

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพล
ต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา*

A Multilevel Causal Model of Factors Influencing Mathematical Thinking of
Grade 9 Students under the Secondary Educational Service Area Office



¹ณปภัช บัวกิ่ง, จำลอง วงษ์ประเสริฐ และ กฤติเดช จันทวารา

¹Napapat Buaking, Jumlong Vongprasert and Krittidej Chanthawara

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Faculty of Education, Ubon Rathathani Rajaphat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: dr.liwe555@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 2. พัฒนารูปแบบและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel SEM) ประชากรที่ใช้คือ ผู้บริหาร จำนวน 228 คน ครูผู้สอน จำนวน 3,628 คน และนักเรียน จำนวน 12,416 คน ตัวอย่างที่ใช้ คือ ผู้บริหาร จำนวน 120 คน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 139 คน และนักเรียน จำนวน 470 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ และการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Mplus 8.3 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้และค่าความโด่ง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า 1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง พบว่า ตัวแปรทั้งในระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง ข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงปกติ และค่าความเบ้-ความโด่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน การพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (Multilevel SEM) เชื่อมโยงปัจจัยจาก 3 ระดับ ได้แก่ ระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน เพื่ออธิบายการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการตรวจสอบโมเดล พบว่า ดัชนีความสอดคล้อง (χ^2/df , CFI, TLI, RMSEA, SRMR) อยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่า โมเดลมีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อีกทั้งโมเดลยังสามารถอธิบายความแปรปรวนของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้สูง ($R^2 = 71-88\%$) สะท้อนว่า ปัจจัยด้านการบริหารจัดการโรงเรียน คุณภาพการสอน และปัจจัยเชิงจิตพิสัยของนักเรียน มีบทบาทร่วมกันอย่างสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์

*Received August 12, 2025; Revised November 7, 2025; Accepted November 18, 2025

องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในมิติทุกระดับ พบว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมจากคุณภาพการบริหารจัดการโรงเรียนและคุณภาพการสอน ในห้องเรียนผ่านบรรยากาศและวิธีการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการคิดเชิงลึก โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนได้สูง เป็นสิ่งที่มีความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างบูรณาการ ทั้งด้านภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร คุณภาพการสอนของครู และแรงจูงใจของนักเรียน เพื่อยกระดับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ; ทุกระดับ; การคิดเชิงคณิตศาสตร์

Abstract

The research article aimed at the following objectives: 1) to examine the factors influencing mathematical thinking among Grade 9 students under the Secondary Educational Service Area Office; and 2) to develop and validate a multilevel causal model of these factors using Multilevel Structural Equation Modeling (Multilevel SEM). The population consisted of 228 school administrators, 3,628 mathematics teachers, and 12,416 students. The sample included 120 administrators, 139 mathematics teachers, and 470 students, selected through stratified random sampling. Data were collected using a mathematical thinking assessment and questionnaires measuring the influencing factors. Statistical analyses included means, percentages, standard deviations, skewness, kurtosis, and Pearson correlation coefficients. The analysis was conducted using Mplus 8.3.

The results indicated that, at the school, classroom, and student levels, the variables had high mean scores, with low to moderate standard deviations, approximately normal distributions, and acceptable skewness and kurtosis, suggesting a general consensus among respondents. The developed multilevel SEM model integrated factors across the three levels to explain students' mathematical thinking. Model fit indices (χ^2/df , CFI, TLI, RMSEA, SRMR) indicated a good fit with empirical data. The model accounted for a high proportion of variance in mathematical thinking ($R^2 = 71-88\%$), demonstrating that school management, teaching quality, and students' affective factors collectively play a significant role in the development of students' mathematical thinking skills.

The new knowledge regarding factors influencing students' mathematical thinking at the multilevel dimension indicates that mathematical thinking is affected both directly and indirectly by school management quality and teaching quality. This influence occurs through classroom climate and learning approaches that promote deep thinking. The model accounts for a high proportion of variance in mathematical thinking, highlighting its significance for integrated educational quality development. Specifically, it emphasizes the importance of academic leadership of administrators, teacher instructional quality, and student motivation as key factors for sustainably enhancing mathematics teaching and learning.

Keywords: Causal Relationships; Multilevel; Mathematical Thinking

บทนำ

การพัฒนาทักษะการคิดเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เพื่อเสริมสร้างนักเรียนให้มีวิचारณญาณ แก้ปัญหาเป็น และปรับตัวได้ในโลกยุคดิจิทัล (Office of the Secretary of the National Education Council, 2019) สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2574 ที่ระบุให้โรงเรียนทุกระดับจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนา (Sumon, and Bamroongcheep, 2017) นอกจากนี้ความสามารถในการคิดถือเป็นหนึ่งในห้าสมรรถนะสำคัญของนักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิचारณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ และใช้ในการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง อ้างอิงจาก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 3) มาตรา 24 (2) ที่กำหนดให้โรงเรียนจัดกระบวนการเรียนรู้โดยมุ่งฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้เองวิชาคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ และนำไปสู่การวางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Ministry of Education, 2017)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดให้สาระหลักของวิชาคณิตศาสตร์เป็น 6 สาระ โดยเฉพาะสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของวิชา ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ ทักษะเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพราะ “เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ” (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) แต่ผลจากการประเมินในประเทศชี้ว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่าคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญและมีคะแนนประเมินอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ากลุ่มวิชาอื่น ๆ (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, cited in Nonthapha, 2020) เช่น การประเมินระดับนานาชาติจากโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) การประเมินสมรรถนะการใช้ความรู้ในชีวิตจริงของนักเรียน อายุ 15 ปี พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยมีแนวโน้มต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจน ในการประเมินปี 2022 ที่คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ลดลงถึง 25 คะแนนเมื่อเทียบกับปี 2018 (Office of the Secretary of the National Education Council, 2019) สอดคล้องกับผลการประเมินระดับชาติ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566 ซึ่งจัดโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เพียง 25.38 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 ซึ่งน้อยกว่าร้อยละ 50 ที่เป็นค่าเป้าหมายตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579 (Ministry of Education, 2017) และการทดสอบ TIMSS-2019 สำหรับนักเรียนไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า

มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 430 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ 500 คะแนน โดยจัดอยู่ในกลุ่มระดับความสามารถ Low International Benchmark ในอันดับที่ 29 จาก 39 ประเทศ

ผลการประเมินดังกล่าวมาสะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดในการพัฒนาทักษะและความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับมาตรฐานในระดับสากล จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนผลการทดสอบที่น้อยเช่นนี้ อาจมาจากปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใน 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ บุคลิกภาพหรือลักษณะเฉพาะตัวของครูผู้สอน การวัดและประเมินผลที่ไม่เอื้อต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้ที่ขาดการส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนจำนวน 971 คน และครูผู้สอนคณิตศาสตร์จำนวน 474 คน พบว่า ปัญหาหนึ่งที่สำคัญเกี่ยวกับครูผู้สอน คือ วิธีการสอนที่ไม่น่าสนใจขาดการเน้นทักษะการคิดแก้ปัญหา รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงมักมุ่งเน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูส่วนใหญ่เน้นการสอนแบบท่องจำสูตร บทนิยาม และวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว ส่งผลให้นักเรียนฝึกทำตามขั้นตอนมากกว่าฝึกกระบวนการคิดอย่างแท้จริงจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนขาดความสนใจและขาดทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งครูควรปรับวิธีการสอนโดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน สร้างแรงจูงใจและความสนใจในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งการสอนแก้ปัญหาซึ่ง “เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม” สู่การเชื่อมโยงและการให้เหตุผล (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

นอกจากนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับนักเรียน ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความตั้งใจเรียน ในระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพ การสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (Butwong, 2022) สอดคล้องกับ (Saetow, 2019) ที่พบว่า แม้วิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตและประกอบอาชีพเพียงใด แต่นักเรียนจำนวนมากที่ไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกเครียด เบื่อไม่สบายใจ และมีความวิตกกังวลที่เกิดจากการเรียนคณิตศาสตร์ทำให้เกิดความท้อ ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ขาดแรงจูงใจในการเรียน และเกิดเจตคติเชิงลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ในบางรายอาจกลายเป็นโรคกลัวคณิตศาสตร์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ อาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น บทเรียนและเนื้อหาในวิชา ครอบครัวนักเรียน อาจารย์ผู้สอนและตัวนักเรียนเอง เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์มีปัจจัยหลายด้าน ทั้งการจัดการในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ตัวครูผู้สอนจัดกิจกรรมเนื้อหาที่สอดคล้องตามความสนใจและถนัดของนักเรียนคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพแวดล้อม การเรียนการสอนก็เป็นปัจจัยหรือองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ อีกทั้งการวัดและประเมินผลต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเช่น การทดสอบ การทำใบกิจกรรม การตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการสังเกต พฤติกรรม จะช่วยให้ครูผู้สอนวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ซึ่งจะเห็นว่าปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ในการสอบระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับหลายประการแต่ก็ต้องอาศัย การใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อให้ประสบความสำเร็จอันได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสาร และทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ถ้าหากนักเรียนได้พัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์แล้วย่อมจะส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เหล่านี้พัฒนาสูงขึ้นด้วย (Sihawong, 2018)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยที่มีตัวแปรทำนายหลายตัวและหลายระดับ โครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษาจะมีลักษณะเป็นข้อมูลหลายระดับ เรียกว่า ข้อมูลพหุระดับ (Multi-level Data) หรือข้อมูลสอดแทรกกลดหลั่น (Hierarchical Nested Data) ซึ่งข้อมูลระดับเล็กที่สุด คือ ระดับนักเรียน (Individual Student Level) ข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้น คือ ระดับห้องเรียน (Classroom Level) และระดับบริบทโรงเรียน (Context Level) ตามลำดับ เมื่อใช้การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) ที่เป็นการพิจารณาแยกระดับ ทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำ สามารถตอบโจทยการวิจัยได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทำให้วิเคราะห์ข้อมูลได้โดยละเอียดเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายระดับ และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถแยกได้เป็น 2 ระดับขึ้นไปได้โดยตัวแปรอิสระระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและได้รับผลร่วมจากตัวแปรระดับอื่น ๆ (Khukhanthin, 2019)

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อันเนื่องมาจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามทฤษฎีพัฒนาการเซวี่ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) กล่าวว่าเด็กที่มีอายุระหว่าง 12-15 ปี เป็นช่วงวัยที่มีพัฒนาการเซวี่ปัญญาในระดับขั้น Formal Operational Period มีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับขั้นสูงสุด สามารถคิดหาเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ (Nopkao, 2018)

จากแนวคิดทฤษฎีข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยจะพัฒนาและวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับเพื่ออธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยผลที่ได้จะเป็นแนวทางสำคัญในการปรับปรุงการเรียนการสอน การบริหารการศึกษา รวมถึงการวางแผนการพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยอื่นที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
2. เพื่อพัฒนารูปแบบและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ด้วยการใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel SEM)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มุ่งเน้นทั้งในระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียนและระดับนักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวมาสังเคราะห์และจัดทำกรอบแนวคิดเบื้องต้นของงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและแบบทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์

เชิงสาเหตุแบบพหุระดับโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้นพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling: MSEM)

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ข้อมูลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้นพหุระดับ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ ในปีการศึกษา 2568 จำนวน 80 โรงเรียน มี 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับโรงเรียน กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย สุ่มผู้บริหารตามขนาดตัวอย่างโรงเรียนจำนวน 60 โรงเรียน กำหนดตัวอย่างโรงเรียนละ 2 คน รวมจำนวนผู้ให้ข้อมูลระดับโรงเรียน 120 คน 2) ระดับห้องเรียน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ครูผู้สอน จำนวน 3,628 คน ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มครูผู้สอนคณิตศาสตร์จำนวน 139 คน 3) ระดับนักเรียนกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ จำนวน 12,416 คน จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้จำนวนทั้งหมด 470 คน โดยทั้ง 3 ระดับ กำหนดขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างควรใช้อัตราส่วนของขนาดตัวอย่าง ต่อค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรสังเกตได้คือ 20 ต่อ 1 (Hair and others 2010)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และ 2) แบบสอบถามวัดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้รับการออกแบบขึ้นจำนวนหนึ่งฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ขั้นตอนการสร้างเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องกับข้อสอบ O-NET คณิตศาสตร์ และแนวความคิดพัฒนาเครื่องมือวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของ NCTM ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นผู้วิจัยได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของลักษณะที่ต้องการวัดอันได้มาจากการสังเคราะห์เอกสาร เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างข้อคำถาม โดยสร้างตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 7 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 35 ข้อ เมื่อได้ร่างข้อคำถามแล้วได้นำเสนอแก่คณะกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขก่อนจะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผลการตรวจสอบพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item-Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากโรงเรียนขนาดต่าง ๆ ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ 9 คน ขนาดใหญ่ 9 คน ขนาดกลาง 12 คน และขนาดเล็ก 20 คน รวมทั้งสิ้น 50 คน ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.840 จากนั้นจึงจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

2. ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อชี้วัดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยครอบคลุม 3 ระดับ ได้แก่ ปัจจัยระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน กระบวนการสร้างเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทาง จากนั้นได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละตัวแปร และสร้างข้อคำถามตามกรอบแนวคิดดังกล่าว ก่อนนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม

เพื่อพิจารณาความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ผลการตรวจสอบใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item-Objective Congruence) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พร้อมปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อได้แบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในลักษณะเดียวกับการทดลองแบบทดสอบ โดยแบ่งเป็นผู้บริหารสถานศึกษา 34 คน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 34 คน และนักเรียนที่เคยเข้าร่วมการทดลองแบบทดสอบ 50 คน การสร้างแบบสอบถามใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามแนวทางของลิเคิร์ต (Likert scale) จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบสอบถามมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับในระดับโรงเรียนเท่ากับ 0.901 ระดับห้องเรียนเท่ากับ 0.914 และระดับนักเรียนเท่ากับ 0.958 เมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วจึงได้จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยต่อไป

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา

ก่อนการวิเคราะห์เชิงอนุमानและการสร้างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (SEM) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอธิบายลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล โดยผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงดังตาราง 1

ตารางที่ 1 สรุปลักษณะเชิงพรรณนาของตัวแปรที่ศึกษาใน 3 ระดับ คือ ระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน

ตัวแปร	\bar{X}	แปลผล	S.D.	C.V.	min	max	Sk	Ku
ระดับโรงเรียน								
ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้บริหาร (APL)	4.299	มาก	0.537	12.497	2.750	5	-0.763	0.023
การสนับสนุนทรัพยากรการเรียนรู้ (RES)	4.385	มาก	0.524	11.943	2.557	5	-1.120	1.473
ระดับห้องเรียน								
พฤติกรรมการสอนของครู (TBE)	4.387	มาก	0.547	12.47	4.000	5	-1.223	1.953
คุณภาพการสอนของครู (TQ)	4.311	มาก	0.578	13.42	3.800	5	-0.946	0.813
บรรยากาศในห้องเรียน (CLA)	4.309	มาก	0.606	14.05	4.000	5	-1.170	1.574
ความสัมพันธ์ครู-นักเรียน (TSR)	4.384	มาก	0.553	12.63	4.000	5	-1.265	2.213
ระดับนักเรียน								
ความสามารถทางวิชาการ (CA)	4.048	มาก	0.667	16.48	3.50	5	-0.775	1.349
แรงจูงใจและเจตคติ (MA)	4.039	มาก	0.705	17.46	3.25	5	-0.745	0.870
การส่งเสริมจากผู้ปกครอง (PAS)	4.048	มาก	0.651	16.08	3.50	5	-0.705	1.491
การรับรู้ตนเอง (SM)	4.095	มาก	0.700	17.10	3.57	5	-0.872	1.522
พฤติกรรมการเรียนรู้ (LB)	4.214	มาก	0.701	16.64	3.60	5	-0.977	1.786

หมายเหตุ: $SEsk = 0.145$, $SEku = 0.290$, $p^* \leq .05$, $p^{**} \leq .01$

ระดับความมีนัยสำคัญของค่าความเบ้และความโด่งคำนวณจากค่าสถิติ $Zsx = SK/SEsx$ และ $Zku = KU/SEKU$

จากตาราง 1 พบว่า 1) จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก อยู่ในช่วง 4.299-4.385 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.537-0.524 แสดงว่า ผู้ตอบมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าอยู่ในระดับต่ำแสดงว่ามีตัวแปร มีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ โดยค่าความเบ้เป็นลบอยู่ในช่วง -0.763 ถึง -1.120 ซึ่งบ่งชี้ว่า ข้อมูลมีลักษณะเบ้ไปทางซ้าย หมายความว่า คะแนนส่วนใหญ่สูงกว่าค่าเฉลี่ย และลักษณะการแจกแจงข้อมูลโดยรวมใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ ส่วนค่าความโด่ง (Kurtosis) อยู่ในช่วง 0.023 - 1.473 แสดงว่าการกระจายของข้อมูลกว้างกว่าโค้งปกติเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 2) จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรระดับห้องเรียนระดับห้องเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก อยู่ในช่วง 4.309 - 4.387 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.547 - 0.606 แสดงว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ (Skewness) พบว่ามีค่าเป็นลบ อยู่ในช่วง -1.265 ถึง -0.946 สะท้อนว่า ผู้ตอบส่วนใหญ่ให้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย และลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงปกติ ส่วนค่าความโด่ง (Kurtosis) อยู่ในช่วง 0.813 - 2.213 แสดงว่าข้อมูลมีการกระจุกตัวใกล้ค่าเฉลี่ยมากกว่าปกติเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และ 3) ผลวิเคราะห์ตัวแปรระดับนักเรียน จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก อยู่ในช่วง 3.956 - 4.214 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.651 - 0.705 แสดงว่า ผู้ตอบมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ (Skewness) พบว่า มีค่าเป็นลบ อยู่ในช่วง -0.977 ถึง -0.672 สะท้อนว่า ผู้ตอบส่วนใหญ่ให้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย และลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงการแจกแจงปกติ ส่วนค่าความโด่ง (Kurtosis) อยู่ในช่วง 0.870 - 1.786 แสดงว่าข้อมูลมีการกระจุกตัวใกล้ค่าเฉลี่ยมากกว่าปกติ แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

