

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*

FACTORS AFFECTING MATHEMATICAL THINKING OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

สรอัทธ์ เทียมวงศ์¹ และ นวพล นนทภา²

Soraoat Thiamwong¹ and Navapon Nontapa²

¹⁻²มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹⁻²Rajabhat Mahasarakham University

Corresponding Author's Email: Soraat1234@gmail.com¹, E-mail: Nawapoon@hotmail.com²

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) สร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 119 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์

ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จากค่ามากไปหาน้อย มีตัวแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังนี้ .823, .793, .776 และ .634 ตามลำดับ ซึ่งทุกตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ปัจจัยด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2) ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) และด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) ร่วมกันพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ($\hat{Y}$) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ร้อยละ 74.80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

* Received 5 April 2025; Revised 10 April 2025; Accepted 21 April 2025

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ คือ

$$\hat{Y} = -2.663 + 0.113(X_1) + 0.203(X_2) + 0.143(X_3) + 0.047(X_4)$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ

$$Z_{\hat{Y}} = 0.208(X_1) + 0.414(X_2) + 0.204(X_3) + 0.138(X_4)$$

คำสำคัญ: การคิดทางคณิตศาสตร์, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

ABSTRACT

This research aimed to 1) study the factors affecting mathematical thinking of Mathayomsuksa 2 students. And 2) Create a forecast equation that affects the mathematical thinking of Mathayomsuksa 2 students. The sample group used in this research was Mathayomsuksa 2 students of BuraphaPittayakarn School in the second semester of the academic year 2024, totaling 119 students. The sample group selection by cluster random sampling. The research tools are a test of mathematical thinking, a test of mathematical understanding, a test of mathematical knowledge, a test of mathematical connection, and a measure of attitude towards mathematics. The statistics used for data analysis included percentage, mean, and standard deviation, Pearson correlation analysis and Stepwise multiple regression analysis.

The research results found that: 1) The factors affecting mathematical thinking, by ranking the correlation coefficient values at the .05 statistical significance level from highest to lowest, the variables mathematical understanding (X_1), mathematical knowledge (X_2), mathematical connection (X_3), and attitude towards mathematics (X_4) were related to mathematical thinking with the following correlation coefficient values: .823, .793, .776, and .634, respectively. All variables were statistically significant at the .05 level. And 2) The factors of mathematical understanding (X_1), mathematical knowledge (X_2), mathematical connection (X_3), and attitude towards mathematics (X_4) together predicted mathematical thinking ($\hat{Y}$) of Mathayomsuksa 2 students at 74.80 percent, with statistical significance at the .05 level. The obtained values can be written as a forecasting equation as follows:

Forecasting equations of raw scores are

$$\hat{Y} = -2.663 + 0.113(X_1) + 0.203(X_2) + 0.143(X_3) + 0.047(X_4)$$

Forecasting equations of standard scores are

$$Z_y = 0.208(X_1) + 0.414(X_2) + 0.204(X_3) + 0.138(X_4)$$

Keywords: Mathematical Thinking, The Factors Affecting Mathematical Thinking.

บทนำ

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการกับปัญหาที่ประสพอย่างไร มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหาต้องใช้เวลาและความมุ่งมั่นเพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถาม และหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด การเพิ่มพูนการคิดทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยฝึกคิดแก้ปัญหา อย่างตรงไปตรงมา คิดไตร่ตรองจากประสบการณ์เดิม การลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าสืบสวนสอบสวนค้นคว้าหาคำตอบ ผู้ใดมีความคิดลักษณะนี้จะช่วยบ่งชี้ว่าจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย (Rickart, 1997) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการประยุกต์วิธีการอย่างเป็นระบบจนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณหรือจำนวน จนกระทั่ง สามารถนึกถึงแบบรูปสถานการณ์ปัญหาทั่วไป และเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้ องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้วามี 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และการให้เหตุผล (Reasoning Skills) พิจารณาในส่วนของการให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัย เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เนื่องจากการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ แสดงออกถึงการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่กำลังประสบอยู่คือ ไม่รู้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กเป็นแบบใด ควรทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง (Kriegler, 2004)

