

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ
ในแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า (Dichotomous) ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และ
วิธี BAYESIAN โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (HLM) ภายใต้โมเดล
HGLM โปรแกรม Mplus และโปรแกรม WinBUGS14 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัย
ได้เสนอเรียงตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบและ
พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจำแนกตามเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำแนกตามเพศ
และสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาลักษณะของข้อสอบที่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนด
สัญลักษณ์และความหมายแทน ดังนี้

HGLM – 2L หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น
ที่จำแนกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระดับ (Hierarchical
Generalized Linear Model: 2 Level)

MIMIC หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลลิขสิทธิ์ของคุณลักษณะแฝง
ที่มีหลายสาเหตุและวัดได้จากตัวบ่งชี้หลายตัว (Multiple
Indicators and Multiple Causes Model)

BAYESIAN หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎีเบส์ (Bayesian Estimation)

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย (Mean)

SD หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

Max หมายถึง ค่าสูงสุด (Maximum)

Min หมายถึง ค่าต่ำสุด (Minimum)

Skew	หมายถึง ค่าความเบ้ (Skewness)
Kurt	หมายถึง ค่าความโด่ง (Kurtosis)
SE	หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard Error)
δ_i	หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b)
b	หมายถึง ค่าความยาก (Difficulty parameter)
θ	หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (Ability Parameter)
CFA	หมายถึง การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)
χ^2	หมายถึง ค่าสถิติไค – สแควร์ (Chi – square)
df	หมายถึง องศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom)
CFI	หมายถึง ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index)
TLI	หมายถึง ดัชนี The Tucker Lewis Index
RMSEA	หมายถึง ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม (Root Mean Square Error of Approximation)
WRMR	หมายถึง ดัชนี Weighted Root Mean Square Residual
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรแฝง	
F1	หมายถึง แบบทดสอบวิชาภาษาไทย
F2	หมายถึง แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์
F3	หมายถึง แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรสังเกตได้	
S01 – S30	หมายถึง ข้อสอบวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 30 จำนวนวิชาละ 30 ข้อ
val2.5pc	หมายถึง ค่าขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 2.5
val97.5pc	หมายถึง ค่าขอบบนของช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการตอบข้อสอบของแบบทดสอบวิชาภาษาไทย วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มีจำนวนวิชาละ 30 ข้อ รวมทั้งหมด 90 ข้อ ซึ่งจำแนกตาม เพศ สถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ตารางที่ 4 – 1 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาภาษาไทย จำแนกตามเพศผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เพศชาย	500	3.00	29.00	16.49	5.38	-.126(.109)	-.324(.218)
เพศหญิง	500	4.00	29.00	19.00	5.02	-.212(.109)	-.097(.218)
รวม	1,000	3.00	29.00	17.74	5.35	-.195 (.100)	-.242 (.155)

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง - 1.96 ถึง 1.96 ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 1 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนนและสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.74 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.35 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย และมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.195 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .100 และค่าความโด่งเท่ากับ -.242 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .155 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง - 1.96 ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามเพศแล้วพบว่าเพศชาย มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 16.49 ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.38 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย และมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.126 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .109 และค่าความโด่งเท่ากับ -.324 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ของความโด่งเท่ากับ .218 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนเพศหญิงมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนนซึ่งเท่ากับเพศชาย มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเพศชายเท่ากับ 19.00 คะแนน ซึ่งมากกว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.02 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย และมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.212$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .109 และค่าความโด่งเท่ากับ $-.097$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .218 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจงจึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาภาษาไทยในระดับมาก (เบ้ซ้าย)

ตารางที่ 4 – 2 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เพศชาย	500	2.00	30.00	18.36	6.51	$-.131(.109)$	$-1.06(.718)$
เพศหญิง	500	5.00	30.00	19.54	5.98	$-.307(.159)$	$-.857(.618)$
รวม	1,000	2.00	30.00	18.95	6.27	$-.233(.137)$	$-.971(.575)$

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 2 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.95 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.27 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย และมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.233$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .137 และค่าความโด่งเท่ากับ $-.971$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .575 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง -1.96

ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามเพศแล้วพบว่าเพศชาย มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 18.36 ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.51 ได้การแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย และมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.131$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.109$ และค่าความโด่งเท่ากับ -1.06 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.718$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนเพศหญิงมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน ซึ่งเท่ากับเพศชาย มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเพศชายเท่ากับ 19.45 คะแนน และมากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ $.274$ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.89 ได้การแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.307$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.159$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.857$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.618$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจงจึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมาก (เบ้ซ้าย)

ตารางที่ 4 – 3 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามเพศผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เพศชาย	500	2.00	30.00	16.92	7.10	$-.087(.105)$	$-.254(.210)$
เพศหญิง	500	3.00	29.00	18.67	6.31	$-.187(.114)$	$-.406(.227)$
รวม	1,000	2.00	30.00	17.73	6.79	$-.280(.277)$	$-.116(.335)$

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 3 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนนและสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.73 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.79 ไค้การแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.280$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.277$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.116$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.355$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามเพศแล้วพบว่าเพศชาย มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนนและสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 16.92 ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.10 ไค้การแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.087$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.105$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.254$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.210$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนเพศหญิงมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนนซึ่งน้อยกว่าเพศชาย มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเพศชายเท่ากับ 18.67 คะแนน และมากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ $.293$ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.31 ไค้การแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.187$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.114$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.406$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.227$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจงจึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมาก (เบ้ซ้าย)

ตารางที่ 4 – 4 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาภาษาไทย
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เขตกรุงเทพฯ							
และปริมณฑล	500	4.00	29.00	18.32	5.12	-.398(.209)	-.522(.318)
นอกเขตกรุงเทพฯ							
และปริมณฑล	500	3.00	29.00	17.16	5.50	-.230(.209)	-.557(.318)
รวม	1,000	3.00	29.00	17.74	5.35	-.322(.277)	-.542(.355)

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง - 1.96 ถึง 1.96
ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 4 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนนและสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.74 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.35 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.322 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .277 และค่าความโด่งเท่ากับ -.542 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .355 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบแล้วพบว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.32 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .229 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.12 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.398 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .209 และค่าความโด่งเท่ากับ -.522 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .318 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุด

เท่ากับ 3 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน ซึ่งเท่ากับเขตกรุงเทพมหานครและ
ปริมณฑล มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่ากับ 17.16 คะแนน และ
น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ
.246 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.50 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่ง
น้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.230$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้
เท่ากับ $.209$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.557$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ
.318 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจง
จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาภาษาไทยในระดับมาก (เบ้ซ้าย)

ตารางที่ 4 – 5 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล	500	2.00	30.00	19.80	6.23	$-.373(.209)$	$-.614(.318)$
นอกเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล	500	4.00	30.00	18.09	6.20	$-.108(.209)$	$-.543(.318)$
รวม	1,000	2.00	30.00	18.95	6.27	$-.233(.277)$	$-.671(.355)$

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1.96 ถึง 1.96
ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 5 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ
2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.95 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 6.27 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic)
โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.233$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.277$ และ

ค่าความโด่งเท่ากับ $-.671$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.355$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบแล้วพบว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.80 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.23 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.373$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.209$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.614$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.318$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน ซึ่งเท่ากับเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่ากับ 18.09 คะแนน และน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.20 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.108$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.209$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.543$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.318$ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจงจึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาภาษาไทยในระดับมาก(เบ้ซ้าย)

ตารางที่ 4 – 6 แสดงจำนวนผู้สอบ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเบ้และค่าความโด่ง จากคะแนนการตอบข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบ

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>Skew</i>	<i>Kurt</i>
เขตกรุงเทพฯ							
และปริมณฑล	500	2.00	30.00	18.94	6.85	-.326(.209)	-.549(.318)
นอกเขตกรุงเทพฯ							
และปริมณฑล	500	3.00	30.00	16.51	6.50	-.087(.209)	-.099(.318)
รวม	1,000	2.00	30.00	17.73	6.79	-.280(.277)	-.616(.355)

หมายเหตุ ค่าความเบ้/ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้ และค่าความโด่ง/
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งมีค่าอยู่ระหว่าง - 1.96 ถึง 1.96
ลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

จากตารางที่ 4 – 6 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดจำนวน 1,000 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.73 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.79 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.280 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .277 และค่าความโด่งเท่ากับ -.616 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .355 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าระหว่าง -1.96 ถึง 1.96 เมื่อพิจารณาตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนผู้สอบแล้วพบว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน และสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.94 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.85 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ -.326 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ .209 และค่าความโด่งเท่ากับ -.549 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ .318 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความเบ้และค่าความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ ส่วนนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีจำนวน 500 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนน

ซึ่งเท่ากับเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่ากับ 16.51 คะแนน และน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบจากนักเรียนทั้งหมด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.50 โค้งการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้ายและมีความโด่งน้อย (Platy Kurtic) โดยมีความเบ้เท่ากับ $-.087$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบ้เท่ากับ $.209$ และค่าความโด่งเท่ากับ $-.099$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความโด่งเท่ากับ $.318$ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความเบ้และความโด่งแล้วยังเป็นโค้งปกติ จากลักษณะการแจกแจงจึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนจากการสอบวิชาภาษาไทยในระดับมาก (เบ้ซ้าย)

