

# การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับสำหรับการวิจัยทางการศึกษา ด้วยโปรแกรม Mplus

## An Analysis of Multilevel Structural Equation Model for Educational Research with Mplus Program

ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์\*

### บทคัดย่อ

การวิจัยทางการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ มีความซับซ้อนมากกว่างานวิจัยในอดีต ตลอดจนคำนึงถึงโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลการวิจัยทางการศึกษาตามสภาพจริงที่มีลักษณะลดหลั่นหลายระดับ เช่น ระดับบุคคล ระดับห้องเรียน และระดับสถานศึกษาโดยตัวแปรระดับนักเรียนจะแทรกอยู่ในระดับห้องเรียน (Nested) และตัวแปรระดับห้องเรียนจะแทรกอยู่ในระดับโรงเรียน เป็นต้น การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับเป็นเทคนิคที่ขยายแนวคิดมาจากการวิเคราะห์สมการโครงสร้างเชิงสาเหตุกับการวิเคราะห์ตัวแปรทุกระดับ เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับเป็นที่นิยมในปัจจุบันและถูกนำมาใช้ในงานวิจัยหลากหลายสาขาวิชา ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยทางสังคมศาสตร์ การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ และการวิจัยทางการศึกษาซึ่งนักวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกรณีที่โครงสร้างของข้อมูลมีระดับลดหลั่นเชิงซ้อน (Hierarchical data) ตั้งแต่ 2 ระดับ บทความนี้จึงมุ่งเน้นอธิบายเทคนิค วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับโดยใช้โปรแกรม Mplus เพื่อให้แก่นักวิจัยทางการศึกษานำเทคนิคดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและสามารถตอบโจทย์วิจัยที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

**คำสำคัญ :** การวิจัยทางการศึกษา/ โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับ/โปรแกรม Mplus

### Abstract

Educational research has been changed rapidly as its relationship between variables are more complex than in the past. According to the nature of educational research that usually focuses on empirical evidence, the complexity of the research is concerning with the nature and the structures of data which are hierarchical and interrelated, nested within any levels of school settings (i.e. individual student, classroom, and institution). An analysis of multilevel causal relationship model, expanded from the concept of causal structural equation and multivariate analysis, has been employed broadly in many disciplines. For example, social sciences, behavioral sciences, and education research. Most researchers focus on hierarchical or overlapping data.

This article mainly describes techniques, methods, and analysis procedures of Mplus program for analyzing multilevel causal relationship model. Therefore, researchers can apply them to their study to solve the complexity of the research problem precisely and make their study reliable and efficient.

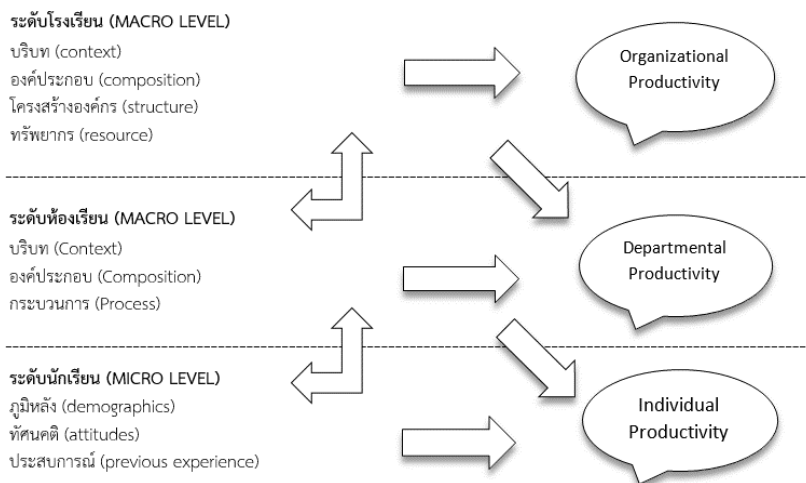
**Keywords :** Educational research/ multilevel structural equation model/ Mplus program

## บทนำ

การวิจัยทางการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ มีความซับซ้อนมากกว่างานวิจัยในอดีต ตลอดจนคำนึงถึงโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลการวิจัยทางการศึกษาตามสภาพจริงที่มีลักษณะลดหลั่นหลายระดับ เช่น ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับสถานศึกษา โดยตัวแปรระดับนักเรียนจะแทรกอยู่ในระดับห้องเรียน (Nested) และตัวแปรระดับห้องเรียนจะแทรกอยู่ในระดับโรงเรียน เป็นต้น ปัจจุบันมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีโครงสร้างข้อมูลเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical structure) หลัก ๆ อยู่ 2 วิธีการ วิธีการแรก คือ เทคนิคการสร้างโมเดลพหุระดับและวิธีการที่สอง คือ เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยมีรายละเอียด ดังนี้ 1) การสร้างโมเดลพหุระดับ (Multilevel modeling : MLM) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยที่มีตัวแปรตาม (y) เพียงตัวเดียว โดยตัวแปรตามได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรต้นหลายตัว และให้ระยะตัดแกนตั้งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าต่างกันระหว่างระดับที่สูงขึ้นหรือให้ความชันของตัวแปรทำนายระดับบุคคลเป็นอิทธิพลสุ่มโดยนำมาเป็นตัวทำนายระดับที่สองได้ (Raudenbush & Bryk, 2002) โปรแกรมการวิเคราะห์พหุระดับที่นักวิจัยรู้จักกันดี คือ โปรแกรม HLM (Hierarchical Linear Models) ของ Raudenbush & Bryk โดยมีงานวิจัยทางการศึกษาที่นักวิจัยในประเทศได้วิเคราะห์ไว้เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างงานวิจัย เช่น ปัจจัยพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการบริหารวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในภาคตะวันออกเฉียง (มนูญ เชื้อชาติ สิทธิพร นิยมศรีสมศักดิ์ และไพรัตน์ วงษ์นาม, 2556) ปัจจัยพหุระดับที่ส่งผลต่อการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3 (จตุพร วงศ์ไชย สุชาติ ลีตระกูล และกิตติศักดิ์ นิเวรัตน์, 2557) และปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการวิเคราะห์พหุระดับ (อรทัย เจตจิตศิริ, 2556) เป็นต้น ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ตัวแปรสังเกตได้เป็นเป้าหมายสำคัญในการวิเคราะห์โดยนิยมนิเคราะห์ด้วยโมเดลย่อย 6 โมเดล (Raudenbush & Bryk, 2002) ดังนี้ โมเดลที่ 1 โมเดลเส้นฐาน (Baseline Model) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโมเดลไร้ตัวแปรทำนาย (No Predictors) หรือโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่มีอิทธิพลสุ่มรวมอยู่ด้วย (One-way ANOVA Model with Random Effects) โมเดลที่ 2 โมเดลทำนายค่าเฉลี่ยตัวแปรตามจากตัวแปรระดับที่ 2 (Regression Model with Means as Outcome) โมเดลที่ 3 โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวที่มีอิทธิพลสุ่มรวมอยู่ด้วย (One-Way ANCOVA Model with Random Effects) โมเดลที่ 4 โมเดลสัมประสิทธิ์การทำนายเป็นอิทธิพลสุ่ม (Random Coefficients Regression Model) โมเดลที่ 5 โมเดลระยะตัดแกนตั้งและความชันเป็นตัวแปรตาม (Model with Intercepts and Slopes as Outcomes) และโมเดลที่ 6 โมเดลความชันแปรเปลี่ยนไม่เป็นเชิงสุ่ม (A Model with Non-randomly Varying Slopes) 2) การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นโมเดลที่มุ่งสนใจความเป็นสาเหตุโดยตัวแปรแฝงวัดด้วยชุดของตัวบ่งชี้ที่เป็น ตัวแปรสังเกตได้ โมเดลนี้จะให้ความสนใจทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมระหว่างตัวแปรแฝงที่ระดับต่าง ๆ กันของชั้นข้อมูล วิธีนี้มีชื่อเรียกว่า การวิเคราะห์สมการโครงสร้างพหุระดับ หรือการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling) โดยใช้ตัวย่อว่า MSEM การวิเคราะห์โมเดล MSEM นี้ นักวิจัยเชื่อว่าสามารถค้นหาคำตอบได้ลึกซึ้งมากกว่าวิธีการแรก เนื่องจากมีการคำนึงถึงความไม่สมบูรณ์ของการวัดและการทำนายในแต่ละระดับ นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของโครงสร้างข้อมูลมากกว่า ประกอบกับปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาหลายโปรแกรมเพื่อตอบสนองความต้องการของนักวิจัยเพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ตรวจสอบโครงสร้างข้อมูลแบบระดับชั้นได้ ทั้งที่เป็นโปรแกรมแจกฟรี (Freeware) เช่น โปรแกรม R และโปรแกรมเชิงพาณิชย์ที่ผู้วิจัยต้องซื้อใช้ เช่น โปรแกรม STATA SAS ซึ่งหนึ่งในจำนวนนั้นคือ โปรแกรม Mplus ที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้ของนักวิจัยอยู่ในขณะนี้ เป็นต้น

