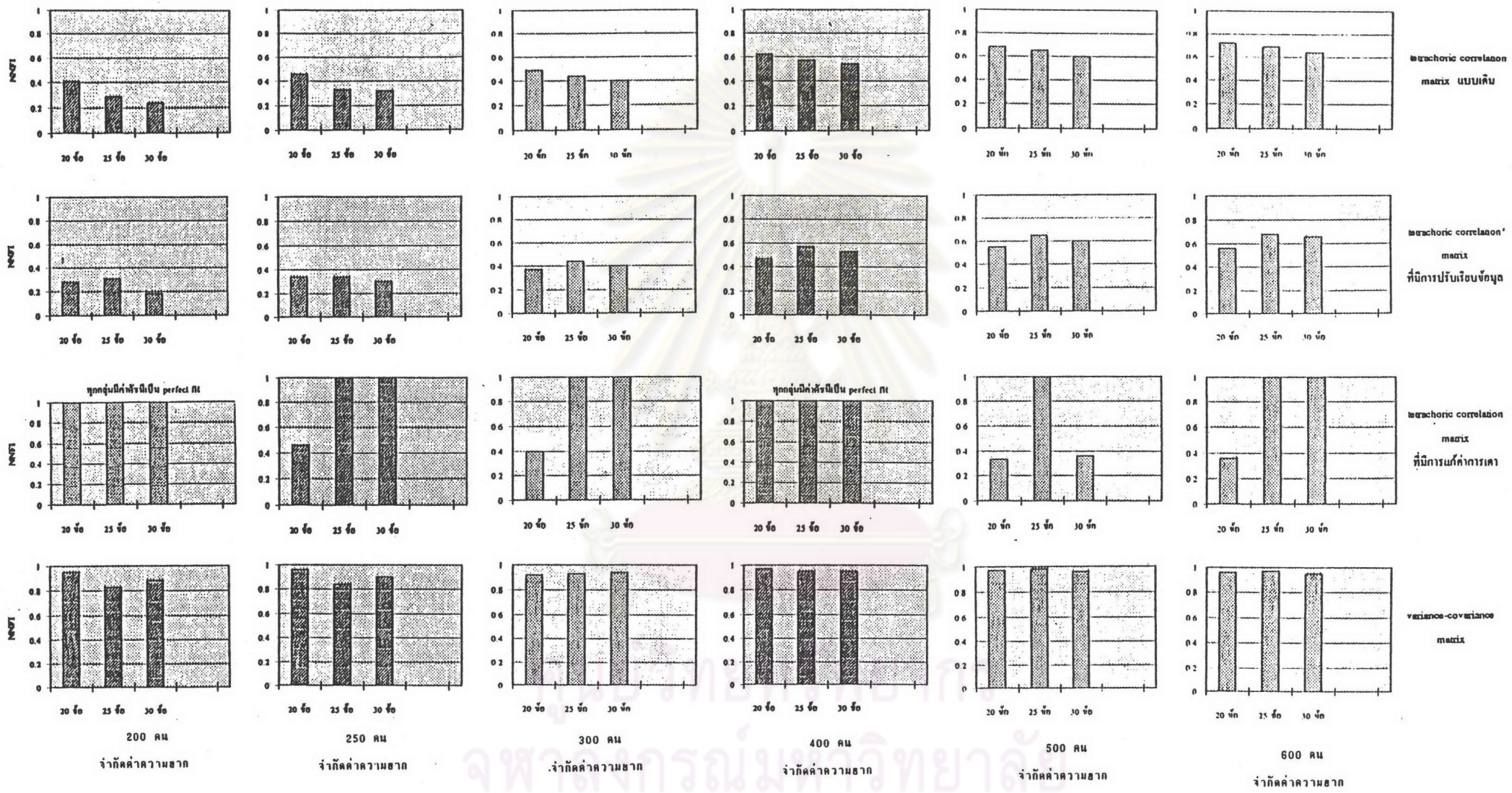
เรียบข้อมูล มีค่า CV ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 0.22 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.26

ดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.57 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.67 ในกรณีที่ค่า CV เท่ากับ 0.00 นั้นเกิดขึ้นเนื่องจาก มีการปรับแก้ค่าการเดาจนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) ทำให้ดัชนี NNFI มีค่า 1.00 (ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 121 -132 ในภาคผนวก ข)

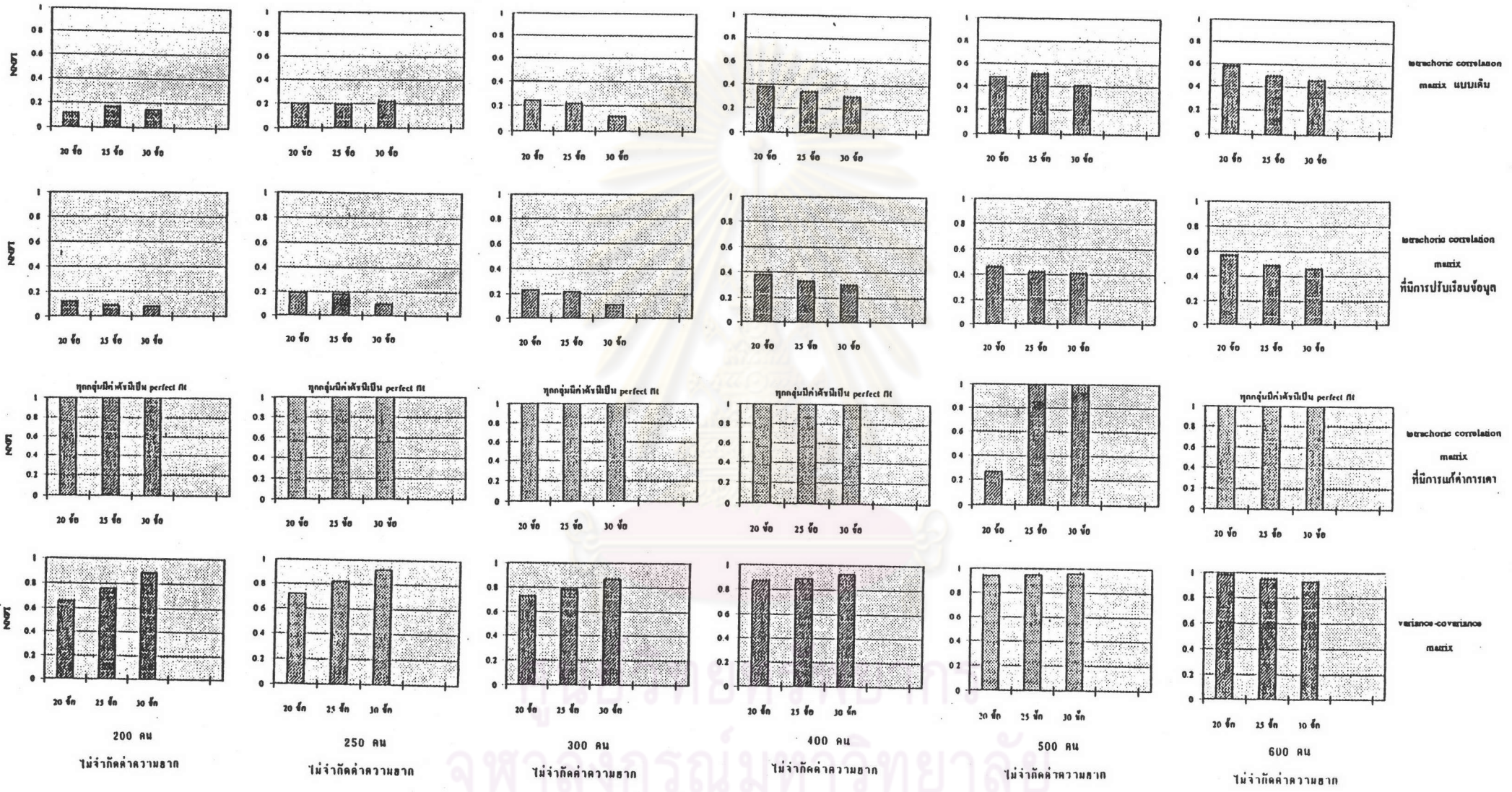
ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.07 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.15

เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี NNFI ที่ได้จาก tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด มีค่า CV เกิน .20 มีเพียงดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix เท่านั้นที่มีค่า CV ไม่เกิน .20

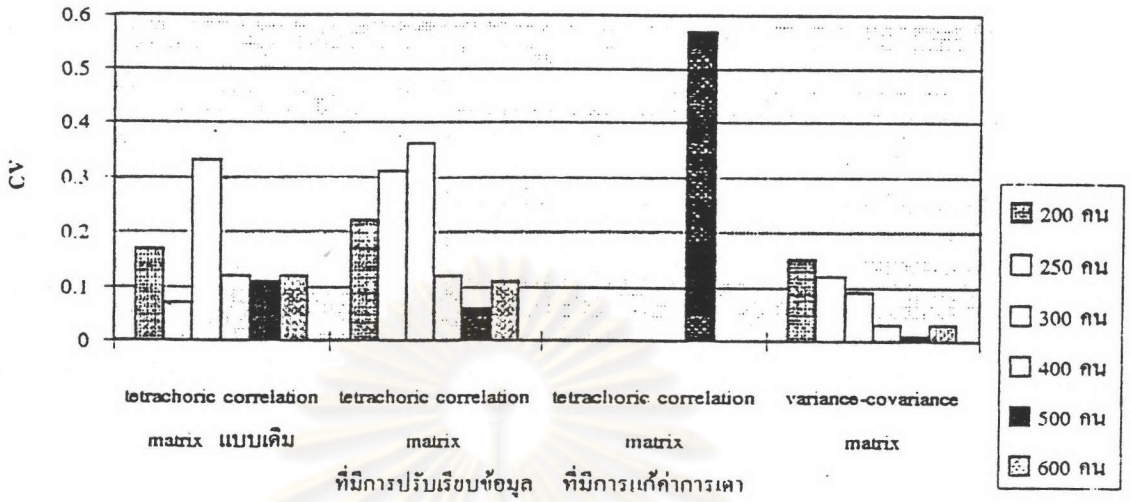
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



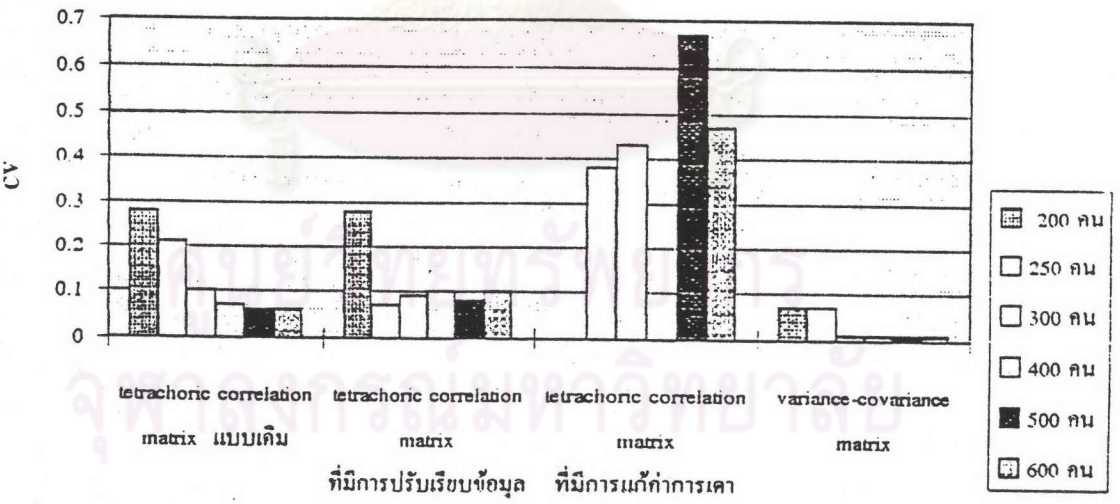
แผนภูมิที่ 4.63 แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ



แผนภูมิที่ 4.64 แสดงค่าดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ



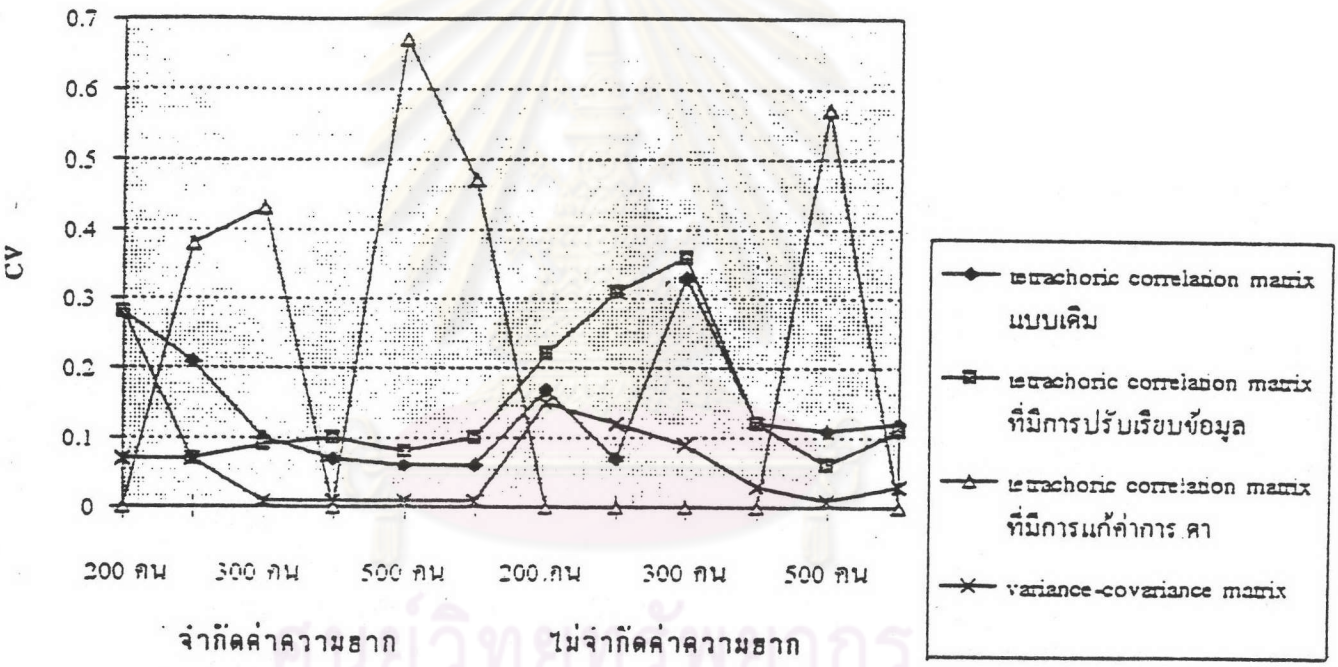
แผนภูมิที่ 4.65 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.66 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

จากแผนภูมิที่ 4.63 และ 4.64 เห็นได้ว่าค่าดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก variance -covariance matrix มีค่าสม่ำเสมอกว่าค่า CV ของดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ ทั้งที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก เป็นที่น่าสังเกตว่าดัชนี NNFI ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ซึ่งเป็นการปรับแก้ข้อมูลจาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่าดัชนีสูงขึ้นกว่าเดิม

ในแผนภูมิที่ 4.65 และ 4.66 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี NNFI เมื่อใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน พบว่า ดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ



แผนภูมิที่ 4.67 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี NNFI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจาก 4.67 พบว่า ดัชนี NNFI ที่คำนวณด้วย tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด มีค่าเกิน .20 มีเพียงดัชนี NNFI ที่คำนวณด้วย variance-covariance matrix เท่านั้นที่มี CV ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบค่า CV ของเมตริกซ์แต่ละประเภท ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี CN เมื่อใช้จำนวนข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ชนิดของ matrix		จำนวนผู้สอบ					
		200	250	300	400	500	600
tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	จำกัดค่าความยาก	0.23	0.19	0.08	0.08	0.07	0.06
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.24	0.15	0.22	0.75	0.15	0.12
tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	จำกัดค่าความยาก	1.41	1.22	1.11	0.93	0.72	0.66
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.08	0.19	0.24	0.11	0.09	0.12
tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา	จำกัดค่าความยาก	-	-	-	-	-	-
	ไม่จำกัดค่าความยาก	-	-	-	-	-	-
variance-covariance matrix	จำกัดค่าความยาก	0.08	0.09	0.00	0.05	0.05	0.04
	ไม่จำกัดค่าความยาก	0.04	0.05	0.04	0.00	0.03	0.08

ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิมในข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 0.23 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.75

ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับ

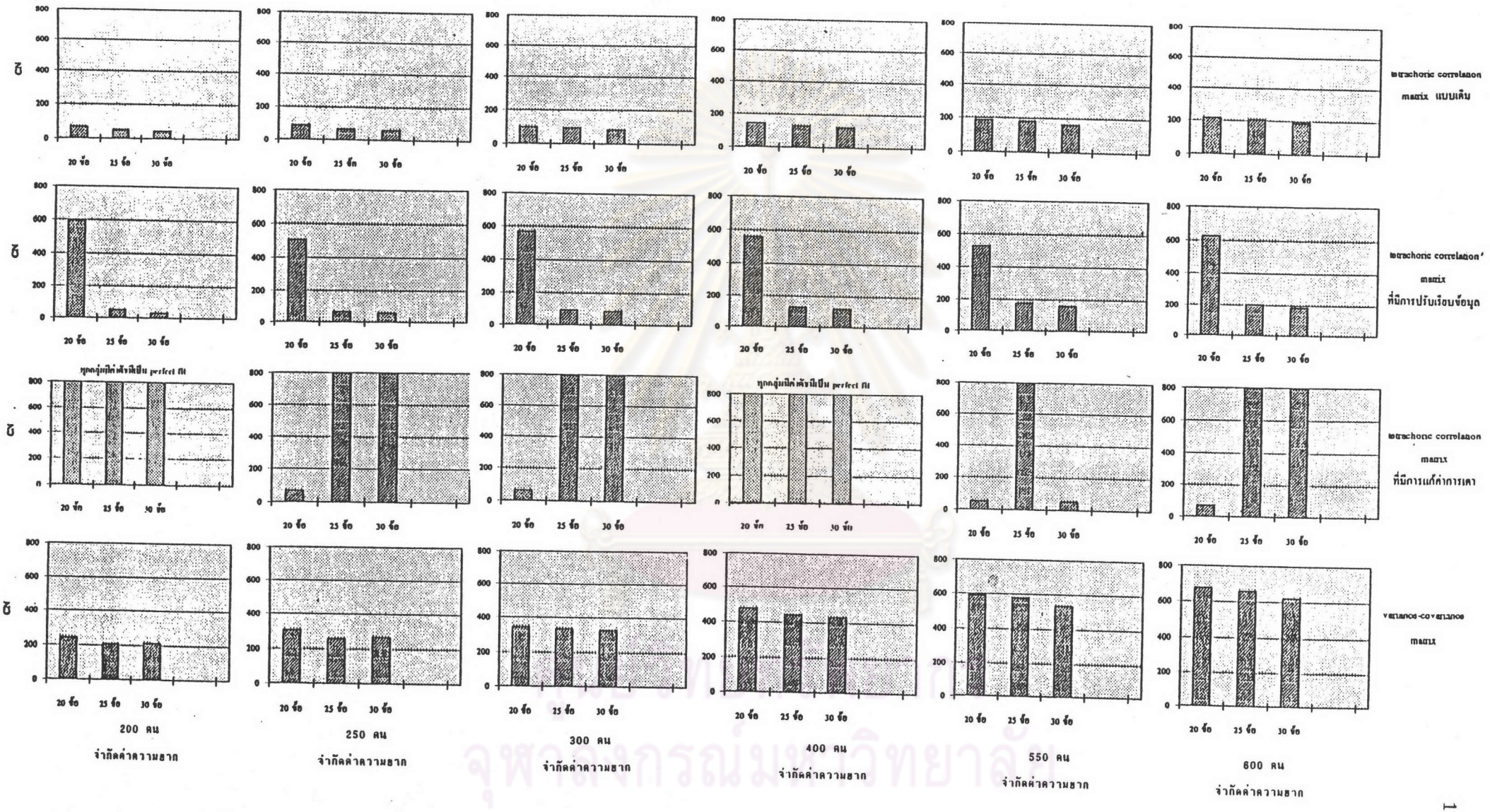
เรียบข้อมูล ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.24 ซึ่งใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 1.41

ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา ไม่สามารถคำนวณค่า CV เนื่องจากมีการปรับข้อมูล จนทำให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกับโมเดลอย่างสมบูรณ์ (perfect fit) โปรแกรม LISREL ไม่สามารถคำนวณค่าดัชนีได้ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 133-144 ในตารางภาคผนวก ข)

ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ในข้อสอบที่ไม่จำกัดค่าความยาก มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.08 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าข้อสอบที่จำกัดค่าความยาก ที่มีค่า CV อยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.09

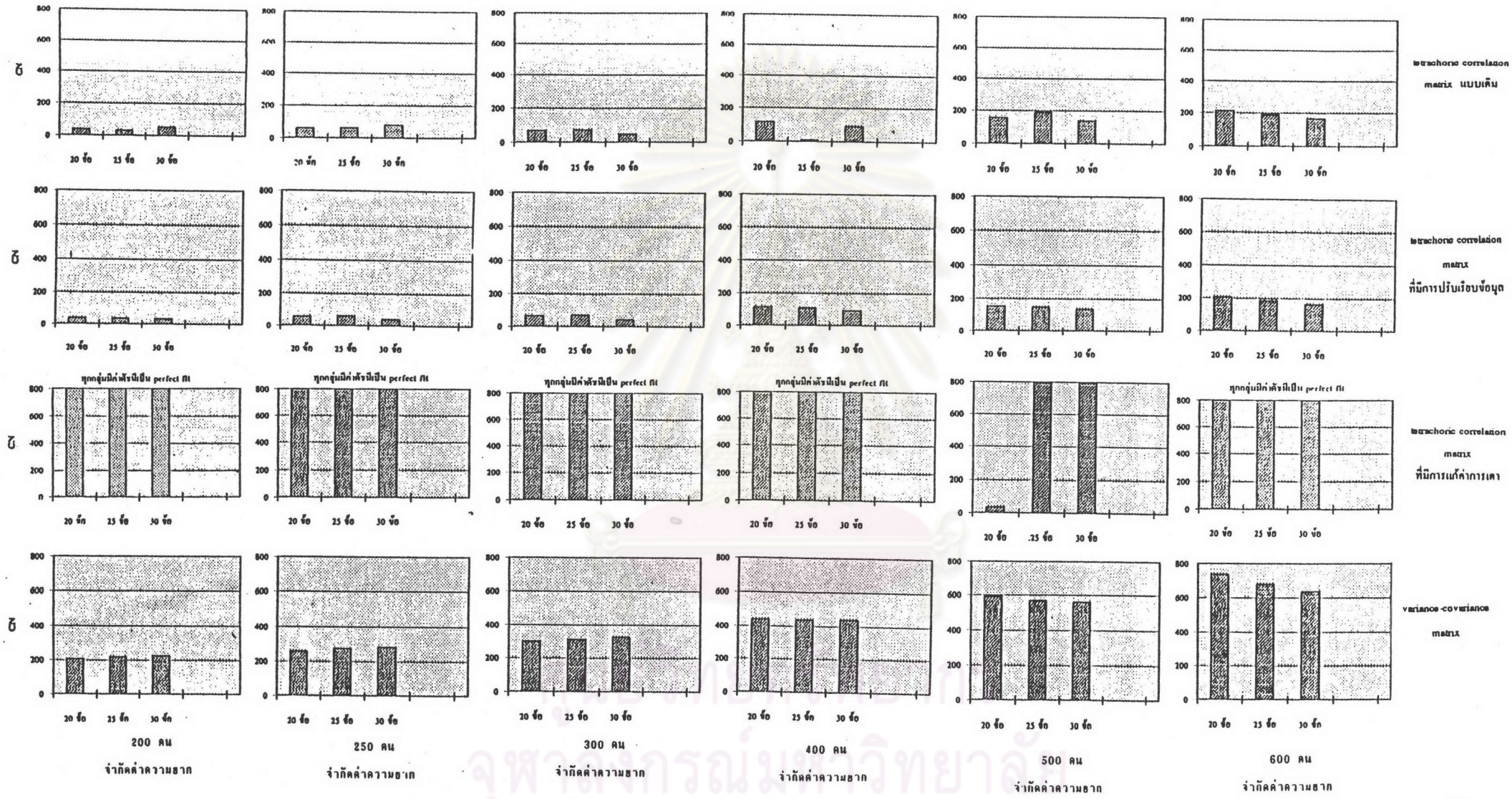
เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ทุกชนิด มีค่า CV เกิน .20 มีเพียง ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix เท่านั้นที่มีค่า CV ต่ำกว่า .20 และมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