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบและพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจำแนกตามเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบครั้งนี้ประกอบด้วยวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับผลการประมาณค่าด้วย วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM โปรแกรม Mplus และโปรแกรม WinBUGS14 ตามลำดับ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 – 7 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย ประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM วิธี HGLM – 2L โปรแกรม Mplus วิธี MIMIC และโปรแกรม WinBUGS14 วิธี BAYESIAN

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
1	.331	.063	.460	.089	.469	.001
2	-.213	.084	-.289	.088	-.270	.001
3	-1.579	.084	-2.137	.124	-2.088	.002
4	-.722	.099	-.988	.095	-.960	.001
5	-1.283	.085	-1.747	.112	-1.704	.001

ตารางที่ 4 – 7 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
6	– .164	.089	– .222	.088	– .204	.001
7	– .426	.086	– .582	.090	– .561	.001
8	– .672	.089	– .919	.094	– .893	.001
9	– .905	.084	– 1.237	.100	– 1.205	.001
10	– .168	.085	– .227	.088	– .210	.001
11	– .925	.091	– 1.263	.101	– 1.232	.001
12	.080	.084	.115	.087	.129	.001
13	– 1.758	.102	– 2.373	.133	– 2.316	.002
14	– .623	.087	– .852	.093	– .828	.001
15	– 1.774	.106	– 2.394	.133	– 2.337	.002
16	– .331	.084	– .451	.089	– .431	.001
17	– 1.824	.105	– 2.460	.136	– 2.399	.002
18	.809	.089	1.113	.097	1.112	.001
19	– .452	.084	– .617	.090	– .594	.001
20	.439	.082	.608	.090	.614	.001
21	.096	.082	.137	.087	.149	.001
22	– 1.030	.089	– 1.406	.104	– 1.372	.001
23	.112	.082	.159	.087	.173	.001
24	.088	.086	.126	.087	.139	.001
25	– .777	.087	– 1.062	.097	– 1.034	.001
26	1.197	.100	1.634	.109	1.624	.001
27	– .954	.089	– 1.303	.101	– 1.271	.001
28	.076	.082	.110	.087	.122	.001
29	.637	.089	.879	.094	.882	.001
30	.048	.063	.071	.087	.084	.001
เฉลี่ย	– .422	.141	– .571	.192	– .547	.189

จากตารางที่ 4 – 7 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย มีค่า พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -1.824 และสูงที่สุดเท่ากับ 1.197 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $-.422$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ $.141$ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -2.460 และสูงที่สุดเท่ากับ 1.634 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $-.571$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ $.192$ และค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -2.399 และสูงที่สุดเท่ากับ 1.624 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $-.547$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ $.189$

เมื่อหาความสัมพันธ์ด้วยสูตรเพียร์สัน โดยนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย ประกอบด้วย 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2L จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4 – 8

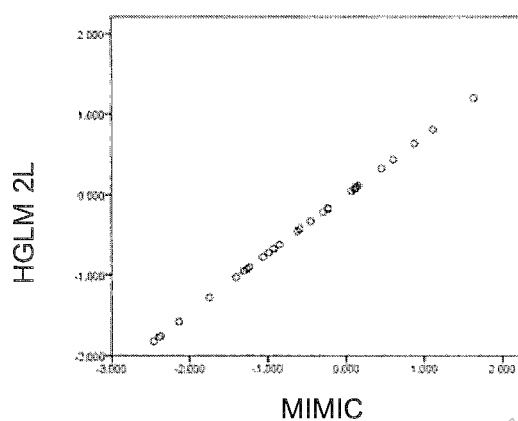
ตารางที่ 4 – 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตัวแปร	$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	δ_{MIMIC}	δ_{BAYESIAN}
$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
δ_{MIMIC}	1.000**	1.000	
δ_{BAYESIAN}	1.000**	1.000**	1.000

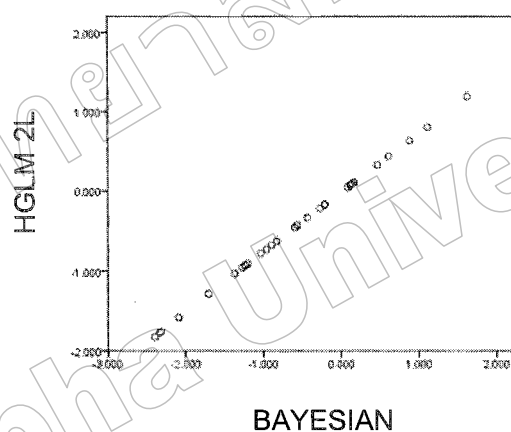
** $p < .01$

จากตารางที่ 4 – 8 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทยทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2L จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN มีความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

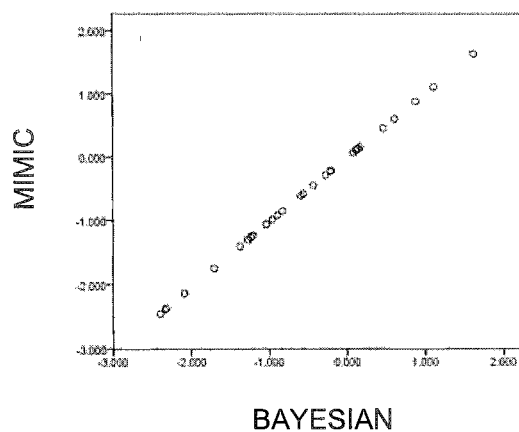
ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาภาษาไทย
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตารางที่ 4 – 9 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
 ประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM วิธี HGLM2L โปรแกรม Mplus วิธี MIMIC และ
 โปรแกรม WinBUGS14 วิธี BAYESIAN

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
1	– 3.096	.150	– 3.232	.169	– 3.154	.002
2	– 1.516	.094	– 1.668	.095	– 1.638	.001
3	– .385	.089	– .441	.073	– .421	.001
4	– .862	.089	– .969	.079	– .946	.001
5	– .910	.086	– 1.022	.08	– .998	.001
6	.040	.088	.038	.071	.056	.001
7	– 1.099	.091	– 1.226	.084	– 1.200	.001
8	– .847	.091	– .953	.079	– .930	.001
9	– .549	.089	– .625	.074	– .604	.001
10	– .610	.087	– .692	.075	– .670	.001
11	.221	.093	.243	.072	.259	.001
12	.809	.099	.904	.079	.916	.001
13	– .418	.083	– .478	.073	– .458	.001
14	.494	.091	.551	.074	.566	.001
15	– .104	.085	– .125	.071	– .107	.001
16	– 1.289	.099	– 1.429	.089	– 1.402	.001
17	– .460	.086	– .525	.073	– .504	.001
18	– .084	.088	– .102	.071	– .084	.001
19	– .731	.087	– .826	.077	– .803	.001
20	.160	.089	.174	.071	.191	.001
21	– .464	.090	– .530	.073	– .509	.001
22	– 1.361	.093	– 1.505	.091	– 1.478	.001

ตารางที่ 4 – 9 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ(δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
23	– .331	.090	– .380	.072	– .361	.001
24	– .610	.089	– .692	.075	– .671	.001
25	– 1.220	.091	– 1.355	.087	– 1.329	.001
26	– 1.374	.096	– 1.518	.091	– 1.491	.001
27	.356	.092	.395	.073	.410	.001
28	– .253	.086	– .293	.072	– .274	.001
29	– .735	.083	– .831	.077	– .808	.001
30	– 1.169	.075	– 1.301	.086	– 1.276	.001
เฉลี่ย	– .613	.138	– .680	.149	– .657	.147

จากตารางที่ 4 – 9 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ –3.096 และสูงที่สุดเท่ากับ .809 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ – .613 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .138 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ –3.232 และสูงที่สุดเท่ากับ .904 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ – .680 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .149 และค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ –3.154 และสูงที่สุดเท่ากับ .916 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ – .657 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .147

เมื่อหาความสัมพันธ์ด้วยสูตรเพียร์สัน โดยนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4 – 10

ตารางที่ 4 – 10 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยาก
ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

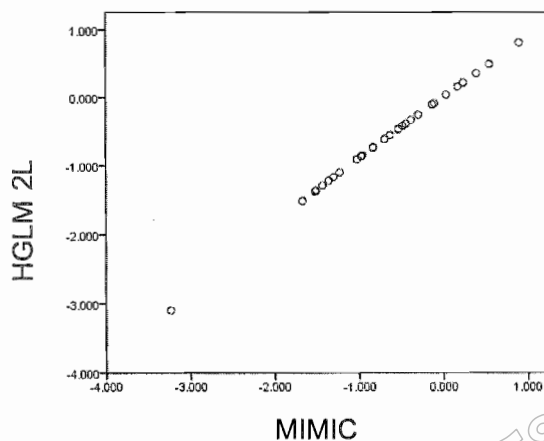
ตัวแปร	$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	δ_{MIMIC}	δ_{BAYESIAN}
$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
δ_{MIMIC}	.999**	1.000	
δ_{BAYESIAN}	.999**	1.000**	1.000