## โครงสร้างของข้อมูลและขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ

โครงสร้างของข้อมูลสำหรับการวิจัยทางการศึกษา โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาจะประกอบไปด้วยระดับหน่วยที่แตกต่างกัน โดยระดับต่ำสุดจะเป็นระดับจุลภาค (Micro level) ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกว่า ระดับบุคคลหรือระดับนักเรียนส่วนในระดับที่สูงขึ้นไปจะเรียกว่า ระดับมหภาค (Macro level) ซึ่งเป็นระดับห้องเรียนหรือระดับโรงเรียน โดยปกติข้อมูลระดับนักเรียนจะแทรกอยู่ในระดับห้องเรียนและระดับโรงเรียน ตัวอย่างจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อตัวแปรตามทางการศึกษา ได้แก่ ภูมิหลัง ประสบการณ์การทำงาน ระดับการศึกษา ทักษะคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การอบรมเลี้ยงดู การควบคุมตนเอง การทำงานเป็นทีม การมีส่วนร่วมในการทำงาน คุณภาพการสอนของครู ประสบการณ์การสอนของครู บรรยากาศการเรียนการสอน ภาวะผู้นำของผู้บริหาร ค่านิยมในองค์กร การจัดสรรทรัพยากร วัฒนธรรมองค์การ สภาพแวดล้อมในโรงเรียน และบรรยากาศองค์การ เป็นต้น ซึ่งตัวแปรทำนายเหล่านี้มีหลายระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยมที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบระดับเดียว (Single level) จึงไม่สามารถให้ผลสรุปที่ถูกต้อง การเลือกใช้เทคนิควิธีทางสถิติที่เหมาะสมจึงต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลที่ทำการศึกษา (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) โดยปัจจัยดังกล่าว สามารถจัดระดับได้เป็น 3 ระดับ คือ ปัจจัยระดับนักเรียน ได้แก่ ภูมิหลัง ประสบการณ์การทำงาน ระดับการศึกษา ทักษะคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การอบรมเลี้ยงดู การควบคุมตนเอง ปัจจัยระดับห้องเรียน ได้แก่ การทำงานเป็นทีม การมีส่วนร่วมในการทำงาน คุณภาพการสอนของครู ประสบการณ์การสอนของครู บรรยากาศการเรียนการสอน และปัจจัยระดับโรงเรียน ได้แก่ ภาวะผู้นำของผู้บริหาร ค่านิยมในองค์กร การจัดสรรทรัพยากร วัฒนธรรมองค์การ สภาพแวดล้อมในโรงเรียน บรรยากาศองค์การ และขนาดโรงเรียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับบริบทในแต่ละระดับองค์การหรือปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของตัวแปรที่อยู่ในองค์การนั้น ๆ ลักษณะโครงสร้างข้อมูลในองค์การสามารถเขียนเป็นแผนภาพโดยปรับจาก Heck and Thomas (2015) ไพร์ตัน วงษ์นาม (2560) ศิริชัย กาญจนวาสี (2554) และนงลักษณ์ วิรัชชัย (2552) ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 การกำหนดตัวแปรในโมเดลพหุระดับ

นอกจากนักวิจัยจะคำนึงถึงโครงสร้างของข้อมูลในองค์กรแล้ว นักวิจัยยังต้องคำนึงถึงขนาดของตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับด้วย โดยนักวิจัยจะต้องกำหนดประชากรและตัวอย่างในแต่ละระดับให้สอดคล้องต่อเนื่องกันในทุกะดับตามโครงสร้างข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับนักวิจัยจะต้องกำหนดขนาดตัวอย่าง

(Sample size) ให้มีขนาดใหญ่เพียงพอ ข้อมูลที่มีลักษณะสอดคล้องกัน จะมีขนาดตัวอย่างสองขนาด คือ อันดับแรก ขนาดกลุ่ม (Group Size) หมายถึง จำนวนตัวอย่าง (Nj) ในกลุ่ม (J) และอันดับสอง จำนวนกลุ่ม (Number of Groups: J) เงื่อนไขทั้งสองมีผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ระบุข้างต้น สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์คงที่และ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน พบว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างมากมีความสำคัญมากกว่ากลุ่มที่มีสมาชิกจำนวนมาก (Van der Leeden & Busing, 1994; Mok, 1995; Snijders & Bosker, 1994) โดยทั่วไปแล้วการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบสุ่มและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ระดับต่ำสุดนั้นมักจะมีความแม่นยำ และระดับความแปรปรวนของกลุ่มมักจะต่ำกว่าความเป็นจริง เพื่อให้การประมาณการมีความแม่นยำจึงจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากกว่า 100 กลุ่มขึ้นไป (Busing, 1993; Van der Leeden & Busing, 1994; Afshartous, 1995) นอกจากนี้ Kreft (1996) ได้เสนอแนะให้ใช้กฎหัวแม่มือ (rule of thumb) หรือที่เรียกว่ากฎ “30/30” เพื่อให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยตามการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 30 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องมีจำนวนตัวอย่างในกลุ่มอย่างน้อย 30 คนขึ้นไป นั่นหมายความว่าต้องใช้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 900 คน

### การพัฒนาโมเดลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ

การวิเคราะห์โมเดล MSEM จะมีการจำแนกตัวแปรทำนายเป็นตัวแปรระดับบุคคลและตัวแปรระดับกลุ่มเช่นเดียวกับโมเดลถดถอยพหุระดับที่ใช้โปรแกรม HLM (Raudenbush and Bryk) แต่จะมีการเพิ่มตัวแปรทำนายในแต่ละระดับเป็นตัวแปรแฝง โดยใช้สัญลักษณ์  $c$  เป็นตัวห้อยหรือตัวกำกับแสดงส่วนที่เป็นระดับกลุ่ม และ  $i$  แสดงส่วนระดับบุคคล จากสมการพื้นฐานของโมเดล SEM (สมการ SEM ทั่วไป) จะถูกจำแนกออกเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ตัวแปรแฝงการอยู่ร่วมกันในสังคมจากข้อคำถามจำนวน 60 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 1,041 คน ( $N=1,041$ ) โดยการสุ่มนักเรียนจากโรงเรียน จำนวน 43 โรงเรียน ( $c=43$ ) สมการของโมเดลการวัด 2 ระดับ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ โมเดลการวัดภายในกลุ่ม ( $W$ ) และระหว่างกลุ่ม ( $B$ ) โดยรวมไว้ในสมการเดียวกัน ดังนี้

$$y_{ci} = v_B + \Lambda_W \eta_{Wci} + \varepsilon_{Wci} + \Lambda_B \eta_{Bc} + \varepsilon_{Bc} \quad (1)$$

เมื่อ  $y_{ci}$  เป็นเวกเตอร์ของคะแนนภาวะผู้นำในองค์กรที่เป็นตัวแปรสังเกตได้  $v_B$  เป็นเวกเตอร์ของระยะตัดแกนตั้ง (จะมีเฉพาะระหว่างกลุ่มเท่านั้น)  $\Lambda_W$  และ  $\Lambda_B$  เป็นเมทริกซ์น้ำหนักตัวประกอบภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มตามลำดับ  $\eta_{Wci}$  และ  $\eta_{Bc}$  แทนเวกเตอร์ของตัวประกอบ การอยู่ร่วมกันในสังคมที่เป็น ตัวแปรแฝง และ  $\varepsilon_{Wci}$  และ  $\varepsilon_{Bc}$  แทนเวกเตอร์ของเศษเหลือ ซึ่งจะแตกต่างจากการวิเคราะห์ระดับเดียวที่ถือว่าการวัดตัวแปรมาจากตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกันทั้งหมด  $N=1,041$  คน แต่ในโมเดล MSEM ถือว่าความเป็นอิสระของค่าสังเกตจะมีเฉพาะ  $c=43$  โรงเรียนเท่านั้น (Mehta & Neale, 2005; Muthén, 1991, 1994) ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่างรวมในโมเดล MSEM จึงสามารถจำแนกเป็นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ดังนี้

$$\begin{aligned} \Sigma &= \Sigma_W + \Sigma_B & (2) \\ \Sigma_W &= \Lambda_W \Psi_W \Lambda_W' + \Theta_W \\ \Sigma_B &= \Lambda_B \Psi_B \Lambda_B' + \Theta_B \end{aligned}$$

เมื่อ  $\Theta_W$  และ  $\Theta_B$  แทน ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของเศษเหลือภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มตามลำดับ