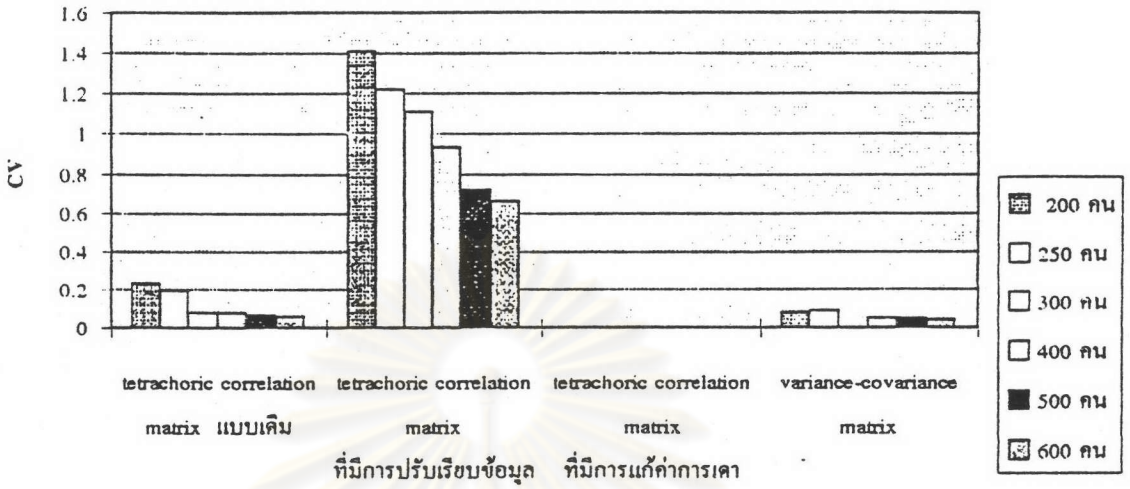
แผนภูมิที่ 4.68 แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และจำกัดค่าความยากของข้อสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

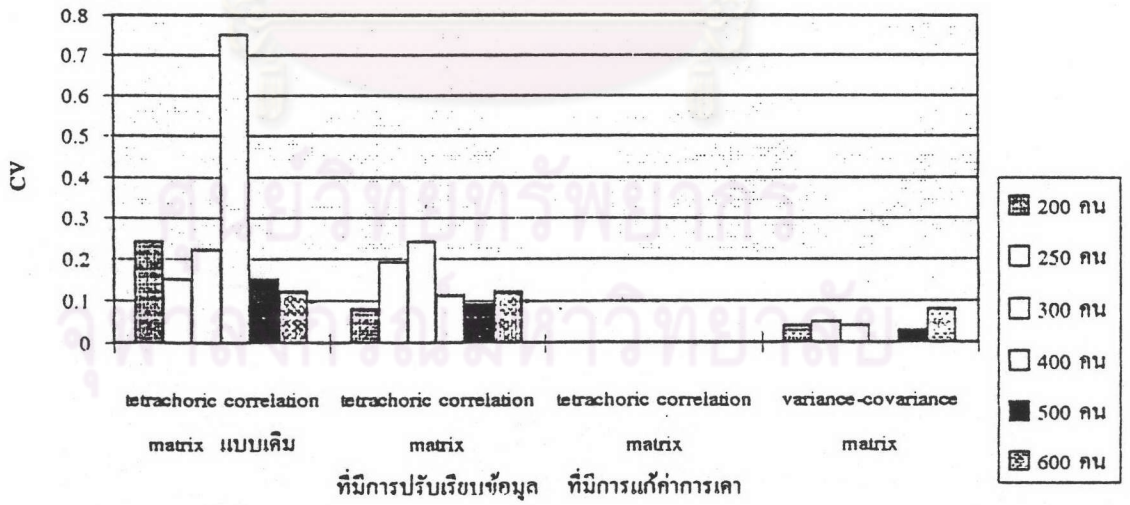


แผนภูมิที่ 4.69 แสดงค่าดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



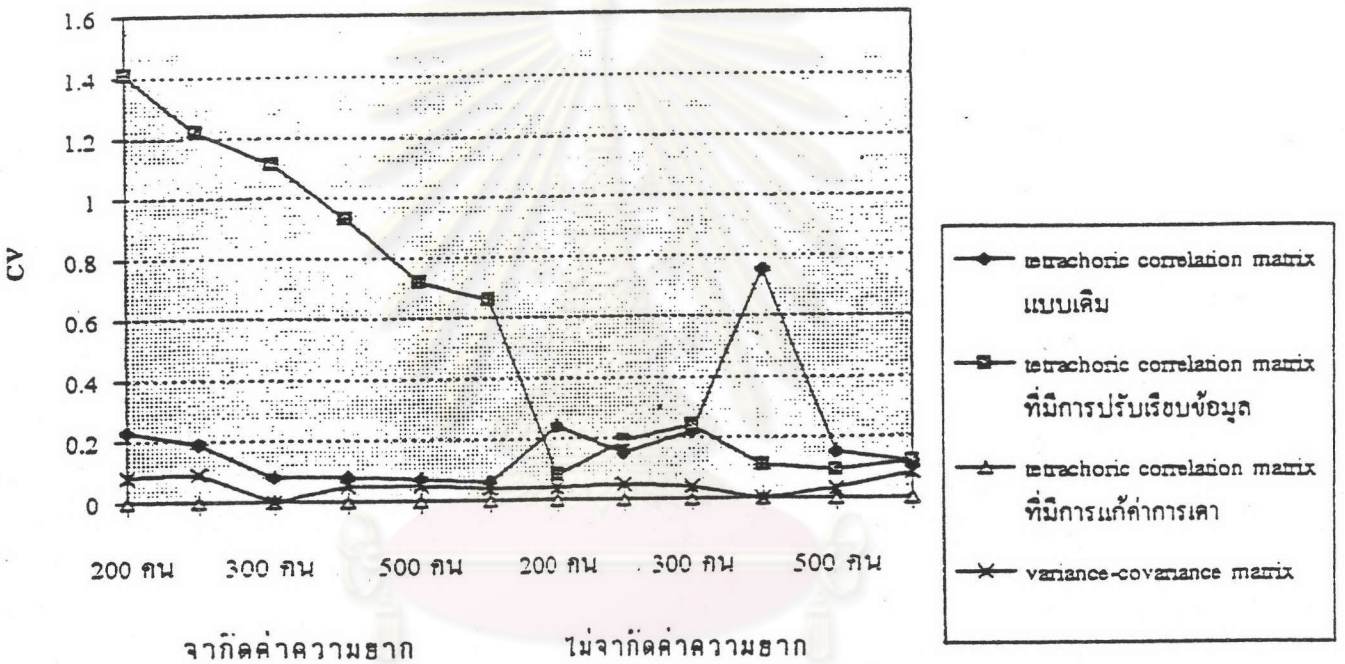
แผนภูมิที่ 4.70 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และมีการจำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน



แผนภูมิที่ 4.71 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบ โดยใช้จำนวนผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน

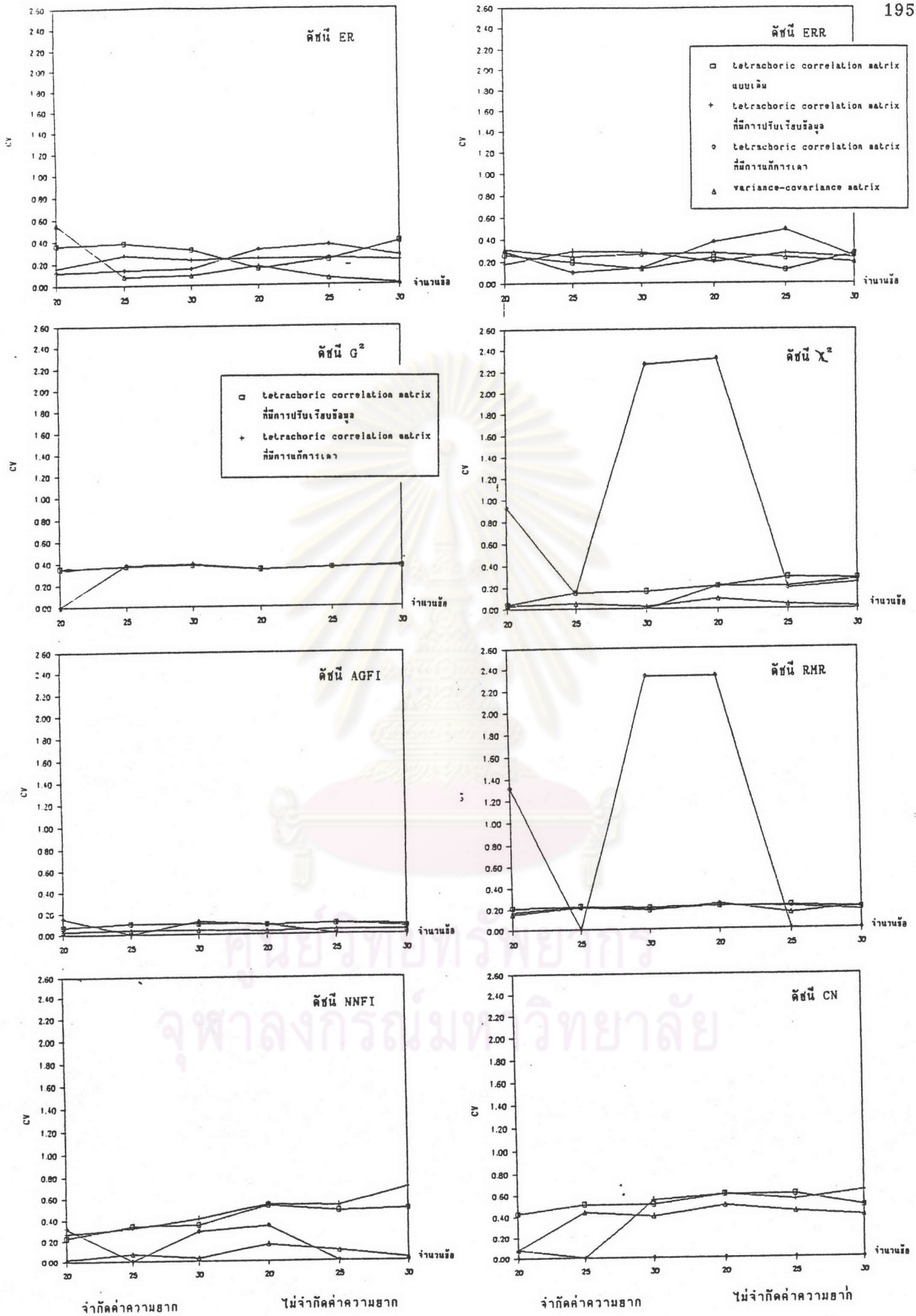
จากแผนภูมิที่ 4.68 และ 4.69 เห็นได้ว่าค่าดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก มีค่าดัชนีสม่ำเสมอมากกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ

ในแผนภูมิที่ 4.70 และ 4.71 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี CN เมื่อใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600 คน ค่า CV ของดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix จะมีค่าต่ำกว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ



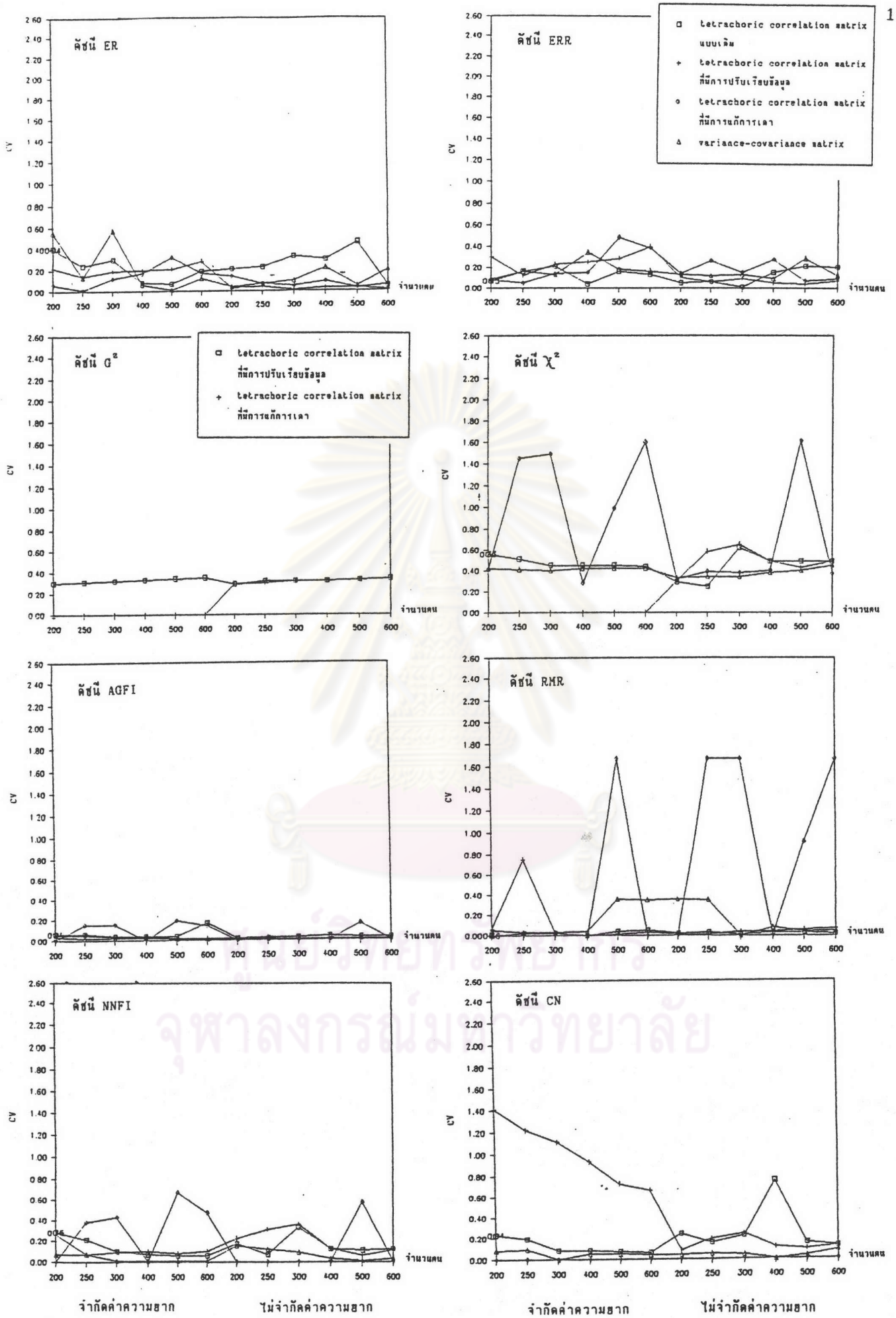
แผนภูมิที่ 4.72 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยาก

เมื่อพิจารณาจาก 4.72 พบว่า ดัชนี CN ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม และจาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV มากกว่า .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีเพียงดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix ที่มีค่า CV ต่ำกว่า .20



แผนภูมิที่ 4.73 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.74 เปรียบเทียบค่า CV ของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิที่ 4.73 และ 4.74 พบว่า

1. ดัชนี AGFI, NNFI และ CN ที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีความคงที่มากกว่าเมตริกซ์อื่น ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างชัดเจน

2. ดัชนี ER และ ERR ที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ มีค่า CV ที่แปรผันมาก จนไม่สามารถกำหนดได้ว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ใดคงที่มากที่สุด โดย ดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีปัญหา non-positively definite ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูลและ tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีปัญหาการแก้ไขข้อมูลในเมตริกซ์เบื้องต้นมาก ทำให้ค่าดัชนีที่คำนวณได้สูงขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้ การใช้ variance-covariance matrix คำนวณค่าดัชนีจึงมีความเหมาะสมมากกว่า แม้ว่าจะมีค่า CV สูงในกลุ่มข้อสอบ 20 ข้อ ทั้งนี้อาจเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความยากกับจำนวนข้อสอบ

3. ดัชนี RMR เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล มีค่า CV ไม่เกิน .20 มากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.17 ถึง 0.22 ส่วนดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่า CV ทั้งหมดเกิน0.20 เพียงเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.22 แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน ข้อสอบพบว่าดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix แบบเดิม มีค่า CV ทั้งหมดไม่เกิน .20 ส่วนดัชนี ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล กลับมีค่า CV สูงถึง .75 ดังนั้นการใช้ tetrachoric correlation matrix แบบเดิมคำนวณค่าดัชนี จึงมีความเหมาะสมมากกว่า

4. ดัชนี χ^2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่า .20 แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ พบว่าดัชนีที่คำนวณได้จากเมตริกซ์ทุกชนิดมีค่า CV เกิน .20 โดยมี ดัชนีที่คำนวณได้จาก variance-covariance matrix มีค่า CV ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากเมตริกซ์อื่น ๆ การใช้ variance-covariance matrix ในการคำนวณค่าดัชนีจึงมีความเหมาะสมมากกว่า

5. ดัชนี G^2 ที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูลและ tetrachoric correlation matrix ที่มีการแก้ค่าการเดา มีค่า CV เกิน .20 แต่ดัชนีที่คำนวณได้จาก tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูลไม่มีปัญหาเรื่อง singular matrix จึงมีความเหมาะสมมากกว่า

ตารางที่ 4.17 สรุปชนิดของเมตริกซ์ที่มีความคงที่ในการคำนวณค่าของดัชนีแต่ละประเภท

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	ชนิดของเมตริกซ์	ชนิดของคุณภาพ
ER	EFA	variance-covariance matrix	เหมาะสม
ERR	EFA	variance-covariance matrix	เหมาะสม
G^2	CFA	tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	เหมาะสม
χ^2	CFA	variance-covariance matrix	เหมาะสม
AGFI	CFA	variance-covariance matrix	คงที่
RMR	CFA	tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	เหมาะสม
NNFI	CFA	variance-covariance matrix	คงที่
CN	CFA	variance-covariance matrix	คงที่

ดังนั้น การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของดัชนีแต่ละประเภทในขั้นต่อไปจึงใช้เมตริกซ์ดังแสดงในตารางข้างบน มาใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วยการคำนวณความคงที่ของดัชนี และความไวของดัชนี

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของดัชนี

2.1 ความคงที่ของดัชนี

2.1.1 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบและค่าความยากของข้อสอบ

ตารางที่ 4.18 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยใช้ข้อสอบ 20, 25 และ 30 ข้อ

ดัชนี	ชนิดเมตริกซ์	จำกัดค่าความยาก 20	จำกัดค่าความยาก 25	จำกัดค่าความยาก 30	ไม่จำกัดค่าความยาก 20	ไม่จำกัดค่าความยาก 25	ไม่จำกัดค่าความยาก 30	ร้อยละของค่า CV ที่มีค่าไม่เกิน .20
ER	variance-covariance matrix	0.55	0.08	0.09	0.17	0.06	0.09	83.33
ERR	variance-covariance matrix	0.31	0.24	0.26	0.27	0.23	0.19	16.67
G^2	tetrachoric correlation matrix ที่มีการปรับเรียบข้อมูล	0.35	0.37	0.38	0.34	0.36	0.37	0
χ^2	variance-covariance matrix	0.03	0.05	0.02	0.09	0.04	0.02	100
AGFI	variance-covariance matrix	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	100

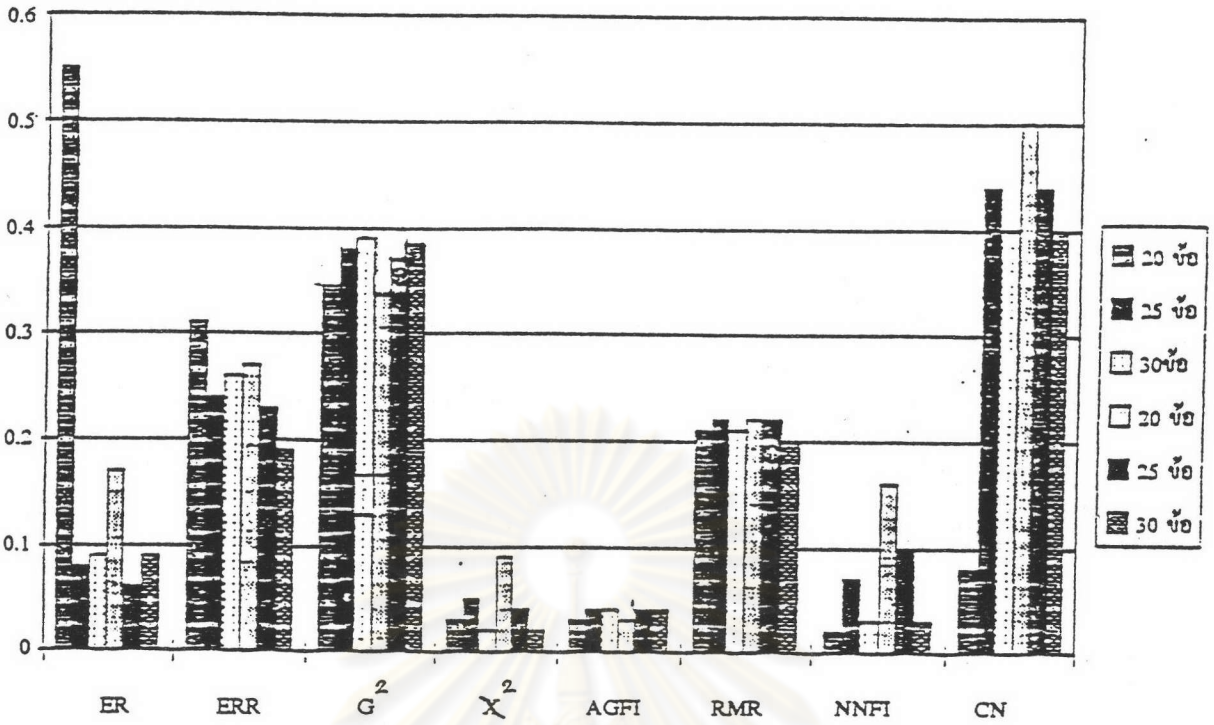
ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ดัชนี	ชนิดเมตริกซ์	จำกัดค่าความยาก 20	จำกัดค่าความยาก 25	จำกัดค่าความยาก 30	ไม่จำกัดค่าความยาก 20	ไม่จำกัดค่าความยาก 25	ไม่จำกัดค่าความยาก 30	ร้อยละของค่า CV ที่ไม่เกิน .20
RMR	tetrachoric correlation matrix แบบเดิม	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20	0
NNFI	variance-covariance matrix	0.02	0.07	0.03	0.16	0.10	0.03	100
CN	variance-covariance matrix	0.08	0.44	0.40	0.50	0.44	0.40	16.67

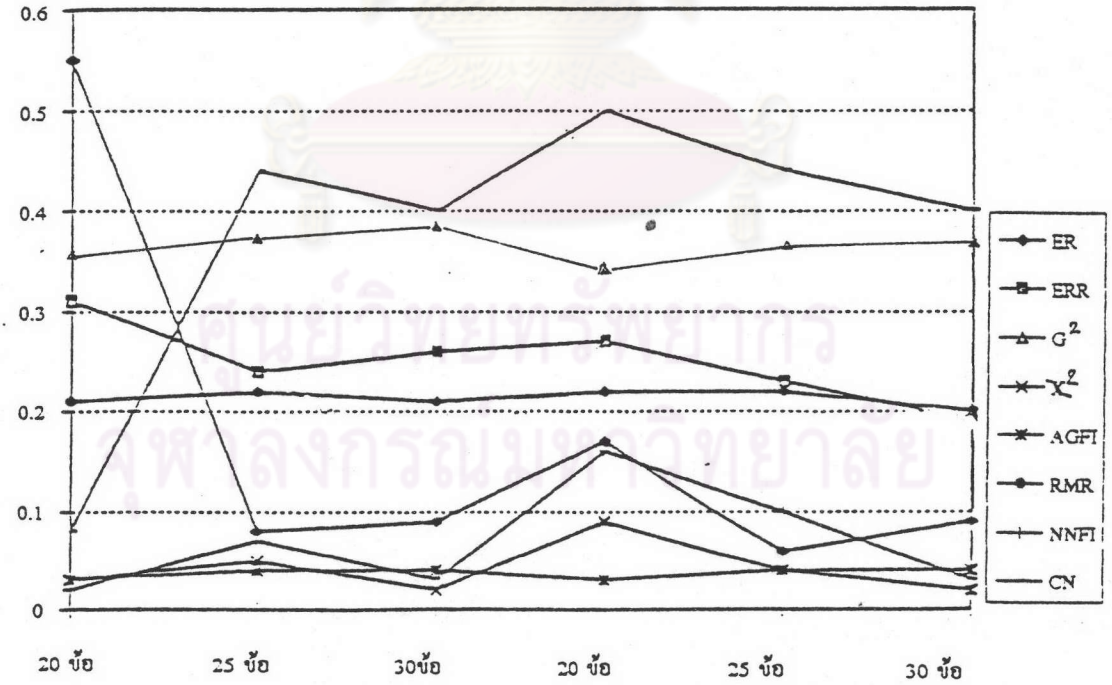
เห็นได้ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ ดัชนี AGFI มีค่า CV แตกต่างกันในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากน้อยที่สุด คือ มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.01 รองลงมาได้แก่ ดัชนี χ^2 ดัชนี NNFI ซึ่งค่า CV มีพิสัยเท่ากับ 0.07 และ 0.14 ตามลำดับ ส่วนดัชนี ER ในข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากมีค่าแตกต่างกันมากที่สุด คือ 0.49

เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ดัชนี χ^2, AGFI และ NNFI มีค่า CV ทั้งหมดต่ำกว่า .20 ดัชนี ER มีค่า CV ร้อยละ 83.33 ต่ำกว่า .20 ดัชนี ERR และ CN มีค่า CV ร้อยละ 16.67 ต่ำกว่า .20 ส่วนดัชนี RMR ไม่มีค่า CV ต่ำกว่า .20

ดังนั้น ดัชนีที่มีความคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และมีค่า CV ไม่เกินค่า .20 ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ดัชนี AGFI รองลงมา คือ χ^2 และ NNFI ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.73 และ 4.74



แผนภูมิที่ 4.75 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบในคราวเดียวกัน



จำกัดค่าความยาก ไม่จำกัดค่าความยาก

แผนภูมิที่ 4.76 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบในคราวเดียวกัน

2.1.2 ผลการเปรียบเทียบความคงที่ของดัชนี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบและค่าความยากของข้อสอบ

ตารางที่ 4.19 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยใช้ผู้สอบ 200, 250, 300, 400, 500 และ 600

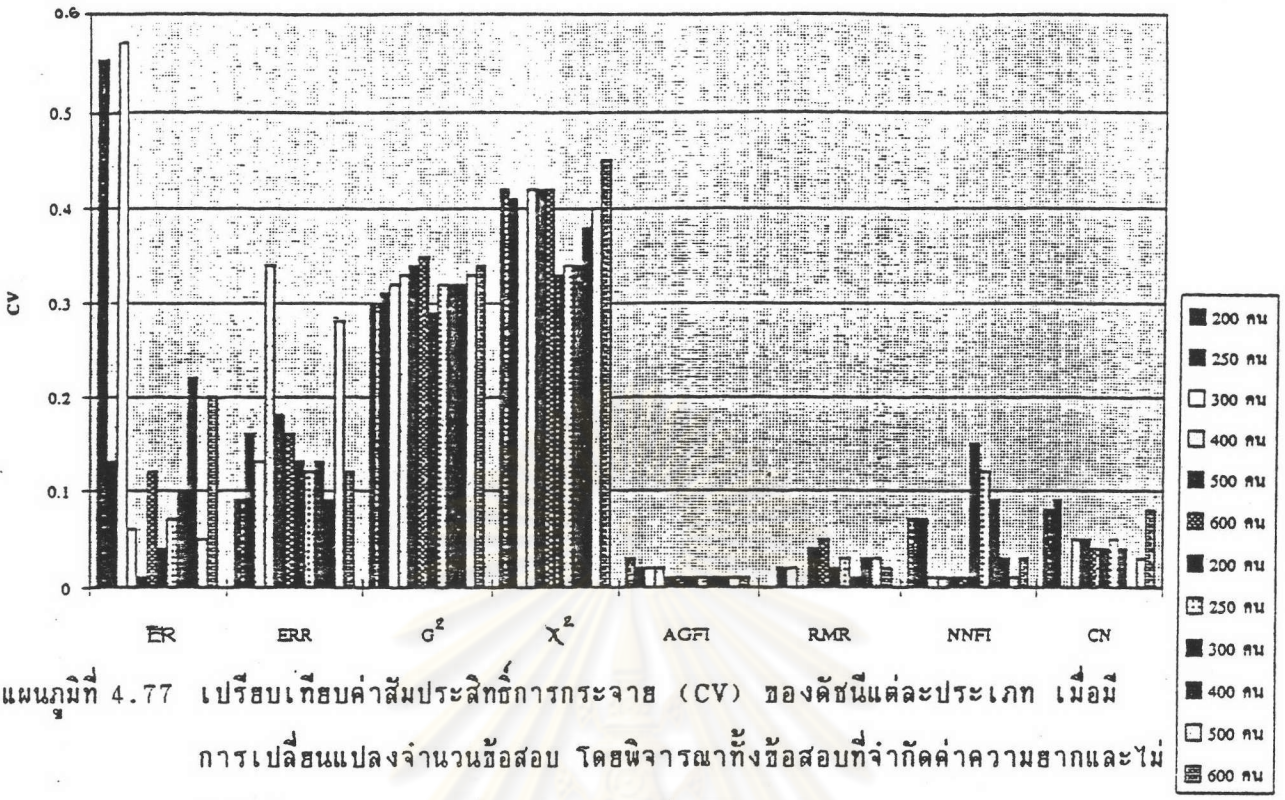
ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ		จำนวนผู้สอบ 200	250	300	400	500	600	ร้อยละของค่า CV ที่ต่ำกว่า.20
ER	EFA	จำกัดค่าความยาก	0.55	0.13	0.57	0.06	0.01	0.12	91.37
		ไม่จำกัดค่าความยาก	0.04	0.07	0.10	0.22	0.05	0.20	
ERR	CFA	จำกัดค่าความยาก	0.09	0.16	0.13	0.34	0.18	0.16	83.33
		ไม่จำกัดค่าความยาก	0.13	0.12	0.13	0.09	0.28	0.12	
G^2	CFA	จำกัดค่าความยาก	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0
		ไม่จำกัดค่าความยาก	0.29	0.32	0.32	0.32	0.33	0.34	
χ^2	CFA	จำกัดค่าความยาก	0.42	0.41	0.40	0.42	0.42	0.42	0
		ไม่จำกัดค่าความยาก	0.33	0.34	0.34	0.38	0.40	0.45	
AGFI	CFA	จำกัดค่าความยาก	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	100
		ไม่จำกัดค่าความยาก	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

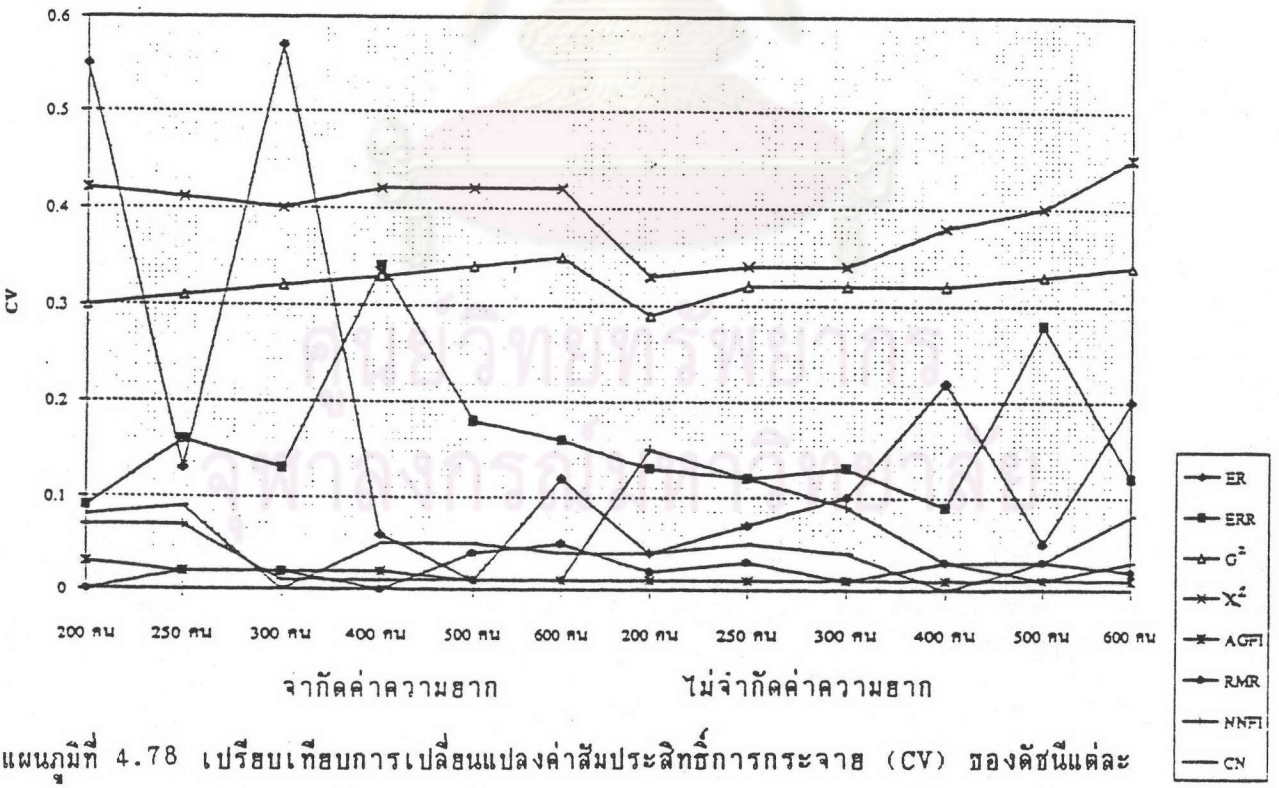
ดัชนี	วิธีวิเคราะห์ องค์ประกอบ	จำนวนผู้สอบ 200	250	300	400	500	600	ร้อยละของค่า CV ที่ต่ำกว่า .20
RMR	CFA จำกัดค่าความยาก	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.05	100
	CFA ไม่จำกัดค่าความยาก	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	
NNFI	CFA จำกัดค่าความยาก	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	100
	CFA ไม่จำกัดค่าความยาก	0.15	0.12	0.09	0.03	0.01	0.03	
CN	CFA จำกัดค่าความยาก	0.08	0.09	0.00	0.05	0.05	0.04	100
	CFA ไม่จำกัดค่าความยาก	0.04	0.05	0.04	0.00	0.03	0.08	

เห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ดัชนี AGFI มีค่า CV ที่มีความแตกต่างกันในกลุ่มผู้สอบน้อยที่สุด คือ มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.02 รองลงมาได้แก่ ดัชนี RMR ดัชนี CN และดัชนี NNFI โดยค่า CV มีพิสัยเท่ากับ 0.05, 0.09 และ 0.14 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ดัชนี AGFI, RMR, NNFI และ CN มีค่า CV ไม่เกิน .20 ทั้งหมด ดัชนี ER มีค่า CV ร้อยละ 91.37 ไม่เกิน .20 และ ERR มีค่า CV ร้อยละ 83.33 ไม่เกิน .20 ส่วนดัชนี G^2 และ χ^2 ไม่มีค่า CV ต่ำกว่า .20 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.77 และ 4.78



แผนภูมิที่ 4.77 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบในคราวเดียวกัน



แผนภูมิที่ 4.78 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ของดัชนีแต่ละประเภท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ โดยพิจารณาทั้งข้อสอบที่จำกัดค่าความยากและไม่จำกัดค่าความยากของข้อสอบในคราวเดียวกัน

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความคงที่ของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ จำนวนข้อสอบ และค่าความยาก

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	พิจารณารวมข้อสอบที่จำกัดและไม่จำกัดค่าความยาก	
		เปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ	เปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ
ER	EFA	คงที่*	คงที่*
ERR	EFA	ไม่คงที่	ไม่คงที่
G^2	CFA	ไม่คงที่	ไม่คงที่
χ^2	CFA	คงที่	ไม่คงที่
AGFI	CFA	คงที่	คงที่
RMR	CFA	ไม่คงที่	คงที่
NNFI	CFA	คงที่	คงที่
CN	CFA	ไม่คงที่	คงที่

* มีค่า CV ทุกค่าต่ำกว่า .20 ยกเว้นเมื่อใช้ข้อสอบ 20 ข้อ และผู้สอบ 200 คน

ดัชนีที่มีความคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ ได้แก่ AGFI และ NNFI ส่วนดัชนีที่มีความคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบแต่ไม่คงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ ได้แก่ χ^2

ดังนั้น ดัชนี AGFI และ NNFI มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีความคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ จำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบ และมีค่า CV ไม่เกิน 0.20

2.2 ความไวของดัชนี

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความไวของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI,RMR, NNFI และ CN