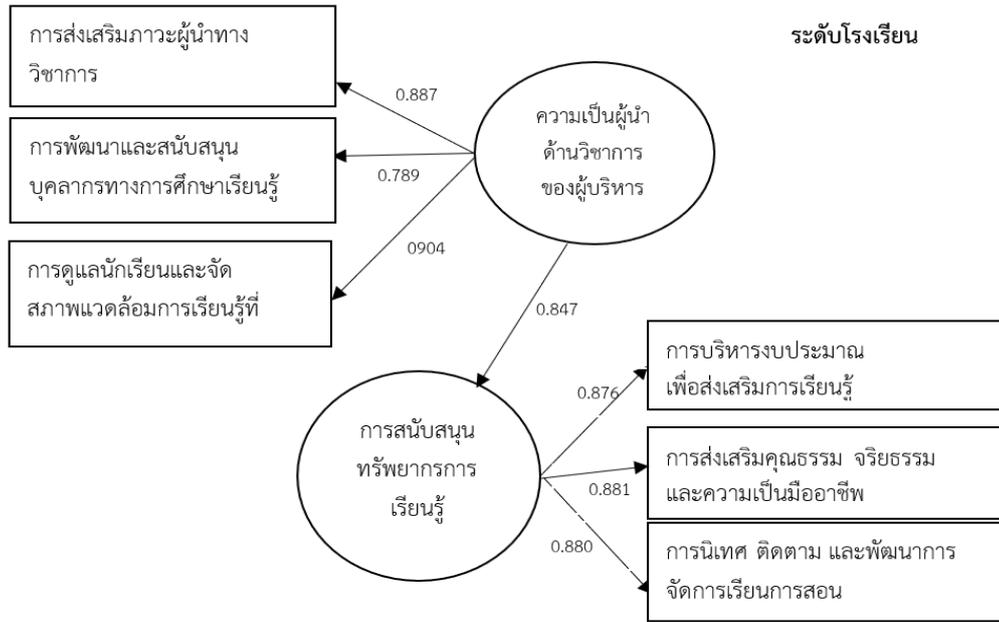
2. ผลการวิเคราะห์พัฒนารูปแบบและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ แบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel SEM)

2.1 การวิจัยในระดับโรงเรียน พบว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.568 ถึง 0.797 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน ตั้งแต่ระดับปานกลางไปจนถึงระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูล พบว่า ค่า Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0.886 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (0.80) แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ และจากการทดสอบสมมติฐานของ Bartlett's Test of Sphericity พบว่า Chi-square = 0.886 (df=15, p<0.001) แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสาเหตุ สำหรับผลการทดสอบรูปแบบเชิงสาเหตุ พบว่า รูปแบบที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล ได้แก่ $\chi^2 = 7.701$, df = 8, p = 0.4632, CFI = 1.000, TLI = 1.001, RMSEA = 0.000, SRMR = 0.013 และ $\chi^2/df = 0.962$ ซึ่งแสดงว่าค่า p มีค่าสูงเพียงพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน และค่าดัชนีต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ได้แก่ ค่า CFI และ TLI ใกล้เคียง 1, ค่า RMSEA และ SRMR ต่ำกว่า 0.05 และค่า χ^2/df ต่ำกว่า 2 แสดงว่ารูปแบบเชิงสาเหตุที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) และมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม และมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายร้อยละ 71.8 ($R^2 = 0.718$) แสดงดังภาพที่ 1

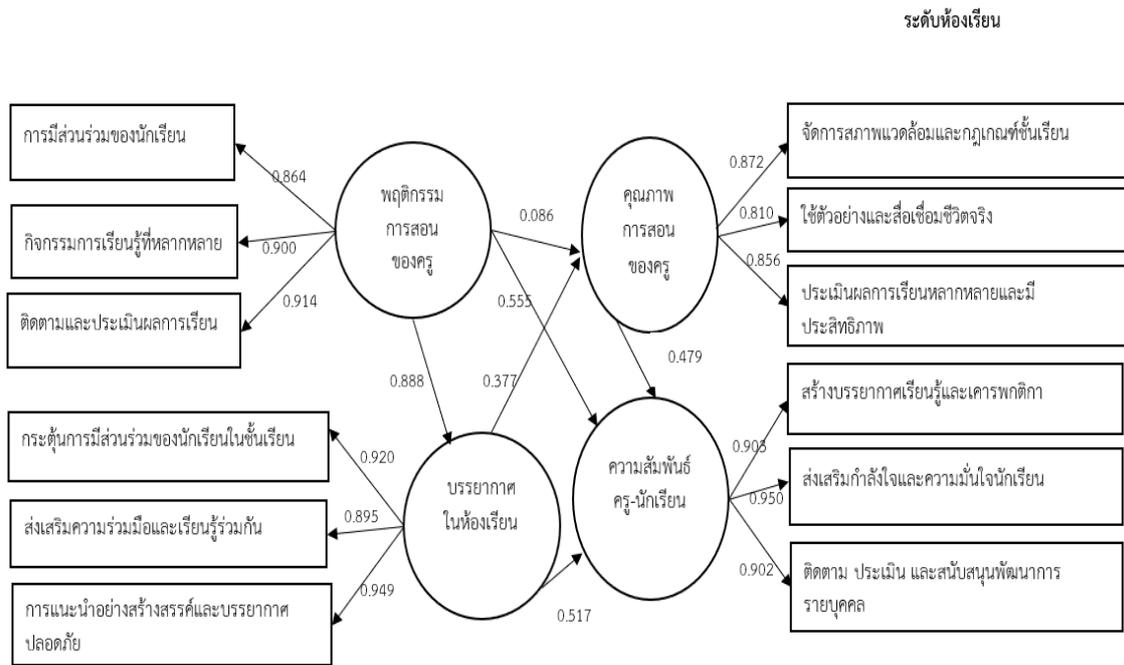
2.2 การวิจัยในระดับห้องเรียน พบว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.652 ถึง 0.928 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ค่อนข้างปานกลาง ($0.50 < r < 0.69$) จนถึง ค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ($0.70 < r < 0.89$) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลด้วย