** $p < .01$

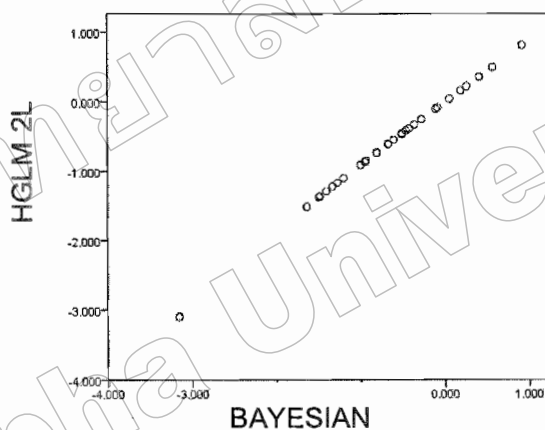
จากตารางที่ 4 – 10 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า δ_{MIMIC} มีความสัมพันธ์กับ δ_{BAYESIAN} อย่างสัมพันธ์ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รองลงมา คือ ผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า $\delta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ δ_{MIMIC} อยู่ในระดับสูงมาก เท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า $\delta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ δ_{BAYESIAN} อยู่ในระดับสูงมาก เท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

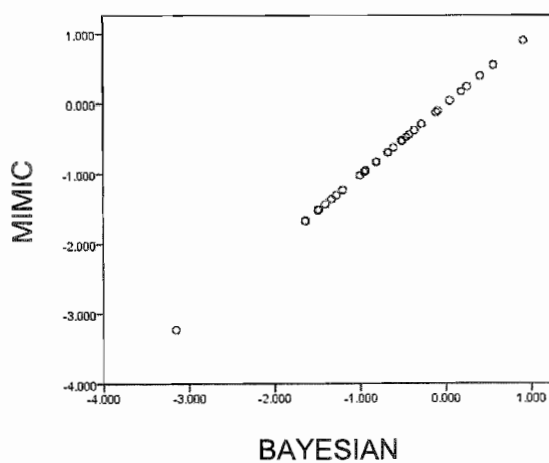
ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตารางที่ 4 – 11 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
 ประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM วิธี HGLM – 2L โปรแกรม Mplus วิธี MIMIC และ
 โปรแกรม WinBUGS14 วิธี BAYESIAN

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
1	-.290	.084	-.318	.070	-.308	.001
2	-.838	.086	-.913	.076	-.903	.001
3	-.619	.081	-.677	.073	-.668	.001
4	.270	.085	.297	.070	.310	.001
5	-.791	.088	-.863	.075	-.854	.001
6	-1.248	.084	-1.345	.085	-1.336	.001
7	-.974	.080	-1.058	.079	-1.050	.001
8	-.431	.079	-.472	.071	-.463	.001
9	-.781	.076	-.853	.075	-.843	.001
10	-1.093	.079	-1.183	.081	-1.174	.001
11	-1.142	.087	-1.234	.082	-1.226	.001
12	.270	.084	.297	.070	.309	.001
13	-.410	.075	-.449	.071	-.439	.001
14	-.704	.078	-.769	.074	-.760	.001
15	-.040	.083	-.043	.069	-.032	.001
16	-.213	.079	-.234	.069	-.222	.001
17	-.282	.076	-.309	.070	-.299	.001
18	1.937	.124	2.035	.105	2.046	.001
19	-1.186	.083	-1.280	.083	-1.271	.001
20	-.814	.080	-.888	.076	-.879	.001
21	-.197	.078	-.216	.069	-.205	.001
22	.080	.081	.089	.069	.100	.001

ตารางที่ 4 – 11 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (δ_i)					
	HGLM – 2L		MIMIC		BAYESIAN	
	δ	SE	δ	SE	δ	SE
23	-.385	.077	-.422	.070	-.412	.001
24	-.180	.075	-.198	.069	-.188	.001
25	-.637	.075	-.697	.073	-.687	.001
26	.704	.089	.768	.074	.782	.001
27	.828	.096	.902	.076	.915	.001
28	-.401	.076	-.440	.071	-.431	.001
29	-1.051	.082	-1.139	.080	-1.130	.001
30	.695	.068	.759	.074	.749	.001
เฉลี่ย	-.377	.125	-.412	.135	-.402	.135

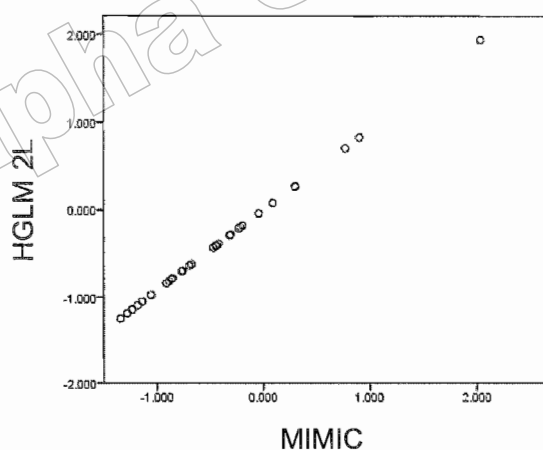
จากตารางที่ 4 – 11 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -1.248 และสูงที่สุดเท่ากับ 1.937 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -.377 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .125 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -1.345 และสูงที่สุดเท่ากับ 2.035 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -.412 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .135 และค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN มีค่าความยากที่น้อยที่สุดเท่ากับ -1.336 และสูงที่สุดเท่ากับ 2.046 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -.402 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .135 เมื่อหาความสัมพันธ์ด้วยสูตรเพียร์สัน โดยนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4 – 12

ตารางที่ 4 – 12 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยาก
ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

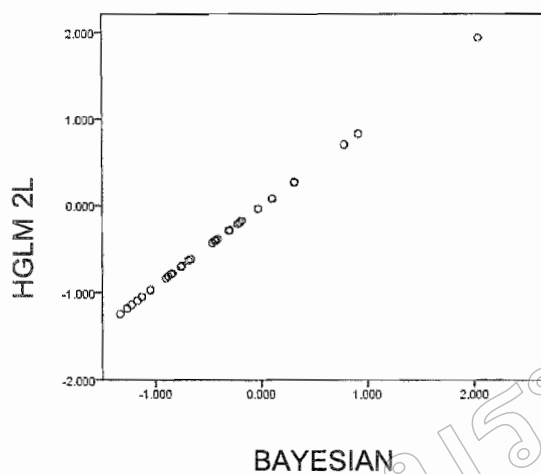
ตัวแปร	$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	δ_{MIMIC}	δ_{BAYESIAN}
$\delta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
δ_{MIMIC}	1.000**	1.000	
δ_{BAYESIAN}	1.000**	1.000**	1.000

** $p < .01$

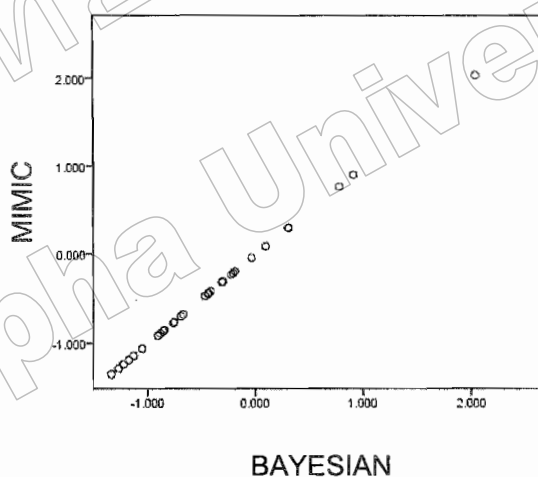
จากตารางที่ 4 – 12 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN มีความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ

การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ซึ่งทั้ง 3 วิชาใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบได้แก่ วิธี HGLM – 2L แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับผลการประมาณค่าด้วย วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM โปรแกรม Mplus และโปรแกรม WinBUGS14 ตามลำดับ โดยโปรแกรม HLM ศึกษาผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจาก Residual File ส่วนโปรแกรม Mplus จากการศึกษาค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจากการเขียนคำสั่งโปรแกรม WinBUGS14 เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ และโปรแกรม WinBUGS14 ศึกษาผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจากการประมาณค่า ζ_j ของสมการต่อไปนี้

$$\ln\left(\frac{P(y_{ji}=1)}{P(y_{ji}=0)}\right) = a_i(\beta_0 G_j + \zeta_j - b_i - \beta_i G_j)$$

แสดงได้ดังตารางที่ 4 – 13 ถึง 4 – 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 – 13 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ
วิชาภาษาไทยด้วยวิธี HGLM – 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

สถิติพื้นฐาน	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ)		
	HGLM – 2L	MIMIC	BAYESIAN
Min	-2.024	-2.307	-2.497
Max	1.750	2.330	2.214
$\bar{X}$	.000	.117	.016
SD	.717	.863	.887

จากตารางที่ 4 – 13 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาภาษาไทย จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM ภายใต้โมเดลย่อย HGLM – 2L มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 1.750 และต่ำสุดเท่ากับ -2.024 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .000 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .717

สำหรับการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาภาษาไทย จากโปรแกรม Mplus ด้วยวิธี MIMIC มีค่า พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุด เท่ากับ 2.330 และต่ำสุดเท่ากับ -2.307 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ เท่ากับ .117 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .863 และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาภาษาไทย จากโปรแกรม WinBUGS ด้วยวิธี Bayesian มีค่า พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.214 และต่ำสุด เท่ากับ -2.497 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .016 และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .887