กรณีที่ต้องการทำนายหรืออธิบายความแปรปรวนในแต่ละระดับ นักวิจัยสามารถเพิ่มตัวแปรทำนายที่อาจเป็นตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรแฝงทั้งในระดับภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้ นั่นคือสามารถสร้างโมเดลโครงสร้างแยกต่างหากในแต่ละระดับ (Kaplan & Elliott, 1997) ตามที่ Muthén และ Muthén (1998 - 2017) ได้กล่าวไว้ โมเดล MSEM 2 ระดับ ที่ให้ระยะตัดแกนตั้งเป็นอิทธิพลสุ่ม (ให้ความชันเป็นอิทธิพลคงที่) จะพบว่าเวกเตอร์ของตัวแปรสังเกตได้ประกอบด้วยตัวแปรระดับกลุ่ม แทนด้วย  $Z_c$  (โดย cluster:  $c = 1, 2, \dots, C$ ) ในตัวอย่าง  $C=43$  ส่วนตัวแปรระดับบุคคลที่  $i$  ในกลุ่ม  $c$  แทนด้วย  $y_{ci}$  และ  $x_{ci}$  สามารถเขียนเป็นสมการเมทริกซ์ ได้ดังนี้

$$v_{ci} = \begin{pmatrix} z_c \\ y_{ci} \\ x_{ci} \end{pmatrix} = v_c^* + v_{ci}^* = \begin{pmatrix} v_{z_c}^* \\ v_{y_{ci}}^* \\ v_{x_{ci}}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ v_{y_{ci}}^* \\ v_{x_{ci}}^* \end{pmatrix} \quad (3)$$

จากสมการ 3 เครื่องหมายดอกจัน (\*) แสดงถึง ความเป็นอิสระของส่วนประกอบระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มของเวกเตอร์แต่ละตัวแปร (Muthén & Satorra, 1995) เมทริกซ์ระหว่างกลุ่ม ประกอบด้วยตัวแปรทำนายระหว่างกลุ่ม ( $Z_c$ ) ความผันแปรระหว่างกลุ่มของค่าคงที่หรือระยะตัดแกนตั้ง ( $y_c$ ) และความผันแปรระหว่างกลุ่มของตัวแปรทำนายระดับบุคคล ( $x_c$ ) ข้อสังเกตเมทริกซ์ภายในกลุ่มประกอบด้วยค่าคงที่หรือระยะตัดแกนตั้ง และตัวแปรทำนายระดับบุคคล ( $x_{ci}$ ) และตัวแปรระหว่างกลุ่มที่กำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ (0) การที่เมทริกซ์ภายในกลุ่มกำหนดให้ตัวแปรระหว่างกลุ่มมีค่าเป็นศูนย์นั้นเนื่องจากมุ่งทำนายผลของตัวแปรตามจากตัวอิสระเฉพาะภายในกลุ่มเท่านั้น

ในกรณีที่ข้อมูลมี 2 ระดับ การแปรเปลี่ยนในตัวแปรตาม เช่น การอยู่ร่วมกันในสังคมสามารถอธิบายได้จากหลายแหล่ง อาจเป็นตัวแปรทำนายระดับกลุ่ม ( $z_c$ ) เช่น ขนาดโรงเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ส่วนตัวแปรทำนายระดับบุคคล ได้แก่ การอบรมเลี้ยงดู การมองโลกในแง่ดี ทักษะทางสังคม เป็นต้น บางโมเดลสามารถยอมให้มีอิทธิพลบางตัวแปรที่มีความแปรเปลี่ยนเฉพาะภายในกลุ่ม ( $x_{ci}$ ) โดยไม่มีการแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม หรือ บางโมเดลอาจมีอิทธิพลของตัวแปรทำนายเดียวกันทั้งในระดับบุคคลและระดับโรงเรียนที่ครูสอนอยู่ ( $x_c$  และ  $x_{ci}$ ) ตัวอย่าง เช่น แรงจูงใจในการทำงานของครูอาจแตกต่างกันระหว่างครูในโรงเรียนและยังแตกต่างกันระหว่างโรงเรียนอีกด้วย

โมเดล MSEM 2 ระดับแบบพื้นฐานสามารถแปลงเป็นโมเดลภายในกลุ่ม (W) ที่มีตัวแปรแฝง ดังนี้

$$v_{ci}^* = \Lambda_W \eta_{Wci} + \varepsilon_{Wci} \quad (4)$$

$$\eta_{Wci} = B_W \eta_{Wci} + \zeta_{Wci}$$

โดยที่  $B_W$  และ  $\zeta_{Wci}$  แทนค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย และเศษเหลือภายในกลุ่มตามลำดับและโมเดลระหว่างกลุ่ม (B) ที่มีตัวแปรแฝงจะเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$v_c^* = v_B + \Lambda_B \eta_{Bc} + \varepsilon_{Bc} \quad (5)$$

$$\eta_{Bc} = \alpha_B + B_B \eta_{Bc} + \zeta_{Bc}$$

โดยที่  $B_B$  และ  $\zeta_{Bc}$  แทนค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย และเศษเหลือระหว่างกลุ่มตามลำดับ

สมการ 4 และ 5 ชี้ให้เห็นว่านักวิจัยสามารถจำแนกโมเดลโครงสร้างที่มีตัวแปรทำนายประเภทตัวแปรแฝงที่เป็นทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้ โมเดลทำนายค่าเฉลี่ยโครงสร้างเฉลี่ยของกลุ่ม (โรงเรียน) ซึ่งจะมีเฉพาะระดับกลุ่มเท่านั้นมีสมการเป็น

$$\mu = v_B + \Lambda_B (I - B_B)^{-1} \alpha_B \quad (6)$$

เมื่อ  $\alpha_B$  คือ ค่าเฉลี่ยหรือระยะตัดแกนตั้งของตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่ม และความแปรปรวนร่วมกรณีข้อมูล 2 ระดับ (Muthén & Muthén, 1998-2012) สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$\sum_B = \Lambda_B (I - B_B)^{-1} \Psi_B (I - B_B)^{-1'} \Lambda'_B + \Theta_B \quad (7)$$

$$\sum_W = \Lambda_W (I - B_W)^{-1} \Psi_W (I - B_W)^{-1'} \Lambda'_W + \Theta_W$$

เมื่อ  $\Psi_B$  และ  $\Psi_W$  แทน เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม ตามลำดับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จัดเป็นโมเดล MSEM ที่ให้ค่าเฉลี่ยหรือระยะตัดแกนตั้งเป็นอิทธิพลสุ่ม (Random Intercept) กล่าวคือ ให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรแฝงแปรเปลี่ยนตามโรงเรียน ไม่รวมความชันสุ่ม (Random Slope) ซึ่งมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นอีก ในบทความนี้จะนำเสนอเฉพาะการวิเคราะห์โมเดลทำนายระยะตัดแกนตั้งภายใต้สมการที่ 1 โดยมีที่ไปที่มาตามสมการที่ 2 ถึงสมการที่ 7 เท่านั้น

## ตัวอย่าง การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับสำหรับการวิจัยทางการศึกษา

### ด้วยโปรแกรม Mplus

โปรแกรม Mplus ได้ถูกพัฒนาโดย Linda K. Muthén และ Bengt O. Muthén โปรแกรม Mplus version 1 ถูกพัฒนาขึ้นในปี 1998 โปรแกรมมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างและอยู่ต่างระดับในลักษณะที่ลดหลั่นไปพร้อม ๆ กัน ถือได้ว่าเป็นโปรแกรมที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูงในงานวิจัยทางการศึกษา สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งตัวแปรประเภทต่อเนื่อง (Continuous) และตัวแปรจัดประเภท (Categorical) โปรแกรมได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันอยู่ที่ Mplus version 8.3 ผู้สนใจสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Mplus version Demo และคู่มือได้จากเว็บไซต์ [www.statmodel.com](http://www.statmodel.com) เพื่อให้ผู้อ่านเห็นแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยทางการศึกษาได้อย่างชัดเจน ผู้เขียนขอยกตัวอย่างประกอบโดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยเรื่อง “ปัจจัยเชิงสาเหตุทุกระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี” ของมุกดา อามาลีนา (2558) โดยตัวแปรที่ใช้มีความเป็นระดับชั้นลดหลั่น 2 ระดับ คือ ระดับจุลภาค (Micro-level unit) หรือระดับนักเรียน (Student Level) และระดับมหภาค (Macro-level unit) หรือระดับโรงเรียน (School Level) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,041 คน โรงเรียน 43 แห่ง ประยุกต์ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับตามแนวคิดของ Heck & Thomas (2015) ศิริชัย กาญจนวาสี (2554) และไพรัตน์ วงษ์นาม (2560) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Mplus 8.1 โดยเริ่มตั้งแต่การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ การจัดเตรียมข้อมูลและการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ SPSS การเขียนคำสั่งวิเคราะห์จนถึงการตีความผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

### การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (Multilevel Causal Model)

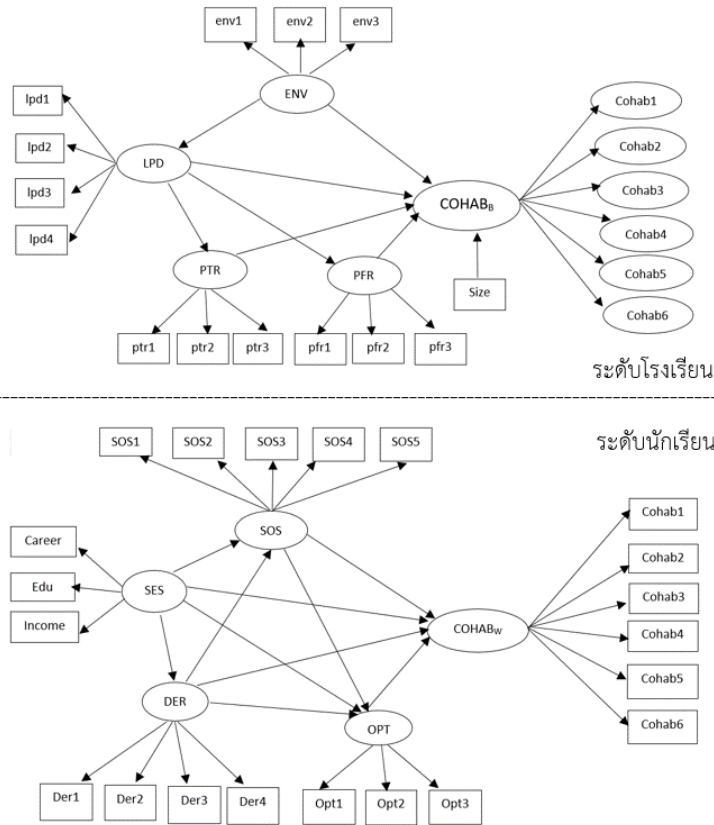
นักวิจัยต้องศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นสาเหตุของตัวแปรตามที่สนใจเพื่อศึกษาคัดเลือกตัวแปรทำนายหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรทำนายประกอบด้วยตัวแปรต่างระดับตามสมมติฐานมีลักษณะเป็นโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ในงานวิจัยของมุกดา อามาลีนา (2558) ประกอบด้วย

- ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (Student level) มีตัวแปรแฝง 4 ตัว แต่ละตัวมีตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวชี้วัด ดังนี้ 1) การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย (DER) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้การอบรมเลี้ยงดูบุตรแบบให้เหตุผล (der1) ความสัมพันธ์ของสมาชิกในครอบครัว (der2) บุคลิกภาพประชาธิปไตยของบิดามารดา (der3) และการ

มีส่วนร่วมทางการเมืองของครอบครัว (der4) 2) การมองโลกในแง่ดี (OPT) ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ความคงทนถาวร (opt1) ความเป็นตนเอง (opt2) และความครอบคลุม (opt3) 3) ทักษะทางสังคม (SOS) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้การสื่อสาร (sos1) การปฏิเสธและเจรจาต่อรอง (sos2) การให้ความร่วมมือ (sos3) การเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (sos4) และการกล้าแสดงออกอย่างเหมาะสม (sos5) และ 4) เศรษฐฐานะของผู้ปกครอง (SES) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้อาชีพของผู้ปกครอง (career) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (edu) และรายได้ของผู้ปกครอง (income) ซึ่งตัวแปรอาชีพของผู้ปกครอง (career) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (edu) เป็นตัวแปรกลุ่ม (Categorical data) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงได้กำหนดให้เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy variable)

- **ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (School level)** ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 4 ตัวแปรและตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร โดยตัวแปรแฝงแต่ละตัวมีตัวแปรสังเกตเป็นตัวชี้วัด ดังนี้ 1) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (PTR) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้แบบประชาธิปไตย (ptr1) แบบเผด็จการ (ptr2) และแบบปล่อยปละละเลย (ptr3) 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน (PFR) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ความไว้วางใจ (pfr1) ความเท่าเทียมกัน (pfr2) และการยอมรับซึ่งกันและกัน (pfr3) 3) การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นหลักประชาธิปไตย (LPD) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้การใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (pld1) การใช้ทักษะการคิด (pld2) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือคณะ (pld3) และ การใช้กระบวนการประชาธิปไตย (pld4) 4) สภาพแวดล้อมในโรงเรียน (ENV) ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ทางกายภาพ (env1) ทางวิชาการ (env2) ทางการบริหารจัดการ (env3) และ 5) ขนาดโรงเรียน (Size) ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้

- **ตัวแปรตามหรือตัวแปรผล** เป็นตัวแปรแฝงการอยู่ร่วมกันในสังคม (COHAB) วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 6 ตัวแปร ได้แก่ ความสามัคคี (cohab1) ความเสียสละ (cohab2) การให้อภัย (cohab3) ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ (cohab4) การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (cohab5) และ ความเห็นอกเห็นใจ (cohab6) ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดการวิจัยในภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี ตามสมมติฐาน

### การจัดเตรียมข้อมูลและการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ SPSS

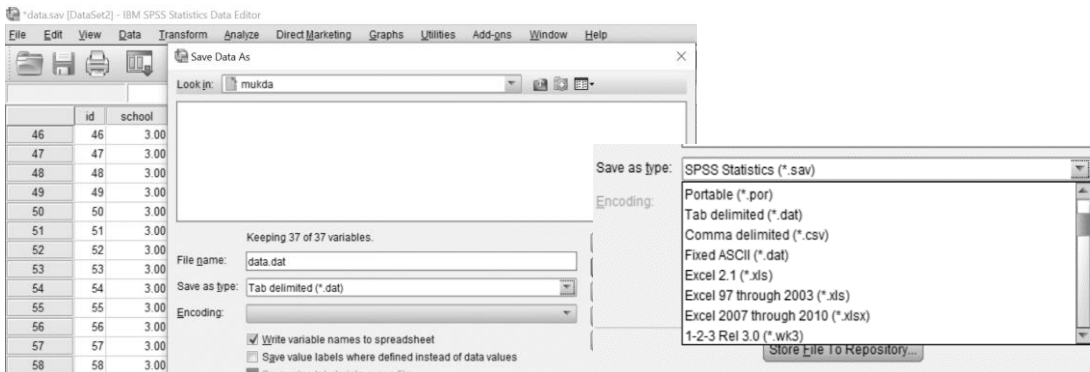
หลังจากนักวิจัยพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพหุระดับตามสมมติฐานแล้ว นักวิจัยจะนำเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อคำถามระดับต่างกันทั้งตัวแปรทำนายระดับนักเรียน ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนและตัวแปรตามไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาจารย์รหัสและบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม SPSS ซึ่งโปรแกรม Mplus สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 2 ระดับที่อยู่ในไฟล์เดียวกันได้โดยไม่ต้องแยกไฟล์ การเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Mplus นักวิจัยสามารถเตรียมไฟล์ข้อมูลได้จากโปรแกรม Excel และโปรแกรม SPSS จากภาพประกอบที่ 3 โปรแกรม SPSS มีข้อมูลตัวแปรทำนายระดับนักเรียน ระดับโรงเรียนและตัวแปรตามอยู่ในไฟล์เดียวกัน เมื่อนักวิจัยเปิดไฟล์ข้อมูลจากโปรแกรม SPSS แล้วให้บันทึกไฟล์ข้อมูลเป็นนามสกุล .dat หรือ .csv ได้แก่ Tab delimited (\*.dat) Fixed ASCII (\*.dat) และ Comma delimited (\*.csv) ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ใช้นามสกุล .dat คือ data.dat แสดงดังภาพประกอบที่ 4



	er2	der3	der4	opt1	opt2	opt3	sos1	sos2	sos3	sos4	sos5	env1	env2
1	3.25	3.00	5.50	4.40	3.17	3.50	3.33	3.33	3.33	4.33	3.33	3.74	3.76
2	4.25	3.20	5.50	4.20	3.83	3.25	4.00	3.67	4.00	4.00	4.33	3.74	3.76
3	4.50	4.20	6.50	4.40	3.83	3.25	4.00	4.00	3.67	4.00	4.67	3.74	3.76
4	2.50	2.40	3.00	3.00	2.50	2.75	2.67	3.00	3.00	2.67	3.00	3.74	3.76
5	4.75	3.80	5.00	4.00	4.50	5.00	4.33	3.00	5.00	4.33	3.00	3.74	3.76
6	2.75	2.80	4.50	2.40	2.50	3.50	2.67	2.33	2.67	2.00	2.67	3.74	3.76
7	2.50	2.60	5.00	3.00	3.17	2.75	3.67	3.33	4.00	2.67	3.00	3.74	3.76
8	4.50	5.00	5.50	3.40	3.00	3.00	4.67	4.33	4.00	3.67	4.33	3.74	3.76
9	3.75	3.00	5.50	3.80	2.83	3.25	3.67	3.33	3.67	3.00	3.33	3.74	3.76
10	2.75	3.40	4.50	3.00	2.67	3.00	2.33	3.33	3.67	2.33	3.67	3.74	3.76
11	3.00	3.60	5.00	3.40	3.33	3.25	3.67	4.33	3.67	3.33	4.00	3.74	3.76
12	3.50	3.80	5.50	4.00	3.67	3.50	4.00	4.00	4.00	3.33	4.33	3.74	3.76

