บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เมื่อมีข้อมูลขาดหายที่มีอัตราการขาดหายต่างกัน และการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่วัดได้และช่วงเวลาในการวัดต่างกัน ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ จำนวน 4 ชุด ชุดแรกเป็นข้อมูลจากการวิจัยของ อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไล (2541) ซึ่งเป็นข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการวัดระยะยาว 5 ครั้ง ประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 ข้อมูลชุดที่ 2 ถึง 4 เป็นข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ต่อจำนวนประชากรในช่วงอายุเป้าหมายของแต่ละประเทศทั่วโลก ระหว่างปีการศึกษา 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 4 ชุด คือ ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษาของประเทศต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งเป็นตัวแปรการวัดซ้ำ 5 ครั้ง สำหรับค่าสถิติที่นำเสนอได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่ง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ในตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวในกรณีที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL โดยแยกนำเสนอออกเป็น 4 ตอนย่อย ตามลำดับชุดข้อมูลได้แก่ ข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา และอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา โดยในแต่ละชุดข้อมูลจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ค่าดัชนีวัดความระดับความสอดคล้อง โดยนำเสนอค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อันได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) ค่าชั้นความเป็น

อิสระ (Degree of Freedom) ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสถิติไค-สแควร์สัมพัทธ์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root Mean Squared Residual) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสุด (Largest Standardized Residual)

2. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน ค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ

3. ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง โดยนำเสนอสมการที่ใช้คำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง ค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงอันได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้และค่าความโด่งของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล

4. ผลการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการระหว่างข้อมูลแต่ละชุด

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์เปรียบเทียบกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ในตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ เป็นโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง จำนวน 4 โมเดล และโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง จำนวน 6 โมเดล โดยจะแยกนำเสนอเป็นตอนย่อยเช่นเดียวกันกับในตอนที่ 2 โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการวิจัยครั้งนี้ไปพร้อมกันอีกครั้ง เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว นอกจากนั้นในตอนนี้ผู้วิจัยเพิ่มผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ โดยนำเสนอค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าสถิติที่ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่วัดครบและไม่ครบครั้ง และการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหายเปรียบเทียบกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ในตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีข้อมูลขาดหาย จำนวน 5 โมเดล ได้แก่โมเดลที่มีการขาดหายของข้อมูลร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีรายละเอียดการนำเสนอเช่นเดียวกับตอนที่ 2 โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ไปพร้อมกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบเช่นเดียวกัน

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้สื่อความหมายแทนค่าสถิติ ชื่อตัวแปรสังเกตได้ ชื่อตัวแปรแฝงและค่าพารามิเตอร์ในการวิจัยดังต่อไปนี้

ตัวแปรสังเกตได้

ACH t	หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ t
ELE t	หมายถึง อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา จากการวัดครั้งที่ t
SEC t	หมายถึง อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการวัดครั้งที่ t
UNV t	หมายถึง อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา จากการวัดครั้งที่ t

ตัวแปรแฝง

L	หมายถึง ตัวแปรแฝงระดับหรือผลการวัดครั้งแรก
S	หมายถึง ตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง
L*	หมายถึง ตัวแปรแฝงที่เป็นความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงระดับ
S*	หมายถึง ตัวแปรแฝงที่เป็นความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงความชัน
e t	หมายถึง ตัวแปรแฝงความคลาดเคลื่อนสุ่มหรือคะแนนเศษเหลือที่เป็นตัวแปรสุ่มของการวัดครั้งที่ t

ค่าพารามิเตอร์

ML	หมายถึง พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ
MS	หมายถึง พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน
DL	หมายถึง พารามิเตอร์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ
DS	หมายถึง พารามิเตอร์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน
RLS	หมายถึง พารามิเตอร์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน
B t	หมายถึง พารามิเตอร์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงการวัดครั้งที่ t ที่มีต่อองค์ประกอบความชัน
E t	หมายถึง พารามิเตอร์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ t

ค่าสถิติ

Mean	หมายถึง ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
C.V.	หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
Max	หมายถึง คะแนนสูงสุด

Min	หมายถึง คะแนนต่ำสุด
Skewness	หมายถึง ความเบ้
Kurtosis	หมายถึง ความโด่ง
Correlation	หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
t	หมายถึง ค่าสถิติที
RMSE	หมายถึง ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง

χ^2	หมายถึง ค่าสถิติไค-สแควร์
df	หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
p	หมายถึง ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
χ^2/df	หมายถึง ค่าสถิติไค-สแควร์สัมพัทธ์
GFI	หมายถึง ดัชนีวัดความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index)
RMR	หมายถึง ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root Mean Square Residual)
LSR	หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (Largest Standardized Residual)

สำหรับเกณฑ์ในการตีความค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องนั้นผู้วิจัยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้ ค่าสถิติไค-สแควร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติไค-สแควร์ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 (p=.01) ในการตัดสินความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากค่าสถิติไค-สแควร์สัมพัทธ์ ยังไม่มีข้อตกลงแน่นอนว่าควรน้อยกว่าค่าใด ระหว่าง 2.00-5.00 (Carmines และ McIver, 1981 อ้างถึงใน Bollen, 1989) ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้ค่าต่ำสุดที่สามารถกำหนดเป็นเกณฑ์ได้คือค่า 2.00 ส่วนค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) ผู้วิจัยไม่ได้กำหนดเกณฑ์ในการตีความ เนื่องจากสถิติตัวนี้ใช้ในการเปรียบเทียบระดับความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล (Joreskog และ Sorbom, 1989) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Anderson และ Gerbing, 1984 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) เช่นเดียวกันกับค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root Mean Square Residual) ที่ผู้วิจัยจึงมิได้กำหนดเกณฑ์ในการตีความ เนื่องจากเป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล นงลักษณ์ วิรัชชัย (2538) เสนอว่าเมื่อค่าของดัชนี RMR ซึ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (Largest Standardized Residual) นั้นผู้วิจัยใช้ค่า 2.00 เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรในการวิจัย

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์สูง กล่าวคือมีค่าตั้งแต่ 0.664 ถึง 0.747 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทำการวัดในครั้งที่ 4 กับครั้งที่ 5 มีค่าสูงสุด (0.747) รองลงมาคือระหว่างการวัดครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 5 (0.736) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 5 มีค่าต่ำสุด (0.664)

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกครั้ง ยกเว้นในการวัดครั้งที่ 5 ที่ค่าเฉลี่ยลดลง โดยที่การวัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยเป็น 23.032, 23.596, 24.414, 26.530 และ 26.057 คะแนน แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แนวโน้มเพิ่มมีค่าเพิ่มขึ้นในการวัดครั้งที่ 1 ถึง 4 แต่มีค่าลดลงในการวัดครั้งที่ 5 ทำให้เส้นกราฟที่แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็นรูปโค้งควอดราติคแบบโค้งคว่ำที่มีความชันสูง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเป็น 7.326, 7.193, 8.344, 8.835 และ 8.190 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 31.808, 30.484, 34.177, 3.302 และ 31.461 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 3 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวัดที่ 4, 5, 1 และ 2 ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 4 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 5, 3, 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ 0.517, 1.046, 1.577, 0.419 และ 0.899 ความเบ้มีค่าเท่ากับ 0.859, 0.834, 1.082, 0.724 และ 0.865 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดทั้ง 5 ครั้ง มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งที่สูงกว่าปกติเล็กน้อย มีเพียงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวัดครั้งที่ 3 เท่านั้นที่มีค่าความโด่งและค่าความเบ้มากกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งอื่น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

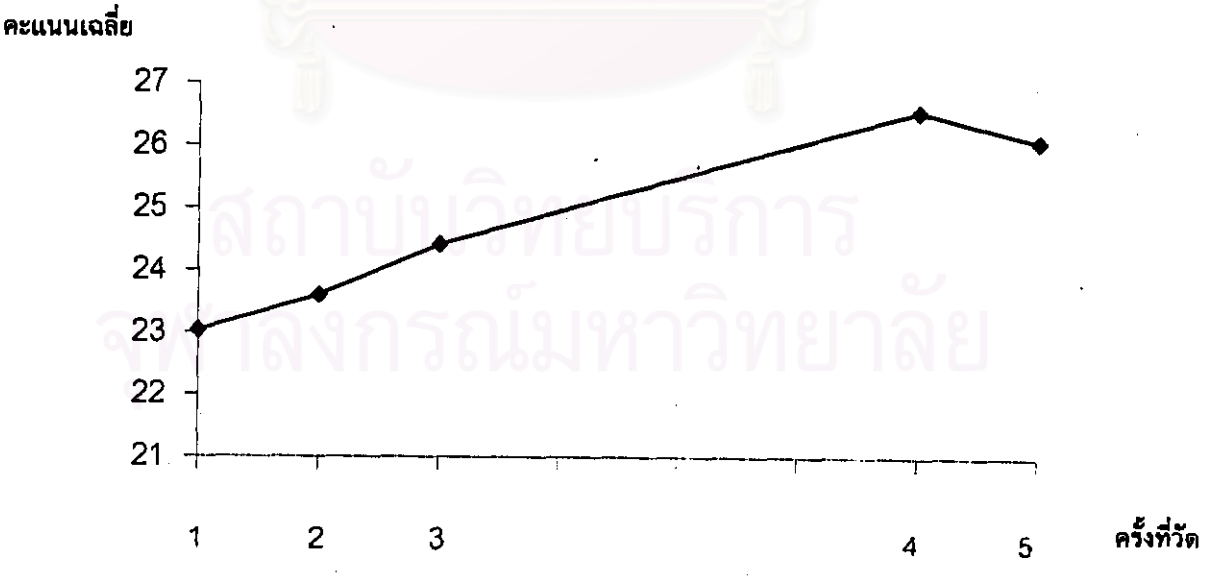
ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงไว้ในตารางที่ 6 และแผนภาพที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ตัวแปร	ACH 1	ACH 2	ACH 3	ACH 4	ACH 5
ACH1	1.000				
ACH 2	0.700*	1.000			
ACH 3	0.706*	0.711*	1.000		
ACH 4	0.696*	0.700*	0.676*	1.000	
ACH 5	0.664*	0.736*	0.666*	0.747*	1.000
Mean	23.032	23.596	24.414	26.530	26.057
S.D.	7.326	7.193	8.344	8.835	8.190
C.V.	31.808	30.484	34.177	33.302	31.431
Max	49.00	53.00	55.00	57.00	58.00
Min	10.00	11.00	7.00	8.00	10.00
Skewness	0.859	0.834	1.082	0.724	0.865
Kurtosis	0.517	1.046	1.577	0.419	0.899

หมายเหตุ n = 406 * แทน p <.05

แผนภาพที่ 6 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



หมายเหตุ การวัดครั้งที่ 3 และ 4 มีระยะเวลาห่างกัน 4 ช่วงเวลา

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์สูงทุกค่า กล่าวคือมีค่าระหว่าง 0.764 ถึง 0.940 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่ทำการวัดในครั้งที่ 4 กับครั้งที่ 5 มีค่าสูงสุด มีค่า 0.940 รองลงมาคือระหว่างการวัดครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 3 (0.914) และส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าต่ำสุดคือระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 5 มีค่าเป็น 0.764 นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในแนวทแยงจะพบว่าลักษณะของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คล้ายคลึงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดในระหว่างครั้งที่มีช่วงเวลาห่างกันน้อยจะมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดที่ช่วงเวลาห่างกันมาก

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกครั้ง ยกเว้นในการวัดครั้งที่ 4 ที่ค่าเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย โดยที่การวัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยเป็น 86.272, 90.944, 92.312, 91.776 และ 93.432 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งทำให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามีลักษณะเป็นโค้งดิวบิด ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเป็น 27.599, 24.841, 23.983, 22.771 และ 20.838 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 31.991, 27.315, 25.980, 24.811 และ 22.303 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในลักษณะการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มลดลงในการวัดครั้งหลัง โดยในการวัดครั้งที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าสูงสุด รองลงมาคือการวัดที่ 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ 0.058, 0.753, 1.024, 0.736 และ 0.889 ความเบ้มีค่าเท่ากับ -0.991, -1.138, -1.192, -1.149 และ -1.051 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดทั้ง 5 ครั้ง มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางลบและมีความโด่งที่สูงกว่าปกติเล็กน้อยแต่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ โดยในการวัดครั้งที่ 3 ที่มีค่าความโด่งและค่าความเบ้สูงสุด แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาในการวัดทั้ง 5 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอัตราการเข้าเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากนั้นอัตราการเข้าเรียนของประเทศที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเป็น 15.00, 18.00, 20.00, 24.00 และ 29.00 ในการวัดครั้งที่ 1 ถึง 5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าประเทศที่มีอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาต่ำมีการขยายโอกาสทางการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าสูงสุดมีค่าระหว่าง 127-143 การที่อัตราการเข้าเรียนมีค่าเกิน 100 แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในระดับประถมศึกษามีมากกว่าจำนวนประชากรในช่วงอายุเป้าหมาย ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากการมีนักเรียนเข้าเรียนก่อน

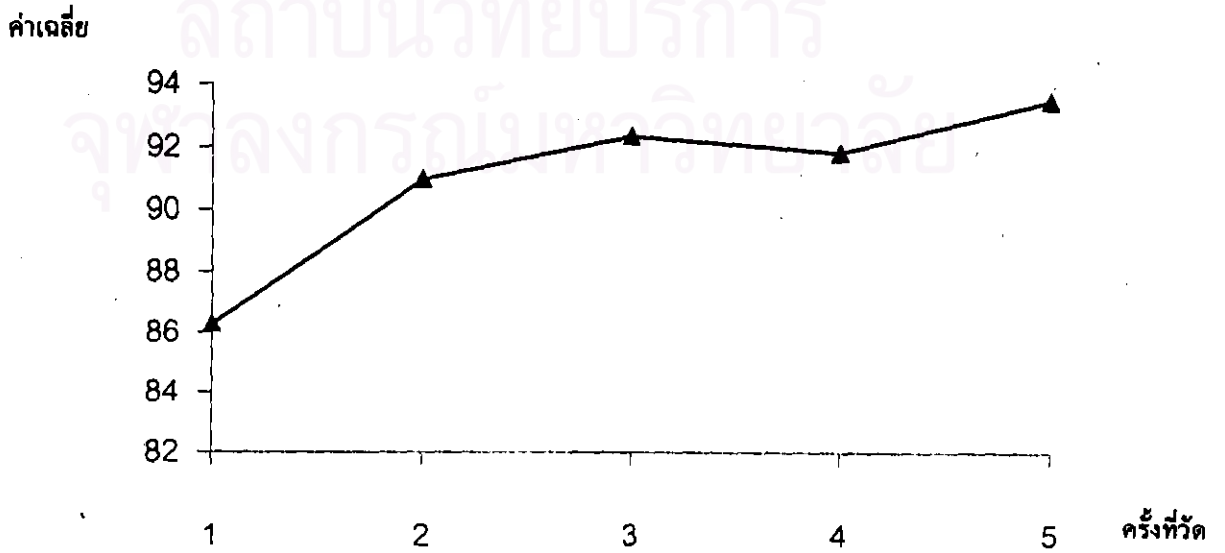
เกณฑ์ มีนักเรียนตกซ้ำชั้นหรือมีนักเรียนที่อยู่นอกกลุ่มเป้าหมายที่ยังเข้ารับการศึกษาในระดับประถมศึกษา ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 7 และแผนภาพที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ตัวแปร	ELE1	ELE2	ELE3	ELE4	ELE5
ELE1	1.000				
ELE2	0.910*	1.000			
ELE3	0.867*	0.914*	1.000		
ELE4	0.826*	0.847*	0.910*	1.000	
ELE5	0.764*	0.814*	0.873*	0.940*	1.000
Mean	86.272	90.944	92.312	91.776	93.432
S.D.	27.599	24.841	23.983	22.771	20.838
C.V.	31.991	27.315	25.980	24.811	22.303
Max	137.00	143.00	135.00	127.00	130.00
Min	15.00	18.00	20.00	24.00	29.00
Skewness	-0.991	-1.138	-1.192	-1.149	-1.051
Kurtosis	0.058	0.753	1.024	0.736	0.889

หมายเหตุ n = 125 * แทน p <.05

แผนภาพที่ 7 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่า และมีความสัมพันธ์กันในเกณฑ์สูงมาก กล่าวคือมีค่าระหว่าง 0.900 ถึง 0.979 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ทำการวัดในครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 3 มีค่าสูงสุด (0.979) รองลงมาคือระหว่างอัตราการเข้าเรียนในการวัดครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 (0.970) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 5 มีค่าต่ำสุด (0.900) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในแนวทแยงจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่ใกล้เคียงกันมากกว่าจะมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่ห่างกัน เช่นเดียวกันกับในตัวแปรชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกครั้ง โดยที่การวัดในครั้งที่ 5 มีค่าสูงสุด รองลงมาคืออัตราการเข้าเรียนในการวัดครั้งที่ 4, 3, 2, และ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 59.915, 54.500, 52.017, 46.814 และ 40.788 ตามลำดับ ทำให้กราฟของการเปลี่ยนแปลงมีค่าเกือบเป็นเส้นตรง สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเป็น 28.650, 29.448, 31.106, 32.111 และ 35.364 ในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 70.241, 62.904, 59.800, 58.919 และ 59.024 แสดงให้เห็นว่าการกระจายของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีแนวโน้มลดลงในการวัดครั้งหลัง เช่นเดียวกันกับข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่วัดทั้ง 5 ครั้ง มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งที่ต่ำกว่าปกติเล็กน้อยแต่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ มีเพียงอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาในการวัดครั้งที่ 5 เท่านั้นที่มีค่าความโด่งและค่าความเบ้สูงสุด โดยที่ในวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าความโด่งเท่ากับ -1.127, -1.266, -1.308, -1.276 และ -0.621 ความเบ้มีค่าเท่ากับ 0.352, 0.175, 0.107, 0.116 และ 0.384 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาของแต่ละประเทศในการวัดทั้ง 5 ครั้ง ส่วนใหญ่มีอัตราการเข้าเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมีค่าเฉลี่ยในการวัดทั้ง 5 ครั้ง เท่ากับ 40.788-59.915 แสดงว่าประชากรกลุ่มเป้าหมายเข้าเรียนต่อระดับมัธยมศึกษาประมาณร้อยละ 40-60 แต่เมื่อพิจารณาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าในการวัดแต่ละครั้งอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 1-5 ส่วนประเทศที่มีค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 102-147 ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับค่าสูงสุดของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีค่า

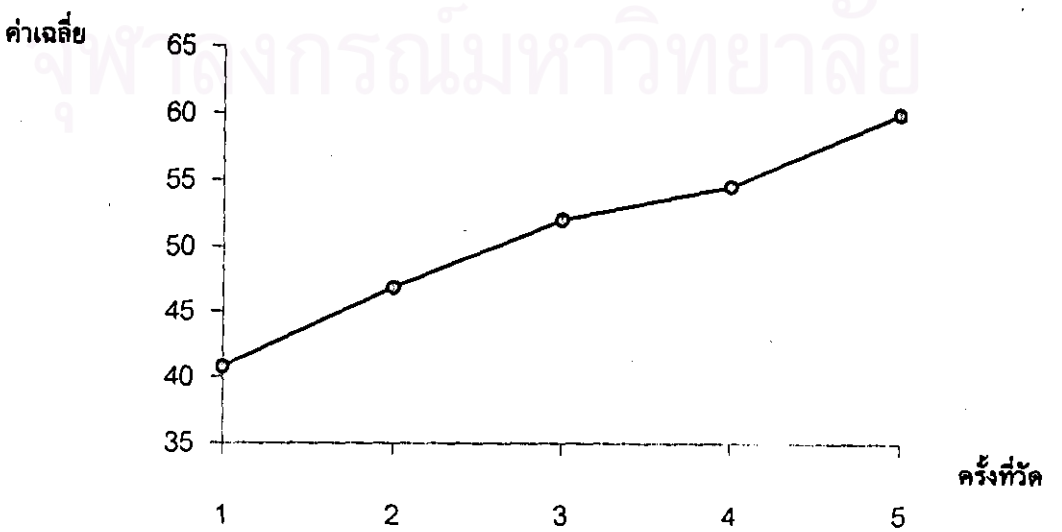
เกิน 100 ซึ่งอาจเนื่องมากจากเหตุผลเดียวกันคือการชำชั้นหรือการขยายโอกาสทางการศึกษาให้แก่ประชากรนอกกลุ่มอายุเป้าหมายได้เข้าศึกษาในระดับมัธยมศึกษาเพิ่มมากขึ้น ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงไว้ในตารางที่ 8 และแผนภาพที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ตัวแปร	SEC1	SEC2	SEC3	SEC4	SEC5
SEC1	1.000				
SEC2	0.970*	1.000			
SEC3	0.956*	0.979*	1.000		
SEC4	0.916*	0.941*	0.956*	1.000	
SEC5	0.900*	0.901*	0.911*	0.937*	1.000
Mean	40.788	46.814	52.017	54.500	59.915
S.D.	28.650	29.448	31.106	32.111	35.364
C.V.	70.241	62.904	59.800	58.919	59.024
Max	102.00	105.00	105.00	120.00	147.00
Min	1.00	3.00	3.00	4.00	5.00
Skewness	0.352	0.175	0.107	0.116	0.384
Kurtosis	-1.127	-1.266	-1.308	-1.276	-0.621