ก. ดัชนีมีการเปลี่ยนแปลงค่า เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น และจะต้องเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าในทิศทางที่ถูกต้อง ดังนี้

ER, ERR	มีค่าลดลง
G^2, χ^2	มีค่าเพิ่มขึ้น และเปลี่ยนจากค่าที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ
AGFI, NNFI, CN	มีค่าลดลง
RMR	มีค่าเพิ่มขึ้น

ข. ดัชนีมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน เมื่อมีการเจือปนข้อสอบมิติอื่นที่มีค่าความยากของข้อสอบเท่ากัน และที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

ค. ดัชนีมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน เมื่อมีการเจือปนข้อสอบมิติอื่นจำนวน 50 % หรือมีลักษณะเป็น 2 มิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.1 ผลการวิเคราะห์ความไวของดัชนีเมื่อมีการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน

ตารางที่ 4.21 ความไวของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนข้อสอบมิติอื่นที่เจือปน					
		0	1	2	3	4	5
ER	EFA	5.60	5.67	5.07	4.36	4.53	4.21
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	1.25	-9.46	-22.14	-19.10	-24.82
ERR	EFA	4.55	3.99	3.78	3.11	2.54	2.32
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-12.31	-16.92	-31.65	-44.18	-49.01
G^2	CFA	4511.81	4612.17	4610.24	4704.37	4751.51	4839.52
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	2.22	2.18	4.33	5.31	7.26
χ^2	CFA	472.10	468.26	462.64	472.46	450.74	436.76
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-0.81	-2.00	0.08	-4.52	-8.33
AGFI	CFA	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RMR	CFA	0.028	0.028	0.028	0.029	0.029	0.028
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.00	0.00	3.57	3.57	0.00

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนข้อสอบมิติอื่นที่เจือปน					
		0	1	2	3	4	5
NNFI	CFA	0.85	0.85	0.83	0.82	0.82	0.82
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.00	-2.35	-3.52	-3.52	-3.52
CN	CFA	274.82	277.07	280.42	274.61	287.80	296.98
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.82	2.04	-0.08	4.72	8.06

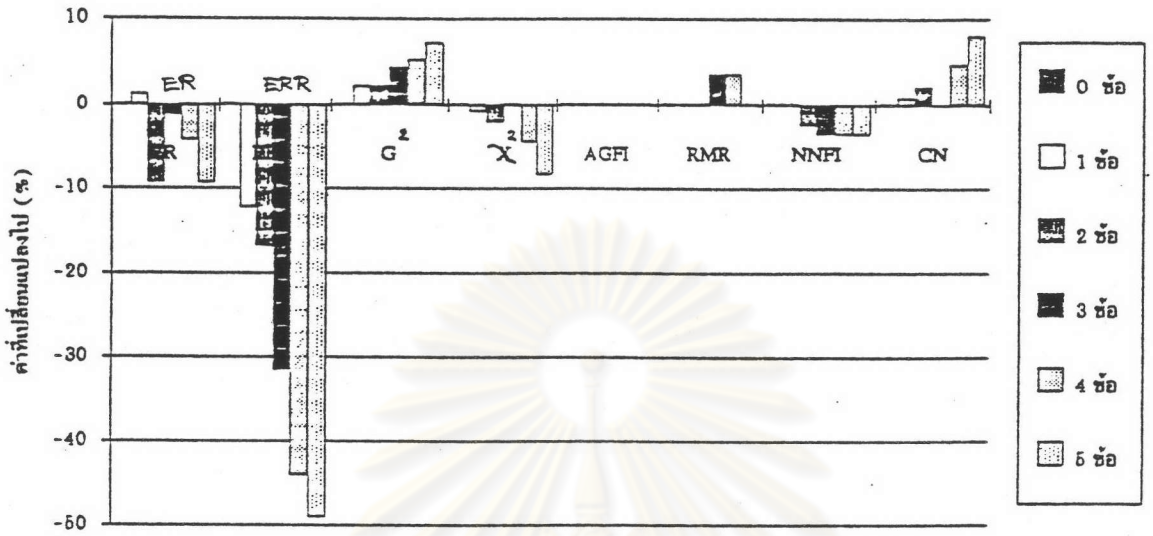
ใน EFA ดัชนี ER และ ERR เมื่อเปรียบเทียบกัน จะพบว่า ดัชนี ERR มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นมากกว่าดัชนี ER โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่าง -12.31% ถึง -49.01%

ใน CFA ดัชนี G^2, χ^2 และ CN พบว่า G^2 และ χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ยังไม่เจือปนข้อสอบในมิติอื่น และดัชนีทั้ง 3 มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น แต่ส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มมากขึ้นซึ่งเป็นค่าที่ผิดทิศทาง

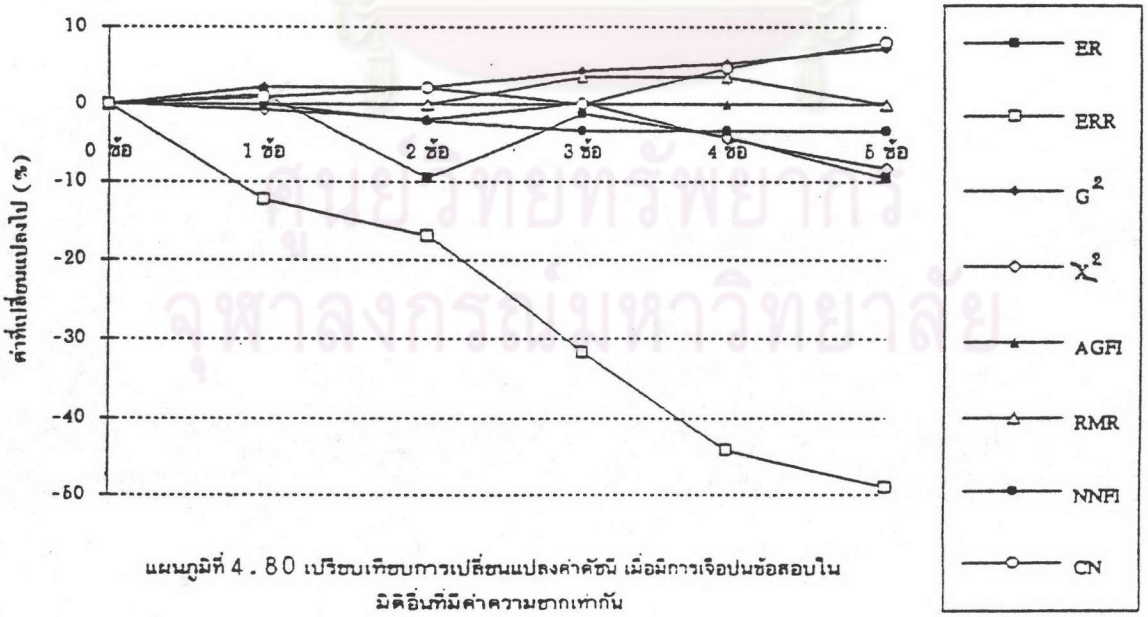
ส่วนดัชนี AGFI ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี เช่นเดียวกับ ดัชนี RMR ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าคงที่และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ้างเมื่อการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น 3 และ 4 ข้อ

ดัชนี ที่มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนอีกตัวหนึ่ง คือ ดัชนี NNFI มีค่าลดลงเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น

พบว่า ใน EFA มีดัชนี ERR ที่มีความไว และใน CFA มีดัชนี NNFI ที่ มีความไวตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีเมื่อมีการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น และมีการเปลี่ยนแปลงค่าในทิศทางที่ถูกต้อง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.79 และ 4.80



แผนภูมิที่ 4.79 เปรียบเทียบความไวของดัชนีแต่ละชนิดต่อการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความชากเท่ากัน



แผนภูมิที่ 4.80 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความชากเท่ากัน

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ความไวของดัชนีเมื่อมีการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.22 ความไวของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนข้อสอบมิติอื่นที่เจือปน					
		0	1	2	3	4	5
ER	EFA	5.60	5.63	5.13	4.74	4.52	4.11
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.54	-8.39	-20.17	-19.28	-26.60
ERR	EFA	4.55	3.38	4.34	4.37	4.34	4.26
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-25.71	-4.62	-3.96	-4.61	-6.37
G^2	CFA	4511.81	4640.82	4549.56	4538.21	4600.02	4484.31
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	2.86	0.84	0.59	1.96	-0.61
χ^2	CFA	472.10	479.69	427.64	434.70	481.02	456.93
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	1.60	-9.42	-7.92	1.89	-3.21
AGFI	CFA	0.90	0.92	0.91	0.92	0.92	0.92
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	2.22	1.11	2.22	2.22	2.22
RMR	CFA	0.028	0.025	0.026	0.026	0.026	0.027
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-10.71	-7.14	-7.14	-7.14	-3.57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

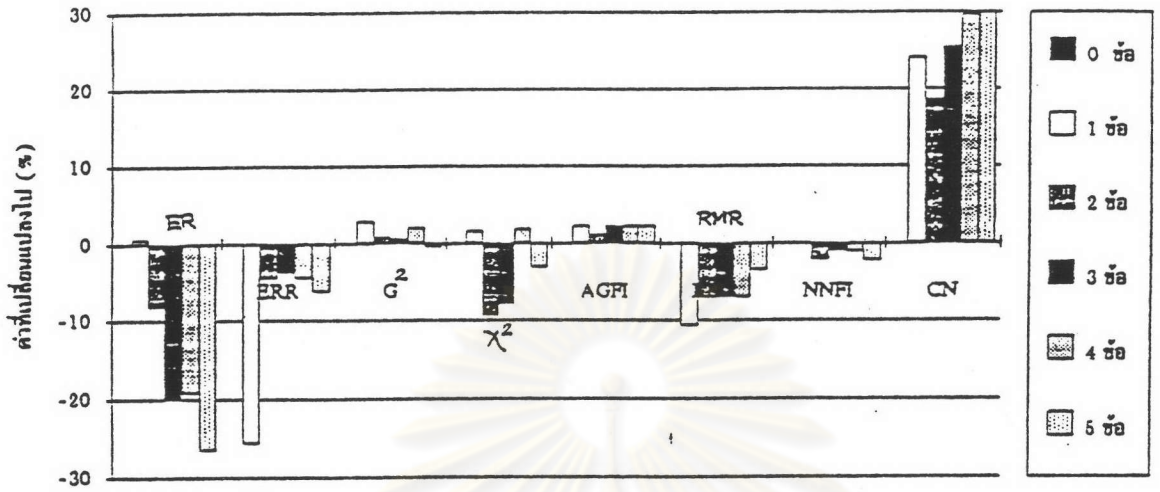
ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนข้อสอบมิติอื่นที่เจือปน					
		0	1	2	3	4	5
NNFI	CFA	0.85	0.85	0.83	0.84	0.84	0.83
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	0.00	-2.35	-1.17	-1.17	-2.35
CN	CFA	274.82	340.86	326.22	344.93	356.17	357.18
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	24.03	18.70	25.51	29.60	29.97

ใน EFA เมื่อเปรียบเทียบระหว่างดัชนี ER และ ERR พบว่า ดัชนี ERR มีการเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นมากกว่า แม้ว่าค่าที่เปลี่ยนจะมีทิศทางที่ถูกต้อง แต่มีการลดลงในอัตราที่ไม่แน่นอน