ภาพประกอบที่ 3 ไฟล์ข้อมูลที่ผู้ใช้เคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพระดंबरการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี ในโปรแกรม SPSS

เมื่อนักวิจัยเปิดไฟล์ข้อมูล SPSS แล้วให้นักวิจัยคลิกเมนู File → Save As.. → Save as type... แล้วคลิกเลือก Tab delimited (\*.dat)



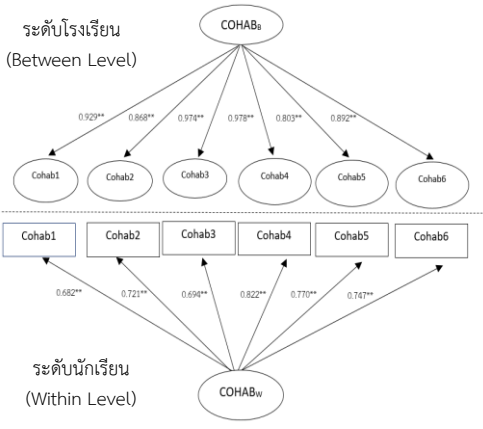
ภาพประกอบที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมไฟล์ข้อมูลเป็นนามสกุล .dat หรือ .csv

จากนั้นให้ผู้ใช้วิจัยเปิดไฟล์ข้อมูล data.dat ด้วยโปรแกรม Notepad และตัดชื่อตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในไฟล์ข้อมูลออกทั้งหมด โดยไม่ให้เหลือช่องว่างด้านบนและทำการบันทึกไฟล์ข้อมูล แสดงดังภาพประกอบที่ 5

	er2	der3	der4	opt1	opt2	opt3	sos1	sos2	sos3	sos4	sos5	env1	env2
1	1	2	0	1	3	3.6	2.9	3.5	3.4	4.8	3.1	3.67	
2	1	2	0	1	2	3.7	3.6	4.3	4.4	4.2	3.5	4.33	
3	1	2	0	2	2	3.7	4	3.9	3.8	4.2	3.7	4.33	
4	1	2	0	1	2	3	2.7	3	3.3	3.7	3.1	3	
5	1	2	0	2	3	3.8	3.8	3.4	4.3	4.3	3.8	3.67	
6	1	2	0	1	2	3.2	2.1	2.9	2.5	3	2.4	3.33	
7	1	2	0	1	1	3.5	4.7	2.9	4	3.7	3.7	4.33	
8	1	2	0	1	2	3.3	3.8	3	3.4	3.2	3.8	3	
9	1	2	0	2	2	3.5	3.1	2.9	3.5	3.4	3.1	3	
10	1	2	0	1	2	2.7	3	3	2.9	2.4	3.1	3	
11	1	2	0	1	2	3.6	3.4	3.2	3.2	3.7	3.3	3.33	

ภาพประกอบที่ 5 แสดงไฟล์ข้อมูลในโปรแกรม Notepad และการตัดชื่อตัวแปรในไฟล์ข้อมูล data.dat การเขียนคำสั่งวิเคราะห์และการตีความผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ตัวแปรตามด้วยโมเดลไร้ตัวแปรทำนาย (Analysis of Null Model) เป็นโมเดลที่มีเฉพาะตัวแปรตามที่น่าสนใจ ไม่มีตัวแปรทำนายใด ๆ ในทุกระดับ เพื่อศึกษาถึงความแปรผันของตัวแปรตามในระดับชั้นต่าง ๆ จะทำให้ทราบถึงปริมาณสัดส่วนความแปรผันของตัวแปรตามว่าอยู่ในแต่ละระดับมากน้อยเพียงไร อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการจัดเตรียมตัวแปรทำนายในแต่ละระดับชั้น ตลอดจนการปรับปรุงและพัฒนาโมเดลที่เหมาะสมของแต่ละระดับชั้น การนำเข้าข้อมูลในโปรแกรม Mplus จะเขียนด้วย Syntax เองหรือนำเข้าข้อมูลโดยใช้ Menu Mplus Language Generator --->SEM with Clustered data แล้วเขียนคำสั่งใน Model เพิ่มเติม ดังภาพประกอบที่ 6

<p><b>การเขียนคำสั่งวิเคราะห์โมเดล MCFA ลงในหน้าต่าง Syntax</b></p>	<p><b>การวิเคราะห์ตัวแปรตามด้วยโมเดลไร้ตัวแปรทำนาย (Analysis of Null Model)</b></p>																																																																										
<pre> <b>TITLE:</b>   RUN MULTILEVEL (2-level MCFA)  <b>DATA:</b> FILE IS MCFA.dat;  <b>VARIABLE:</b> NAMES ARE id school size caree edu income cohabs1   cohabs2 cohabs3 cohabs4 cohabs5 cohabs6 der1   der2 der3 der4 optlopt2 opt3 sos1 sos2   sos3 sos4 sos5 env1 env2 env3 ptr1 ptr2   ptr3 pfr1 pfr2 pfr3 lpd1 lpd2 lpd3 lpd4;   USEVARIABLES ARE school cohabs1 cohabs2 cohabs3 cohabs4   cohabs5 cohabs6;    CLUSTER IS school; <b>ANALYSIS:</b> TYPE IS TWOLEVEL;  <b>MODEL:</b> %WITHIN%   WCOHAB BY cohabs1 cohabs2 cohabs3 cohabs4 cohabs5 cohabs6;   COHAB5 WITH COHAB2;   COHAB2 WITH COHAB1;   COHAB4 WITH COHAB2;   %BETWEEN%   BCOHAB BY cohabs1 cohabs2 cohabs3 cohabs4 cohabs5 cohabs6;  <b>OUTPUT:</b>   SAMPSTAT STANDARDIZED MODINDICES;         </pre>																																																																											
<p><b>TITLE:</b> คำสั่งระบุชื่อเรื่อง, <b>DATA:</b> คำสั่งระบุชื่อไฟล์และแหล่งที่เก็บข้อมูล, <b>VARIABLE:</b> คำสั่งระบุชื่อตัวแปรและชนิดของตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ <b>NAME ARE:</b> ชื่อตัวแปรทั้งหมดในไฟล์ .dat, <b>USEVERIABLE ARE:</b> ชื่อตัวแปรที่จะใช้ในการวิเคราะห์, <b>CLUSTER:</b> ตัวแปรที่ใช้แบ่งระดับในการวิเคราะห์ multilevel <b>ANALYSIS:</b> เป็นคำสั่งระบุประเภทการวิเคราะห์เป็น TWOLEVEL, <b>MODEL:</b> คำสั่งบรรยายลักษณะในการระบุโมเดล, <b>WITHIN</b> คือ ตัวแปรสังเกตได้ระดับจุลภาคที่นำมาวิเคราะห์ Multilevel, <b>BETWEEN</b> คือ ตัวแปรสังเกตได้ระดับมหภาคที่นำมาวิเคราะห์ Multilevel, <b>OUTPUTS:</b> คำสั่งระบุผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการ</p>																																																																											
<table border="0"> <tr> <td colspan="5"><b>SUMMARY OF DATA</b></td> </tr> <tr> <td>Number of clusters</td> <td colspan="4">43</td> </tr> <tr> <td>Average cluster size</td> <td colspan="4">24.209</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Estimated Intraclass Correlations for the Y Variables</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Intraclass</td> <td></td> <td>Intraclass</td> <td>Intraclass</td> </tr> <tr> <td>Variable</td> <td>Correlation</td> <td>Variable</td> <td>Correlation</td> <td>Variable</td> </tr> <tr> <td>COHAB<sub>1</sub></td> <td>0.115</td> <td>COHAB<sub>2</sub></td> <td>0.158</td> <td>COHAB<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>COHAB<sub>4</sub></td> <td>0.086</td> <td>COHAB<sub>5</sub></td> <td>0.099</td> <td>COHAB<sub>6</sub></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.147</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.083</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px; margin-top: 10px;">       ค่า ICC &gt; .05     </div> <table border="0"> <tr> <td colspan="2"><b>MODEL FIT INFORMATION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Chi-Square Test of Model Fit</td> </tr> <tr> <td>Value</td> <td>31.934*</td> </tr> <tr> <td>Degrees of Freedom</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>P-Value</td> <td>0.0066</td> </tr> <tr> <td>Scaling Correction Factor</td> <td>1.1958</td> </tr> <tr> <td colspan="2">for MLR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)</td> </tr> <tr> <td>Estimate</td> <td>0.033</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CFI/TLI</td> </tr> <tr> <td>CFI</td> <td>0.993</td> </tr> <tr> <td>TLI</td> <td>0.986</td> </tr> </table>		<b>SUMMARY OF DATA</b>					Number of clusters	43				Average cluster size	24.209				Estimated Intraclass Correlations for the Y Variables						Intraclass		Intraclass	Intraclass	Variable	Correlation	Variable	Correlation	Variable	COHAB <sub>1</sub>	0.115	COHAB <sub>2</sub>	0.158	COHAB <sub>3</sub>	COHAB <sub>4</sub>	0.086	COHAB <sub>5</sub>	0.099	COHAB <sub>6</sub>					0.147					0.083	<b>MODEL FIT INFORMATION</b>		Chi-Square Test of Model Fit		Value	31.934*	Degrees of Freedom	15	P-Value	0.0066	Scaling Correction Factor	1.1958	for MLR		RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)		Estimate	0.033	CFI/TLI		CFI	0.993	TLI	0.986
<b>SUMMARY OF DATA</b>																																																																											
Number of clusters	43																																																																										
Average cluster size	24.209																																																																										
Estimated Intraclass Correlations for the Y Variables																																																																											
	Intraclass		Intraclass	Intraclass																																																																							
Variable	Correlation	Variable	Correlation	Variable																																																																							
COHAB <sub>1</sub>	0.115	COHAB <sub>2</sub>	0.158	COHAB <sub>3</sub>																																																																							
COHAB <sub>4</sub>	0.086	COHAB <sub>5</sub>	0.099	COHAB <sub>6</sub>																																																																							
				0.147																																																																							
				0.083																																																																							
<b>MODEL FIT INFORMATION</b>																																																																											
Chi-Square Test of Model Fit																																																																											
Value	31.934*																																																																										
Degrees of Freedom	15																																																																										
P-Value	0.0066																																																																										
Scaling Correction Factor	1.1958																																																																										
for MLR																																																																											
RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)																																																																											
Estimate	0.033																																																																										
CFI/TLI																																																																											
CFI	0.993																																																																										
TLI	0.986																																																																										