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาภาษาไทย ที่ได้จากทั้งสามวิธี ไปตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันด้วยสูตรเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4 – 14

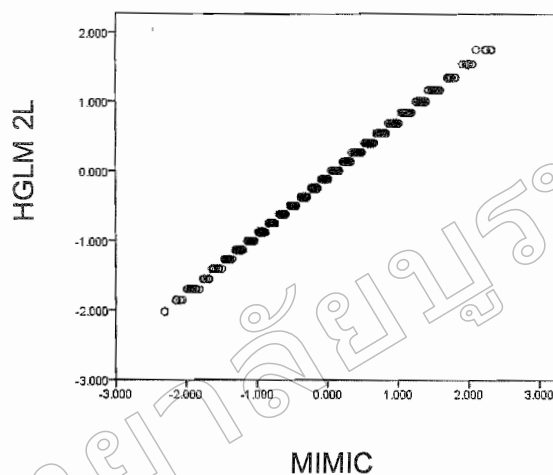
ตารางที่ 4 – 14 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถ ของผู้สอบของวิชาภาษาไทย ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตัวแปร	$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	θ_{MIMIC}	θ_{BAYESIAN}
$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
θ_{MIMIC}	.999**	1.000	
θ_{BAYESIAN}	1.000**	.999**	1.000

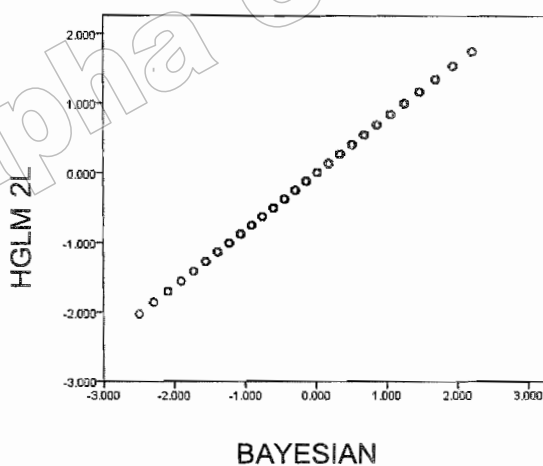
** $p < .01$

จากตารางที่ 4 – 14 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ ความสามารถของผู้สอบ(θ_j) วิชาภาษาไทยของทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณา ผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ มีความสัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} อย่างสมบูรณ์ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รองลงมา คือ ผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ θ_{MIMIC} ในระดับสูงมากเท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า θ_{MIMIC} สัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} ในระดับสูงมากเช่นกัน เท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

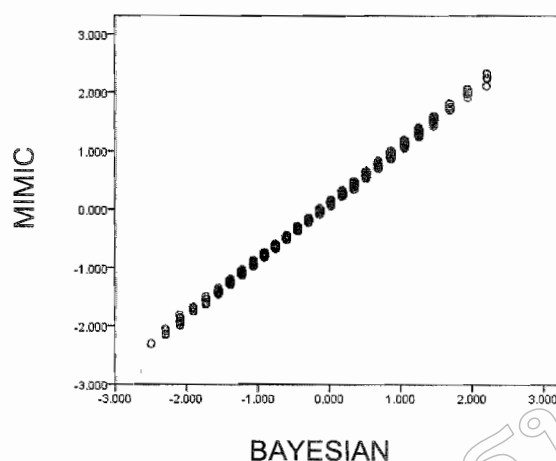
ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาภาษาไทย ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาภาษาไทยที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาภาษาไทยที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาภาษาไทยที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตารางที่ 4 – 15 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ
วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM – 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

สถิติพื้นฐาน	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ)		
	HGLM – 2L	MIMIC	BAYESIAN
<i>Min</i>	-2.638	-2.325	-2.547
<i>Max</i>	2.250	2.258	2.151
$\bar{X}$	.000	.146	.020
<i>SD</i>	.978	.898	.923

จากตารางที่ 4 – 15 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาคณิตศาสตร์จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM ภายใต้โมเดลย่อย HGLM – 2L มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.250 และต่ำสุดเท่ากับ -2.638 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .000 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .978

สำหรับการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาคณิตศาสตร์จากโปรแกรม Mplus ด้วยวิธี MIMIC มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.258 และต่ำสุดเท่ากับ -2.325 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .146

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .898 และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาคณิตศาสตร์ จากโปรแกรม WinBUGS ด้วยวิธี Bayesian มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.151 และต่ำสุดเท่ากับ -2.547 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .020 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ เท่ากับ .923

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้จากทั้งสามวิธี ไปตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันด้วยสูตรเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4 – 16

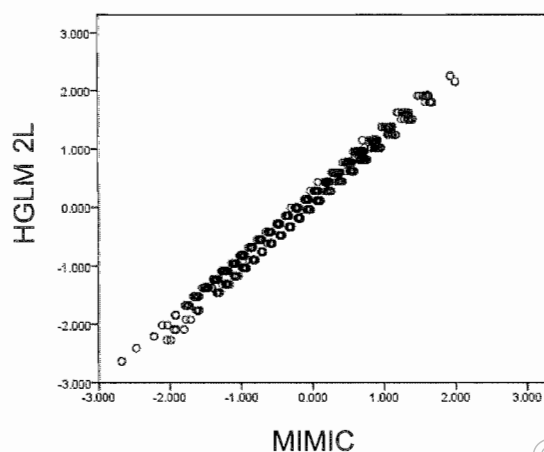
ตารางที่ 4 – 16 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตัวแปร	$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	θ_{MIMIC}	θ_{BAYESIAN}
$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
θ_{MIMIC}	.994**	1.000	
θ_{BAYESIAN}	.996**	.999**	1.000

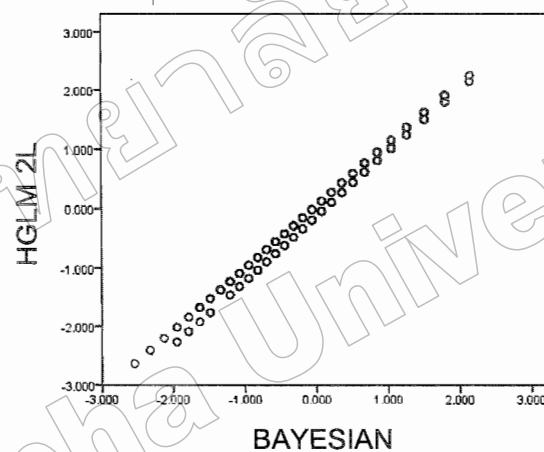
** $p < .01$

จากตารางที่ 4 – 16 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาคณิตศาสตร์ของทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า θ_{MIMIC} มีความสัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} ในระดับสูงมากที่สุด เท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รองลงมาคือ ผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} ในระดับสูงมาก เท่ากับ .996 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ θ_{MIMIC} ในระดับสูงมาก เท่ากับ .994 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตามลำดับ

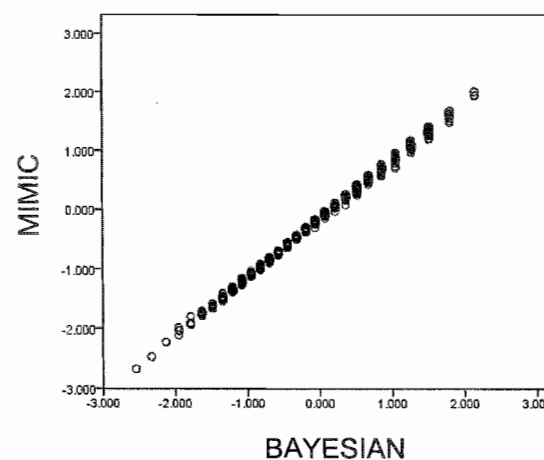
ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาคณิตศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาคณิตศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาคณิตศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตารางที่ 4 – 17 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM – 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

สถิติพื้นฐาน	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ)		
	HGLM – 2L	MIMIC	BAYESIAN
<i>Min</i>	-2.407	-1.875	-2.266
<i>Max</i>	2.562	2.395	2.315
$\bar{X}$	.000	.194	.012
<i>SD</i>	1.030	.883	.937

จากตารางที่ 4 – 17 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM ภายใต้โมเดลย่อย HGLM – 2L มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.562 และต่ำสุดเท่ากับ -2.407 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .000 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ เท่ากับ 1.030

สำหรับการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาวิทยาศาสตร์จากโปรแกรม Mplus ด้วยวิธี MIMIC มีค่า พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.395 และต่ำสุดเท่ากับ -1.875 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .194 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .883 และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากโปรแกรม WinBUGS ด้วยวิธี Bayesian มีค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 2.315 และต่ำสุดเท่ากับ -2.266 มีค่าเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .012 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบเท่ากับ .937

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากทั้งสามวิธีไปตรวจสอบความ สัมพันธ์ระหว่างกันด้วยสูตรเพียร์สันผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4 – 18

ตารางที่ 4 – 18 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบของวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธี HGLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