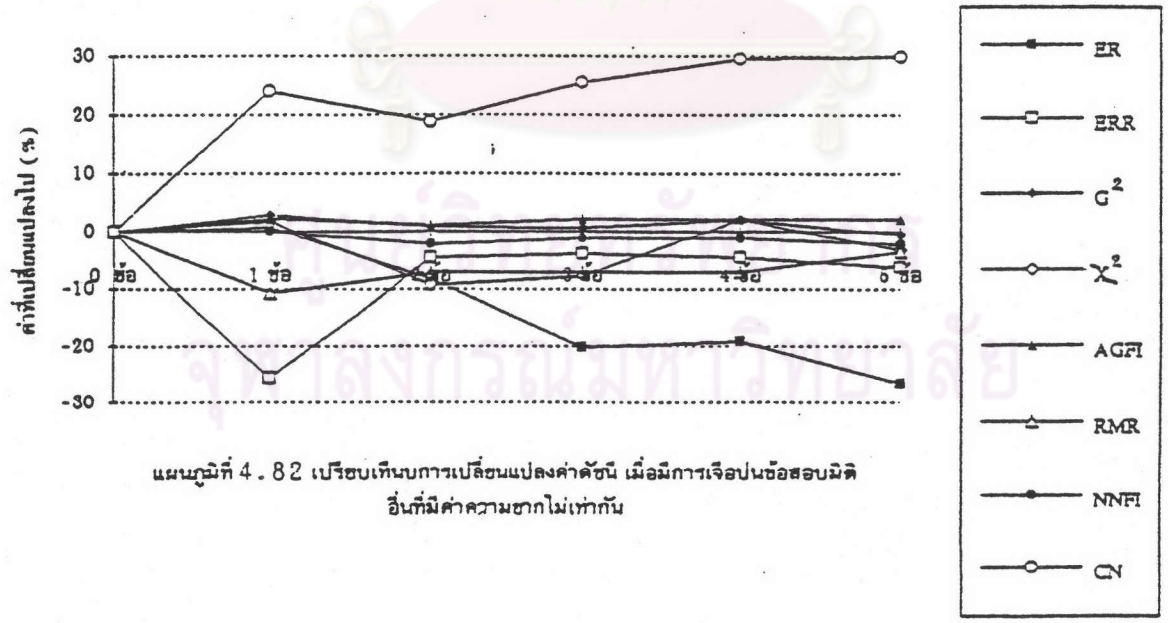
ใน CFA ดัชนี G^2, χ^2 พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ยังไม่เจือปนข้อสอบใด ๆ และค่าดัชนี G^2 เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเจือปนข้อสอบมิติอื่น ส่วนดัชนี χ^2 แม้ว่ามีค่าลดลงเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นแต่ยังคงมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดัชนี AGFI และดัชนี CN มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น ตรงข้ามกับดัชนี RMR มีค่าลดลงซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผิดทิศทาง ส่วนดัชนี NNFI มีค่าลดลงเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นและเป็นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ถูกต้อง ยกเว้นเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นเพียง 1 ข้อ ค่าดัชนี NNFI ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบและค่าความยากของข้อสอบ แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของดัชนี NNFI ยังคงมีความชัดเจนมากกว่าดัชนีอื่น ๆ

เห็นได้ว่าใน EFA มีดัชนี ER และดัชนี ERR ใน CFA มีดัชนี NNFI มีความไวตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น และมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ถูกต้อง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.81 และ 4.82



แผนภูมิที่ 4.81 เปรียบเทียบความไวของดัชนีต่อการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน



แผนภูมิที่ 4.82 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนี เมื่อมีการเจือปนข้อสอบมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

2.2.3 ผลการวิเคราะห์ความไวของดัชนีเมื่อมีการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากไม่เท่ากันจำนวน 50 %

ตารางที่ 4.23 ความไวของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นจำนวน 50 % เพื่อให้แบบสอบมีลักษณะเป็น 2 มิติ

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนมิติ 1	จำนวนมิติ 2	ทิศทางการเปลี่ยนแปลง
ER	EFA	5.60	2.56	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-54.28	ถูก
ERR	EFA	4.55	1.17	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-74.28	ถูก
G^2	CFA	4511.81	5132.49	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	17.75	ผิด
χ^2	CFA	472.10	591.01	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-25.18	ผิด
AGFI	CFA	0.90	0.88	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-2.22	ถูก
RMR	CFA	0.028	0.061	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	117.85	ถูก

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	จำนวนมิติ 1	จำนวนมิติ 2	ทิศทางการเปลี่ยนแปลง
NNFI	CFA	0.85	0.68	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-20.00	ถูก
CN	CFA	274.82	224.26	
ค่าที่เปลี่ยนไป (%)		0.00	-18.39	ผิด

เมื่อมีการเจือปนข้อสมมิติอื่นถึง 50 % พบว่าดัชนีส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแลงค่าไปในทิศทางที่ถูกต้อง ยกเว้น G^2 และ χ^2 ซึ่งคงมีการเปลี่ยนแปลงค่าที่ผิดทิศทางอยู่เหมือนเดิม

การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนี ER และ ERR แตกต่างกัน โดย ERR จะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า ER ค่อนข้างมาก

ค่าดัชนี CN แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ถูกทิศทาง แต่ค่าที่คำนวณได้ยังคงแสดงถึงความเป็นเอกมิติอยู่เหมือนเดิม คือ มีค่า มากกว่า 200 ขึ้นไป

ส่วนค่าดัชนี AGFI และ NNFI มีทิศทางที่ถูกต้อง โดย AGFI มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

พบว่าดัชนีที่มีความไวเมื่อมีการเจือปนข้อสอบมิติอื่น 50 % และมีทิศทางถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ใน EFA ได้แก่ ER และ ERR ใน CFA ได้แก่ AGFI และ NNFI

ตารางที่ 4.24 ความไวของดัชนี ER, ERR, G^2, χ^2, AGFI, RMR, NNFI และ CN เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น เมื่อพิจารณาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป และทิศทางการเปลี่ยนแปลง

ดัชนี	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น	
		การเปลี่ยนแปลง	ทิศทาง
ER	EFA	มี	ไม่แน่นอน
ERR	EFA	มี	ถูกต้อง*
G^2	CFA	มี	ไม่แน่นอน
χ^2	CFA	มี	ไม่แน่นอน
AGFI	CFA	ไม่มี	ไม่มี
RMR	CFA	มี	ผิด
NNFI	CFA	มี	ถูกต้อง**
CN	CFA	มี	ผิด

* มีทิศทางถูกต้องแต่การลดลงไม่เป็นไปตามลำดับของจำนวนข้อสอบที่เจือปน เมื่อใช้ข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

** มีค่าดัชนีไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเจือปนข้อสอบ 1 ข้อที่มีค่าความยากเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน

ดัชนีทุกตัวมีการเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น ยกเว้นดัชนี AGFI ที่ไม่เปลี่ยนแปลงค่าเมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นที่มีค่าความยากเท่ากัน และมีการเปลี่ยนแปลงค่าเจือปนด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากันแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผิดทิศทางคือมีค่าพิ่มขึ้น ดัชนีที่มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงค่าที่ถูกต้อง ได้แก่ ดัชนี ERR และดัชนี NNFI โดยมีข้อพิจารณา คือ

ดัชนี ERR นั้นมีค่าดัชนีค่อย ๆ ลดลงตามจำนวนข้อที่เจือปนเข้าไปในแบบสอบเดิม เมื่อใช้ข้อสอบที่มีค่าความยากเท่ากัน ส่วนเมื่อเจือปนด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน แม้ว่าค่าดัชนีจะลดลง แต่เป็นการลดลงที่ไม่เป็นไปตามลำดับของจำนวนข้อสอบที่เจือปน

ในส่วนของดัชนี NNFI มีลักษณะเช่นเดียวกันเมื่อเจือปนด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากเท่ากัน แต่เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากันจำนวน 1 ข้อ ค่าดัชนีจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นในดัชนีทั้งสองนี้อาจจะเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบและค่าความยากของข้อสอบ นอกจากนี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีทั้งสองยังแตกต่างกันมาก เนื่องจากค่าสูงสุดที่แตกต่างกันของดัชนี โดยดัชนี ERR มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าดัชนี NNFI

เมื่อพิจารณาจากการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากเท่ากัน ข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน และข้อสอบในมิติอื่น 50 % พบว่าดัชนีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าด้วยทิศทางที่ถูกต้อง ใน EFA คือ ดัชนี ERR และใน CFA คือ ดัชนี NNFI

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 คุณภาพของดัชนีจำแนกตามความคงที่และความไว

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพของดัชนี ในเรื่องของความคงที่ และความไว จะสามารถจัดดัชนีแต่ละประเภทตามคุณภาพได้ดังตารางต่อไปนี้

		ความไว	
		มีความไว	ไม่มีความไว
ความคงที่	มีความคงที่	NNFI	AGFI, ER
	ไม่มีความคงที่	ERR	G^2, X^2, RMR, CN

คุณภาพของดัชนีที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้

1. ดัชนีที่มีความคงที่และมีความไว คือ NNFI
2. ดัชนีที่ไม่มีความคงที่ แต่มีความไว คือ ERR
3. ดัชนีที่มีความคงที่ แต่ไม่มีความไว คือ AGFI และ ER
4. ดัชนีที่ไม่มีความคงที่และไม่มีความไว คือ G^2, X^2, RMR และ CN

การสรุปนี้เป็นการสรุปภายใต้เงื่อนไขที่ว่าการใช้เมตริกซ์ในบางดัชนีเป็นเพียงเมตริกซ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ไม่ได้เป็นเมตริกซ์ที่ให้ค่าดัชนีคงที่ และภายใต้ขีดจำกัดของโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ ส่วนความไวของดัชนีมีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าในทิศทางที่ถูกต้อง แต่การลดค่าดัชนีไม่เป็นไปตามลำดับของจำนวนข้อสอบที่เจือปนเมื่อใช้ข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ข้อสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ความไวของวรนุช แหยมแสง เป็นข้อสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความเป็นเอกมิติในเนื้อหาเป็นอันดับแรก โดยข้อสอบในวิชาภาษาอังกฤษประกอบด้วยข้อคำถามเรื่องของคำศัพท์เท่านั้น ลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อจึงไม่ยากหรือง่ายมากนัก เป็นผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ถูกต้อง ข้อมูลจากคะแนนสอบจึงมีลักษณะเบ้

การพิจารณาดัชนีแต่ละชนิด

ดัชนี NNFI จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ CFA ด้วย variance-covariance

matrix โดยใช้โปรแกรม LISREL เนื่องจาก NNFI มีคุณภาพในเรื่องของความคงที่และความไว เหมาะที่จะนำไปใช้กับสถานการณ์การสอบที่มีจำนวนผู้สอบ จำนวนข้อสอบ และค่าความยากของข้อสอบแตกต่างกันออกไป มีการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนีเมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นและเป็นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ถูกต้อง โดยมีค่าดัชนีที่แสดงถึงความเป็นเอกมิติของแบบสอบในเบื้องต้นนี้ไม่ควรต่ำกว่า 0.85

ดัชนี ERR จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ EFA ด้วย variance-covariance matrix แม้ว่าดัชนี ERR มีลักษณะไม่คงที่ แต่พบว่ามีความไวในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ ประกอบกับโปรแกรม SPSS/PC$^+$ มีใช้กันแพร่หลาย ทำให้ดัชนีตัวนี้น่าสนใจ ส่วนการนำไปใช้ควรมีข้อระวังเกี่ยวกับความไม่คงที่โดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนจำนวนผู้สอบ ค่าดัชนีที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบมากกว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ และค่าความยาก การใช้ดัชนีนี้จึงควรใช้ในกรณีที่มีจำนวนผู้สอบมากพอและไม่ควรต่ำกว่า 20 เท่าของจำนวนข้อสอบ โดยมีค่าดัชนีที่แสดงถึงความเป็นเอกมิติของแบบสอบในเบื้องต้นนี้ไม่ควรต่ำกว่า 4.00

ดัชนี CN จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ CFA ซึ่งพัฒนามาจาก χ^2 โดยแก้ปัญหาอิทธิพลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง (sample size) ที่มีต่อค่า χ^2 จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องคาดว่าดัชนีนี้น่าจะให้ผลที่ดี ในงานวิจัยนี้พบว่าค่าของดัชนีนี้ที่คำนวณจาก variance-covariance matrix มีค่าดัชนีลดลงจากค่าของ χ^2 มากและมีค่าคงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อสอบ แต่ยังมีค่าที่ไม่คงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบ และเมื่อนำไปตรวจสอบความไวด้วยข้อสอบของวรนุช แหยมแสง ยังพบอีกว่าไม่มีความไวเพราะมีการเปลี่ยนแปลงค่าที่ผิดทิศทาง คือ มีค่าเพิ่มขึ้นแทนที่จะมีค่าลดลง ในประเด็นนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่ข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบความไวมีความเบ้ เพราะข้อสอบที่ใช้มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -1.584 ถึง 1.857 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายนักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนสูง เมื่อพิจารณาจากสูตร

$$CN = \frac{\chi^2_{1-\alpha}}{F} + 1$$

การที่ข้อมูลที่มีความเบ้ทำให้ค่า χ^2 มีค่ามากผิดปกติ (Boomsma, 1983 อ้างใน Bollen, 1989:266-267) ทำให้ค่าดัชนี CN มีค่าเพิ่มขึ้นแม้ว่าจะมีการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น เช่นเดียวกันค่าดัชนี G^2 และ χ^2 ซึ่งมีค่าของดัชนีเป็น χ^2 distribution เหมือนกัน