ค่า  $\beta$ , SE, Z

STANDARDIZED MODEL RESULTS STDYX Standardization					Between Level				
Within Level	Estimate	S.E.	Est. /S.E.	Two-Tailed P-Value	BCOHAB	BY			
<b>WCOHAB BY</b>					COHAB1	0.929	0.050	18.510	0.000
COHAB1	0.682	0.023	29.079	0.000	COHAB2	0.868	0.050	17.371	0.000
COHAB2	0.721	0.023	30.867	0.000	COHAB3	0.974	0.031	31.921	0.000
COHAB3	0.694	0.022	31.436	0.000	COHAB4	0.978	0.031	31.651	0.000
COHAB4	0.822	0.016	50.771	0.000	COHAB5	0.803	0.096	8.353	0.000
COHAB5	0.770	0.019	39.784	0.000	COHAB6	0.892	0.056	15.893	0.000
COHAB6	0.747	0.018	40.759	0.000	<b>Intercepts</b>				
<b>COHAB5 WITH</b>					COHAB1	23.246	2.549	9.119	0.000
COHAB2	-0.240	0.046	-5.220	0.000	COHAB2	14.407	1.709	8.431	0.000
<b>COHAB2 WITH</b>					COHAB3	18.125	1.781	10.178	0.000
COHAB1	0.274	0.056	4.870	0.000	COHAB4	21.704	3.240	6.699	0.000
COHAB4	0.220	0.044	4.949	0.000	COHAB5	20.654	2.887	7.154	0.000
<b>Variiances</b>					COHAB6	26.067	4.091	6.371	0.000
WCOHAB	1.000	0.000	999.000	999.000	<b>Variiances</b>				
<b>Residual Variiances</b>					BCOHAB	1.000	0.000	999.000	999.000
COHAB1	0.535	0.032	16.695	0.000	<b>Residual Variiances</b>				
COHAB2	0.481	0.034	14.280	0.000	COHAB1	0.137	0.093	1.471	0.141
COHAB3	0.518	0.031	16.921	0.000	COHAB2	0.246	0.087	2.837	0.005
COHAB4	0.324	0.027	12.193	0.000	COHAB3	0.052	0.059	0.867	0.386
COHAB5	0.407	0.030	13.652	0.000	COHAB4	0.044	0.060	0.720	0.472
COHAB6	0.442	0.027	16.119	0.000	COHAB5	0.355	0.154	2.297	0.022
					COHAB6	0.204	0.100	2.034	0.042

R-SQUARE					Between Level				
Within Level	Estimate	S.E.	Est. /S.E.	Two-Tailed P-Value	Observed	Estimate	S.E.	Est. /S.E.	Two-Tailed P-Value
Observed					Variable				
Variable					COHAB1	0.863	0.093	9.255	0.000
COHAB1	0.465	0.032	14.539	0.000	COHAB2	0.754	0.087	8.686	0.000
COHAB2	0.519	0.034	15.494	0.000	COHAB3	0.948	0.059	15.960	0.000
COHAB3	0.482	0.031	15.718	0.000	COHAB4	0.956	0.060	15.826	0.000
COHAB4	0.676	0.027	25.386	0.000	COHAB5	0.645	0.154	4.177	0.000
COHAB5	0.593	0.030	19.892	0.000	COHAB6	0.796	0.100	7.946	0.000
COHAB6	0.558	0.027	20.380	0.000					

**ภาพประกอบที่ 6** ค่าสั่งและผลการวิเคราะห์โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพหุระดับ (MCFA)

ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.083-0.158 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 6 ตัวแปร มีความผันแปรตามการรับรู้ของแต่ละบุคคลและในระดับโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ICC>0.05) ดังนั้นจึงมีความผันแปรมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับได้ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพหุระดับ พบว่า โมเดลการวัดการอยู่ร่วมกันในสังคมมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงของโมเดล ได้แก่ ค่า  $\chi^2 = 31.934$ ,  $df = 15$ ,  $p = 0.066$ ,  $\chi^2/df = 2.129$ , RMSEA = 0.033, CFI = 0.993, TLI=0.986, SRMR<sub>w</sub>=0.012, SRMR<sub>b</sub>=0.060 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนี CFI และ TLI ที่มีค่าใกล้เคียง 1 ค่า RMSEA และค่า SRMR มีค่าต่ำกว่า .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพหุระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC)	ระดับนักเรียนภายในกลุ่ม (Within group: W)				ระดับโรงเรียนระหว่างกลุ่ม (Between group: B)			
		$\beta$	SE	$\beta$	R <sup>2</sup>	$\beta$	SE	$\beta$	R <sup>2</sup>
coh1	0.12	0.68*	0.03	29.08	0.47*	0.93*	0.05	18.51	0.86*
coh2	0.16	0.72*	0.03	30.87	0.52*	0.87*	0.05	17.37	0.75*
coh3	0.15	0.69*	0.02	31.44	0.48*	0.97*	0.03	31.92	0.95*
coh4	0.09	0.82*	0.02	50.77	0.68*	0.98*	0.03	31.65	0.96*
coh5	0.10	0.77*	0.02	39.78	0.59*	0.80*	0.10	8.35	0.65*
coh6	0.08	0.75*	0.02	40.76	0.56*	0.89*	0.06	15.89	0.80*

$\chi^2 = 31.934$ ,  $df = 15$ ,  $p = 0.066$ ,  $\chi^2/df = 2.129$ , RMSEA= 0.033, CFI = 0.993, TLI=0.986, SRMR<sub>w</sub> =0.012, SRMR<sub>b</sub> =0.060,