ค่า Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0.955 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 0.80 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ และจากการทดสอบสมมติฐาน Bartlett's Test of Sphericity พบว่า Chi-square = 2132.380 (df = 66, $p < 0.001$) ซึ่งบ่งชี้ว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์แตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเชิงสาเหตุ (SEM) ผลการวิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุ (Level Causal Analysis) พบว่า รูปแบบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล ได้แก่ $\chi^2 = 54.339$, df = 40, $p = 0.0647$, CFI = 0.993, TLI = 0.989, RMSEA = 0.051, SRMR = 0.020 และ $\chi^2/df = 1.358$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยค่า p มีค่าสูงพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าผลการทดสอบไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงยอมรับได้ว่ารูปแบบเชิงสาเหตุมี ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) นอกจากนี้ ค่าดัชนี CFI และ TLI ใกล้เคียง 1 ค่าดัชนี RMSEA และ SRMR ต่ำกว่า 0.05 และค่า χ^2/df ต่ำกว่า 2 ยืนยันว่ารูปแบบเชิงทฤษฎีที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม และมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายร้อยละ 88.3 ($R^2 = 0.883$) แสดงดังภาพที่ 1

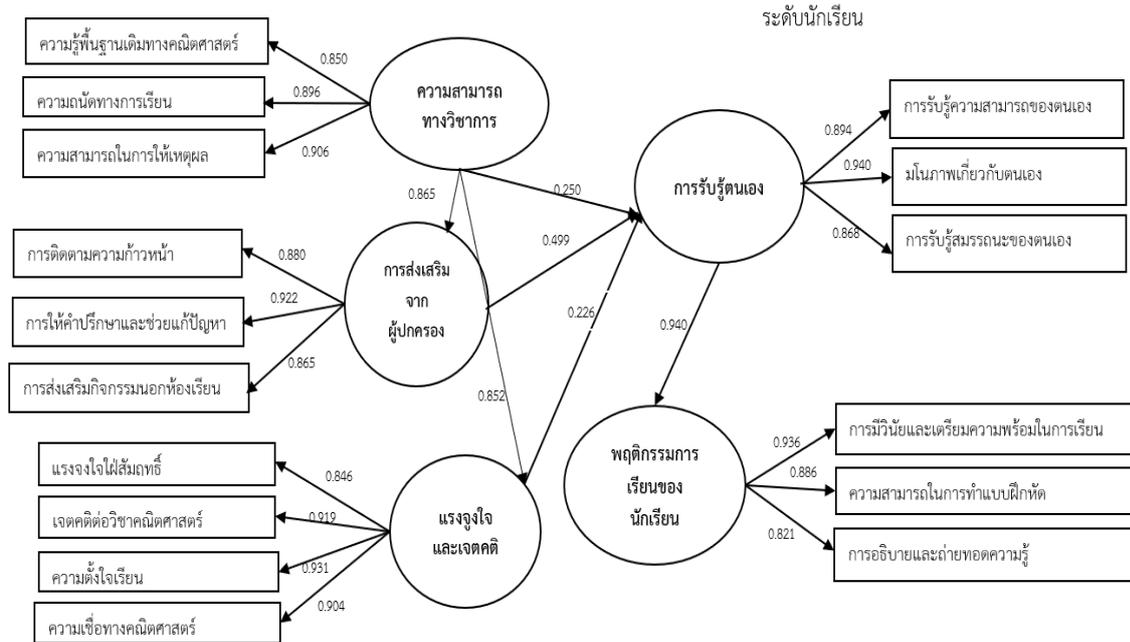
2.3 การวิจัยในระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.520 ถึง 0.847 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ค่อนข้างปานกลาง ($0.40 < r < 0.59$) จนถึง ค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ($0.70 < r < 0.89$) ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลด้วยค่า Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) = 0.957 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 0.80 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ และจากการทดสอบสมมติฐาน Bartlett's Test of Sphericity พบว่า Chi-square = 8471.374 (df = 120, $p < .001$) แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์แตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนว่าตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันมากพอที่จะดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเชิงสาเหตุ (SEM) ผลการวิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุ (Level Causal Analysis) พบว่า รูปแบบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล ได้แก่ $\chi^2 = 73.743$, df = 61, $p = 0.1269$, CFI = 0.998, TLI = 0.997, RMSEA = 0.021, SRMR = 0.013 และ $\chi^2/df = 1.208$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยค่า p มีค่าสูงพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าผลการทดสอบไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงยอมรับได้ว่ารูปแบบเชิงสาเหตุมี ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) นอกจากนี้ ค่าดัชนี CFI และ TLI ใกล้เคียง 1 ค่าดัชนี RMSEA และ SRMR ต่ำกว่า 0.05 และค่า χ^2/df ต่ำกว่า 2 ยืนยันว่ารูปแบบเชิงทฤษฎีที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม และมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายร้อยละ 77.1 ($R^2 = 0.771$) แสดงดังภาพที่ 1



$\chi^2=7.701$, $df = 8$, $p = 0.4632$, $CFI = 1.000$, $TLI = 1.001$, $RMSEA = 0.000$, $SRMR = 0.013$



$\chi^2 = 54.339$, $df = 40$, $p = 0.0647$, $CFI = 0.993$, $TLI = 0.989$, $RMSEA = 0.051$, $SRMR = 0.020$



$$\chi^2 = 73.743, df = 61, p = 0.1269, CFI = 0.998, TLI = 0.997, RMSEA = 0.021, SRMR = 0.013$$

Figure 1: Multilevel Causal Relationship Model of Factors Influencing Mathematical Thinking of Mathayom 3 Students under the Secondary Educational Service Area Office

องค์ความรู้ใหม่

จากผลการวิจัยที่ได้ดำเนินการ สามารถสังเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีคุณค่าทางวิชาการและทางปฏิบัติ โดยสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งในระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน องค์ความรู้ใหม่เหล่านี้มิได้เป็นเพียงการยืนยันสิ่งที่ผ่านมาจากการศึกษาเดิมเท่านั้น แต่ยังเป็นการขยายความเข้าใจในมิติพหุระดับ (Multilevel perspective) ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนานโยบายทางการศึกษา การบริหารจัดการโรงเรียน และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