หมายเหตุ n = 118 * แทน p <.05

แผนภาพที่ 8 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา



1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา ในการวัดทั้ง 5 ครั้ง มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์ที่สูงมาก โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดครั้งที่ 4 กับครั้งที่ 5 มีค่าสูงสุดเป็น 0.971 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดครั้งที่ 2 กับ 5 มีค่าต่ำสุด (0.877) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในแนวทแยง จะพบว่ามีลักษณะเดียวกันกับข้อมูลในชุดอื่น กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่ใกล้เคียงกันมากกว่าจะมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่ห่างกัน

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกครั้ง โดยในการวัดครั้งที่ 5 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 4, 3, 2 และ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 20.888, 17.055 14.221, 12.100, และ 10.221 ทำให้กราฟของค่าเฉลี่ยมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงแต่มีความชันสูงกว่าเส้นตรงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด ส่วนการวัดในครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10.142, 11.002, 12.366, 16.081 และ 19.310 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 99.227, 90.926, 86.956, 94.289 และ 92.445 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าลักษณะการกระจายของข้อมูลมีค่าลดลงในการวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 แล้วมีค่าเพิ่มขึ้นในการวัดครั้งที่ 4 และลดลงอีกในการวัดครั้งที่ 5 เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ 1.440, 1.090, 0.965, 1.686 และ 1.405 ในขณะที่ค่าความเบ้เป็น 3.113, 1.203, 0.774, 4.693 และ 2.541 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาทั้ง 5 ครั้ง มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งที่สูงกว่าปกติเล็กน้อยแต่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ มีเพียงอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาในการวัดครั้งที่ 4 และครั้งที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าความโด่งสูงกว่าปกติและมีค่าความเบ้ทางบวกสูง แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศต่างๆ ส่วนใหญ่มีอัตราการเข้าเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย สังเกตได้ว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาเพิ่มขึ้นสูงมาก กล่าวคือจากค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้าเรียนในการวัดครั้งแรกที่มีค่าประมาณร้อยละ 10 และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณร้อยละ 20 ในการวัดครั้งที่ 5 นอกจากนั้นอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเป็นร้อยละ 0.1 ถึง 0.5 ในขณะที่อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศที่มีค่าสูงสุดมีค่าระหว่างร้อยละ 56.0 ถึง 102.9 ประกอบกับค่าสัมประสิทธิ์การกระจายแสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศต่างๆ ยังมีความแตกต่างกันสูง สำหรับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่มีค่าเกิน 100 นั้นอาจมีสาเหตุเดียวกันกับอัตราการเข้าเรียนสูงสุดในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา นอกจากนั้นอาจเนื่องมาจากมีการขยายการศึกษาระดับอุดม

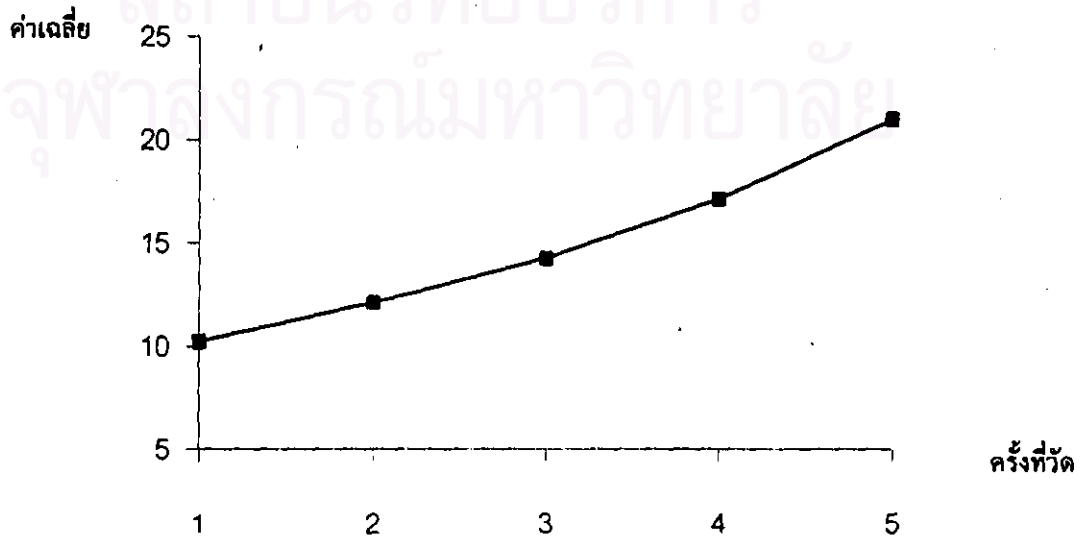
ศึกษาโดยการศึกษาระบบมหาวิทยาลัยเปิดหรือการเรียนทางไกลเพิ่มมากขึ้น ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 9 และแผนภาพที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ตัวแปร	UNV1	UNV2	UNV3	UNV4	UNV5
UNV1	1.000				
UNV2	0.971*	1.000			
UNV3	0.925*	0.948*	1.000		
UNV4	0.904*	0.893*	0.936*	1.000	
UNV5	0.896*	0.877*	0.914*	0.964*	1.000
Mean	10.221	12.100	14.221	17.055	20.888
S.D.	10.142	11.002	12.366	16.081	19.310
C.V.	99.227	90.926	86.956	94.289	92.445
Max	57.3	56.0	57.7	94.7	102.9
Min	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5
Skewness	1.440	1.090	0.965	1.686	1.405
Kurtosis	3.113	1.203	0.774	4.693	2.541

หมายเหตุ n = 112 * แทน p <.05

แผนภาพที่ 9 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดครบสมบูรณ์

2.1 ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

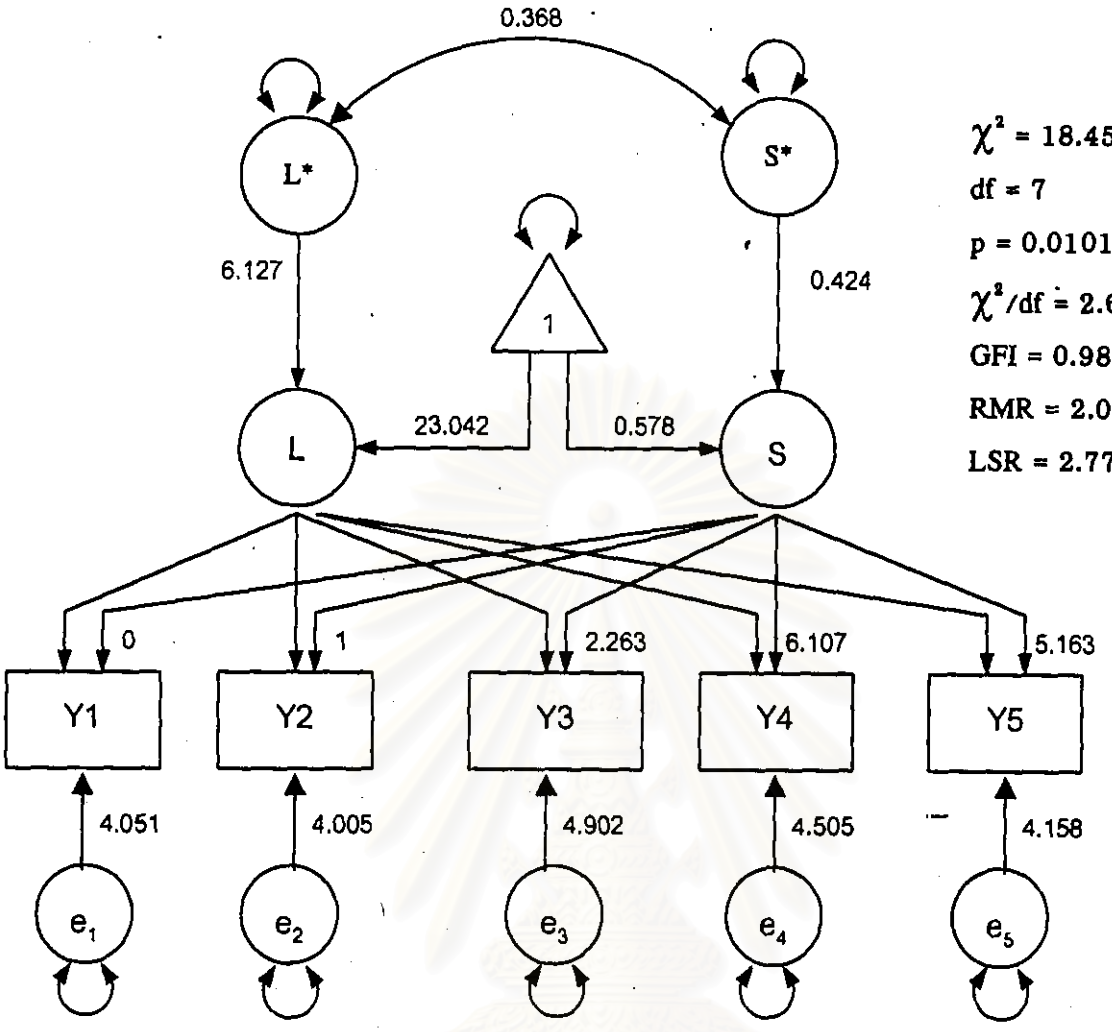
2.1.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลมีค่าเท่ากับ 18.454 (df=7, p=0.0101) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 2.636 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) มีค่าเท่ากับ 0.985 แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 2.065 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) มีค่าเท่ากับ 2.773 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลยังมีค่าสูงอยู่

2.1.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

สำหรับค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 23.042 (SE=0.361) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งแรก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 6.127 (SE=0.270) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 26.595 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 0.578 (SE=0.261) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล มีค่าเท่ากับ 0.424 (SE=0.206) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 73.356 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 0.368 (SE=0.165) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝงความชันมีการกระจายสูง ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าอยู่ในระดับต่ำ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันในการวัดแต่ละครั้งของตัวแปรสังเกตได้ ในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0, 1, 2.263, 6.107 และ 5.163 แสดงให้เห็นว่าโค้งพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคที่มีความชันสูงในการวัดครั้งที่ 1-4 และความชันลดลงในการวัดครั้งที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของโค้งพัฒนาการที่เป็นเส้นตรงที่ควรจะมีน้ำหนักองค์ประกอบเป็น 0, 1, 2, 6 และ 7 (การที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 2 ช่วงสุดท้ายมีค่าต่างจาก 3 ช่วงแรกเนื่องจากการวัดในครั้งที่ 3 กับครั้งที่ 4 มีช่วงห่างกัน 4 ช่วงเวลา) ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยกล่าวมาแล้วนั้นแสดงไว้ดังแผนภาพที่ 10



แผนภาพที่ 10 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

ผลจากการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงได้สมการที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล ดังสมการ

SLOPE = - 0.013 ACH1 - 0.007ACH2 + 0.001ACH3 + 0.023ACH4 + 0.021ACH5

สำหรับค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่า สำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 0.717 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 0.261 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 36.402 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 1.664 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.087 ค่าความเบ้เท่ากับ 0.637 และค่าความโด่งมีค่าเท่ากับ 0.569 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่าง มีค่าสูงกว่าผลการประมาณค่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน ในขณะที่ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าต่ำกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย พบว่ามีค่าความโด่งที่สูงกว่าปกติและมีลักษณะเบ้ทางขวา แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ในตารางที่ 10

2.2 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

2.2.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

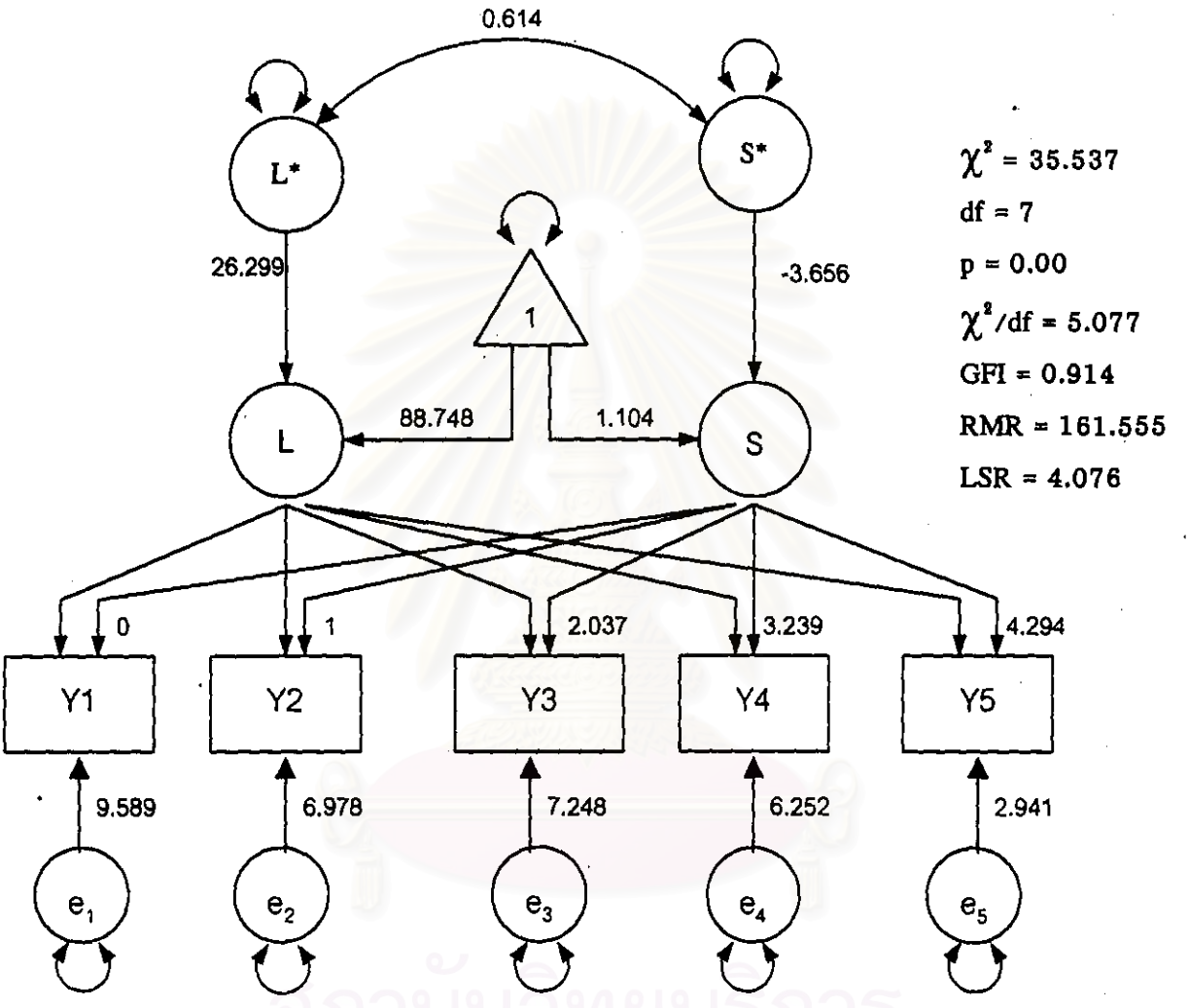
เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจาก ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลมีค่าเท่ากับ 35.537 (df=7, p=0.00) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 5.077 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) มีค่าเท่ากับ 0.914 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 161.555 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) มีค่าเท่ากับ 4.076 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง

2.2.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

สำหรับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 88.748 (SE=2.437) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 26.299 (SE=1.841) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 29.633 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 1.104 (SE=0.546) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ -3.656 (SE=1.358) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 331.159 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 0.614 (SE=0.068) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดในครั้งที่ 1 นอกจากนั้นลักษณะการกระจายของตัวแปรแฝงความชันมีค่าสูงมาก และตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

สำหรับค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของตัวแปรอัตราการเข้าเรียนในการวัดครั้ง 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0, 1, 2.037,

3.239 และ 4.294 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักองค์ประกอบเมื่อลักษณะของโค้งพัฒนาการเป็นเส้นตรง ที่ควรจะเป็น 0, 1, 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคหงายที่มีความชันสูง ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยกล่าวมาแล้วนั้น แสดงไว้ดังและแผนภาพที่ 11



แผนภาพที่ 11 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

2.2.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

สมการในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ดังสมการ

SLOPE = - 0.081ELE1 - 0.107ELE2 - 0.055ELE3 - 0.006ELE4 + 0.244ELE5

สำหรับค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 0.451 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.330 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 738.359 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 10.470 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -10.070 ค่าความเบ้เท่ากับ -0.118 ค่าความโด่งมีค่าเท่ากับ 1.103 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามีลักษณะการกระจายที่สูงมาก นอกจากนั้นยังมีความโด่งที่สูงกว่าปกติและเบ้ทางลบ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงรายหน่วยที่สูงกว่าค่าเฉลี่ย ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย แสดงไว้ในตารางที่ 10

2.3 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.3.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

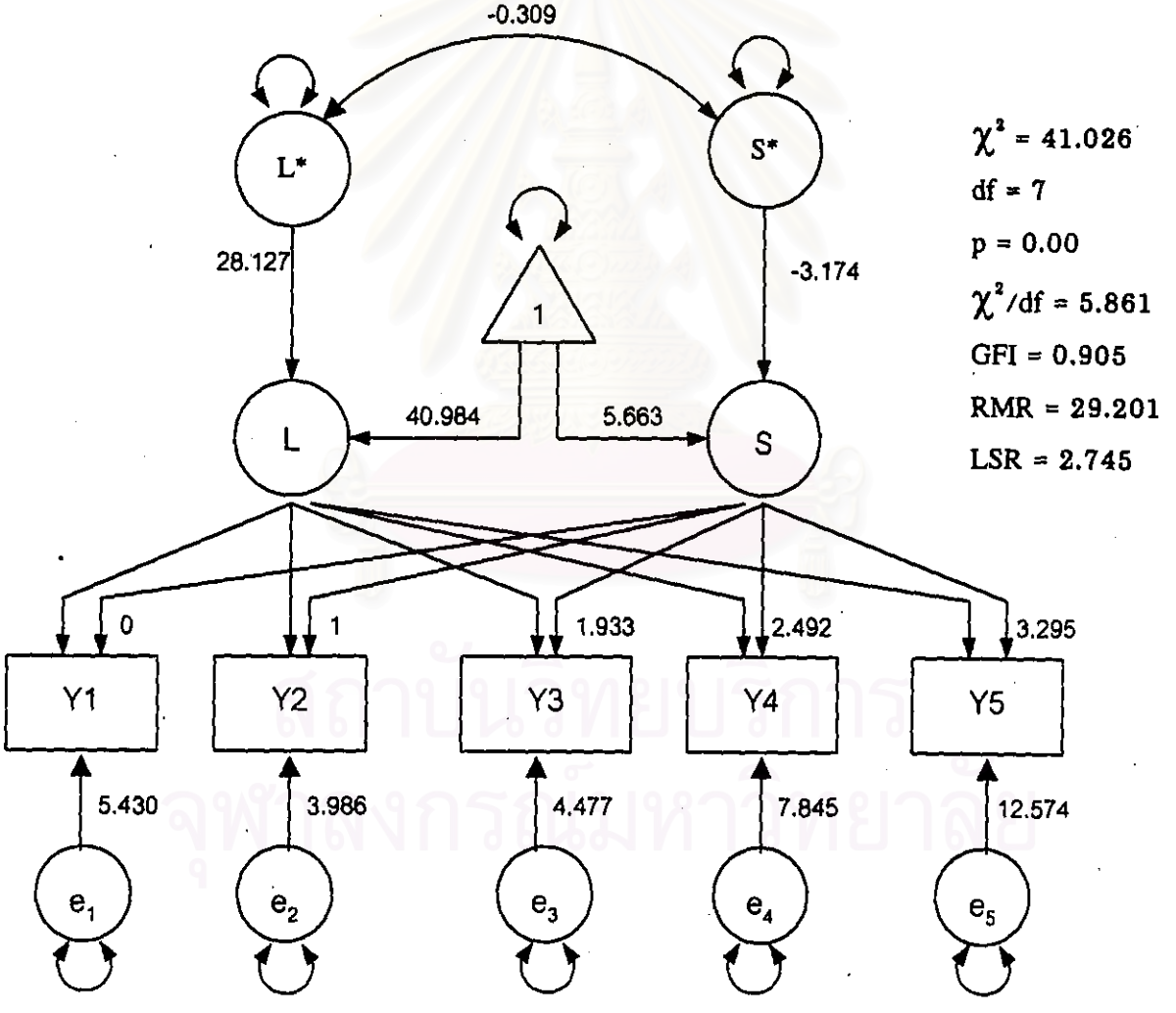
เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์ 5 ครั้งพบว่าโมเดลยังไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยที่ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลมีค่าเท่ากับ 40.026 (df=7, p=0.00) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 5.861 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) มีค่าเท่ากับ 0.905 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ค่าดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 29.201 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 2.745 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