\*p<0.05

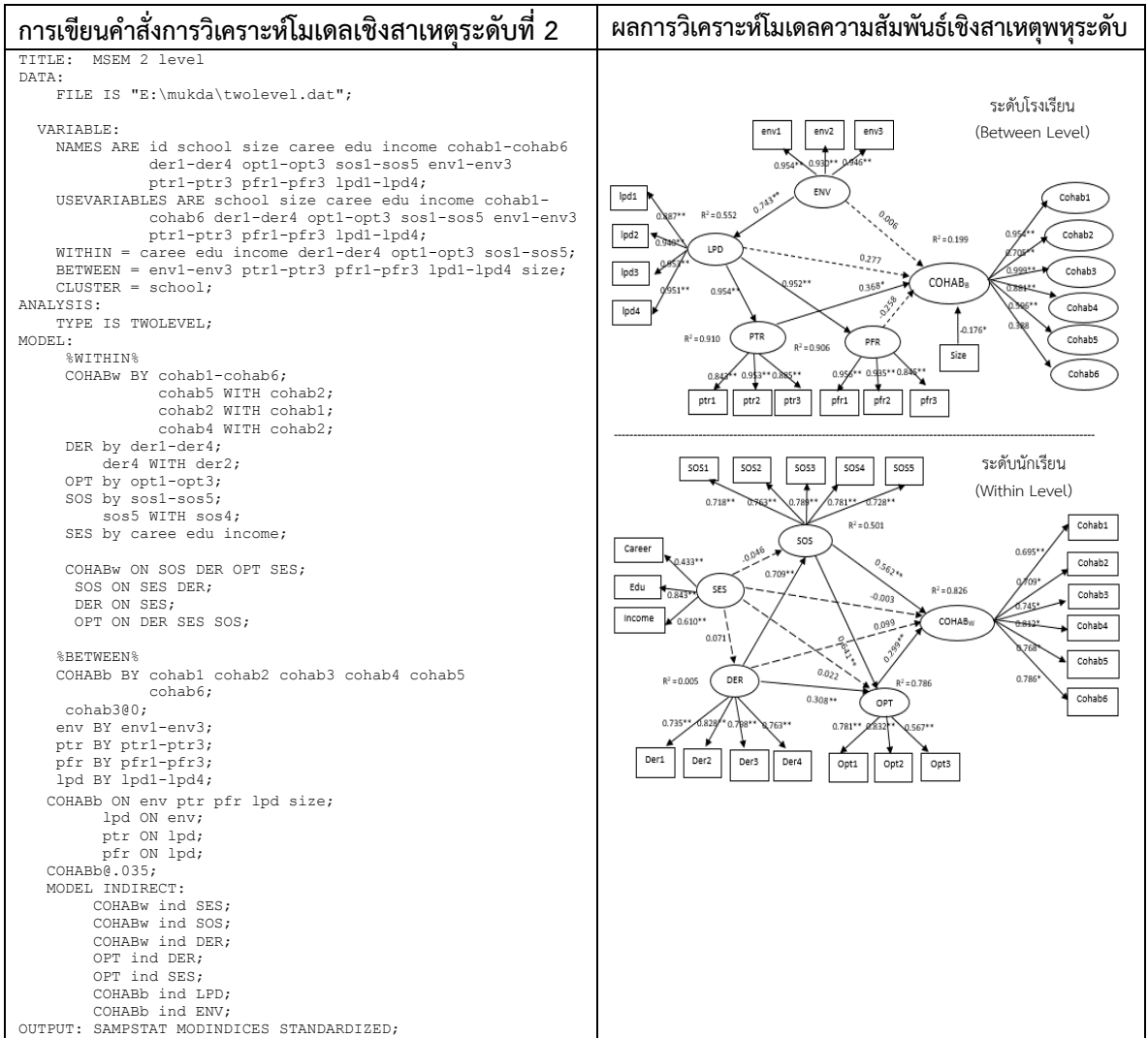
2) การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 1 (Analysis of Causal Level – 1 Model)

การเขียนคำสั่งการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 1	ผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุ ระดับนักเรียน
<pre> TITLE: MSEM level1 DATA: FILE IS "E:\mukda\MCFAllevel1.dat"; VARIABLE: NAMES ARE id school size caree edu income cohab1-cohab6 der1-der4 opt1-opt3 sos1-sos5; USEVARIABLES ARE school caree edu income cohab1- cohab6 der1-der4 opt1-opt3 sos1-sos5; WITHIN = caree edu income der1-der4 opt1-opt3 sos1-sos5; BETWEEN = ; CLUSTER = school; ANALYSIS: TYPE IS TWOLEVEL; MODEL: %WITHIN% COHABw BY cohab1-cohab6; cohab5 WITH cohab2; cohab2 WITH cohab1; cohab4 WITH cohab2;  DER by der1-der4; OPT by opt1-opt3; SES by sos1-sos5; SES by caree edu income;  COHABw ON SOS DER OPT SES; SOS ON SES DER; DER ON SES; OPT ON DER SES; SOS WITH OPT; SOS2 WITH SOS1; SOS2 WITH COHAB5; SOS5 WITH SOS4; DER4 WITH COHAB3; OPT3 WITH OPT2; DER3 WITH COHAB6; DER1 WITH COHAB6; OPT2 WITH DER3; SOS2 WITH DER3; COHAB6 WITH COHAB1;  %BETWEEN% COHABb BY cohab1 cohab2 cohab3 cohab4 cohab5 cohab6; cohab3@0; MODEL INDIRECT: COHABw ind SES; COHABw ind SOS; COHABw ind DER; OPT ind DER; OPT ind SES; OUTPUT: SAMSTAT MODINDICES STANDARDIZED;                     </pre>	

ภาพประกอบที่ 7 คำสั่งและผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี ระดับนักเรียน (Micro-level unit)

จากภาพประกอบที่ 7 แสดงคำสั่งและผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 1 (Analysis of Causal Level – 1 Model) หรือระดับจุลภาค (Causal Micro Model) โดยโมเดลระดับที่ 1 จะมีตัวแปรตามและตัวแปรทำนายตามสมมติฐาน ส่วนโมเดลระดับที่ 2 จะมีเฉพาะตัวแปรตาม ยังไม่ใส่ตัวแปรทำนายเพื่อศึกษาอิทธิพลคงที่ของตัวแปรทำนายในระดับที่ 1 ว่าโดยเฉลี่ยระหว่างหน่วยในระดับที่ 2 แล้ว ค่าเฉลี่ยอิทธิพลคงที่ที่จะมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตามที่ศึกษาหรือไม่ และในขณะเดียวกันก็เป็นการศึกษาอิทธิพลร่วมของสัมประสิทธิ์ในระดับที่ 2 ด้วยว่ามีความผันแปรระหว่างหน่วยหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของแต่ละเส้นทางเพื่อประเมินอิทธิพลรวมของอิทธิพลทั้งหมด อันประกอบด้วยอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ค่ารวมค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ( $R^2$ ) ของแต่ละสมการโครงสร้างในระดับที่ 1 พร้อมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 1

### 3) การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 2 (Analysis of Causal Level – 2 Model)



ภาพประกอบที่ 8 คำสั่งและผลการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี

จากภาพประกอบที่ 8 แสดงคำสั่งและผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 2 (Analysis of Causal Level – 2 Model) หรือระดับมหัพภาค (Causal Macro Model) โดยโมเดลนี้ โมเดลระดับที่ 1 และโมเดลระดับที่ 2 จะมีตัวแปรตามและตัวแปรทำนายทั้ง 2 ระดับ ตามสมมติฐานการวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรระดับที่ 1 และระดับที่ 2 มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางแต่ละเส้นทางในระดับที่ 2 และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ( $R^2$ ) ของแต่ละสมการโครงสร้างในระดับที่ 2 พร้อมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับที่ 2 โดยการวิเคราะห์นั้นจะมีปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อนักวิจัยพัฒนาและตรวจสอบจนได้โมเดลเชิงสาเหตุทั้งระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว จะมีการสรุปผลการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับ ค่ารวมค่าอิทธิพลทางตรง (Direct effect: DE) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect effect : IE) และอิทธิพลรวม (Total effect: TE) ของตัวแปรทำนายทั้ง 2 ระดับต่อ ตัวแปรตาม แสดงในตารางที่ 2 และ 3 ดังนี้

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์ความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี

ตัวแปรสังเกตได้	ระดับนักเรียนภายในกลุ่ม (Within group: W)				ระดับโรงเรียนระหว่างกลุ่ม (Between group: B)				ตัวแปรสังเกตได้	ระดับนักเรียนภายในกลุ่ม (Within group: W)				ระดับโรงเรียนระหว่างกลุ่ม (Between group: B)							
	$\beta$	SE	Z	R <sup>2</sup>	$\beta$	SE	Z	R <sup>2</sup>		$\beta$	SE	Z	R <sup>2</sup>	$\beta$	SE	Z	R <sup>2</sup>				
COHAB								SES													
Cohab1	0.69*	0.02	31.06	0.48*	0.95*	0.03	33.96	0.91*	Career	0.43*	0.05	8.25	0.19*								
Cohab2	0.71*	0.02	30.29	0.50*	0.71*	0.15	4.60	0.50*	Edu	0.84*	0.06	14.04	0.71*								
Cohab3	0.75*	0.02	34.98	0.56*	0.99*	0.00	2727.94	0.99*	income	0.61*	0.05	11.52	0.37*								
Cohab4	0.81*	0.02	48.13	0.66*	0.45*	0.68	5.09	0.78*	ENV												
Cohab5	0.77*	0.02	39.65	0.59*	0.44*	0.18	2.24	0.36	env1					0.95*	0.03	38.38	0.91*				
Cohab6	0.79*	0.01	56.59	0.62*	0.03*	0.37	0.89	0.15	env2					0.93*	0.02	43.53	0.87*				
DER								PTR													
Der1	0.74*	0.02	30.10	0.54*									env3					0.95*	0.02	47.68	0.90*
Der2	0.83*	0.02	44.89	0.69*									ptr1					0.84*	0.05	17.69	0.71*
Der3	0.80*	0.02	38.68	0.64*									ptr2					0.95*	0.03	32.47	0.91*
Der4	0.76*	0.02	35.22	0.58*									ptr3					0.89*	0.04	20.30	0.78*
OPT								PFR													
Opt1	0.78*	0.02	36.39	0.61*									pfr1					0.96*	0.02	60.68	0.91*
Opt2	0.73*	0.02	51.27	0.69*									ptr2					0.94*	0.03	32.92	0.87*
Opt3	0.57*	0.03	21.09	0.32*									ptr3					0.85*	0.05	16.80	0.72*
SOS								LPD													
sos1	0.72*	0.02	37.19	0.52*									lpd1					0.89*	0.03	32.03	0.79*
sos2	0.76*	0.02	41.85	0.58*									lpd2					0.94*	0.02	48.82	0.88*
sos3	0.79*	0.02	50.25	0.62*									lpd3					0.95*	0.02	59.66	0.91*
sos4	0.78*	0.02	46.64	0.61*									lpd4					0.95*	0.02	54.67	0.90*
sos5	0.73*	0.02	40.27	0.53*																	

R<sup>2</sup> ของสมการโครงสร้างการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับนักเรียน คือ 0.826\*

R<sup>2</sup> ของสมการโครงสร้างการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับโรงเรียน คือ 0.199\*

\*p<0.05

การตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดชลบุรี ผลของการปรับโมเดลทำให้โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดล ได้แก่  $\chi^2=859.047$ ,  $df=339$ ,  $p=0.000$   $\chi^2/df=2.534$ ,  $RMSEA=0.038$ ,  $CFI=0.957$ ,  $TLI=0.949$ ,  $SRMR_w=0.031$ ,  $SRMR_b=0.183$  โดยมีค่า  $\chi^2/df$  น้อยกว่า 3 ค่าดัชนี CFI และ TLI ที่มีค่าใกล้เคียง 1 ค่า RMSEA และค่า SRMR มีค่าต่ำกว่า .05 ดังนั้นผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้ยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โมเดลมีความตรงโดยมีน้ำหนักองค์ประกอบ ( $\beta$ ) ของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงเป็นบวกและทุกตัวมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 3** ขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลรวมของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและระดับโรงเรียน

ตัวแปรทำนาย	LPD			PTR			PFR			COHABb		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
ENV	0.743*	-	0.743*	-	-	-	-	-	-	0.006	0.284*	0.290*
LPD	-	-	-	0.945*	-	0.945*	0.952*	-	0.952*	0.277	0.105	0.382*
PTR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.368*	-	0.368*
PFR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.258	-	-0.258
SIZE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.176*
										0.176*		

ตัวแปรทำนาย	SOS			DER			OPT			COHABw		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
SES	-0.046	0.050	0.004	0.071	-	0.071	0.022	0.025	0.046	-0.003	0.023	0.021
SOS	-	-	-	-	-	-	0.641*	-	0.641*	0.562*	0.191*	0.753*
DER	0.709*	-	0.709*	-	-	-	0.308*	0.454*	0.762*	0.099	0.626*	0.725*
OPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.299*	-	0.299*

\* $p < 0.05$

ตารางที่ 3 เป็นการแสดงผลปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ขนาดอิทธิพลของตัวแปรแฝงในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับแยกตามระดับ โดยขนาดอิทธิพลรวม ระดับนักเรียน พบว่า ทักษะทางสังคม มีอิทธิพลสูงสุด (0.753) รองลงมาคือการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย (0.725) และการมองโลกในแง่ดี (0.299) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (0.021) มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับโรงเรียนการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นหลักประชาธิปไตย มีอิทธิพลสูงสุด (0.382) รองลงมาคือปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (0.368) สภาพแวดล้อม ในโรงเรียน (0.290) และขนาดโรงเรียนมีอิทธิพลทางลบ (-.176) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน (-.258) มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากตารางนี้ทำให้นักวิจัยได้ทราบข้อมูลทั้งในระดับบุคคลและระดับโรงเรียนว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม เพื่อนำข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยดังกล่าวไปพัฒนาต่อยอดได้

### สรุป

การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่นเชิงชั้น เป็นเทคนิคที่ขยายแนวคิดมาจากการวิเคราะห์สมการโครงสร้างเชิงสาเหตุกับการวิเคราะห์ตัวแปรทุกระดับ ปัจจุบันเป็นที่นิยมและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางการศึกษาโปรแกรม Mplus เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีลักษณะเป็นโครงสร้าง และอยู่ต่างระดับในลักษณะที่ลดหลั่นไปพร้อม ๆ กัน ถือได้ว่าเป็นโปรแกรมที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูง ในการนำเสนอบทความนี้ผู้เขียนมีมุมมองการนำเสนอให้เห็นขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดล MSEM ด้วยโปรแกรม Mplus ที่มีความชัดเจนมากขึ้น รวมทั้งมองเห็นภาพการประยุกต์ใช้ได้จากตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษา อย่างไรก็ตามนักวิจัยต้องทำความเข้าใจและมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมและการเขียนชุดคำสั่งสำหรับการระบุโมเดล โดยสามารถศึกษาได้จากคู่มือการใช้ Mplus user's Guide (2017) นอกจากนี้ในคู่มือการใช้โปรแกรม Mplus ยังมีโมเดลไว้ให้ศึกษาเพื่อการวิจัยจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการนำมาพัฒนาต่อยอดงานวิจัยทางการศึกษาในอนาคตต่อไป เพื่อให้การวิเคราะห์โมเดลมีความสมบูรณ์ มีประโยชน์ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น นักวิจัยควรคำนึงถึงขั้นตอนของการ

ทบทวนวรรณกรรมเป็นสำคัญซึ่งนักวิจัยจะต้องมีความชำนาญในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งตัวแปรทำนายระดับจุลภาคและมหภาคได้อย่างครอบคลุมจะทำให้งานวิจัยทางการศึกษามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- จตุพร วงศ์ไชย, สุชาติ ลิ้มตระกูล และกิตติศักดิ์ นิเวรัตน์. (2557). ปัจจัยพระระดับที่ส่งผลต่อการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขยายโอกาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*, 4(7) 75-90.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2552). โมเดลสมการโครงสร้างพระระดับ. *วารสารการวิจัยสังคมศาสตร์ สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 1, 26-43.
- ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2560). *เอกสารประกอบการสอน 43561459 การวิเคราะห์พระระดับ (Multi-level Analysis)*. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มนูญ เชื้อชาติ, สิทธิพร นิยมศรีสมศักดิ์ และไพรัตน์ วงษ์นาม. (2556). *ปัจจัยพระระดับที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิผลการบริหารวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*.
- มุกดา อามาลีนา. (2558). *ปัจจัยเชิงสาเหตุพระระดับการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัย วัฒนและสถิติการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). *การวิเคราะห์พระระดับ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรทัย เจตจิตศิริ. (2556). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการวิเคราะห์พระระดับ. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 6(3), 495-509.
- Afshartous, D. (1995). Determination of sample size for multilevel model design. Paper, AERA Conference, San Francisco, 18-22 April 1995.
- Busing, F. (1993). *Distribution characteristics of variance estimates in two-level model*. Department of Psychometrica and research methodology, Leiden University, Leiden.
- Heck, R. H., & Thomas, S. L. (2015). Quantitative methodology series. An introduction to multilevel modeling techniques: MLM and SEM approaches using Mplus (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Routledge.
- Kaplan, D., & Elliott, P. R. (1997). A didactic example of multilevel structural equation modeling applicable to the study of organization. *Structural equation modeling*, 4(1), 1-23.
- Kreft, Ita, G.G. (1996). Are multilevel techniques necessary? An Overview, Including Simulation studies. California State University, Los Angeles.
- Mehta, P. D., & Neale, M. C. (2005). People are variables too: Multilevel structural equations models. *Psychological Methods*, 10(3), 259-284.



- Mok, M. (1995). Sample size requirements for 2-level designs in educational research. *Multilevel modeling Newsletter*, 7(2), 11-15.
- Muthén, B. O. (1991). Multilevel factor analysis of class and student achievement components. *Journal of Educational Measurement*, 28, 338-354.
- \_\_\_\_\_. (1992). Latent variable modeling of growth with missing data and multilevel. Paper presented at the Seventh International Conference on Multivariate analysis, Barcelona, Spain, September.
- \_\_\_\_\_. (1994). Multilevel covariance structure analysis. *Sociological Methods & Research*, 22(3), 376-398.
- Muthén, B. O., & Linda. (1998). *Mplus user's guide*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- \_\_\_\_\_. (2017). *Mplus user's guide* (8<sup>th</sup> ed.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Muthén, B. O., & Satorra, A. (1995). Complex sample data in structural equation modeling. In P. Marsden (Ed.), *Sociological methodology 1995* (pp.267-316). Washington, DC: American Sociological Association.
- Snijders, T.A.B. & Bosker, R. (1994). Modeled variance in two – level models. *Sociological methods and research*, 22(3), 342-363.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models* (2<sup>nd</sup> ed.). Newbury Park, CA: Sage.
- Van der Leeden, R. & Busing, F. (1994). *First Iteration versus IGLS/RIGLS Estimates in Two-level Models: a Monte Carlo Study with ML3*. Department of Psychometrica and research Methodology, Leiden University, Leiden.