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ปี 2022 ของประเทศไทย พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งลดลงจากการประเมิน ครั้งก่อนในปี 2018 ถึง 25 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของประเทศสมาชิก OECD อยู่ที่ 472 คะแนน ซึ่งหมายความว่าคะแนนของนักเรียนไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD การลดลงของคะแนนในครั้งนี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการปรับปรุงระบบการศึกษาไทย เพื่อยกระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) เมื่อพิจารณา จากผลการทดสอบ O-NET พบว่า การศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ย

เท่ากับ 25.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566)

ด้วยเหตุนี้ ผลจากการประเมินชี้ให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียนยังไม่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดี จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และเป็นรากฐานที่แข็งแกร่งสำหรับการศึกษาต่อในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์
2. สมประสิทธิ์การถดถอยเชิงซ้อนของตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 9 ห้อง โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ประกอบด้วย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 141 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 119 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 94 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 354 คน (โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร, 2567)

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 119 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 34 คน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 28 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 30 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.51-0.59 มีค่าอำนาจจำแนก 0.86-0.92 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94

2.2 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.46-0.51 มีค่าอำนาจจำแนก 0.88-0.92 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.98

2.3 แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.54-0.61 มีค่าอำนาจจำแนก 0.84-0.90 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

2.4 แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.54-0.58 มีค่าอำนาจจำแนก 0.78-0.86 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94

2.5 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะมาตรวัด 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.76-0.84 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ขออนุญาตจากคณะครุศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 ดำเนินการส่งเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จากงานวิจัย หนังสือ วารสารที่เกี่ยวข้องและขอเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อได้ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

3.3 นำผลจากการสังเคราะห์ มาสร้างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือตาม ขั้นตอนในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.4 ดำเนินการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้กับผู้บริหาร โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคารและทำบันทึกข้อความชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และแจ้งความประสงค์ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

3.5 ติดต่อขอความร่วมมือแก่ครูผู้สอนประจำวิชา เพื่อชี้แจงขอความร่วมมือจากนักเรียน

3.6 ติดต่อประสานงานกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และขอความร่วมมือในการสอบด้วยความตั้งใจเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3.7 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปตรวจสอบความสมบูรณ์และทำการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

3.8 ดำเนินการตรวจให้คะแนน เพื่อประเมินจากการทำ แล้วนำผลจากการทำแบบทดสอบที่นักเรียนได้เขียนตอบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Analysis)

4.2 การสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Analysis) และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปัจจัยที่ส่งผลทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปัจจัย	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1)	13.85	6.52	ปานกลาง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2)	12.55	7.21	ปานกลาง
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3)	9.67	5.01	ปานกลาง
เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4)	3.20	0.69	ปานกลาง

จากตารางที่ 1 พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 13.85 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.52 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 12.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.21 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.67 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.01 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง เจตคติทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 แปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อแสดงว่าปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปร	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Y	1	-	-	-	-
X ₁	.776**	1	-	-	-
X ₂	.823**	.805**	1	-	-
X ₃	.793**	.818**	.819**	1	-
X ₄	.634**	.543**	.623**	.601**	1

หมายเหตุ. **, * ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ มีค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .776, .823, .793 และ .634 ตามลำดับ

2. ผลการสร้างสมการพยากรณ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความถดถอยเชิงซ้อน จากปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P—value
Regression	4	1122.183	280.546	88.74	.000**
Residual	114	360.388	3.161		

Total	118	1482.571	
<i>R</i>	<i>R</i> Square	<i>Adj. R</i> Square	<i>SE.</i> of the Estimate
.870	.757	.748	1.778