1) การบูรณาการ ตัวแปรพหุระดับเพื่ออธิบายการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่โดยการเชื่อมโยงปัจจัยจากสามระดับ ได้แก่ ระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน เข้าด้วยกันในโมเดลเดียว แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ไม่สามารถพิจารณาเพียงระดับใดระดับหนึ่ง แต่ต้องมองอย่างเป็นระบบ (Systemic view) 2) การยืนยันบทบาทเชิงโครงสร้างของบริบทโรงเรียนและห้องเรียน ผลการวิเคราะห์ชี้ว่าปัจจัยด้านการบริหารจัดการในระดับโรงเรียน และปัจจัยการเรียนการสอนในระดับห้องเรียน มีอิทธิพลทางอ้อมต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านการสร้างบรรยากาศและวิธีการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการคิดเชิงลึก องค์ความรู้นี้ต่อยอดว่าคุณภาพโรงเรียนและคุณภาพการสอนเป็นกลไกสำคัญ ไม่ใช่เพียงปัจจัยประกอบ 3) หลักฐานเชิงประจักษ์ของความสัมพันธ์ โมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถอธิบายความแปรปรวนของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้สูง (R^2 ระดับ 71-88%) ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ที่สะท้อนถึงความสำคัญของปัจจัยเชิงบริหารและเชิงสอนต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง 4) การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel SEM) ในการศึกษาเชิงการศึกษาไทย งานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในงานที่นำวิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบพหุระดับมาใช้ในบริบทการศึกษา

ไทยอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยเติมเต็มช่องว่างของการวิจัยที่ผ่านมา ที่ส่วนใหญ่ยังคงวิเคราะห์ในระดับเดียว (Single level analysis) 5) แนวทางใหม่ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัยครั้งนี้เสนอว่า การยกระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ต้องดำเนินการพร้อมกันทั้งสามระดับ ได้แก่ การเสริมสร้างภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร (School leadership) การยกระดับคุณภาพการสอนของครู (Instructional quality) และการส่งเสริมแรงจูงใจและทัศนคติของนักเรียน (Student-level factors) เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างยั่งยืน



Figure 2: The New Body of Knowledge

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 มีรายละเอียดที่นำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรระดับโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียน

1.1) ระดับโรงเรียนจากผลวิเคราะห์ตัวแปรทั้ง 6 ด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.281-4.430) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าผู้บริหารและบุคลากรมีทัศนคติและการปฏิบัติที่ชัดเจนและต่อเนื่องในเรื่องการพัฒนาการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นด้านความเป็นผู้นำทางวิชาการ เช่น การดูแลนักเรียน การพัฒนาบุคลากร รวมถึงการจัดการทรัพยากรการเรียนรู้อย่างเป็นระบบค่าความเบ้ที่เป็นลบหมายความว่าคะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากนี้ ค่าความเบ้ที่ติดลบและค่าความโด่งต่ำกว่าศูนย์ยังบ่งชี้ว่าคะแนนส่วนใหญ่มี

ความเห็นสอดคล้องและเน้นไปทางบวกสูง (Pallant, 2020) ซึ่งทำให้ข้อมูลในระดับนี้ น่าเชื่อถือและเหมาะสมสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ต่อไป

1.2) ระดับห้องเรียน 12 ตัวแปรก็มีค่าเฉลี่ยในระดับมาก (4.283-4.404) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำถึงปานกลาง แสดงถึงความเห็นที่สอดคล้องและมั่นคงของครูและบุคลากรต่อพฤติกรรมการสอน คุณภาพการสอน บรรยากาศ และความสัมพันธ์ในชั้นเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมการสอนที่เน้นติดตาม ประเมินผลและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน พร้อมกิจกรรมเรียนรู้หลากหลาย ถูกมองว่ามีประสิทธิภาพสูง คุณภาพการสอนที่จัดการได้ดี และบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันได้อย่างดีเยี่ยม ที่ชี้ให้เห็นว่าบรรยากาศที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันและพฤติกรรมการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีผลบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3) ระดับนักเรียนตัวแปร 16 ตัว มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (3.956-4.253) ความแปรปรวนต่ำถึงปานกลาง บ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติและพฤติกรรมที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ ความสามารถทางวิชาการ เช่น ความรู้พื้นฐานและความสามารถให้เหตุผล อยู่ในระดับสูง สะท้อนความพร้อมทางความรู้และทักษะแรงจูงใจและเจตคติ เป็นบวกและสม่ำเสมอ ซึ่งสำคัญมากเพราะแรงจูงใจเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ที่ดี การส่งเสริมจากผู้ปกครอง แสดงถึงบทบาทสนับสนุนที่แข็งแกร่งจากบ้าน มีผลต่อความสำเร็จทางการเรียน การรับรู้ตนเอง นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีทัศนคติบวกต่อความสามารถของตัวเอง พฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น วินัยและการเตรียมตัว เป็นไปในทางที่ดีและพร้อมรับการเรียนรู้ค่าความเบี่ยงเบนต่ำและเป็นลบและค่าความโด่งที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม บ่งชี้ว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและมีความเห็นสอดคล้องกันในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Buameetooop (2022) ที่ว่า แรงจูงใจเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดความต้องการและแสดงพฤติกรรมในสิ่งนั้น ๆ ออกมาอย่างกระตือรือร้นเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ เจตคติมีความสำคัญต่องานและอาชีพต่าง ๆ โดยเฉพาะการศึกษา เพราะครูมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อครูและวิชาเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การรับรู้ความสามารถของตนเอง เมื่อรู้ว่าตนเองมีความสามารถสูง จะรู้สึกว่าคุณสามารถทำงานสำเร็จได้ และจะพยายามทำจนกว่าจะสำเร็จตามที่ได้รับมอบหมายให้บรรลุผลตามที่กำหนดได้ (Sukpisan, 2019) การกระจายของข้อมูลในระดับนี้ที่มีความสอดคล้องและสมดุลทำให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลสะท้อนทัศนคติและพฤติกรรมจริงของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า 1) รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะว่า ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรที่ศึกษาในแต่ละระดับ ต่างมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอยู่ในระดับความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งสะท้อนภาพรวมของระบบการศึกษาที่ทำงานแบบองค์รวม (holistic system) โดยแต่ละระดับเชื่อมโยงและส่งผลต่อกันอย่างชัดเจน ดังนี้

ระดับโรงเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 6 มีความสัมพันธ์กันสูงชี้ให้เห็นว่า การสนับสนุนทางด้านผู้นำทางวิชาการ การพัฒนาและส่งเสริมบุคลากร รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เป็นปัจจัยหลักที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phongsat et al. (2023) ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในระดับมาก โดยสาเหตุหลักมาจากการที่โรงเรียนมีบุคลากรครูที่มีคุณภาพและความสามารถสูง

ระดับห้องเรียน ตัวแปรสังเกตได้ 12 ตัวที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเข้มแข็งสะท้อนให้เห็นถึงการประสานงานและความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในห้องเรียน การจัดกิจกรรม การประเมินผล และบรรยากาศที่สนับสนุนการเรียนรู้ล้วนเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์เกิดขึ้นอย่างมี

ประสิทธิภาพ จึงส่งผลให้ผลผลิตของโรงเรียนคือ นักเรียนที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งเสริมสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ปกครองและชุมชนได้อย่างมั่นคงในด้านพฤติกรรมเชิงบวก ค่านิยม คุณภาพความรู้ และทักษะต่าง ๆ เช่น การสื่อสารและการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Pirunsunthorn (2018) ที่พบว่า ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และความพึงพอใจของครู ล้วนอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำคัญของประสิทธิผลโรงเรียน

ระดับนักเรียน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนเอง เช่น ความสามารถทางวิชาการ แรงจูงใจ เจตคติ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง และพฤติกรรมการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญและค่อนข้างสูง ส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยตรง การที่นักเรียนมีแรงจูงใจและทัศนคติที่ดี รวมทั้งการได้รับการสนับสนุนที่เหมาะสมจากผู้ปกครอง จะช่วยเสริมสร้างศักยภาพในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phongsat et al. (2023) ที่พบว่า นักเรียนสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานตัวชี้วัดรายปีได้อย่างครบถ้วน มีผลทดสอบตามมาตรฐานหลักสูตรแกนกลางไม่ต่ำกว่า 3.00 และมีผลการทดสอบในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและระดับชาติที่อยู่ในเกณฑ์ดีเทียบเท่าหรือสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติ และ พบว่า 1) ระดับโรงเรียน โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างดีเยี่ยม ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า โมเดลนี้เหมาะสมและมีความแม่นยำสูงในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยเฉพาะตัวแปรความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้บริหาร (Academic Principal Leadership: APL) มีอิทธิพลทางตรงต่อการสนับสนุนทรัพยากรการเรียนรู้ (Research and Educational Support: RES) และไม่มีอิทธิพลทางอ้อม ซึ่งสะท้อนว่าผู้นำที่เข้มแข็งและมุ่งมั่นในด้านวิชาการ สามารถกำหนดและจัดสรรทรัพยากรให้เกิดขึ้นจริงในโรงเรียน ส่งผลให้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีความพร้อมและเหมาะสมมากขึ้น นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ($R^2=0.718$) ชี้ให้เห็นว่า ตัวแบบนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของการสนับสนุนทรัพยากรได้ถึง 71.8% ซึ่งถือว่าสูงมากในบริบทของงานวิจัยทางการศึกษา ผู้นำด้านวิชาการต้องเข้มแข็งและสนับสนุนทรัพยากรเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khamphusa (2019) ที่ผลการศึกษาอิทธิพลทางตรงสูงสุดต่อประสิทธิผลการบริหารงานของโรงเรียนโอกาสทางการศึกษา ได้แก่ ปัจจัยด้านการบริหารแบบมีส่วนร่วม (K1) ค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.39 อิทธิพลทางอ้อมสูงสุด ได้แก่ ปัจจัยด้านบรรยากาศของโรงเรียน (E1) ส่งผ่านปัจจัยด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E2) มีค่าอิทธิพลเท่ากับ 6.18 2) ระดับห้องเรียน พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกระดับนี้ก็แสดงความสอดคล้องกับข้อมูลได้ดี ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะว่า มีตัวแปรทำนายที่สำคัญ 3 ตัว ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู (Teaching Behavior of Educators: TBE) มีอิทธิพลทางตรงสูงสุด คุณภาพการสอนของครู (Teaching Quality: TQ) มีอิทธิพลทางตรงที่สำคัญบรรยากาศในห้องเรียน (Classroom Learning Environment: CLA) มีอิทธิพลทางตรง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยแนวคิดด้านการเรียนรู้เชิงสังคม (Social Learning Theory) ของ Pirunsunthorn (2018) ที่ตัวแปรมีอิทธิพลต่อประสิทธิผลโรงเรียนเทศบาล อิทธิพลทางตรงสูงสุด ได้แก่ บรรยากาศของโรงเรียน (ค่าอิทธิพล = 0.93) ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมสูงสุด ได้แก่ ภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารส่งผ่านการจัดการเรียนรู้ (ค่าอิทธิพล = 0.16) และตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมสูงสุด ได้แก่ บรรยากาศของโรงเรียน (ค่าอิทธิพล = 0.93) 3) ระดับนักเรียน พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เช่นกัน ซึ่งบ่งชี้ว่าโมเดลนี้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนรายบุคคล ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะว่า ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางวิชาการ (Academic Ability: CA) มีอิทธิพลทางตรงต่อการรับรู้ตนเอง (Self-Perception: SM) อย่างมีนัยสำคัญ และยังมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรตัวกลางด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khiewnamchum (2017) ที่พบว่า ตัวแปรทำนายระดับบุคคลได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ค่าอิทธิพล = 0.687) และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรเจตคติต่อการเรียน (ค่าอิทธิพล =

0.236) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเอง (ค่าอิทธิพล = 0.420) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังพบว่า ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรเจตคติต่อการเรียน (ค่าอิทธิพล = 0.343) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเอง (ค่าอิทธิพล = 0.611) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุป

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พบผลการวิจัยโดยภาพรวมจากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรทั้งสามระดับ ได้แก่ ระดับโรงเรียน ระดับห้องเรียน และระดับนักเรียน พบว่าตัวแปรทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก สะท้อนให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงปกติ โดยมีค่าความเบ้เป็นลบทั้งหมด แสดงว่าผู้ตอบส่วนใหญ่ให้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย และค่าความโด่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ บ่งชี้ว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงอนุมานและการสร้างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (SEM) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การวิเคราะห์เพื่อพัฒนารูปแบบและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า โมเดลทั้งสามระดับมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยในระดับโรงเรียน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอยู่ในช่วง 0.568-0.797 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 71.8 ($R^2 = 0.718$) ขณะที่ระดับห้องเรียน ค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.652-0.928 และสามารถอธิบายความแปรปรวนได้สูงถึงร้อยละ 88.3 ($R^2 = 0.883$) ส่วนระดับนักเรียน ค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.520-0.847 และสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 77.1 ($R^2 = 0.771$) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (χ^2 , df, CFI, TLI, RMSEA, SRMR และ χ^2/df) ทุกระดับอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบเชิงสาเหตุที่พัฒนาขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างและมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ควรต้องส่งเสริมและพัฒนาภาวะผู้นำด้านวิชาการของตนเองและทีมบริหารอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นปัจจัยตั้งต้นที่ส่งผลต่อการสนับสนุนทรัพยากรและการพัฒนาระบบการเรียนรู้ทั้งโรงเรียน ควรจัดให้มีการนิเทศติดตาม และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครูอย่างสม่ำเสมอ เพื่อยกระดับคุณภาพการสอนของครู และการเรียนรู้ของนักเรียน

1.2 สำหรับครูผู้สอน ควรต้องให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการสอน และการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย กระตุ้นการมีส่วนร่วม และสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่คุณภาพการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

1.3 สำหรับสถานศึกษาและผู้ปกครอง ควรต้องสร้างความร่วมมือเพื่อส่งเสริมการสนับสนุนจากผู้ปกครอง โดยอาจจัดกิจกรรมให้ผู้ปกครองเข้าใจบทบาทในการให้คำปรึกษาและติดตามความก้าวหน้าของบุตรหลาน ซึ่งจะส่งผลทางอ้อมต่อพฤติกรรมการเรียนที่ดีของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนี้ในบริบทของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือระดับการศึกษาอื่น เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญแตกต่างกันไปตามเนื้อหาวิชาหรือช่วงวัยของผู้เรียนหรือไม่

2.2 ควรต้องมีการวิจัยเชิงคุณภาพควบคู่กันไป เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก หรือการสังเกตการณ์ในชั้นเรียน เพื่อให้เข้าใจถึงกลไกและกระบวนการที่ปัจจัยต่าง ๆ ส่งอิทธิพลต่อกันอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.3 ควรต้องมีการศึกษาผลกระทบบระยะยาว (Longitudinal Study) เพื่อติดตามพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเดิม และตรวจสอบว่าอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่อความไม่แปรเปลี่ยนมากน้อยเพียงใด

References

- Buameetooop, N. (2022). *Development of Athletics Curriculum Based on Motivation and Attitude Enhancement of Lower Secondary School Students*. (Master's Thesis). Chulalongkorn University. Bangkok.
- Butwong, S. (2022). *Multilevel Analysis of Factors Influencing Mathematics Knowledge of Mathayom 3 Students*. (Master's Thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Mathematics Curriculum Guide (Revised Edition 2017) in Accordance with the Basic Education Core Curriculum B.E. 2008, Lower Secondary Level*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Khamphusa, P. (2019). *Structural Relationship Model of Administrative Factors Influencing the Effectiveness of Administration in the Educational Opportunity Extension Schools in the Upper Northeastern Region under the Office of the Basic Education Commission*. (Doctoral Dissertation). Sakon Nakhon Rajabhat University. Sakon Nakhon.
- Khiewnamchum, J. (2017). *The Multilevel Causal Factors Influencing Students' Self-Directed Learning of Education Faculty in the Northeast Region Universities*. (Doctoral Dissertation). Burapha University. Chonburi.
- Khukhanthin, C. (2019). *Development of a Multilevel Causal Model of Factors Influencing Knowledge Acquisition among Junior High School Students in Extended Educational Opportunity Schools*. Ubon Ratchathani Rajabhat University. Ubon Ratchathani.
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and Core Learning Content, Mathematics Subject Group (Revised Edition 2007) According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2008*. Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House Co., Ltd.
- Ministry of Education. (2017). *National Education Plan 2017-2036*. Bangkok: Prik Wan Graphic Co., Ltd.
- Nonthapha, R. (2020). A Study of Mathematical Thinking of Mahasarakham University Students. *Southeast Bangkok Academic Journal (Humanities and Social Sciences)*, 6(1), 1-11.

- Nopkao, N. (2018). *Development of a Mathematics Teaching Set Based on Piaget's Theory of Intellectual Development on Mixed Problem Solving for Second Grade Students*. (Master's Thesis). Burapha University. Chonburi.
- Office of the Secretary of the National Education Council. (2019). *Framework for Learner Characteristics in the 21st Century*. Bangkok: Ministry of Education.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual: A Step-by-Step Guide to Data Analysis Using IBM SPSS*. (7th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Phongsat, S., Pianthanakorn, S., & Phothiswat, S. (2023). The Causal Relationship Model of the Effectiveness of Opportunity Expansion Schools in the Upper Northeastern Region. *Journal of Social Sciences and Culture*, 7(2), 69-84.
- Pirunsunthorn, T. (2018). *The Causal Relationship Model of Effectiveness of Tessaban Schools under the Local Administrative Organization*. (Doctoral Dissertation). Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon.
- Saetow, P. (2019). Factors Affecting the Learning of Mathematics of Dusit Thani College Students. *Dusit Thani College Journal*, 13(2), 294-306.
- Sihawong, S. (2018). *Development of Learning Management Models to Promote Mathematical Thinking for Mathayom 4 Students under the Secondary Educational Service Area Office*. (Doctoral Dissertation). Ubon Ratchathani Rajabhat University. Ubon Ratchathani.
- Sukpisan, S. (2019). *The Relationships of Attitude toward Mathematics, Self-Efficacy, Teacher's Teaching Behaviors, and Attention to Learning with Mathematics Problem-Solving Ability of Mathayom Suksa IV Students in Bangkok Metropolis*. (Master's Thesis). Sukhothai Thammathirat Open University. Nonthaburi.
- Sumon, A., & Bamroongcheep, U. (2017). The Way of Mathematical Thinking Applying Digital Technology for Active Learning for Thai Education 4.0. *Journal of Education and Social Development*, 13(2), 14-29.