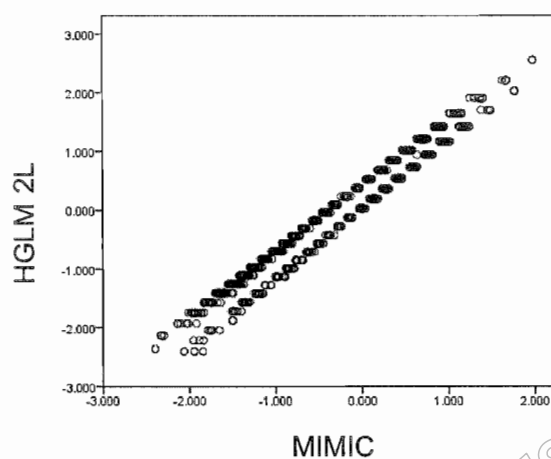
ตัวแปร	$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	θ_{MIMIC}	θ_{BAYESIAN}
$\theta_{\text{HGLM-2L}}$	1.000		
θ_{MIMIC}	.981**	1.000	
θ_{BAYESIAN}	.986**	.999**	1.000

** $p < .01$

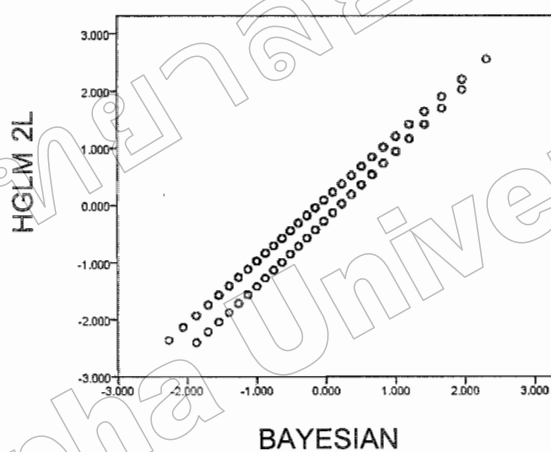
จากตารางที่ 4 – 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาวิทยาศาสตร์ของทั้ง 3 วิธี ซึ่งได้แก่ โมเดล HGLM 2 ระดับ จากโปรแกรม HLM วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า θ_{MIMIC} มีความสัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} ในระดับสูงมากเท่ากับ .999 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รองลงมา คือ ผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี BAYESIAN พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ θ_{BAYESIAN} ในระดับสูงมาก เท่ากับ .986 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L เทียบกับผลการประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC พบว่า $\theta_{\text{HGLM-2L}}$ สัมพันธ์กับ θ_{MIMIC} ในระดับสูงมาก เท่ากับ .981 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตามลำดับ

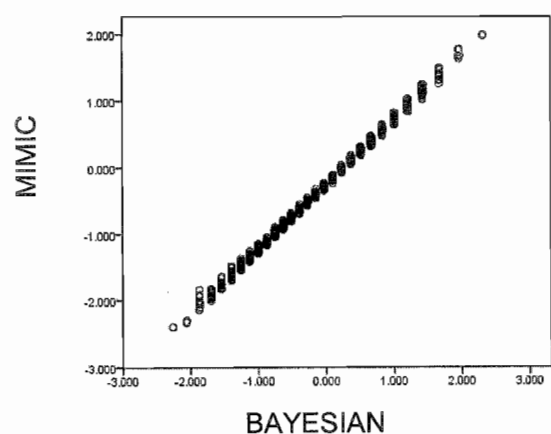
ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j) วิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM 2L วิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 – 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาวิทยาศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี MIMIC



ภาพที่ 4 – 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาคณิตศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี HGLM – 2L และวิธี BAYESIAN



ภาพที่ 4 – 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ_j)
วิชาคณิตศาสตร์ ที่ประมาณค่าด้วยวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การหาหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ จำแนกตามเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

การศึกษาการหาหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในครั้งนี้ประกอบด้วยวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบวิชาละ 30 ข้อ รวมทั้งหมด 90 ข้อ ผู้วิจัยได้ใช้วิธี HGLM – 2L แล้วนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับวิธี MIMIC และวิธี BAYESIAN โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM โปรแกรม Mplus และโปรแกรม WinBUGS14 ตามลำดับ โดยจำแนกตามเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนซึ่งมีการวิเคราะห์ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM ด้วยวิธี HGLM – 2L ในการศึกษา การหาหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบวิชาละ 30 ข้อ รวมทั้งหมด 90 ข้อ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

การวิเคราะห์ระดับที่ 1: ระดับข้อสอบ

การศึกษาการหาหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ด้วยวิธี HGLM – 2L นั้น ในระดับของการวิเคราะห์ระดับที่ 1 (Level 1) จะใช้แนวคิดเหมือนกับการวิเคราะห์ข้อสอบที่นำเสนอไป ตอนต้นนั่นคือข้อสอบสอดคล้องอยู่ในบุคคล (Between Item within Person) ดังนั้นการวิเคราะห์ระดับที่ 1 จึงมีสมการเหมือนกับการวิเคราะห์ด้วยโมเดล HGLM โดยทั่วไป ผลการวิเคราะห์ในระดับนี้จะได้อาการความยากข้อสอบ (δ_i) สามารถเขียนสมการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\eta_{ij} = \beta_{0jm} + \beta_{1jm}X_{1ijm} + \beta_{2jm}X_{2ijm} + \dots + \beta_{29jm}X_{29ijm}$$

โมเดลการวิเคราะห์ระดับที่ 2: ระดับเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ของโรงเรียน

การวิเคราะห์ระดับที่ 2 เป็นระดับเพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน นั่นคือ เพศและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนแต่ละคนสอดคล้องกันในโรงเรียน (Between Person within School) ในการวิเคราะห์ระดับนี้ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบจะมีค่าคงที่ (Fixed Effect) ระหว่างผู้สอบ แต่จะผันแปรไปแบบสุ่มไปตามรายข้อสอบ ซึ่งถือเป็นความไม่ผันแปรของค่าความยากของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎี IRT ดังนั้นเมื่อต้องการศึกษาการหาหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำแนกตามเพศ (เพศชายและเพศหญิง) และสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน (เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกับนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล) ผู้วิจัยจึงกระทำตัวแปรความเป็นเพศชาย และสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนในเมืองเป็นตัวแปรดัมมี่ เพื่อนำเข้าสู่สมการวิเคราะห์เชิงเส้น สามารถแสดงสมการวิเคราะห์ได้ดังนี้

สมการวิเคราะห์จำแนกตามเพศ (เพศชาย และเพศหญิง)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}sex + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}sex$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}sex$$

$$\beta_{29j} = \gamma_{290} + \gamma_{291}sex$$

สมการวิเคราะห์จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน (เขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลกับนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}location + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}location$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}location$$

$$\beta_{29j} = \gamma_{290} + \gamma_{291}location$$

การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยวิธี HGLMนี้จะกระทำในระดับการวิเคราะห์ที่ 2 นอกจากจะได้ทราบถึงค่าความสามารถของผู้สอบเป็นรายบุคคล (θ_i) ค่าความยากของข้อสอบเป็นรายข้อ (δ_i) แล้ว เมื่อใส่ตัวแปรทำนายที่เป็นตัวแปรดัมมี่เพศเข้าสู่สมการในระดับที่ 2 ตามรายข้อ ทำให้สามารถวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายที่มีต่อโอกาสตอบข้อสอบได้

ตารางที่ 4 – 19 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย ด้วยวิธี

HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามเพศ

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{01m}	– 1.03345	.15031	– 6.876	998	.000
γ_{11m}	.72036	.19803	3.638	29940	.001
γ_{21m}	.44917	.19935	2.253	29940	.024

ตารางที่ 4 – 19 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{31m}	.58564	.23528	2.489	29940	.013
γ_{41m}	.25528	.20899	1.222	29940	.222
γ_{51m}	.50635	.22345	2.266	29940	.023
γ_{61m}	.46189	.19891	2.322	29940	.020
γ_{71m}	.64305	.20067	3.205	29940	.002
γ_{81m}	.84160	.20331	4.140	29940	.000
γ_{91m}	.55879	.21041	2.656	29940	.008
γ_{101m}	.50813	.19875	2.557	29940	.011
γ_{111m}	.46837	.21190	2.210	29940	.027
γ_{121m}	.92405	.19716	4.687	29940	.000
γ_{131m}	.35886	.25073	1.431	29940	.152
γ_{141m}	.96682	.20196	4.787	29940	.000
γ_{151m}	.82515	.24120	3.421	29940	.001
γ_{161m}	.49710	.20028	2.482	29940	.013
γ_{171m}	-.01524	.26855	-.057	29940	.955
γ_{181m}	.73299	.20353	3.601	29940	.001
γ_{191m}	.37698	.20259	1.861	29940	.062
γ_{201m}	.71806	.19878	3.612	29940	.001
γ_{211m}	.47771	.19780	2.415	29940	.016
γ_{221m}	.30230	.21731	1.391	29940	.164
γ_{231m}	.48689	.19777	2.462	29940	.014
γ_{241m}	1.02303	.19717	5.189	29940	.000
γ_{251m}	.55665	.20731	2.685	29940	.008
γ_{261m}	1.11876	.21463	5.212	29940	.000
γ_{271m}	.23427	.21581	1.086	29940	.278
γ_{281m}	.60931	.19751	3.085	29940	.002
γ_{291m}	.77664	.20095	3.865	29940	.000

จากตารางที่ 4 – 19 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย จำแนกตามเพศ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29 และข้อที่ 30 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเพศชายมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศชายส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29 และข้อที่ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศ สามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่าเพศชายจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28 และข้อที่ 29 และเพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบข้อที่ 30

ตารางที่ 4 – 20 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามเพศ

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{01m}	-.81341	.19102	-4.258	998	.000
γ_{11m}	.23674	.40288	.588	29940	.556
γ_{21m}	.75663	.25388	2.980	29940	.003
γ_{31m}	.52230	.23052	2.266	29940	.023
γ_{41m}	.20146	.23956	.841	29940	.401
γ_{51m}	.74340	.23692	3.138	29940	.002
γ_{61m}	.67371	.22871	2.946	29940	.004
γ_{71m}	.26799	.24506	1.094	29940	.275
γ_{81m}	.60187	.23644	2.546	29940	.011
γ_{91m}	.68654	.23165	2.964	29940	.004
γ_{101m}	.91469	.23175	3.947	29940	.000
γ_{111m}	1.02080	.22958	4.446	29940	.000
γ_{121m}	.53958	.23515	2.295	29940	.022
γ_{131m}	.82292	.23009	3.577	29940	.001
γ_{141m}	.95657	.23181	4.127	29940	.000

ตารางที่ 4 – 20 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{151m}	.68991	.22877	3.016	29940	.003
γ_{161m}	.86596	.24544	3.528	29940	.001
γ_{171m}	.24883	.23235	1.071	29940	.285
γ_{181m}	.95994	.22866	4.198	29940	.000
γ_{191m}	.31380	.23603	1.329	29940	.184
γ_{201m}	.70377	.22897	3.074	29940	.003
γ_{211m}	.58864	.23105	2.548	29940	.011
γ_{221m}	-.01482	.25874	-.057	29940	.955
γ_{231m}	.82262	.22950	3.584	29940	.001
γ_{241m}	.37313	.23371	1.597	29940	.110
γ_{251m}	.17907	.25002	.716	29940	.474
γ_{261m}	.44255	.25204	1.756	29940	.079
γ_{271m}	.64994	.22998	2.826	29940	.005
γ_{281m}	.71264	.22924	3.109	29940	.002
γ_{291m}	.63148	.23436	2.694	29940	.007

จากตารางที่ 4 – 20 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 27, 28, 29 และข้อที่ 30 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเพศชายมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศชายส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 27, 28, 29 และข้อที่ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศสามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกันจากผลการศึกษาพบว่าเพศชายจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 27, 28 และข้อที่ 29 และเพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบข้อที่ 30

ตารางที่ 4 – 21 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามเพศ

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{01m}	– .65908	.17445	– 3.778	998	.000
γ_{11m}	.51917	.21600	2.404	29940	.016
γ_{21m}	.00881	.22699	.039	29940	.969
γ_{31m}	– .16740	.22374	– .748	29940	.454
γ_{41m}	.35779	.21548	1.660	29940	.096
γ_{51m}	.25585	.22390	1.143	29940	.254
γ_{61m}	– .54134	.25060	– 2.160	29940	.031
γ_{71m}	– .45967	.23716	– 1.938	29940	.052
γ_{81m}	.33810	.21780	1.552	29940	.120
γ_{91m}	.21326	.22401	.952	29940	.341
γ_{101m}	.02200	.23409	.094	29940	.926
γ_{111m}	.22615	.23323	.970	29940	.333
γ_{121m}	.31538	.21550	1.463	29940	.143
γ_{131m}	– .44521	.22224	– 2.003	29940	.045
γ_{141m}	– .05871	.22454	– .261	29940	.794
γ_{151m}	.20787	.21547	.965	29940	.335
γ_{161m}	.27822	.21610	1.287	29940	.198
γ_{171m}	.32970	.21644	1.523	29940	.128
γ_{181m}	.68527	.26301	2.606	29940	.010
γ_{191m}	– .39266	.24433	– 1.607	29940	.108
γ_{201m}	– .06108	.22709	– .269	29940	.788
γ_{211m}	.43903	.21560	2.036	29940	.041
γ_{221m}	.40750	.21499	1.895	29940	.058
γ_{231m}	.53460	.21671	2.467	29940	.014
γ_{241m}	.76726	.21507	3.567	29940	.001
γ_{251m}	.46764	.21996	2.126	29940	.033

ตารางที่ 4 – 21 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{261m}	.80070	.22063	3.629	29940	.001
γ_{271m}	1.08914	.22460	4.849	29940	.000
γ_{281m}	.45788	.21708	2.109	29940	.035
γ_{291m}	– .05245	.23368	– .224	29940	.823

จากตารางที่ 4 – 21 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามเพศ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 1, 6, 7, 13, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28 และข้อที่ 30 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเพศชาย มีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศชายส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 1, 6, 7, 13, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28 และข้อที่ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศ สามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่าเพศชายจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 1, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27 และข้อที่ 28 และเพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบข้อที่ 6, 7, 13 และข้อที่ 30

ตารางที่ 4 – 22 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย

ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{01m}	.14916	.14314	1.042	998	.298
γ_{11m}	.11481	.19041	.603	29940	.546
γ_{21m}	– .02637	.18972	– .139	29940	.890
γ_{31m}	.09280	.22057	.421	29940	.674
γ_{41m}	.60137	.19712	3.051	29940	.003
γ_{51m}	.33859	.21040	1.609	29940	.107
γ_{61m}	.13558	.18966	.715	29940	.475

ตารางที่ 4 – 22 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{71m}	.14569	.19149	.761	29940	.447
γ_{81m}	.21452	.19480	1.101	29940	.271
γ_{91m}	.28983	.19949	1.453	29940	.146
γ_{101m}	– .10780	.18949	– .569	29940	.569
γ_{111m}	– .05599	.19915	– .281	29940	.779
γ_{121m}	.14373	.18937	.759	29940	.448
γ_{131m}	.26321	.23018	1.144	29940	.253
γ_{141m}	– .29074	.19367	– 1.501	29940	.133
γ_{151m}	.44657	.23293	1.917	29940	.055
γ_{161m}	.00282	.19049	.015	29940	.988
γ_{171m}	.02980	.23215	.128	29940	.898
γ_{181m}	– .05541	.19632	– .282	29940	.778
γ_{191m}	– .04092	.19154	– .214	29940	.831
γ_{201m}	.00825	.19119	.043	29940	.966
γ_{211m}	– .14285	.18920	– .755	29940	.450
γ_{221m}	– .22148	.20161	– 1.099	29940	.272
γ_{231m}	.19824	.18951	1.046	29940	.296
γ_{241m}	– .16078	.18918	– .850	29940	.396
γ_{251m}	.21697	.19663	1.103	29940	.270
γ_{261m}	– .45103	.20610	– 2.188	29940	.029
γ_{271m}	– .05475	.19982	– .274	29940	.784
γ_{281m}	.36909	.18978	1.945	29940	.051
γ_{291m}	– .29545	.19353	– 1.527	29940	.127

จากตารางที่ 4 – 22 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 4 และข้อที่ 26 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 4 และข้อที่ 26 ได้แตกต่างกันระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน สามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่าเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 4 และนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะได้เปรียบในการตอบข้อที่ 26

ตารางที่ 4 – 23 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{01m}	.28757	.17433	1.650	998	.099
γ_{11m}	– .17619	.35639	– .494	29940	.621
γ_{21m}	.29815	.23953	1.245	29940	.214
γ_{31m}	.03631	.21439	.169	29940	.866
γ_{41m}	.20944	.22073	.949	29940	.343
γ_{51m}	.21969	.22168	.991	29940	.322
γ_{61m}	– .09388	.21311	– .441	29940	.659
γ_{71m}	.02681	.22526	.119	29940	.906
γ_{81m}	.28662	.22072	1.299	29940	.194
γ_{91m}	– .10329	.21569	– .479	29940	.632
γ_{101m}	.32483	.21719	1.496	29940	.135
γ_{111m}	– .20500	.21364	– .960	29940	.338
γ_{121m}	– .43912	.22026	– 1.994	29940	.046
γ_{131m}	– .04170	.21455	– .194	29940	.846
γ_{141m}	.18310	.21628	.847	29940	.397

ตารางที่ 4 – 23 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{151m}	.00847	.21318	.040	29940	.969
γ_{161m}	– .31997	.22997	– 1.391	29940	.164
γ_{171m}	– .18078	.21478	– .842	29940	.400
γ_{181m}	– .06073	.21309	– .285	29940	.776
γ_{191m}	– .07739	.21799	– .355	29940	.722
γ_{201m}	.11979	.21367	.561	29940	.575
γ_{211m}	.38285	.21575	1.775	29940	.076
γ_{221m}	– .00973	.23254	– .042	29940	.967
γ_{231m}	– .09768	.21390	– .457	29940	.647
γ_{241m}	.06997	.21660	.323	29940	.746
γ_{251m}	.36834	.22989	1.602	29940	.109
γ_{261m}	– .26317	.23257	– 1.132	29940	.258
γ_{271m}	– .01672	.21466	– .078	29940	.938
γ_{281m}	.34469	.21419	1.609	29940	.107
γ_{291m}	.26250	.21875	1.200	29940	.231

จากตารางที่ 4 – 23 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 12 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 12 ได้แตกต่างกันระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน สามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษา พบว่านอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 12

ตารางที่ 4 – 24 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

ด้วยวิธี HGLM – 2L โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HLM จำแนกตามสถานที่ตั้ง
ทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	t – ratio	df	p – value
γ_{01m}	.73668	.16656	4.423	998	.000
γ_{11m}	– .45116	.20774	– 2.172	29940	.030
γ_{21m}	– .62125	.21410	– 2.902	29940	.004
γ_{31m}	– .14286	.21154	– .675	29940	.499
γ_{41m}	– .35752	.20768	– 1.721	29940	.085
γ_{51m}	.04161	.21492	.194	29940	.847
γ_{61m}	– .28438	.22448	– 1.267	29940	.206
γ_{71m}	– .23948	.21755	– 1.101	29940	.271
γ_{81m}	– .26628	.20911	– 1.273	29940	.203
γ_{91m}	– .03149	.21445	– .147	29940	.884
γ_{101m}	– .34881	.22003	– 1.585	29940	.113
γ_{111m}	– .53378	.22089	– 2.417	29940	.016
γ_{121m}	– .53935	.20743	– 2.600	29940	.010
γ_{131m}	– .36368	.20874	– 1.742	29940	.081
γ_{141m}	– .08815	.21294	– .414	29940	.678
γ_{151m}	– .49440	.20681	– 2.391	29940	.017
γ_{161m}	– .10329	.20798	– .497	29940	.619
γ_{171m}	– .14464	.20825	– .695	29940	.487
γ_{181m}	– 1.07622	.25283	– 4.257	29940	.000
γ_{191m}	– .15230	.22322	– .682	29940	.495
γ_{201m}	– .05664	.21495	– .263	29940	.792
γ_{211m}	– .18721	.20771	– .901	29940	.368
γ_{221m}	– .22131	.20727	– 1.068	29940	.286
γ_{231m}	– .03285	.20928	– .157	29940	.876
γ_{241m}	– .06668	.20793	– .321	29940	.748

ตารางที่ 4 – 24 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	<i>t</i> – ratio	<i>df</i>	<i>p</i> – value
γ_{251m}	– .22707	.21156	– 1.073	29940	.284
γ_{261m}	– .42627	.21200	– 2.011	29940	.044
γ_{271m}	– .72126	.21366	– 3.376	29940	.001
γ_{281m}	– .15588	.20910	– .745	29940	.456
γ_{291m}	– .48392	.21871	– 2.213	29940	.027

จากตารางที่ 4 – 24 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี HGLM – 2L เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบข้อที่ 1, 2, 11, 12, 15, 18, 26, 27, 29 และข้อที่ 30 ที่อิทธิพลของตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 1, 2, 11, 12, 15, 18, 26, 27, 29 และข้อที่ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน สามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่า เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 30 และนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้เปรียบในการตอบข้อที่ 1, 2, 11, 12, 15, 18, 26, 27 และข้อที่ 29

2. การวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม MPLUS

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus ด้วยวิธี MIMIC ในการศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบวิชาละ 30 ข้อ รวมทั้งหมด 90 ข้อ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 – 25 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาภาษาไทย
จำแนกตามเพศ

	CFA	MIMIC (1 Direct Effect)	MIMIC (2 Direct Effect)	MIMIC (1 Direct Effect) with 1	MIMIC (2 Direct Effect) with 2
χ^2	5879.488 (df=435)	5550.016 (df = 465)	5550.016 (df = 465)	5835.732 (df = 465)	5835.732 (df = 465)
CFI	.967	.960	.962	.965	.967
TLI	.965	.957	.959	.963	.964
RMSEA	.021	.022	.021	.021	.020
WRMR	1.026	1.051	1.041	1.033	1.023

จากตารางที่ 4 – 25 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาภาษาไทยจำแนกตามเพศ จากการวิเคราะห์หองคัประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 5879.488 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .967 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .965 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.026

ส่วนการทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่าสามารถทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5550.016 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .960 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .957 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.051และทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5550.016 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .962 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .959 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณ

ค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.041

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5835.732 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .965 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .963 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.033 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5835.732 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .967 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .964 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.023

ตารางที่ 4 – 26 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาคณิตศาสตร์
จำแนกตามเพศ

	CFA	MIMIC (1 Direct Effect) with 1	MIMIC (2 Direct Effect) With 2	MIMIC (3Direct Effect) With 3
χ^2	11010.803 (<i>df</i> =435)	11023.440 (<i>df</i> =465)	11023.440 (<i>df</i> =465)	11023.440 (<i>df</i> =465)
<i>CFI</i>	.981	.979	.980	.981
<i>TLI</i>	.979	.977	.978	.979
<i>RMSEA</i>	.022	.023	.022	.022
<i>WRMR</i>	1.018	1.031	1.021	1.011

จากตารางที่ 4 – 26 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาคณิตศาสตร์จำแนกตามเพศ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 11010.803 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .979 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.018

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 11023.440 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .979 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .977 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .023 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.031 ส่วนทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 11023.440 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .980 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .978 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.021 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 3 ข้อ (3 Direct Effect) with 3 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 11023.440 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .979 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.011

ตารางที่ 4 – 27 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาวิทยาศาสตร์
จำแนกตามเพศ

	CFA	MIMIC (1 Direct Effect)	MIMIC (2 Direct Effect)	MIMIC (3 Direct Effect)	MIMIC (4 Direct Effect)
χ^2	15713.912 (df = .465)	15057.965 (df = 465)	15057.965 (df = 465)	15057.965 (df = 465)	15057.965 (df = 465)
CFI	.985	.981	.982	.983	.983
TLI	.984	.980	.980	.981	.982
RMSEA	.024	.025	.025	.024	.024
WRMR	1.004	1.044	1.032	1.021	1.011
	MIMIC (1 Direct Effect) with 1	MIMIC (1 Direct Effect) with 2	MIMIC (1 Direct Effect) with 3	MIMIC (1 Direct Effect) with 4	MIMIC (1 Direct Effect) with 5
χ^2	15057.965 (df = .465)	15057.965 (df = .465)	15057.965 (df = .465)	15057.965 (df = .465)	15057.965 (df = .465)
CFI	.985	.986	.986	.987	.988
TLI	.984	.985	.985	.986	.987
RMSEA	.022	.022	.022	.021	.020
WRMR	.987	.978	.969	.957	.944

จากตารางที่ 4 – 27 พบว่าผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามเพศ จากการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยัน(CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 15713.912 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .984 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .024 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.004

ส่วนการทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่าสามารถทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 4 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง

1 ข้อ (1 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .980 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .025 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.044 ทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .982 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .980 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .025 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.032 ส่วนทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 3 ข้อ (3 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .957 และทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 4 ข้อ (4 Direct Effect) มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .988 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .944

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 5 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .984 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .987 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์

(Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .978 ทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 3 ข้อ (3 Direct Effect) with 3 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .969 ส่วนทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 4 ข้อ (4 Direct Effect) with 4 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .957 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 5 ข้อ (5 Direct Effect) with 5 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15057.965 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .988 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .944

ตารางที่ 4 – 28 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาภาษาไทย
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

	CFA	MIMIC (1 Direct Effect) with 1	MIMIC (2 Direct Effect) with 2
χ^2	5879.488 ($df = .435$)	5835.732 ($df = .435$)	5835.732 ($df = .435$)
CFI	.967	.965	.967
TLI	.965	.963	.964
RMSEA	.021	.021	.020
WRMR	1.026	1.033	1.023

จากตารางที่ 4 – 28 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาภาษาไทย จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 5879.488 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .967 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .965 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.026

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5835.732 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .965 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .963 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.033 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 5835.732 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .967 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .964

ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พหุพหุ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.023

ตารางที่ 4 – 29 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาคณิตศาสตร์
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

	CFA	MIMIC (1 Direct Effect) with 1	MIMIC (2 Direct Effects) with 2	MIMIC (3 Direct Effects) with 3
χ^2	11010.803 (df=435)	10834.806 (df=465)	10834.806 (df=465)	10834.806 (df=465)
CFI	.981	.981	.982	.983
TLI	.979	.979	.980	.981
RMSEA	.022	.022	.021	.020
WRMR	1.018	1.012	1.000	.989

จากตารางที่ 4 – 29 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ จากการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 11010.803 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .979 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พหุพหุ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.018

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 2 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 Direct Effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 10834.806 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนี The Tucker Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ .979 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พหุพหุ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (WRMR) มีค่าเท่ากับ 1.012 ส่วนทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์

(Chi – square) เท่ากับ 10834.806 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .982 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .980 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.000 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 3 ข้อ (3 Direct Effect) with 3 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 10834.806 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .983 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .981 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .989

ตารางที่ 4 – 30 ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาวิทยาศาสตร์
จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

	CFA	MIMIC (1 direct effect) with 1	MIMIC (1 direct effect) with 2	MIMIC (1 direct effect) with 3	MIMIC (1 direct effect) with 4	MIMIC (1 direct effect) with 5
χ^2	15713.912 (<i>df</i> = 435)	15229.522 (<i>df</i> = 465)	15229.522 (<i>df</i> = 465)	15229.522 (<i>df</i> = 465)	15229.522 (<i>df</i> = 465)	15229.522 (<i>df</i> = 465)
<i>CFI</i>	.985	.985	.986	.987	.988	.989
<i>TLI</i>	.984	.984	.985	.986	.987	.988
<i>RMSEA</i>	.024	.022	.021	.021	.020	.020
<i>WRMR</i>	1.004	.988	.973	.962	.952	.942

จากตารางที่ 4 – 30 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดล CFA MIMIC วิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามเพศ จากการวิเคราะห์ห่อองค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (Chi – square) มีค่าเท่ากับ 15713.912 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 435 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (*CFI*) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .984 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .024 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ 1.004

เมื่อพิจารณาการทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง พบว่า สามารถทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง จำนวน 5 ข้อ ซึ่งทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 1 ข้อ (1 direct effect) with 1 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15229.522 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .984 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .988 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 2 ข้อ (2 Direct Effect) with 2 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15229.522 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .985 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .022 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .973 ทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 3 ข้อ (3 Direct Effect) with 3 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15229.522 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .986 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .021 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .962 ส่วนทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 4 ข้อ (4 Direct Effect) with 4 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15229.522 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .988 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .987 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .952 และทำนายตัวแปรข้อสอบต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่ง 5 ข้อ (5 Direct Effect) with 5 มีค่าไค – สแควร์ (Chi – square) เท่ากับ 15229.522 ที่องศาอิสระ (*df*) เท่ากับ 465 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .989 ดัชนี The Tucker Lewis Index (*TLI*) มีค่าเท่ากับ .988 ดัชนีวัดรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่พอเหมาะ (*RMSEA*) มีค่าเท่ากับ .020 และดัชนี Weighted Root Mean Square Residual (*WRMR*) มีค่าเท่ากับ .942

ตารางที่ 4 – 31 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย ด้วยวิธี MIMIC
โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามเพศ

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F1 ON SEX	-.196	.034	- 5.771	.000	-.262
S01 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S07 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S08 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S14 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S24 ON SEX	.270	.080	3.396	.001	.131

ตารางที่ 4 – 31 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S25 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON SEX	– .367	.082	– 4.461	.000	– .171
S03 WITH S02	.176	.049	3.563	.000	.176
S23 WITH S12	.154	.042	3.692	.000	.154

จากตารางที่ 4 – 31 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย จำแนกตามเพศ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ สามารถทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด คือ ข้อที่ 30 รองลงมาคือข้อที่ 24 ที่ทำให้ตัวแปรความเป็นเพศชายมีอิทธิพลทำนายเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศชายส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 24 และข้อที่ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศสามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผลการศึกษาพบว่าเพศชายจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 24 เพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบข้อที่ 30 และในภาพรวมเพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบวิชาภาษาไทย เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจดูดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S03 WITH S02 และ S23 WITH S12 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะไม่มี การแสดงดัชนีปรับแต่งต่อไป

ตารางที่ 4 – 32 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี MIMIC
โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามเพศ

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F2 ON SEX	– .098	.033	– 2.968	.003	– .222
S01 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S07 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S08 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S14 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S24 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000

ตารางที่ 4 – 32 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S25 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 WITH S24	.185	.039	4.738	.000	.185
S20 WITH S07	-.176	.043	-4.083	.000	-.176
S26 WITH S25	.169	.044	3.852	.000	.169

จากตารางที่ 4 – 32 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามเพศ ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไม่มีการทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด ที่ทำให้ตัวแปร ความเป็นเพศชายมีอิทธิพลทำนายเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษา พบว่า ในภาพรวมเพศหญิงจะได้เปรียบ ในการตอบวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรรกะดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S28 WITH S24, S20 WITH S07 และ S26 WITH S25 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะไม่มีการแสดงดัชนี ปรับแต่งต่อไป

ตารางที่ 4 – 33 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามเพศ

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F3 ON SEX	– .196	.039	– 5.078	.000	– .184
S01 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON SEX	– .333	.088	– 3.800	.000	– .155
S07 ON SEX	– .338	.085	– 3.973	.000	– .158
S08 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON SEX	– .330	.077	– 4.270	.000	– .154
S14 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S24 ON SEX	.301	.071	4.239	.000	.146

ตารางที่ 4 – 33 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S25 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON SEX	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 WITH S25	.186	.035	5.343	.000	.186
S28 WITH S27	.159	.048	3.331	.001	.159
S17 WITH S16	-.150	.035	-4.253	.000	-.150
S07 WITH S06	.158	.038	4.175	.000	.158
S08 WITH S07	.155	.039	3.996	.000	.155

จากตารางที่ 4 – 33 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามเพศ ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ สามารถทำนายตัวแปรเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด คือ ข้อที่ 24 รองลงมา คือ ข้อที่ 13, 7 และ ข้อที่ 6 ตามลำดับที่ทำให้ตัวแปรความเป็นเพศชายมีอิทธิพลทำนายเพศต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศชายส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบข้อที่ 6, 7, 13 และ ข้อที่ 24 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศสามารถบ่งชี้ได้ว่าข้อสอบนั้นทำหน้าที่ต่างกัน จากผล การศึกษาพบว่าเพศชายจะได้เปรียบในการตอบข้อสอบข้อที่ 24 เพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบ ข้อที่ 6, 7 และ ข้อที่ 13 และในภาพรวมเพศหญิงจะได้เปรียบในการตอบวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจดูดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S29 WITH S25, S28 WITH S27, S17 WITH S16, S07 WITH S06 และ S08 WITH S07 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะไม่มี การแสดง ดัชนีปรับแต่งต่อไป

ตารางที่ 4 – 34 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย ด้วยวิธี MIMIC

โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F1 ON LOCATION	.101	.028	3.671	.000	.141
S01 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S07 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S08 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S14 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S24 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000

ตารางที่ 4 – 34 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S25 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 WITH S02	.174	.049	3.535	.000	.174
S23 WITH S12	.148	.042	3.558	.000	.148

จากตารางที่ 4 – 34 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาภาษาไทย จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไม่มีการทำนายตัวแปรสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด ที่ทำให้ตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอิทธิพลทำนายสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาพบว่าในภาพรวมเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะได้เปรียบในการตอบวิชาภาษาไทย เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรรกะดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S03 WITH S02 และ S23 WITH S12 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะ ไม่มีการแสดงดัชนีปรับแต่งต่อไป

ตารางที่ 4 – 35 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี MIMIC
โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F2 ON LOCATION	.137	.035	3.879	.000	.150
S01 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S07 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S08 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S14 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S24 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000

ตารางที่ 4 – 35 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S25 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 WITH S14	.188	.040	4.727	.000	.188
S26 WITH S25	.178	.043	4.157	.000	.178
S20 WITH S07	-.177	.043	-4.091	.000	-.177

จากตารางที่ 4 – 35 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไม่มีการทำนายตัวแปรสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด ที่ทำให้ตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอิทธิพลทำนายสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาพบว่าในภาพรวมเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะได้เปรียบในการตอบวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรรกะดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S28 WITH S14, S26 WITH S25 และ S20 WITH S07 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะไม่มี การแสดงดัชนีปรับแต่งต่อไป

ตารางที่ 4 – 36 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
ด้วยวิธีMIMICโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus จำแนกตามสถานที่ตั้ง
ทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
F3 ON LOCATION	.196	.037	5.306	.000	.190
S01 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S02 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S03 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S04 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S05 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S06 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S07 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S08 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S09 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S10 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S11 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S12 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S13 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S14 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S15 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S16 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S17 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S18 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S19 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S20 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S21 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S22 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S23 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000

ตารางที่ 4 – 36 (ต่อ)

ข้อสอบ	Estimate	SE	Est./SE	p – value	SD_{yx} Estimate
S24 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S25 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S26 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S27 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S28 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S30 ON LOCATION	.000	.000	999.000	999.000	.000
S29 WITH S25	.180	.034	5.278	.000	.180
S07 WITH S06	.166	.035	4.719	.000	.166
S08 WITH S07	.146	.038	3.805	.000	.146
S28 WITH S27	.165	.049	3.395	.001	.165
S17 WITH S16	– .152	.036	– 4.295	.000	– .152

จากตารางที่ 4 – 36 เป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี MIMIC โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Mplus เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกตามสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ไม่มีการทำนายตัวแปรสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งสูงสุด ที่ทำให้ตัวแปรความเป็นเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอิทธิพลทำนายสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนต่อข้อสอบที่มีดัชนีปรับแต่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาพบว่าในภาพรวมเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะได้เปรียบในการตอบวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจสอบดัชนีปรับแต่งต่อไป มีข้อที่ S29 WITH S25, S07 WITH S06, S08 WITH S07, S28 WITH S27 และ S17 WITH S16 เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วจะไม่มีผลการแสดงดัชนีปรับแต่งต่อไป