จากตาราง 3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปีที่ 2 ได้ค่า $F = 88.74$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .000$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมี H_1 อย่างน้อย 1 ค่า ที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ และพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (R) มีเท่ากับ .870 มีค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 1.778 ส่วนค่า R Square (R^2) จะเป็นค่าที่ระบุว่าคุณภาพการแปรปรวนตัวแปรเกณฑ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรพยากรณ์คิดเป็นร้อยละเท่าไร (หรือที่เรียกว่าอำนาจการพยากรณ์) สามารถหาได้โดยการคูณค่า R Square (R^2) ด้วย 100 จากตารางพบว่า ตัวแปรความแปรปรวนของ Y ได้ 0.757×100 เท่ากับร้อยละ 75.70 ส่วนค่า Adjusted R Square ($Adj. R^2$) เป็นการปรับแก้ค่า R Square (R^2) ให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าค่า R Square (R^2) หากเกิดกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ๆ ค่า R Square (R^2) จะประมาณค่าสูงเกินกว่าค่าจริงของประชากร (Overestimation) จึงควรพิจารณาอำนาจการพยากรณ์ จากค่า Adjusted R Square ($Adj. R^2$) จึงจะเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถทำนายการคิดทางคณิตศาสตร์ได้เท่ากับร้อยละ 74.8

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ กับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์

ตัวแปรที่ถูกเลือกเข้าสมการ	<i>B</i>	<i>B</i> <i>std.error</i>	<i>Beta</i>	<i>t</i>	<i>P</i> — <i>value</i>
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1)	.113	.048	.208	2.363	.020*
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2)	.203	.045	.414	4.530	.000*
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3)	.143	.065	.204	2.200	.030*
เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4)	.047	.020	.138	2.293	.024*
ค่าคงที่(Constant)	-2.663	1.115		-2.389	.019*

หมายเหตุ *,** มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

โดนสามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = -2.663 + 0.113(X_1) + 0.203(X_2) + 0.143(X_3) + 0.047(X_4)$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{\hat{Y}} = 0.208(X_1) + 0.414(X_2) + 0.204(X_3) + 0.138(X_4)$$

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ ความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.52 การแปลความหมาย อยู่ในระดับปานกลาง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.21 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.01 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง เจตคติทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญ .05 โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์มากที่สุด คือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ รองลงมา ได้แก่ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .823, .793, .776 และ .634 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์มากที่สุด นักเรียนที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับสูง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์และเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดี มีแนวโน้มที่จะมีการคิดทางคณิตศาสตร์สูง รองลงมาคือ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับสูง จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ ได้ดี มีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น รองลงมาคือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับสูง จะสามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาได้ดีกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ดี มักจะสามารถพัฒนาการคิดได้ดีขึ้น และรองลงมาคือ เจตคติทางคณิตศาสตร์

เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะมีความมั่นใจและพยายามแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Reys, et al (2004) กล่าวว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน ซึ่งทั้งสองประเภทนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ วาสกรีแสงป้อม (2558) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และเป็นการจัดเตรียมบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมองคณิตศาสตร์ในฐานะวิธีการที่ช่วยให้เข้าใจด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ อลิสร่า ชมชื่น (2550) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความคิด และความรู้ที่เกิดจากการรับข้อมูล และประสบการณ์ทางความคิดโดยการให้สัญลักษณ์ หรือให้ความหมายกับสิ่งหนึ่ง ๆ โดยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แสดงออกทางการปฏิบัติการใช้งานและการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ ได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ฐิติพร ลิณีฐา (2547) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกรักต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Joutsenlahti, J. & Perkkilä, P. (2022) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีสอดคล้องกับงานวิจัย Jawad, L. F. (2022) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์กับการคิดเชิงสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดเชิงสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้อง กับงานวิจัยของ Isa, N. & Ibrahim, H (2023) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขา พบว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดทางคณิตศาสตร์

2. สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่า $F = 88.74$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = 0.00$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมี H_1 อย่างน้อย 1 ค่า ที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ และพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (R) มีเท่ากับ .870 มีค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 1.778 ส่วนค่า $R\text{ Square} (R^2)$ เท่ากับ .757 และค่า Adjusted $R\text{ Square} (Adj.R^2)$ เท่ากับ .748 สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ มีตัวแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ (X_2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) และสามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ($\hat{Y}$) ที่ร้อยละ 74.8 แสดงว่าปัจจัยที่นำเข้าสู่สมการ ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Beta = .205) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Beta = .384) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Beta = .220) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (Beta = .151) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาใช้เป็นข้อมูลในการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำผลที่ได้ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยทุกด้านมีอำนาจในการพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ที่ร้อยละ 74.8 โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนเป็นสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้ สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = -2.663 + 0.113(X_1) + 0.203(X_2) + 0.143(X_3) + 0.047(X_4)$$

พยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{\hat{Y}} = 0.208(X_1) + 0.414(X_2) + 0.204(X_3) + 0.138(X_4)$$

ซึ่งสอดคล้อง กับงานวิจัยของ Zaman, A. (2011) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษา เขต Northwest Frontier Province ประเทศปากีสถาน พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yorulmaz, A., et al. (2017) ได้ศึกษาการศึกษาผลของสภาวะการคิดทางคณิตศาสตร์ของครูประถมต่อความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์

สรุป/ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัย ได้เสนอแนะแนวทางเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ประกอบด้วย

1.1 ครูผู้สอนควรนำปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของ

นักเรียน ควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมและพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบกิจกรรม ที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้โจทย์ปัญหา และส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง นอกจากนี้ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านการให้กำลังใจ การเสริมสร้างความมั่นใจ และการนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการคิดทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต ทั้งนี้ การจัดการเรียนการสอนควรมุ่งเน้น ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ฝึกการให้เหตุผลและวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ตัดสินใจ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.3 จากผลการวิจัย พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ สามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นครูผู้สอนตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับด้านของการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในอนาคตต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย

2.1 การวิจัยครั้งนี้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคารเท่านั้น ควรทำการศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือในบริบทของโรงเรียนที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษา

2.2 จากผลการวิจัยพบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงควรศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น การเรียนรู้แบบ STEM, การใช้สื่อดิจิทัล หรือ การเรียนรู้แบบ Project-based Learning

2.3 ควรที่จะศึกษาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นอกเหนือจากปัจจัย ที่ศึกษามาแล้ว อาจพิจารณาปัจจัยด้านอื่น เช่น สภาพแวดล้อมทางการ

เรียนรู้ บทบาทของผู้ปกครอง หรือ แรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจมีผลต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- จิตติพร ลิขิตฐา. (2547). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร 5 ปี) สาขาคณิตศาสตร์. ใน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร. (2567). ข้อมูลพื้นฐานนักเรียน ปีการศึกษา 2567. เรียกใช้เมื่อ 7 ตุลาคม 2567 จาก <https://www.bppschoo.ac.th/>.
- วาสุกรี แสงป้อม. (2558). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2). 210-215.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). ผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2566. เรียกใช้เมื่อ 1 เมษายน 2567, จาก www.niets.or.th.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ปี 2022 ของประเทศไทย. เรียกใช้เมื่อ 1 เมษายน 2567 จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>.
- อลิสรา ชมชื่น (2550), การพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. ใน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Isa, N., & Ibrahim, H. (2023). The relationship between students' mathematics attitude and their mathematical thinking. *Journal of Islamic, Social, Economics and Development (JISED)*, 8(56), 664–680.
- Jawad, L. F. (2022). Mathematical connection skills and their relationship to creative and effective thinking among secondary school students. *Journal of Education and Practice*, 13(5), 421–430.
- Joutsenlahti, J., & Perkkilä, P. (2022). Mathematical thinking and understanding in learning of mathematics. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 10(2), 1–6.
- Kriegler, S. (2004). Just what is algebraic thinking. Retrieved April 10, 2024. from shastacoe.org



- Reys, R. E., et al. (2004). Helping children learn mathematics. (7th ed.). NY: John Wiley & Sons.
- Rickart, C. (1997). Structuralism and mathematical thinking. In *The Nature Mathematical Thinking*. (1st ed.). Routledge.
- Yorulmaz, A., et al. (2017). Investigation of the effects of mathematical thinking states of form teachers on their mathematics teaching anxieties. *European Journal of Educational Research*, 6(4), 485–493.
- Zaman, A. (2011). Relationship between mathematical thinking and achievement in mathematics among secondary school students of North West Frontier Province, Pakistan. In *Doctoral dissertation*. Faculty of social Sciences. International Islamic University, Islamabad, Pakistan.