2.3.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่มีการวัดครบครั้ง

สำหรับผลการค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 40.984 (SE=2.647) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 28.127 (SE=1.884) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 68.292 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 5.663 (SE=0.667) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ -3.174 (SE=0.519) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 56.048 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ -0.309 (SE=0.125) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและค่า

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาในการวัดครั้งแรก นอกจากนั้นค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับหรือคะแนนในการวัดครั้งแรกกับตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำและมีค่าเป็นลบ

ส่วนค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน ในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0, 1, 1.933, 2.492 และ 3.295 เมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักองค์ประกอบของโค้งพัฒนาการที่เป็นเส้นตรง ที่มีค่าเป็น 0, 1, 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคคว่ำ นั่นคืออัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้น ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องและผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยกล่าวมาแล้วนั้น แสดงได้ดังแผนภาพที่ 12



แผนภาพที่ 12 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.3.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ได้สมการในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ดังสมการ

SLOPE = -0.170 SCN1 - 0.067SCN2 + 0.131SCN3 + 0.078SCN4 + 0.051SCN5

ค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่า สำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 4.050 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.489 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 61.457 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 4.050 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.276 ค่าความเบ้เป็น 0.402 ค่าความโด่งเป็น -0.423 แสดงให้เห็นว่าลักษณะของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีลักษณะเบ้ทางบวกและความโด่งต่ำกว่าปกติเล็กน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยแสดงไว้ในตารางที่ 10

2.4 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

2.4.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

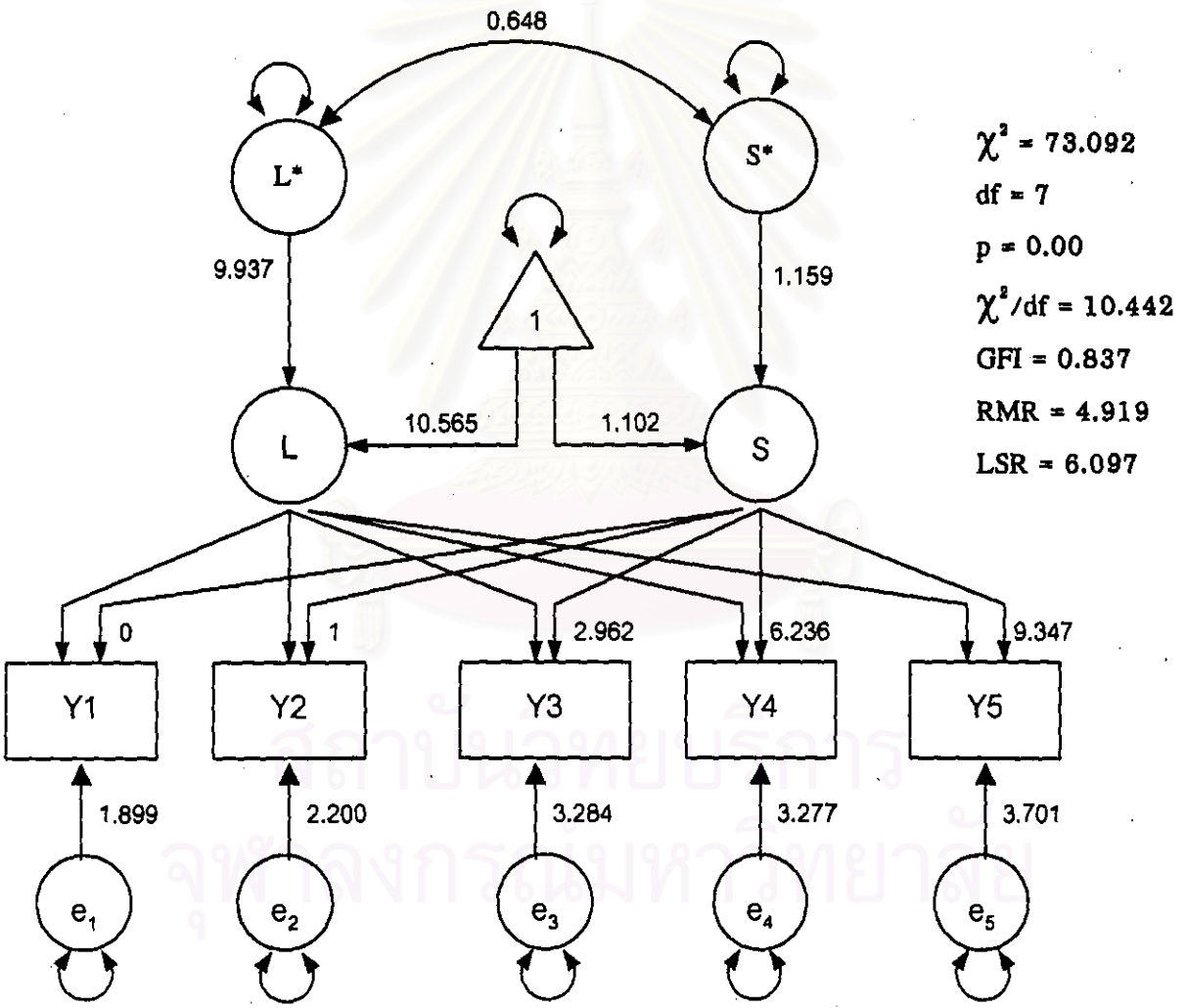
เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์ 5 ครั้งพบว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยที่ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลมีค่าเท่ากับ 73.092 (df=7, p=0.00) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 10.442 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.837 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 4.919 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 6.097 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง

2.4.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 10.565 (SE=0.957) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าเท่ากับ 9.937 (SE=0.684) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 94.056 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 1.102 (SE=0.229) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 1.159

(SE=0.225) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 105.172 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าเท่ากับ 0.648 (SE=0.065) แสดงให้เห็นว่าการกระจายของตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันมีค่าสูง เช่นเดียวกันกับค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ส่วนค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0, 1, 2.926, 6.236 และ 9.347 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักองค์ประกอบของโค้งพัฒนาการที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่ควรจะมีค่าเป็น 0, 1, 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคหงายที่มีความชันสูง ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยกล่าวมาแล้วนั้น แสดงไว้ดังแผนภาพที่ 13



แผนภาพที่ 13 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

2.4.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ ได้สมการที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยดังต่อไปนี้

SLOPE = - 0.069 UNV1 - 0.028UNV2 + 0.008UNV3 + 0.043UNV4 - 0.003UNV5

เมื่อพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่า สำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 1.056 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.093 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 103.504 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 6.800 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.198 ค่าความโด่งเป็น 5.997 ค่าความเบ้เป็น 1.895 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีการกระจายสูง นอกจากลักษณะของการแจกแจงยังมีค่าความโด่งสูงและเบ้ทางบวก คือประเทศส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
ACH	0.087	1.664	0.717	0.261	36.402	0.637	0.469
ELE	-10.070	10.470	0.451	3.330	738.359	-0.118	1.103
SEC	-0.276	10.818	4.050	2.489	61.457	0.402	-0.423
UNV	-0.198	6.800	1.056	1.093	103.504	1.895	5.997

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่เสนอในตารางนี้เป็นค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ตัวแปรจากข้อมูลมีทั้งค่าที่เป็นบวกและลบ และค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ได้มีค่าสูงมาก ดังนั้นเพื่อตรวจสอบค่าการกระจายด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกระจายให้ได้ผลที่ถูกต้อง ผู้วิจัยใช้วิธีปรับค่าของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยให้มีค่าเป็นบวกทั้งหมด โดยนำค่า 11 บวกเข้ากับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใหม่อีกครั้งหนึ่ง ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น 11 คะแนนทุกโมเดล เป็น 11.717, 11.451, 15.050 และ 12.056 ตามลำดับ สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยังมีค่าคงเดิม ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใหม่มีค่าเป็น 2.228, 29.080, 16.538 และ

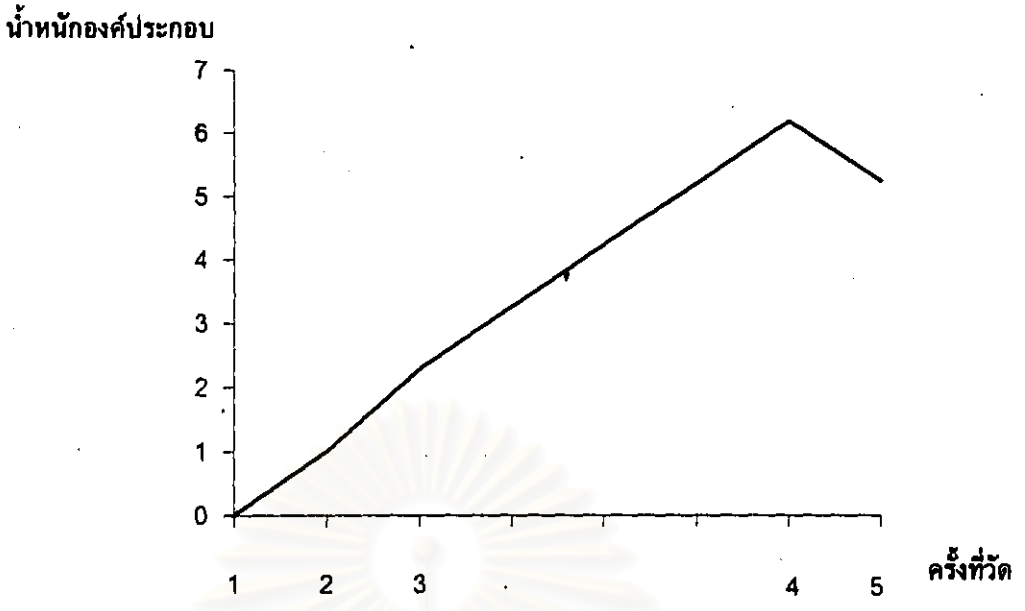
9.066 ตามลำดับ ซึ่งข้อสรุปเกี่ยวกับการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยยังให้ผลเหมือนเดิม

2.5 ผลการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการระหว่างข้อมูลแต่ละชุด

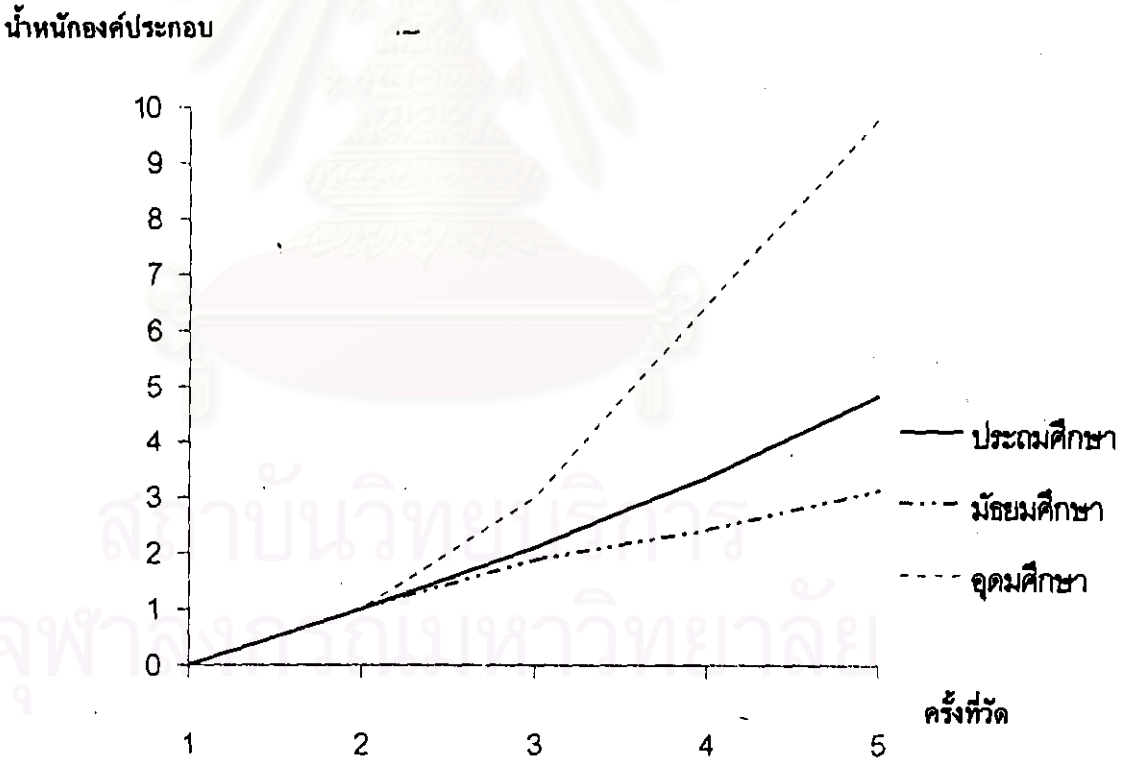
เมื่อนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงระดับของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์มาแสดงเป็นแผนภาพดังแผนภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่า ลักษณะโค้งพัฒนาการของตัวแปรชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคค่ำ โดยในการวัดครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 3 มีแนวโน้มลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นเส้นโค้งหงายเล็กน้อย แต่ในการวัดครั้งที่ 5 ลักษณะของโค้งพัฒนาการมีการโค้งลง แสดงให้เห็นว่าในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระยะแรกอัตราการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเพิ่มขึ้น แต่ในการวัดครั้งหลังอัตราการเปลี่ยนแปลงจะลดต่ำลง

เมื่อพิจารณาตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ดังที่แสดงไว้ในแผนภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่า ลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายเล็กน้อยเกือบจะเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ ในขณะที่ลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคค่ำเล็กน้อยเกือบเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีลักษณะค่อนข้างจะคงที่ แต่จะมีการลดลงเล็กน้อยในช่วงปี 1985-1990 ส่วนลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติกหงายที่มีความชันสูง แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่มีความชันสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนทั้งสามระดับ พบว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงที่มีความชันสูงสุด รองลงมาคืออัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความชันต่ำสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 14 แสดงลักษณะโค้งพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



แผนภาพที่ 15 แสดงลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

3.1 ตัวแปรชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.1.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้งพบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่าเท่ากับ 5.542, 10.137, 10.322 และ 3.993 (df= 3 ทุกโมเดล) (p= 0.136, 0.0174, 0.0160 และ 0.262) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 1.847, 3.379, 3.441 และ 1.331 แสดงให้เห็นว่าโมเดลทั้ง 4 แบบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยโมเดลที่ 4 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือโมเดลที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่า 2.065, 2.070, 0.719 และ 0.708 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 2.773, 2.031, 2.118 และ 3.152 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลแบบที่ 3 ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ในขณะที่โมเดลที่ 2 4 และ 1 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้งพบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 6 แบบ มีค่าเท่ากับ 3.176, 1.429, 0.141, 0.123, 1.362 และ 2.812 (df= 1, p=0.0747, 0.232, 0.707, 0.726, 0.243 และ 0.0936) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 6 แบบมีค่าเท่ากับ 3.176, 1.429, 0.141, 0.123, 1.362 และ 2.812 แสดงให้เห็นว่าโมเดลทั้ง 6 แบบ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยโมเดลที่ 8 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือโมเดลที่ 8, 7, 9, 6, 10 และ 5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่า 0.797, 3.512, 0.309, 0.062, 0.274 และ 3.163 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) ของโมเดลทั้ง 6 แบบมีค่าเท่ากับ 1.779, 1.195, 0.375, 0.357, 1.166 และ 1.674 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล I3(2 3) ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนของโมเดลทั้ง 6 แบบก็ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ค่าดัชนีความสอดคล้องโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์แสดงไว้ดังตารางที่ 11

3.1.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 23.042 (SE=0.361) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น 23.038, 23.045, 23.005 และ 23.042 (SE= 0.363, 0.214, 0.369 และ 0.359) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 23.051, 23.074, 23.007, 23.025, 23.081 และ 23.192 (SE= 0.361, 0.362, 0.359, 0.364, 0.355 และ 0.346) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 และ 4 ครั้งทุกโมเดล มีผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าเฉลี่ยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 6.127 (SE=0.270) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น 6.525, 5.955, 6.105 และ 6.071 (SE= 0.316, 0.281, 0.275 และ 0.269) สัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 28.323, 25.841, 26.538 และ 26.348 ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 5.852, 6.741, 6.008, 6.424, 5.999 และ 5.998 (SE= 0.348, 0.340, 0.276, 0.315, 0.273 และ 0.281) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 25.387, 29.215, 26.114, 27.900, 25.991 และ 25.819 แสดงให้เห็นว่าทุกโมเดลมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 25.387-29.215 โดยโมเดล I3(2 4) มีการกระจายของตัวแปรแฝงระดับสูงสุด

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (MS) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 0.578 (SE=0.261) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น 0.676, 0.543, 0.580 และ 0.493 (SE= 0.140, 0.270, 0.268 และ 0.259) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 0.594, 0.561, 0.612, 0.705, 0.458 และ 0.219 (SE= 0.053, 0.108, 0.248, 0.145, 0.264 และ 0.192) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดได้เพียง 4 ครั้งมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง เนื่องจากพิสัยของค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับที่ได้มีค่าแคบกว่า ในขณะที่โมเดลที่ช่วงเวลาที่วัดได้มีระยะเวลาน้อย (โมเดลที่ 4 9 และ 10) มีแนวโน้มที่ค่าเฉลี่ยที่ได้จะแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่ช่วงเวลาที่วัดได้มีระยะเวลามากกว่า

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (DS) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 0.424 (SE=0.206) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น -0.704, -0.340, 0.282 และ -0.210 (SE= 0.185, 0.188, 0.284 และ 0.186) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 10.4142, 62.615, 48.621 และ 42.596 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 0.368, 0.932, 0.626, 0.489, -0.234 และ -0.420 (SE= 0.135, 0.226, 0.261, 0.201, 0.493 และ 0.369) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 61.953, 166.132, 102.288, 69.362, 51.092 และ 191.781 แสดงให้เห็นว่าการกระจายของตัวแปรแฝงความชันมีในแต่ละโมเดลมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าตั้งแต่ 42.596-191.781 โดยโมเดล I3(4 5) มีการกระจายของค่าตัวแปรแฝงความชันสูงสุด

ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 0.368 (SE=0.165) ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น -0.008, -0.597, 0.582 และ -0.867 (SE= 0.135, 0.254, 0.706 และ 0.715) และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 0.688, -0.174, 0.223, 0.265, -0.747 และ -0.414 (SE= 0.443, 0.093, 0.139, 0.274, 1.671 และ 0.218) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในเกือบทุกโมเดล

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงระดับของตัวแปรสังเกตได้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 3 4 และ 5 ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าเท่ากับ 2.263, 6.107 และ 5.163 (SE=0.906, 2.556 และ 2.133) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักองค์ประกอบถ้าลักษณะการเปลี่ยนแปลง 2, 6 และ 7 จะเห็นได้ว่าลักษณะโค้งพัฒนาการของข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มเป็นโค้งหงายเล็กน้อยในช่วงการวัดครั้งที่ 1-3 แต่หลังจากการวัดครั้งที่ 4 ลักษณะของโค้งพัฒนาการจะเป็นโค้งคว่ำ

เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 2.605 และ 3.032 (SE=0.910 และ 1.429) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 1 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 5.163, 6.483 และ 6.988 (SE=0.971, 2.984 และ 3.598) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 5 ในโมเดลที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 4.481, 5.481 และ 5.187 (SE=0.837, 2.490 และ 1.976) แสดงให้เห็นว่าลักษณะโค้งพัฒนาการของโมเดลที่ 1 I4(2)

และ โมเดลที่ 2 I4(3) มีลักษณะคล้ายคลึงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ แต่ในโมเดลที่ 3 และ 4 ลักษณะของโค้งพัฒนาการมีลักษณะเป็นเส้นตรง ทั้งนี้เนื่องจากโมเดลมีข้อมูลไม่สมบูรณ์ในการวัดครั้งที่ 4 และ 5

เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 10 มีค่าเท่ากับ 5.732 (SE=4.530) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 8 และ 9 มีค่าเท่ากับ 4.957 และ 7.561 (SE=0.933 และ 4.108) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 5 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 4.889, 5.359 และ 4.976 (SE=0.440, 0.839 และ 1.787) แสดงให้เห็นลักษณะโค้งพัฒนาการจากโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้งนี้มีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำในเกือบทุกโมเดล ยกเว้นโมเดล I3(4 5) และ I3(3 5) ที่ลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นโค้งหงาย

ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงและผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ ในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมานั้น แสดงได้ในตารางที่ 11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ชุดตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พารามิเตอร์	Complete	1. I4 (2)	2. I4 (3)	3. I4 (4)	4. I4 (5)	5. I3 (2 3)	6. I3 (2 4)	7. I3 (3 4)	8. I3 (2 5)	9. I3 (3 5)	10. I3 (4 5)
ML	23.042 (0.361)	23.038 (0.363)	23.045 (0.214)	23.005 (0.369)	23.042 (0.359)	23.051(0.361)	23.074(0.362)	23.007(0.359)	23.025(0.364)	23.081(0.355)	23.192(0.346)
MS	0.578 (0.261)	0.676 (0.140)	0.543 (0.270)	0.580 (0.268)	0.493 (0.259)	0.594 (0.053)	0.561 (0.108)	0.612 (0.248)	0.705 (0.145)	0.458 (0.264)	0.219 (0.192)
DL	6.127 (0.270)	6.525 (0.316)	5.955 (0.281)	6.105 (0.275)	6.071 (0.269)	5.852 (0.348)	6.741 (0.340)	6.008 (0.276)	6.424 (0.315)	5.999 (0.273)	5.988 (0.281)
DS	0.424 (0.206)	-0.704 (0.185)	-0.340 (0.188)	0.282 (0.284)	-0.210 (0.186)	0.368 (0.135)	0.932 (0.226)	0.626 (0.261)	0.489 (0.201)	-0.234 (0.493)	-0.420 (0.369)
RLS	0.368 (0.165)	-0.008 (0.135)	-0.597 (0.254)	0.582 (0.706)	-0.867 (0.715)	0.688 (0.443)	-0.174 (0.093)	0.223 (0.139)	0.265 (0.274)	-0.747 (1.671)	-0.414 (0.218)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	X (X)	X (X)	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.263 (0.906)	2.000 (= =)	X (X)	2.605 (0.910)	3.032 (1.429)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	5.732 (4.530)
B4	6.107 (2.556)	5.163 (0.971)	6.483 (2.984)	X (X)	6.988 (3.598)	6.000 (= =)	X (X)	X (X)	4.957 (0.933)	7.561 (4.108)	X (X)
B5	5.163 (2.133)	4.481 (0.837)	5.481 (2.490)	5.187 (1.976)	X (X)	4.889 (0.440)	5.359 (0.839)	4.976 (1.787)	X (X)	X (X)	X (X)
E1	4.051 (0.202)	3.339 (0.378)	4.268 (0.214)	4.206 (0.210)	4.036 (0.197)	4.323 (0.206)	2.854 (0.585)	4.249 (0.225)	3.557 (0.333)	3.974 (0.140)	4.043 (0.221)
E2	4.005 (0.182)	X (X)	4.081 (0.193)	3.542 (0.183)	3.794 (0.186)	X (X)	X (X)	3.617 (0.176)	X (X)	3.974 (0.140)	3.945 (0.180)
E3	4.902 (0.201)	4.918 (0.211)	X (X)	4.787 (0.208)	4.672 (0.179)	X (X)	5.133 (0.248)	X (X)	4.811 (0.183)	X (X)	3.945 (0.180)
E4	4.505 (0.238)	4.290 (0.275)	4.517 (0.240)	X (X)	5.103 (0.149)	-4.286 (0.266)	X (X)	X (X)	4.811 (0.183)	4.765 (1.225)	X (X)
E5	4.158 (0.207)	4.300 (0.234)	4.065 (0.214)	4.634 (0.230)	X (X)	4.323 (0.206)	2.854 (0.585)	3.617 (0.176)	X (X)	X (X)	X (X)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง											
χ^2	18.454	5.542	10.137	10.322	3.993	3.176	1.429	0.141	0.123	1.362	2.812
Df	7	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
P	0.0101	0.136	0.0174	0.0160	0.262	0.0747	0.232	0.707	0.726	0.243	0.0936
χ^2/df	2.636	1.847	3.379	3.441	1.331	3.176	1.429	0.141	0.123	1.362	2.812
GFI	0.985	0.995	0.990	0.990	0.996	0.996	0.998	1.000	1.000	0.998	0.997
RMR	2.065	2.070	0.719	0.708	0.736	0.797	3.512	0.309	0.062	0.274	3.163
LSR	2.773	2.031	2.118	3.152	1.877	1.779	1.195	0.375	0.357	1.166	1.674

X แทน ไม่มีการวัด = แทน พารามิเตอร์กำหนด

3.1.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ผู้วิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบเพื่อนำมาแทนค่าในสมการเพื่อคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบกับคะแนนดิบที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	สมการ
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ	
Complete	= - 0.013 ACH1 - 0.007ACH2 + 0.001ACH3 + 0.023ACH4 + 0.021ACH5
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	
1. I4 (2)	= - 0.062 ACH1 - 0.004ACH3 + 0.047ACH4 + 0.035ACH5
2. I4 (3)	= - 0.003 ACH1 - 0.000ACH2 + 0.016ACH4 + 0.016ACH5
3. I4 (4)	= 0.008 ACH1 + 0.010ACH2 + 0.004ACH3 + 0.001ACH5
4. I4 (5)	= 0.012 ACH1 + 0.012ACH2 + 0.005ACH3 - 0.001ACH4
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	
5. I3 (2 3)	= 0.000 ACH1 + 0.019ACH4 + 0.015ACH5
6. I3 (2 4)	= - 0.103 ACH1 - 0.006ACH3 + 0.119ACH5
7. I3 (2 5)	= - 0.016 ACH1 + 0.007ACH3 + 0.030ACH4
8. I3 (3 4)	= - 0.023 ACH1 - 0.013ACH2 + 0.063ACH5
9. I3 (3 5)	= 0.005 ACH1 + 0.007ACH2 + 0.012ACH4
10. I3 (4 5)	= - 0.007 ACH1 + 0.000ACH2 + 0.034ACH3

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีการวัดได้ 4 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดได้ต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.633, 0.772, 0.554 และ 0.655 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.441, 0.239, 0.154 และ 0.188 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 69.668, 30.959, 28.309 และ 28.702 ค่าความเบ้มีค่าเป็น 0.082, 0.908, 1.107 และ 1.076 ค่าความโด่งเท่ากับ 0.403, 0.859, 1.396 และ 1.287 ตามลำดับ

สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.895, 0.582, 0.805, 0.598, 0.599 และ 0.669 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.272, 0.730, 0.321, 0.591, 0.952 และ 0.990 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 30.391,

125.430, 46.335, 39.298, 29.215 และ 37.369 ค่าความเบ้มีค่า 0.939, 0.068, 0.321, 0.591, 0.952 และ 0.990 ค่าความโด่งมีค่าเป็น 0.893, 0.180, 0.073, 0.404, 0.857 และ 1.426 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดล I3(2 .4) มีลักษณะการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ I4(2) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่าค่าเฉลี่ยของทุกโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าทุกโมเดลมีค่าความเบ้เป็นบวกและมีความโด่งที่สูงกว่าปกติเล็กน้อย โดยโมเดล I4(4) และ I4(5) มีค่าความโด่งและความเบ้สูงกว่าโมเดลอื่น ๆ แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ							
Complete	0.087	1.664	0.717	0.261	36.402	0.637	0.469
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง							
1. I4 (2)	-0.763	2.036	0.633	0.441	69.668	0.082	0.403
2. I4 (3)	0.291	1.702	0.772	0.239	30.959	0.908	0.859
3. I4 (4)	0.292	1.182	0.544	0.154	28.309	1.107	1.396
4. I4 (5)	0.332	1.423	0.655	0.188	28.702	1.076	1.287
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง							
5. I3 (2 3)	0.347	1.953	0.895	0.272	30.391	0.939	0.893
6. I3 (2 4)	-1.788	2.736	0.582	0.730	125.430	0.068	0.180
7. I3 (3 4)	-0.247	1.998	0.805	0.373	46.335	0.321	0.073
8. I3 (2 5)	0.086	1.375	0.598	0.235	39.298	0.591	0.404
9. I3 (3 5)	0.282	1.288	0.599	0.175	29.215	0.952	0.857
10. I3 (4 5)	0.105	1.564	0.669	0.250	37.369	0.990	1.426

3.1.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.858, 0.968, 0.650 และ 0.604 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเป็น 0.770 สำหรับโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.953, 0.610,

0.835, 0.916, 0.826 และ 0.580 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.787 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์สูงโดยมีค่าสูงกว่า 0.70 ถึง 8 โมเดล เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งกับโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดสั้นกว่าโมเดลอื่น (โมเดลที่ I4(5) และ I3(4 5)) จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำกว่าโมเดลอื่น

เมื่อพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) พบว่าในโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.268, 0.086, 0.264 และ 0.219 ตามลำดับ ส่วนในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ 0.196, 0.622, 0.159, 0.228, 0.193 และ 0.239 แสดงให้เห็นว่าโมเดล I3(4 5) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง กับโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.273 ส่วนในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าเท่ากับ 0.209 แสดงให้เห็นว่าในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสูงกว่าโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้ง

ค่าสถิติที (t) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ -6.644, 16.681, -17.539 และ -5.951 ในโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าทีเท่ากับ 43.30, -4.50, -22.87, 8.39, -15.65 และ -4.15 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีค่าสถิติทีสูงสุดคือโมเดล I3(2 3) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าทีในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 11.704 ส่วนโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าเท่ากับ 16.475 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงรายหน่วยใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองและค่าสถิติที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 14

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	Correlation	RMSE	t
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	0.770	0.209	11.704
1. I4 (2)	0.858*	0.268	-6.644*
2. I4 (3)	0.968*	0.086	16.681*
3. I4 (4)	0.650*	0.264	-17.539*
4. I4 (5)	0.604*	0.219	-5.951*
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	0.787	0.273	16.475
5. I3 (2 3)	0.953*	0.196	43.30*
6. I3 (2 4)	0.610*	0.622	-4.50*
7. I3 (3 4)	0.835*	0.159	-22.87*
8. I3 (2 5)	0.916*	0.228	8.39*
9. I3 (3 5)	0.826*	0.193	-15.65*
10. I3 (4 5)	0.580*	0.239	-4.15*

* $p < .05$

3.2 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

3.2.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง พบว่าในโมเดล I4(3) และโมเดล I4(5) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในขณะที่โมเดล I4(2) และ I4(4) ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 12.675, 6.816, 15.737 และ 11.876 ตามลำดับ (df= 3 ทุกโมเดล, p= 0.00539, 0.0780, 0.00128 และ 0.0782) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 4.225, 2.727, 5.246 และ 3.959 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนได้พบว่าค่าดัชนี RMR ของโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 102.590, 96.178, 112.526 และ 63.343 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 3.094, 2.157, 3.435 และ 1.687 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลแบบที่ 3 1 และ 2 ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ในขณะที่โมเดลที่ 4 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้ง พบว่าโมเดลทั้ง 6 แบบ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ

10 มีค่าเท่ากับ 4.745, 6.761, 5.818, 3.929, 3.779 และ 0.369 (df=1 ทุกโมเดล, p=0.294, 0.00932, 0.0159, 0.0475, 0.0519 และ 0.720) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 4.745, 6.761, 3.929, 5.818, 3.779 และ 0.369 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน พบว่าค่าดัชนี RMR ของโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 65.894, 72.271, 101.508, 70.097, 86.102 และ 19.469 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 2.158, 2.565, 2.384, 1.966, 1.929 และ 0.607 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลแบบที่ 7 และ 6 ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง แต่โมเดลที่ 8, 9, 10 และ 5 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ค่าดัชนีความสอดคล้องโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์แสดงไว้ดังตารางที่ 15

3.2.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง ในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) พบว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับจากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล มีค่าน้อยกว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามผลการประมาณค่าที่ได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ก็ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 88.748 (SE=2.437) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 86.712, 86.272, 87.150 และ 86.272 ตามลำดับ (SE= 2.511, 2.478, 2.524 และ 2.476) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 86.820, 86.297, 86.830, 86.347, 86.532 และ 86.317 ตามลำดับ (SE= 2.558, 2.482, 2.506, 2.485, 2.498 และ 2.483)

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ประมาณได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามผลการประมาณค่าที่ได้ก็ยังมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรแฝงระดับของทุกโมเดลมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น . 26.299 (SE=1.841) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งทั้ง 4 โมเดล มีค่าเป็น 26.963, 27.599, 27.111 และ 27.599 (SE= 2.048, 1.761, 1.909 และ 1.787) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 31.095, 31.991, 31.108 และ 31.991 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 โมเดล มีค่าเป็น 25.709, 27.491, 27.023, 26.821, 26.828 และ 26.881 (SE= 2.116,

2.381, 1.884, 1.829, 1.839 และ 1.813) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 29.612, 31.856, 31.122, 31.062, 31.004 และ 31.142 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (MS) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันที่ได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 1.104 (SE=0.546) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3, และ 4 มีค่าเป็น 2.026, 3.006, 2.885 และ 4.066 (SE= 0.578, 0.737, 0.897 และ 0.853) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 8 และ 10 มีค่าเป็น 1.567, 2.709, 3.117, 2.665, 3.730 และ 4.461 ตามลำดับ(SE= 0.445, 0.612, 0.861, 0.607, 0.947 และ 0.977) แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ช่วงเวลาที่วัดได้มีระยะเวลาน้อย ได้แก่ โมเดล I4(5) I3(3 5) และ I3(4 5) มีแนวโน้มที่ค่าเฉลี่ยที่ได้จะแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่ช่วงเวลาที่วัดได้มีระยะเวลานานกว่า

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (DS) พบว่าผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์การกระจายยังแสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝงความชันมีการกระจายสูงในทุกโมเดล โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น -3.656 (SE=1.358) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเป็น -4.657, 7.437, 5.669 และ 8.594 (SE= 1.135, 0.956, 1.564 และ 1.049) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 229.862, 247.405, 196.499 และ 211.363 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น -2.724, -5.637, 5.795, -5.158, 5.334 และ -6.783 (SE= 0.773, 1.774, 1.119, 0.717, 1.361 และ 1.195) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 173.835, 208.084, 185.916, 193.546, 143.003 และ 152.051 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) พบว่าผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในเกือบทุกโมเดล โดยค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 0.614 (SE=0.068) ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3, และ 4 มีค่าเป็น 0.639, -0.657, -0.682 และ -0.574 ตามลำดับ (SE= 0.070, 0.051, 0.068 และ 0.073) และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่า

เป็น 0.613, 0.679, -0.755, 0.581, -0.759 และ -0.550 (SE= 0.092, 0.069, 0.080, 0.079, 0.121 และ 0.095) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดคะแนนอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 15

สำหรับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 4 และ 5 ต่อตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.037, 3.239 และ 4.294 (SE=0.563, 0.967 และ 1.375) จะเห็นได้ว่าลักษณะของโค้งพัฒนาการของตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามีลักษณะเป็นควอดราติคหงายที่มีความชันมากกว่าลักษณะของโค้งพัฒนาที่เป็นเส้นตรง

เมื่อพิจารณาโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงความชันในการวัดครั้งที่ 3 4 และ 5 ที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้งมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1.633 และ 1.486 (SE=0.284 และ 0.160) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 1 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 2.634, 1.880 และ 1.475 (SE=0.298, 0.221 และ 0.191) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 5 ในโมเดลที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 3.380, 2.386 และ 2.477 ตามลำดับ (SE=0.507, 0.257 และ 0.516) เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้ง พบว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้งมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล โดยที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 10 มีค่าเท่ากับ 1.377 (SE=0.187) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 8 และ 9 มีค่าเท่ากับ 2.269 และ 1.617 (SE=0.246 และ 0.277) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 5, 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 4.334, 2.793 และ 2.272 ตามลำดับ (SE=0.531 0.394 และ 0.377) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาลักษณะของโค้งพัฒนาการพบว่า ในเกือบทุกโมเดลมีลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นโค้งควอดราติคคว่ำ ยกเว้นโมเดลที่ 5 I3(2 3) ที่ลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นควอดราติคหงาย ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมานั้น แสดงไว้ในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ชุดตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	1. I4 (2)	2. I4 (3)	3. I4 (4)	4. I4 (5)	5. I3 (2 3)	6. I3 (2 4)	7. I3 (3 4)	8. I3 (2 5)	9. I3 (3 5)	10. I3 (4 5)
ML	88.748 (2.437)	86.712 (2.511)	86.272 (2.478)	87.150 (2.524)	86.272 (2.476)	86.820 (2.558)	86.297 (2.482)	86.830 (2.506)	86.347 (2.485)	86.532 (2.498)	86.317 (2.483)
MS	1.104 (0.546)	2.026 (0.578)	3.006 (0.737)	2.885 (0.897)	4.066 (0.853)	1.567 (0.445)	2.709 (0.612)	3.117 (0.861)	2.665 (0.607)	3.730 (0.947)	4.461 (0.977)
DL	26.299 (1.841)	26.963 (2.048)	27.599 (1.761)	27.111 (1.909)	27.599 (1.787)	25.709 (2.116)	27.491 (2.381)	27.023 (1.844)	26.821 (1.829)	26.828 (1.839)	26.881 (1.813)
DS	-3.656 (1.358)	-4.657 (1.135)	7.437 (0.956)	5.669 (1.564)	8.594 (1.049)	-2.724 (0.773)	-5.637 (1.774)	5.795 (1.119)	-5.158 (0.717)	5.334 (1.361)	-6.783 (1.195)
RLS	0.614 (0.068)	0.639 (0.070)	-0.657 (0.051)	-0.682 (0.068)	-0.574 (0.073)	0.613 (0.092)	0.679 (0.069)	-0.755 (0.080)	0.581 (0.079)	-0.759 (0.121)	0.550 (0.095)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	X (X)	X (X)	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.037 (0.563)	2.000 (= =)	X (X)	1.633 (0.284)	1.486 (0.160)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	1.377 (0.187)
B4	3.239 (0.967)	2.634 (0.298)	1.880 (0.221)	X (X)	1.475 (0.191)	3.000 (= =)	X (X)	X (X)	2.269 (0.246)	1.617 (0.277)	X (X)
B5	4.294 (1.375)	3.380 (0.507)	2.386 (0.257)	2.477 (0.516)	X (X)	4.334 (0.531)	2.793 (0.394)	2.272 (0.377)	X (X)	X (X)	X (X)
E1	9.589 (1.089)	7.582 (3.221)	0.557 (8.567)	7.907 (1.657)	4.965 (0.979)	12.599 (1.928)	2.905 (0.470)	7.449 (0.536)	6.805 (0.885)	7.491 (0.593)	6.507 (0.637)
E2	6.978 (0.818)	X (X)	9.407 (0.653)	7.070 (0.758)	7.903 (0.615)	X (X)	X (X)	7.449 (0.536)	X (X)	7.491 (0.593)	6.507 (0.637)
E3	7.248 (0.572)	8.150 (0.689)	X (X)	-6.934 (0.667)	5.092 (0.979)	X (X)	7.599 (0.572)	X (X)	6.805 (0.885)	X (X)	6.507 (0.637)
E4	6.252 (0.597)	5.634 (0.594)	6.697 (0.634)	X (X)	8.701 (0.769)	4.807 (0.424)	X (X)	X (X)	7.131 (1.063)	10.197 (1.012)	X (X)
E5	2.941 (1.922)	4.211 (1.143)	1.482 (0.567)	7.993 (1.109)	X (X)	4.807 (0.424)	7.599 (0.572)	9.287 (1.488)	X (X)	X (X)	X (X)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง											
χ^2	35.537	12.675	6.816	15.737	11.876	4.745	6.761	5.818	3.929	3.779	0.369
Df	7	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
P	0.00000886	0.00539	0.0780	0.00128	0.00782	0.294	0.00932	0.0159	0.0475	0.0519	0.720
χ^2/df	5.077	4.225	2.272	5.246	3.959	4.745	6.761	5.818	3.929	3.779	0.369
GFI	0.914	0.962	0.978	0.951	0.965	0.982	0.974	0.978	0.985	0.985	0.999
RMR	161.555	102.590	96.178	112.526	83.343	65.894	72.271	101.508	70.097	86.102	19.469
LSR	4.076	3.094	2.157	3.435	1.687	2.158	2.565	2.384	1.966	1.929	0.607

X แทน ไม่มีการวัด = แทน พารามิเตอร์กำหนด

3.2.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ผู้วิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบเพื่อนำมาแทนค่าในสมการเพื่อคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบกับคะแนนดิบที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 สมการที่ใช้ในการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	สมการ
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ	
Complete =	- 0.081ELE1 - 0.107ELE2 - 0.055ELE3 - 0.006ELE4 + 0.244ELE5
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	
1. I4 (2) =	- 0.215 ELE1 - 0.040ELE3 + 0.013ELE4 + 0.228ELE5
2. I4 (3) =	- 0.422 ELE1 + 0.004ELE2 + 0.015ELE4 + 0.400ELE5
3. I4 (4) =	- 0.230 ELE1 - 0.074ELE2 + 0.064ELE3 + 0.189ELE5
4. I4 (5) =	- 0.642 ELE1 + 0.107ELE2 + 0.382ELE3 + 0.130ELE4
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	
5. I3 (2 3) =	- 0.083 ELE1 + 0.078ELE4 + 0.139ELE5
6. I3 (2 4) =	- 0.332 ELE1 + 0.117ELE3 + 0.183ELE5
7. I3 (3 4) =	- 0.228 ELE1 - 0.020ELE2 + 0.158ELE5
8. I3 (2 5) =	- 0.290 ELE1 + 0.110ELE3 + 0.149ELE4
9. I3 (3 5) =	- 0.204 ELE1 + 0.012ELE2 + 0.078ELE4
10. I3 (4 5) =	- 0.403 ELE1 + 0.106ELE2 + 0.240ELE3

สำหรับพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่า สำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 0.451 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.330 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 10.470 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -10.070 ค่าความเบ้เท่ากับ -0.118 ค่าความโด่งมีค่าเท่ากับ 1.103

สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีการวัดได้ 4 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดได้ต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.255 2.706 -3.006 และ 1.538 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.108, 7.422, 4.617 และ 8.196 มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 1610.980, 274.279, 153.593 และ 532.900 ค่าสูงสุดเป็น 12.174, 24.375, 10.540 และ 30.805 ค่าต่ำสุดเป็น -12.767 -21.456, -16.012 และ -19.237 ค่าความเบ้มีค่าเป็น 0.228, 0.269, 0.514 และ 0.847 ค่าความโด่งมีค่าเท่ากับ 0.766, 0.932, 0.446 และ 1.401 ตามลำดับ

ส่วนในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -1.332, -0.744, -6.272, -1.190, -9.350 และ -2.973 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.925, 5.207, 4.698, 4.169, 4.034 และ 5.214 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 144.520, 699.866, 69.838, 350.336, 43.144 และ 175.378 ในขณะที่ค่าสูงสุดเป็น 5.438, 13.738, 7.024, 11.834, 1.476 และ 13.200 ค่าต่ำสุดเป็น -6.021, -15.810, -17.808, -12.896, -16.626, และ -13.599 ค่าความเบ้เป็น 0.939, 0.068, 0.321, 0.591, 0.952 และ 0.990 ค่าความโด่งเป็น 0.893, 0.180, 0.073, 0.404, 0.857 และ 1.426 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ 1 มีการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มีความเบ้เป็นลบความโด่งเป็นสูงกว่าปกติเล็กน้อย ส่วนในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์พบว่ามีลักษณะเบ้ทางบวกเล็กน้อยและค่าความโด่งสูงกว่าปกติเล็กน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete =	-10.070	10.470	0.451	3.330	738.359	-0.118	1.103
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง							
1. I4 (2)	-12.767	12.174	0.255	4.108	1610.980	0.228	0.766
2. I4 (3)	-21.456	24.375	2.706	7.422	274.279	0.269	0.932
3. I4 (4)	-16.012	10.540	-3.006	4.617	153.593	0.514	0.446
4. I4 (5)	-19.237	30.805	1.538	8.196	532.900	0.847	1.401
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง							
5. I3 (2 3)	-6.021	5.438	-1.332	1.925	144.520	0.495	0.515
6. I3 (2 4)	-15.810	13.783	-0.744	5.207	699.866	0.558	0.675
7. I3 (3 4)	-17.808	7.024	-6.727	4.698	69.838	0.611	-0.095
8. I3 (2 5)	-12.896	11.834	-1.190	4.169	350.336	0.651	1.037
9. I3 (3 5)	-16.626	1.476	-9.350	4.034	43.144	0.750	-0.278
10. I3 (4 5)	-13.599	13.200	-2.973	5.214	175.378	0.747	0.559

จะสังเกตได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ได้มีค่าสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ข้อมูลมีค่าเป็นทั้งบวกและลบ ทำให้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ศูนย์ เพื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงนำค่าคงที่ 22 บวกกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น

รายบุคคลทุกโมเดล ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น 22 คะแนนในทุกโมเดล ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยังมีค่าคงเดิม ทำให้ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 14.832 ในขณะที่ในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 18.459, 30.041, 24.308 และ 34.820 ตามลำดับ ในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 9.314, 24.497, 30.760, 20.034, 31.889 และ 27.403 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าโมเดล I4(5) มีการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุด รองลงมาคือโมเดล I3 (3 5) และ I3 (3 4) ตามลำดับ ส่วนโมเดลที่การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าต่ำสุดคือโมเดล I3 (2 3)

3.2.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงในเกือบทุกโมเดล โดยมีค่าระหว่าง 0.560 ถึง 0.939 โดยในโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.939, 0.917, 0.908 และ 0.602 ในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.876, 0.835, 0.749, 0.862, 0.722 และ 0.560 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัด 4 ครั้ง มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลวัดครบสมบูรณ์มากกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาโมเดลที่มีช่วงเวลาที่ทำการวัดสั้น ได้แก่ โมเดล I4(5), I3(3 5) และ I3(4 5) จะเห็นได้ว่าค่าความสัมพันธ์มีค่าต่ำกว่าโมเดลอื่น

เมื่อพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) พบว่าโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมากกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง คือมีค่าเท่ากับ 4.359 และ 5.393 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์น้อยกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โดยในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 1.512, 5.075, 4.049 และ 6.799 ตามลำดับ สำหรับในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ 2.589, 3.255, 3.211, 7.594, 10.194 และ 5.515 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโมเดลที่มีช่วงที่วัดสั้น (โมเดลที่ I4(5), I3(3 5) และ I3(4 5)) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าโมเดลอื่น

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที (t) ซึ่งทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยของค่าสถิติทีเท่ากับ 16.912 ส่วนในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าเท่ากับ 6.755 แสดงให้เห็นว่าในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์สูง

กว่าโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง ซึ่งในแต่ละโมเดลมีค่าสถิติที ดังต่อไปนี้ โมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าสถิติทีเท่ากับ -1.455, 5.526, -18.234 และ 1.805 ตามลำดับ ส่วนในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าทีเท่ากับ -10.568, -4.392, -6.617, -32.230, -38.847 และ -8.816 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ยกเว้นโมเดล I4 (2) และ I4 (5)

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสถิติทีตามที่ผู้วิจัยกล่าวมาในข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	Correlation	RMSE	t
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	0.842	4.359	6.755
1. I4 (2)	0.939*	1.512	-1.455
2. I4 (3)	0.917*	5.075	5.526*
3. I4 (4)	0.908*	4.049	-18.234*
4. I4 (5)	0.602*	6.799	1.805
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	0.767	5.393	16.912*
5. I3 (2 3)	0.876*	2.589	-10.568*
6. I3 (2 4)	0.835*	3.255	-4.392*
7. I3 (3 4)	0.749*	3.211	-6.617*
8. I3 (2 5)	0.862*	7.594	-32.230*
9. I3 (3 5)	0.722*	10.194	-38.847*
10. I3 (4 5)	0.560*	5.515	-8.816*

* $p < .05$

3.3 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

3.3.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้ง พบว่าโมเดลที่ I4(4) และ I4 (5) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด ส่วนโมเดลที่ I4(3) และ I4(2) ยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยที่ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลที่ 1,2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 25.740, 20.348, 8.005 และ 1.373 (df= 3 ทุกโมเดล, p= <.01, <0.01, 0.0459 และ 0.712) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 8.580, 6.783, 2.668 และ 0.458

ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 45.797, 36.853, 5.659 และ 6.707 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 3.084, 2.912, 0.953 และ 0.732 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลแบบที่ 1 และ 2 ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ในขณะที่โมเดลที่ 3 และ 4 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้งพบว่าโมเดลทั้ง 6 โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าไค-สแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 0.191, 0.0785, 0.511, 0.557, 0.00753 และ 0.372 (df= 1 ทุกโมเดล, p=0.662, 0.779, 0.475, 0.456, 0.931 และ 0.542) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ค่าเท่ากับ 0.191, 0.0785, 0.511, 0.557, 0.00753 และ 0.372 ในโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 6 แบบ มีค่า 1.998, 3.725, 9.229, 8.645, 0.860 และ 2.634 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ค่าเท่ากับ 0.438, 0.280, 0.714, 0.745, 0.087 และ 0.609 ในโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลทั้ง 6 แบบมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยโมเดลที่ 8 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ 7, 10, 5, 6 และ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์แสดงไว้ดังตารางที่ 19

3.3.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) พบว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดล มีผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าเฉลี่ยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 40.984 (SE=2.647) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น 40.797, 40.877, 40.841, และ 40.819 (SE= 2.648, 2.638, 2.641 และ 2.641) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 40.828, 40.797, 40.817, 40.785, 40.790 และ 40.823 (SE= 2.637, 2.645, 2.635, 2.651, 2.647 และ 2.637)

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) พบว่าในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์สามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทุกโมเดล นอกจากนั้นการกระจายของตัวแปรแฝงระดับยังมีค่าใกล้เคียงกันในทุกโมเดล โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 28.127

(SE=1.884) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 28.386, 28.307, 27.948 และ 28.203 (SE= 1.992, 1.881, 1.880 และ 1.884) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 69.579, 69.249, 68.431 และ 69.093 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 26.516, 27.983, 28.056, 28.420, 28.304 และ 28.098 (SE= 2.075, 1.911, 1.882, 1.894, 1.888 และ 1.883) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 64.946, 68.591, 68.682, 69.682, 69.390 และ 68.829 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 5.663 (SE=0.667) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น 5.345, 5.537, 5.920 และ 5.925 (SE= 0.450, 0.675, 0.661 และ 0.653) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น 4.541, 5.600, 5.954, 5.625, 6.021 และ 5.945 (SE= 0.390, 0.423, 0.659, 0.424, 0.660 และ 0.656) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดได้เพียง 4 ครั้งมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทุกโมเดล ในขณะที่ในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง ยังมีโมเดลที่ I3(2 3) ที่ประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันแตกต่างไปจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (DS) พบว่าการกระจายของตัวแปรแฝงความชันที่ใกล้เคียงกัน โดยโมเดลที่ 5 และ โมเดลที่ 2 มีการกระจายสูงสุด โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น -3.399, -3.670, -2.296 และ -3.792 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 63.592, 66.281, 38.784 และ 64.000 ตามลำดับ (SE= 0.626, 0.583, 0.652 และ 0.624) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น -1.208, -1.852, -1.168, 3.721, -3.669 และ -3.557 (SE= 1.578, 0.695, 1.624, 0.490, 0.644 และ 0.622) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 26.602, 33.071, 19.617, 60.937 และ 59.832 แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันในโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้งเกือบทุกโมเดลมีผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่โมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีเพียง 3 โมเดลเท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) พบว่าผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในเกือบทุกโมเดล โดยที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของ

โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น -0.309 (SE=0.125) ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง ทั้ง 4 แบบ มีค่าเป็น -0.215, -0.200, -0.563 และ -0.243 (SE= 0.161, 0.118, 0.214 และ 0.125) และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง 6 แบบ มีค่าเป็น -0.464, -0.679, -0.308, 0.196, -0.469 และ -0.298 (SE= 0.252, 0.314, 0.423, 0.119, 0.141 และ 0.138) ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดคะแนนอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 19

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ต่อตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.933, 2.492 และ 3.295 (SE=0.158, 0.233 และ 0.343) จะสังเกตได้ว่าลักษณะของอัตราการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็นโค้งคว่ำที่มีความชันไม่มากนัก เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่อตัวแปรแฝงความชันมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ทุกโมเดล โดยที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1.902 และ 1.898 (SE=0.150 และ 0.141) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 1 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 2.668, 2.549 และ 2.283 (SE=0.169, 0.262 และ 0.212) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 5 ในโมเดลที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 3.438, 3.366 และ 3.198 (SE=0.255, 0.367 และ 0.336) เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 10 มีค่าเท่ากับ 1.887 (SE=0.141) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 8 และ 9 มีค่าเท่ากับ 2.424 และ 2.278 (SE=0.158 และ 0.219) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 5 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 4.225, 3.424 และ 3.159 (SE=0.281, 0.275 และ 0.336) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้งมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล แต่อย่างไรก็ตามค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดเพียง 3 ครั้งก็ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาลักษณะของโค้งพัฒนาการพบว่า ในเกือบทุกโมเดลมีลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นโค้งควอดราติคคว่ำเช่นเดียวกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ยกเว้นโมเดลที่ 5 I3(2 3) ที่ลักษณะโค้งพัฒนาการเป็นโค้งควอดราติคหงาย ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ชุดตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	1. I4 (2)	2. I4 (3)	3. I4 (4)	4. I4 (5)	5. I3 (2 3)	6. I3 (2 4)	7. I3 (3 4)	8. I3 (2 5)	9. I3 (3 5)	10. I3 (4 5)
ML	40.984 (2.647)	40.797 (2.648)	40.877(2.638)	40.841 (2.641)	40.819 (2.641)	40.828 (2.637)	40.797 (2.645)	40.817 (2.635)	40.785 (2.651)	40.790 (2.647)	40.823 (2.637)
MS	5.663 (0.667)	5.345 (0.450)	5.537 (0.675)	5.920 (0.661)	5.925 (0.653)	4.541 (0.390)	5.600 (0.423)	5.954 (0.659)	5.625 (0.424)	6.021 (0.660)	5.945 (0.656)
DL	28.127 (1.884)	28.386 (1.922)	28.307 (1.881)	27.948 (1.880)	28.203 (1.884)	26.516 (2.075)	27.983 (1.911)	28.056 (1.882)	28.420 (1.894)	28.304 (1.888)	28.098(1.883)
DS	-3.174 (0.519)	-3.399 (0.626)	-3.670 (0.583)	-2.296 (0.652)	-3.792 (0.624)	-1.208 (1.578)	-1.852 (0.695)	-1.168 (1.624)	3.721 (0.490)	-3.669 (0.644)	-3.557 (0.622)
RLS	-0.309 (0.125)	-0.216 (0.161)	-0.200 (0.118)	-0.563 (0.214)	-0.243 (0.125)	-0.464 (0.252)	-0.679 (0.314)	-0.308 (0.423)	0.196 (0.119)	-0.469 (0.141)	-0.298 (0.138)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	X (X)	X (X)	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	1.933 (0.158)	2.000 (= =)	X (X)	1.902 (0.150)	1.898 (0.141)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	1.887 (0.141)
B4	2.492 (0.233)	2.668 (0.169)	2.549 (0.262)	X (X)	2.283 (0.212)	3.000 (= =)	X (X)	X (X)	2.424 (0.158)	2.278 (0.219)	X (X)
B5	3.295 (0.343)	3.438 (0.255)	3.366 (0.367)	3.198 (0.336)	X (X)	4.225 (0.281)	3.424 (0.275)	3.159 (0.336)	X (X)	X (X)	X (X)
E1	5.430 (0.723)	3.708 (0.307)	3.632 (1.428)	5.965 (0.659)	-4.562 (0.985)	10.552 (1.752)	5.969 (0.565)	5.031 (0.337)	-3.787 (0.866)	4.350 (0.378)	4.944 (0.816)
E2	3.986 (0.467)	X (X)	5.548 (0.627)	3.532 (0.566)	4.153 (0.468)	X (X)	X (X)	5.031 (0.337)	X (X)	4.350 (0.378)	3.903 (0.303)
E3	4.477 (0.499)	6.000 (0.670)	X (X)	4.917 (0.602)	-3.359 (0.738)	X (X)	5.969 (0.565)	X (X)	-3.787 (0.441)	X (X)	3.903 (0.303)
E4	7.845 (0.651)	6.852 (0.746)	7.042 (0.841)	X (X)	8.767 (0.699)	6.396 (1.618)	X (X)	X (X)	-8.512 (0.789)	8.8127 (1.108)	X (X)
E5	12.574 (0.974)	11.300 (0.969)	10.508 (1.077)	13.870 (1.045)	X (X)	10.552 (1.752)	13.052 (1.068)	14.360 (1.329)	X (X)	X (X)	X (X)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง											
χ^2	41.026	25.740	20.348	8.005	1.373	0.191	0.0785	0.511	0.557	0.00753	0.372
Df	7	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
P	0.0000008	0.0000109	0.000144	0.0459	0.712	0.662	0.779	0.475	0.456	0.931	0.542
χ^2/df	5.861	8.580	6.783	2.668	0.458	0.191	0.0785	0.511	0.557	0.00753	0.372
GFI	0.905	0.936	0.944	0.976	0.995	0.999	1.000	0.998	0.998	1.000	0.998
RMR	29.201	45.797	36.853	5.659	6.707	1.998	3.725	9.229	8.645	0.860	2.634
LSR	2.745	3.084	2.912	0.953	0.732	0.438	0.280	0.714	0.745	0.087	0.609

X แทน ไม่มีการวัด = แทน พารามิเตอร์กำหนด

3.3.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

สมการที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	สมการ
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ	
Complete	= - 0.170 SCN1 - 0.067SCN2 + 0.131SCN3 + 0.078SCN4 + 0.051SCN5
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	
1. I4 (2)	= - 0.251 SCN1 + 0.088SCN3 + 0.114SCN4 + 0.062SCN5
2. I4 (3)	= - 0.243 SCN1 - 0.025SCN2 + 0.139SCN4 + 0.092SCN5
3. I4 (4)	= - 0.074 SCN1 - 0.008SCN2 + 0.091SCN3 + 0.029SCN5
4. I4 (5)	= - 0.275 SCN1 - 0.058SCN2 + 0.287SCN3 + 0.066SCN4
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	
5. I3 (2 3)	= - 0.043 SCN1 + 0.021SCN4 - 0.006SCN5
6. I3 (2 4)	= - 0.033 SCN1 + 0.049SCN3 + 0.023SCN5
7. I3 (3 4)	= 0.019 SCN1 + 0.019SCN2 + 0.002SCN5
8. I3 (2 5)	= - 0.314 SCN1 + 0.253SCN3 + 0.074SCN4
9. I3 (3 5)	= - 0.250 SCN1 + 0.122SCN2 + 0.146SCN4
10. I3 (4 5)	= - 0.236 SCN1 - 0.026SCN2 + 0.287SCN3

สำหรับพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่า สำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 4.050 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.489 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 61.457 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 4.050 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.276 ค่าความเบ้เป็น 0.402 ค่าความโด่งเป็น -0.423 แสดงให้เห็นว่าลักษณะของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีความเบ้ทางบวกและความโด่งต่ำกว่าปกติเล็กน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีการวัดได้ 4 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดได้ต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.267, 4.347, 3.078 และ 4.594 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.884 3.099 1.657 และ 3.120 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 67.588, 71.291, 53.834 และ 67.915 ค่าสูงสุดเป็น 11.930, 12.434, 6.736 และ 13.212 ค่าต่ำสุดเป็น -1.051, -2.204, 0.172 และ -0.957 ค่าความเบ้เท่ากับ 0.532, 0.379, 0.063 และ 0.577 ค่าความโด่งเท่ากับ -0.204, -0.281, -0.930 และ -0.022 ตามลำดับ สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 5, 6,

7, 8, 9 และ 10 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.539, 2.581, 1.784, 4.386, 3.471 และ 4.086 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.673, 1.414, 1.160, 3.124, 2.545, และ 2.696 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 65.892, 54.785, 65.022, 71.227, 73.322 และ 65.981 ในขณะที่ค่าสูงสุดเป็น 6.126, 5.637, 3.994, 13.019, 10.754 และ 11.379 ค่าต่ำสุดเป็น 0.177, 0.163, 0.113, −1.025, −1.344 และ −0.859 ค่าความโด่งเป็น 0.263, 0.080, 0.245, 0.658, 0.576 และ 0.524 ค่าความเบ้เป็น −1.225, −1.027, −1.229, 0.052, −0.145 และ −0.158 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ 9 I3(3 5) มีลักษณะการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ I4(3) และ I3(2 5) เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีลักษณะเบ้ทางบวกเล็กน้อยใกล้เคียงโค้งปกติและความโด่งต่ำกว่าปกติเกือบทุกโมเดล

ตารางที่ 21 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete	-0.276	10.818	4.050	2.489	61.457	0.402	-0.423
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง							
1. I4 (2)	-1.051	11.930	4.267	2.884	67.588	0.532	-0.204
2. I4 (3)	-2.204	12.434	4.347	3.099	71.291	0.379	-0.281
3. I4 (4)	0.172	6.736	3.078	1.657	53.834	0.063	-0.930
4. I4 (5)	-0.957	13.212	4.594	3.120	67.915	0.577	-0.022
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง							
5. I3 (2 3)	0.177	6.126	2.539	1.673	65.892	0.263	-1.225
6. I3 (2 4)	0.163	5.637	2.581	1.414	54.785	0.080	-1.027
7. I3 (3 4)	0.113	3.994	1.784	1.160	65.022	0.245	-1.229
8. I3 (2 5)	-1.025	13.019	4.386	3.124	71.227	0.658	0.052
9. I3 (3 5)	-1.344	10.754	3.471	2.545	73.322	0.576	-0.145
10. I3 (4 5)	-0.859	11.379	4.086	2.696	65.981	0.524	-0.158

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็นค่าจากข้อมูลอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่มีค่าเป็นทั้งบวกและลบ ทำให้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ศูนย์ ผู้วิจัยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใหม่เพื่อให้มีค่าที่ถูกต้องมากขึ้นโดยการบวกค่า 3 เข้าไปในข้อมูลทุกโมเดล ทำให้ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่าเดิม ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่คำนวณใหม่มีค่าเป็น 35.305 ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ มีค่าเป็น 39.686, 42.180, 27.262 และ

41.085 ในโมเดลวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง สำหรับในโมเดลที่มีการวัดได้ 3 ครั้งค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 30.204, 25.336, 24.247, 42.296, 39.329 และ 38.047 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดล I3 (2 5) มีการกระจายสูงสุด รองลงมาคือในโมเดล I4 (3) ซึ่งใกล้เคียงกับผลจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเดิม

3.3.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ พบว่ามีค่าสูงในเกือบทุกโมเดล โดยมีค่าระหว่าง 0.482 ถึง 0.978 โดยในโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.975, 0.937, 0.868 และ 0.913 ตามลำดับ ส่วนในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.504, 0.778, 0.482, 0.895, 0.872 และ 0.847 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.923 ส่วนในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งมีค่าเท่ากับ 0.730 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงกับโมเดลที่มีการวัดครบต่ำกว่าโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

สำหรับค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.748, 1.193, 1.646 และ 1.426 ส่วนในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ 2.653, 2.204, 1.459, 3.138, 1.396 และ 1.442 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.253 ในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าเท่ากับ 2.049 แสดงให้เห็นว่าในโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้ง

เมื่อพิจารณาค่าสถิติที (t) พบว่าโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ยกเว้นโมเดล I3 (5) โดยในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าสถิติทีเท่ากับ 3.282, 2.772, -7.916 และ 4.461 ในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ -7.496, -9.674, 2.556, -11.287, -4.932 และ 0.265 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสถิติในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งกับโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง พบว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งมีค่าสถิติทีสูงกว่า โดยมีค่า 6.035 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติทีของโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าเท่ากับ 4.608 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่วัด 4 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์น้อยกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสถิติที แสดงไว้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	Correlation	RMSE	t
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	0.923	1.253	4.608*
1. I4 (2)	0.975*	0.748	3.282*
2. I4 (3)	0.937*	1.193	2.772*
3. I4 (4)	0.868*	1.646	-7.916*
4. I4 (5)	0.913*	1.426	4.461*
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	0.730	2.049	6.035*
5. I3 (2 3)	0.504*	2.653	-7.496*
6. I3 (2 4)	0.778*	2.204	-9.674*
7. I3 (3 4)	0.482*	1.459	2.556*
8. I3 (2 5)	0.895*	3.138	-11.287*
9. I3 (3 5)	0.872*	1.396	-4.932*
10. I3 (4 5)	0.847*	1.442	0.265

* $p < .05$

3.4 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

3.4.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ ที่วัดได้เพียง 4 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้งพบว่าทุกโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 14.803, 19.630, 42.221 และ 37.611 (df= 3 ทุกโมเดล, p= <0.01 ทุกโมเดล) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ค่าเท่ากับ 4.934, 6.543, 14.074 และ 12.537 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี RMR พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.846, 3.602, 3.904 และ 2.208 และส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 2.901, 3.924 4.635 และ 3.501 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลทั้ง 4 แบบ ยังมีค่าสูงอยู่ โดยโมเดล I4(4) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งจากที่ควรจะเป็น 5 ครั้งพบว่าทุกโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเท่ากับ 0.0534, 2.818, 1.599, 4.302, 1.485 และ 0.0561 (df= 1 ทุกโมเดล, p=0.817,

0.0932, 0.206, 0.0381, 0.223 และ 0.813) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 0.053, 2.818, 1.599, 4.302, 1.485 และ 0.056 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ 10 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือโมเดลที่ 5, 9, 7, 6 และ 8 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 6 แบบ มีค่า 0.266, 0.743, 1.417, 0.743, 1.225 และ 0.214 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ของโมเดลทั้ง 6 แบบมีค่าเท่ากับ 0.232, 1.668, 1.260, 2.054, 1.215 และ 0.237 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลทั้ง 6 แบบมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยโมเดลที่ 8 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ 6, 7, 9, 5 และ 10 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ของข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา แสดงไว้ดังตารางที่ 23

3.4.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 10.565 (SE=0.957) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 10.375, 10.221, 10.351 และ 10.231 ตามลำดับ (SE= 0.948, 0.915, 0.951 และ 0.966) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 10.216, 10.356, 10.288, 10.339, 10.276 และ 10.216 ตามลำดับ (SE= 2.709, 0.942, 0.951, 0.946, 0.953 และ 0.963) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับจากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล มีค่าน้อยกว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามผลการประมาณค่าที่ได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลก็ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) พบว่าผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับที่ได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าใกล้เคียงผลการประมาณค่าที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 9.937 (SE=0.684) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 9.684, 10.142, 9.864 และ 10.101 (SE= 0.693, 0.751, 0.680 และ 0.689) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 93.340, 99.227, 95.295 และ 98.729 ตามลำดับ สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 9.841, 9.493, 9.855, 9.568, 9.874 และ 10.035 (SE= 0.942,

0.695, 0.618, 0.697, 0.683, และ 0.688) โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 96.329, 91.667, 95.791, 92.543, 96.088 และ 98.228 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง (MS) พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 1.102 (SE=0.229) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 1.626, 1.187, 1.611 และ 1.742 ตามลำดับ (SE= 0.221, 0.252, 0.244 และ 0.246) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 2.291, 1.831, 1.733, 1.819, 1.752 และ 1.893 ตามลำดับ (SE= 0.251, 0.221, 0.237, 0.227, 0.241 และ 0.247) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ทั้ง 10 โมเดล มีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยมีเพียงโมเดล I4(3) เท่านั้นที่ประมาณค่าเฉลี่ยตัวแปรแฝงระดับได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (DS) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 1.159 (SE=0.225) ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น -1.630, 1.215, 1.261และ -1.297 (SE= 0.196, 0.238, 0.206 และ 0.218) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 100.246, 102.359, 78.274 และ 74.455 ตามลำดับ สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น -2.283, -1.398, -0.662, -1.567, -0.699 และ -1.553 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 99.651, 76.352, 38.200, 86.146, 39.897 และ 82.039 ตามลำดับ (SE= 0.275, 0.205, 0.368, 0.216, 0.420 และ 0.255) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันในโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้งทุกโมเดลมีผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่โมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีเพียง 3 โมเดลเท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นโมเดลที่ 2 I4(3) มีการกระจายของตัวแปรแฝงความชันสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ 1 I4(2)

ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) พบว่าผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในเกือบทุกโมเดล โดยค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเป็น 0.648 (SE=0.065) ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น -0.762, -0.649, 0.775 และ -0.417 ตามลำดับ (SE= 0.070,

0.098, 0.090 และ 0.115) และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้เพียง 3 ครั้งทั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น -0.752, -0.991, -0.731, -0.858, -0.599 และ -0.484 ตามลำดับ (SE= 0.273, 0.109, 0.151, 0.111, 0.173 และ 0.131) ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดคะแนนอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 23

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ต่อตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.926, 6.236 และ 9.347 (SE=0.499 1.070 และ 1.632) แสดงให้เห็นว่าลักษณะของโค้งพัฒนาการเป็นโค้งควอดราติคหงายที่มีความชันสูง นั่นคืออัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีค่าเปลี่ยนแปลงไปมากในระหว่างช่วงการวัดครั้งที่ 3-5 คือปี 1985-1995

เมื่อพิจารณาโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 2.375 และ 2.494 (SE=0.293 และ 0.303) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 1, 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 4.260, 5.852 และ 3.710 (SE=0.369, 0.716 และ 0.465) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 5 ในโมเดลที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.444, 9.003 และ 6.767 (SE=0.569, 1.023 และ 0.877) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 4 และ 5 จากโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง มีค่าต่ำกว่าโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทุกค่า สำหรับโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3 ในโมเดลที่ 10 มีค่าเท่ากับ 2.106 (SE=0.227) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 4 ในโมเดลที่ 8 และ 9 มีค่าเท่ากับ 3.858 และ 4.021 (SE=0.316 และ 0.552) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 5 ในโมเดลที่ 5, 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 4.654, 5.929 และ 6.311 (SE=0.229, 0.525 และ 0.860) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 จากโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 3 ครั้ง มีค่าต่ำกว่าโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทุกค่า และยังมีค่าต่ำกว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง นอกจากนั้นเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักองค์ประกอบเมื่อโค้งพัฒนาการมีลักษณะเป็นเส้นตรงจะพบว่า ลักษณะของโค้งพัฒนาการจากทุกโมเดลมีลักษณะเป็นโค้งควอดราติคหงาย ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ โมเดลที่มีการวัดไม่ครบครั้งข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	1. I4 (2)	2. I4 (3)	3. I4 (4)	4. I4 (5)	5. I3 (2 3)	6. I3 (2 4)	7. I3 (3 4)	8. I3 (2 5)	9. I3 (3 5)	10. I3 (4 5)
ML	10.565(0.957)	10.375 (0.948)	10.221 (0.915)	10.351 (0.951)	10.231 (0.966)	10.216 (2.709)	10.356 (0.942)	10.288 (0.951)	10.339 (0.946)	10.276 (0.953)	10.216 (0.963)
MS	1.102 (0.229)	1.626 (0.221)	1.187 (0.252)	1.611 (0.244)	1.742 (0.246)	2.291 (0.251)	1.831 (0.221)	1.733 (0.237)	1.819 (0.227)	1.752 (0.241)	1.893 (0.247)
DL	9.937 (0.684)	9.684 (0.693)	10.142 (0.751)	9.864 (0.680)	10.101 (0.689)	9.841 (0.942)	9.493 (0.695)	9.855 (0.618)	9.568 (0.697)	9.874 (0.683)	10.035 (0.688)
DS	1.159 (0.225)	-1.630 (0.196)	1.215 (0.238)	1.261 (0.206)	-1.297 (0.218)	-2.283 (0.275)	-1.398 (0.205)	-0.662 (0.368)	-1.567 (0.216)	-0.699 (0.420)	-1.553 (0.255)
RLS	0.648 (0.065)	-0.762 (0.070)	0.649 (0.098)	0.775 (0.090)	-0.417 (0.115)	-0.752 (0.273)	-0.991 (0.109)	-1.731 (0.851)	-0.858 (0.111)	-1.599 (0.873)	-0.484 (0.131)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	X (X)	X (X)	1.000 (= =)	X (X)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.926 (0.499)	2.000 (= =)	X (X)	2.375 (0.293)	2.494 (0.303)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	2.000 (= =)	X (X)	2.106 (0.227)
B4	6.236 (1.070)	4.260 (0.369)	5.852 (0.716)	X (X)	3.710 (0.465)	3.000 (= =)	X (X)	X (X)	3.858 (0.316)	4.021 (0.552)	X (X)
B5	9.347 (1.632)	6.444 (0.569)	9.003 (1.023)	6.767 (0.877)	X (X)	4.654 (0.229)	5.929 (0.525)	6.311 (0.860)	X (X)	X (X)	X (X)
E1	1.899 (0.302)	2.560 (0.482)	1.523 (0.315)	1.869 (0.283)	1.282 (0.488)	2.447 (2.709)	3.031 (0.229)	1.909 (0.137)	2.867 (0.242)	1.893 (0.142)	1.541 (0.148)
E2	2.200 (0.238)	X (X)	2.803 (0.302)	1.846 (0.247)	2.116 (0.229)	X (X)	X (X)	1.909 (0.137)	X (X)	1.893 (0.142)	1.541 (0.148)
E3	3.284 (0.254)	3.540 (0.299)	X (X)	3.211 (0.286)	2.788 (0.298)	X (X)	3.031 (0.229)	X (X)	2.867 (0.242)	X (X)	3.285 (0.356)
E4	3.277 (0.369)	3.042 (0.379)	3.800 (0.714)	X (X)	3.963 (0.447)	-3.601 (1.024)	X (X)	X (X)	4.421 (0.527)	7.233 (0.643)	X (X)
E5	3.701 (0.646)	3.673 (0.615)	2.149 (0.421)	7.004 (0.790)	X (X)	2.447 (2.709)	6.566 (0.756)	9.898 (0.926)	X (X)	X (X)	X (X)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง											
χ^2	73.092	14.803	19.630	42.221	37.611	0.0534	2.818	1.599	4.302	1.485	0.0561
Df	7	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
P	0.00	0.00199	0.000203	0.00	0.00	0.817	0.0932	0.206	0.0381	0.223	0.813
χ^2/df	10.442	4.934	6.543	14.074	12.537	0.053	2.818	1.599	4.302	1.485	0.056
GFI	0.837	0.956	0.940	0.884	0.907	0.998	0.988	0.993	0.981	0.993	1.000
RMR	4.919	1.846	3.602	3.904	2.208	0.266	0.743	1.417	0.743	1.225	0.214
LSR	6.097	2.901	? ?	4.635	3.501	0.232	1.668	1.260	2.054	1.215	0.237

X แทน ไม่มีการวัด = แทน พารามิเตอร์กำหนด

3.4.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ผู้วิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบเพื่อนำมาแทนค่าในสมการเพื่อคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	สมการ
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ	
Complete	= - 0.069 UNV1 - 0.028UNV2 + 0.008UNV3 + 0.043UNV4 - 0.003UNV5
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง	
1. I4 (2)	= - 0.084 UNV1 - 0.005UNV3 + 0.054UNV4 + 0.077UNV5
2. I4 (3)	= - 0.113 UNV1 + 0.006UNV2 + 0.019UNV4 + 0.092UNV5
3. I4 (4)	= - 0.067 UNV1 + 0.029UNV2 + 0.054UNV3 + 0.041UNV5
4. I4 (5)	= - 0.209 UNV1 - 0.030UNV2 + 0.110UNV3 + 0.091UNV4
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง	
5. I3 (2 3)	= - 0.066 UNV1 + 0.045UNV4 + 0.104UNV5
6. I3 (2 4)	= - 0.130 UNV1 + 0.024UNV3 + 0.152UNV5
7. I3 (3 4)	= 0.271 UNV1 - 0.047UNV2 - 0.065UNV5
8. I3 (2 5)	= 0.037 UNV1 + 0.054UNV3 + 0.019UNV4
9. I3 (3 5)	= 0.211 UNV1 - 0.028UNV2 - 0.051UNV4
10. I3 (4 5)	= - 0.250 UNV1 + 0.161UNV2 + 0.136UNV3

เมื่อพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยพบว่าสำหรับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 1.056 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.093 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 103.504 โดยค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเท่ากับ 6.800 ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.198 สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีการวัดได้ 4 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดได้ต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.600, 1.163, 1.290 และ 1.343 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.551, 1.194, 1.107 และ 1.317 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 96.938, 102.666, 85.514 และ 98.064 ค่าสูงสุดเป็น 9.458, 7.078, 5.804 และ 7.772 ค่าต่ำสุดเป็น 0.046, -0.238, 0.022 และ -0.435 ค่าความเบ้เป็น 1.754, 1.826, 1.089 และ 1.630 ความโด่งมีค่าเท่ากับ 5.044, 5.083, 1.469 และ 4.512 ตามลำดับ สำหรับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้งและมีช่วงเวลาที่วัดต่างกัน พบว่าในโมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.265,

1.543, 0.843, 1.608, 0.948 และ 1.327 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.198, 1.371, 1.262, 1.437, 1.160 และ 1.197 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 97.429, 88.853, 148.703, 89.366, 122.363 และ 90.203 ในขณะที่ค่าสูงสุดเป็น 12.805, 6.777, 7.625, 8.039, 6.743 และ 5.028 ค่าต่ำสุดเป็น -0.001, 0.019, -1.331, 0.022, -0.725 และ -0.497 ค่าความเบ้มีค่าเป็น 1.683, 1.137, 1.875, 1.342, 1.639 และ 0.809 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ 7 I3(3 4) มีลักษณะการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่ 9 I3(3 5) เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ทางบวก และมีความโด่งสูงกว่าปกติ แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและกระจุกตัวใกล้ค่ากลาง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล ผลการประมาณค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
โมเดลที่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ							
Complete	-0.198	6.800	1.056	1.093	103.504	1.895	5.997
โมเดลที่มีการวัดเพียง 4 ครั้ง							
1. I4 (2)	0.046	9.458	1.600	1.551	96.938	1.754	5.044
2. I4 (3)	-0.238	7.078	1.163	1.194	102.666	1.826	5.083
3. I4 (4)	0.022	5.804	1.290	1.107	85.814	1.089	1.469
4. I4 (5)	-0.435	7.772	1.343	1.317	98.064	1.630	4.512
โมเดลที่มีการวัดเพียง 3 ครั้ง							
5. I3 (2 3)	-0.001	12.805	2.256	2.198	97.429	1.683	4.230
6. I3 (2 4)	0.019	6.777	1.543	1.371	88.853	1.137	1.550
7. I3 (3 4)	-1.331	7.625	0.843	1.262	149.703	1.875	6.721
8. I3 (2 5)	0.022	8.039	1.608	1.437	89.366	1.342	2.915
9. I3 (3 5)	-0.725	6.743	0.948	1.160	122.363	1.639	4.549
10. I3 (4 5)	-0.497	5.028	1.327	1.197	90.203	0.809	0.093

ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในข้อมูลชุดนี้มีค่าสูงเช่นเดียวกับในทุกชุดข้อมูล สำหรับในชุดนี้ผู้วิจัยบวกค่าคงที่ 2 ในค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยทุกหน่วยตัวอย่าง ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่คำนวณใหม่มีค่าเป็น 35.766 ในโมเดลที่มีการ

วัดครบสมบูรณ์ ในขณะที่ในโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้งโมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยมีค่าเป็น 43.083, 37.749, 33.647 และ 39.396 ตามลำดับ ในโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่าเป็น 51.645, 38.696, 44.390, 39.828, 39.349 และ 35.978 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าโมเดลที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุดคือ โมเดล I3 (2 3) รองลงไปคือโมเดล I3 (3 4) ซึ่งเป็นโมเดลที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุดในการวิเคราะห์แบบเดิม

3.4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง โมเดลที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าลดลงในแต่ละโมเดลตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 0.990, 0.992, 0.914 และ 0.884 สำหรับโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง โมเดลที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.989, 0.824, 0.302, 0.894, 0.453 และ 0.649 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์สูง เมื่อพิจารณาจากเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัด 4 ครั้ง มีค่าความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลวัดครบสมบูรณ์สูงกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดสั้น ได้แก่ โมเดล I4(5), I3(3 5) และ I3(4 5) จะเห็นได้ว่าค่าความสัมพันธ์มีค่าต่ำกว่าโมเดลอื่น

สำหรับค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) พบว่าในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง (0.533 และ 1.168) เมื่อพิจารณาแยกแต่ละโมเดลพบว่าในโมเดล I3(2 5) มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยสูงสุด (3.138) รองลงมาคือโมเดล I3 (2 3) ในขณะที่มีค่าต่ำสุดในโมเดล I4(2) แสดงให้เห็นว่าในโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้งจะมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที (t) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าเกือบทุกโมเดลมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นโมเดลที่ I3 (2 5) และ I3 (3 5) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีระหว่างโมเดลที่มีการวัดได้ 4 ครั้งกับโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง พบว่าในโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของค่าสถิติทีต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าสถิตทีที่ผู้วิจัยกล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	Correlation	RSME	t
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง	0.945	0.533	7.099
1. I4 (2)	0.990*	0.732	11.688*
2. I4 (3)	0.992*	0.207	6.373*
3. I4 (4)	0.914*	0.511	5.439*
4. I4 (5)	0.884*	0.680	4.897*
ค่าเฉลี่ยของโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง	0.685	1.168	5.356
5. I3 (2 3)	0.989*	1.644	11.242*
6. I3 (2 4)	0.824*	0.915	6.621*
7. I3 (3 4)	0.302*	0.866	8.718*
8. I3 (2 5)	0.895*	1.407	-1.613
9. I3 (3 5)	0.453*	1.179	-0.973
10. I3 (4 5)	0.649*	0.998	2.969*

* p<.05

3.5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน

ตัวแปรแฝงความชันถือเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญสูงสุดในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันระหว่างโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายกับโมเดลวัดครบสมบูรณ์ โดยเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคือช่วงระหว่างผลบวกของค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและผลลบของค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (MS$\pm$SE) ซึ่งผลการเปรียบเทียบพบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยม โมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดลที่มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอุดมศึกษา ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงจากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ เมื่อสรุปผลจากทุกชุดข้อมูลพบว่ามีโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ที่ประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์จำนวน 20 โมเดล และให้ผลแตกต่าง 20 โมเดล ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันระหว่างโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

โมเดล	ACH	ELE	SEC	UNV
1. I4 (2)	=	>	=	>
2. I4 (3)	=	>	=	=
3. I4 (4)	=	>	=	>
4. I4 (5)	=	>	=	>
5. I3 (2 3)	=	=	<	>
6. I3 (2 4)	=	>	=	>
7. I3 (2 5)	=	>	=	>
8. I3 (3 4)	=	>	=	>
9. I4 (3 5)	=	>	=	>
10. I4 (4 5)	<	>	=	>
จำนวนโมเดลที่ประมาณค่าใกล้เคียง	9	1	9	1

หมายเหตุ = แทน ค่าอยู่ในช่วง MS ±SE < แทน ค่าน้อยกว่า MS-SE > แทน ค่าน้อยกว่า MS+SE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 4 ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย

การวิเคราะห์โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรม EQS for Windows เวอร์ชั่น 5.7b แต่ผลการวิเคราะห์โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL ผู้วิจัยจึงไม่แยกนำเสนอผลการวิเคราะห์ตามโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ในตอนนี้อีก แต่จะนำเสนอไปพร้อมกับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เท่านั้น

4.1 ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดครบสมบูรณ์ที่เป็นเกณฑ์ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า โมเดลมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 18.234 (df=7, p=0.01096) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 2.605 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-fit Index) มีค่าเท่ากับ 0.982 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 1.940 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) มีค่าเท่ากับ 0.059 แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจาก ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ค่าดัชนี RMR และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าไม่สูงนัก

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่ข้อมูลขาดหายในอัตราร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่าเท่ากับ 53.005, 48.822, 27.151 และ 50.152 (df= 35, p= 0.02607, 0.0639, 0.82581 และ 0.04668) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 1.514, 1.395, 0.776 และ 1.433 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อนได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่า 12.587, 10.437, 9.106 และ 6.327 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardized residual) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ -0.087, 0.101, 0.123 และ -0.152 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ข้อมูลขาดหายทุกโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าต่ำประกอบกับค่าดัชนี RMR และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าไม่สูงนัก ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 28

4.1.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ที่เป็นเกณฑ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) เท่ากับ 23.059, 23.035, 23.068, 23.029 และ 23.052 (SE=0.360, 0.365, 0.362, 0.365 และ 0.363) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) เท่ากับ 6.126, 6.146, 6.167, 6.132 และ 6.110 (SE=0.266, 0.268, 0.268, 0.271 และ 0.269) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 26.567, 26.681, 26.734, 26.627 และ 26.505 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) เท่ากับ 0.542, 0.610, 0.495, 0.551 และ 0.516 (SE=0.249, 0.257, 0.256, 0.259 และ0.262) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (DS) เท่ากับ 0.416, −0.457, −0.355, −0.350 และ −0.239 (SE=0.202, 0.208, 0.199, 0.190 และ 0.168) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็น 76.753, 74.918, 71.717, 63.521 และ 46.318 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) เท่ากับ 0.338, −0.233, −0.360, −0.451 และ −0.692 (SE= 0.149, 0.150, 0.184, 0.229 และ 0.444) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่มีข้อมูลสมบูรณ์ทุกโมเดล สำหรับผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันพบว่าส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ ในส่วนของค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับโมเดลครบสมบูรณ์เพียงบางโมเดล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออัตราการขาดหายมีค่าสูงทำให้ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์มีความแตกต่างมากยิ่งขึ้น ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหาย ผู้วิจัยนำเสนอไว้ดังตารางที่ 28

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการของตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3 เท่ากับ 2.376, 2.127, 2.504, 2.667 และ 2.471 (SE= 0.953, 0.781, 1.151, 1.111 และ 1.126) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 4 เท่ากับ 6.483, 5.890, 6.791, 6.751 และ 7.233 (SE= 2.747, 2.275, 3.273, 2.958 และ 3.449) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 5 เท่ากับ 5.482, 5.212, 5.959, 5.788 และ 6.550 (SE= 2.292, 1.993, 2.861, 2.525 และ 3.126) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลมีค่าสูงทำให้การประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าแตกต่างจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นลักษณะของโค้งพัฒนาการที่ได้จากทุกโมเดลยังมีลักษณะ

คล้ายคลึงกันคือเป็นควอดราติกคว่ำที่มีลักษณะโค้งลงในการวัดครั้งที่ 5 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวถึง ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ตัวแปรชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พารามิเตอร์	Complete	ACH5%	ACH10%	ACH15%	ACH20%
ML	23.059 (0.360)	23.035 (0.365)	23.068 (0.362)	23.029 (0.365)	23.052 (0.363)
MS	0.542 (0.249)	0.610 (0.257)	0.495 (0.256)	0.551 (0.259)	0.516 (0.262)
DL	6.126 (0.266)	6.146 (0.268)	6.167 (0.268)	6.132 (0.271)	6.110 (0.269)
DS	0.416 (0.202)	-0.457 (0.208)	-0.355 (0.199)	-0.350 (0.190)	-0.239 (0.168)
RLS	0.338 (0.149)	-0.233 (0.150)	-0.360 (0.184)	-0.451 (0.229)	-0.692 (0.444)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.376 (0.953)	2.127 (0.781)	2.504 (1.151)	2.667 (1.111)	2.471 (1.126)
B4	6.483 (2.747)	5.890 (2.275)	6.791 (3.273)	6.751 (2.958)	7.233 (3.449)
B5	5.482 (2.292)	5.212 (1.993)	5.959 (2.861)	5.788 (2.525)	6.550 (3.126)
E1	4.031 (0.197)	4.101 (0.204)	3.962 (0.201)	4.123 (0.205)	4.037 (0.202)
E2	3.657 (0.175)	3.615 (0.181)	3.792 (0.185)	3.671 (0.189)	3.734 (0.192)
E3	4.862 (0.198)	4.796 (0.204)	4.701 (0.208)	4.768 (0.220)	4.671 (0.225)
E4	4.507 (0.239)	4.696 (0.257)	4.143 (0.269)	4.551 (0.298)	4.461 (0.308)
E5	4.181 (0.208)	4.306 (0.234)	4.476 (0.249)	4.409 (0.279)	4.121 (0.315)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง					
χ^2	18.234	53.005	48.822	27.151	50.152
Df	7	35	35	35	35
P	0.01096	0.02607	0.0639	0.82581	0.04668
χ^2/df	2.605	1.514	1.395	0.776	1.433
GFI	0.982	0.951	0.946	0.971	0.951
RMR	1.940	12.587	10.437	9.106	6.327
LSR	0.059	-0.087	0.101	0.123	-0.152

= แทน พารามิเตอร์กำหนด

4.1.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน มาคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งกับคะแนนมาตรฐานที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดสมการที่ใช้คำนวณในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	สมการ				
ACH0%	0 ZACH1	+ 1 ZACH2	+ 2.376 ZACH3	+ 6.483 ZACH4	+ 5.482 ZACH5
ACH5%	0 ZACH1	+ 1 ZACH2	+ 2.127 ZACH3	+ 5.890 ZACH4	+ 5.212 ZACH5
ACH10%	0 ZACH1	+ 1 ZACH2	+ 2.504 ZACH3	+ 6.791 ZACH4	+ 5.959 ZACH5
ACH15%	0 ZACH1	+ 1 ZACH2	+ 2.667 ZACH3	+ 6.751 ZACH4	+ 5.788 ZACH5
ACH20%	0 ZACH1	+ 1 ZACH2	+ 2.471 ZACH3	+ 7.233 ZACH4	+ 6.550 ZACH5

หมายเหตุ ในกลุ่มที่ข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งใดก็จะไม่นำคะแนนมาตรฐานของตัวแปรที่ขาดหายเข้ามาในสมการ

เมื่อพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลจากโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.013 -0.153 -0.236 -0.432 และ -0.552 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 13.801, 11.652, 12.555, 11.028 และ 10.112 ค่าสูงสุดเป็น 55.57, 49.57, 58.96, 56.27 และ 46.51 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 106161.538, 7615.686, 5319.915, 2552.778 และ 1831.884 ค่าต่ำสุดเป็น -25.80, -23.82, -27.37, -27.22 และ -24.86 ค่าความเบ้เป็น 1.059, 1.150, 1.085, 1.025 และ 1.001 ค่าความโด่งเป็น 1.240, 2.340, 3.141, 3.216 และ 1.379 จะเห็นได้ว่าลักษณะการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลในทุกโมเดลมีค่าสูงทุกโมเดลเนื่องจากค่าเฉลี่ยมีค่าต่ำนั่นเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลที่มีการขาดหายสูง ค่าเฉลี่ยจะแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายต่ำ เมื่อพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเบ้ทางบวกและความโด่งสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะในโมเดลที่อัตราการขาดหายเป็นร้อยละ 10 และ 15 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete	-25.80	55.57	0.013	13.801	106161.538	1.059	1.240
ACH5%	-23.82	49.57	-0.153	11.652	7615.686	1.150	2.340
ACH10%	-27.37	58.96	-0.236	12.555	5319.915	1.085	3.141
ACH15%	-27.22	56.27	-0.432	11.028	2552.778	1.025	3.216
ACH20%	-24.86	46.51	-0.552	10.112	1831.884	1.001	1.379

อนึ่งสาเหตุที่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่เสนอในตารางนี้มีค่าสูง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจายได้มาจากตัวแปรที่มีค่าเป็นทั้งบวกและลบ และค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยยังมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังนั้นเพื่อตรวจสอบค่าการกระจายด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกระจายให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ผู้วิจัยใช้วิธีปรับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยให้เป็นบวกทั้งหมด โดยเพิ่มนำ 28 บากกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยแล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใหม่อีกครั้ง ทำให้ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 28 คะแนนในทุกโมเดล โดยมีค่าเป็น 28.013, 27.847, 27.764, 27.568 และ 27.448 ตามลำดับ โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าคงเดิม ทำให้ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 28.013, 27.847, 27.764, 27.568 และ 27.448 จะเห็นได้ว่าข้อสรุปเกี่ยวกับการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลยังเหมือนเดิม

4.1.4 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเท่ากับ 0.936, 0.917, 0.855 และ 0.784 ตามลำดับ ในขณะที่ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) มีค่าเท่ากับ 5.009, 5.501, 7.204 และ 8.598 แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีความสัมพันธ์กับค่าจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์สูง นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าลดลง ในขณะที่ความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าสถิติทีพบว่ามีค่า -0.616, -0.863, -1.208 และ -1.295 ตามลำดับ โดยที่ทุกค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลที่ได้จากโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายไม่แตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าสถิติที แสดงไว้ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โมเดล	Correlation	RMSE	T
ACH5%	0.936*	5.009	-0.616
ACH10%	0.917*	5.501	-0.863
ACH15%	0.855*	7.204	-1.208
ACH20%	0.784*	8.598	-1.295

* p<.05

4.2 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

4.2.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่วัดครบสมบูรณ์พบว่า โมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) คือมีค่าเท่ากับเท่ากับ 35.537 (df=7, p<0.01) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 5.077 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.946 ดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 15.181 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ -0.090

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่ข้อมูลขาดหายในอัตราร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่าเท่ากับ 64.156, 61.484, 91.537 และ 64.912 (df=35, p= 0.0019, 0.00372, 0.00 และ 0.00156) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 1.833, 1.757, 2.615 และ 1.855 เมื่อพิจารณาค่าดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่า 259.437, 41.338, 179.830 และ 113.401 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ -0.091, -0.078, 0.206 และ 0.108 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10 และ 20 ยังเป็นโมเดลที่ใช้ได้เนื่องจากมีค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ค่าไม่สูงนัก ในขณะที่โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 15 ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจากค่าดัชนี RMR และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าสูง ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวในข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 32

4.2.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝง (ML) มีค่าใกล้เคียงกัน โดยในโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเป็น 88.747, 88.941, 88.129, 87.789 และ 87.835 (SE= 2.437, 2.467, 2.544, 2.553 และ 2.514) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) มีค่าเป็น 26.300, 26.271, 26.889, 27.022 และ 26.611 (SE= 1.841, 1.880, 1.917, 1.924 และ 1.889) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 29.635, 29.538, 30.514, 30.784 และ 30.298 ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) มีของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ มีค่าเป็น1.105 (SE=0.546) ส่วนในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเท่ากับ 0.791, 1.725, 2.045 และ 1.910 (SE= 0.522, 0.767, 0.796 และ0.796) ค่าในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายเป็นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (DS) เท่ากับ 3.657, 2.917, -3.861, -4.295 และ -4.480 (SE=1.358, 1.561, 1.497, 1.422 และ 1.564) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 330.950, 368.774, 223.826, 210.024 และ 234.555 ตามลำดับ ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) มีค่าเท่ากับ -0.614, -0.604, 0.640, 0.691 และ 0.574 (SE=0.068, 0.074, 0.072, 0.067 และ 0.574) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่มีข้อมูลสมบูรณ์ทุกโมเดล สำหรับผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันส่วนใหญ่มีค่าแตกต่างกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ ในส่วนของค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับโมเดลครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล นอกจากนั้นลักษณะการกระจายของตัวแปรแฝงระดับมีค่าใกล้เคียงกันในทุกโมเดล ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรแฝงความชันในโมเดลที่มีการขาดหายร้อยละ 10 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่มีการขาดหายร้อยละ 5 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 32

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการของตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาพบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3 เท่ากับ 2.036, 2.462, 1.917, 1.800 และ 1.854 (SE= 0.563, 1.027, 0.540, 0.435 และ 0.475) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 4 เท่ากับ 3.238, 3.948, 2.882, 2.576 และ 2.928 (SE= 0.967, 1.780, 0.876, 0.663 และ

0.805) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 5 เท่ากับ 4.293, 5.032, 3.796, 3.602 และ 3.943 (SE= 1.374, 2.374, 1.241, 1.001 และ 1.182) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายไม่แตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นลักษณะของโค้งพัฒนาการที่ได้ยังมีลักษณะที่ต่างกัน กล่าวคือสำหรับโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์และโมเดลข้อมูลขาดหายร้อยละ 5 มีลักษณะเป็นโค้งควอดราติคหงายเล็กน้อย โมเดลข้อมูลขาดหายร้อยละ 10 และ ร้อยละ 15 มีลักษณะเป็นโค้งคว่ำเล็กน้อย แต่โมเดลข้อมูลขาดหายร้อยละ 20 ลักษณะโค้งควอดราติคคว่ำใกล้เคียงกับเส้นตรง ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหาย แสดงไว้ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	ELE5%	ELE10%	ELE15%	ELE20%
ML	88.747 (2.437)	88.941 (2.467)	88.12 (2.544)	87.78 (2.553)	87.83 (2.514)
MS	1.105 (0.546)	0.791 (0.522)	1.725 (0.767)	2.045 (0.796)	1.910 (0.796)
DL	26.300 (1.841)	26.271 (1.880)	26.889 (1.917)	27.022 (1.924)	26.611 (1.889)
DS	3.657 (1.358)	2.917 (1.561)	-3.861 (1.497)	-4.295 (1.422)	-4.480 (1.564)
RLS	-0.614 (0.068)	-0.604 (0.074)	0.640 (0.072)	0.691 (0.067)	0.574 (0.085)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.036 (0.563)	2.462 (1.027)	1.917 (0.540)	1.800 (0.435)	1.854 (0.475)
B4	3.238 (0.967)	3.948 (1.780)	2.882 (0.876)	2.576 (0.663)	2.928 (0.806)
B5	4.293 (1.374)	5.032 (2.374)	3.796 (1.241)	3.602 (1.001)	3.943 (1.182)
E1	9.588 (1.089)	9.411 (1.215)	9.907 (1.146)	9.056 (1.255)	8.859 (1.426)
E2	6.979 (0.181)	7.373 (0.814)	7.051 (0.927)	7.452 (0.832)	7.406 (0.916)
E3	7.249 (0.572)	-7.015 (0.604)	-7.209 (0.598)	7.508 (0.671)	8.234 (0.752)
E4	6.251 (0.597)	4.573 (0.677)	-6.097 (0.661)	6.520 (0.701)	5.652 (0.899)
E5	2.942 (1.921)	5.178 (1.108)	3.808 (1.516)	3.063 (2.162)	2.410 (3.637)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง					
χ^2	35.537	64.156	61.484	91.537	64.912
Df	7	35	35	35	35
P	<0.01	0.00190	0.00372	<0.01	0.00156
χ^2/df	5.077	1.833	1.757	2.615	1.855
GFI	0.946	0.877	0.865	0.780	0.826
RMR	15.181	259.437	41.338	179.630	113.401
LSR	-0.090	-0.091	-0.078	0.206	0.108

= แทน พารามิเตอร์กำหนด

4.2.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน มาคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งกับคะแนนมาตรฐานที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดสมการที่ใช้คำนวณในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	สมการ				
Complete	0 ZELE1	+ 1 ZELE2	+ 2.036 ZELE3	+ 3.238 ZELE4	+ 4.293 ZELE5
ELE5%	0 ZELE1	+ 1 ZELE2	+ 2.462 ZELE3	+ 3.948 ZELE4	+ 5.032 ZELE5
ELE10%	0 ZELE1	+ 1 ZELE2	+ 1.917 ZELE3	+ 2.882 ZELE4	+ 3.796 ZELE5
ELE15%	0 ZELE1	+ 1 ZELE2	+ 1.800 ZELE3	+ 2.576 ZELE4	+ 3.602 ZELE5
ELE20%	0 ZELE1	+ 1 ZELE2	+ 1.854 ZELE3	+ 2.928 ZELE4	+ 3.943 ZELE5

หมายเหตุ ในกลุ่มที่ข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งใดก็จะไม่นำคะแนนมาตรฐานของตัวแปรที่ขาดหายเข้ามาในสมการ

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลจากโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.095, −0.293, 0.213, −0.011 และ 0.219 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10.181, 11.228, 7.953, 7.109 และ 6.680 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 10716.742, 3832.082, 3733.803, 64627.273 และ 3050.228 ค่าสูงสุดเป็น 16.57, 19.49, 15.05, 13.18 และ 15.26 ค่าต่ำสุดเป็น −30.34, −35.79, −27.40, −25.72 และ −27.89 ค่าความเบ้เป็น −1.206, -1.218, -1.495, -1.444 และ −1.529 ค่าความเบ้เป็น 1.005, 1.402, 2.549, 2.640 และ 4.459 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลที่มีการขาดหาย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทุกโมเดล นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าในโมเดลที่มีการขาดหายร้อยละ 5 มีการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลต่ำสุด ในขณะที่โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 15 ลักษณะการกระจายของข้อมูลมีค่าสูงสุด ส่วนลักษณะของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเบ้ทางลบ และมีความโด่งสูงกว่าปกติ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคะแนนการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าค่าเฉลี่ย ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete	-30.34	16.57	0.095	10.181	10716.842	-1.206	1.005
ELE5%	-35.79	19.49	-0.293	11.228	3832.082	-1.218	1.402
ELE10%	-27.40	15.05	0.213	7.953	3733.803	-1.495	2.549
ELE15%	-25.72	13.18	-0.011	7.109	64627.273	-1.444	2.640
ELE20%	-27.89	15.26	0.219	6.680	3050.228	-1.529	4.459

ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในข้อมูลชุดนี้ มีค่าสูงเช่นเดียวกับในข้อมูลชุดที่ผ่านมา ผู้วิจัยจึงดำเนินการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใหม่ โดยบวกค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงทุกค่าในทุกโมเดลด้วยค่า 36 ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในทุกมีค่าเพิ่มขึ้น 36 คะแนน เป็น 36.095, 35.707, 36.213, 35.989 และ 36.219 ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โมเดลที่มีการขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่คำนวณใหม่มีค่าเป็น 28.206, 31.445, 21.962, 19.753 และ 18.443 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าข้อสรุปเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การกระจายแตกต่างจากค่าเดิม โดยโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5 มีการกระจายสูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเท่ากับ 0.964, 0.924, 0.908 และ 0.839 ตามลำดับ ส่วนค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) มีค่าเท่ากับ 3.048, 4.137, 4.744 และ 5.822 จะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราการขาดหายเพิ่มขึ้นค่าความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงทุกค่าแต่มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่ออัตราการขาดหายเพิ่มขึ้น แต่ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทีพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายไม่แตกต่างจากค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่ของความคลาดเคลื่อนกำลังสองกำลังสองเฉลี่ย และค่าสถิติทีที่ผู้วิจัยกล่าวถึง แสดงไว้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

โมเดล	Correlation	RMSE	t
ELE5%	0.964*	3.048	-1.073
ELE10%	0.924*	4.137	0.574
ELE15%	0.908*	4.744	-0.026
ELE20%	0.839*	5.822	0.420

* p<.05

4.3 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

4.3.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่วัดครบสมบูรณ์พบว่า โมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 41.511 (df=7, p=0.00) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 5.930 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.889 ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 15.400 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ 0.030

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่ข้อมูลขาดหาย พบว่าในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายเป็นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่าเท่ากับ 86.047, 56.710, 67.582 และ 63.562 (df= 35, p= <0.01, 0.01156, <0.01 และ 0.00221) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 2.458, 1.620, 1.931 และ 1.816 ค่าดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่า 130.371, 145.275, 133.598 และ 84.809 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ของเท่ากับ 0.049, 0.088, 0.130 และ 0.126 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 10 15 และ 20 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าไม่สูงนัก ในขณะที่โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5 ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจากค่าดัชนี RMR และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าสูง ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายผู้วิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 36

4.3.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่ข้อมูลขาดหาย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียน

ระดับมัธยมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ซึ่งเป็นเกณฑ์ โดยค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับในโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) เท่ากับ 40.989, 41.121, 40.999, 41.046 และ 40.897 (SE=2.647, 2.717, 2.715, 2.710 และ 2.697) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) เท่ากับ 28.127, 28.508, 28.450, 28.461, และ 28.205 (SE= 1.884, 1.934, 1.931, 1.933 และ 1.916) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 68.621, 69.327, 69.392, 69.339 และ 68.966 ตามลำดับ นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันจากโมเดลที่ข้อมูลขาดหายก็ยังมีค่าที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) เท่ากับ 5.660, 5.755, 5.844, 5.624 และ 5.875 (SE= 0.666, 0.679, 0.673, 0.690 และ 0.671) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (DS) เท่ากับ 3.172, 3.186, 3.101, 3.276 และ -3.359 (SE= 0.518, 0.549, 0.511, 0.578 และ 0.583) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 56.042, 55.361, 53.063, 58.250 และ 57.174 ตามลำดับ และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) เท่ากับ 0.310, 0.292, 0.328, 0.315 และ -0.407(SE= 0.125, 0.133, 0.138, 0.134 และ 0.137) แสดงให้เห็นว่าในข้อมูลชุดนี้ผลการประมาณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ในทุกโมเดล ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายและโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่ออัตราการขาดหายมีค่าสูงทำให้ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์มีความแตกต่างจากโมเดลที่ครบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายผู้วิจัยแสดงไว้ ดังตารางที่ 36

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการของตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โดยที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3 เท่ากับ 1.993, 1.939, 1.923, 1.922 และ 1.908 (SE=0.158, 0.161, 0.153, 0.144 และ 0.144) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 4 เท่ากับ 2.492, 2.498, 2.444, 2.528 และ 2.355 (SE= 0.233, 0.238, 0.235, 0.269 และ 0.212) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 5 เท่ากับ 3.299, 3.002, 3.353, 3.547 และ 3.432 (SE= 0.343, 0.321, 0.359, 0.431 และ 0.380) นอกจากนั้นลักษณะของโค้งพัฒนาการยังมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือมีลักษณะเป็นโค้งควอดราติคคว่ำเล็กน้อย ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	SEC5%	SEC10%	SEC15%	SEC20%
ML	40.989 (2.647)	41.121 (2.717)	40.999 (2.715)	41.046 (2.710)	40.897 (2.697)
MS	5.660 (0.666)	5.755 (0.679)	5.844 (0.673)	5.624 (0.690)	5.875 (0.671)
DL	28.127 (1.884)	28.508 (1.934)	28.450 (1.931)	28.461 (1.933)	28.205 (1.916)
DS	3.172 (0.518)	3.186 (0.549)	3.101 (0.511)	3.276 (0.578)	-3.359 (0.583)
RLS	0.310 (0.125)	0.292 (0.133)	0.328 (0.138)	0.315 (0.134)	-0.407 (0.137)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	1.933 (0.158)	1.939 (0.161)	1.923 (0.153)	1.922 (0.144)	1.908 (0.144)
B4	2.492 (0.233)	2.498 (0.238)	2.444 (0.235)	2.528 (0.269)	2.355 (0.212)
B5	3.299 (0.343)	3.002 (0.321)	3.353 (0.359)	3.547 (0.431)	3.432 (0.380)
E1	5.456 (0.719)	-5.443 (0.759)	5.666 (0.713)	5.314 (0.802)	5.952 (0.684)
E2	3.940 (0.468)	3.947 (0.493)	3.546 (0.524)	4.343 (0.505)	2.808 (0.604)
E3	4.500 (0.498)	4.619 (0.532)	4.738 (0.552)	3.715 (0.634)	4.953 (0.574)
E4	7.856 (0.651)	7.866 (0.700)	8.470 (0.757)	8.121 (0.789)	6.910 (0.767)
E5	12.545 (0.974)	11.793 (0.986)	12.303 (1.165)	12.800 (1.342)	10.790 (1.446)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง					
χ^2	41.511	86.047	56.710	67.582	63.562
Df	7	35	35	35	35
P	0.00	0.00	0.01156	0.00	0.00221
χ^2/df	5.930	2.458	1.620	1.931	1.816
GFI	0.889	0.812	0.775	0.746	0.848
RMR	15.400	130.371	145.275	133.598	84.809
LSR	0.030	0.049	0.088	0.130	0.126

= แทน พารามิเตอร์กำหนด

4.3.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน มาคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งกับคะแนนมาตรฐานที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดสมการที่ใช้คำนวณในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	สมการ				
Complete	0 ZSEC1	+ 1 ZSEC2	+ 1.933 ZSEC3	+ 2.492 ZSEC4	+ 3.299 ZSEC5
SEC5%	0 ZSEC1	+ 1 ZSEC2	+ 1.939 ZSEC3	+ 2.498 ZSEC4	+ 3.002 ZSEC5
SEC10%	0 ZSEC1	+ 1 ZSEC2	+ 1.923 ZSEC3	+ 2.444 ZSEC4	+ 3.353 ZSEC5
SEC15%	0 ZSEC1	+ 1 ZSEC2	+ 1.922 ZSEC3	+ 2.528 ZSEC4	+ 3.547 ZSEC5
SEC20%	0 ZSEC1	+ 1 ZSEC2	+ 1.908 ZSEC3	+ 2.355 ZSEC4	+ 3.432 ZSEC5

หมายเหตุ ในกลุ่มที่ข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งใดก็จะไม่นำคะแนนมาตรฐานของตัวแปรที่ขาดหายเข้ามาในสมการ

เมื่อพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลจากโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.018, 0.070, 0.223, 0.334 และ 0.089 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.514, 7.633, 7.611, 7.250 และ 6.323 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 47300.000, 10904.286, 3413.004, 2170.659 และ 7104.494 ค่าสูงสุดเป็น 17.23, 16.58, 17.23, 17.84 และ 16.28 ค่าต่ำสุดเป็น -13.50, -13.06, -13.49, -13.92 และ -13.45 ค่าความเบ้เป็น 0.158, 0.143, 0.108, 0.262 และ 0.153 ส่วนค่าความโด่งเป็น -1.158, -1.005, -0.653, -0.279 และ -0.019 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีลักษณะเบ้ทางบวก และมีความโด่งต่ำกว่าปกติ นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากนั้นยังพบว่าในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยสูงสุด ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย แสดงไว้ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete	-13.50	17.23	0.018	8.514	47300.000	0.158	-1.158
SEC5%	-13.06	16.58	0.070	7.633	10904.286	0.143	-1.005
SEC10%	-13.49	17.23	0.223	7.611	3413.004	0.108	-0.653
SEC15%	-13.92	17.84	0.334	7.250	2170.659	0.262	-0.279
SEC20%	-13.45	16.28	0.089	6.323	7104.494	0.153	-0.019

ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่นำเสนอในตารางที่ผ่านมามีค่าสูงมาก เช่นเดียวกับในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยจึงดำเนินการเช่นเดียวกัน โดยค่าที่นำไปบวกกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยคือ 14 ทั้งนี้เพื่อให้ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในทุกหน่วยตัวอย่างมีค่าเป็นบวก โดยค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่คำนวณใหม่มีค่าเป็น 14.018, 14.070, 14.223, 14.334 และ 14.089 ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ผู้วิจัยคำนวณใหม่มีค่าเป็น 60.736, 54.250, 53.512, 50.579 และ 44.879 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าข้อสรุปเกี่ยวกับการกระจายยังให้ใกล้เคียงกับวิธีเดิม

4.3.4 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 10, 15 และ 20 โดยมีค่าเท่ากับ 0.963, 0.946, 0.914 และ 0.885 ส่วนค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) มีค่าเท่ากับ 2.355, 2.799, 3.491 และ 4.123 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่ออัตราการขาดหายเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจะมีความสัมพันธ์กับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ที่ลดลงในขณะที่ความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที่ พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายก็ไม่แตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย และค่าสถิติที ผู้วิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา

โมเดล	Correlation	RMSE	t
SEC5%	0.963*	2.355	0.321
SEC10%	0.946*	2.799	0.864
SEC15%	0.914*	3.491	1.038
SEC20%	0.885*	4.123	0.234

* p<.05

4.4 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

4.4.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่วัดครบสมบูรณ์ที่เป็นเกณฑ์ในการวิจัย พบว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดย โมเดลมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 73.092 (df=7, p=0.00) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 10.442 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.841 ค่าดัชนี RMR ของโมเดลมีค่า 5.262 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) มีค่าเท่ากับ -0.077 แสดงให้เห็นว่าโมเดลยังไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าสูงมาก

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลที่ข้อมูลขาดหายในอัตราร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่าเท่ากับ 122.966, 132.512, 110.278 และ 84.990 (df=35, p= <.001 ทุกค่า) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ 3.513, 3.786, 3.151 และ 2.428 ดัชนี RMR ของโมเดลทั้ง 4 แบบ มีค่า 31.824, 39.464, 51.963 และ 33.392 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (LSR) ของโมเดลทั้ง 4 แบบมีค่าเท่ากับ -0.072, -0.131, -0.287 และ 0.158 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายทั้ง 4 โมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เนื่องจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าสูง ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยนำเสนอมาข้างต้น แสดงไว้ดังตารางที่ 40

4.4.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันและตัวแปรแฝงระดับ และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันยังมีค่าที่ใกล้เคียงกันในทุกโมเดลโดยค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) เท่ากับ 10.565, 10.627, 10.395, 10.326 และ 10.382 (SE= 0.957, 0.983, 0.985, 0.987 และ 0.981) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (DL) เท่ากับ 9.937, -10.064, -10.137, -10.153 และ -10.085 (SE= 0.684, 0.703, 0.703, 0.704 และ 0.700) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 94.055, 94.702, 97.518, 98.325 และ 97.139 ตามลำดับ นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) เท่ากับ 1.102, 1.126, 1.218, 1.446 และ 1.394

(SE= 0.229, 0.235, 0.242, 0.253 และ 0.244) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (DS) เท่ากับ 1.159, -1.198, -1.221, -1.242 และ -1.316 (SE= 0.225, 0.233, 0.232, 0.225 และ 0.233) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 105.172, 106.394, 100.246, 85.892 และ 94.405 ตามลำดับ สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) เท่ากับ 0.648, 0.632, 0.601, 0.531 และ 0.698 (SE= 0.065, 0.070, 0.079, 0.100 และ 0.074) ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวมา แสดงไว้ดังตารางที่ 40

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการของตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา พบว่าโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 3 เท่ากับ 2.926, 2.982, 2.766, 2.369 และ 2.481 (SE= 0.499, 0.499, 0.480, 0.367 และ 0.393) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 4 เท่ากับ 6.236, 6.269, 5.014, 4.231 และ 5.328 (SE= 1.070, 1.070, 0.838, 0.637 และ 0.801) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวัดครั้งที่ 5 เท่ากับ 9.347, 9.347, 8.221, 6.672 และ 7.235 (SE= 1.632, 1.626, 1.409, 1.080 และ 1.060) แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในการวัดครั้งที่ 3, 4 และ 5 ของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 5 และ 10 มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ แต่สำหรับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายร้อยละ 15 และ 20 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าต่ำกว่าโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของโค้งพัฒนาการของทุกโมเดลยังมีลักษณะเป็นโค้งควอดราติกหงายเหมือนกัน ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วนั้น แสดงไว้ดังตารางที่ 40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

พารามิเตอร์	Complete	UNV5%	UNV10%	UNV15%	UNV20%
ML	10.565 (0.957)	10.627 (0.983)	10.395 (0.985)	10.326 (0.987)	10.382 (0.981)
MS	1.102 (0.229)	1.126 (0.235)	1.218 (0.242)	1.446 (0.253)	1.394 (0.244)
DL	9.937 (0.684)	-10.064 (0.703)	-10.137 (0.703)	-10.153 (0.704)	-10.085 (0.700)
DS	1.159 (0.225)	-1.198 (0.233)	-1.221 (0.232)	-1.242 (0.225)	-1.316 (0.223)
RLS	0.648 (0.065)	0.632 (0.070)	0.601 (0.079)	0.531 (0.100)	0.698 (0.074)
B1	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)	0 (= =)
B2	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)	1.000 (= =)
B3	2.926 (0.499)	2.982 (0.499)	2.766 (0.480)	2.369 (0.367)	2.481 (0.393)
B4	6.236 (1.070)	6.269 (1.070)	5.014 (0.838)	4.231 (0.637)	5.328 (0.801)
B5	9.347 (1.632)	9.347 (1.626)	8.221 (1.409)	6.672 (1.080)	7.235 (1.060)
E1	1.899 (0.302)	1.989 (0.307)	1.504 (0.386)	1.500 (0.398)	1.571 (0.368)
E2	2.200 (0.238)	2.119 (0.251)	2.422 (0.246)	2.292 (0.243)	2.216 (0.263)
E3	3.284 (0.254)	3.194 (0.264)	3.499 (0.291)	3.044 (0.282)	3.824 (0.339)
E4	3.277 (0.369)	3.500 (0.410)	2.663 (0.404)	-2.623 (0.468)	4.244 (0.510)
E5	3.701 (0.646)	3.949 (0.713)	4.106 (0.702)	5.624 (0.739)	1.543 (1.599)
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง					
χ^2	73.092	122.966	132.512	110.278	84.990
Df	7	35	35	35	35
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
χ^2/df	10.442	3.513	3.786	3.151	2.428
GFI	0.841	0.720	0.762	0.724	0.685
RMR	5.262	31.824	39.464	51.963	36.392
LSR	-0.077	-0.072	-0.131	-0.287	0.158

= แทน พารามิเตอร์กำหนด

4.4.3 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน มาคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นระหว่างค่าน้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งกับคะแนนมาตรฐานที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ดังแสดงรายละเอียดสมการที่ใช้คำนวณในตารางที่ 41

ตารางที่ 41 สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	สมการ				
UNV0%	0 ZUNV1	+ 1 ZUNV2	+ 2.926 ZUNV3	+ 6.236 ZUNV4	+ 9.347 ZUNV4
UNV5%	0 ZUNV1	+ 1 ZUNV2	+ 2.982 ZUNV3	+ 6.269 ZUNV4	+ 9.347 ZUNV4
UNV10%	0 ZUNV1	+ 1 ZUNV2	+ 2.766 ZUNV3	+ 5.014 ZUNV4	+ 8.221 ZUNV4
UNV15%	0 ZUNV1	+ 1 ZUNV2	+ 2.369 ZUNV3	+ 4.231 ZUNV4	+ 6.672 ZUNV4

หมายเหตุ ในกลุ่มที่ข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งใดก็จะไม่นำคะแนนมาตรฐานของตัวแปรที่ขาดหายเข้ามาในสมการ

เมื่อพิจารณาค่าสถิติเบื้องต้นของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลจากโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าไม่แตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ กล่าวคือในโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ โมเดลที่ข้อมูลขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.041, 0.417, -0.812, -0.796 และ -0.077 ในส่วนของค่าแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 19.116, 18.374, 13.187, 9.183 และ 10.989 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเป็น 46624.390, 4406.235, 1624.015, 1153.643 และ 14271.429 ค่าสูงสุดเป็น 82.30, 82.65, 57.14, 29.85 และ 54.17 ค่าต่ำสุดเป็น -20.80, -20.41, -18.15 -14.89 และ -16.71 ค่าความเบ้เป็น 1.352, 1.469, 1.130, 0.831 และ 1.650 ค่าความโด่งเป็น 2.667, 3.480, 2.260, 0.935 และ 5.427 ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ โมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลของโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 15 มีค่าต่ำกว่าโมเดลอื่น ในขณะที่โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเบ้ทางบวก โดยเฉพาะในโมเดลที่มีการขาดหาย 5% ที่มีค่าความเบ้สูงสุด และค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงยังมีค่าความโด่งที่สูงกว่าปกติ โดยเฉพาะในโมเดลที่มีการขาดหาย 20% ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายผู้วิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	MIN	MAX	MEAN	S.D.	C.V.	Skewness	Kurtosis
Complete	-20.80	82.30	0.041	19.116	46624.390	1.352	2.667
UNV5%	-20.41	82.65	0.417	18.374	4406.235	1.469	3.480
UNV10%	-18.15	57.14	-0.812	13.187	1624.015	1.130	2.260
UNV15%	-14.89	29.85	-0.796	9.183	1153.643	0.831	0.935
UNV20%	-16.71	54.17	-0.077	10.989	14271.429	1.650	5.427

ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในข้อมูลชุดนี้ยังมีค่าสูงเช่นเดียวกับในข้อมูลทั้งสามชุดที่ผ่านมา ผู้วิจัยจึงดำเนินการโดยวิธีการเดียวกัน สำหรับค่าที่นำมาบวกกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยทุกค่าคือ 21 ทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 21 คะแนนในทุกโมเดล โดยมีค่าเป็น 21.041, 21.417, 20.188, 20.204 และ 20.923 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณใหม่มีค่าเป็น 90.851, 85.792, 65.321, 45.451 และ 52.521 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ยังมีค่าสูงสุดเช่นเดิม ในขณะที่โมเดลที่มีการขาดร้อยละ 5, 10, 20 และ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเป็นอันดับรองลงมา

4.4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงทุกค่า นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลเพิ่มขึ้น โดยในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายเป็นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.976, 0.874, 0.777 และ 0.840 ในขณะที่ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเป็น 4.174, 9.917, 13.270 และ 11.500 ในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายเป็นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ส่วนค่าสถิติทีมีค่าเท่ากับ 1.059, -0.866, -0.633 และ -0.070 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทุกโมเดล แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายไม่แตกต่างกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ในขณะที่เมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นและสัมพันธ์กับค่าจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ลดลง

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

โมเดล	Correlation	RMSE	t
UNV5%	0.976*	4.174	1.059
UNV10%	0.874*	9.917	-0.866
UNV15%	0.777*	13.270	-0.633
UNV20%	0.840*	11.500	-0.070

* p<.05

4.5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ให้ผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับโมเดลวัดครบสมบูรณ์ทุกโมเดล ส่วนในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มีเพียงโมเดลที่อัตราการขาดหายร้อยละ 5 โมเดลเดียวเท่านั้นที่ให้ผลที่ใกล้เคียง และในชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา โมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 5 และ 10 ให้ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ จะสังเกตได้ว่าในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายต่ำ จะให้ผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 44

ตารางที่ 44 การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

โมเดล	ACH	ELE	SEC	UNV
5%	=	=	=	=
10%	=	>	=	=
15%	=	>	=	>
20%	=	>	=	>
จำนวนโมเดลที่ประมาณค่าใกล้เคียง	4	1	4	2

หมายเหตุ = แทน ค่าอยู่ในช่วง MS ±SE < แทน ค่าน้อยกว่า MS-SE > แทน ค่าน้อยกว่า MS+SE