ดัชนี AGFI จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ CFA ด้วย variance-covariance matrix มีความคงที่ เนื่องจากดัชนี AGFI ถูกพัฒนามาจากดัชนี GFI ซึ่งความสัมพันธ์แบบ monotonic กับดัชนี χ^2 ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาอิทธิพลของ degrees of freedom ที่มีต่อค่าดัชนี ส่วนคุณภาพด้านความไวในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม่มีความไว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเบ้ของคะแนนจากแบบสอบของวรนุชฯ เช่นเดียวกับดัชนี CN, G^2 และ χ^2

ส่วนการที่ดัชนี RMR จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ CFA ด้วย tetrachoric correlation matrix มีค่าไม่คงที่เนื่องจากวิธีการของดัชนี RMR เป็นการคำนวณความแตกต่างระหว่างสมาชิก (element) ทั้งหมดในเมตริกซ์ S และ $\Sigma(\hat{\Theta})$ โดยใช้ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากสมาชิกทั้งหมดในเมตริกซ์ทั้งสอง ดังสูตร

$$RMR = \left[2 \sum_{i=1}^{p+q} \sum_{j=1}^{i} (S_{ij} - \hat{\sigma}_{ij})^2 / (p+q)(p+q+1)\right]^{1/2}$$

ค่าของสมาชิกแต่ละตัวซึ่งเป็นค่า correlation ของข้อสอบแต่ละคู่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้สอบหรือจำนวนข้อสอบก็ตาม จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าไป และการที่ดัชนี RMR ไม่มีความไวน่าจะเกิดจากสาเหตุที่การเจือปนข้อสอบในมิติอื่นเข้าไปจะทำให้ค่า correlation ของสมาชิกบางตัวในเมตริกซ์เท่านั้นที่เปลี่ยนค่าไป แต่เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยทั้งหมดโดยไม่คิดเครื่องหมาย ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยแตกต่างจากเดิมน้อยมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ผลของความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ที่มีต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบข้อสอบ

การวิเคราะห์ในตอนที่ 1 และ 2 เป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกดัชนีที่มีคุณภาพในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ซึ่งเป็นข้อตกลงที่สำคัญข้อหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนว IRT ในขณะเดียวเพื่อแสดงให้เห็นผลของความเป็นเอกมิติของแบบสอบมีผลต่อการวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์ต่อไปนี้ จึงเป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น ประกอบด้วยค่า

3.1 อำนาจจำแนก (a)

3.2 ความยาก (b)

3.3 การเดา(c)

3.4 สารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function : IIF)

3.5 สารสนเทศของแบบสอบ (Test Information Function : TIF)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 ค่าอำนาจจำแนก (a) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น

ข้อที่	จำนวนข้อสอบที่เจือปน					
	0	1	2	3	4	5
1	-2.25	-1.41	-0.61	-0.56	-0.79	-0.93
2	-2.69	1.86	-1.50	-0.72	-0.64	-1.46
3	-2.66	1.45	1.81	-1.64	-1.69	-0.63
4	-2.57	0.93	1.39	1.82	1.81	-0.98
5	-2.86	0.73	0.90	1.38	1.81	-0.98
6	-2.20	-0.52	0.71	0.89	1.38	1.84
7	-2.76	0.25	-0.56	0.70	0.89	1.41
8	-1.87	0.93	0.21	-0.59	0.69	0.90
9	-2.03	-0.30*	0.24*	0.27*	0.62*	0.85*
10	-1.43	0.81	0.91	0.17	-0.57	0.71
11	1.80	0.77	0.79	0.89	0.14	-0.53
12	1.46	1.35	-0.33*	0.23*	0.28*	0.35*
13	0.96	0.02	0.75	-0.30*	0.23*	0.63*
14	0.85	-0.23	1.33	0.78	0.88	0.16
15	-0.30	0.91	-0.24	0.73	0.79	0.90
16	0.38	0.39	0.86	1.29	0.73	0.81
17	0.93	0.66	0.37	0.86	-0.26*	0.28*
18	0.77	-0.25	0.64	0.35	1.27	0.74
19	-0.55	0.27	-0.25	0.62	0.86	0.28
20	0.88	-0.30	0.30	-0.16	0.34	0.23*
$\bar{X}$	-0.89	0.42	0.39	0.35	0.44	0.23
S.D	1.66	0.78	0.79	0.83	0.89	0.88
max	1.80	1.86	1.84	1.82	1.81	1.84
min	-2.86	-1.41	-1.50	-1.64	-1.69	-1.46

* : ข้อสอบในมิติอื่นที่นำมาแทนค่า

เห็นได้ว่าการเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นเพียงข้อเดียวสามารถทำให้ค่าอำนาจจำแนก (a) ของข้อสอบเปลี่ยนไป มีทั้งที่มีค่าเพิ่มขึ้นและที่มีค่าลดลง จากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) พบว่าค่าอำนาจจำแนกมีค่าเพิ่มขึ้นทุกระดับของการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น

ตารางที่ 4.27 ค่าความยาก (b) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น

ข้อที่	จำนวนข้อสอบที่เจือปน					
	0	1	2	3	4	5
1	1.79	1.34	0.65	0.55	0.59	0.90
2	1.20	-1.43	1.29	0.63	0.61	1.84
3	1.40	-1.37	-1.42	1.24	1.22	0.61
4	1.32	-1.13	-1.40	-1.37	0.78	1.20
5	1.10	-0.96	-1.14	-1.36	-1.35	0.76
6	1.03	0.66	-0.95	-1.08	-1.35	-1.33
7	1.30	-0.39	0.68	-0.91	-1.05	-1.34
8	1.85	-1.10	-0.31	0.68	-0.89	-1.04
9	1.58	0.25*	-0.20*	-0.19*	-0.58*	-0.41*
10	1.36	-0.71	-1.06	-0.24	0.69	-0.91
11	-1.58	-1.18	-0.69	-0.98	-0.18	0.67
12	-1.46	-1.20	0.26*	-0.20*	-0.20*	-0.47*
13	-1.27	-0.01	-1.12	0.26*	-0.21*	-0.60*
14	-0.99	0.21	-1.18	-0.67	-0.96	-0.21
15	0.51	-0.43	0.22	-1.02	-0.66	-0.99
16	0.67	-0.57	-0.44	-1.14	-0.97	-0.66
17	-1.31	-0.64	-0.52	-0.42	0.25*	-0.20*
18	-0.86	0.24	-0.60	-0.48	-1.10	-0.96
19	0.82	-0.23	0.24	-0.57	-0.40	-1.15
20	-1.09	-0.24	-0.22	0.19	-0.46	-0.23*
$\bar{X}$	0.30	-0.45	-0.40	-0.36	-0.31	-0.24
S.D	1.27	0.74	0.77	0.75	0.77	0.90
max	1.85	1.34	1.29	1.24	1.22	1.84
min	-1.58	-1.43	-1.42	-1.37	-1.35	1.34

* : ข้อสอบในมิติอื่นที่นำมาแทนค่า

เห็นได้ว่า การเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นเพียงข้อเดียวสามารถทำให้ค่าความยาก (b) ของข้อสอบเปลี่ยนไป มีทั้งที่มีค่าเพิ่มขึ้นและที่มีค่าลดลง จากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) พบว่าข้อสอบมีค่าความยากลดลงทุกระดับของการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น

ตารางที่ 4.28 ค่าการเดา (c) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น

ข้อที่	จำนวนข้อสอบที่เจือปน					
	0	1	2	3	4	5
1	0.16	0.28	0.50	0.35	0.38	0.39
2	0.12	0.24	0.28	0.50	0.50	0.18
3	0.06	0.18	0.25	0.28	0.28	0.50
4	0.15	0.17	0.19	0.27	0.35	0.28
5	0.10	0.18	0.18	0.20	0.28	0.35
6	0.22	0.14	0.19	0.19	0.21	0.28
7	0.08	0.20	0.15	0.20	0.20	0.21
8	0.12	0.19	0.23	0.15	0.21	0.20
9	0.20	0.24*	0.14*	0.19*	0.24*	0.22*
10	0.29	0.13	0.21	0.25	0.15	0.20
11	0.14	0.18	0.14	0.23	0.27	0.14
12	0.11	0.23	0.25*	0.14*	0.19*	0.23*
13	0.09	0.24	0.20	0.24*	0.14*	0.23*
14	0.10	0.19	0.23	0.15	0.24	0.26
15	0.05	0.21	0.19	0.22	0.15	0.23
16	0.09	0.20	0.20	0.27	0.23	0.15
17	0.11	0.22	0.21	0.21	0.24*	0.20*
18	0.06	0.27	0.23	0.22	0.29	0.23
19	0.49	0.18	0.27	0.24	0.22	0.27
20	0.12	0.13	0.18	0.24	0.23	0.14*
$\overline{X}$	0.12	0.21	0.23	0.24	0.26	0.25
S.D	0.06	0.04	0.08	0.08	0.08	0.09
max	0.49	0.28	0.50	0.50	0.50	0.50
min	0.05	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14

* : ข้อสอบในมิติอื่นที่นำมาแทนค่า

เห็นได้ว่า การเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่นเพียงข้อเดียวสามารถทำให้ค่าการเดา (c) ของข้อสอบเปลี่ยนไป มีทั้งที่มีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าลดลง จากค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) พบว่าข้อสอบมีค่าการเดาเพิ่มขึ้น ทุกระดับของการเจือปนข้อสอบในมิติอื่น

ตารางที่ 4.29 ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function:IIF) และค่าสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information Function:TIF) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG เมื่อเจือปนด้วยข้อสอบในมิติอื่น

ข้อที่	จำนวนข้อสอบที่เจือปน					
	0	1	2	3	4	5
1	1.15	0.66	0.31	0.50	0.83	0.26
2	4.91	1.07	0.79	0.47	0.39	0.49
3	6.01	0.79	0.99	0.99	1.09	0.43
4	5.46	0.49	0.67	1.03	0.88	1.35
5	0.13	0.41	0.44	0.68	1.03	0.09
6	2.95	0.48	0.38	0.46	0.68	1.21
7	7.06	0.27	0.50	0.39	0.48	0.83
8	0.81	0.50	0.28	0.54	0.39	0.57
9	1.12	1.01*	0.49*	0.31*	0.50*	0.46*
10	0.63	0.30	0.97	0.52	0.34	0.53
11	0.99	0.81	0.30	0.99	0.52	0.39
12	0.80	1.38	0.78*	0.33*	1.03*	0.58*
13	0.48	0.84	0.81	0.75*	0.36*	1.23*
14	0.61	2.93	2.57	2.82	0.75	0.42
15	0.31	0.33	0.33	0.34	2.89	0.83
16	0.26	0.71	0.72	0.74	0.34	3.14
17	0.40	0.64	0.64	0.46	0.71*	0.39*
18	0.70	1.39	1.31	1.36	1.33	0.76
19	0.41	0.98	1.07	1.00	0.85	1.48
20	0.51	0.87	0.99	0.83	0.66	0.84*
$\bar{X}$	1.78	0.84	0.77	0.78	0.80	0.82
S.D	2.20	0.59	0.52	0.56	0.57	0.66
TIF	35.70	12.62	11.21	11.18	10.91	11.78

* : ข้อสอบในมิติอื่นที่นำมาแทนค่า

จากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เห็นได้ว่าค่าสารสนเทศของข้อสอบ (IIF) มีค่าลดลงตามลำดับจำนวนข้อสอบในมิติอื่นที่เจือปน เช่นเดียวกับค่าค่าสารสนเทศของแบบสอบ

การเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์

เมื่อมีการเจือปนข้อสอบในมิติอื่นที่ทำให้แบบสอบไม่เป็นเอกมิติก่อนที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนว IRT โดยมีผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ ทำให้ค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปดังนี้

1. อำนาจจำแนก (a) โดยเฉลี่ย **สูงขึ้น**
2. ความยาก (b) โดยเฉลี่ย **ลดลง**
3. การเดา(c) โดยเฉลี่ย **สูงขึ้น**
4. สารสนเทศของข้อสอบ (IIF) โดยเฉลี่ย **ลดลง**
5. สารสนเทศของแบบสอบ (TIF) โดยเฉลี่ย **ลดลง**

เมื่อเป็นเช่นนี้การตรวจสอบความเป็นเอกมิติจึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของการวิเคราะห์ข้อสอบด้วย IRT แบบสอบควรได้รับการตรวจสอบความเป็นเอกมิติก่อนที่จะใช้โปรแกรม BILOG วิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย