

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	:	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	:	นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์
ปริญญา	:	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา
ปีที่สำเร็จการศึกษา	:	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) สร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 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 โดยมีค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังนี้ .823, .793, .776 และ .634 ตามลำดับ ซึ่งทุกตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน แบบสเต็ปไวส์ มีตัวแปรแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) และสามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ($\hat{Y}$) ที่ร้อยละ 74.8 ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

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

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Factors affecting mathematical thinking of Mathayomsuksa 2 students.
Author : Mr.Soraoat Thiamwong
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisor : Assistant Professor Dr. Navapon Nontapa
Year : 2025

ABSTRACT

This research aimed to (1) study the factors affecting mathematical thinking of Mathayomsuksa 2 students. (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. (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

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

Keywords: Mathematical Thinking, The Factors Affecting Mathematical Thinking.



_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาและการสนับสนุนจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอน้อมแสดงความขอบคุณด้วยความเคารพอย่างสูง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นวพล นนทภา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยะธิดา ปัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รามนรี นนทภา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนชี้นำแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส นางพรลภัส ศิลป์ศิริวานิชย์ และนายเอกชัย ฤทธิโคตร ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความเหมาะสม ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและท่านผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยารคาร ดร. ตวัญจ์ลักษณ์ พวงนิล และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการดำเนินการวิจัยในสถานศึกษา รวมถึงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบวัด และทำแบบทดสอบอย่างเต็มใจ อันนำไปสู่ผลการวิจัยที่มีคุณค่า

ผู้วิจัยขอน้อมมอบคุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แด่บิดา มารดาผู้มีพระคุณยิ่ง ตลอดจน ครู อาจารย์ และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน และผู้มีอุปการคุณทั้งหลายที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดในการศึกษาและการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค
ABSTRACT ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4
1.3 สมมติฐานการวิจัย 4
1.4 ขอบเขตการวิจัย 5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.6 ประโยชน์ที่คามว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 8
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 8
2.2 การคิด 14
2.3 การคิดทางคณิตศาสตร์ 21
2.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ 26
2.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน 38
2.6 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน 42
2.7 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ 49
2.8 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 58
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 70
2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย 95

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 96
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 96
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 98
3.3 การสร้างเครื่องมือการวิจัย 99
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 111
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 120
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 120
บทที่ 4 ผลการวิจัย 126
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 126
4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล 127
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 127
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 155
5.1 สรุป 155
5.2 อภิปรายผล 156
5.3 ข้อเสนอแนะ 159
บรรณานุกรม 161
ภาคผนวก 175
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 176
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ 233
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 247
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูล 249
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 254
ประวัติผู้วิจัย 255

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 13
2.2 ผลการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ 29
2.3 ข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Ach) และเจตคติ (Atti) ในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 40
2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง 44
2.5 รูปการณ์ทดลองสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย 46
2.6 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า 61
2.7 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนก 68
3.1 จำนวนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 99
3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 100
3.3 จำนวนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 102
3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 103
3.5 จำนวนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 105
3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 105
3.7 จำนวนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 107
3.8 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 107
3.9 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 109
3.10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ 112
3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจ 113
3.12 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ 114

ตารางที่ **หน้า**

3.13 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 115
3.14 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ 117
3.15 เกณฑ์ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้น 117
3.16 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 118
3.17 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ 118
3.18 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 119
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 128
4.2 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านความเข้าใจ จากแบบทดสอบความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ 128
4.4 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ 129
4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ 130
4.6 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 130
4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 131
4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 119 คน 133
4.9 ผลการศึกษาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน การคิดทางคณิตศาสตร์ แต่ละระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ 134
4.10 ความถี่และร้อยละของคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน โดยจำแนกตามระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ 134
4.11 การเปรียบเทียบระดับการคิดทางคณิตศาสตร์และปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทาง คณิตศาสตร์และระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 143

ตารางที่ **หน้า**

4.12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 151
4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน 152
4.14 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ 153
ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ 234
ข.2 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ 234
ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 235
ข.4 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 236
ข.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ 237
ข.6 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ 237
ข.7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 237
ข.8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 239
ข.9 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 240
ข.10 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 241

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 95
3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 98
4.1 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 136
4.2 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 137
4.3 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ 138
4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 139
4.5 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 139
4.6 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 140
4.7 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 141
4.8 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์
ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 141
4.9 แผนภาพภูมิแท่งแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ 142
4.10 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง
มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 145
4.11 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง
มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 146
4.12 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ
มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 146
4.13 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง
มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 147

ภาพที่ **หน้า**

4.14 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง
มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับสูง 148
4.15 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ
มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ 149
4.16 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง
มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 149
4.17 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง
มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง 150
4.18 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ
มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ..... 151

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) จากความสำคัญดังกล่าวจะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญศาสตร์ซึ่งการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ และมีความสามารถในการเลือกสื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 7) ซึ่งทุกทักษะมีความสำคัญ แต่กระบวนการคิดที่ต้องสร้างให้เกิดในตัวผู้เรียนจะนำไปสู่การตัดสินใจ คือ กระบวนการการให้เหตุผล การให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ การแสดงเหตุผลมีค่ามากกว่าคำตอบที่ได้จากการแสดงหาคำตอบ เพราะการให้เหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล การที่นักเรียนได้คำตอบถูกต้อง แต่ใช้เหตุผลผิดทำให้เกิดความคาดเคลื่อนในคณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่ทราบว่าคำตอบผิดและไม่ทราบว่าผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูก แต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิด แต่ความสามารถ

ค้นพบทางอย่างเป็นเหตุผลว่าอะไรผิด และผิดเพราะอะไร การคิด เชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไป มี 2 ลักษณะ คือ การคิดเชิงเหตุผลแบบอุปนัย และการคิด เชิงเหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงตรรกะในทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลมีความสำคัญมาก เนื่องจาก ในกระบวนการให้เหตุผลผู้เรียนต้องใช้การคิดหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง (อัมพร ม้าคนอง, 2554, น. 49)

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการกับปัญหาที่ประสบอย่างไร มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหา ต้องใช้เวลา และความมุ่งมั่น เพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถาม และหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด การเพิ่มพูนการคิด ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดยฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างตรงไปตรงมา คิดไตร่ตรองจากประสบการณ์เดิมการลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าสืบสวน สอบสวนค้นคว้าหาคำตอบ ผู้ใดมีความคิดลักษณะนี้ จะช่วยบ่งชี้ว่าจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย (Rickart. 1996, p. 285) ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ มนุษย์ได้ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา แต่ไม่ได้สนใจศึกษาปัญหานั้นเท่าใดนัก แต่หากมีบางคนให้ความสนใจสนุกกับปัญหาที่เกิดขึ้น มีความกระตือรือร้น พยายามศึกษารูปแบบโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าคน ๆ นั้น ได้ใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ (Jackson, et al, 1994, p. 1) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และการสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ และกล่าวย้ำว่า ถ้าสนับสนุนจุดนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย (Greenwood, 1993, p. 58) องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มี 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วย การใช้ยุทธวิธีในการ แก้ปัญหา และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และการให้เหตุผล (Reasoning Skills) พิจารณาในส่วนของการให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัย เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิด ทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เนื่องจากการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่กำลังประสบอยู่คือ ไม่รู้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กเป็นแบบใด ควรทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง (Kriegler 2004, p. 28)

ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์ให้เกิดผลย่อมต้องอาศัยปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ก็คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถที่เป็นผลมาจาก

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา วัดจากความรู้ความสามารถทางสมอง หรือสติปัญญาของบุคคลนั้น (โชติกา ภาษีผล, 2558, น. 39) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) เป็นการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความคิด ความจริง และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีอยู่นั้นมา สัมพันธ์กับสถานการณ์ ปัญหาใหม่หรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถแปล่ความ บรรยายเรื่องเดิมโดยใช้ถ้อยคำใหม่หรือภาษาใหม่ ตีความเป็นการนำเรื่องราวเดิมมาบันทึกใหม่จัดลำดับเนื้อเรื่องใหม่โดยยังคงสาระสำคัญ และความสัมพันธ์ในเรื่องเดิมแล้วย่อเป็นข้อสรุป และขยายความเป็นการขยายความคิดให้ไกลออกไป โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เดิมในตอนแรกและเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปต่อยอดพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น และยังสามารถนำความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นั้นไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ (Hibert and Carpenter 1992, p. 1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge) ประกอบด้วย ความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือความรู้ที่เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และความรู้ที่เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ คือความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทาง วิธีการเกิดจากกระบวนการกระทำต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอน (อัมพร ม้าคะนอง, 2553, น. 3-5) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น ความสามารถของนักเรียนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับครามรู้หรือสถานการณ์อื่นที่ตัวเองพบ เป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาการเชื่อมโยงทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมกันมากในห้องเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ (2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน (3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (อัมพร ม้าคนอง, 2554, น. 60) และอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นคุณค่าหรือไม่เห็นคุณค่า รวมทั้งพร้อมหรือไม่พร้อมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2555, น. 189)

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ปี 2022 ของประเทศไทยพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งลดลงจากการประเมิน ครั้งก่อนใน

ปี 2018 ถึง 25 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของประเทศสมาชิก OECD อยู่ที่ 472 คะแนน ซึ่งหมายความว่าคะแนนของนักเรียนไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD การลดลงของคะแนนในครั้งนี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการปรับปรุงระบบการศึกษาไทย เพื่อยกระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566, น. 1) เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาผลสอบ O–NET พบว่า การศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566, น. 1)

ด้วยเหตุนี้ ผลจากการประเมินชี้ให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียนยังไม่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดี จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยให้พัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และเป็นรากฐานที่แข็งแกร่งสำหรับการศึกษาต่อในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2.2 เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์

1.3.2 สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงส่วนของตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากร

ประชากรใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 170 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

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

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดทางคณิตศาสตร์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ช่วงเวลาที่ใช้เก็บของมูลวิจัยครั้งนี้คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิด หมายถึง กระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่ตอบสนองสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูล การประมวลผล และการสร้างความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ โดยพยายามปรับความรู้ความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ตลอดเวลา

การคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้น เมื่อต้องเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักและวิธีการทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยหลายปัจจัย โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์จากทฤษฎีเกี่ยวข้อง และจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการนำความรู้ที่รู้มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ โดยสามารถแสดงออกได้ 4 รูปแบบ ดังนี้ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์ 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้ 4) ความเข้าใจในการนำเสนอ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) เป็นความเข้าใจในหลักการพื้นฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ และความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ความรู้เชิงขั้นตอน (Procedural Knowledge) เป็นทักษะในการปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การวาดกราฟ หรือการพิสูจน์ทฤษฎีบท และความรู้เกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ มี 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

เจตคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เจตคติทางคณิตศาสตร์นั้นถ้าเป็นไปในทางที่ดีจะส่งผลทำให้คนเราเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ชอบคณิตศาสตร์ก็มักจะแสดงพฤติกรรมด้านไม่ดีต่อคณิตศาสตร์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อสนเทศในการช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6.2 ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

1.6.3 ได้สมการพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6.4 ช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนใช้ผลของงานวิจัยนำไปวางแผนพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

1.6.5 ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางให้กับโรงเรียน เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน

1.6.6 ผู้ปกครองสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่บุตร ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของบุตร

1.6.7 ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียน โดยสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการวางแผน กำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษา และพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน
2. การคิด
3. การคิดทางคณิตศาสตร์
4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์
5. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
6. การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน
7. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
8. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
10. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-5)

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน

ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำ ไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค. 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค. 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ส่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถดังนี้

2.1.4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.5 คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพดังนี้

2.1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.5.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.5.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.6 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2เวลา 60 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 1.5 หน่วยกิต ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ/กระบวนการเกี่ยวกับเรื่องดังต่อไปนี้

สถิติ (2) การนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูล แผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์ และการนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

ความเท่ากันทุกประการ ความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ มุม-ด้าน-มุม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ มุม-มุม-ด้าน รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบฉาก-ด้าน-ด้าน

เส้นขนาน สมบัติของเส้นขนาน เส้นขนานและมุมภายใน เส้นขนานและมุมแย้ง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม

การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิต การสร้างและการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้าง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม

การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสอง

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

ลำดับ	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)
1	สถิติ (2)	ค3.1 ม.2/1	การนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูล แผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์ และการนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง	12
2	ความเท่ากันทุกประการ	ค2.2 ม.2/4	การระบุด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, ด้าน-ด้าน-ด้าน, มุม-มุม-ด้าน และฉาก-ด้าน-ด้าน เท่ากันทุกประการ การนำสมบัติของความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในการให้เหตุผล	13
	ทดสอบกลางภาค			1
3	เส้นขนาน	ค2.2 ม.2/2	สมบัติของเส้นขนาน และบอกเงื่อนไขที่ทำให้เส้นตรงสองเส้นขนานกัน การใช้สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	11
4	การให้เหตุผลทางเรขาคณิต	ค2.2 ม.2/1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิต การสร้างและการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้าง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ และเป็นผลต่างกำลังสอง	13

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)
ทดสอบปลายภาค				1
รวม				60

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 1.5 หน่วยกิต ประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สถิติ (2) จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความเท่ากันทุกประการ จำนวน 13 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เส้นขนาน จำนวน 11 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การให้เหตุผลทางเรขาคณิต จำนวน 13 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 9 ชั่วโมง รวมถึงการทดสอบกลางภาคและการทดสอบปลายภาค จำนวน 2 ชั่วโมง จำนวนเวลาทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้างต้นประกอบด้วย ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชาและตัวชี้วัด โดยมีการปรับปรุงให้มีความทันสมัย คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานรหัสวิชา ค 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สถิติ ประกอบด้วย แผนภาพจุด 2 ชั่วโมง แผนภาพต้น-ใบ 3 ชั่วโมง ฮิสโทแกรม 3 ชั่วโมง และค่ากลางของข้อมูล 4 ชั่วโมง มาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2 การคิด

การคิดเป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ซึ่งมีศักยภาพสูงมาก และเป็นส่วนที่ทำให้มนุษย์แตกต่างไปจากสัตว์อื่น ๆ ผู้มีความสามารถสูงในการคิด สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงไปได้และมีการพัฒนาชีวิตของตนให้เจริญงอกงามยิ่ง ๆ ขึ้นไป ผู้มีความสามารถในการคิดจึงมักได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำในองค์กรหรือกลุ่มต่าง ๆ การคิดมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการคิดเป็นปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลต่อการกระทำและการแสดงออกของบุคคล ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการคิดจึงเป็น

จุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษาตลอดมา แต่จะทำได้มากน้อยหรือดีเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจ และปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวย (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2552)

2.2.1 ความหมายของการคิด

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิด ไว้ดังนี้

Russel (1956, pp. 3-28) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นกระบานการการคิดจะเริ่มจากการตั้งต้นที่บางสิ่งบางอย่างผ่านไปสู่แบบรูปของความสัมพันธ์ และไปสู่จุดมุ่งหมายหรือข้อสรุป การเรียนรู้จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการคิดแบบต่าง ๆ Russell ได้จำแนกการคิดในสถานการออกเป็น 6 ประเภท คือ การคิดแบบการหยั่งรู้ (Perceptual Thinking) การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) การคิดแบบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Thinking) ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ การคิดแบบสร้างสรรค์หรือจินตนาการ (Creative or Imaginative Thinking) คิดแบบวิจารญาณ (Critical Thinking) และการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving)

Jean Piaget (1964, p. 8) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นความสามารถในการวางแผนและการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม การคิดเกิดจากบุคคลได้รับประสบการณ์จากการปะทะสังสรรค์กับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาความคิด ได้แก่ กระบวนการดูดซับ ซึ่งจะค่อย ๆ ซึมซับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ และกระบวนการปรับให้เหมาะ โดยพยายามปรับความรู้ความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ตลอดเวลา

Berger (1984, p. 306) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นลักษณะเฉพาะของมนุษย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) มีแนวทางอันแนวแน่ โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์การจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ผ่านเข้าทางอวัยวะรับสัมผัส การรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำมาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบมีเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ การแก้ปัญหานั้นอาศัยนามธรรม และสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่ การคิดมักจะจบลงด้วยการสรุปในขั้นสุดท้าย

Barry Beyer (1985, p. 297) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นการค้นหาความหมายผู้ที่คิดคือผู้กำลังค้นหาความหมายของอะไรบางอย่าง นั่นคือ การใช้สติปัญญาของตนทำความเข้าใจกับการนำความรู้ใหม่ที่ได้รวมเข้ากับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อหาค้าตอบว่าคืออะไร กล่าวได้อีกลักษณะหนึ่งว่า เป็นการเอาข้อมูลที่เพิ่งรับรู้เข้ามาใหม่ไปรวมกับข้อมูลเก่าที่ระลึกได้เพื่อสร้างเป็นความคิดหรือข้อตัดสิน

Ennis (1985, p. 75) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งของสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัดได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติมาช่วย

ในการวัด การที่เราสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป่าหมายโดยตรง หรือคิดค้นข้อสรุปอันเป็นค้าตอบสำหรับการตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2546, น. 3) ให้ความหมายไว้ว่า การคิด เป็นผลผลิตจากกระบวนการทำงานของสมองโดยปกติมนุษย์คิดอยู่เกือบตลอดเวลา ลักษณะการคิด แบ่งเป็นการคิดที่ไม่มีจุดมุ่งหมาย (Undirected Cognition) ซึ่งเป็นการคิดแบบอิสระ ปะติดปะต่อกันอย่างไม่มีการจัดระเบียบ และการคิดแบบมีจุดหมาย (Directed Cognition) เป็นการคิดแบบมีทิศทาง มีการจัดระเบียบและวัตถุประสงค์เฉพาะ

ทิพย์วัลย์ สีจันทร์ และคณะ (2548, น. 1) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นกลไกอย่างหนึ่งของสมอง ซึ่งสมองเป็นต้นเหตุให้เกิดการคิดสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างน่าประหลาด การคิดที่มนุษย์เรารู้จักคิดเป็น จะทำให้เกิดการสร้างสรรค์และพัฒนาในด้านต่าง ๆ อย่างมากมาย

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, น. 7) ให้ความหมายไว้ว่า การคิด คือ พฤติกรรมภายในสมองที่อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบของการปฏิบัติการทางสมองที่เป็นกระบวนการแห่งการคิดโดยเริ่มจากสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัด วิตกกังวล อารมณ์ตึงเครียดไม่สบายใจจึงต้องมีการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้คลายความรู้สึกไม่สบาย หรือเพื่อแก้ไข ปัญหานั้นให้สำเร็จลุล่วงไปและเกิดความสุขสบายใจได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556, น. 72) ให้ความหมายไว้ว่า การคิด คือ กิจกรรมทางความคิดที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเขาะจงเรารู้ว่าเรากำลังคิดเพื่อวัตถุประสงค์อะไรบางอย่างและสามารถควบคุมให้คิดจนบรรลุเป้าหมายได้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 1) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นธรรมชาติของมนุษย์ที่มีติตัวมาตั้งแต่เกิด เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต การวางแผนและปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นทั้งที่คิดอย่างมีเป้าหมาย ประสิทธิภาพในการคิดก็จะมีมากขึ้นส่งผลให้เกิดผลดี มีคุณค่าต่อตนเองและส่วนรวมมากขึ้น

นลินี ณ นคร (2561, น. 5) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่ตอบสนองสิ่งเร้าต่างๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และ เป็นไปตามธรรมชาติเพื่อใช้ในการสร้างแนวคิด องค์ความรู้ มโนทัศน์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงผ่านกระบวนการการทำความเข้าใจ ตีความหมายข้อมูลจำแนกแยกแยะ จัดกลุ่ม เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการสรุปอ้างอิง

สรุปได้ว่า ความหมายของการคิด คือกระบวนการทางจิตที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูล การประมวลผล และการสร้างความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจและการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม

2.2.2 องค์ประกอบของการคิด

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายขององค์ประกอบของการคิด ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2551, น. 53) ให้ความหมายไว้ว่า องค์ประกอบของการคิด ประกอบไปด้วย 1) สิ่งเร้า เป็นสื่อและองค์ประกอบแรก ที่เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดการรับรู้ สิ่งเร้าทำให้เกิดปัญหาความสงสัยหรือความขัดแย้งจะก่อให้เกิดการคิดอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ ภาพ เสียง ข้อมูล สัญลักษณ์ กิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ 2) การรับรู้ บุคคลสามารถรับรู้ได้ โดยประสาททั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้นและผิวหนังระดับการรับรู้ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสิ่งเร้า และความสามารถรับรู้ของแต่ละบุคคลเมื่อรับรู้แล้วเกิดปัญหา หรือข้อสงสัยจะกระตุ้นให้เกิดการคิด 3) จุดมุ่งหมายในการคิดผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการคิดแต่ละครั้งว่า ต้องการเหตุผลเพื่ออะไร เช่น เพื่อแก้ปัญหา ตัดสินใจหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ฯลฯ จะช่วยให้เลือกใช้วิธีคิด ได้ถูกต้องและได้ผลตรงกับความต้องการ 4) วิธีคิด การคิดแต่ละครั้งจะต้องเลือกวิธีที่ตรงกับจุดมุ่งหมายในการคิดนั้น ๆ เช่น คิดเพื่อตัดสินใจควรใช้วิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหาควรใช้วิธีคิดแบบแก้ปัญหา ฯลฯ 5) ข้อมูลหรือเนื้อหา ข้อมูลหรือเนื้อหาจะใช้ประกอบความคิดใดๆ อาจจะเป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรือข้อมูลการรู้ใหม่ที่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ซึ่ง ดร.โกวิท วรพิพัฒน์ เสนอว่าการคิดแต่ละครั้ง ควรประกอบด้วยข้อมูล 3 ด้าน คือข้อมูลตนเอง ข้อมูลสังคมและสิ่งแวดล้อมและข้อมูลทางวิชาการ 6) ผลของการคิดเป็นผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมองหรือกระบวนการคิดของสมอง

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2552, น. 34). ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเกิดขึ้นโดยอาศัยองค์ประกอบที่จำเป็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ผู้คิด คุณลักษณะทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และสังคม รวมทั้งบุคลิกภาพของผู้คิด ล้วนมีผลต่อการคิด 2) สิ่งเร้า หรือข้อมูล เนื้อหา ที่กระตุ้นให้เกิดการคิด และใช้ในการคิด การมีข้อมูลในการคิดอย่างเพียงพอ ช่วยให้การคิดมีความรอบคอบขึ้น 3) การรับรู้สิ่งเร้าหรือข้อมูลการคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบุคคลมีการรับรู้สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่ผ่านมา โดยปกติคนเราจะเลือกรับรู้สิ่งเร้าที่มีความหมายต่อตน ทำให้การรับรู้สิ่งเร้าของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน 4) จุดมุ่งหมายของการคิด เมื่อสิ่งเร้ากระตุ้นให้บุคคลเกิดการคิดแล้ว การคิดจึงเริ่มต้น โดยมีจุดมุ่งหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น คิดเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่สงสัย คิดเพื่อให้ได้ความคิดแปลกใหม่ คิดเพื่อแก้ปัญหา ฯลฯ 5) กระบวนการคิดหรือวิธีการคิด หมายถึง กระบวนการทางสมองของบุคคลในการจัดกระทำกับข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่รับเข้ามา ซึ่งก็คือการใช้กระบวนการคิดต่าง ๆ นั่นเอง กระบวนการคิด (Cognitive Process) ของบุคคล พัฒนามาจากประสบการณ์การรับรู้ และการจัดกระทำต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับมาตั้งแต่เกิด สั่งสมเป็นประสบการณ์ ความรู้ และทักษะการคิดของบุคคลนั้น ทักษะทางการคิด จำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ เรียกว่า ทักษะการคิด (Thinking Skills) และกระบวนการคิด (Thinking Process) 5.1 ทักษะการคิด หมายถึง ทักษะย่อย ๆ ในการดำเนินการคิดลักษณะต่าง ๆ ที่บุคคลใช้ในการสร้างความหมายของข้อมูล ประสบการณ์ หรือสิ่งเร้าต่าง ๆ

ประกอบด้วย (ก) ทักษะการคิดพื้นฐาน (Basic Thinking Skills) เช่น ทักษะการสื่อสาร (ฟัง พูด อ่าน เขียน การแสดงออก) ทักษะการสังเกต สำรวจเปรียบเทียบ เชื่อมโยง จัดหมวดหมู่ การแปลความ ตีความ ใช้เหตุผล และ (ข) ทักษะการคิดขั้นสูง (higher-order thinking skills) เช่น ทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า จัดระบบ จัดโครงสร้าง 5.2 กระบวนการคิด หมายถึง การคิดที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง อันนำไปสู่จุดมุ่งหมายของกระบวนการคิดนั้น ๆ เช่น กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการคิด เพื่อให้ได้แนวทางแก้ปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) คือ ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการคิด เพื่อให้ได้คำตอบที่สมเหตุสมผล น่าเชื่อถือ และกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการคิด เพื่อให้ได้สิ่งแปลกใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม และใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าเดิม 6. ผลของการคิด เมื่อดำเนินการคิดจนสำเร็จตามจุดมุ่งหมายแล้ว จะเกิดผลของการคิดนั้น ๆ ซึ่งจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ (ก) ผลลัพธ์ของการคิด หมายถึง คำตอบที่เป็นผลของการคิด เรื่องนั้น ๆ ถือเป็นการแสดงออกของความสามารถในการคิดของบุคคลนั้น (ข) ทักษะกระบวนการคิด หมายถึง ความชำนาญในการใช้ทักษะหรือกระบวนการคิดต่าง ๆ ในการคิด โดยปกติแล้ว หากผู้คิดมีทักษะกระบวนการคิดที่ดีก็มักจะได้ผลของการคิดที่ดีตามมาด้วย

มรุต ก้องวิริยะไพศาล และคณะ (2558, น. 3) ให้ความหมายไว้ว่า ปัจจัยพื้นฐานของการคิด ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) คุณลักษณะของผู้คิด การที่มนุษย์เรามีสามารถในการคิดที่แตกต่างกัน ต้องอาศัย ปัจจัยที่เป็นพื้นฐานเริ่มจากตัวผู้คิดเองจะต้องมีคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิด ได้แก่ ความปกติของสมอง ความมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ และอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้ว 2) สิ่งเร้า เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้คิดเกิดความสนใจ เอาใจใส่ สังเกต พิจารณาไตร่ตรอง เพื่อให้เกิดกระบวนการคิด การคิดจะเกิดขึ้นเมื่อประสาทรับรู้ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า ซึ่งสมองจะเลือกรับรู้สิ่งที่มากระตุ้นนั้น สิ่งเร้าที่เกิดขึ้นอาจเป็นสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ได้จาก คน สัตว์ สิ่งของ ความ ต้องการ และเหตุการณ์ต่าง ๆ 3) สื่อและอุปกรณ์สำหรับช่วยคิด จินตนาการตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการคิดขึ้นมา เช่น รูปทรงของเรขาคณิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นการสนับสนุนทางด้าน ที่ทำให้เกิดทักษะการคิด

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิด แบ่งได้ดังนี้ 1) ผู้คิด (Thinker) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการคิด โดยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะส่วนบุคคล เช่น สติปัญญา อารมณ์ จิตใจ ประสบการณ์ และความรู้ความเข้าใจ 2) สิ่งเร้า (Stimulus) เป็นตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดการคิด อาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์ ข้อมูล หรือความคิดที่เข้ามาสัมผัสกับผู้คิด 3) การรับรู้ (Perception) เป็นกระบวนการที่ผู้คิดนำสิ่งเร้าเข้ามาประมวลผลทางสมอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจและตีความหมาย 4) จุดมุ่งหมาย (Purpose) เป็นเป้าหมายที่ผู้คิดต้องการบรรลุจากการคิด เช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ 5) กระบวนการคิด (Thinking Process) เป็นขั้นตอนการทำงานของสมองในการประมวลข้อมูลและ

นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน หรือสร้างสรรค์ 6) ข้อมูล (Information) เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการสนับสนุนกระบวนการคิด อาจเป็นความรู้ ประสบการณ์ หรือข้อมูลใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ 7) สื่อและอุปกรณ์ (Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการคิด เช่น กระดาษ ปากกา คอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมต่าง ๆ

2.2.3 ความสำคัญของการคิด

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความสำคัญของการคิด ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549, น. 68) ให้ความหมายไว้ว่า “การคิด” (Thinking) เป็นตัวกำหนดสิ่งที่เรารู้ (Knowing) ความรู้ที่เราได้จากการคิดนั้นจะเป็นตัวกำหนดความเป็นตัวเรา (Being) เราคิดอย่างไร เรารู้อะไร เราจะเป็นเช่นนั้นและความเป็นตัวเราจะเป็นตัวกำหนดวิถีชีวิตของเรา (Living) ซึ่งจะทำให้เราแสดงออก (Manifesting) ทั้งคำพูด และการกระทำโดยอาจถ่ายทอดเป็นการเขียน (Writing) การพูด (Speaking) การกระทำ (Doing) และการแสดงอากัปกิริยาต่าง ๆ (Behaving) ขอเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการกำหนดการแสดงออกของมนุษย์ (Human-Manifesting Process)

ลักขณา สริวัฒน์ (2555, น. 89) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเป็นธรรมชาติของมนุษย์ที่สำคัญที่สุด ที่จะมีผลและรากฐานของการเปลี่ยนแปลงสิ้นชีวิตของแต่ละบุคคลในการดำเนินงานของสังคม ถ้าแต่ละคนคิดดี คิดถูกต้อง คิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่าการคิดจึงเป็นเรื่องสำคัญของมนุษย์ การคิดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อน สังคมจะก้าวหน้าต่อไปได้ก็เมื่อบุคคลในสังคมมีความคิด รู้จักคิดป้องกันหรือคิดแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน และพัฒนาปรับปรุงภาวะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น บุคคลที่เกี่ยวข้องกับเด็กจึงต้องช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดให้แก่เด็กอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เป็นผู้ใหญ่หรือบุคคลที่มีความคิดกว้างไกลสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างราบรื่น คนต้องอาศัยความคิดเป็นสิ่งนำไปสู่การดำเนินชีวิต การดำเนินงาน ที่มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล สำหรับการคิดนั้นเป็นกระบวนการทางจิตใจที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ แม้ว่าทุกคนจะมีความคิดแต่ก็มองไม่เห็นได้โดยตรง ต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรม การแสดงออกและการกระทำ สรุปความสำคัญของการคิดเป็นข้อๆ ได้ดังนี้ 1) การคิดเป็นธรรมชาติของความคิดของมนุษย์ที่สำคัญที่สุด เพราะมีผลและรากฐานของการเปลี่ยนแปลง ในการดำรังชีวิตของแต่ละบุคคลในการดำเนินงานของตนและสังคม ถ้าทุกคนคิดดีคิดถูกต้องและคิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของแต่ละคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่า 2) การคิดกับภาษา เนื่องจากการคิดจะต้องใช้ภาษาสื่อออกมาให้ผู้อื่นรู้ว่าต้องการอะไรหากไม่มีภาษา การคิดก็จะเกิดขึ้นไม่ได้เลย ไม่ว่าจะเป็นความคิดชนิดใดก็ตามต้องอาศัยภาษาเป็นสื่อในการช่วยให้เป็นรูปแนวคิดขึ้นมาด้วยเหตุที่ว่าภาษาเป็นผลิตผลของสังคมหรือกลุ่ม ความคิดซึ่ง ต้องมีความเกี่ยวข้องกับภาษาตลอดเวลาย่อมต้องได้รับอิทธิพลจากการที่ได้มีส่วนร่วมอยู่ในวงสังคม ด้วยอย่างแน่นอน 3) การคิดกับพฤติกรรม การคิดนั้นย่อมก่อให้เกิดการกระทำและเปลี่ยนการกระทำของมนุษย์ที่มีแต่ความต้องการ ความอยาก

ความใคร่ ที่เกินความพอดีที่ไม่มีที่สิ้นสุดให้กลายเป็นการกระทำที่เฉลียวฉลาด ดังนั้นผู้ที่มีความคิดจะทำอะไรย่อมมีการไตร่ตรอง มีการพิจารณาให้ละเอียดรอบคอบถึงผลดีผลเสียก่อนลงมือทำ จึงจะได้รับความสำเร็จในกิจการงานนั้น ๆ แต่ถ้ามีความคิดคลโกงผู้อื่นไม่ว่าจะเป็นเรื่องใดก็ตาม เขาจะแสดงออกถึงการกระทำที่ไม่สุจริตและไม่สามารถปฏิบัติได้นานเนื่องจากความชั่วจะแสดงออกหางพฤติกรรมที่ไม่ปกติและถูกจับได้ในที่สุด การคิดจึงเป็นกระบวนการทางจิตใจที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้แม้ว่าทุกคนจะมีความคิด แต่ก็มองไม่เห็นได้โดยตรงต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมที่เป็นการแสดงออกและการกระทำ 4) การคิดกำหนดความเป็นตัวเรา การคิดเป็นตัวกำหนดสิ่งที่เรารู้ และความรู้ที่ได้จากการคิดนั้นจะเป็นตัวกำหนดความเป็นตัวเรา (Being) เราคิดอย่างไร เรารู้อะไร เราจะเป็นเช่นนั้นและความเป็นตัวเราจะเป็นตัวกำหนดวิถีชีวิตของเรา (Living) ซึ่งจะทำให้เราแสดงออก (Manifesting) ทั้งคำพูดและการกระทำ โดยอาจถ่ายทอดเป็นการเขียน การพูดการกระทำ และการแสดงออกถึงกิริยาอาการต่าง ๆ กระบวนการดังกล่าวก็ได้รับการขนานนามว่ากระบวนการกำหนดการแสดงออกของมนุษย์ (Human Manifesting Process) จะเห็นได้ว่าสิ่งที่เราคิดมีความสำคัญมากเพราะสะท้อนในเรื่องความเป็นตัวเราหรือสิ่งที่มีอยู่ภายในตัวตนของเราออกมา จึงสรุปได้ว่าเราคิดเช่นไรสิ่งที่เราแสดงออกมาย่อมเป็นเช่นนั้นผ่านการพูดและการเขียน ความคิดของเราเป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการแสดงออกของเราได้ 5) การคิดเป็นพื้นฐานของสติปัญญาและความรู้ความเข้าใจ คนเราจะเริ่มคิดและหาคำตอบให้ได้ดียิ่งขึ้นหากได้ใช้เวลาในการคิดทบทวน และคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนที่จะ ตัดสินใจ จึงมีคำกล่าวมาแต่โบราณว่า จงคิดก่อนพูดและคิดก่อนทำ 6) การคิดเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจ จากการศึกษาของนักจิตวิทยาหลานท่านพบว่าในแต่ละวันมีความคิดมากกว่า 10,000 ความคิดที่เกิดขึ้นในสมองของมนุษย์และนั่นคือในแต่ละปีจะมีมากกว่า 3,500,000 ความคิด เนื่องจากมีความคิดจำนวนมากมายที่เข้ามากระทบสมองของเราจึงเป็นเหตุให้ต้องมีการตัดสินใจ 7) การคิดนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญต่าง ๆ ของโลก ด้วยลักษณะธรรมชาติของมนุษย์ที่มีความต้องการต่าง ๆ ทั้งด้านพื้นฐานอันได้แก่ ปัจจัยสี่ และความต้องการที่สูงขึ้นนอกจาก ปัจจัยสี่ ได้แก่ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ความสำเร็จความสะดวกสบายทั้งทางกายและใจ อันนำมาซึ่งความสุขทั้งหลาย โดยความต้องการดังกล่าวจะเป็นตัวกระตุ้นให้คนเราไม่พอใจในความเป็นอยู่ตามธรรมชาติที่ได้รับ โดยเริ่มต้นที่การคิดให้ได้ในสิ่งที่ตนต้องการจึงเกิดความคิดที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาวะต่าง ๆ ในโลกดังเช่นในขณะนี้ที่มีสภาพแตกต่างจากอดีตเกือบทุกด้านโดยสิ้นเชิงเช่น การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วอยู่ในโลกที่ไร้พรมแดน เราสามารถพูดคุยกันกับบุคคลอื่นที่อยู่ ห่างไกลคนละที่ได้ทางเครื่องคอมพิวเตอร์หรือตามภาษาคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Chat ที่แปลว่าพูดคุย ซึ่งเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ หรือใช้โทรศัพท์มือถือพูดคุยกันโดยตรง และโทรศัพท์มือถือ ยังได้รับการพัฒนาให้ใช้ถ่ายภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย ประเทศใดเป็นมหาอำนาจ มักมีนักคิด ประเทศใดสามารถที่อยู่ในโลกก็ได้อย่างมีคุณค่าก็ต้องเกิดจากการสร้างคนให้คิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาด้วย

ความคิดสร้างสรรค์เป็น สังคมใดสร้างคนไม่รู้จักคิดก็ต้องเป็นสังคมตามหลังและล้าหลัง เพราะบริโภคแต่ผลผลิตจากความคิดของผู้อื่น แต่ไม่สามารถผลิตผลทางความคิดได้เองการคิดจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญด้วยสามารถเปลี่ยนแปลงโลกได้ 8) การคิดสร้างความสามารถในการแข่งขันในสังคมแห่งความรู้ สังคมแห่งความรู้มีสภาพความรุนแรงในด้านการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นทั้งในระดับระหว่างบุคคล ระหว่างสังคมและระหว่างประเทศ อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของโลกเข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดการขยายตัวของขอบเขตการแข่งขันจากระดับระหว่างบุคคลหรือในสังคมชุมชนให้กลายเป็นการแข่งขันในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก การที่บุคคลในสังคมมีระดับการศึกษาและความรู้เพิ่มจำนวนมากขึ้นนั้นเป็นผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนคู่แข่งที่เป็นผู้ที่มีความรู้ที่ได้รับการศึกษาไม่ว่าจะเป็นในระบบ นอกระบบ หรือตามอัธยาศัย ซึ่งในอดีตนั้นมีการสร้างความได้เปรียบจากความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบคือจากการใช้แรงงานไร้ฝีมือ ที่ดิน ความสัมพันธ์ เงินทุน และแหล่งทรัพยากรราคาถูก แต่ในอนาคตองค์การธุรกิจหรือแม้แต่ประเทศที่จะอยู่รอดและประสบความสำเร็จได้ต้องใช้ความได้เปรียบเชิงการแข่งขันที่ใช้ความรู้ความสามารถในการสร้างกลยุทธ์เหนือคู่แข่งเพื่อให้ลูกค้าซื้อสินค้าและบริการของตนเช่น การสร้างความแตกต่างของสินค้าและบริการทั้งในด้าน รูปแบบประโยชน์ การตอบสนองต่อความต้องการของตลาดอย่างรวดเร็ว มีกลยุทธ์เน้นธุรกิจแบบเฉพาะเจาะจงและการให้บริการหลังขาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนต้องใช้การคิดมาดำเนินการทั้งสิ้น

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการคิด มีความสำคัญดังนี้ 1) การคิดกำหนดตัวตน การคิดเป็นรากฐานของความรู้และความเชื่อ ซึ่งส่งผลต่อการสร้างตัวตนของแต่ละบุคคล เราคิดอย่างไร เราก็จะเป็นอย่างนั้น 2) การคิดกำหนดการกระทำ ความคิดจะนำไปสู่การกระทำที่สอดคล้องกับความคิดนั้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการพูด การเขียน หรือการแสดงออกทางพฤติกรรม 3) การคิดกำหนดวิถีชีวิต วิธีคิดของเราจะส่งผลต่อการเลือกทางเดินชีวิต การตัดสินใจ และความสำเร็จในชีวิต

2.3 การคิดทางคณิตศาสตร์

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการกับปัญหาที่ประสบอย่างไร มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหา ต้องใช้เวลา และความมุ่งมั่นเพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถาม และหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด การเพิ่มพูนการคิด ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างตรงไปตรงมา คิดไตร่ตรองจากประสบการณ์เดิม การลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าสืบสวน สอบสวนค้นคว้าหาคำตอบ ผู้ใดมีความคิดลักษณะนี้จะช่วย บ่งชี้ว่าจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (Rickart, 1996, p. 285)

2.3.1 ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Mayer and Hegarty (1987, p. 206) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อผู้แก้ปัญหาพยายามทำความเข้าใจปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและทางออกของปัญหานั้นๆ

Hyde (1991, p. 29) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่สำคัญ 4 กระบวนการ คือ การให้เหตุผล การสื่อสาร การสังเคราะห์ความคิดและการแก้ปัญหา

O'Daffer and Thornquist (1993, p. 43) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิดค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น

James D. (2001, p. 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางปัญญาของบุคคลในการเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์และการให้เหตุผล

Henderson (2002, p. 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนทางคณิตศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งที่แสดงออกมาอย่างชัดเจน หรือแสดงออกมาในการหาคำตอบของปัญหา

Wood, William, McNeal. (2006, p. 226) ได้ กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกิจกรรมทางจิตที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนามธรรมและลักษณะทั่วไปของการคิดทางคณิตศาสตร์

รุ่งทิวา นาบำรุง (2550, น. 6) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) เป็นวิธีการคิดของบุคคลทางด้านคณิตศาสตร์การคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณหรือจำนวน การให้เหตุผล โดยการใช้ความรู้ ทักษะและวิธีการที่หลากหลายทางคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจค้นหาคำตอบของปัญหาที่ไม่คุ้นเคย สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ โดยวัดจากการแก้ปัญหาการให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิด

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2551, น. 23) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นผลของการคิดซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อต้องเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ และพยายามทำความเข้าใจเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักและวิธีการทางคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อต้องเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักและวิธีการทางคณิตศาสตร์

2.3.2 ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Stermberg (1987, p. 303) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการนิยามข้อมูลให้กระจ่าง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล

Mason and Stacey (1994, p. 158) ได้ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้สามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจของเราได้

Henderson (2002, p. 1) ได้ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เราใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการประยุกต์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านแนวคิดและด้านกระบวนการ เพ่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Takahashi (2007, p. 70) ได้ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การคิดคณิตศาสตร์มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้รับและใช้ความรู้เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะโดยการฟังจากครู นักเรียนจะต้องร่วมกิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงในอนาคต

นิคม ปิยมโนชา (2547, น. 1) ได้ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การใช้การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากต่อการดำเนินชีวิต ผู้ที่มีความคิดเฉียบแหลม ทันสมัยไม่เหมือใคร คิดได้ก่อนใคร จะเป็นผู้ที่ได้เปรียบในทุกๆด้าน กระบวนการคิดจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่เยาวชนควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้เกิดความเจริญเติบโตเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและดำรงตนอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคนให้เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศชาติในอนาคต

2.3.3 องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

NCTM (2000, pp. 52-71) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนคือ

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. การสื่อสารการคิดทางคณิตศาสตร์

4. การเชื่อมโยงสาระหลักทางคณิตศาสตร์

5. การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

Cai (2003, p. 720) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มาจากการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การแสดงขอบเขตความรู้ทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอตัวแทนความคิดของกระบวนการแก้ปัญหา การสนับสนุน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการตั้งปัญหา

Kriegler (2004, p. 28) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และ 3) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills) พิจารณาในส่วนของการให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัยเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

Manouchehri (2005, p. 37) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวคือ 1) การแก้ปัญหา 2) การนำเสนอตัวแทนความคิด เช่น แผนภูมิ รูปภาพ หรือกราฟ ในรูปตัวเลข เช่น ตาราง การทำรายการ ในรูปสัญลักษณ์และในรูปคำพูด 3) การให้เหตุผล ได้แก่ การสร้างกรณีทั่วไป การสรุปที่สมเหตุสมผล วิธีการอุปนัยซึ่งเป็นการตรวจสอบกรณีเฉพาะการจำแนกแบบรูปและความสัมพันธ์ การขยายแบบรูปและความสัมพันธ์

Swan and Ridgway (2005, p. 5) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ได้แก่ ความรู้หลักที่เด่น ๆ วิธีการแก้ปัญหา การใช้แหล่งข้อมูลที่ได้ผล มีการรับรู้ทางคณิตศาสตร์และการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์

นวพล นนทภา (2566, น. 101) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การแก้ปัญหาซึ่งผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์และสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา 2) การให้เหตุผล ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ 3) การนำเสนอตัวแทนความคิด ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปปัญหาโดยใช้รูปภาพ ข้อความ ตัวแปร สัญลักษณ์ ตัวเลข

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

2.3.4 ลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Mason Burton and Stacey (1985, pp. 26-48) ได้ให้ความหมายว่า มีความเชื่อว่ากระบวนการสำคัญที่อยู่เบื้องหลังการคิดทางคณิตศาสตร์คือการพิจารณากรณีเฉพาะ (Specializing) การสร้างกรณีทั่วไป (Generalizing) การสร้างข้อความคาดการณ์ (Conjecturing) และการสร้างความเชื่อมั่น (Convincing) กระบวนการดังกล่าวมีลักษณะที่ดำเนินไปเป็นพลวัต (Dynamic) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเข้าสู่การคิด (Entry Phase) เป็นระยะการหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามต่าง ๆ เช่น รู้อะไรบ้าง ต้องการอะไร นำความรู้ใดมาใช้ได้บ้าง 2) ระยะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายการคิด (Attack Phase) เป็นระยะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างข้อความคาดการณ์ การคิดหาเหตุผล การตัดสินความถูกต้อง และการสร้างความเชื่อมั่น และ 3) ระยะทบทวนการคิด (Review Phase) เป็นระยะที่ต้องตรวจสอบการแก้ปัญหา สะท้อนและขยาย ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาแต่ละระยะมีเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (Rubric) เช่น สิ่งที่รู้แล้ว สิ่งที่ต้องการรู้ และความรู้ที่นำมาใช้ (แผนภาพ สัญลักษณ์ ตัวแทน หรืออื่น ๆ) เพื่อเป็นแนวทางในการบันทึกการคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการคิด

Henderson (2002, pp. 1-10) อธิบายว่าลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์คือการประยุกต์ใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอด และกระบวนการต่าง ๆ ที่แสดงออกมาอย่างชัดเจน หรือใช้ในการแก้ปัญหาที่ต้องการคำตอบที่มีเหตุผล

Cai, J. (2003, pp. 719-737) ได้ให้ความหมายว่า ลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์คือการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และการสร้างตัวแทนความคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Manouchehri (2005, pp. 37-55) ได้ให้ความหมายว่า อธิบายว่าการคิดทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเฉพาะในการสร้างตัวแทนความคิดในหลายรูปแบบ เช่น แผนภาพ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์และคำพูด เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาและการอธิบายความคิด

Wood, William, McNeal (2006, pp. 266-240) ได้ให้ความหมายว่า ลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์คือกระบวนการทางจิตที่เกี่ยวข้องกับนามธรรมและลักษณะทั่วไปของการคิด ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และสร้างแนวทางการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน

Takahashi (2007, pp.70-85) ได้ให้ความหมายว่า ลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์คือการพัฒนาความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อปัญหาในชีวิตจริง และสร้างแนวคิดใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

สรุปได้ว่า ลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) การให้เหตุผลและตรรกะเป็นลักษณะเฉพาะที่เน้นการใช้ข้อมูลที่เป็นระบบและความเป็นเหตุเป็นผล 2) การแก้ปัญหา

เป็นลักษณะเฉพาะการพัฒนาวิธีการแก้ไขที่มีประสิทธิภาพสำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ 3) การสร้างความเชื่อมโยงเป็นลักษณะเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้ในมิติต่าง ๆ 4) การสื่อสารเป็นลักษณะเฉพาะการใช้ตัวแทนความคิด เช่น กราฟ แผนภาพ สัญลักษณ์ และ 5) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะเฉพาะการสร้างสรรค์แนวทางใหม่ที่ตอบสนองต่อปัญหา

2.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

การคิดทางคณิตศาสตร์มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้รับและใช้ความรู้เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะโดยการฟังจากครู นักเรียนจะต้องร่วมกิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงในอนาคต (นวพล นนทภา, 2566, น. 174) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า จากงานวิจัย เอกสาร และหนังสือที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Ernest, P. (1989, p. 250) ได้กล่าวไว้ว่า ความเชื่อและเจตคติทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

Saxe, G. B. (1991, p. 51) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ในบริบทวัฒนธรรม ส่งผลต่อวิธีคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

Hiebert, J., and Carpenter, T. P. (1992, p. 77) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจจะเกิดการพัฒนาขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์

McLeod, D. B. (1992, p. 581) ได้กล่าวไว้ว่า ความเชื่อ เจตคติ และอารมณ์ของนักเรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการคิดและการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

Schoenfeld (1992, pp. 334-370) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีดังนี้

1. ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เจตคติและความเชื่อ

Simon, M. A. (1995, p. 118) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจเชิงแนวคิดเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในการคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Carpenter, T. P., Fennema, E., and Franke, M. L. (1996, p. 6) ได้กล่าวไว้ว่า การเข้าใจความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมการคิดและพัฒนาการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Ma, L. (1999, p. 15) ได้กล่าวไว้ว่า ความรู้เชิงลึกทางคณิตศาสตร์พื้นฐานช่วยส่งเสริมศักยภาพในการคิดทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักเรียน

Middleton, J. A., and Spanias, P. A. (1999, p. 68) ได้กล่าวไว้ว่า เจตคติเชิงบวกทางคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Devlin, K. (2002, pp. 484–486) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดเฉพาะที่เน้นการรับรู้รูปแบบ การสร้างความเชื่อมโยงและการให้เหตุผลเชิงนามธรรม โดยมักจะใช้ภาษาและการใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า

NCTM (2000 p, 64) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนควรตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับบริบทด้านอื่น ๆ เพื่อเสริมสร้างการคิดทางคณิตศาสตร์เชิงลึก

Kilpatrick et al. (2001, p. 115) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีปัจจัยดังนี้

1. ความสามารถทางคณิตศาสตร์บูรณาการความเข้าใจเชิงแนวคิด
2. ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ
3. การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์
4. เจตคติเชิงบวกในการแก้ปัญหา

Boaler, J. (2002, p. 45) ได้กล่าวถึง การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะถูกพัฒนาเมื่อพวกเขาสร้างความรู้เชิงลึกผ่านกระบวนการสืบเสาะและการสำรวจ แทนที่จะเป็นการท่องจำ

Hannula, M. S. (2006, p. 165) ได้กล่าวไว้ว่า เจตคติและแรงจูงใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์และความพากเพียรในการแก้ปัญหา

Burns, M. (2007, pp. 10-32) ได้กล่าวถึง เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวกเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของนักเรียน เพราะหากขาดเจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวก พวกเขามักหลีกเลี่ยงปัญหาที่ท้าทายและไม่ยอมมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์

Zan, R., and Di Martino, P. (2007, p. 158) ได้กล่าวถึง เจตคติเชิงบวกทางคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่เจตคติเชิงลบทางคณิตศาสตร์เป็นอุปสรรคต่อการใช้เหตุผลและการแก้ปัญหา

Harel, G. (2008, p. 95) ได้กล่าวถึง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยการเชื่อมโยงภายในระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์

Pourdavood, et al. (2020, pp. 241-254) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางจิตที่ได้รับการสนับสนุนจากความรู้ทางคณิตศาสตร์และความพร้อมเฉพาะด้านในการบรรลุวิธีการแก้ปัญหา

นวพล นนทภา (2566, น. 174) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักในการเรียนคณิตศาสตร์การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ การที่ผู้เรียนจะเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและขั้นตอนทางคณิตศาสตร์และ ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจปัญหา พร้อมทั้งสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้

2.4.2 ตารางการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ Ernest, P. (1989, p. 250), Saxe, G. B. (1991, p. 51), Hiebert, J., and Carpenter, T. P. (1992, p. 77), McLeod, D. B. (1992, p. 581), Schoenfeld (1992, pp. 334-370), Simon, M. A. (1995, p. 118), Carpenter, T. P., Fennema, E., and Franke, M. L. (1996, p. 6), Ma, L. (1999, p. 15), Middleton, J. A., and Spanias, P. A. (1999, p. 68), Devlin, K. (2002, pp. 484–486), NCTM (2000 p, 64), Kilpatrick et al. (2001, p. 115), Boaler, J. (2002, p. 45), Hannula, M. S. (2006, p. 165), Burns, M. (2007, p. 10-32), Zan, R., and Di Martino, P. (2007, p. 158), Harel, G. (2008, p. 95), Pourdavood et al. (2020, pp. 241-254), นวพล นนทภา (2566, น. 174) รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์	Ernest, P. (1989, p. 250)	Saxe, G. B. (1991, p. 51)	Hiebert, J., and Carpenter, T. P. (1992, p. 77)	McLeod, D. B. (1992, p. 581)	Schoenfeld (1992, pp. 334-370)	Simon, M. A. (1995, p. 118)	Carpenter, T. P., Fennema, E., and Franke, M. L. (1996, p. 6)
1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	-	-	√	-	√	√	
2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์	-	√	-	-	√	-	√
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	-	-	√	-	√	√	
4. เจตคติทางคณิตศาสตร์	√	-	-	√	√	-	-
5. ภาษา	-	-	-	-	-	-	-
6. การใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า	-	-	-	-	-	-	-
7. ความสามารถทางคณิตศาสตร์บูรณาการความเข้าใจเชิงแนวคิด	-	-	-	-	-	-	-
8. ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ	-	-	-	-	-	-	-
9. แรงจูงใจทางคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-
10. การสืบเสาะและการสำรวจ	-	-	-	-	-	-	-
11. ความพร้อมเฉพาะด้านในการบรรลุวิธีการแก้ปัญหา	-	-	-	-	-	-	-

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์	Ma, L. (1999, p. 15)	Middleton, J. A., and Spanias, P. A. (1999, p. 68)	Devlin, K. (2002, pp. 484–486)	NCTM (2000 p, 64)	Kilpatrick et al. (2001, p. 115)	Boaler, J. (2002, p. 45)	Markku Hannula (2002, pp 25-46)
1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-
2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์	√	-	-	-	-	-	-
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	-	-	-	√	√	-	-
4. เจตคติทางคณิตศาสตร์	-	√	-	-	√	-	√
5. ภาษา	-	-	√	-	-	-	-
6. การใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า	-	-	√	-	-	-	-
7. ความสามารถทางคณิตศาสตร์บูรณาการความเข้าใจเชิงแนวคิด	-	-	-	-	√	-	-
8. ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ	-	-	-	-	√	-	-
9. แรงจูงใจทางคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-
10. การสืบเสาะและการสำรวจ	-	-	-	-	-	√	-
11. ความพร้อมเฉพาะด้านในการบรรลุวิธีการแก้ปัญหา	-	-	-	-	-	-	-

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์	Hannula, M. S. (2006, p. 165)	Burns, M. (2007, p. 10-32)	Zan, R., and Di Martino, P. (2007, p. 158)	Harel, G. (2008, p. 95)	Pourdavood et al. (2020, pp. 241-254)	นวพล นนทภา (2566, น. 174)	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์
1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	-	-	-	√	-	√	√
2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์	-	-	-	-	√	√	√
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์		√		-	-	-	√
4. เจตคติทางคณิตศาสตร์	√	√	√	-	-	-	√
5. ภาษา	-	-	-	-	-	-	-
6. การใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า	-	-	-	-	-	-	-
7. ความสามารถทางคณิตศาสตร์บูรณาการความเข้าใจเชิงแนวคิด	-	-	-	-	-	-	-
8. ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการ	-	-	-	-	-	-	-
9. แรงจูงใจทางคณิตศาสตร์	√		-	-	-	-	-
10. การสืบเสาะและการสำรวจ	-	-	-	-	-	-	-
11. ความพร้อมเฉพาะด้านในการบรรลุวิธีการแก้ปัญหา	-	-	-	-	√	-	-

จากตารางที่ 2.2 พบว่า จากการศึกษาค้นคว้า จากงานวิจัย เอกสาร และหนังสือที่เกี่ยวข้อง เพื่อได้ซึ่ง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยคัดเลือกตัวแปรที่จะศึกษาในครั้งนี้ คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีนักการศึกษา หลายท่านกล่าวถึงมากและมีความถี่สูง ซึ่งความถี่อยู่ในช่วง 5-11 และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านเห็นด้วยว่า ตัวแปรที่กล่าวมาทั้ง 4 ตัวแปรนี้ล้วนส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.4.3 ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilson. (1971, p. 661) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแปลความ (Translation) ตีความ (Interpretation) และขยายความ (Extrapolation) ในปัญหาใหม่ๆ โดยการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงการโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

Hiebert and Carpenter, T.P. (1992, p. 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะเข้าใจในแนวความคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็ต่อเมื่อแนวคิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมกระบวนการที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กัน

Robinson and Maceli (2000, p. 116) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คือ ประสบการณ์ทางความคิดในเรื่องหนึ่ง โดยที่บุคคลเชื่อมโยงเรื่องนั้นกับเรื่องอื่นหรือความเข้าใจเป็นการให้สัญลักษณ์กับการให้ความหมายของเรื่องที่ทำความเข้าใจ ซึ่งกระบวนการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การสำรวจตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง การค้นคว้าแบบรูป การใช้การหยั่งรู้ การให้เหตุผลแบบอุปนัย การสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์การตั้งปัญหาการคาดคะเน และการตรวจสอบการพิสูจน์การเตรียมข้อมูลเพื่อการนิรนัยการอภิปรายทั่วไป การเพิ่มเติมข้อสรุปหรือสัจพจน์ และการรับรู้สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

Usiskin (2001, pp. 15-28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดคว่ามเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และโจทย์ปัญหาอย่าง

ลึกซึ้งจนเกิดความเข้าใจในทักษะ และกระบวนการการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำเสนอคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง การสร้างกระบวนการการพิสูจน์ การค้นขบ การนำไปใช้ และการพัฒนาการนำเสนอใหม่ ๆ โดยแบ่งประเภทความเข้าใจเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ (Skill-Algorithm Understanding) หรือที่เรียกว่าความเข้าใจด้านทักษะ เช่น ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการคูณเศษส่วน นักเรียน จะแสดงความเข้าใจประเภทนี้เมื่อได้ลงมือทำงาน 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์ (Properties-Mathematical Understanding) เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นความเข้าใจแสดงถึงรูปแบบทั่วไปของสิ่งที่นักเรียนเผชิญ สื่อได้ด้วยภาษาที่ถูกต้อง 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้ (Use-Application Understanding) ซึ่งเป็นความเข้าใจที่แท้จริง เพราะนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้อย่างสมเหตุสมผล นักเรียน ต้องรู้ว่าเมื่อใดควรใช้คณิตศาสตร์ใช้อะไร และใช้อย่างไร ความเข้าใจลักษณะนี้รวมการใช้งานของคณิตศาสตร์ทุกประเภท 4) ความเข้าใจในการนำเสนอ (Understanding through Representation) นักเรียนที่มีความเข้าใจต้องสามารถนำเสนอสิ่งที่ตนเข้าใจให้ผู้อื่นทราบด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีโดยจะใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ประกอบการนำเสนอ ซึ่งอาจจะนำเสนอในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรมก็ได้ ทั้งนี้จะเน้นที่ความสามารถในการถ่ายทอดสิ่งที่ตนเข้าใจผู้อื่น

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, น. 62) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

อลิสรา ชมชื่น (2550, น. 36) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการ ถ่ายทอดความคิด และความรู้ที่เกิดจากการรับข้อมูล และประสบการณ์ทางความคิดโดยการให้สัญลักษณ์หรือให้ความหมายกับสิ่งหนึ่ง ๆ โดยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แสดงออกทางการปฏิบัติการใช้งานและการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่

สรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการนำความรู้ที่รู้มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ โดยสามารถแสดงออกได้ 4 รูปแบบ ดังนี้ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์ 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้ 4) ความเข้าใจในการนำเสนอ

2.4.4 ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้า ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Hiebert and Lefevre (1986, p. 4) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความสัมพันธ์พื้นฐานของความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และความรู้เกี่ยวกับขั้นตอน/วิธีการ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะขาดกันไม่ได้และแต่ละส่วนก็มีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน

Kieren (1993, p. 2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเริ่มจาก Ethno mathematical Knowledge คือ ความรู้ที่เกิดจาการแลกเปลี่ยนของบุคคลในสังคม Intuitive Knowledge คือ ความรู้ที่เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการคิด ความนึกคิด และมีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ Technical Symbiotic Knowledge คือ ความรู้ที่เกิดจากการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และ Axiomatic Deductive Knowledge คือ ความรู้ที่ได้มาจากสถานการณ์ ที่เป็นตรรกะผ่านโครงสร้างที่เป็นสัจพจน์ทางคณิตศาสตร์

Rittle and Albali (1999, p. 175) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทั่วไป ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ทั้งที่ชัดเจนและไม่ชัดเจน และความรู้เชิงการดำเนินการ คือ การปฏิบัติเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

Reys, et al. (2004, p. 22) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

น้อมศรี เคท (2545, น. 24) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์หมายถึงความรู้ที่ประกอบไปด้วยความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับหลักการความสัมพันธ์และแบบรูป และความรู้ด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับการจดจำสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถนาหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 111-113) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ มโนทัศน์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างกระตือรือร้น (Active Thinking) เกี่ยวกับความสัมพันธ์และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อม ๆ กับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้มีความสอดคล้องกัน มักได้มาจากการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงประสานความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ประติดประต่อให้ประมวลเข้าไว้ด้วยกัน และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทางวิธีการเกิดจากการกระทำต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งบางครั้งมักจะเกี่ยวข้องกับกฎ วิธีลำดับ ขั้นตอนหรือวิธีการคำนวณสามารถกระทำได้ด้วยการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ซึ่งวิธีการคิดคำนวณดังกล่าวอาจได้มาจากการท่องจำหรือความเข้าใจ เช่น การคำนวณหาผลลัพธ์ 15 + 29 บางคนอาจคำนวณได้โดย ตั้งบวก

ธรรมดาตามขั้นตอนวิธีการบวก บางคนอาจคิดในใจโดยรวม 15 กับ 30 เข้าด้วยกันเป็น 45 ก่อนแล้วจึงหัก 1 ออก จะได้คำตอบ 44 เช่นกัน จะเห็นได้ว่าวิธีการคิดคำนวณดังกล่าวนั้นเป็นทักษะทางวิชาการ ซึ่งแนวคิดวิธีหลังนี้ผู้เรียนสามารถคิดในใจอย่างมีความหมาย

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558, น. 48-49) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และเหตุผลของขั้นตอนหรือ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างกระตือรือร้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อมกับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้มีความสอดคล้องกันมักได้มาจากการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงประสานความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ประติดประต่อให้ประมวลเข้าไว้ด้วยกัน ความรู้ประเภทนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา และขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทางวิธีการเกิดจากกระบวนการทางคณิตศาสตร์กระทำต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งบางครั้งมักจะเกี่ยวข้องกับกฎวิธี ลาดับ ขั้นตอนหรือวิธีการคำนวณ สามารถกระทำได้ด้วยการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ซึ่งวิธีการคำนวณดังกล่าวอาจได้มาจากการท่องจำหรือความเข้าใจ ความรู้ทั้งสองประเภทมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน อีกทั้งมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นครูควรจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งสองประเภทโดยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) เป็นความเข้าใจในหลักการพื้นฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ และความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ความรู้เชิงขั้นตอน (Procedural Knowledge) เป็นทักษะในการปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การวาดกราฟ หรือการพิสูจน์ทฤษฎีบท และความรู้เกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์

2.4.5 ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

NCTM (1989, p. 148) ได้ให้ความหมายไว้ ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงระหว่าง การแสดงแทนและขั้นตอนที่สอดคล้องกัน ในฐานะที่เป็นพื้นฐานของการศึกษา

Makanong (2016, p. 60) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปการเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายเนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้

อัมพร ม้าคะนอง (2554, น. 60) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมจัดให้เกิดในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

วาสุกรี แสงป้อม (2558, น. 214) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และเป็นการจัดเตรียมบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมองคณิตศาสตร์ในฐานะวิธีการที่ช่วยให้เข้าใจด้วยตนเอง

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ มี 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

2.4.6 ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

อัญชลี บุญถนอม (2542, น. 6) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความรู้สึก หรือความคิดเห็นต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ซึ่งอาจเป็นไปในทางบวก คือ เห็นด้วย ชอบ พอใจ หรือในทางลบ คือ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ ไม่พอใจ วัดได้จากแบบสอบถาม
หรือแบบวัดเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2545, น 25) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์มีทั้งทางบวกและทางลบ เพราะผู้ที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางบวก ส่วนผู้ที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางลบ การที่ครูคณิตศาสตร์จะทำให้ นักเรียนมีเจตคติทางบวกในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องหากลวิธีให้นักเรียนชอบ คณิตศาสตร์ ไม่เบื่อหน่าย และไม่เคร่งเครียดจนเกินไป การใช้เพลงประกอบการสอนของครูก็จะ เป็นวิธีหนึ่ง

สิทธิโชค วรานุสันติกูล (2548, น. 121-122) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่อย่างหนึ่งว่า จะต้องเปลี่ยนเจตคติทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้เป็นไปในทางบวก เจตคติทางคณิตศาสตร์นั้นถ้าเป็นไปในทางที่ดีจะส่งผลทำให้คนเราเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ชอบคณิตศาสตร์ก็มักจะแสดงพฤติกรรมด้านไม่ดีต่อคณิตศาสตร์

ฐิติพร ลินิฐฎา (2547, น. 13) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นของนักเรียนใน ด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (2555, น. 189) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นคุณค่าหรือไม่เห็นคุณค่า รวมทั้งพร้อมหรือไม่พร้อมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2556, น. 16) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ชอบหรือพอใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมที่จะเรียนหรือแข่งขันทางคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เจตคติทางคณิตศาสตร์นั้นถ้าเป็นไปในทางที่ดีจะส่งผล

ทำให้คนเราเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ชอบคณิตศาสตร์ก็มักจะแสดงพฤติกรรมด้านไม่ดีต่อคณิตศาสตร์

2.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด และมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด ในที่นี้ขอนำเสนอในประเด็นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้สูตรและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และการกำหนดสมมติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ไว้ดังนี้

ปิยะธิดา ปัญญา (2567, น. 174-188) กล่าวว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) เป็นสถิติที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือ ข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษาเป็นตัวแปรต่อเนื่องอยู่ในมาตราวัดอันตรภาคหรือมาตรวัดอัตราส่วน ข้อมูล มีการแจกแจงปกติและมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

2. ข้อมูลแต่ละชุดเป็นอิสระต่อกัน

สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ r_{XY} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X และ Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมีหลายวิธี เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แล้ว ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Test of Significant) เพื่อลงข้อสรุปอย่างมั่นใจว่าตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันจริงซึ่งการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมี 2 วิธี ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560 น. 364)

วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{r_{XY}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{XY}^2}},\ df = n-2 \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบท

r_{XY} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต

วิธีที่ 2 การเปิดตารางค่าวิกฤตของสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันค่าที่ต้องนำมาใช้ในการพิจารณาประกอบการเปิดตารางค่าวิกฤตของสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คือ ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดและค่า $df = n-2$

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า r คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ r ที่เปิดจากตาราง จะสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า r คำนวณน้อยกว่าที่เปิดตาราง r จะสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ในที่นี่จะขอนำเสนอการคำนวณโดยใช้สูตรและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะวิธีที่พบบ่อยในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้แก่ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในการทำวิจัยผู้วิจัยต้องกำหนดสมมุติฐานการวิจัยและสมมุติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ

ขอยกตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทางและการเขียนสมมุติฐานทางสถิติ ดังนี้

ตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการอ่านจับใจความวิชภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวก (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาภาษาไทยและรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางลบ (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กัน (สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทาง)

จากตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าทั้งแบบมีทิศทางและไม่มีทิศทาง ดังนั้นในการเขียนสมมุติฐานทางสถิติในส่วนของสมมุติฐานการวิจัย ซึ่งสามารถเป็นไปได้ใน 3 กรณี คือ มีความสัมพันธ์กัน มีความสัมพันธ์กันทางลบ หรือ มีความสัมพันธ์กันทางบวก ดังนี้

$H_0 : \rho = 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1 : \rho \neq 0$ มีความสัมพันธ์กัน

หรือ $H_1 : \rho < 0$ มีความสัมพันธ์กันกันทางลบ

หรือ $H_1 : \rho > 0$ มีความสัมพันธ์กันกันทางบวก

ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้สูตร

การทำวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เรียนวิชาภาษาไทย มาจำนวน 30 คน แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทย

จงทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หรือไม่

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Ach) และเจตคติ (Atti) ในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Atti	Ach	คนที่	Atti	Ach	คนที่	Atti	Ach
	(X)	(Y)		(X)	(Y)		(X)	(Y)
1	12	10	11	10	6	21	11	7
2	9	7	12	8	2	22	7	4

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

คนที่	Atti	Ach	คนที่	Atti	Ach	คนที่	Atti	Ach
3	9	5	13	10	5	23	8	4
4	8	3	14	7	7	24	8	2
5	7	7	15	15	10	25	10	5
6	9	4	16	12	8	26	12	6
7	9	7	17	10	5	27	9	3
8	8	4	18	12	7	28	12	6
9	6	3	19	12	7	29	11	7
10	8	7	20	9	5	30	10	2
$\sum X = 288, \sum Y = 168, \sum XY = 1,691, \sum X^2 = 2,884, \sum Y^2 = 1,062$								

ขั้นตอนที่ 1 การตั้งสมมุติฐานหลักและสมมุติฐานทางเลือก

$$H_0 : \rho = 0, H_1 : \rho \neq 0$$

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = .05$$

$$df = n - 2 = 30 - 2 = 28$$

ดังนั้นค่าวิกฤตเมื่อเปิดตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียรสันจะได้ค่าวิกฤต

$$r_{05.28} = 0.361$$

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกสถิติทดสอบ

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}}$$

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณค่าสถิติทดสอบ

$$r_{XY} = \frac{(30)(1,691) - (288)(168)}{\sqrt{\left[(30)(2,884) - (288)^2\right]\left[(30)(1,062) - (168)^2\right]}}$$

$$r_{XY} = \frac{2,346}{3,605.88} = 0.651$$

ขั้นตอนที่ 5 การตัดสินใจ

การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มี 2 วิธี เพื่อการตัดสินใจ

วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) จากสูตร

แทนค่า $t = \frac{.651\sqrt{30-2}}{\sqrt{1-.651^2}} = 4.533 \qquad , df = n-2$

ในขั้นตอนการตัดสินใจนี้ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาเปรียบเทียบค่า $t = 4.533$ ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต $t_{0.5/2.28} = 2.048$ ที่เปิดจากตารางค่าวิกฤต t ที่เปิดจากตารางจึงตัดสินใจปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

$t(4.533) > t_{0.5/2.28} = 2.048$ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อการตัดสินใจทั้งสองวิธีนั้นได้ข้อสรุปเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เป็นการดูทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยมี Correlation Coefficient (r) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์นี้ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.6 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Regression and Correlation Analysis)

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน ขอนำเสนอในประเด็นของรูปแบบของสมการความถดถอยเชิงซ้อน สมมุติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ซึ่งมี นักการศึกษาและนักการวิจัยทางสถิติได้ให้รายละเอียดไว้ดังนี้

กัลยา วานิชย์บัญชา (2543, น. 292-320) รูปแบบของสมการความถดถอยเชิงซ้อน ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น จะได้สมการความถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$ ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + e \quad (2\text{-}3)$$

โดยที่ $\beta_0 = 0$ ส่วนตัดแกน Y เมื่อกำหนดให้ $X_1 = X_2 = ... = X_k = 0$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ เป็นสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) โดยที่ค่า β_i เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y เมื่อตัวแปรอิสระ X_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระ X_i เปลี่ยนไป 1 หน่อย โดยที่ตัวแปรอิสระ X ตัวอื่น ๆ มีค่าที่

2.5.1 ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน

ถ้ามีตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (Y) 3 ตัวคือ X_1, X_2 และ X_3

สมการความถดถอยเชิงซ้อน คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e \quad (2\text{-}4)$$

ค่าประมาณของ Y คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (2\text{-}5)$$

จากสมการที่ (2-5) พารามิเตอร์คือ a, b_1, b_2 และ b_3 โดยที่ a คือ ส่วนหรือระยะตัดแกน Y ซึ่งหมายถึงเมื่อกำหนดให้ $X_1 = X_2 = X_3 = 0$ และ b_1, b_2 และ b_3 เป็นค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงส่วน ซึ่งมีหน่วยเหมือน Y และมีความหมาย ดังนี้

b_1 เป็นค่าซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X_1 หมายถึง ถ้า X_1 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_1 หน่วย (ขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของ b_1) โดยที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คือ X_2 และ X_3 มีค่าคงที่

b_2 เป็นค่าซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X_2 หมายถึงถ้า X_2 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_2 หน่วย โดยที่กำหนดให้ X_1 และ X_3 มีค่าคงที่

ในทำนองเดียวกัน b_3 จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_3 โดยที่ถ้า X_3 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_3 หน่วย โดยกำหนดให้ X_1 และ X_2 มีค่าคงที่

2.5.2 การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว

จากสมการความถดถอยเชิงซ้อน

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + e \qquad (2\text{-}6)$$

ค่าแปรปรวนของ $Y =$ ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, ..., X_k$ + ค่าแปรปรวนอย่างสุ่มหรือ $SST = SSR + SSE$

โดยที่ SST (Sum Square of Total) คือค่าแปรปรวนทั้งหมดของ Y

หรือ $SST = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \overline{y})^2$ (2-7)

SSR (Sum Square of Regression) คือ ค่าแปรปรวนทั้งหมดของ Y เนื่องจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, ..., X_k$

SSE (Sum square of Error) คือ ค่าแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพลอื่น ๆ หรือเรียกว่า ค่าแปรปรวนอย่างสุ่ม

ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$

แหล่งแปรปรวน (SV)	คงค่าอิสระ (DF)	ผลบวกกำลังสอง (SS)	ผลบวกกำลังสองเฉลี่ย (MS)	F
ความถดถอย (Regression)	k	SSR	$MSR = SSR / k$	$\frac{MSR}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน (Error)	$n-k-1$	SSE	$MSE = SSR / (n-k-1)$	
ผลรวม (Total)	$n-1$	SST		

โดยที่ $SSR = bXY - ny^{-2}$

$$SST = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \overline{y})^2 = Y'Y - ny^{-2}$$

$$SSE = [Y_i - (a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k X_k)]^2$$

หรือ $SSE = SST - SSR = Y'Y - b'X'Y$

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$ โดยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

$H_0 : \beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_k = 0$

H_1 : มี β_i อย่างน้อย 1 ค่าที่ ไม่เท่ากับ 0 , $i = 1, 2, 3, ..., k$

สถิติทดสอบ $F = \dfrac{MSR}{MSE} = \dfrac{(bXY - ny^{-2})/k}{(Y'Y - b'X'Y)/(n-k-1)}$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1,1-\alpha}$

ผลของการทดสอบสมมติฐานอาจจะเป็น

1. ยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_k = 0$ ซึ่งสรุปได้ว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ X ทั้ง k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$ ในรูปเชิงเส้น

2. ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือยอมรับสมมติฐาน H_1 ซึ่งสรุปได้ว่ามี X_i อย่างน้อย 1 ตัว ที่มีความสัมพันธ์ Y ในรูปเชิงเส้น จึงต้องทดสอบต่อไปว่า X_i ตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับ Y โดยใช้สถิติทดสอบ t

2.5.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y และเมื่อได้ทดสอบ $F-test$ จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_k = 0$

H_1 : มี β_i อย่างน้อย 1 ค่าที่ ไม่เท่ากับ 0 , $i = 1, 2, 3, ..., k$

1. ยอมรับสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1}$ แสดงว่าตัวแปร Y ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$

2. ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1}$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระ $(X's)$ อย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์ Y ในกรณีที่เกิด 2. คือ ปฏิเสธ H_0 จะต้องทดสอบต่อไปว่า β_i ตัวใดบ้างที่ไม่เท่ากับศูนย์ หรือมี X ตัวใดบ้างที่สัมพันธ์กับ Y โดยการทดสอบสมมติฐานดังต่อไปนี้

สมติฐาน

$H_0 : \beta_i = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0, i = 1, 2, 3, ..., k$

สถิติทดสอบ $t = \dfrac{b_i - 0}{S_b}$ หรือใช้สถิติทดสอบ Z ถ้า n มีค่ามาก

เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $t > t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ หรือ $t < t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ หรือกล่าวว่าจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{1-\alpha/2,n-k-1}$

ตารางที่ 2.5 รูปการณ์ทดลองสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_i : i = 1,2,3,...,k$

รูปการณ์ทดลองสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_i : i = 1,2,3,...,k$	
การทดสอบแบบข้างเดียว	การทดสอบแบบสองข้าง
$H_0 : \beta_i = 0$	$H_0 : \beta_i = 0$
$H_1 : \beta_i < 0$ (หรือ $H_1 : \beta_i < 0$)	$H_1 : \beta_i \neq 0$
สถิติทดสอบ	สถิติทดสอบ
$t = b_i / S_{bi}$	$t = b_i / S_{bi}$
เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 $t < -t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ (หรือ $t < -t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ เมื่อ $H_1 : \beta_i > 0$)	เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 $t < -t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ (หรือ $t < -t_{1-\alpha/2,n-k-1}$ หรือ $\lvert t \rvert > t_{1-\alpha/2,n-k-1}$)

2.5.4 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Determination: R^2 หรือ r^2)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนจะมีความหมายเหมือนกับความหมายของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ $(X_1, X_2, ..., X_k)$ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของความผันแปร Y ที่มีสาเหตุเนื่องจากความผันแปรของ $X_1, X_2, ..., X_k$ โดยที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนจะใช้สัญลักษณ์ $R^2_{Y,123...k}$ แต่โดยทั่วไปจะใช้ R^2

$r^2 = R^2 =$ ความผันแปรของ Y เนื่องจากอิทธิผลของ

$X_1, X_2, ..., X_k$ / ความผันแปรทั้งหมด $= SSR / SST$

หรือ $r^2 = R^2 = (SSR / SST) / SST = 1 - SSE / SST$ โดยที่ $0 \leq R^2, r^2 \leq 1$

ถ้าค่า R^2 ที่ใกล้ 1 จะหมายถึง $X_1, X_2, ..., X_k$ มีความสัมพันธ์กับ Y มาก แต่ถ้า R^2 เข้าใกล้ 0 หมายถึง $X_1, X_2, ..., X_k$ มีความสัมพันธ์ Y น้อย

เนื่องจาก SSR จะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มตัวแปรอิสระ เช่น เดิมมี X_1 และ X_2 ที่มีความสัมพันธ์กับ Y แต่ถ้าเพิ่มตัวแปรอิสระ X_3 เข้าในสมการความถดถอย จะได้ว่า

$SSR(X_1, X_2, X_3) > SSR(X_1, X_2)$ โดยที่ $SSR(X_1, X_2, X_3)$ หมายถึง SSR ของสมการความถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ X_1, X_2, X_3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e \qquad (2\text{-}8)$$

และ $SSR(X_1, X_2)$ หมายถึง SSR ของสมการความถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ X_1, X_2

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e \quad (2\text{-}9)$$

ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสมการความถดถอยจะทำให้ค่า R^2 มากขึ้นทั้งที่ตัวแปรอิสระ X ที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์กับ Y เลยก็ได้ จึงมีการปรับค่า R^2 ให้ถูกต้องขึ้น เรียกว่า Adjusted R^2 โดยที่ $R_a^{\ 2}$ = Adjusted R^2

$$R_a^{\ 2} = 1 - \frac{SSE/(n-k-1)}{SST/(n-1)} \quad (2\text{-}10)$$

$$\text{หรือ } R_a^{\ 2} = 1 + \frac{(n-1)}{(n-k-1)}(R^2 - 1) \quad (2\text{-}11)$$

2.5.5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation)

ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ได้จากการถอดรากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน $= R_{Y,123...k} = R = \sqrt{R^2_{Y,123...k}}$ โดยที่ $0 \le R \le 1$ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_1, X_2, X_3 ดังนี้

1. R มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับ X_1, X_2, X_3 น้อยมาก และถ้า $R = 0$ แสดงว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ X_1, X_2, X_3 เลย

2. R มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวมีมาก

2.5.6 วิธีการคัดเลือกตัวแปรอสิระเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่เหมาะสม

การเลือกตัวแปรอิสระ X เข้าสมการความถดถอยนั้น ก่อนอื่นผู้วิจัยจะต้องพิจารณาว่ามีตัวแปรอิสระใดบ้างที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับ Y ทั้งสัมพันธ์ในทางบวกและลบ สำหรับวิธีการเลือกหรือพิจารณาว่าตัวแปรอิสระใดบ้างมีความสัมพันธ์กับ R ที่จะกล่าวถึงในที่นี้ มี 4 วิธี

1. Enter Method เป็นวิธีการเอาตัวแปรอิสระทุกตัวทั้งตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าไปวิเคราะห์ในสมการถดถอย (เหมาะสำหรับงานวิจัยที่ทบทวนมาเป็นอย่างดีว่าตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการมีความสมัพันธ์กับตัวแปรตาม)

2. Stepwise Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการ โดยจะนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าเป็นสมการแรก และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก แต่ถ้าพบว่ามีนัยส สำคัญทางสถิติก็จะคัดเลือกตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ และทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระตัว

ใหม่เข้าสมการจะต้องมีการตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวที่อยู่ในสมการก่อนหน้านั้นทุกตัวยังควรอยู่ในสมการหรือไม่ถ้าไม่ควรอยู่ก็จะถูกคัดออกก่อนแล้วค่อยคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะถูกคัดออก การคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการจะดำเนินการอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกนำเข้าหรือคัดออกจากสมการจึงถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก

3. Backward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการทีละตัวแปร โดยเริ่มจากการสร้างสมการถดถอยที่รวมเอาตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสู่สมการแรกก่อน แล้วจึงคัดเลือกตัวแปรอิสระออกทีละตัว โดยพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยที่สุดถูกคัดออกแล้วทำการทดสอบว่าตัวแปรที่เหลืออยู่สามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยอันดับถัดมาออกจากสมการ แล้วดูว่าสมการที่เหลือตัวแปรอิสระอยู่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดออก แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะท าการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระที่ถูกคัดออกอีก การคัดเลือกจะสิ้นสุดเมื่อตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่ในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. Forward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทีละตัว ตามลำดับความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดจะถูกคัดเลือกเข้าก่อน เมื่อตัวแปรถูกคัดเข้าสมการแล้วจะมีการทดสอบว่าตัวแปรอิสระนั้นสามารถทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จากนั้นจะท าการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอันดับถัดมาเข้าสมการ แล้วทำการทดสอบว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการสามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าไปในสมการได้อีกจึงหยุดการคัดเลือกตัวแปรอิสระถือว่าสมการที่ได้นั้นเป็นสมการที่เหมาะสม

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะประมาณหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่ง ที่เรียกว่าตัวแปรตาม (Dependence Variable) จากตัวแปรอื่น ๆ ที่เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independence Variable) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน สร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบ สเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression)

2.7 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มี 2 ชนิด คือ แบบทดสอบ และแบบวัด มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.7.1 แบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงแบบทดสอบไว้ดังนี้

สุรวาท ทองบุ (2550, น. 81-92) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบ คือชุดของสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นการตอบสนองออกมาชุดของสิ่งเร้านี้มักจะอยู่ในรูปของข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบแสดงพฤติกรรมทางวาจา หรือการเขียนหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การฟ้อนรำประกอบเพลง เป็นต้น ซึ่งเมื่อแสดงพฤติกรรมออกมาให้สามารถวัดได้ สังเกตได้ และนำไปสู่การแปลความหมายได้ เกี่ยวกับความสามารถด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย แต่นิยมใช้กับด้านพุทธิปัญญาเป็นส่วนใหญ่

ชนิดของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็น แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและสรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากการศึกษาเล่าเรียน

1.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) และแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้จะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งจัดเป็นกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภทคือ

1.1.1 ความรู้ความจำ (Recall) เป็นความสามารถในการจำความรู้ ทั้งหลายที่ได้รับโดยสามารถระลึกสิ่งต่าง ๆ ออกมา

1.1.2 ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถของบุคคลในการตีความสรุปความ หรือขยายความจากสิ่งหนึ่งไปสู่อีกสิ่งหนึ่งหรืออีกความหมายหนึ่ง

1.1.3 การนำไปใช้ (Apply) เป็นความสามารถของบุคคลในการนำเอาความรู้ความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์หรือเงื่อนไขใหม่

1.1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะจัดประเภท หาความสำคัญและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในระบบใด ๆ ได้

1.1.5 การสังเคราะห์ (Syntheses) เป็นความสามารถในการประมวลความรู้แสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ

1.1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการตีคุณค่าตัดสินคุณค่า

1.2 รูปแบบของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มี 3 รูปแบบที่ได้รับความนิยมใช้ คือ

1.2.1 แบบปากเปล่า (Oral Test) เป็นการทดสอบที่ อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคล ใช้ได้ผลดีถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เพราะต้องใช้เวลามาก ถามได้ละเอียดเพราะสามารถโต้ตอบกันได้

1.2.2 แบบเขียนตอบ (Paper-Pencil Test) เป็นการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากการสอบแบบปากเปล่า เนื่องจากจำนวนผู้เข้าสอบมากและมีจำนวนจำกัด แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1.2.2.1 แบบความเรียง (Essay Type) เป็นการสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวมเรียบเรียงคำพูดของตนเองแสดงทัศนคติ และความรู้สึกความคิดได้อย่างอิสระภายใต้หัวเรื่องที่กำหนดให้เป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ได้อย่างดี แต่มีข้อเสียเพราะการให้คะแนนทำให้มีความเป็นปรนัยได้ยาก

1.2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Fixed-Response Type) เป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้อย่างจำกัด ข้อสอบแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือแบบถูกผิด (True-False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice)

1.2.2.3 แบบปฏิบัติ (Performance) เป็นการทดสอบที่ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง ๆ เช่น การทดสอบทางดนตรีช่างกลพลศึกษา เป็นต้น

2. แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดศักยภาพระดับสูงสุดของบุคคลว่าสมรรถภาพในการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และควรเรียนด้านใดหรือทำงานด้านใดจึงจะประสบความสำเร็จอย่างดี แบบทดสอบประเภทนี้อาจแบ่งย่อยได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบความถนัดในการเรียน (Scholastic Aptitude Test) และแบบทดสอบความถนัดจำเพาะ (Specific Aptitude Test) นักวัดผลแบ่งกลุ่มความถนัดเป็น 7 ด้าน คือ

2.1 ความถนัดด้านภาษา (Verbal Factor)

2.2 ความถนัดด้านการใช้คำ (Word Fluency Factor)

2.3 ความถนัดด้านตัวเลข (Number Factor)

2.4 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor)

2.5 ความถนัดด้านความจำ (Memory Factor)

2.6 ความถนัดด้านการสังเกตรับรู้ (Perception Factor)

2.7 ความถนัดด้านการใช้เหตุผล (Reasoning Factor)

3. แบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ของบุคคลต่อสังคม แบบทดสอบประเภทนี้จะวัดเกี่ยวกับบุคลิกภาพ หรือการปรับตนเองของบุคคลในสังคมวัดความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ แบบทดสอบประเภทนี้ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แบบสำรวจความสนใจต่าง ๆ เป็นต้น

การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยควรกำหนดแผนการสร้าง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษา ขั้นนี้เป็นการวางโครงการล่วงหน้าว่าการวิจัยนั้นต้องการศึกษาพฤติกรรมอะไรกับใครและศึกษาเพื่ออะไร

2. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบที่จะใช้ ขั้นนี้เป็นการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่จะใช้ในการวิจัย โดยกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบประเภทใดจึงจะสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาจำนวนข้อเท่าใด และเวลาที่ใช้ควรเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสม

3. การสร้างแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมที่ต้องการศึกษานั้นมีองค์ประกอบของพฤติกรรมใดบ้าง โดยสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นแนวทางในการสร้าง

4. การสร้างตัวคำถาม ยึดหลักใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายชัดเจน และมีความเป็นปรนัย ถ้าข้อสอบนั้นเป็นข้อสอบแบบปรนัย การสร้างตัวเลือกต้องให้เป็นอิสระจากกันมีความชัดเจนไม่แนะคำตอบ โดยศึกษาเทคนิคการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกจากเอกสาร ตำรา เพื่อให้การสร้าง ถูกต้องตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

5) การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบดูว่าเนื้อหาและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบนั้นเป็นตัวแทนที่ดีหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ โดยตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญ ๆ ต่อไปนี้

5.1 ความตรง (Validity) เป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

5.2 ความเที่ยง (Reliability) เป็นการตรวจสอบดูว่า ผลของการวัดจากแบบทดสอบนั้นมีความคงที่แน่นอนมากน้อยเพียงใด

5.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นการตรวจสอบดูว่าคำถาม หรือสิ่งที่ถามในแบบทดสอบมีความชัดเจนดีพอหรือไม่ ระบบการให้คะแนนและการแปลความหมายคะแนนนำไปใช้ได้ตรงกันทั่วไปได้หรือไม่

นอกจากนี้แบบทดสอบบางประเภทอาจต้องตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นด้วย เช่น อำนาจจำแนก ความยากง่าย

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ คือ คือชุดของสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นการตอบสนองออกมาชุดของสิ่งเร้านี้มักจะอยู่ในรูปของข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบแสดงพฤติกรรม

ทางวาจา หรือการเขียนหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเมื่อแสดงพฤติกรรมออกมาสามารถวัดได้ สังเกตได้ และนำไปสู่การแปลความหมายได้ ซึ่งเกี่ยวกับความสามารถด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

2.7.2 แบบวัด

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงแบบวัดไว้ดังนี้

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552, น. 2-16) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแบบวัด ไว้ดังนี้

1. ความหมายของแบบวัด

แบบวัด เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น ความรู้สึก อารมณ์ ความสนใจของผู้ตอบแบบวัด เช่น จิตใจ ความรู้ ความเชื่อของผู้ตอบ โดยใช้คำถามหรือข้อความเป็นสิ่งเร้าใจให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกออกมา สามารถใช้วัดทั้งด้านพุทธิพิสัย (Cognition) และจิตพิสัย (Affective)

2. โครงสร้างของแบบวัด

โครงสร้างของแบบวัด ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

2.1 หนังสือนำหรือคำชี้แจง โดยมากมักจะอยู่ส่วนแรกและอาจมีคำชี้แจงอยู่ด้านหน้า พร้อมคำขอบคุณ โดยคำชี้แจงมักจะระบุถึงจุดประสงค์ที่ให้ตอบแบบวัด การนำคำตอบที่ได้ไปใช้ประโยชน์ คำอธิบายลักษณะของแบบวัด วิธีการตอบแบบวัดพร้อมตัวอย่าง ชื่อ และที่อยู่ของผู้วิจัยประเด็นที่สำคัญต้องให้ผู้ตอบมั่นใจข้อมูลที่จะตอบไปจะไม่ถูกเปิดเผยเป็นรายบุคคลจะ ไม่มีผลกระทบ ต่อผู้ตอบ และมีการพิทักษ์สิทธิของผู้ตอบด้วย 2.2 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น การทีจะถามข้อมูลส่วนตัวอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยดูว่าตัวแปรที่สนใจ จะศึกษานั้น มีอะไรบ้างที่เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว และควรถามเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัยเท่านั้น

2.3 คำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่จะวัด เป็นความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องของคุณลักษณะหรือตัวแปรนั้น

3. แบบวัดประเภทการเขียนคำถามแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 การวัดโดยใช้คำถามปลายเปิด จะต้องตั้งคำถามให้แคบเพียงพอเพื่อให้คำตอบที่ได้มีทิศทางเฉพาะ คำถามปลายเปิดนี้จะมีประโยชน์ในสภาพการณ์ที่เป็นการสำรวจวินิจฉัย

3.2 การวัดโดยใช้คำถามปลายปิดเป็นคำถามที่กำหนดคำตอบให้ตอบ การใช้คำถามปลายปิดควรจะใช้เมื่อนักวิเคราะห์ระบบสามารถที่จะกำหนดรายการตอบได้อย่างชัดเจน และเมื่อต้องการสำรวจกลุ่มคนจำนวนมากซึ่งถ้าใช้คำถามปลายเปิดเป็นการยากที่จะวิเคราะห์และสรุปภาษาที่ใช้ในแบบวัดควรมีลักษณะ ดังนี้

3.2.1 ใช้ภาษาที่ตอบสนองได้ดี ใช้คำที่เข้าใจง่าย

3.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่เป็นคำเฉพาะให้มากที่สุด

3.2.3 ใช้คำถามที่สั้น กระชับ ได้ใจความ

3.2.4 ไม่ใช้คำหยาบ

3.2.5 หลีกเลี่ยงคำที่มีความเอนเอียงต่าง ๆ ในคำถาม

3.2.6 คำถามที่ตั้งขึ้นมานั้นต้องแน่ใจว่าเป็นเทคนิคที่ถูกต้องก่อนที่จะใช้

3.2.7 คำถามนั้นต้องมีเป้าหมายที่ตอบสนองได้ตรงกับที่ต้องการอยากรู้

4. ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

ขั้นตอนการสร้างแบบวัด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด การศึกษาคุณลักษณะอาจดูจากวัตถุประสงค์ของการวิจัย กรอบแนวความคิดหรือสมมติฐานการวิจัย จากนั้นจึงศึกษาคุณลักษณะ หรือตัวแปรที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียดทั้งเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 กำหนดประเภทของคำถาม ข้อคำถามในแบบวัดอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. คำถามปลายเปิด (Open Ended Question) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ ซึ่งคาดว่าน่าจะได้คำตอบที่แน่นอน สมบูรณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่าคำตอบที่จำกัดวงให้ตอบ คำถามปลายเปิดจะนิยมใช้กันมากในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร หรือใช้คำถามปลายเปิดในกรณีที่ต้องการได้คำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายเปิด แบบวัดแบบนี้มีข้อเสียคือ มักจะถามได้ไม่มากนัก การรวบรวมความคิดเห็นและการแปรผลมักจะมีความยุ่งยาก

2. คำถามปลายปิด (Close Ended Question) เป็นคำถามที่ผู้วิจัยมีแนวคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้เท่านั้น คำตอบที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้ามักได้มาจากการทดลองใช้คำถาม ในลักษณะที่เป็นถามปลายเปิด หรือการศึกษากรอบแนวความคิด สมมติฐานการวิจัย และนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 การร่างแบบวัด ต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการจะถามอะไรบ้าง ต้องสร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ต้องถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะวัด จำนวนข้อคำถามให้เหมาะสมไม่มากหรือน้อย และเรียงลำดับข้อคำถาม ควรเรียงลำดับให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแบบวัด หลักจากที่สร้างแบบวัดเสร็จแล้ว ควรทบทวนแบบวัดอีกครั้งเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแบบวัดนั้นด้วย เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์คุณภาพแบบวัด การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

1. ความตรง (Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือการที่ แบบวัดมีความครอบคลุมวัตถุประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ค่าสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา (IOC : Index of item Objective Congruence) หรือดัชนีความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเนื้อหาคำถามเป็นรายข้อ

1.2 ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-related Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง แบ่งออกได้เป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ และความเที่ยงตรงตามสภาพ สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ทั้งของ Pearson และ Spearman และค่า t-test เป็นต้น

2. ความเที่ยง (Reliability) เครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่แน่นอนคงที่ จะวัดกี่ครั้งผลจะได้เหมือนเดิม สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ้าคอนบาร์ช (Cronbach’s Alpha Coefficient : a coefficient) ซึ่งจะใช้สำหรับข้อมูลที่มีการแบ่งระดับการวัดแบบ ประมาณค่า (Rating Scale)

5. แบบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท

แบบวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert's Scale) มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วัดเจตคติเป็นการวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้น แล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้น อาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วย หรือพอใจ ไม่เห็นด้วยหรือไม่พอใจ หรือแสดงความไม่แน่ใจกับข้อความนั้น จากนั้นจึงนำมา ประมวลผลโดยอาศัยรูปแบบค่ารวมเป็นหลักซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการ ดังนี้

1. การสนองตอบต่อคำถามหรือข้อความแต่ละข้อในมาตรวัดจะมีลักษณะคงที่ (Monotonic Trace Line) แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า ลักษณะคงที่ของการสนองตอบในทุก ๆ ข้อความจะต้องเป็นเส้นทับกัน

2. ผลรวมของลักษณะคงที่ของการสนองตอบต่อข้อความทั้งหมดของแต่ละคนจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเกือบเป็นเส้นตรง (Linear) เพราะถึงแม่ว่าลักษณะคงที่ในทุก ๆ ข้อความจะไม่เป็นเส้นทับกันแต่เมื่อนำค่าคงที่นี้มารวมกันแล้วจะทำให้สีวนที่เฉจากเส้นตรงหักลบกันไป

3. ผลรวมของลักษณะคงที่ ของการสนองตอบต่อข้อความหนึ่ง ๆ จะมี องค์ประกอบร่วมกันอยู่หนึ่งตัวนั้น คือ ผลรวมนี้จะแทนค่าลักษณะนิสัยที่วัดได้อย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

ลิเคิร์ท ได้พบว่าค่าของหน่วยวัดซึ่งใช้หน่วยความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเกณฑ์นั้น เมื่อเทียบกับคะแนนที่จัดอันดับของการตอบสนองแบบ 1, 2, 3, 4, 5 นั้น มีสหสัมพันธ์กันสูงมากถึง 0.99 ซึ่งสามารถที่จะใช้แทนกันได้

มาตราวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท กำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุลงในมาตราวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอ ๆ กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมีประมาณ 18-20 ข้อความ การกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือก กระทำภายหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธี Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด การสร้างมาตราวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาว่าต้องการศึกษาเจตคติของใครที่มีต่อสิ่งใด

2. การเลือกคำถามและรวบรวมข้อความคิดเห็น การเก็บรวบรวมข้อความคิดเห็นที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมา ข้อความนั้นควรมีลักษณะดังนี้

2.1 คำถามทุกข้อต้องเป็นข้อความเกี่ยวกับเจตคติ ไม่ใช่เป็นการถามเรื่องราวของข้อเท็จจริง เพราะคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงนั้น ไม่สามารถบอกได้ว่า ผู้ตอบมีเจตคติเป็นอย่างไร คือจะไม่สามารถวัดความแตกต่างของเจตคติได้

2.2 คำถามทุกข้อต้องแจ่มแจ้ง ชัดเจน รัดกุม และตรงประเด็นที่ต้องการศึกษาการเขียนคำถามควรถามครั้งละหนึ่งประเด็นเท่านั้น เพราะถ้าเขียนคำถามครั้งละหลายประเด็นจะทำให้ผู้ตอบเกิดความสับสน เพราะผู้ตอบอาจจะเห็นด้วยกับคำถามเพียงประเด็นเดียว ส่วนประเด็นอื่นผู้ตอบอาจไม่เห็นด้วย เช่น มหาวิทยาลัยควรจะส่งเสริมด้านการเรียนการสอนและกิจกรรม นักศึกษาควรจะแยกเป็นมหาวิทยาลัยควรจะส่งเสริมด้านการเรียนการสอน กับ มหาวิทยาลัยควรจะ ส่งเสริมกิจกรรม นักศึกษา เป็นต้น

2.3 ข้อคำถามนั้นควรใช้คำและศัพท์ง่าย ๆ ที่ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน พยายามหลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

2.4 หลีกเลี่ยงการใช้คำปฏิเสธว่า "ไม่" ให้ใช้คำอื่นที่มีความหมายคล้ายกันแทน

2.5 คำถามควรมีลักษณะที่สามารถจำแนกเจตคติของบุคคลในแง่ต่าง ๆ ได้กล่าวคือ บุคคลที่มีเจตคติต่างกันควรมีแนวคำตอบปรากฏให้เห็นแตกต่างกัน ส่วนแนวคำถามใดที่บุคคล ทุก ๆ คนมีแนวโน้มที่จะตอบเหมือน ๆ กันทั้งที่มีเจตคติต่างกันข้อนั้นควรตัดทิ้งไป

2.6 ผลจากการตอบคำถาม ควรจะกระจายพอสมควร ตามแนวของเจตคติ คือมีทั้งกลุ่มที่เห็นด้วยและกลุ่มที่ไม่เห็นด้วย

2.7 ในมาตรวัดชุดหนึ่ง ๆ ควรมีคำถามประเภทบวก หรือนิมาน (Favorable Statement) และประเภทลบ หรือ นิเสธ (Unfavorable Statement) อย่างละเท่า ๆ กัน

2.8 ถ้าใช้คำถามประเภทเลือกตอบ (Multiple Choice Statement) ตัวเลือกแต่ละตัวจะต้องสามารถแยกเจตคติได้ และไม่มีหลายตัวแปรในแต่ละคำตอบ เช่น

2.8.1 นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่

2.8.2 นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์หรือไม่

2.8.3 ถ้าจะส่งนักเรียนไปแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไปหรือไม่

3. การกำหนดตัวแปรของเจตคติเมื่อได้ตั้งคำถามไว้เรียบร้อยแล้ว นำคำถามเหล่านั้นมากำหนดค่าเจตคติว่าควรจะมีค่าตั้งแต่เท่าใดถึงเท่าใดซึ่งจะพิจารณาได้โดยยึดหลักดังนี้

3.1 ข้อคำถามทั้ง 2 ประเภท กำหนดค่าเป็น 5 ลักษณะ คือ ลักษณะค่าของข้อคำถามประเภทนิมานและประเภทนิเสธ

ข้อคำถามประเภทนิมาน (Favorable Statement)	ข้อคำถามประเภทนิเสธ (Unfavorable Statement)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Disagree)
เห็นด้วย (Agree)	ไม่เห็นด้วย (Disagree)
ไม่แน่ใจ (Uncertain)	ไม่แน่ใจ (Uncertain)
ไม่เห็นด้วย (Disagree)	เห็นด้วย (Agree)
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Disagree)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)

3.2 การกำหนดน้ำหนักคำถามประเภทนิมาน กำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่"เห็นด้วยอย่างยิ่ง" และน้ำหนักต่ำที่สุด "ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง" ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

คำถามประเภทนิเสธ กำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และน้ำหนักต่ำที่สุด "เห็นด้วยอย่างยิ่ง " ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของเจตคติมีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 น. 100)

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	เจตคติระดับมากที่สุด
3.51-4.50	เจตคติระดับมาก
2.51-3.50	เจตคติระดับปานกลาง
1.51-2.50	เจตคติระดับน้อย
1.00-1.50	เจตคติระดับน้อยที่สุด

4. การเลือกคำถาม คำถามทุกข้อที่สร้างขึ้นในตอนแรกนี้ จะนำไปใช้เป็นแบบสอบถาม เจตคติยังไม่ได้ จะต้องนำคำถามเหล่านี้ไปทดลองดูก่อนว่า คำถามแต่ละข้อนั้นจะเชื่อถือได้หรือไม่สามารถวัดเจตคติที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่เพียงไร โดยการนำข้อความไปทดลองใช้กับผู้ทำแบบสอบถามที่มีลักษณะพื้นฐานคล้ายกับกลุ่มที่เราจะศึกษาจำนวนประมาณ 80-100 คน แล้วนำมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อประเมินคุณภาพของแต่ละข้อความซึ่งกระทำได้ 2 วิธี คือ

4.1 หาค่า t-test ระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนรวมต่ำ ข้อใดที่ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าข้อความนั้นมีอำนาจจำแนกแยกกลุ่ม ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยออกจากกันได้ ให้คัดเลือกข้อความที่มีค่าสูงสุดลงมาตามจำนวนที่ต้องการ

4.2 หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวมทั้งหมดลบคะแนนข้อนั้นเป็นการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ความคงที่ภายในมาตรวัด (Criterion of Internal Consistency) ถ้าได้ค่าสหสัมพันธ์สูง แสดงว่าใช้ได้วิธีคัดเลือกข้อความดังกล่าวนี้ ลิเคิร์ทเสนอว่า วิธีวิเคราะห์โดยการหาค่าสหสัมพันธ์จะได้ผลดีกว่า แต่จากการหาสหสัมพันธ์ระหว่างผลการ วิเคราะห์ทั้งสองวิธีพบว่ามีความสัมพันธ์กัน (Rho) ถึง 0.91 แสดงว่าจะใช้วิธีใดก็ได้

สรุปได้ว่า แบบวัดเป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น ความรู้สึก อารมณ์ความสนใจของผู้ตอบแบบวัดที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เช่น จิตใจ ความรู้ ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของผู้ตอบโดยใช้คำถามหรือข้อความเป็นสิ่งเร้าใจให้ ผู้ตอบแสดงความรู้สึกออกมา สามารถใช้วัดทั้งด้านพุทธิพิสัย (Cognition) และจิตพิสัย (Affective) ซึ่งผู้วิจัยจึงใช้แบบวัด ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

2.8 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผลการวิจัยที่มีคุณภาพและน่าเชื่อถือโดยสิ่งที่สำคัญที่สุดคือมาจากข้อมูลที่มีคุณภาพเนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจากการวัดค่าตัวแปรจากเครื่องมือที่นักวิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพจะประกอบด้วยค่าความเที่ยงตรง ค่าความเชื่อมั่น ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัยทั้งนี้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยควรพิจารณาและประสิทธิภาพก่อนจะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.8.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายผลของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือ ที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัดซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1998, น. 20) ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรงดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134-135) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือประเมินผล ไม่ใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับไม่ใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มีการบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ควรเน้นการเจาะจง เช่น ความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะ เรื่องที่ต้องการวัดเสมอ ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิต อาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรง ก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนด และโครงการ

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 127) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือสิ่งที่เครื่องมือการวัด

และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ความเที่ยงตรงสูง สามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและพยากรณ์ได้ถูกต้องแม่นยำ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่องความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรง เป็นกระบวนการรวบรวม และวิเคราะห์หลักฐาน เพื่อการสนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. น. 219) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงหมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ถูกต้องแม่นยำ การที่จะตรวจสอบว่าเครื่องมือการวิจัยนั้นมีความเที่ยงตรงหรือไม่ จะต้องมีรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการวัดเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบว่าเครื่องมือการวิจัยนั้นวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

ไพศาล วรคำ (2565, น. 266) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรง (Validity) ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด หรือกล่าวอีกนัยนึงก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้โดยตรงตามเนื้อหาที่จะวัด หรือเป็นดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือ หรือเนื้อหาของข้อความวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอยู่ที่การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องที่เป็นตัวแทน (Representative Sample) ของมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมด และมีความเพียงพอ (Adequate) ต่อการวัดเนื้อหาเรื่องนั้นหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน ช่วยพิจารณาตัวอย่างเนื้อเรื่องในเครื่องมือวัดว่า มีขอบเขตที่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเรื่องที่ต้องวัดเพียงใด ซึ่งสามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้อง โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนดังนี้

สอดคล้อง มีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ มีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง มีคะแนนเป็น -1

และหาค่าดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (2\text{-}12)$$

เมื่อ IOC เป็นดัชนีความสอดคล้อง
R เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละหัวข้อ
n เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากแบบวัดอื่นหรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบัน หรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพหรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) กับความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (Trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎีบางทีจึงถูกเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัดตัวแปรคุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เชาว์ปัญญา เจตคติความเชื่อ ค่านิยม เชาวน์อารมณ์ เป็นต้น

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวิจัยที่จะวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือมีความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.8.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นดังนี้

Burry-Stock and others (1996, p. 118) ได้ศึกษาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน ได้ผลดังนี้ ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน การลงความคิดเห็นระหว่างผู้ตรวจ ให้คะแนนถูกอ้างอิงถึงระดับการตัดสินใจในการให้คะแนนพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา เป็นความแตกต่างทางความคิด ตามวิธีการทางการวัดทางจิตวิทยา เรื่องความเชื่อมั่นในการคิด ความเข้าใจของการลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน เป็นความจำเป็นทางการวัดผลทางจิตวิทยา ที่นำข้อมูลเป็นรายบุคคล และคะแนนรวมในวิชาต่าง ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายกำหนดไว้ตามวิธีของการแสดงความคิดเห็น ของผู้ตรวจให้คะแนน มีความตั้งใจในการนำมาใช้กับผู้ฝึกหัด หรือนักศึกษา หรือนักจิตวิทยา นักวัดผลและนักวิจัย

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” หมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบ เรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการคำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 59-60) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่ หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมาย และวิธีการประมาณค่า ดังแสดงในตาราง 2.6

ตารางที่ 2.6 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีการประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงที่ต่างกันโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-Retrs Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาต่างที่ต่างกัน
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบสอบที่สมมูล	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่อง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ประเภท	ความหมาย	วิธีการประมาณค่า
		เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ทัดเทียมกัน
3. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้ 3.1 วิธีแบบครึ่งข้อสอบ (Spilt-half Method) 3.2 วิธีของ Kuder-Richardson Method 3.3 วิธีสัมประสิทธิ์ Cronbach's Alpha Method 3.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Hoyt's Analysis of Variance Method	- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบถามเดียวกันคำนวณค่า - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่และข้อคู่ จากนั้นใช้สูตรของเปียร์แมนราวคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0.1) และคะแนนรวมจากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสันคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสันคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาขอครอนบาควิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางจากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยล์

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึง

สำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือ ให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 220) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่คงที่หรือคงเส้นคงวา เมื่อทำการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ด้วยเครื่องมือวัดสิ่งเดียวกัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 137) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตามกับกลุ่มเดิม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 59-60) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมาย และวิธีการประมาณค่า ดังแสดงในตาราง 2.6

ไพศาล วรคำ (2565, น. 278) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่ง ในการวัดหลาย ๆ ครั้ง เช่น ถ้าเราเอาตุ้มน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม ไปชั่งด้วยเครื่องชั่งเครื่องหนึ่ง เครื่องชั่งนั้นจะบอกค่าน้ำหนักออกมาค่าหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็น 1 กิโลกรัมหรืออาจจะเป็นค่าอื่นก็ได้ เมื่อนำตุ้มน้ำหนักนั้นชั่งด้วยเครื่องชั่งนี้กี่ครั้งต่อกี่ครั้งก็จะบอกค่าน้ำหนักค่าเดิมเสมอ แสดงว่าเครื่องชั่งมีความเชื่อมั่นส่วนค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 กิโลกรัม ตามน้ำหนักที่แท้จริงของตุ้มน้ำหนัก แสดงว่าเครื่องชั่งมีความเที่ยงตรง แต่ถ้าค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่เท่ากับ 1 กิโลกรัม แสดงว่าเครื่องชั่งไม่มีความเที่ยงตรง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดคงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่งเมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัด

โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน ซึ่งสูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์ Cronbach's α – Coefficient ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 288)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \quad (2\text{-}13)$$

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์ของแอลฟาขอ

k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่

S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือการวิจัยที่มีความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียว ในการวัดซ้ำไปซ้ำมาในหลาย ๆ ครั้ง จากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม และวิธีวัดค่าประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ความเชื่อมั่นแบบคงที่ ความเชื่อมั่นแบบความสมมูลกัน และความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน

ขั้นตอนในการประมาณค่าความเชื่อมั่น

ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์นิยมใช้การประมาณค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเพราะมีการทดลองใช้เพียงครั้งเดียว ซึ่งเหมาะกับภาวการณ์ที่เป็นจริงของการดำเนินการวิจัย แต่เนื่องจากสูตรที่ใช้คำนวณมีหลายสูตรด้วยกัน ผู้วิจัยจึงควรใช้สูตรคำนวณให้ถูกต้องตามเงื่อนไขของสูตรที่กำหนดไว้ การตรวจสอบความเชื่อมั่นมีวิธีการดังนี้

1. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวนประมาณ 30-40 คน

2. นำเครื่องมือที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนน

3. พิจารณาสูตรที่เหมาะสมกับลักษณะของแบบสอบถาม

4. คำนวณตามสูตร

5. หากค่าที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำหรือยังไม่เป็นที่พอใจของผู้วิจัย จะต้องดำเนินการแก้ไข ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุต่อไปนี้

5.1 การให้คะแนนไม่ถูกต้อง เช่น การให้คะแนนข้อความทางลบของมาตรวัดแบบ Likert ที่ต้องเปลี่ยนจาก 5 4 3 2 1 เป็น 1 2 3 4 5

5.2 ข้อความที่ใช้ไม่ชัดเจน กำกวม

5.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีการแสดงลักษณะเหมือนกัน ทำให้คำตอบที่ได้ไม่แตกต่างกัน คะแนนที่ได้จึงใกล้เคียงกัน

6. หลังการแก้ไข ผู้วิจัยจะต้องนำไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่งและนำผลที่ได้มาประมาณค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง หากยังไม่ได้ผลตามที่ต้องการก็ต้องมีการปรับแก้ แต่ถ้าผลจากการทดลอง

ใช้ครั้งแรกเป็นที่น่าพอใจแล้ว ผู้วิจัยก็สามารถนำเครื่องมือนั้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายหรือประชากรที่ต้องการได้

2.8.3 ค่าความยาก (Difficulty)

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงค่าความยากไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของค่าความยากว่า ค่าความยาก (difficulty) หมายถึง คุณสมบัติข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้าหากมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างไม่ถูกบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะ ควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 190) ได้ให้ความหมายของค่าความยากว่า ค่าความยาก หมายถึง จำนวนร้อยละหรือค่าสัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนทั้งหมดใช้กับเครื่องมือวัดที่เป็นแบบทดสอบเลือกตอบประเภท 0-1

ไพศาล วรคำ (2565, น. 298) ได้กล่าวถึงค่าความยากว่า ค่าความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากกว่าแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (item difficulty index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คนได้ผล ดังนี้

ข้อที่ 1	มีนักเรียนตอบถูก	45	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	45/50	=	.90
ข้อที่ 2	มีนักเรียนตอบถูก	30	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	30/50	=	.60
ข้อที่ 3	มีนักเรียนตอบถูก	25	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	25/50	=	.50
ข้อที่ 4	มีนักเรียนตอบถูก	0	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	0/50	=	.00
ข้อที่ 5	มีนักเรียนตอบถูก	50	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	50/50	=	1.00

ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก

$$p = \frac{f}{n} \qquad (2\text{-}14)$$

เมื่อ p เป็นค่าดัชนีความยาก

f เป็นจำนวนผู้ตอบถูก

n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหากันเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 -.80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป (p < .20) หรือง่ายเกินไป (p > .80) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องการพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียน โดยใช้สูตรเดียวกับการหาดัชนีความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 กับ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆ กันคือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whiney ans Sabers, 1970) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - \left(2nx_{\min}\right)}{2n\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \qquad (2\text{-}15)$$

เมื่อ p เป็นดัชนีความยาก

S_H เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$x_{\max}$ เป็นคะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$x_{\min}$ เป็นคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย คือ ถ้าค่าดัชนีความยากสูงหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าค่าดัชนีความยากต่ำหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

สรุปได้ว่า ค่าความยาก (Difficulty) หมายถึง คุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบพิจารณาได้จากจำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย และถ้าหากมีจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

2.8.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงค่าอำนาจจำแนกดังนี้

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 191) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกว่าค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มคนเก่งและอ่อน กลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์กับกลุ่มผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบ หรือจำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะจากผู้ที่มีคุณลักษณะต่ำในกรณีที่เป็นแบบสอบถาม

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 141) ได้ให้ความหมายค่าอำนาจจำแนกว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้ใครไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้อตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ ค่าอำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูงเครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ไพศาล วรคำ (2565, น. 300) ได้กล่าวถึงอำนาจจำแนกว่า อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบ หรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบ และแบบทดสอบถาม เทคนิค การหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม ดังนี้
    1.1 เทคนิคร้อยละ 50
    1.2 เทคนิคร้อยละ 27
    1.3 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
    1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
    2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของ Brennan’s Index: B-Index

2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตร Whitney and Sabers

เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนกดังตารางที่ 2.7 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 184)

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.80 – 1.00	ง่ายมาก	0.60 – 1.00	ดีมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40 – 0.59	ดี
0.40 – 0.59	ปานกลาง	0.20 – 0.39	พอใช้
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก	0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 – 0.19	ยากมาก	0.00 – 0.09	ควรปรับปรุง

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวลวงนั้นควรมีค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไปสำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 300) ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2\left(f_H - f_L\right)}{n} \qquad (2\text{-}16)$$

เมื่อ r อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n จำนวนผู้ตอบทั้งหมด $\left(n = n_H + n_L\right)$

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 303) ดังนี้

$$r_{XY'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y' - \left(\sum Y'\right)^2\right]}} \quad (2\text{-}17)$$

เมื่อ $r_{XY'}$ ดัชนีอำนาจจำแนก

X เป็นคะแนนรายข้อ

Y เป็นคะแนนรวม

Y' เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$

n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย คำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (ไพศาล วรคำ 2565, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \quad (2\text{-}18)$$

เมื่อ D เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$x_{\max}$ เป็นคะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$x_{\min}$ เป็นคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบระหว่างเรียน คำนวณจากสูตรของเบรนแนน (Brennan’s Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ 2565, น. 306) ดังนี้

$$B = \frac{f_P}{n_P} - \frac{f_F}{n_F} \quad (2\text{-}19)$$

เมื่อ B เป็นดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนแนน

f_P เป็นจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass)

f_F เป็นจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail)

n_P เป็นจำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์

n_F เป็นจำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

สรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบ หรือข้อคำถามนั้น ๆ ที่จำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างว่าแต่ละบุคคลอยู่ในระดับไหน ไม่ว่าจะเป็นระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครเข้าใจ-ไม่เข้าใจ โดยยึดหลักที่ว่า คนที่เก่งจะตอบถูก ส่วนคนไม่เก่งจะตอบผิด และข้อสอบที่ดีควรที่จะแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนและอำนาจจำแนกจะมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

2.9.1.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์

ปณัฏฐา ศรเดช (2554) ได้ศึกษาการ พัฒนาหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและ 2) ประเมินผลการใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยสร้างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาจากข้อมูลพื้นฐานและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระยอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 48 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 48 คนนั้นได้ผ่านกระบวนการสุ่มเข้าชั้นเรียนโดยคละความสามารถอย่างเป็นระบบจากทางโรงเรียนอยู่แล้ว ซึ่งทุกหน่วยของกลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2) แผนการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ตามหลักการของการ์ดเนอร์, คาลวินและทอมป์สัน และมาตรฐานกระบวนการของ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ (t-test)ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน เนื่องจาก 1) หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบเหมาะสมและมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้อง

กันทุกรายการอยู่ในระดับมาก 2) ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังใช้ สูงกว่าก่อนใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ณัฐ สิทธิกร (2561) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ เพศ ระดับ ผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และสังกัดของโรงเรียนที่สำเร็จการศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์กับเพศ ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสังกัดของโรงเรียนที่สำเร็จการศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรตประจำปีการศึกษา 2560 จำนวน 339 คน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า แบบวัดรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างมีคุณภาพโดย คุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective congruence: IOC) ซึ่งค่า IOC ของ ข้อคำถามที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ คุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยง โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.879 และมีความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์กันเพศ ($X^2_{0.25,2}$ = 7.379) และอยู่ในระดับบานกลาง (Cramer's V = .148) ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์กับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (X^2 = 3.404, P=.493) และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์กับสังกัดของโรงเรียนที่สำเร็จการศึกษา (X^2 = 2.705, P= 608)

รามนรี นนทภา (2562) ได้ศึกษาการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 3 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดการคิดทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ผลการวิจัย พบว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเรียงตามค่าคะแนนมากไปน้อยตามลำดับ คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด และด้านการให้เหตุผล ผลการสัมภาษณ์ ดังนี้ ด้านการแก้ปัญหาพบว่านักศึกษามีการฝึกฝนการวิเคราะห์ปัญหา มีการใช้กลยุทธ์ในด้านการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา เพราะเป็นสิ่งที่ครูจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นประจำ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด พบว่านักศึกษาฝึกฝนการนำเสนอข้อมูลในสถานการณ์ต่าง ๆ ฝึกฝนการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ และมีการนำเสนอตัวแทนความคิด ด้านการให้เหตุผล พบว่านักศึกษาใช้

ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ เน้นการวิเคราะห์และให้เหตุผล ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และนำข้อมูลจากปัญหานั้นมาวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องแต่นักเรียนบางส่วนที่แก้ปัญหาไม่ได้หาคำตอบไม่ได้ จะไม่สามารถนำเสนอความคิดหรืออธิบายความ ถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ ส่งผลให้ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

วนิดา เขตประทุม (2563) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้อง ม. 2/3 จำนวน 40 คน และห้อง ม. 2/5 จำนวน 40 คน รวมทั้งหมดจำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ผลการวิจัยพบว่า (1) การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 และส่วนเยี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.60 และส่วนเยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.57 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 (2) แนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ระพีพรรณ สุวรรณ์ทา (2567) ได้ศึกษาการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์และความวิตกกังวลทางคณิตทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองตัวแปรเดียว 2) ศึกษาความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3) เปรียบเทียบความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ระหว่าง นักเรียน ห้องเรียนพิเศษ และห้องเรียนปกติ 4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคามภาคเรียนที่ 2/2565 จำนวน 220 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยล่ะค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า 1) การคิดทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 121 คน คิดเป็น ร้อยละ 55.00 2) ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับสูง 3) คะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษสูงกว่านักเรียนห้องเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) การคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ 05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .726 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูงกับความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา และยังเน้นถึงปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น หลักสูตรการเรียนการสอน รูปแบบการวัด และความรู้สึกหรือเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.9.1.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ศศินภา บุตรสีเขียว (2553) ได้ศึกษาการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ โดยใช้ระเบียบ วิธีวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน และมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 คนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร จำนวน 6 คน โดยมีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยทำการคัดเลือกนักเรียนจาก นักเรียนกลุ่มเก่งจำนวน 3 คน และนักเรียนกลุ่มอ่อน จำนวน 3 คนโดยพิจารณาจากคะแนนสอบคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 และแบ่งนักเรียนกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย นักเรียนกลุ่มเก่งจำนวน 2 คน กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่งจำนวน 1 คน และนักเรียนกลุ่มอ่อนจำนวน 1 คนและกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มอ่อนจำนวน 2 คน แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 16 กิจกรรม โดยไม่มีการแทรกแซงจากผู้วิจัย หลังจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมเสร็จมีการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยการ บันทึกวีดิทัศน์ และบันทึกเสียงของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ข้อมูลหลักที่นำมาวิเคราะห์ คือ โปรโตคอลการทำกิจกรรมจำนวน 16 โปรโตคอล งานเขียนของนักเรียน บันทึกภาคสนาม ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียน และแบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพของนักเรียนตามกรอบทฤษฎี Action-Process-Structure ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างองค์

ความรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพซึ่งเป็นความเข้าใจในระดับการจัดกระทำโดยที่นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลโดยการสังเกต และนำความรู้เดิมมาใช้ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ ถูกพัฒนาเป็นระดับกระบวนการ ซึ่งเป็นการอธิบาย เปรียบเทียบละท้อนสิ่งที่สังเกตได้จากภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอและมีการสร้างความคิดรวบยอดในระดับที่สูงขึ้นซึ่งเป็นความเข้าใจในระดับโครงสร้างต่อไป (2) ในการทำกิจกรรม

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ (2563) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการ 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์เอกสารและร่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยต่างประเทศ และผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความเหมาะสม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวิเคราะห์แนวคิดที่เหมาะสม และแบบประเมินความเหมาะสมของแนวคิด ระยะที่ 2 การศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ และพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล ได้แก่ สถาบันการศึกษาแห่งชาติ ประเทศสิงคโปร์ และโรงเรียนลำปลายมาศ พัฒนา ประเทศไทย สำหรับศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เครื่องมือวิจัย ได้แก่แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอน แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอน และแบบประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า จากการ สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 จัดการเรียนรู้รูปธรรม ขั้นตอนที่ 2 จัดการเรียนรู้กึ่งรูปธรรม และขั้นตอนที่ 3 จัดการเรียนรู้สัญลักษณ์และวิธีการ สำหรับแนวทางการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินความเข้าใจนักเรียนจากพฤติกรรมที่แสดงออกได้ มี 6 ประการ ได้แก่ 1) สามารถอธิบายความเข้าใจ 2) สามารถแปลความให้เกิดความหมายที่ชัดเจน 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ 4) สามารถมองข้อดีข้อเสียจากสิ่งที่เข้าใจ 5) สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งที่เข้าใจ และ 6) สามารถสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เข้าใจ

ฐานิดา เสน่ดี (2564) ได้ศึกษาการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทศนิยม และเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ศึกษาแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทศนิยม และเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 76 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis)และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description)ผลการวิจัย

พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ขั้นตอนวิธีการ จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ คิดเป็น ร้อยละ 39.47 และ 22.37 ตามลำดับ ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแปลความ และตีความ คิดเป็นร้อยละ 39.47 และ 22.37 ตามลำดับ และระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 39.47 และ 22.37 ตามลำดับ 2) แนวทางในการพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ ปัญหาคือ นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นตอนแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ หรือทำได้แต่ถูกต้องเพียงบางส่วน เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะพื้นฐานในกระบวนการคิดคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอน แนวทางในการพัฒนาคือ ครูควรแนะนำวิธีในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาและหลักการทั่วไปของการแสดงวิธีทำในการหาคำตอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหารวมถึงรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอน และวิธีการที่หลากหลาย แนวทางในการพัฒนาระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความ และดีความ ปัญหาคือ นักเรียนไม่สามารถเรียบเรียงการเขียนอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ ทำให้ไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา และไม่สามารถแปลความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แนวทางในการพัฒนาคือ ครูควรตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญในการเขียนแสดงวิธีทำที่ละเอียดและชัดเจน โดยการให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย และให้นักเรียนอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนจากนั้นให้นักเรียนฝึกแปลงโจทย์กลับไปกลับมาระหว่างประโยคสัญลักษณ์โจทย์ปัญหา แนวทางในการพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติคณิตศาสตร์ ปัญหาคือ นักเรียนละเลยการใช้สมบัติคณิตศาสตร์ ขาดความเข้าใจ และทักษะในการใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา แนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องเน้นวิธีการสอนที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาจจะมีสื่อประกอบในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสนใจมากยิ่งขึ้น

ชูศักดิ์ ชุบไธสง (2566) ได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความ และสามารถสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความคิดความจริง และกระบวนการทางคณิตศาสตร์จนสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่จนสามารถแก้สถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อ ศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วน (2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วนจำแนกตามเพศและระดับสติปัญญา และ (3) เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการแสดงแทนเกี่ยวกับคว่ามสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 210 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบการแก้ปัญหา และแบบสัมภาษณ์แบบ กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี การวิเคราะห์งานเขียน และนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง คือ ระดับที่ 2 การสร้างมโนภาพ การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง คือ การใช้สัญลักษณ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเศษส่วนของนักเรียนมีระดับสติปัญญาสูง เรียงลำดับตามคะแนนของ ค่าเฉลี่ยที่มากสุด คือ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบตามลำดับ (2) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วนของนักเรียน จำแนกตามระดับสติปัญญา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 และ (3) แนวทางในการพัฒนาความเข้าใจท้างคณิตศาสตร์ และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วน คือ ครูจะต้องพานักเรียนแสดงวิธีทำที่หลากหลายในโจทย์ข้อเดียว การใช้สื่อหรืออุปกรณ์ ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วน ครูจะต้องอธิบายวิธีการในการดำเนินการอย่างละเอียดและชัดเจน พร้อมกับการตรวจคำตอบ และวิธีการสรุปคำตอบ

ภวัต ศรีบัว และคณะ (2566) ได้ศึกษาการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด และ 2) เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มเครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เกณฑ์การให้คะแนน และเกณฑ์การแปลความหมายระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนามของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด อยู่ในระดับพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 2.32 ระดับดำเนินการ คิดเป็นร้อยละ 11.63 ระดับกรรมวนการ คิดเป็นร้อยละ 48.84 และระดับวัตถุ คิดเป็น ร้อยละ 37.21 2) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05คำสำคัญ: ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน เทคนิคเพื่อนคู่คิด

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่า งานวิจัยเหล่านี้เน้นความสำคัญของการใช้เครื่องมือและวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น โปรแกรม The Geometer's Sketchpad การจัดการเรียนรู้แบบรูปธรรมสู่สัญลักษณ์ การใช้เกม และเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อต่างๆ นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของระดับความเข้าใจในนักเรียนแต่ละกลุ่ม และเสนอแนวทางการพัฒนาความเข้าใจในแต่ละด้าน

2.9.1.3 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

ณิชาพร เจริญวานิชกูร (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและ จูเลียน-ซูลต์ซที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยุการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสรุปและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน -ชูลต์ซ 5) ศึกษา พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความสามารถในการสรุปและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในระยะระหว่างเรียน 5) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

เกศริน กูลนรา (2561) ได้ศึกษาความสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด จำนวน 355 คน ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบและนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาสหสัมพันธ์คาโนนิคอล ผลการวิจัยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีอยู่ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอคะแนนด้านการเชื่อมโยงและด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ระดับคุณภาพโดยรวมของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับคีเมื่อแยกรายด้าน พบว่า ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอคะแนนด้านการเชื่อมโยง อยู่ในระดับดี ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่าน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ และด้านความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับผ่าน เมื่อแยกรายด้านทั้งด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ และด้านความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการระดับคุณภาพอยู่ในระดับผ่าน สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กับกลุ่ม ตัวแปรตามความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงขั้นตอนหรือความรู้เชิงกระบวนการ มีค่าเท่ากับ 845 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 น้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอล (Canonical Weights) ระหว่าง ชุดตัวแปรอิสระทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับชุดตัวแปรตามความรู้ทางคณิตศาสตร์มีชุดตัวแปรอิสระพบว่าการแก้ปัญหา มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 352 การให้เหตุผล มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 412 การสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 329 การเชื่อมโยง มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 544 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีค่า น้ำหนักเท่ากับ 367 ส่วนความสัมพันธ์ในชุดตัวแปรตาม คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ .565 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือความรู้เชิงกระบวนการ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ .506 หมายถึง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการคะแนบมาตรฐานของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (U) และความรู้ทางคณิตศาสตร์ (W)

ศิณภพ ภูมิเขียว (2563) การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

ความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562จำนวนทั้งหมด 163 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดย การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และ การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเพศชาย ส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้นความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ ด้านที่มีค่าสูงสุดคือ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 55.56 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 รองลงมาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 54.63 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.34 และความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40.43 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.54 ส่วนนักเรียนเพศหญิง มีความรู้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ด้านที่มีค่าสูงสุดคือ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คิดเป็น ร้อยละ 59.33 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.98 รองลงมาคือความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 55.17 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.52 และความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 52.75 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.42 เนื่องจากความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สอนกันมากในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ จนบางครั้งกลายเป็นความรู้เกี่ยวกับการทำงานเป็นลำดับขั้นแบบซ้ำ ๆ หรือเป็นการทำงานที่ผู้ทำไม่เข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำ ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ เนื่องจากไม่เข้าใจปัญหาดีพอ จึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการไปใช้ได้ ทำให้ไม่แน่ใจว่าจะต้องเลือกใช้การดำเนินการใด

ทศทัศน์ บุญตา (2565) ได้ศึกษาการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบร่วมกับการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า ระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ระลึกได้ (Recall) ระดับที่ 2 ทักษะ/ความคิดรวบยอด (Skill/Concept) ระดับที่ 3 การคิดเชิงกลยุทธ์ (Strategic Thinking) และระดับที่ 4 การคิดเชิงขยายความคิด (Extended Thinking) ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 1) เจตคติต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ 3) ความยึดมั่นผูกพันต่อการคิดคำนวณ และ 4) ปัจจัยเกื้อหนุน ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางการเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง และพฤติกรรมการสอนของครู

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการสอนที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีที่เหมาะสมสามารถพัฒนาความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านจิตพิสัยและสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ก็มีบทบาทสำคัญต่อระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.9.1.4 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

วาสุกรี ใจจันทร์ และ ลลิตพัทธ์ สุขเรือน (2557) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในชั้นเรียนที่ เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนและการทดลองเกี่ยวกับการสอน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ชั้น ปีที่ 1 จำนวน 31 คน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี เรื่อง อนุพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิตและฟังก์ชันอดิศัย การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ การบันทึกภาคสนามการบันทึกวิดีทัศน์และแถบเสียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์วิดีทัศน์ ผลงานของนักศึกษาและโพรโทคอล ผลการวิจัยพบว่า ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาทำให้นักศึกษาเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่มีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกโดยใช้คำถามในการเชื่อมโยงเชิงโมเดล การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนรวบรวม วิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนทั้งชั้นเรียนมาจัดเรียงแนวคิดอาศัยแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ขยายต่อเพื่อเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การอภิปรายวิธีแก้ปัญหาและเปรียบเทียบวิธีการคิดทำให้นักศึกษาเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างและการสรุปเพื่อเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนและความคิดรวบยอดการเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์

เฉลิมขวัญ รวมสุข (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและได้ศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง การวิจัยนี้ใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขุนควรวิทยาคม จังหวัดพะเยา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 25 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐาน แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

พาวา พงษ์พันธุ์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 การดำเนินการวิจัยประกอบ ด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบรูปแบบ การ จัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 26 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ ทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้ แนวคิดทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของดีนส์ (Dienes) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีค่าความเหมาะสม (IOC) ตามเกณฑ์ที่กำหนด และผลของการใช้รูปแบบพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

พิชญมน รุ่งฤทธิ์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้สอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามปลายเปิด และ 2) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทศนิคการใช้คำถามปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนวังน้อยวิทยาภูมิ ได้มาจากการลุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการ จัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ3) แบบประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามปลายเปิดสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามปลายเปิดสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชิตชัย ใจมา (2567) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ การวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน โรงเรียนวัดเสาหิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Tasks) ได้แก่ 1) งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและมีการเชื่อมโยง 2) งานแบบการใช้ความคิดขึ้นสูงที่เน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหารประกอบด้วย การสร้างความเป็นปัญหาของนักเรียน การแสดงวิธีการคิด (How to) การใช้เหตุผลประกอบ (MB) การวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คนโรงเรียนวัดเสาหิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Tasks) ได้แก่ 1) งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและมีการเชื่อมโยง 2) งานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทาง

คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา 3) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การหารประกอบด้วย การสร้างความเป็นปัญหาของนักเรียน การแสดงวิธีการคิด (How to) การใช้เหตุผลประกอบ (MB) การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกับทักษะกระบวนการ (MC) และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน (MD) และแบบทดสอบวัดความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ความหมายการหาร ความสัมพันธ์ของการคูณและการหาร การหารลงตัวและไม่ลงตัว และตัวหารและขนาดของเศษ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากใช้การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาร โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการกำหนดเกณฑ์ตามความเหมาะสม โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.41) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.84) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านตัวหารและขนาดของเศษสูงสุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.23) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.54) รองลงมา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการหารลงตัวและไม่ลงตัว มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.87) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.57) และลำดับสุดท้ายทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านความหมายการหาร มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 1.65) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$ = 0.64)

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้เน้นว่าการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน เช่น การแก้ปัญหา การสืบเสาะ การทำโครงงาน การสอนแบบแนะให้รู้คิด และการใช้คำถามปลายเปิด รวมถึงการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมและพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในทุกระดับชั้นได้

2.9.1.5 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางคณิตศาสตร์

บัวลี เขียววงศา (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนมัธยมศึกษาสมบูรณ์ ดอนหนุน นครหลวง เวียงจันทน์ 4 ห้อง จำนวน 140 คน และใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน จำนวน 68 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งนักเรียนทั้งสอง ห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้น จับฉลากห้องเรียนอีกครั้ง เพื่อ จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยนักเรียนห้อง ม. 3/1 จำนวน 36 คน ใช้เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียน ห้อง ม. 3/2 จำนวน 32 คน ใช้เป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิค STAD แผนการจัด การเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจต

คติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการและระบบอสมการของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการและระบบอสมการของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) เจตคติที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD อยู่ในระดับมาก

วรรณภา เขตประทุม (2561) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ เจตคติและความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน หนองโพธิ์วิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดความเชื่อทางคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์โดยใช้ Pearson Correlation นำเสนอข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) VERS ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเชื่อทางคณิตศาสตร์และเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อยู่ในระดับบวก และระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ เจตคติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกในระดับสูง

สุจิตรา โชคเจริญ (2561) ได้ศึกษาการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียน การกำกับตนเอง ความเชื่อ และแรงจูงใจไฝ่สัมฤทธิ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัด ชัยภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 154 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ ตาม ลัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) พบว่า พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .507 การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .679 ความเชื่อในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 506 และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 761 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งตัวแปรที่มีความสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์รองลงมา ได้แก่ การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความเชื่อในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามลำดับ ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เรียงลำดับจากตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดเป็นอันดับแรก ได้แก่แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ รองลงมาคือ การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความเชื่อในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปของคะแนนมาตรฐาน (B) เท่ากับ 490, 223 และ 199 ตามลำดับ

จินตนา ศรีวงษา (2563) ได้ศึกษาการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม 2) สร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม จำนวน 349 คน และโรงเรียนเกิ้งวิทยานุกูล จำนวน 62 คน รวมเป็นจำนวนนักเรียนทั้งหมด 411 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน แบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression) ผลการวิจัย พบว่า 1) การที่ครูมีเทคนิคการสอนที่น่าสนใจมีคุณภาพ ครูคอยกำกับดูแลอย่างทั่วถึงคอยให้คำปรึกษานักเรียน มีกิจกรรมที่สนุกสนานสอดแทรกอยู่เสมอ ๆ ครูพูดจาไพเราะ ใจดี อบอุ่นครูมีเกมมาให้เล่นไม่เครียด ครูมีการเสริมแรงอยู่เสมอ ครูผู้สอนบุคลิกภาพดี นักเรียนมีความตั้งใจ นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการศึกษา นักเรียนมีการตั้งเป้าหมายในชีวิตและผู้ปกครองคอยช่วยเหลือเวลาทำการบ้าน ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่เกี่ยวกับการเรียนให้การสนับสนุนในความพยายามตั้งใจเรียน ผู้ปกครองให้โอกาส หรือเวลาส่วนตัวของนักเรียนได้ทบทวนบทเรียนหรือทำการบ้าน ปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครู อยู่ในระดับมาก แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก การดูแลเอาใจใส่ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองอยู่ในระดับมาก คุณภาพการสอนของครู อยู่ในระดับปานกลาง และความตั้งใจเรียน อยู่ในระดับปานกลาง ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย ที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยเรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จากค่ามากไปหาน้อย ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู

(0.691) คุณภาพการสอนของครู (0.629) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (0.581) ความตั้งใจเรียน (0.541) และการดูแลเอาใจใส่ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (0.408) ตามลำดับ

สุจิตรา สาสุข (2565) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) สร้างสมการพยากรณ์ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 206 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Correlation) และการถดถอยเชิงซ้อน แบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression) ผลการวิจัยพบว่า (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .694, .689, 681, 576 และ 555 ตามลำดับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในระดับสูงสองลำดับแรก ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู และความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .685 และ .650 ระดับปานกลางสองลำดับแรก ได้แก่ ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 678 และ .652 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 33.50 ($\overline{X}$ = 5.29, $S.D.$ = 0.96) ด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 20.39 ($\overline{X}$ = 5.27, $S.D.$ = 0.85) และด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 18.45 ($\overline{X}$ = 5.24, $S.D.$ = 0.83) (2) ผลการสร้างสมการพยากรณ์ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ปัจจัยด้านความเชื่อและเจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการเรียน การกำกับตนเอง และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง พฤติกรรมการสอนและคุณภาพการสอนของครู มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่างๆ

2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.9.2.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์

Hwa Tee Yong (2005) การประเมินผลตามโรงเรียน: การประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ (MATA) กรอบการประเมินการคิดคณิตศาสตร์ (MaTA) จึงเป็นทางเลือกวิธีการประเมินสำหรับครูเพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดของนักเรียนหรือการคิด ทางคณิตศาสตร์ครูสามารถระบุโครงสร้างทางปัญญา และอารมณ์ของนักเรียนที่แตกต่างกันของการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านทาง MaTA และข้อมูลที่รวบรวมได้สามารถใช้เป็นเครื่องมือใน การวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยความคิดเห็นของ MaTA ครูสามารถออกแบบบทเรียนที่เฉพาะเจาะจงเพื่อช่วยและยกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และที่สำคัญนักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

Kaye Stacey (2006) การคิดทางคณิตศาสตร์คืออะไรและมันสำคัญอย่างไร การสอนคณิตศาสตร์เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการแก้ปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ ไม่ได้เน้นที่ความรู้แบบคงที่ที่ใช้ในบทเรียน แต่ในกระบวนการบัญชีของการสอน เพื่อที่จะใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในทุกด้านของการสมัครไม่ว่าจะเป็นเรื่องเงิน ฟิสิกส์ การกีฬา วิศวกรรม คณิตศาสตร์ จะต้องใช้ร่วมกับความเข้าใจในกรณีของการสอนคณิตศาสตร์ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องรวบรวมความเชี่ยวชาญทั้งในวิชาคณิตศาสตร์และการสอนทั่วไปและรวมความรู้ทั้งสองนี้เข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ประเด็นเพื่อสร้างแผนสำหรับการสอนที่ดี บทเรียนหรือเป็นรายนาทีเพื่อตอบสนองต่อนักเรียนอย่างมีประสิทธิผลทางคณิตศาสตร์ หากครูต้องส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในนักเรียนพวกเขาจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการคิดคณิตศาสตร์ตลอดบทเรียนด้วยตนเอง

Toni Scusa (2008) ได้ศึกษาการตรวจสอบกระบวนการสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อสำรวจผลกระทบต่อคุณภาพของการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการเขียนวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ห้ากระบวนการสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์พบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นลายลักษณ์อักษรหรือด้วยวาจาทำให้ดีขึ้น เมื่อเราเน้นกระบวนการเหล่านี้แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงจะช้าและเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ความผูกพันของนักเรียนได้รับผลกระทบจากเวลาที่เราใช้ในการทำงานในกิจกรรมกลุ่มใหญ่หรือเล็ก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นหากไม่มีการลงทุนในความพยายามและเวลาอย่างมีนัยสำคัญในส่วนของฉันและนักเรียน การเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเฉพาะเพื่อจำลองแบบและใช้เพื่อประเมินงานของผู้อื่นเป็นงานในเชิงลึกที่ไม่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหรือง่ายดาย

Amir Zaman (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษา เขต North West Frontier Province ประเทศปากีสถาน งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่าง “การคิดทางคณิตศาสตร์

(mathematical thinking)" กับ "ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ (Achievement In Mathematics)" ในกลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 9 (สายวิทยาศาสตร์) ในเขต North West Frontier Province (NWFP) ของประเทศปากีสถาน (ภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็น Khyber Pakhtunkhwa) นอกจากนั้นยังมุ่งศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศ, ประเภทโรงเรียน (รัฐ/เอกชน) และพื้นที่ตั้งโรงเรียน (ในเมือง/ชนบท) ต่อระดับการคิดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าว (เพศ×พื้นที่, เพศ×ประเภทโรงเรียน, และ ประเภทโรงเรียน×พื้นที่) กับทั้งสองปัจจัยหลัก ในงานวิจัย ผู้เขียนยังได้วิเคราะห์ทัศนคติและแนวคิดของครูเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ว่าความสำคัญและระดับความยากของทักษะเหล่านี้สอดคล้องหรือต่างจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ตลอดจนสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อค้นหากลยุทธ์ในการแก้โจทย์ วิธีเข้าใจคำถาม การรับรู้เกี่ยวกับระดับความยากง่ายของการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน และพฤติกรรมการตรวจทานคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนา "โมเดลการคิดทางคณิตศาสตร์" (Mathematical Thinking Model) โดยใช้ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอน ร่วมกับการออกแบบแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking Test) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Achievement Test) ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ จากนั้นวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (เช่น T-Test, ANOVA, Regression) นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ประกอบ ผลลัพธ์สำคัญพบว่าการคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ปานกลางกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะด้าน "การพิสูจน์" (Proof) มีความเชื่อมโยงเด่นชัดกับคะแนนสอบ และยังพบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศที่ตั้งโรงเรียน และประเภทโรงเรียน ในระดับนัยสำคัญทางสถิติต่อทั้ง "ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์" และ "ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์" ทั้งนี้ ครูผู้สอนส่วนใหญ่ตระหนักถึงความสำคัญของการสอนแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และสนับสนุนให้ใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลภายในชั้นเรียน แต่ในทางปฏิบัติยังพบอุปสรรคหลายประการ

Alper Yorulmaz, et al. (2017) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาผลของสภาวะการคิดทางคณิตศาสตร์ของครูประถมต่อความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ ถูกมองว่ามีอิทธิพลต่อการก่อตัวของความวิตกกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีสมมุติฐานว่าถ้า "การคิดทางคณิตศาสตร์" ของครูพัฒนาในระดับสูงขึ้น ความกังวลเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ก็จะลดลง งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับครูประถม (Form Teachers) เพราะพวกเขาเป็นผู้สอนคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานให้แก่เด็ก ๆ จุดประสงค์หลักของการศึกษาจึงมุ่งตรวจสอบ "ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์" ของครูประถม กับ "ความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์" พร้อมทั้งดูว่าทั้งสองปัจจัยนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือครูประถมจำนวน 194 คนที่สอนในโรงเรียนรัฐบาล เขต Bagcilar, จังหวัดอิสตันบูล ประเทศตุรกี ในภาคการศึกษา Spring ปี 2015-2016 ใช้ "แบบวัดการคิดทาง

คณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking Scale)” และ “แบบวัดความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถม (Anxiety Scale for the Mathematics Teaching Anxiety of Form Teachers)” เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูล ผลการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple Linear Regression) ชี้ว่า ครูกลุ่มนี้มีคะแนน “การคิดทางคณิตศาสตร์” อยู่ในระดับค่อนข้างสูง ขณะที่ “ความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์” อยู่ในระดับต่ำ เมื่อวิเคราะห์เชิงสหสัมพันธ์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้เป็นไปในทิศทางลบอย่างมีนัยสำคัญ แม้จะไม่สูงนัก นอกจากนี้ยังพบว่ามิติการคิดทางคณิตศาสตร์ (เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ และการคิดขั้นสูง) สามารถทำนายระดับความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ได้บางส่วน

Merrilyn Goos and Sila Kaya (2020) ได้ศึกษาการทบทวนเปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับการทำความเข้าใจและการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แหล่งที่มาสำหรับการทบทวนคือบทความที่ตีพิมพ์ใน Educational Studies in Mathematics (ESM) ในช่วงเวลาสองช่วงคือ 1994-1998 และ 2014-2018 การเลือกช่วงเวลาสองช่วงนี้ทำให้เราสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ "สถานะของศิลปะ" ในการวิจัย ตลอดจนระบุการเปลี่ยนแปลงในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา การทบทวนนี้มีแนวทางจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับ "การคิดทางคณิตศาสตร์" ที่เสนอในวรรณกรรมวิจัย เอกสารหลักสูตรที่เลือก และกรอบการประเมินระดับนานาชาติ

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้เน้นความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ในฐานะกระบวนการที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง การประเมินและการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ และครูเองก็จำเป็นต้องมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีซึ่งอาจส่งผลต่อความมั่นใจในการสอนของตนเองด้วย

2.9.2.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

Robert Scott Eberle (2011) ได้ศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเด็กเกี่ยวกับเทสเซลเลชันการสังเคราะห์ด้านความรู้ความเข้าใจและสุนทรียศาสตร์ เทสเซลเลชันมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและเหมาะสมสำหรับการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น งานวิจัยนี้สำรวจว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สร้างแนวคิดเกี่ยวกับเทสเซลเลชันอย่างไรก่อนการเรียนการสอน โดยใช้มุมมองด้านความรู้ความเข้าใจและสุนทรียศาสตร์ตามแนวคิดของเพียเจต์ การสัมภาษณ์ทางคลินิกใช้เพื่อระบุความเข้าใจ กลยุทธ์ การให้เหตุผล และเกณฑ์ด้านสุนทรียศาสตร์ของเด็ก ภววิทยา (Ontology) ของเด็กมีความหลากหลายระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุและกระบวนการและพวกเขาประสบปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องความเป็นอนันต์ในเทสเซลเลชัน สุนทรียศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมมาตร มีอิทธิพลต่อตัวเลือกของเด็กและมีบทบาททางความคิดในการสำรวจโครงสร้างของเทสเซลเลชัน เกณฑ์ด้านสุนทรียศาสตร์ของเด็กสะท้อนเกณฑ์ของนักคณิตศาสตร์ แต่มี

น้ำหนักที่แตกต่างกัน งานวิจัยนี้ยังกล่าวถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ อิทธิพลของเครื่องมือ ญาณวิทยา (Epistemology) ของเด็ก และบทบาทของสมมาตรในการสร้างความมั่นใจงานวิจัยนี้สรุปด้วยข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตและนัยยะสำหรับหลักสูตรและการสอน

Amy Katherine Brown (2018) ได้ศึกษาการฝึกฝนออนไลน์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับกลางของโรงเรียนรัฐส่งผลต่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างไร การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้ออนไลน์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับกลางของโรงเรียนรัฐ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิง retrospection โดยใช้ข้อมูลจากปีการศึกษาก่อนหน้าเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับการใช้ www.IXL.com ผู้วิจัยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวิธีการฝึกฝนคณิตศาสตร์โดยใช้ดินสอกระดาษและวิธีการออนไลน์ ผลที่ได้จากการศึกษา กลุ่มที่ใช้วิธีดินสอกระดาษมีประสิทธิภาพมากกว่า

Javier García-García (2024) ได้ศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายชาวเม็กซิกันเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นและฟังก์ชัน จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้คือการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายชาวเม็กซิกันเมื่อแก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องสมการและฟังก์ชันเชิงเส้น. การศึกษาใช้วิธีการคิดเสียงดังเพื่อรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนอธิบายกระบวนการคิดของตนเองขณะแก้โจทย์คณิตศาสตร์ 3 ข้อตามด้วยการตอบคำถามสุดท้าย. ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้ Thematic Analysis ฉบับย่อโดยอิงตามกรอบการทำงานเบื้องต้นที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้. ผลการวิจัยเผยให้เห็นว่านักเรียนแสดงระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขาทำ นอกจากนี้ ผลลัพธ์เหล่านี้ยังช่วยในการปรับปรุงกรอบการทำงานเบื้องต้น โดยให้ชุดตัวบ่งชี้ที่แม่นยำยิ่งขึ้นสำหรับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ. ตัวบ่งชี้เหล่านี้สามารถเป็นแหล่ง ข้อมูลที่มีค่าสำหรับนักการศึกษาและนักวิจัย โดยให้คำแนะนำในการพัฒนากลยุทธ์การสอนที่มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นภายในห้องเรียน

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่า งานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของวิธีการฝึกฝนที่ส่งผลต่อความเข้าใจ โดยที่การฝึกฝนออนไลน์บางรูปแบบอาจไม่ได้ผลดีกว่าวิธีการดั้งเดิม ความหลากหลายของความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเด็กและบทบาทของในการพัฒนาระดับความเข้าใจในนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับครูผู้สอนในการเลือกวิธีการสอนและประเมินความเข้าใจของนักเรียน

2.9.2.3 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

Crystal Kalinec-Craig (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับครูผู้ช่วยสอนก่อนประจำการชาวลาติน/ลาตินา 4 คนในการเรียนรู้เพื่อสอนคณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจและบูรณาการความรู้และ

ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์นอกโรงเรียนของเด็ก วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูผู้ช่วยสอนก่อนประจำการ (PSTs) ชาวลาติน/ลาตินา 4 คน ในขณะที่พวกเขาเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจ (TM4U) และการบูรณาการความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์นอกโรงเรียนของเด็กในระหว่างการสอน ผลการศึกษาพบว่า PSTs ใช้ประสบการณ์เดิมของพวกเขาในฐานะผู้เรียนภาษาอังกฤษเพื่อสนับสนุนเด็กที่มีความหลากหลายทางภาษาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากประสบการณ์เดิมของพวกเขา PSTs บางคนมีความอ่อนไหวต่อความต้องการของเด็กชายขอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น PSTs ใช้ประสบการณ์ของพวกเขาในฐานะผู้เรียนที่หลากหลายเพื่อคิดเกี่ยวกับวิธีการที่ครูสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนกับความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์นอกโรงเรียนของเด็ก

Heather Howell (2012) ได้ศึกษาการอธิบายลักษณะความรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับการสอนระดับมัธยมศึกษา ในกรณีศึกษาจากพีชคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูระดับมัธยมศึกษาในการสอนหน่วยการเรียนรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเลขยกกำลัง นอกจากนี้ยังสำรวจว่ากรอบแนวคิดที่มีอยู่สำหรับความรู้ของครูสามารถอธิบายความรู้นั้นได้อย่างเพียงพอหรือไม่ และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง การศึกษาครั้งนี้จำลองตามแบบงานวิจัยของ Ball, Bass และคณะที่มหาวิทยาลัยมิชิแกน ผลลัพธ์ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการสอนหน่วยการเรียนรู้นี้ โดยเน้นที่ขอบเขตของคณิตศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับคำจำกัดความและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

Angel Mukuka and Jogymol K. Alex (2024) ได้ศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานของครูในอนาคต จากหลักฐานจากการฝึกอบรมพัฒนาวิชาชีพ งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบผลของโปรแกรมการฝึกอบรมพัฒนาวิชาชีพเกี่ยวกับความรู้ของครูคณิตศาสตร์ก่อนประจำการชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน ในด้านแนวคิดทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน ณ มหาวิทยาลัยในชนบทแห่งหนึ่งในแอฟริกาใต้ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการฝึกอบรมช่วยพัฒนาความเข้าใจและความมั่นใจของครูผู้ช่วยสอนในแนวคิดที่เลือกอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าคะแนนพื้นฐานจะต่ำก็ตาม นอกจากนี้ยังสนับสนุนความจำเป็นในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ เพื่อให้ครูผู้ช่วยสอนได้รับโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจ ซึ่งสามารถส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการสอนของพวกเขาได้

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่า งานวิจัยเหล่านี้เน้นถึงความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูในการสอนเพื่อความเข้าใจ รวมถึงการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของครูผู้สอน โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิหลังหลากหลาย เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนและความจำเป็นของการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความรู้และความมั่นใจของครูในการสอนคณิตศาสตร์

2.9.2.4 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Lina Fouad Jawad (2022) ได้ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์กับการคิดเชิงสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในปัจจุบันมีความจำเป็นเพิ่มขึ้นในการแสดงให้เห็นถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ คณิตศาสตร์ถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่บุคคลและสังคมเผชิญในแต่ละวัน นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญในชีวิตของนักเรียน โดยช่วยเตรียมความพร้อมให้พวกเขาสำหรับความท้าทายในชีวิตผ่านการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ตลอดจนช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาในด้านการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและเสริมสร้างความมั่นใจในตนเอง งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ รวมถึงชีวิตประจำวัน และความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์หรือไม่ การศึกษานี้ใช้การทดสอบทางสถิติสองรูปแบบ โดยแบบแรกใช้ในการวัดทักษะการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบที่สองใช้วัดความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์ จำนวน 300 คนจากกรุงแบกแดด ลการวิเคราะห์พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์

Camilo Andrés Rodríguez-Nieto, et al. (2023) ได้ศึกษาการสำรวจการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในบริบทของการพิสูจน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้อเสนอใหม่ของการสร้างเครือข่ายทฤษฎี จากทฤษฎี Extended theory of Mathematical Connections (ETC) และทฤษฎี theory of Mathematical Argumentation (TMA) ซึ่งอิงตามแบบจำลองของ Toulmin (1984) ได้รับการอธิบายอย่างชัดเจนเพื่อศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้เหตุผล เพื่อจุดประสงค์นี้ "เครือข่ายของทฤษฎี" ถูกสร้างขึ้นเพื่อหาองค์ประกอบที่เติมเต็มซึ่งกันและกันระหว่างทฤษฎีทั้งสอง จากนั้น มีการเลือกกรณีศึกษาในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสาธิต ทฤษฎีบทความต่อเนื่องของฟังก์ชันของตัวแปรจริง “ถ้าฟังก์ชันหาอนุพันธ์ได้ที่จุดใดจุดหนึ่ง ฟังก์ชันนั้นจะต่อเนื่องที่จุดนั้น” โดยครูคณิตศาสตร์แคลคูลัสเชิงอนุพันธ์ ซึ่งเข้าร่วมในการสังเกตการณ์แบบไม่เข้าร่วม ซึ่งมีการบันทึกวิดีโอชั้นเรียนของเขา ผลลัพธ์หลักของการวิจัยเผยให้เห็นว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในกระบวนการให้เหตุผลของกรณีศึกษา เนื่องจากการเชื่อมโยงมีความสำคัญต่อการสร้างและการระบุข้อโต้แย้งและหลักฐานที่สนับสนุนข้อโต้แย้งนั้น นอกจากนี้ ยังพบองค์ประกอบที่เติมเต็มซึ่งกันและกันระหว่างทฤษฎีทั้งสอง ซึ่งทำให้การสร้างเครือข่ายนี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

Genaro de Gamboa, et al. (2023) ได้ศึกษาความหมายและโครงสร้างของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน การสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนมีบทบาทสองประการ ในขณะที่งานวิจัยหลายชิ้นเน้นย้ำถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ งานวิจัยอื่น ๆ ก็แจ้งถึงความยากลำบากของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างการเชื่อมโยง งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายลักษณะความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในบริบทชั้นเรียนปกติ, โดยใช้วิธีการอุปนัย, ในบริบทของการแนะนำจำนวนเต็มกับนักเรียนอายุ 12-13 ปี ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเชื่อมโยงเกิดขึ้นในรูปแบบของเครือข่ายความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน เรานำเสนอคำนิยามของการเชื่อมโยง คำอธิบายลักษณะโดยละเอียดของโครงสร้างภายในของสิ่งเหล่านั้นในรูปแบบของเครือข่ายความสัมพันธ์ และคำอธิบายลักษณะโดยรวมที่คำนึงถึงบทบาทของการเชื่อมโยงในบริบทที่เกิดขึ้น ความสมบูรณ์ซึ่งกันและกันของคำอธิบายลักษณะทั้งสองช่วยให้เราสามารถประสานงานจากมุมมองในชั้นเรียน ข้อเสนอการจำแนกประเภทเฉพาะที่มีอยู่สำหรับการเชื่อมโยงกับแนวคิดเรื่องการเชื่อมโยงที่กว้างขึ้นซึ่งใช้โดยแนวทางหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชั้นเรียน การเชื่อมโยงไม่ได้เกิดขึ้นโดยลำพัง แต่เป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ครู และเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

2.9.2.5 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางคณิตศาสตร์

Parmjit Singh, et al. (2019) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเองและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับวิทยาลัยในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ นักศึกษาระดับวิทยาลัย โดยเฉพาะผู้ที่เรียนวิชาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ต้องเรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์จำนวนมากพอสมควรซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดระดับอุดมศึกษาของพวกเขา และสร้างอัลกอริทึมจำนวนมากเพื่อที่จะบรรลุผลลัพธ์ที่ดีในรายงานผลการสอบของพวกเขา อย่างไรก็ตาม คุณภาพของความรู้ทางคณิตศาสตร์นี้สัมพันธ์กับการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาอย่างไร ประการที่สอง การเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเอง (SRL) และทัศนคติที่เกิดขึ้นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความสำเร็จของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ จากคำถามเหล่านี้ นักศึกษาระดับปริญญาตรีปีสุดท้ายที่สุ่มเลือกมาจำนวน 164 คน ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เข้าร่วมในการศึกษา

Cristina de- la- Peña, et al. (2021) ได้ศึกษาเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของครูในอนาคตความคิดสร้างสรรค์และความยืดหยุ่นทางความคิดมีความสำคัญอย่างไร เจตคติต่อคณิตศาสตร์ถูกหล่อหลอมโดยองค์ประกอบทางปัญญา เช่น ความเชื่อและกระบวนการทางปัญญา อย่างไรก็ตาม

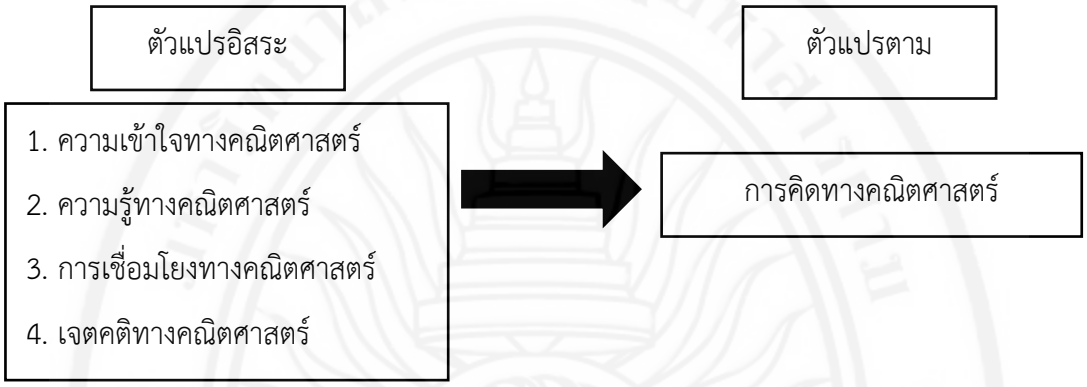
ความสำคัญของกระบวนการทางปัญญาในเจตคติต่อคณิตศาสตร์ยังไม่ได้รับการวิจัย ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุบทบาทของกระบวนการทางปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และความยืดหยุ่นทางปัญญา ในทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ของครูในอนาคต สำหรับวัตถุประสงค์นั้น นักศึกษามหาวิทยาลัยและครูฝึกหัดจำนวน 218 คน ทำภารกิจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความยืดหยุ่นทางปัญญาและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์

Norshahira Isa and Hasniza Ibrahim (2023) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขา งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่ออธิบายกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยอิงจากเจตคติที่พวกเขามีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงพิจารณาว่าเจตคติทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากเพียงใด การศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดสองประการของทัศนคติทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การมีส่วนร่วมทางอารมณ์ (Affective Engagement) ซึ่งหมายถึงความรู้สึกและความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และการมีส่วนร่วมทางปัญญา (Cognitive Engagement) ซึ่งหมายถึงการตัดสินและความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนา และเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 75 คน จากโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในเมืองเซกามัต รัฐยะโฮร์ ประเทศมาเลเซีย ใช้แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking Test - MTT) และแบบสอบถามเจตคติทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) ชี้ให้เห็นว่าเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ไม่สูงมากนัก

สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ สรุปได้ว่างานวิจัยเหล่านี้เน้นความสำคัญของเจตคติในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์และอิทธิพลของเจตคติต่อการคิดทางคณิตศาสตร์อาจมีความซับซ้อนและจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในบริบทและกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ 1) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบของ Usiskin (2001, pp. 15-28) 2) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบของ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) 3) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบของ อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 60) 4) เจตคติทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวน นักเรียนทั้งหมด 170 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 119 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีขั้นตอนในการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยใช้หน่วยการสุ่มตัวอย่าง คือ ห้องเรียนและลักษณะห้องเรียนมีลักษณะคล้ายกัน คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ตามสูตรของ (Taro Yamane 1973, p. 727)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{3-1}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เท่ากับ 0.05

จากสูตรจะได้ $$n = \frac{170}{1+(170)(0.05)^2}$$

$$n = \frac{170}{1.425}$$

$$n = 119.298$$

ผลจากการคำนวณตามสูตร คิดเป็น 119 คน

รวมจำนวนนักเรียน 119 คน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ในการสุ่มห้องเรียนได้จำนวน 4 ห้องเรียน ประกอบด้วย

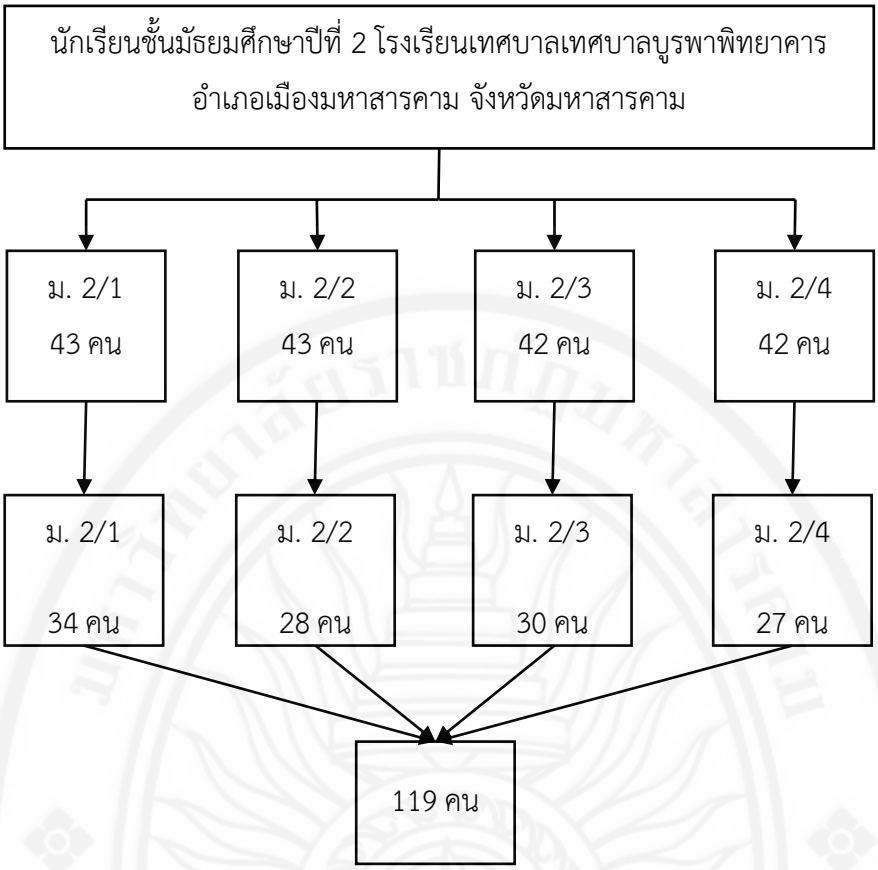
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 34 คน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 28 คน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 30 คน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน

รวมจำนวนนักเรียน 119 คน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

3.2.2 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

3.2.3 แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

3.2.4 แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

3.2.5 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับโดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์

3.3.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.1.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.1.4 สร้างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด ที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง สถิติ จำนวน 5 ข้อ ที่สร้างเผื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 4 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ปรากฏดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	แผนภาพจุด	1	1
2	แผนภาพต้นใบ	1	1
3	ฮิสโทแกรม	1	1
4	ค่ากลางของข้อมูล	2	1
รวม		5	4

จากตารางที่ 3.1 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบขึ้นมา จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบที่ใช้จริง 4 ข้อ

3.3.1.5 นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.1.6 นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส วุฒิการศึกษาสูงสุด ปริญญาเอก ปร.ด (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์

2) นางพรลภัส ศิลป์ศิริวานิชย์ วุฒิการศึกษาสูงสุด ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์

3) นายเอกชัย ฤทธิโคตร วุฒิการศึกษาสูงสุด กศ.ม. (การบริหารการศึกษา) ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ข้อที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญอยากให้เพิ่มหัวข้อย่อย 1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียดและเพิ่มรายอะเอียดข้อย่อย 2. ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด	ข้อที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มจำนวนหัวข้อย่อยตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำ ดังนี้ 1. ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลดังกล่าวโดยใช้แผนภูมิแท่ง 2. มัธยฐาน และฐานนิยมของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้เป็นเท่าใด พร้อมให้เหตุผลประกอบ 3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด 4. ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด

3.3.1.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC)

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น -1

พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 4 ข้อ

3.3.1.8 นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 30 คน และจำนวนของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียน เพราะมีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา เวลา และจำนวนของข้อสอบ เนื่องจากเมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ และทดสอบแล้วนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ใช้แล้วนำผล (Try-Out) มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (r) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 303)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับความเหมาะสม
0.60 – 1.00	ดีมาก
0.40 – 0.59	ดี
0.20 – 0.39	พอใช้
0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 – 0.09	ควรปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากง่าย (P) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 303)

ค่าความยากง่าย (P)	ระดับความเหมาะสม
0.80 – 1.00	ง่ายมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	ยากมาก

พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 4 ข้อ

3.3.1.9 นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบรายขอมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.51-0.59 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้และมีค่าจำแนก อยู่ในช่วง 0.86-0.92 ซึ่งข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 4 ข้อ แล้วนำมาใช้จริง 4 ข้อ

3.3.1.10 นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์ และอัลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 ถือว่าข้อสอบใช้ได้

3.3.1.11 นำแบบทดสอบการคิดคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ จำนวน 4 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.2.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.2.4 สร้างแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ ที่สร้างเผื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 8 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ปรากฏดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	แผนภาพจุด	2	2
2	แผนภาพต้นใบ	2	2
3	ฮิสโทแกรม	3	2
4	ค่ากลางของข้อมูล	3	2
รวม		10	8

จากตารางที่ 3.3 จำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบขึ้นมา จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบที่ใช้จริง 8 ข้อ

3.3.2.5 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.2.6 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. คำถามแต่ละข้อให้มีความกระชับ และความยากของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน	ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ทำให้ข้อสอบในแต่ละข้อให้มีความกระชับ และมีความยากของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน

3.3.2.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 8 ข้อ

3.3.2.8 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 30 คน และจำนวนของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียน เพราะมีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา เวลา และจำนวนของข้อสอบ เนื่องจากเมื่อนักเรียน

อ่านโจทย์ และทดสอบแล้วนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ใช้แล้วนำผล (Try-Out) มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

3.3.2.9 นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบรายขอมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.46-0.51 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้และมีค่าจำแนก อยู่ในช่วง 0.88–0.95 ซึ่งข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 8 ข้อ แล้วนำมาใช้จริง 8 ข้อ

3.3.2.10 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์ และอัลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 ถือว่าข้อสอบใช้ได้

3.3.2.11 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.3 แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.3.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ด้าน ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ ที่สร้างเผื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 8 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ปรากฏดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 จำนวนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	แผนภาพจุด	2	2
2	แผนภาพต้นใบ	2	1
3	ฮิสโทแกรม	3	2
4	ค่ากลางของข้อมูล	3	3
รวม		10	8

จากตารางที่ 3.5 จำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบ ขึ้นมา จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบที่ใช้จริง 8 ข้อ

3.3.3.5 นำแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.3.6 นำแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. คำถามแต่ละข้อให้มีความกระชับ	ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ทำให้ข้อสอบในแต่ละข้อให้มีความกระชับมากยิ่งขึ้น

3.3.3.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 8 ข้อ

3.3.3.8 นำแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 30 คน และจำนวนของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียน เพราะมีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา เวลา และจำนวนของข้อสอบ เนื่องจากเมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ และทดสอบแล้วนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ใช้แล้วนำผล (Try-Out) มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

3.3.3.9 นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบรายขอมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.29-0.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้และมีค่าจำแนก อยู่ในช่วง 0.31-0.52 ซึ่งข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 8 ข้อ แล้วนำมาใช้จริง 8 ข้อ

3.3.3.10 นำแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์ และอัลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 ถือว่าข้อสอบใช้ได้

3.3.3.11 นำแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.4 แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.3.4.2 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.4.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.4.4 สร้างแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ จำนวน 8 ข้อ ที่สร้างเผื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 6 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สถิติ แบบอัตนัยปรากฏดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 จำนวนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	แผนภาพจุด	2	1
2	แผนภาพต้นใบ	1	1
3	ฮิสโทแกรม	2	1
4	ค่ากลางของข้อมูล	3	3
รวม		8	6

จากตารางที่ 3.7 จำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบขึ้นมา จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบที่ใช้จริง 6 ข้อ

3.3.4.5 นำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.4.6 นำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
แก้ไขข้อ 1) ปรับค่า อย่าให้เลขค่าห่างกันมาก พนักงาน 7 คนของบริษัทแห่งหนึ่งมีรายได้ต่อเดือน ดังนี้ 30,000 60,000 36,000 32,000 30,000 28,000 18,000 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของรายได้ต่อเดือน	ได้ทำการปรับแก้ ข้อที่ 1) พนักงาน 7 คนของบริษัทแห่งหนึ่งมีรายได้ต่อเดือน ดังนี้ 30,000 40,000 36,000 32,000 30,000 28,000 18,000 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของรายได้ต่อเดือน

3.3.4.7 นำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร

จำนวน 30 คน และจำนวนของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียน เพราะมีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา เวลา และจำนวนของข้อสอบ เนื่องจากเมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ และทดสอบแล้วนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ใช้แล้วนำผล (Try-Out) มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

3.3.4.8 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น -1

พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 6 ข้อ

3.3.4.9 นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบรายขอมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.29-0.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้และมีค่าจำแนก อยู่ในช่วง 0.31-0.52 ซึ่งข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 6 ข้อ แล้วนำมาใช้จริง 6 ข้อ

3.3.4.10 นำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์ และอัลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 ถือว่าข้อสอบใช้ได้

3.3.4.11 นำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.5 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.5.2 สร้างแบบวัดเจคติทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

3.3.5.3 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของข้อความ และภาษาที่ใช้ในการเขียน

3.3.5.4 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมงานวิจัยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
แก้ข้อที่ข้อต่อไปนี้ให้เข้าใจง่ายกระชับ ข้อที่ 14) เป็นนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ข้อที่ 16) เป็นวิชาที่ชอบคณิตศาสตร์เพราะเป็นวิชาที่เข้าใจง่าย	ได้ทำการปรับแก้ ข้อที่ 14) เป็นวิชาที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ข้อที่ 16) เป็นวิชาที่เข้าใจง่าย

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ข้อที่ 19) เป็นวิขาที่ฉันเข้าใจเนื้อหา แต่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	ข้อที่ 19) เป็นวิชาที่ฉันเข้าใจเนื้อหาแต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้

3.3.3.5 นำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับผลจากการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 20 ข้อคำถาม

3.3.3.6 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ต.ตลาด อ.เมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่า สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้ มีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.60-0.79) จำนวน 9 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกได้ปานกลาง (0.40-0.59) จำนวน 11 ข้อ แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.3.7 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความ เชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .97

3.3.3.8 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและกำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2 ดำเนินการสังเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จากงานวิจัย หนังสือ วารสารที่เกี่ยวข้องและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อได้ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์

3.4.3 นำผลจากการสังเคราะห์ มาสร้างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือตาม ขั้นตอนในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.4.4 ดำเนินการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้กับผู้บริหาร โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร และทำบันทึกข้อความชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และแจ้งความประสงค์ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

3.4.5 ติดต่อขอความร่วมมือแก่ครูผู้สอนประจำวิชา เพื่อชี้แจงขอความร่วมมือจากนักเรียน

3.4.6 ติดต่อประสานงานกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และขอความร่วมมือในการสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3.4.7 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปตรวจสอบความสมบูรณ์และทำการ วิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

3.4.8 ดำเนินการตรวจให้คะแนน เพื่อประเมินจากการทำ แล้วนำผลจากการทำแบบทดสอบที่นักเรียนได้เขียนตอบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย พิจารณาให้คะแนนจากการตอบในภาพรวม ทั้ง 3 ด้าน ปรากฏดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1-4	ด้านการแก้ปัญหา	1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีประสิทธิภาพ และอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้อย่างชัดเจน ตอบคำถามได้ถูกต้อง
		0.5	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าว แต่ตอบคำถามได้ถูกต้อง
		0	มีหลักฐานหรือร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน และแก้ปัญหาไม่สำเร็จ ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน
			ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
	ด้านการให้เหตุผล	1	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
		0.5	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจแต่ไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
		0	มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่ระบุการอ้างอิง
			ไม่สามารถให้เหตุผลได้
	ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิด	1	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
		0.5	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบลำดับขั้นตอนได้ชัดเจนบางส่วน แต่รายละเอียดยังไม่สมบูรณ์
		0	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ใช้กราฟ แผนภูมิ ตารางและการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
			ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ในการแสดงแทนความคิด

จากตารางที่ 3.10 เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ให้คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน เรียงลำดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-3 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย พิจารณาให้คะแนนจากการตอบในภาพรวม ทั้ง 3 ด้าน ปรากฏดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3-6	ขั้นตอนวิธีการ	3	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
		2	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และแสดงวิธีทำได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
		1	สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ แต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
		0	ไม่สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการได้
1-2	การนำไปใช้และการนำเสนอ	3	สามารถแปลความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง สามารถใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และแสดงวิธีทำได้ และสามารถตีความคำตอบได้ถูกต้อง
		2	สามารถแปลความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และสามารถใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และแสดงวิธีทำ สามารถตีความคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
		1	สามารถแปลความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเขียน สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ได้ ไม่สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และแสดงวิธีทำได้ และไม่สามารถตีความคำตอบได้ถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
		0	ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
7-8	สมบัติคณิตศาสตร์	3	สามารถใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
		2	สามารถใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีทำได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
		1	สามารถใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีทำได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถแสดงวิธีทำได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
		0	ไม่สามารถใช้สมบัติคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง

จากตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ให้คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน เรียงลำดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-3 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย พิจารณาให้คะแนนจากการตอบในภาพรวม ทั้ง 2 ด้าน ปรากฏดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1-4	เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	3	สามารถแสดงวิธีทำที่ได้ถูกต้องทั้งหมด และแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างชัดเจน
		2	สามารถแสดงวิธีทำที่ได้ถูกต้องบางส่วน แต่คำตอบถูกต้อง
		1	ไม่สามารถแสดงวิธีทำที่ได้ถูกต้องได้ แต่คำตอบถูกต้อง
		0	ไม่สามารถแสดงวิธีทำที่ได้ถูกต้องได้ และคำตอบไม่ถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
5-8	เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	3	สามารถอธิบายความหมายได้พร้อมเหตุผลที่ถูกต้อง และคำตอบนั้นถูกต้องด้วย
		2	สามารถอธิบายความหมายได้ คำตอบนั้นถูกต้องบางส่วน
		1	สามารถอธิบายความหมายได้ คำตอบนั้นไม่ถูกต้อง
		0	ไม่สามารถทำได้

จากตารางที่ 3.12 เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน โดยแบ่งออกเป็น ด้าน เรียงลำดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-3 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย พิจารณาให้คะแนนจากการตอบในภาพรวม ทั้ง 3 ด้าน ปรากฏดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1-2	ด้านคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์	3	สามารถเชื่อมโยงความแนวคิดคณิตศาสตร์จากหลายหัวข้อได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง มีการอธิบายการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผล
		2	สามารถเชื่อมโยงความแนวคิดคณิตศาสตร์จากหลายหัวข้อได้บางส่วน แต่ยังขาดความชัดเจน หรือรายละเอียดไม่ครอบคลุม
		1	มีการพยายามเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์แต่ยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมเหตุสมผล
		0	ไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ได้เลยหรือเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3-4	ด้านคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ	3	สามารถเชื่อมโยงความแนวคิดคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง มีการอธิบายการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผล
		2	สามารถเชื่อมโยงความแนวคิดคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้บางส่วน แต่ยังขาดความชัดเจน หรือรายละเอียดไม่ครอบคลุม
		1	มีการพยายามเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ แต่ยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมเหตุสมผล
		0	ไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ได้เลยหรือเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง
5-6	ด้านคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	3	สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์นำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน มีการอธิบายการเชื่อมโยงที่สมเหตุสมผล
		2	สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์นำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้บางส่วน แต่ยังขาดความชัดเจน หรือมีการอธิบายการเชื่อมโยงไม่ครอบคลุม
		1	มีการพยายามเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันแต่ยังไม่ถูกต้องหรือมีการอธิบายการเชื่อมโยงไม่สมเหตุสมผล
		0	ไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ได้เลยหรือเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง

จากตารางที่ 3.13 เกณฑ์การให้คะแนนจากแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน เรียงลำดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-3 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อและให้คะแนนตาม ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ระดับ
12-9	นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
5-8	นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0-4	นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากตารางที่ 3.14 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 12-9 คะแนน
2. นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 5-8 คะแนน
3. นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-4 คะแนน

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด ปรากฏดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 เกณฑ์ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้น

การคิดทางคณิตศาสตร์	(ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ด้านการแก้ปัญหา	สูง	4-3
	ปานกลาง	1.5-2.5
	ต่ำ	0-1
ด้านการให้เหตุผล	สูง	4-3
	ปานกลาง	1.5-2.5
	ต่ำ	0-1
ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด	สูง	4-3
	ปานกลาง	1.5-2.5
	ต่ำ	0-1

จากตารางที่ 3.15 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 4-3 คะแนน ระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 1.5-2.5 คะแนน และระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-1 คะแนน

2. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 4-3 คะแนน ระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 1.5-2.5 คะแนน และระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-1 คะแนน

3. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 4-3 คะแนน ระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 1.5-2.5 คะแนน และระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-1 คะแนน

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ระดับ
24-17	นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
9-16	นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0-8	นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากตารางที่ 3.16 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 24-17 คะแนน
2. นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 9-16 คะแนน
3. นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-8 คะแนน

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 เกณฑ์ในการแปลผลการให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ระดับ
24-17	นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
9-16	นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0-8	นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากตารางที่ 3.17 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 24-17 คะแนน

2. นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 9-16 คะแนน

3. นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-8 คะแนน

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ระดับ
18-12	นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
6-11	นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0-6	นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากตารางที่ 3.18 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 18-12คะแนน

2. นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 6-11 คะแนน

3. นักเรียนมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-6 คะแนน

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของเจตคติมีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 น. 100)

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	เจตคติระดับมากที่สุด
3.51-4.50	เจตคติระดับมาก
2.51-3.50	เจตคติระดับปานกลาง
1.51-2.50	เจตคติระดับน้อย
1.00-1.50	เจตคติระดับน้อยที่สุด

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Analysis)

3.5.2 การสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage %) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 321)

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{f}{N} \times 100 \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ f เป็นความถี่ของรายการที่สนใจ

N เป็นจำนวนทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean: $\overline{x}$) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 323)

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad (3\text{-}3)$$

เมื่อ $\overline{x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i เป็นคะแนนของคนที่ i

n เป็นจำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 325)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \overline{x}\right)^2}{n-1}} \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ S เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i เป็นคะแนนของคนที่ i

n เป็นจำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ IOC เป็นดัชนีความสอดคล้อง

R เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละหัวข้อ

n เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.6.2.2 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรคำนวณของวิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม (Whitney & Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 299)

$$p = \frac{S_H + S_L - \left(2nx_{\min}\right)}{2n\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \quad (3\text{-}6)$$

เมื่อ p เป็นดัชนีความยาก

S_H เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$x_{\max}$ เป็นคะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$x_{\min}$ เป็นคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของ แบบวัดเจตคติ โดยคำนวณจากสูตรแบบอิงเกณฑ์ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 303) ดังนี้

$$r_{XY'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y' - \left(\sum Y'\right)^2\right]}} \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ $r_{XY'}$ ดัชนีอำนาจจำแนก

X เป็นคะแนนรายข้อ

Y เป็นคะแนนรวม

Y' เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$

n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

3.6.2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม (Whitney & Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 308)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \tag{3-8}$$

เมื่อ D เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ
S_H เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
n เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
$x_{\max}$ เป็นคะแนนสูงสุดในข้อนั้น
$x_{\min}$ เป็นคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.5 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบาค แบบอิงกลุ่ม (Cronbach's $\alpha -$ Coefficient) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 288)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \tag{3-9}$$

เมื่อ α เป็นสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบาค
k เป็นจำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
S_i^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.6.2.6 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบเจตคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ โดยใช้สูตรการหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 292) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-c)^2} \tag{3-10}$$

เมื่อ r_{cc} เป็นค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k เป็นจำนวนข้อสอบ

c เป็นคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

x เป็นคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

3.6.2.6 หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน การคำนวณหาค่า r สามารถคำนวณได้หลายวิธี ดังนี้ (ปิยะธิดา์ ปัญญา, 2560, น. 149-150)

สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}} \quad (3\text{-}11)$$

เมื่อ r_{XY} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X และ Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต

3.6.2.7 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงซ้อน (Multiple regression Coefficients) โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Analysis) เพื่อคัดเลือก ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุด (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2543, น. 292)

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + ... + b_kX_k \quad (3\text{-}12)$$

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ

$$Z_{\hat{Y}} = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + ... + \beta_kX_k \quad (3\text{-}13)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ แทน ค่าประมาณของ Y

$Z_{\hat{Y}}$ แทน ค่าคะแนนมาตรฐานของ Y ที่ได้จากการพยากรณ์

a แทน ค่าคงที่ของสมการณ์พยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$b_1, b_2, ..., b_k$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$X_1, X_2, X_3, ..X_k$ แทน คะแนนของพยากรณ์ของ Y ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

X_1	แทน ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
X_2	แทน ความรู้ทางคณิตศาสตร์
X_3	แทน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
X_4	แทน เจคติทางคณิตศาสตร์
Y	แทน การคิดทางคณิตศาสตร์
$\hat{Y}$	แทน ค่าประมาณของ Y
$Z_{\hat{Y}}$	แทน ค่าคะแนนมาตรฐานของ Y ที่ได้จากการพยากรณ์
$\overline{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{XY}	แทน ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน
$b_1, b_2, ..., b_k$	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
R^2	แทน ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน
$Adj.R^2$	แทน การปรับแก้ค่า R^2 ให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่า
a	แทน ค่าคงที่ของสมการณ์พยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$S.E._{est}$	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์
*	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.2.2 ผลการสร้างสมการพยากรณ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาใช้เป็นข้อมูลในการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบวัด จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์กับการคิดทางคณิตศาสตร์

จากการสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ แล้วนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสรุป คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนข้อ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนข้อ	คะแนน	$\overline{x}$	$S.D.$
สถิติ	8	24	13.85	6.52

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ผลการศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้น โดยมีจำนวน 8 ข้อ มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.85 และ 6.52

ผลจากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอความถี่และร้อยละของคะแนน จากการวิเคราะห์แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ผลคะแนนจากด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เรื่อง สถิติ	สูง	46	38.65
	ปานกลาง	54	45.38
	ต่ำ	19	15.97
รวม		119	100.00

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ พบว่า อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 38.65) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 45.38) อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 15.97)

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนข้อ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนข้อ	คะแนน	$\overline{x}$	$S.D.$
สถิติ	8	24	12.55	7.21

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ผลการศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้น โดยมีจำนวน 8 ข้อ มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.55 และ 7.21

ผลจาการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอความถี่และร้อยละของคะแนน จากการวิเคราะห์แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์	ผลคะแนนด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เรื่อง สถิติ	สูง	42	35.29
	ปานกลาง	48	40.34
	ต่ำ	29	24.37
รวม		119	100.00

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่า อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 35.29) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 40.34) อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 24.37)

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนข้อ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนข้อ	คะแนน	$\overline{x}$	$S.D.$
สถิติ	6	18	9.67	5.01

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ผลการศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้นโดยมีจำนวน 6 ข้อ มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.67 และ 5.01

ผลจากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอความถี่และร้อยละของคะแนน จากการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความถี่และร้อยละของคะแนนด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ผลคะแนนด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เรื่อง สถิติ	สูง	40	33.61
	ปานกลาง	55	46.22
	ต่ำ	24	20.17
รวม		119	100.00

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 33.61) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 46.22) อยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 20.17)

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนข้อ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	$\overline{x}$	$S.D.$	แปลความ
1.	เป็นวิชาที่ซับซ้อน มีความยุ่งยาก เข้าใจยาก	3.25	0.86	ปานกลาง
2.	เป็นวิชาที่น่าเบื่อ	3.28	0.84	ปานกลาง
3.	เป็นวิชาที่สนุกน่าสนใจ	3.30	0.83	ปานกลาง
4.	เป็นวิชาที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและทำให้คนมีความรอบคอบ	3.31	0.81	ปานกลาง
5.	เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาอื่น ๆ และในการเรียนต่อระดับสูง	3.32	0.80	ปานกลาง
6.	เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.29	0.75	ปานกลาง
7.	มีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใหม่ๆ ในปัจจุบัน	3.28	0.73	ปานกลาง
8.	เป็นวิชาที่ท้าทายความคิด ยิ่งเรียนยิ่งน่าสนใจ	3.24	0.67	ปานกลาง
9.	เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	3.21	0.76	ปานกลาง
10.	เป็นวิชาที่ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ	3.23	0.74	ปานกลาง
11.	เป็นวิชาที่ทำให้ผลการเรียนแย่ลง	3.12	0.62	ปานกลาง
12.	เป็นวิชาที่เรียนแล้วรู้สึกง่วงเป็นประจำ	3.11	0.62	ปานกลาง
13	เป็นวิชาที่ทำให้ปวดหัวทุกครั้งที่เรียนคณิตศาสตร์	3.09	0.61	ปานกลาง
14.	เป็นวิชาที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.11	0.60	ปานกลาง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	$\overline{x}$	$S.D.$	แปลความ
15.	เป็นวิชาที่มีความสุขทุกครั้งเวลาได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.11	0.62	ปานกลาง
16.	เป็นวิชาที่เข้าใจง่าย	3.13	0.56	ปานกลาง
17.	เป็นวิชาที่ชอบเรียนมากกว่าวิชาอื่นๆ	3.15	0.55	ปานกลาง
18.	เป็นวิชาที่ไม่ค่อยได้รับประโยชน์จากการเรียน	3.19	0.57	ปานกลาง
19.	เป็นวิชาที่ฉันเข้าใจเนื้อหาแต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้	3.17	0.59	ปานกลาง
20.	เป็นวิชาที่ฉันไม่สามารถบอกได้ว่าเรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม	3.17	0.59	ปานกลาง
	โดยภาพรวม	3.20	0.69	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยของการแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง เพื่อพิจารณารายข้อพบว่าที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาอื่นๆ และในการเรียนต่อระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 รองลงมา คือ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและทำให้คนมีความรอบคอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 รองลงมา คือ คณิตศาสตร์เป็นเป็นวิชาที่สนุกน่าสนใจมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปัจจัยที่ส่งผลทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปัจจัย	$\overline{X}$	$S.D.$	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 4.8 พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 13.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.52 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 12.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.21 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.01 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง เจตคติทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 แปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งกลุ่มออกเป็นระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นระดับปรากฏดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ แต่ละระดับการคิดทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ

ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ	$\overline{x}$	$S.D.$
สูง	39	32.77	10.03	1.46
ปานกลาง	52	43.70	5.25	1.14
ต่ำ	28	23.53	1.31	1.15

จากตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ เมื่อพิจารณาเป็นระดับ พบว่า มีนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 32.77) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.46 ระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.70) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.14 และระดับต่ำ (ร้อยละ 23.53) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.15

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ พิจารณาโดยแยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยแยกตามระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความถี่และร้อยละของคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน โดยจำแนกตามระดับการคิดทางคณิตศาสตร์

การคิดทางคณิตศาสตร์	ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ	$\overline{x}$ (คะแนนเต็ม 4)	$S.D.$
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	สูง	37	31.09	3.59	0.49
	ปานกลาง	61	51.26	2.34	0.71
	ต่ำ	21	17.65	0.45	0.48
รวม		119			
ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สูง	54	45.38	3.35	0.48
	ปานกลาง	65	54.62	2.20	0.40
	ต่ำ	-	-	-	-
รวม		119			

(ต่อ)

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

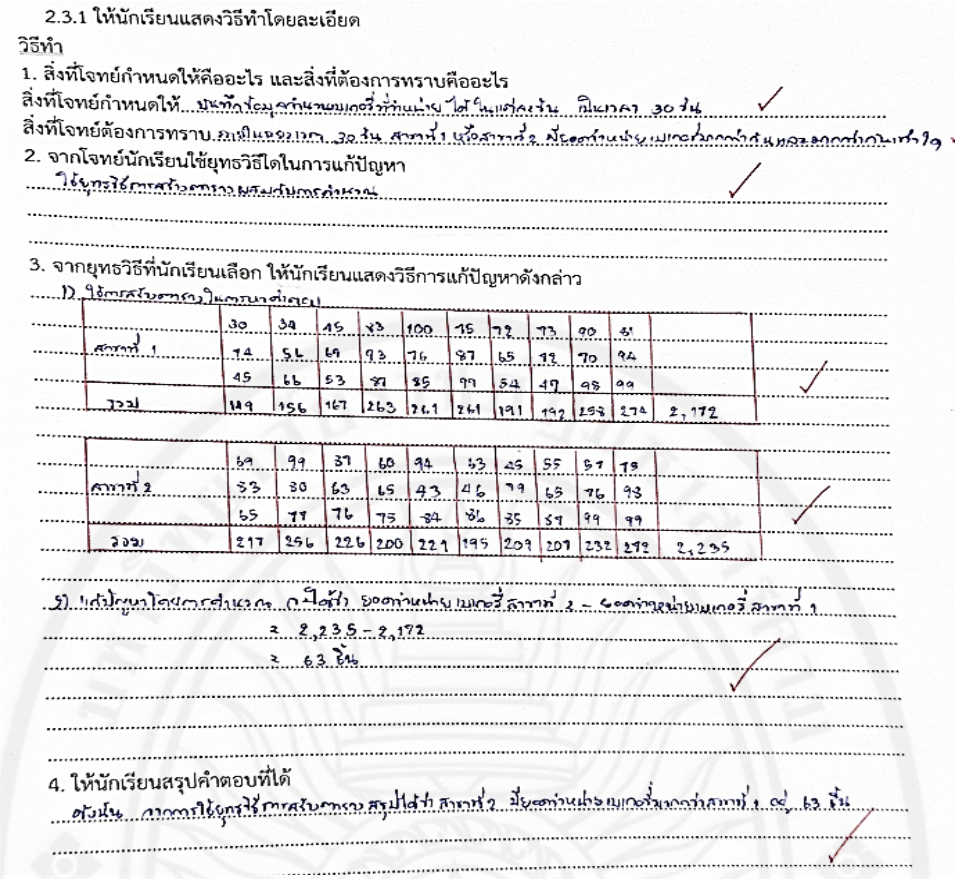
การคิดทางคณิตศาสตร์	ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ	$\overline{x}$ (คะแนนเต็ม 4)	*S.D.*
ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์	สูง	34	28.57	3.37	0.48
	ปานกลาง	59	49.58	2.54	0.56
	ต่ำ	26	21.85	0.41	0.49
รวม		119			

จากตารางที่ 4.10 พบว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 31.09 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.59 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.26 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.34 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.71 อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 17.65 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.45 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 45.38 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.35 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 54.62 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.20 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.37 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 49.58 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.54 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.56 อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 21.85 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.41 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49

ผลการวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แต่ละด้านของการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำนักเรียนกรณีตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 8 คน จากแต่ละด้านของการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบที่นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ เพื่อยืนยันคำตอบของนักเรียน และเพื่อยืนยันการคิดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดต่อไปนี้ดังนี้

ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับสูง ปรากฏดังภาพที่ 4.1



2.3.1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ...

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ...

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

...

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

1) ...

	30	34	45	43	100	75	72	73	90	51	
สาขาที่ 1	74	56	69	93	76	87	65	99	70	94	
	45	66	53	87	85	99	54	47	98	99	
รวม	149	156	167	263	261	261	191	199	258	274	2,172

	69	99	87	60	94	53	45	55	97	78	
สาขาที่ 2	53	80	63	65	43	46	79	63	76	93	
	65	77	76	75	84	86	35	59	99	99	
รวม	217	256	226	200	221	195	209	207	232	270	2,235

2) ...

= 2,235 - 2,172

= 63 ...

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

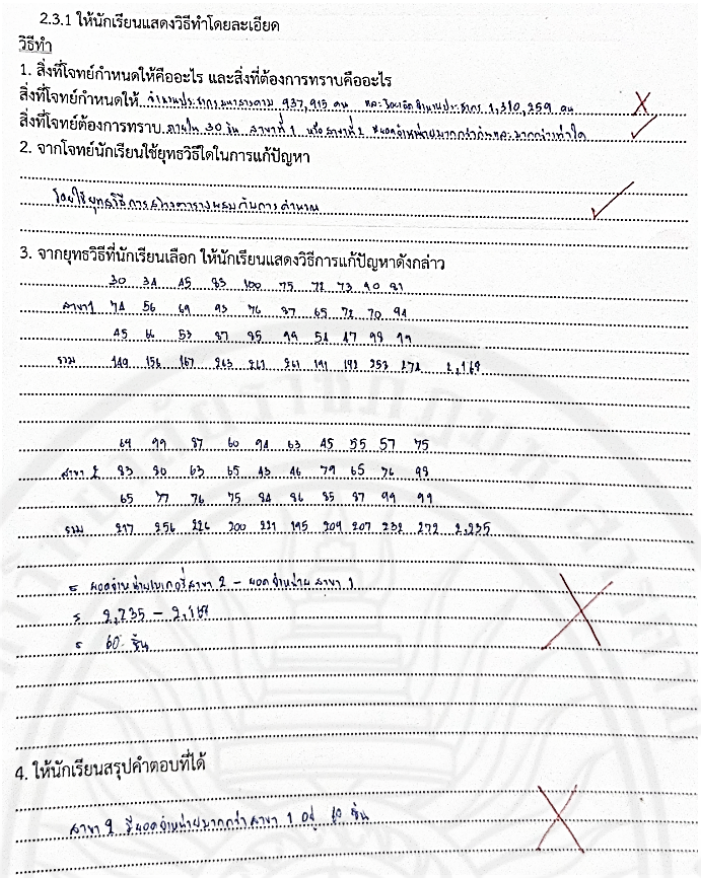
ดังนั้น ...

ภาพที่ 4.1 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียน ที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารเขียนแสดงวิธีทำ ที่ได้มาซึ่งคำตอบได้อย่างละเอียดถูกต้องทุกขั้นตอน

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง ดังนี้

2. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่มีระดับปานกลาง ปรากฏดังภาพที่ 4.2


2.3.1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ 937,915 คน และโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียน 1,310,259 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สาขาที่ 30 ใน สาขาที่ 1 เพื่อสาขาที่ 1 จะได้เพิ่มขึ้นมากกว่าค่าเฉลี่ยของสาขาต่างๆ ได้เท่าใด

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

ใช้ให้ทุกวิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

30 34 45 35 100 75 72 73 90 91

สาขา 1 74 56 69 93 76 97 65 71 70 94

45 14 53 97 95 99 54 47 99 99

รวม 149 156 167 545 511 541 491 493 253 471 1,149

69 99 57 60 94 63 45 55 57 75

สาขา 2 93 90 63 65 43 46 79 65 74 99

65 77 74 75 94 96 55 97 99 99

รวม 917 956 994 700 931 995 909 907 238 272 1,935

ค่าเฉลี่ย ต้นไทยกับสาขา 2 - ค่าเฉลี่ยสาขา 1

= 1,935 - 1,149

= 60 ชิ้น

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

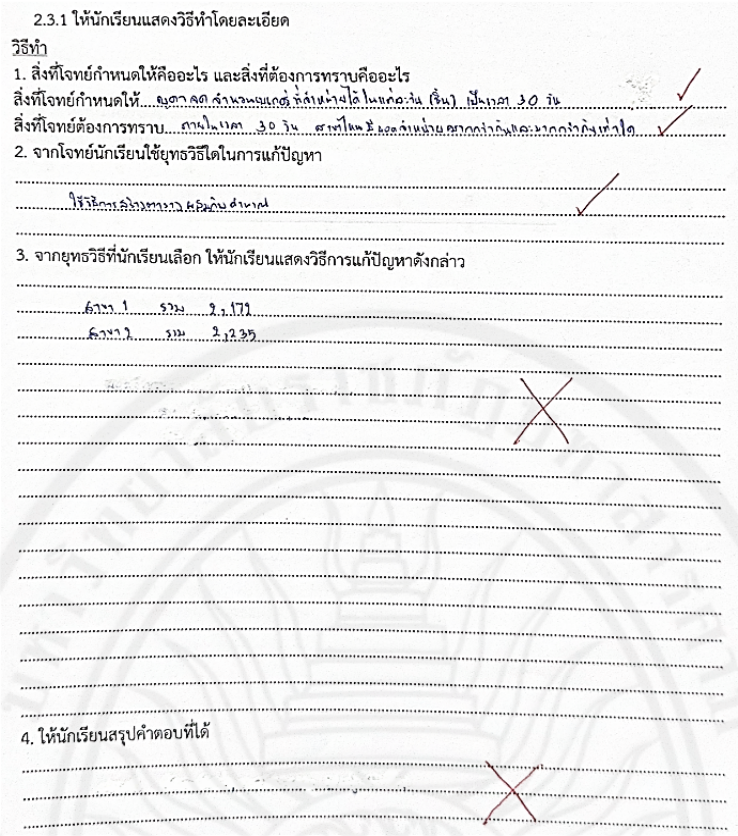
สาขา 2 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าสาขา 1 อยู่ 60 ชิ้น

ภาพที่ 4.2 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปานกลาง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียน ที่ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้ครบทุกขั้นตอนแต่คำตอบผิด หรือมีบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง เช่น การคำนวณข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือการตอบคำถามไม่ตรงประเด็น ทำให้คำตอบที่ได้ผิด

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ ดังนี้

3. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับต่ำ ปรากฏดังภาพที่ 4.3


2.3.1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ยูดาคด จำนวนแถวที่จัดเก้าอี้ได้ในแต่ละวัน (วัน) ใช้เวลา 30 วัน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ถ้าใช้เวลา 30 วัน สามารถจัดเก้าอี้ได้มากกว่าวันละกี่ตัวบ้าง

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

ใช้วิธีการเขียนทางยาว หรือ ตาราง

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

ตาราง 1 รวม 2,171

ตาราง 1 รวม 2,235

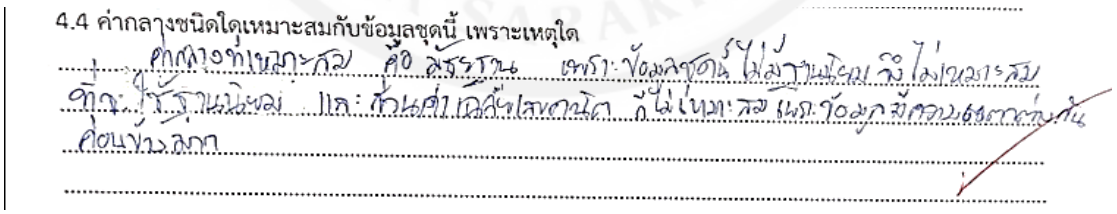
4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

ภาพที่ 4.3 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำ

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียน ที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถใช้ยุทธวิถีในการแก้ปัญหาได้ ทำให้หาคำตอบไม่ได้ เช่น นักเรียนไม่ทราบการใช้ยุทธวิถีตารางในการหาคำตอบ และนักเรียนบางคนไม่แสดงวิธีทำและตอบคำถาม

ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับสูง ปรากฏดังภาพที่ 4.4


4.4 ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด

ค่ากลางที่เหมาะสม คือ มัธยฐาน เพราะ ข้อมูลชุดนี้ไม่มีฐานนิยม จึงไม่เหมาะสม ที่จะใช้ฐานนิยม และค่าเฉลี่ยเลขคณิต ก็ไม่เหมาะสม เพราะข้อมูลมีการกระจายต่างกันค่อนข้างมาก

ภาพที่ 4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียน ที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผล สามารถนำข้อมูลจากโจทย์ที่ให้ได้ถูกต้อง พร้อมทั้งเชื่อมโยงความรู้ได้และตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง ดังนี้

2. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับปานกลาง ปรากฏดังภาพที่ 4.5



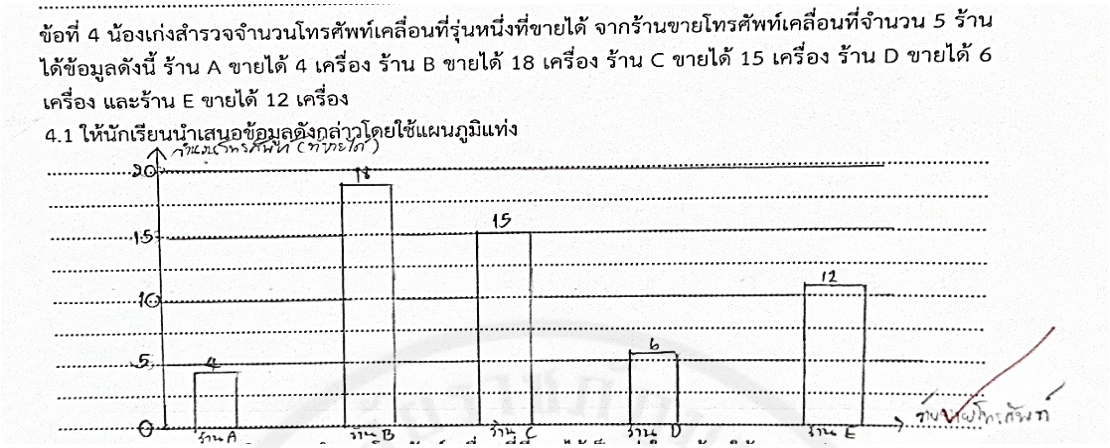
ภาพที่ 4.5 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ปานกลาง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ปานกลางพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลกับคำถาม แต่จะมีนักเรียนบางส่วนที่ตอบคำถามได้ และอธิบายเหตุผลไม่ได้

ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง ดังนี้

1. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับสูง ปรากฏดังภาพที่ 4.6

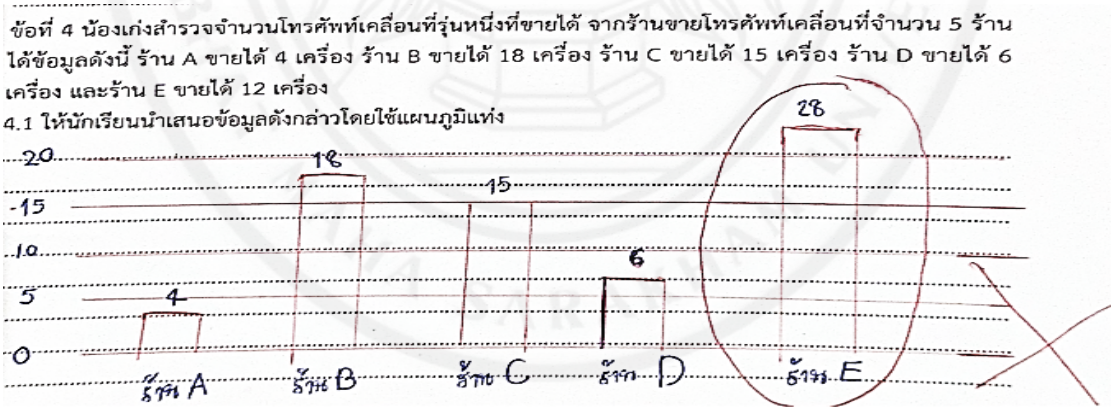


ภาพที่ 4.6 งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้ครบทุกขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง ดังนี้

2. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับปานกลาง ปรากฏดังภาพที่ 4.7

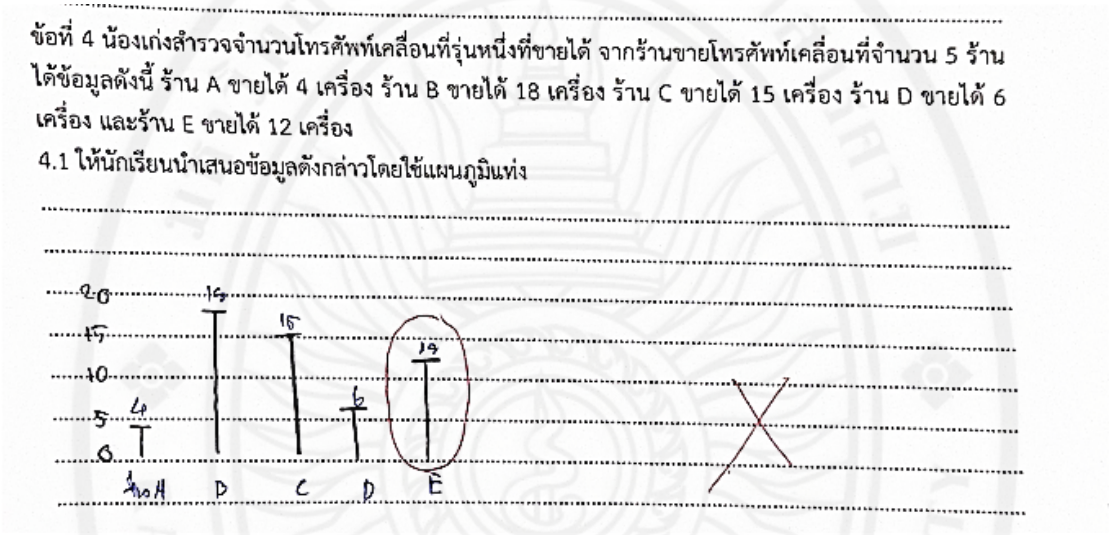


ภาพที่ 4.7 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วน แต่นักเรียนบางคนที่ยังทำไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำไม่ครบถ้วนและไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนการคิดได้ถูกต้อง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ ดังนี้

3. ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีระดับต่ำ ปรากฏดังภาพที่ 4.8

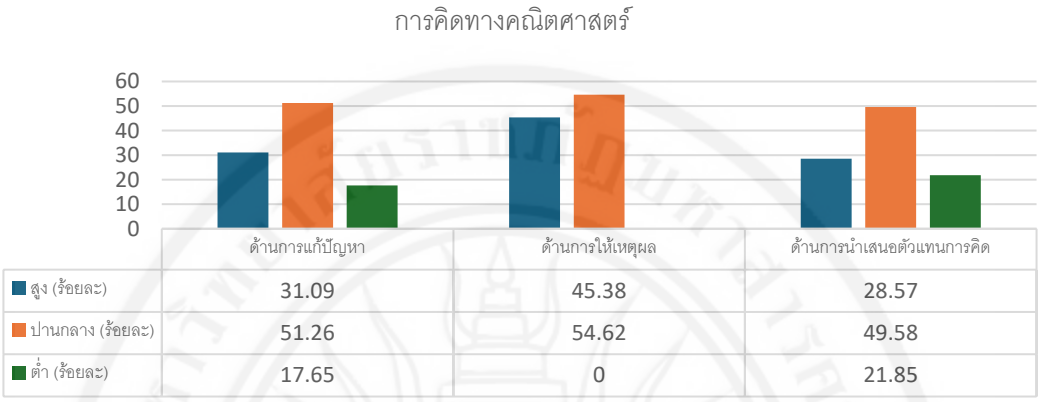


ภาพที่ 4.8 งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ

จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่มีระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำพบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วน แต่นักเรียนบางคนไม่สามาถทำได้เลย ยังมีปัญหาในการตีความโจทย์ปัญหา หรือมีขั้นตอนในการแสดงวีทำไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังวาดกราฟไม่ถูกต้อง และมีการนำเสนอตัวแทนการคิดที่ไม่ถูกต้องถูกต้อง

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ พิจารณาโดยแยกเป็นด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอร้อยละของคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ โดยแยกเป็นรายด้าน จากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังภาพที่ 4.9



	ด้านการแก้ปัญหา	ด้านการให้เหตุผล	ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิด
สูง (ร้อยละ)	31.09	45.38	28.57
ปานกลาง (ร้อยละ)	51.26	54.62	49.58
ต่ำ (ร้อยละ)	17.65	0	21.85

ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์

จากภาพแผนภูมิแท่งแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่มีร้อยละการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.09 ด้านการให้เหตุผล ส่วนใหญ่มีร้อยละการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.62 ด้านการนำเสนอตัวแทนการคิด ส่วนใหญ่มีร้อยละการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 49.58

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พิจารณาโดยแยกเป็นด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอความถี่ และร้อยละของคะแนน ระดับการทางคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นรายด้าน ปรากฏดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบระดับการคิดทางคณิตศาสตร์และปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์และระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นร้อยละ (n = 119)

ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์	ระดับความรู้	ความถี่	ร้อยละ
สูง	ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	สูง	21	17.64
		ปานกลาง	18	15.13
		ต่ำ	-	-
	ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์	สูง	16	13.45
		ปานกลาง	23	19.33
		ต่ำ	-	-
	ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	สูง	17	14.29
		ปานกลาง	22	18.49
		ต่ำ	-	
	ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์	สูง	29	24.37
		ปานกลาง	10	8.40
		ต่ำ	-	-
ปานกลาง	ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	สูง	25	21.00
		ปานกลาง	27	22.69
		ต่ำ	-	-
	ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์	สูง	26	21.85
		ปานกลาง	20	16.81
		ต่ำ	6	5.04
	ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	สูง	13	10.92
		ปานกลาง	27	22.69
		ต่ำ	12	10.08
	ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์	สูง	39	32.77
		ปานกลาง	13	10.92
		ต่ำ	-	-

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์	ระดับความรู้	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำ	ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	สูง	-	-
		ปานกลาง	9	7.56
		ต่ำ	19	15.97
	ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์	สูง	-	-
		ปานกลาง	5	4.20
		ต่ำ	23	19.33
	ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	สูง	-	-
		ปานกลาง	5	4.20
		ต่ำ	17	14.29
	ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์	สูง	13	10.92
		ปานกลาง	10	8.40
		ต่ำ	5	4.20

จากตาราง 4.11 พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ สูง ส่วนใหญ่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 17.64 มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 19.33 มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 18.49 มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 24.37

นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ปานกลาง ส่วนใหญ่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 22.69 มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 21.85 มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 22.69 มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 32.77

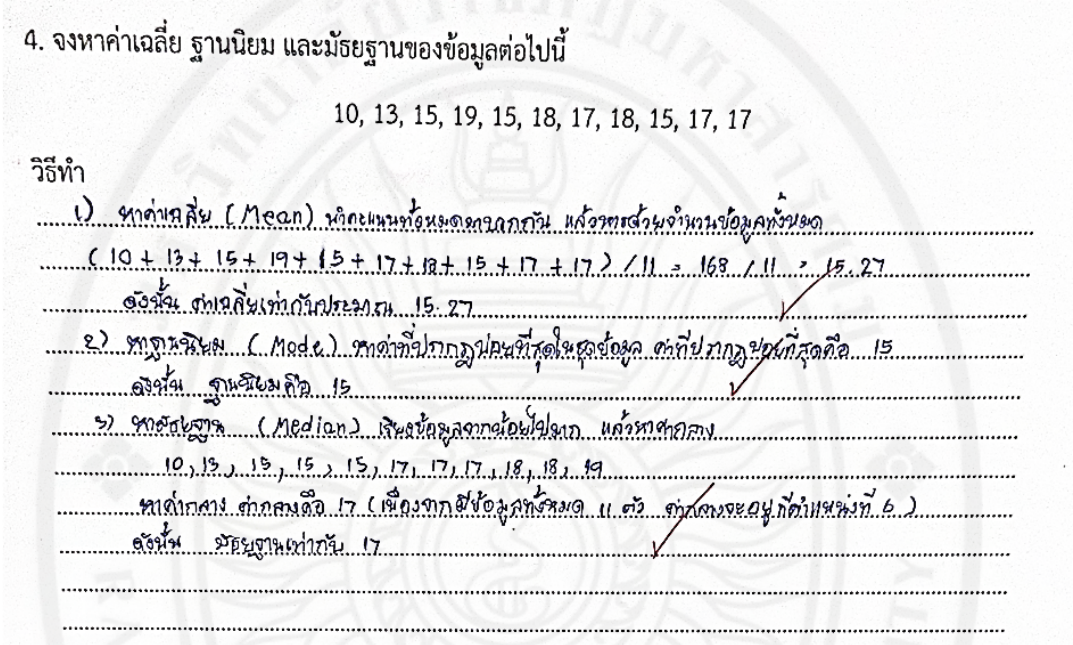
นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ต่ำ ส่วนใหญ่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.97 มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ จำนวน 23 คน คิดเป็น

ร้อยละ 19.33 มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29 มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 10.92

ผลการศึกษางานเขียนของนักเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ผู้วิจัยนำเสนองานเขียน ผลปรากฏดังนี้

ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

1. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง



4. จงหาค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้

10, 13, 15, 19, 15, 18, 17, 18, 15, 17, 17

วิธีทำ

1) หาค่าเฉลี่ย (Mean) หาผลบวกทั้งหมดทุกตัวก่อน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

(10 + 13 + 15 + 19 + 15 + 17 + 18 + 15 + 17 + 17) / 11 = 168 / 11 = 15.27

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเท่ากับประมาณ 15.27

2) ฐานนิยม (Mode) หาค่าที่ปรากฏบ่อยที่สุดในชุดข้อมูล ค่าที่ปรากฏบ่อยที่สุดคือ 15

ดังนั้น ฐานนิยมคือ 15

3) มัธยฐาน (Median) เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วหาค่ากลาง

10, 13, 15, 15, 15, 17, 17, 17, 18, 18, 19

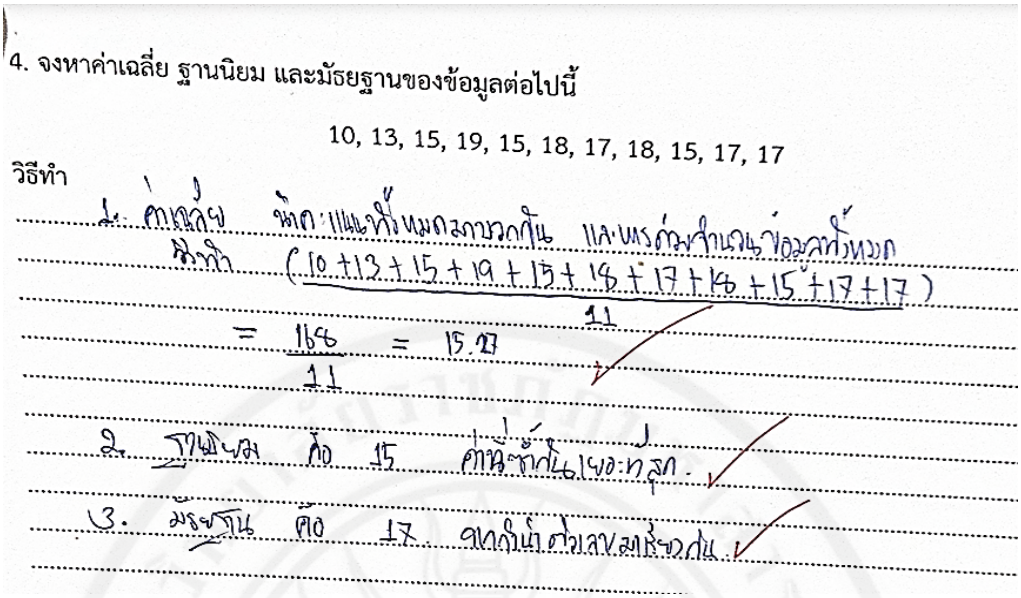
ค่าตำแหน่งกลาง ค่ากลางคือ 17 (เนื่องจากมีข้อมูลทั้งหมด 11 ตัว ค่ากลางจะอยู่ที่ตำแหน่งที่ 6)

ดังนั้น มัธยฐานเท่ากับ 17

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบได้อย่างละเอียดถูกต้องทุกขั้นตอน บอกความสัมพันธ์เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎีและที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุม ถูกต้อง และชัดเจน

2. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง


4. จงหาค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้

10, 13, 15, 19, 15, 18, 17, 18, 15, 17, 17

วิธีทำ

1. ค่าเฉลี่ย หาก: ผลรวมทั้งหมดมาหารกัน และหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ดังนี้ $\frac{(10+13+15+19+15+18+17+18+15+17+17)}{11}$

$= \frac{176}{11} = 15.27$

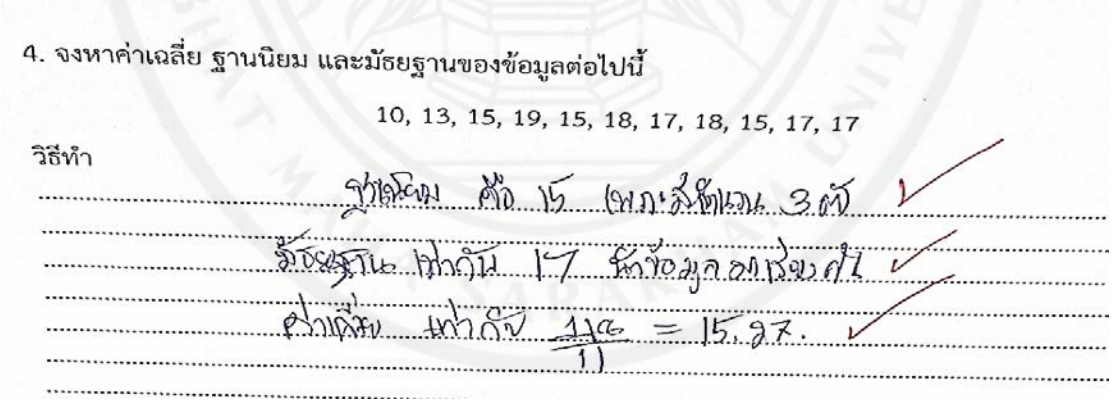
2. ฐานนิยม คือ 15 ค่าที่ซ้ำกันเยอะที่สุด

3. มัธยฐาน คือ 17 จากน้ำค่าลงมาเรียงกัน

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบถูกต้อง แต่ก็อาจจะไม่ได้นำทฤษฎีบทมาเขียนให้ชัดเจน ถึงอย่างนั้นก็สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง

3. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานต่ำ มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง


4. จงหาค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้

10, 13, 15, 19, 15, 18, 17, 18, 15, 17, 17

วิธีทำ

ฐานนิยม คือ 15 เพราะมีซ้ำกัน 3 ตัว

มัธยฐาน เท่ากับ 17 ที่ข้อมูลอยู่เรียงกัน

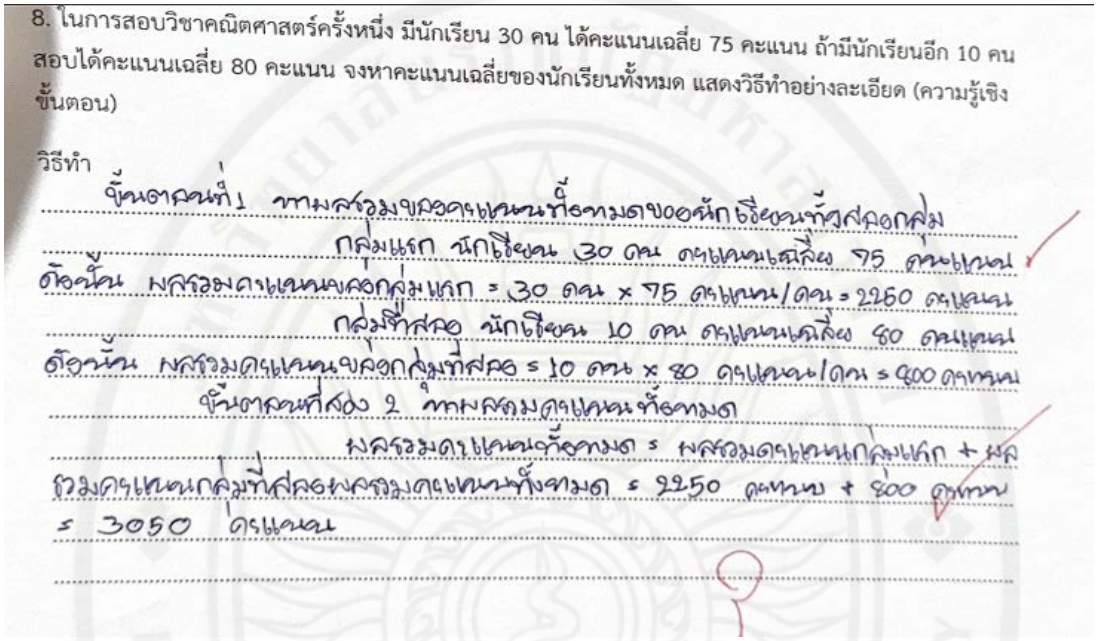
ค่าเฉลี่ย เท่ากับ $\frac{176}{11} = 15.27.$

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง สามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบถูกต้อง แต่ก็อาจจะไม่ได้นำทฤษฎีและที่มาที่ชัดเจน แต่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง

ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

1. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง


8. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งหนึ่ง มีนักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้ามีนักเรียนอีก 10 คน สอบได้คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 หาผลรวมของคะแนนที่ต้องการของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มแรก นักเรียน 30 คน คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของกลุ่มแรก = 30 คน × 75 คะแนน/คน = 2250 คะแนน

กลุ่มที่สอง นักเรียน 10 คน คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของกลุ่มที่สอง = 10 คน × 80 คะแนน/คน = 800 คะแนน

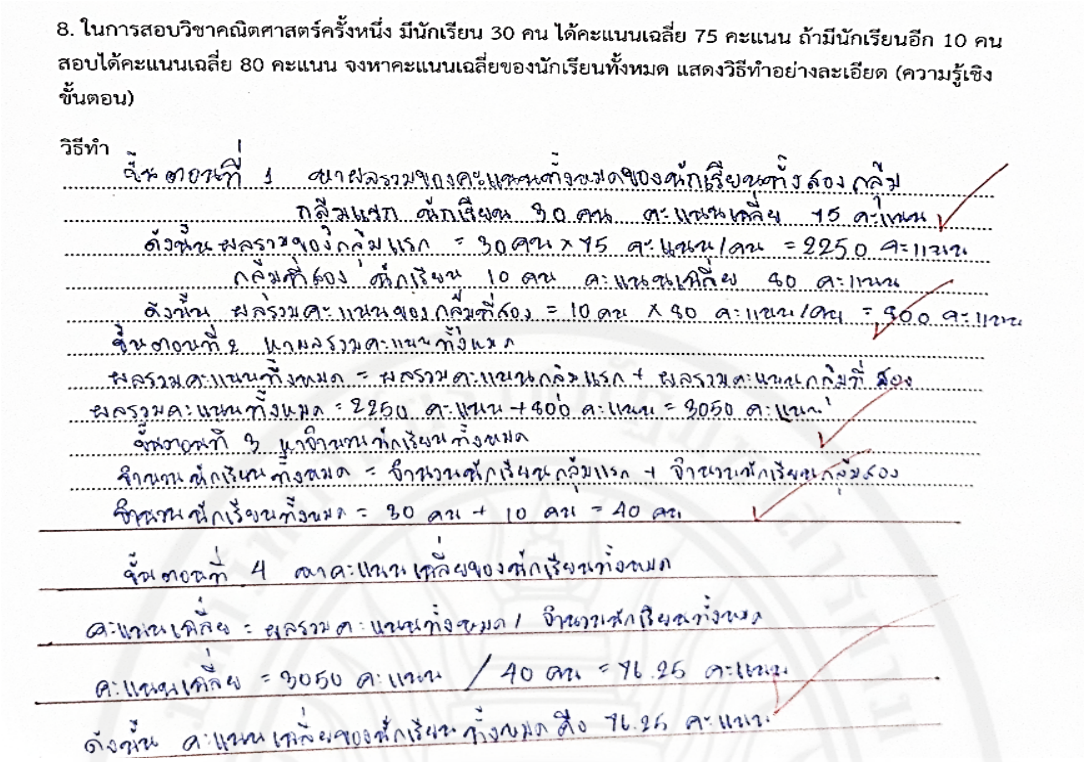
ขั้นตอนที่สอง 2 หาผลรวมคะแนนที่ต้องการ

ผลรวมคะแนนที่ต้องการ = ผลรวมคะแนนกลุ่มแรก + ผลรวมคะแนนกลุ่มที่สองผลรวมคะแนนทั้งหมด = 2250 คะแนน + 800 คะแนน = 3050 คะแนน

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จะนักเรียนบ้างคนสามารถแสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดแต่มีการคำนวณตัวเลขไม่ถูกต้องทำให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง นักเรียนบ้างคนมีการแสดงขั้นตอนคำตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

2. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง


8. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งหนึ่ง มีนักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้ามีนักเรียนอีก 10 คน สอบได้คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 หาผลรวมของคะแนนทั้งหมดของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่มแรก นักเรียน 30 คน คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมของกลุ่มแรก = 30 คน × 75 คะแนน/คน = 2250 คะแนน

กลุ่มที่สอง นักเรียน 10 คน คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของกลุ่มที่สอง = 10 คน × 80 คะแนน/คน = 800 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 หาผลรวมคะแนนทั้งหมด

ผลรวมคะแนนทั้งหมด = ผลรวมคะแนนกลุ่มแรก + ผลรวมคะแนนกลุ่มที่สอง

ผลรวมคะแนนทั้งหมด = 2250 คะแนน + 800 คะแนน = 3050 คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 หาจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จำนวนนักเรียนทั้งหมด = จำนวนนักเรียนกลุ่มแรก + จำนวนนักเรียนกลุ่มสอง

จำนวนนักเรียนทั้งหมด = 30 คน + 10 คน = 40 คน

ขั้นตอนที่ 4 หาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

คะแนนเฉลี่ย = ผลรวมคะแนนทั้งหมด / จำนวนนักเรียนทั้งหมด

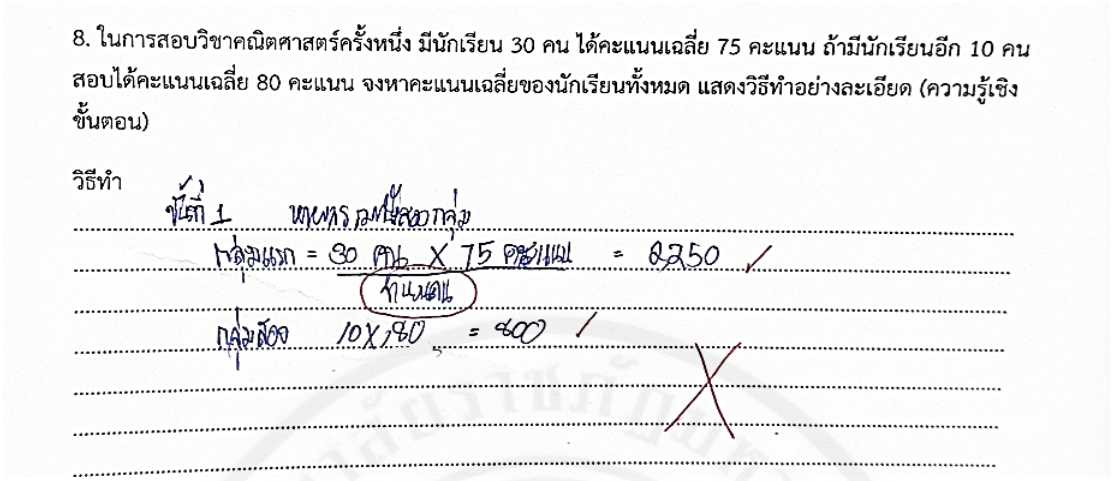
คะแนนเฉลี่ย = 3050 คะแนน / 40 คน = 76.25 คะแนน

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด คือ 76.25 คะแนน

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับสูง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบได้อย่างละเอียดถูกต้องทุกขั้นตอน บอกความสัมพันธ์เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎีและที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมถูกต้อง และชัดเจน

3. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานต่ำ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ


8. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งหนึ่ง มีนักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้ามีนักเรียนอีก 10 คน สอบได้คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 หาผลรวมของแต่ละกลุ่ม

กลุ่มแรก = 30 คน × 75 คะแนน / 1 คน = 2250

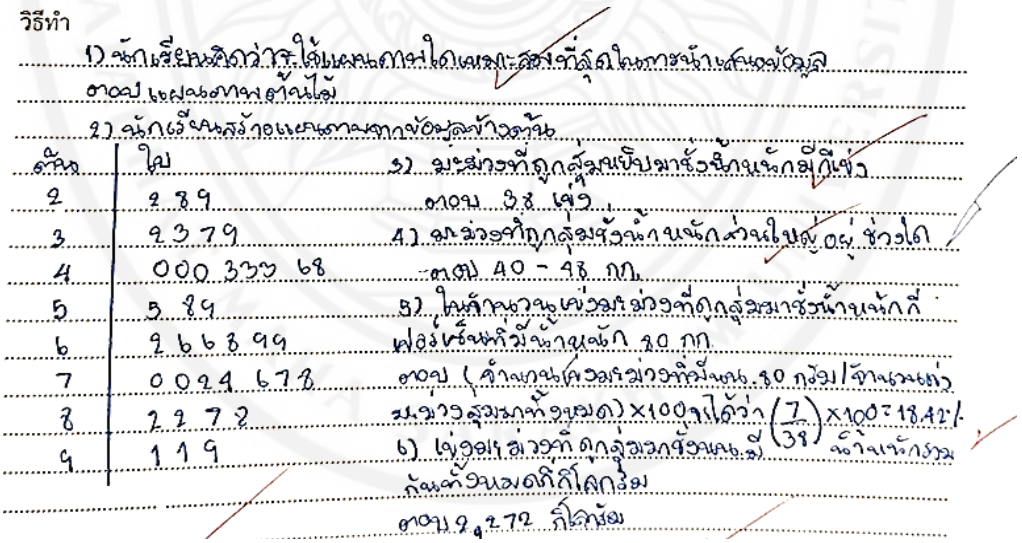
กลุ่มสอง 10 × 80 = 800

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ ไม่สามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ ไม่สามารวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ จึงทำให้หาคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและขั้นตอนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง


วิธีทำ

1) นักเรียนคิดว่าจะใช้แผนภาพใดแสดงได้ชัดเจนที่สุดในการนำเสนอข้อมูล

ตอบ แผนภาพต้นไม้

2) นักเรียนสร้างแผนภาพจากข้อมูลข้างต้น

ต้น	ใบ
2	2 8 9
3	2 3 7 9
4	0 0 0 3 3 7 6 8
5	5 8 9
6	2 6 6 8 9 9
7	0 0 2 4 6 7 8
8	2 2 7 7 2
9	1 1 9

3) มะม่วงที่ถูกสุ่มเก็บมาชั่งน้ำหนักมีกี่ผล

ตอบ 38 ผล

4) มะม่วงที่ถูกสุ่มชั่งน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ช่วงใด

ตอบ 40 - 48 กก.

5) ในจำนวนมะม่วงที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักกี่ผลมีน้ำหนัก 30 กก.

ตอบ (จำนวนผลมะม่วงที่มีน้ำหนัก 30 กรัม / จำนวนมะม่วงสุ่มมาทั้งหมด) × 100 จะได้ว่า (7/38) × 100 = 18.42 % ผลมะม่วงมีน้ำหนัก 30 กรัม

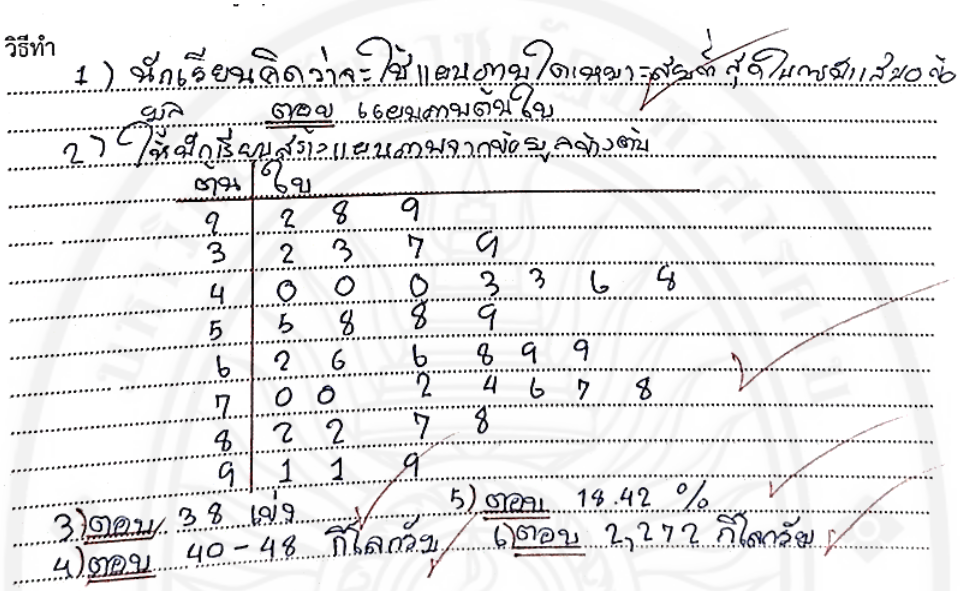
6) ถ้าอยากได้มะม่วงที่ถูกสุ่มมาทั้งหมด 5 ผล กันต้องซื้อกี่กิโลกรัม

ตอบ 9.272 กิโลกรัม

ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับสูง มีเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบถูกต้อง แต่ก็อาจจะไม่ได้นำทฤษฎีและที่มานำมาเขียนให้ชัดเจน ถึงอย่างนั้นก็สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง

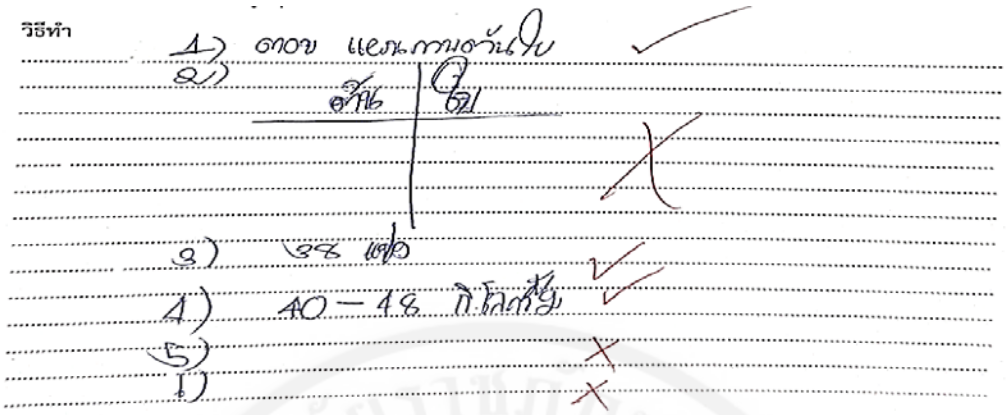
2. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีเชื่อมโยงเข้าทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง



ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับปานกลาง สามารถเขียนขั้นตอนวิธีการ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบได้อย่างละเอียดถูกต้องทุกขั้นตอน แต่ก็อาจจะไม่ได้นำทฤษฎีและที่มานำมาเขียนให้ชัดเจน ถึงอย่างนั้นก็สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง

3. งานเขียนของนักเรียนที่มีการคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับปานต่ำ มีเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ



ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างงานเขียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ

จากการศึกษางานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับต่ำ ไม่สามารเขียนแสดงวิธีทำที่ได้มาซึ่งคำตอบถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ ไม่สามารวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ จึงทำให้หาคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและขั้นตอนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อแสดงว่าปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 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 0.1 และ 0.5 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .776, .823, .793 และ .634 ตามลำดับ

4.3.2 ผลการสร้างสมการพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ผลการสร้างสมการพยากรณ์ จากปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์โดยกาวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน เพื่อตอบสมมติฐานการวิจัยและดำเนินการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน จากปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความถดถอยเชิงซ้อน จากปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน ปรากฏดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน

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			
R	R Square	$Adj.R$ Square		$SE.$ of the Estimate	
.870	.757	.748		1.778	

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

จากตาราง 4.13 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปีที่ 2 ได้ค่า F = 88.74 และค่าความน่าจะเป็นของ p-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) จะเป็นค่าที่ระบุว่าความแปรปรวน

ตัวแปรเกณฑ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรพยากรณ์คิดเป็นร้อยละเท่าไร (หรือที่เรียกว่าอำนาจการพยากรณ์) สามารถหาได้โดยการคูณค่า R Square (R^2) ด้วย 100 จากตารางพบว่า ตัวแปรความแปรปรวนของ Y ได้ 0.757x100 เท่ากับ ร้อยละ 75.70 ส่วนค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) เป็นการปรับแก้ค่า R Square (R^2) ให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าค่า R Square (R^2) หากเกิดกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน น้อย ๆ ค่า R Square (R^2) จะประมาณค่าสูงเกินกว่าค่าจริงของประชากร (Overestimation) จึงควรพิจารณาค่าอำนาจการพยากรณ์ จากค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) จึงจะเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถทำนายการคิดทางคณิตศาสตร์ได้เท่ากับร้อยละ 74.8

ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ กับการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์

ตัวแปรที่ถูกเลือกเข้าสมการ	B	$B\ std.error$	$Beta$	t	$P-value$
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 .01 และ .05 ตามลำดับ

$H_0 : \beta_i = 0$ (ตัวแปร i ไม่มีอยู่ในแบบ)

$H_0 : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งค่า, $i = 1,2,3,4$ (ตัวแปร i อย่างน้อย 1 ค่าที่อยู่ในตัวแบบ)

จากตาราง 4.19 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อนระหว่างตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ พบว่า ตัวแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) สามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และร่วมกันพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ($\hat{Y}$) ที่ร้อยละ 74.8 ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนเป็นสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

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

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

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

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่า F = 88.74 และค่าความน่าจะเป็นของ p-value = 000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมี H_1 อย่างน้อย 1 ค่า ที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ และพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (R) มีเท่ากับ .870 มีค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 1.778 ส่วนค่า R Square (R^2) เท่ากับ .757 และค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) เท่ากับ .748 สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ มีตัวแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (X_2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (X_3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_4) และสามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ($\hat{Y}$) ที่ร้อยละ 74.8

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

5.1.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาวิทยาคาร ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น แนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนควรมุ่งเน้นการเสริมสร้างปัจจัยเหล่านี้ เพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.52 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.21 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.01 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง เจตคติทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 การแปลความหมายอยู่ในระดับมาก และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์มากที่สุด คือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ รองลงมาได้แก่ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .823, .793, .776 และ .634 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลบูรพาวิทยาคาร ได้ค่า F = 88.74 และค่าความน่าจะเป็นของ p-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) จะเป็นค่าที่ระบุว่าความแปรปรวนตัวแปรเกณฑ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรพยากรณ์คิดเป็นร้อยละเท่าไร (หรือที่เรียกว่าอำนาจการพยากรณ์) สามารถหาได้โดยการคูณค่า R Square (R^2) ด้วย 100 จากตาราง พบว่า ตัวแปรความแปรปรวนของ Y ได้ 0.757x100 เท่ากับ ร้อยละ 75.70 ส่วนค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) เป็นการปรับแก้ค่า R Square (R^2) ให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าค่า R Square (R^2) หากเกิดกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน น้อยๆ ค่า R Square (R^2) จะประมาณค่าสูงเกินกว่าค่าจริงของประชากร (Overestimation) จึงควรพิจารณาค่าอำนาจการพยากรณ์ จากค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) จึงจะเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์สามารถทำนายการคิดทางคณิตศาสตร์ได้เท่ากับร้อยละ 74.8 ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

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

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

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

5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้อภิปรายผลดังนี้

5.2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ ความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.52 การแปลความหมายอยู่ในระดับปานกลาง 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 การแปลความหมาย

อยู่ในระดับปานกลาง 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 มีแนวโน้มที่จะมีการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์สูง รองลงมาคือ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับสูง จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดี มีแนวโน้มที่จะพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น รองลงมาคือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับสูง จะสามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาได้ดีกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ดี มักจะสามารถพัฒนาการคิดได้ดีขึ้น และรองลงมาคือ เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะมีความมั่นใจและพยายามแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Reys, et al (2004, p. 22) กล่าวว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน ซึ่งทั้งสองประเภทนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ วาสุกรี แสงป้อม (2558, น. 214) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และเป็นการจัดเตรียมบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมองคณิตศาสตร์ในฐานะวิธีการที่ช่วยให้เข้าใจด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ อลิสรา ชมชื่น (2550, น. 36) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความคิดและความรู้ที่เกิดจากการรับข้อมูล และประสบการณ์ทางความคิดโดยการให้สัญลักษณ์ หรือให้ความหมายกับสิ่งหนึ่ง ๆ โดยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แสดงออกทางการปฏิบัติการใช้งานและการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ ได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ฐิติพร ลินิฐฎา (2547, น. 13) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Joutsenlahti, J. and Perkkilä, P (2022, pp. 1-6) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีสอดคล้องกับงานวิจัย Jawad, L. F. (2022, pp. 421-430) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์กับการคิดเชิงสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดเชิงสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้อง กับงานวิจัยของ Isa, N. and Ibrahim, H (2023, pp. 664-680) ได้ศึกษาการความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขา พบว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการคิดทางคณิตศาสตร์

5.2.2 สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่า F = 88.74 และค่าความน่าจะเป็นของ p-value = 000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือมี H_1 อย่างน้อย 1 ค่า ที่มีความสัมพันธ์กับการคิดทางคณิตศาสตร์ และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (R) มีเท่ากับ .870 มีค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 1.778 ส่วนค่า R Square (R^2) เท่ากับ .757 และค่า Adjusted R Square ($Adj.R^2$) เท่ากับ .748 สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ มีตัวแปรความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (X_1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (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 ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาใช้เป็นข้อมูลในการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยทุกด้านมีอำนาจในการพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ร้อยละ 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 pp. 177-212) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษา เขต Northwest Frontier Province ประเทศปากีสถาน พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yorulmaz, A., et al. (2017, pp. 485-493) ได้ศึกษาการศึกษาผลของ

สภาวะการคิดทางคณิตศาสตร์ของครูประถมต่อความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความกังวลในการสอนคณิตศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ ประกอบด้วย

5.3.1.1 ครูผู้สอนควรนำปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.3.1.2 การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมและพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้โจทย์ปัญหา และส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง นอกจากนี้ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านการให้กำลังใจ การเสริมสร้างความมั่นใจ และการนำเสนอเนื้อหาให้น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการคิดทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต ทั้งนี้ การจัดการเรียนการสอนควรมุ่งเน้น ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ฝึกการให้เหตุผลและวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ตัดสินใจ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

5.3.1.3 จากผลการวิจัย พบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์ สามารถพยากรณ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นครูผู้สอนตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการเรียนการสอนที่สอดแทรกในด้านของการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในอนาคตต่อไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย

5.3.2.1 การวิจัยครั้งนี้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคารเท่านั้น ควรทำการศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือในบริบทของโรงเรียนที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษา

5.3.2.2 จากผลการวิจัยพบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงควรศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น การเรียนรู้แบบ STEM, การใช้สื่อดิจิทัล หรือ การเรียนรู้แบบ Project-based Learning

5.3.2.3 ควรที่จะศึกษาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์นอกเหนือจากปัจจัย ที่ศึกษามาแล้ว อาจพิจารณาปัจจัยด้านอื่น เช่น สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ บทบาทของผู้ปกครอง หรือ แรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจมีผลต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552). *ระเบียบวิธีวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: โรงพิมพ์คลองชั่ง.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2543). *การวิเคราะห์สถิติเพื่อการตัดสินใจ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *ลายแทงนักคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

เกศริน กูลนรา. (2561). *ความสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

จินตนา ศรีวงษา. (2563). *การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เฉลิมขวัญ รวมสุข. (2560). *การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์. (2563). แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์.* 15(1), 106-116.

ชูศักดิ์ ชุบไธสง. (2566). *แนวทางในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และการแสดงแทนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

โชติกา ภาษีผล. (2558). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐิติพร ลินิฐฎา. (2547). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร 5 ปี) สาขาคณิตศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐานิดา เสน่ดี. (2564). การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทศนิยม และเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณิชาพร เจริญวานิชกูร. (2560). *ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและ จูเลียน-ซูลต์ชที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐ สิทธิกร. (2561). *การสร้างแบบวัดรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ เพศ ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และสังกัดของโรงเรียนที่สำเร็จการศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทศทัศน์ บุญตา. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ทิพย์วัลย์ สีจันทร์ และคณะ (2548). *การคิดและการตัดสินใจ* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

นิคม ปิยมโนชา. (2547). *การคิดและการสอนเพื่อพัฒนาการคิด*. สืบค้นจาก ftp://smc.ssk.ac.th/intranet/mc41/more/think01.htm

นลินี ณ นคร. (2561). *หลักการวัดและประเมินการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรงเทพฯ: สันติศิริการพิมพ์.

นวพล นนทภา. (2566). *การคิดทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2), โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

น้อมศรี เคท. (2545). *การวิจัยในชั้นเรียนระดับอนุบาล*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

บุญชม ศรีสะอาด (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น

เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงพัฒนา*

ความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรงเทพฯ: จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย.

บัวลี เขียววงศา. (2559). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปณัฏฐา ศรเดช. (2554). *การพัฒนาหลักสูตร การฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556). *การพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรงเทพฯ : โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ปิยธิดา ปัญญา. (2560). *สถิติสำหรับการวิจัย.* มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ปิยธิดา ปัญญา. (2567). *สถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4) มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

พิชญมน รุ่งฤทธิ์. (2565). *การพัฒนาความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้สอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิชิตชัย ใจมา. (2567). การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 3(2), กรกฎาคม -ธันวาคม 2567.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพวงรัตน์.

พาวา พงษ์พันธุ์. (2560). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2* (ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพศาล วรคำ. (2565). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม : ตักศิลาการพิมพ์.

ภวัต ศรีบัว และคณะ. (2566). การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณพหุนามและการหารพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด. *ว.มทรส. (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์),* 8(1), 112-124.

มรุต ก้องวิริยะไพศาล และคณะ. (2558). *การคิดและการตัดสิน* กรงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. (2558). *การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระพีพรรณ สุวรรณ์ทา. (2567). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดทางคณิตศาสตร์และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

รามนรี นนทภา. (2562). การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *วารสารวิชาการเซาธ์อีสท์บางกอก (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์),* 6(1), 1–11.

รุ่งทิวา นาบำรุง. (2550). *วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพ: โอเคียนสโตร์

ลักขณา สริวัฒน์. (2555). *จิตวิทยาการรู้คิด*. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์

วนิดา เขตประทุม. (2563). การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วาสุกรี ใจจันทร์ และ ลลิตพัทธ์ สุขเรือน. (2557). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 25(1), มกราคม–เมษายน 2557.

วาสุกรี แสงป้อม. (2558). *การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 16(4), ตุลาคม - ธันวาคม 2558.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรรณภา เขตประทุม. (2561). *ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ เจตคติและความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิณภพ ภูมิเขียว. (2563). *การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศศินภา บุตรสีเขียว. (2553). *การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม The Geomater's sketchap เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุจิตรา โชคเจริญ. (2561). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียน การกำกับตนเอง ความเชื่อ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม:มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุจิตรา สาสุข. (2565). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *สรุปผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2566*. สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th/education/news_4556176

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ ความสำเร็จ. กระทรวงศึกษาธิการ : (ม.ป.พ.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022 สะท้อนความท้าทายของระบบการศึกษาไทย.* สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21

สิทธิโชค วรานุสันติกูล. (2548). *จิตวิทยาสังคม: ทฤษฎีและการประยุกต์.* กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2552). *สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษ 80 พรรษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.

สุรวาท ทองบุ. (2550). *การวิจัยทางการศึกษา.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุวิทย์ มูลคำ (2551). ครบเครื่องเรื่องการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 9) กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์

สุวิมล ติรกานันท์. (2551). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัญชลี บุญถนอม. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบ โดยใช้เกม กับการสอนตามคู่มือครู* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อลิสรา ชมชื่น (2550). *การพัฒนากระบวนารเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.* กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2556). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Berger, M. C. (1984). Critical thinking ability and nursing students. *Journal of Nursing Education*, 23, 306-308.

Beyer, B. (1985). “Critical thinking: What is it ?.” In *Social education*. (p.297). n.p.: n.p.

Boaler, J. (2002). *Experiencing School Mathematics: Traditional and Reform Approaches to Teaching and Their Impact on Student Learning.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Brown, A. K. (2018). *How does online practice in a public, middle school mathematics classroom affect mathematical understanding?*. Doctoral dissertation. Trevecca Nazarene University.

Burry-Stock, Judith, et al. (1996). Rater Agreement Indexes for Performance Assessment. *Educational and Psychological Measurement.* 56(2), 256.

Burns, M. (2007). *About Teaching Mathematics: A K-8 Resource* (3rd ed.). Sausalito, CA: Math Solutions.

Cai, J. (2003). Singaporean students' mathematical thinking in problem solving and problem posing: An exploratory study. International Journal of Mathematical *Education in Science and Technology,* 34(5), 719-737.

Carpenter, T. P., Fennema, E., & Franke, M. L. (1996). Cognitively guided instruction: A knowledge base for reform in primary mathematics instruction. *The Elementary School Journal,* 97(1), 3–20.

de Gamboa, G., Badillo, E., & Font, V. (2023). Meaning and structure of mathematical connections in the classroom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education,* 23(1), 241–261.

de-la-Peña, C., Fernádez-Cézar, R., & Solano-Pinto, N. (2021). *Attitude toward mathematics of future teachers: How important are creativity and cognitive flexibility?*. Frontiers in Psychology, 12, 713941.

Devlin, K. (2002). The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip. *The American Mathematical Monthly*, 109(5), 484–486.

Eberle, R. S. (2011). *Children's mathematical understandings of tessellations: A cognitive and aesthetic synthesis*. Doctoral dissertation. University of Texas at Austin.

Ennis, R.H. (1985). A Concept of Critical Thinking: A proposed Basic for Research and Evaluation of Thinking Ability. *Psychological concept in education*. Chicago: Rand McNally and Company.

Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. *Mathematics Teaching: The State of the Art,* 249, 254.

García-García, J. (2024). Mathematical understanding based on the mathematical connections made by Mexican high school students regarding linear equations and functions. *The Mathematics Enthusiast,* 21(3), 673–718.

Greenwood, JJ. (1993). On the Nature of Teaching and Assessing *"Mathematical Power" and "Mathematical Thinking", Arithmetic Teache*r. 41(3), 144-152.

Goos, M., & Kaya, S. (2020). Understanding and promoting students' mathematical thinking: a review of research published in ESM. *Educational Studies in Mathematics,* 103(1), 7–25.

Hannula, M. S. (2006). Motivation in Mathematics: Goals Reflected in Emotions. *Educational Studies in Mathematics,* 63(2), 165–178.

Harel, G. (2008). *What is mathematics? A pedagogical answer to a philosophical question. Current issues in the philosophy of mathematics from the perspective of mathematicians. Washington,* DC: Mathematical American Association.

Henderson, P. B. (2002). *Materials Development in Support of Mathematical Thinking*. Indiana: Department of Computer Science and Software Engineering Bulter University.

Hiebert, J.C. & Carpenter, T.P. (1992). *Learning and Teaching with Understanding. in Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Grouws, D.A. editors. Old Tappan, NJ: Macmillan.

Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis. In J. Hiebert (Ed.), Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics (1st ed., pp. 1-27). Routledge.

Howell, H. (2012). *Characterizing mathematical knowledge for secondary teaching: A case from high school algebra*. Doctoral dissertation. New York University.

Hwa, T. Y. (2005). *Mathematical Thinking Assessment (MaTA): A framework for school-based assessment of mathematical thinking*. Universiti Sains Malaysia. Retrieved from https://eprints.usm.my/42945/1/Hwa_Tee_Yong24.pdf

Hyde, A., and P. R. Hyde. (1991). *Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving*. Illinois: National-Louis University

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.

Jackson, A.L. and others. (1994). *Mathematics in Action Macmillan.* McGraw-Hill School Pulishing.

James, D. (2001). *Mathematical Thinking*. Retrieved from https://mste.illinois.edu/courses/ci431sp02/Students/jdunlap/WhitePaperII.doc.)

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.

Kalinec-Craig, C. A. (2012). *A case study of four Latina/o pre-service teachers in learning to teach mathematics for understanding and integrate a child's out-of-school mathematical knowledge and experiences.* Doctoral dissertation. University of Arizona.

Kieren, T. E. (1993). Rational and fractional numbers: From quotient fields to recursive understanding. In T. P. Carpenter, E. Fennema, & T. A. Romberg (Eds.), Rational numbers: An integration of research (pp. 49–84). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. National Academies Press.

Kriegler, Shelley. (2004). *Just what is algebraic thinking.* Retrieved June 10, 2004.

Makanong, A. (2016). Mathematical Skills and Processes: The Development for Development. (3rd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. (In Thai).

Ma, L. (1999). Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States (1st ed.). Routledge.

Manouchehri, A. (2005). *Exploring mathematical thinking*. Educational Studies in Mathematics, 58(3), 37-55.

Mason, John; Burton, Leone; & Stacey, Kaye. (1985). Thinking mathematically. Harlow: Addison-Wesley.

Mason, J. and Stacey, K. (1994). Thinking Mathematically. Revised ed.London: Addison Wesley

Mayer, E. R., and M. Hegarty. (1987). *The Process of Understanding Mathematical Problem*s. In Sternberg, R. J., and Baron, J. B. (eds.) Teaching Thinking Skills: Theory and Practice. New York: W.IT Freeman and Company.

McLeod, D. B. (1992). *Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 575–596). Macmillan Publishing Co, Inc.

Middleton, J.A. and Spanias, P.A. (1999). Motivation for Achievement in Mathematics: Findings, Generalizations, and Criticisms of the Research. *Journal for Research in Athematics Education,* 30, 65-88.

Mukuka, A., & Alex, J. K. (2024). *Foundational mathematical knowledge of prospective teachers: Evidence from a professional development training*. Pythagoras, 45(1), a764.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: NCTM.

O' Daffer, P. G., and B. A. Thornquist. (1993). *Critical Thinking Mathematical Reasoning and Proof*. Research Idea for The Classroom High School Mathematical. New York: Macmillan.

Piaget, Jean. (1964). *The Child's Conception of Physical Causality.* London: Rutledge.

Pourdavood, R., McCarthy, K., & McCafferty, T. (2020). The Impact of Mental Computation on Children's Mathematical Communication, Problem Solving, Reasoning, and Algebraic Thinking. *Athens Journal of Education*, 7(3), 241–254.

Rodríguez-Nieto, C. A., Cervantes-Barraza, J. A., & Font Moll, V. (2023). Exploring mathematical connections in the context of proof and mathematical argumentation: A new proposal of networking of theories. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), em2264.

Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Smith, N. L. and Say dam, M. N. (2004). *Helping children learn mathematics*. (7th ed). New Jersey: John Willy & Sons.

Rickart, C. (1996). *Structuralism and mathematical thinking. Mathematical Thinking. In Sternberg, R.J. & Ben-Zeev, T. (Eds.), The mathematical thinking* (pp. 285-300). NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Rittle-Jhonsom, B., & Albali, M. W. (1999). Conceptual and procedural of mathematics: Dose one lead to the other?. Journal of Education Psychology.

Russell, D. H. (1956). *Children's thinking*. USA: Ginn and Company.

Saxe, G. B. (1991). *Culture and cognitive development: Studies in mathematical understanding.* Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics (pp. 334–370).* Macmillan Publishing Co, Inc.

Scusa, T. (2008). *Five processes of mathematical thinking* (Summative Project for MA Degree, Math in the Middle Institute Partnership). University of Nebraska–Lincoln.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education,* 26(2), 114–145.

Singh, P., Abd Moin, M. A. A. B., Veloo, P. K., Cheong, T. H., & Teoh, S. H. (2019). The relationship between self-regulated learning and mathematics attitude towards college students' development of mathematical thinking. *Universal Journal of Educational Research,* 7(10A), 48–53.

Stacey, K. (2006). *What is mathematical thinking and why is it important? University of Melbourne.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/254408829

Sternberg, R. J., & Baron, J. B. (eds). (1987). *Teaching thinking skills: Theory & Practice.* New York: W.IT Freeman and Company.

Swan, Malcolm; & Ridgway, Jim. (2005). *Mathematical Thinking CATs.* Retrieved from http://www.flagoide.org/extra/download/cat/math /math/ mathw97.doc.

Takahashi, A. (2007). *Planning a lesson for students to develop mathematical thinking through problem solving. In Progress report of the APEC-project: Collaborative studies on Innovation of Classroom Teaching and Learning through Lesson study-Lesson Study focusing on mathematical thinking,* CRME Khon Kaen University, CRICED and University of Tsukuba.

Taro Yamane. (1973). *Statistics: an introductory analysis.* New York: New York: Harper & Row.

Usiskin Z. (2001). *Trends in Mathematics educations In Document for conference title Trends in mathematics educations*. p.14-22 Bangkok, Dec. 13

Wainer, H. (2000). *Computerized Adaptive Testing: A Primer*. NJ.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.

Whitney, D.R. and D.L.Sabers. (1970). "*Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis"*, Technical Bulletin11. Mimeographed. Iowa City: University Evaluation and Examination Service.

Wilson, J.W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary Sohool Mathematic*. Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Edited by Benjamin S.Bloom. U.S.A.: MCGraw-Hill.

Wood, t, Williams, G, & McNeal, B. (2006). Children's mathematical thinking in different classroom cultures. *Joumal for Research in Mathematics Education,* 37(3), 222-252

Yorulmaz, A., Altintas, S., & Sidekli, S. (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.

Zan, R., & Di Martino, P. (2007). *Attitude toward Mathematics: Overcoming the Positive/Negative Dichotomy. In B. Sriraman, Ed., The Montana Mathematics Enthusiast* (Monograph 3, pp. 157-168). The Montana Council of Teachers of Mathematics.

Zaman, A. (2011). *Relationship between mathematical thinking and achievement in mathematics among secondary school students of North West Frontier Province, Pakistan*. International Islamic University, Islamabad. Retrieved from ResearchGate

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : แบบทดสอบใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

1. แผนภาพจุด
2. แผนภาพต้น-ใบ
3. ฮิสโทแกรม
4. ค่ากลางของข้อมูล

คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้มีจำนวน 4 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับนี้ 1 ชั่วโมง
3. หากมีปัญหาใดๆ โปรดสอบถามผู้คุมสอบ

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม.2/....

แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามที่กำหนดให้ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ

ข้อที่ 1 ประเทศที่มีสถิติการใช้งานเฟซบุ๊กสูงสุด 10 อันดับแรกของโลกของเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2561 เป็นดังนี้

อินเดีย	12%	สหรัฐอเมริกา	11%
บราซิล	6%	อินโดนีเซีย	6%
เม็กซิโก	4%	ฟิลิปปินส์	3%
เวียดนาม	3%	ไทย	2%
ตุรกี	2%	สหราชอาณาจักร	2%

ที่มา : https://www.brandbuffet.in.th

ข้อดีของการใช้เฟซบุ๊ก	ข้อเสียของการใช้เฟซบุ๊ก
การสื่อสารและการเชื่อมต่อ ช่วยให้ผู้คนสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกับคนในทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็วและสะดวก เช่น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร รูปภาพ วิดีโอ และข้อมูลอื่นๆ	การแพร่กระจายข่าวปลอม การใช้งานมากอาจส่งผลให้มีการแพร่กระจายข่ายปลอมและข้อมูลผิดประเด็นได้มากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้มากมายที่แชร์ข้อมูล
การสร้างชุมชน เป็นเครื่องมือที่ดีในการสร้างและร่วมมือกับชุมชนที่มีความสนใจเดียวกัน เช่น กลุ่มสนับสนุน กลุ่มการศึกษา หรือกลุ่มการท่องเที่ยว	การละเมิดความเป็นส่วนตัว การใช้งานมากอาจเสี่ยงต่อการละเมิดความเป็นส่วนตัว เนื่องจากข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้อาจถูกนำไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์
การแสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยง ช่วยส่งเสริมการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนความเห็น และการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์และประเด็นร้อนทางสังคม	การใช้งานเชิงเสพติด อาจส่งผลให้ผู้ใช้เสพติดและใช้งานมากเกินไป ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพจิตและความเป็นสุขของบุคคล
การโฆษณาและการตลาด สำหรับธุรกิจองค์กร การมีองค์กรธุรกิจ เป็นที่สำคัญในการเชื่อมต่อกับลูกค้า โปรโมทสินค้าและบริการและสร้างการติดตามในหน้าเพจ	การเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสม อาจจะส่งผลให้มีการเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสมหรือลามกอนาจาร เช่น ความรุนแรง ภาพลามก หรือการละเมิดลิขสิทธิ์

ที่มา : https://www.forbes.com/sites/andrewdepietro/2020/12/28/countries-most-facebook-users/?sh=2052c2f91b2b

จากข้อมูลข้างต้น จงนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพจุด และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเทศในทวีปเอเชียมีประเทศใดบ้างที่มีผู้ใช้เฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลก และคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้ทั่วโลก

.....

.....

.....

.....

1.1 ประเทศในทวีปอเมริกามีประเทศใดบ้างที่มีผู้ใช้งานเฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลก และติดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้ทั่วโลก

.....

.....

.....

.....

1.2 ประเทศอินเดียใช้งานเฟซบุ๊กมากที่สุด ส่งผลต่ออะไร

.....

.....

.....

.....

จงหาร้อยละการใช้ เฟซบุ๊กประเทศที่พัฒนาแล้วต่อประเทศกำลังพัฒนามีอัตราส่วนเท่าไหร่

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

.....

.....

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 ญดาเป็นเจ้าของร้านเบเกอรี่ 2 สาขา สาขาแรกอยู่จังหวัดมหาสารคาม (จำนวนประชากร 937,915 คน) และสาขาที่ 2 อยู่จังหวัดร้อยเอ็ด (จำนวนประชากร 1,310,259 คน) ซึ่งญดาได้จดบันทึกข้อมูลจำนวนเบเกอรี่ที่จำหน่ายได้ในแต่ละวัน (ชิ้น) เป็นเวลา 30 วัน ดังนี้

สาขาที่ 1	30	34	45	83	100	75	72	73	90	81
	74	56	69	93	76	87	65	72	70	94
	45	66	53	87	85	99	54	47	98	99

สาขาที่ 2	69	99	87	60	94	63	45	55	57	75
	83	80	63	65	43	46	79	65	76	98
	65	77	76	75	84	86	85	87	99	99

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างแผนภาพต้น – ใบ โดยมีลำต้นร่วมกันและตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.1 เบเกอรี่สาขาที่ 1 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วงใด

.....

.....

2.2 เบเกอรี่สาขาที่ 2 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วงใด

.....

.....

2.3 ภายในระยะเวลา 30 วัน สาขาที่ 1 หรือสาขาที่ 2 มียอดจำหน่ายเบเกอรี่มากกว่ากัน และมากกว่ากันเท่าใด

2.3.1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

<u>วิธีทำ</u>

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

.....

.....

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3.2 สาขาที่จำหน่ายเบเกอรี่ได้มากกว่าอีกสาขาเนื่องจากอะไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องหนึ่งจำนวน 40 คน โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนได้คะแนนดังนี้

8	6	4	3	5	5	2	9	2	7
9	3	3	7	7	5	8	3	7	3
4	8	7	8	2	4	6	2	4	1
7	7	6	2	6	4	4	6	10	6

3.1 จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างตารางแจกแจงความถี่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 จากตารางแจกแจงความถี่ จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างฮิสโทแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์กี่คะแนน

.....

.....

3.4 นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนนักเรียนทั้งหมดจงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

<u>วิธีทำ</u>

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.5 นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% เนื่องจากสาเหตุอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 น้องเก่งสำรวจจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นหนึ่งที่ขายได้ จากร้านขายโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 5 ร้าน ได้ข้อมูลดังนี้ ร้าน A ขายได้ 4 เครื่อง ร้าน B ขายได้ 18 เครื่อง ร้าน C ขายได้ 15 เครื่อง ร้าน D ขายได้ 6 เครื่อง และร้าน E ขายได้ 12 เครื่อง

4.1 ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลดังกล่าวโดยใช้แผนภูมิแท่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 มัธยฐาน และฐานนิยมของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้เป็นเท่าใด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามที่กำหนดให้ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ

ข้อที่ 1 ประเทศที่มีสถิติการใช้งานเฟซบุ๊กสูงสุด 10 อันดับแรกของโลกของเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2561 เป็นดังนี้

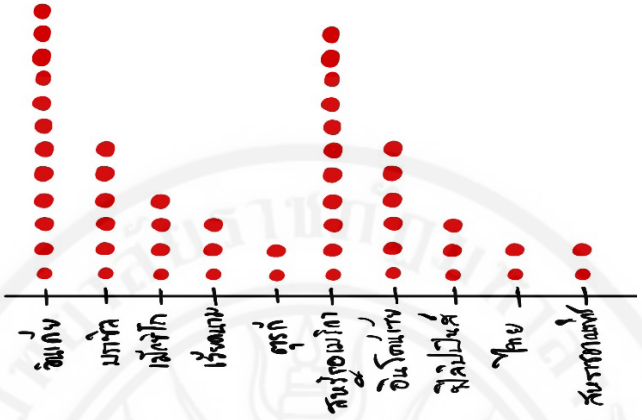
อินเดีย	12%	สหรัฐอเมริกา	11%
บราซิล	6%	อินโดนีเซีย	6%
เม็กซิโก	4%	ฟิลิปปินส์	3%
เวียดนาม	3%	ไทย	2%
ตุรกี	2%	สหราชอาณาจักร	2%

ที่มา : https://www.brandbuffet.in.th

ข้อดีของการใช้เฟซบุ๊ก	ข้อเสียของการใช้เฟซบุ๊ก
การสื่อสารและการเชื่อมต่อ ช่วยให้ผู้คนสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกับคนในทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็วและสะดวก เช่น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร รูปภาพ วิดีโอ และข้อมูลอื่นๆ	การแพร่กระจายข่าวปลอม การใช้งานมากอาจส่งผลให้มีการแพร่กระจายข่ายปลอมและข้อมูลผิดประเด็นได้มากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้มากมายที่แชร์ข้อมูล
การสร้างชุมชน เป็นเครื่องมือที่ดีในการสร้างและร่วมมือกับชุมชนที่มีความสนใจเดียวกัน เช่น กลุ่มสนับสนุน กลุ่มการศึกษา หรือกลุ่มการท่องเที่ยว	การละเมิดความเป็นส่วนตัว การใช้งานมากอาจเสี่ยงต่อการละเมิดความเป็นส่วนตัว เนื่องจากข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้อาจถูกนำไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์
การแสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยง ช่วยส่งเสริมการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนความเห็น และการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์และประเด็นร้อนทางสังคม	การใช้งานเชิงเสพติด อาจส่งผลให้ผู้ใช้เสพติดและใช้งานมากเกินไป ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพจิตและความเป็นสุขของบุคคล
การโฆษณาและการตลาด สำหรับธุรกิจองค์กร การมีองค์กรธุรกิจ เป็นที่สำคัญในการเชื่อมต่อกับลูกค้า โปรโมทสินค้าและบริการและสร้างการติดตามในหน้าเพจ	การเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสม อาจจะส่งผลให้มีการเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสมหรือลามกอนาจาร เช่น ความรุนแรง ภาพลามก หรือการละเมิดลิขสิทธิ์

ที่มา : https://www.forbes.com/sites/andrewdepietro/2020/12/28/countries-most-facebook-users/?sh=2052c2f91b2b

จากข้อมูลข้างต้น จงนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพจุด และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้



1.1 ประเทศในทวีปเอเชียมีประเทศใดบ้างที่มีผู้ใช้เฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลก และคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้ทั่วโลก

ตอบ ประเทศในทวีปเอเชียมีผู้ใช้เฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลกคือประเทศอินโดนีเซีย คิดเป็น 6% ของผู้ใช้ทั่วโลก ประเทศฟิลิปปินส์ คิดเป็น 3% ของผู้ใช้ทั่วโลก ประเทศเวียดนาม คิดเป็น 3% ของผู้ใช้ทั่วโลก และประเทศไทย คิดเป็น 2% ของผู้ใช้ทั่วโลก

1.2 ประเทศในทวีปอเมริกามีประเทศใดบ้างที่มีผู้ใช้งานเฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลก และติดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้ทั่วโลก

ตอบ ประเทศในทวีปอเมริกามีผู้ใช้เฟซบุ๊กติดหนึ่งในสิบอันดับแรกของโลกคือประเทศสหรัฐอเมริกา คิดเป็น 11% ของผู้ใช้ทั่วโลก ประเทศบราซิล คิดเป็น 6% ของผู้ใช้ทั่วโลก ประเทศเม็กซิโก คิดเป็น 4% ของผู้ใช้ทั่วโลก

1.3 ประเทศอินเดียใช้งานเฟซบุ๊กมากที่สุด ส่งผลต่ออะไร

ตอบ ประเทศอินเดียมีจำนวนผู้ใช้เฟซบุ๊กส่งผลต่อหลายด้าน ดังนี้

1. การสื่อสารและเชื่อมต่อ การใช้งานเฟซบุ๊กมากที่สุดในอินเดียช่วยให้ผู้คนสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกับคนในทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็วและสะดวก เช่น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร รูปภาพ วิดีโอ และข้อมูลอื่น ๆ

2. การสร้างชุมชนเฟซบุ๊ก เป็นเครื่องมือที่ดีในการสร้างและร่วมมือกับชุมชนที่มีความสนใจเดียวกัน เช่น กลุ่มสนับสนุน กลุ่มการศึกษา หรือกลุ่มการท่องเที่ยว

3. การแสดงความคิดเห็นและการเชื่อมโยง การใช้งานเฟซบุ๊กมากที่สุดในอินเดียช่วยส่งเสริมการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนความเห็น และการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์และประเด็นร้อนทางสังคม

4. การโฆษณาและการตลาด สำหรับธุรกิจและองค์กร การมีองค์กรธุรกิจในเฟซบุ๊กมากที่สุดในอินเดียเป็นที่สำคัญในการเชื่อมต่อกับลูกค้า โปรโมทสินค้าและบริการ และสร้างความติดตามในหน้าเพจของพวกเขา

การใช้งานเฟซบุ๊กมากที่สุดในประเทศอินเดียก็มีข้อเสียบางอย่าง ดังนี้

1. การแพร่กระจายข่าวปลอมการใช้งานเฟซบุ๊ก มากที่สุดอาจส่งผลให้มีการแพร่กระจายข่าวปลอมและข้อมูลผิดประเด็นได้มากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้มากมายที่แชร์ข้อมูล

2. การละเมิดความเป็นส่วนตัว การใช้งานเฟซบุ๊ก มากที่สุดอาจเสี่ยงต่อการละเมิดความเป็นส่วนตัว เนื่องจากข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้อาจถูกนำไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์

3. การเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสมมีความเป็นไปได้ที่การใช้งานเฟซบุ๊ก มากที่สุดอาจส่งผลให้มีการเผยแพร่เนื้อหาที่ไม่เหมาะสมหรือลามกอนาจาร เช่น ความรุนแรง ภาพลามก หรือการละเมิดลิขสิทธิ์

1.4 จงหาร้อยละการใช้เฟซบุ๊กประเทศที่พัฒนาแล้วต่อประเทศกำลังพัฒนามีอัตราส่วนเท่าไหร่

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ประเทศที่มีสถิติการใช้งานเฟซบุ๊กสูงสุด 10 อันดับแรกของโลกของเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2561 เป็นดังนี้

อินเดีย	12%	สหรัฐอเมริกา	11%
บราซิล	6%	อินโดนีเซีย	6%
เม็กซิโก	4%	ฟิลิปปินส์	3%
เวียดนาม	3%	ไทย	2%
ตุรกี	2%	สหราชอาณาจักร	2%

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จงหาร้อยละการใช้เฟซบุ๊กประเทศที่พัฒนาแล้วต่อประเทศกำลังพัฒนามีอัตราส่วนเท่าไหร่ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

ตอบ โดยใช้ยุทธวิธีการสร้างตาราง

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

วิธีทำ 1) ใช้วิธีการสร้างตาราง

ประเทศที่พัฒนาแล้ว		ประเทศที่กำลังพัฒนา	
สหรัฐอเมริกา	11%	อินเดีย	12%
ตุรกี	2%	บราซิล	6%
สหราชอาณาจักร	2%	อินโดนีเซีย	6%
		เม็กซิโก	4%
		ฟิลิปปินส์	3%
		เวียดนาม	3%
		ไทย	2%
รวม	15%	รวม	36%

จากตารางจะเห็นได้ว่า ร้อยละการใช้เฟซบุ๊กประเทศที่พัฒนาแล้วต่อประเทศกำลังพัฒนา คือ 15 : 36

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

ตอบ ร้อยละการใช้เฟซบุ๊กประเทศที่พัฒนาแล้วต่อประเทศกำลังพัฒนา คือ 15 : 36

ข้อที่ 2 ญดาเป็นเจ้าของร้านเบเกอรี่ 2 สาขา สาขาแรกอยู่จังหวัดมหาสารคาม (จำนวนประชากร 937,915 คน) และสาขาที่ 2 อยู่จังหวัดร้อยเอ็ด (จำนวนประชากร 1,310,259 คน) ซึ่งญดาได้จดบันทึกข้อมูลจำนวนเบเกอรี่ที่จำหน่ายได้ในแต่ละวัน (ชิ้น) เป็นเวลา 30 วัน ดังนี้

สาขาที่ 1	30	34	45	83	100	75	72	73	90	81
	74	56	69	93	76	87	65	72	70	94
	45	66	53	87	85	99	54	47	98	99

สาขาที่ 2	69	99	87	60	94	63	45	55	57	75
	83	80	63	65	43	46	79	65	76	98
	65	77	76	75	84	86	85	87	99	99

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างแผนภาพต้น – ใบ โดยมีลำต้นร่วมกันและตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

ใบ (สาขา 1)	ต้น	ใบ (สาขา 2)
4 0	3	
7 5 5	4	3 5 6
6 4 3	5	5 7
9 6 5	6	0 3 3 5 5 5 9
6 5 4 3 2 2 0	7	5 5 6 6 7 9
7 7 5 3 1	8	0 3 4 5 6 7 7
9 9 8 4 3 0	9	4 8 9 9 9
0	10	

2.1 เบเกอรี่สาขาที่ 1 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วงใด

ตอบ เบเกอรี่สาขาที่ 1 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วง 70 - 76

2.2 เบเกอรี่สาขาที่ 2 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วงใด

ตอบ เบเกอรี่สาขาที่ 2 ส่วนใหญ่มียอดจำหน่ายอยู่ในช่วง 60 – 69 และอยู่ในช่วง 80 - 87

2.3 ภายในระยะเวลา 30 วัน สาขาที่ 1 หรือสาขาที่ 2 มียอดจำหน่ายเบเกอรี่มากกว่ากัน และมากกว่ากันเท่าใด

2.3.1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ : ญดาเป็นเจ้าของร้านเบเกอรี่ 2 สาขา สาขาแรกอยู่จังหวัดมหาสารคาม (จำนวนประชากร 937,915 คน) และสาขาที่ 2 อยู่จังหวัดร้อยเอ็ด (จำนวนประชากร 1,310,259 คน) ซึ่งญดาได้จดบันทึกข้อมูลจำนวนเบเกอรี่ที่จำหน่ายได้ในแต่ละวัน (ชิ้น) เป็นเวลา 30 วัน ดังนี้

สาขาที่ 1	30	34	45	83	100	75	72	73	90	81
	74	56	69	93	76	87	65	72	70	94
	45	66	53	87	85	99	54	47	98	99

สาขาที่ 2	69	99	87	60	94	63	45	55	57	75
	83	80	63	65	43	46	79	65	76	98
	65	77	76	75	84	86	85	87	99	99

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ภายในระยะเวลา 30 วัน สาขาที่ 1 หรือสาขาที่ 2 มียอดจำหน่ายเบเกอรี่มากกว่ากัน และมากกว่ากันเท่าใด

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

ตอบ โดยใช้ยุทธวิธีการสร้างตารางผสมกับการคำนวณ

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

ตอบ 1) ใช้การสร้างตารางในการหาคำตอบ

สาขาที่ 1	30	34	45	83	100	75	72	73	90	81	
	74	56	69	93	76	87	65	72	70	94	
	45	66	53	87	85	99	54	47	98	99	
รวม	149	156	167	263	261	261	191	192	258	274	2,172

สาขาที่ 2	69	99	87	60	94	63	45	55	57	75	
	83	80	63	65	43	46	79	65	76	98	
	65	77	76	75	84	86	85	87	99	99	
รวม	217	256	226	200	221	195	209	207	232	272	2,235

2) แก้ปัญหาโดยการคำนวณจะได้ว่า ยอดจำหน่ายเบเกอรี่สาขาที่ 2 - ยอดจำหน่ายเบเกอรี่สาขาที่ 1

= 2,235 – 2,172

= 63 ชิ้น

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

ตอบ ดังนั้น จากการใช้ยุทธวิธีการสร้างตารางสรุปได้ว่าสาขาที่ 2 มียอดจำหน่ายเบเกอรี่มากกว่าสาขาที่ 1 อยู่ 63 ชิ้น

2.3.2 สาขาที่จำหน่ายเบเกอรี่ได้มากกว่าอีกสาขาเนื่องจากอะไร จงให้เหตุผลประกอบ

ตอบ สาขาที่ 2 ที่จำหน่ายเบเกอรี่ได้มากกว่าสาขาที่ 1 เนื่องจาก ประชากรสาขาที่ 2 มากกว่าสาขาที่ 1 จึงทำให้การจำหน่ายเบเกอรี่ของสาขาที่ 2 จำหน่ายได้มากกว่าสาขาที่ 1

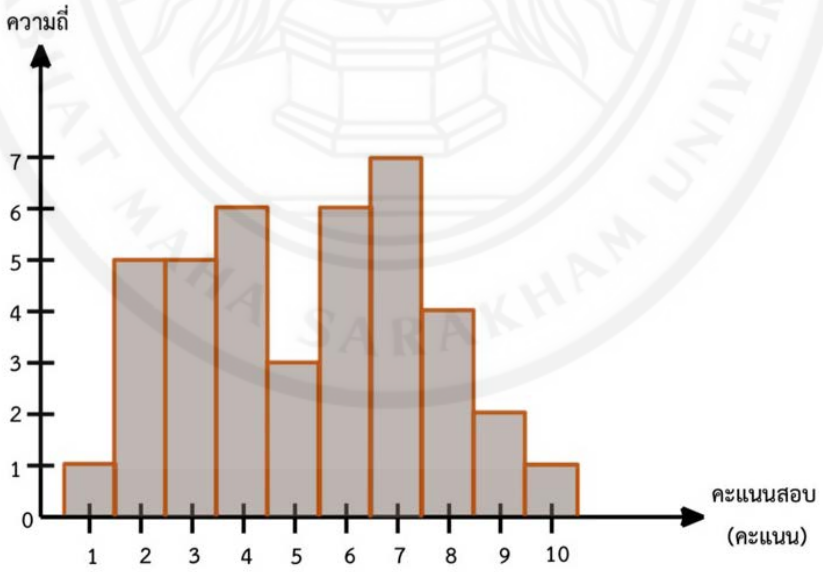
ข้อที่ 3 คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องหนึ่งจำนวน 40 คน โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนได้คะแนนดังนี้

8	6	4	3	5	5	2	9	2	7
9	3	3	7	7	5	8	3	7	3
4	8	7	8	2	4	6	2	4	1
7	7	6	2	6	4	4	6	10	6

3.1 จงสร้างตารางแจกแจงความถี่

คะแนน	รอยขีด	ความถี่
1	|	1
2	𝍸	5
3	𝍸	5
4	𝍸 |	6
5	|||	3
6	𝍸 |	6
7	𝍸 ||	7
8	||||	4
9	||	2
10	|	1
รวม		49

3.2 จงสร้างฮิสโทแกรม



3.3 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนสอลวิชาคณิตศาสตร์กี่คะแนน

ตอบ 7 คะแนน

3.4 นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนนักเรียนทั้งหมด จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

วิธีทำ

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ : คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องหนึ่ง จำนวน 40 คน โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนได้คะแนนดังนี้

8	6	4	3	5	5	2	9	2	7
9	3	3	7	7	5	8	3	7	3
4	8	7	8	2	4	6	2	4	1
7	7	6	2	6	4	4	6	10	6

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. จากโจทย์นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา

ตอบ โดยใช้ยุทธวิธีการคำนวณผสมกับการสร้างตาราง

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

ตอบ 1) การคำนวณ คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ 50% คำนวณได้จากคะแนนเต็ม

จะได้ว่าคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ 50% คำนวณได้จากคะแนนเต็ม $= 10 \times \frac{50}{100}$

$= 5$ คะแนน

2) การสร้างตาราหานักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% มีกี่คน

	8	6	4	3	5	5	2	9	2	7	
	9	3	3	7	7	5	8	3	7	3	รวม
	4	8	7	8	2	4	6	2	4	1	
	7	7	6	2	6	4	4	6	10	6	
นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่า 50%	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	17

จากตารางจะพบว่า มีนักเรียนได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% มีจำนวน 17 คน

ใช้วิธีการคำนวณหานักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% คิดเป็นร้อยละเท่าใดจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จะได้ว่า $17 \times \frac{100}{40} = 42.5\%$

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

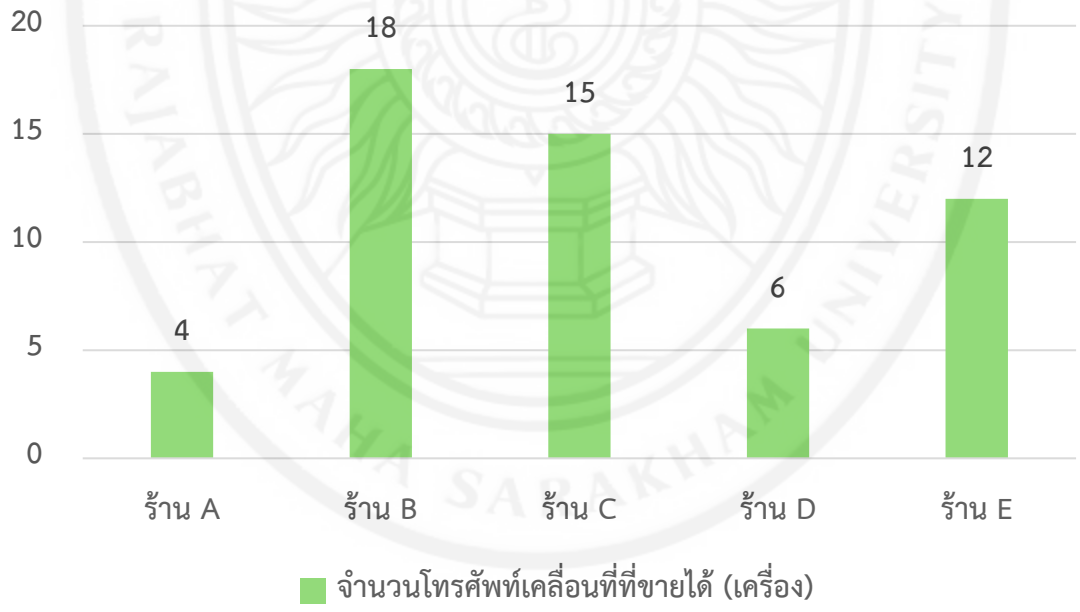
ตอบ ดังนั้นนักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% คิดเป็นร้อย 42.5 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.5 นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% เนื่องจากสาเหตุอะไร จงให้เหตุผล

ตอบ นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า 50% เนื่องจากนักเรียนทำข้อสอบไม่ได้ ไม่ตั้งใจเรียน

ข้อที่ 4 น้องเก่งสำรวจจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นหนึ่งที่ขายได้ จากร้านขายโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 5 ร้าน ได้ข้อมูลดังนี้ ร้าน A ขายได้ 4 เครื่อง ร้าน B ขายได้ 18 เครื่อง ร้าน C ขายได้ 15 เครื่อง ร้าน D ขายได้ 6 เครื่อง และร้าน E ขายได้ 12 เครื่อง

4.1 ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลดังกล่าวโดยใช้แผนภูมิแท่ง (การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์)



4.2 มัธยฐาน และฐานนิยมของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้เป็นเท่าใด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตอบ เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก 4, 6, 12, 12, 15

มัธยฐานของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้คือ 12 เครื่อง เพราะเป็นค่าที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางของข้อมูลที่จัดเรียงลำดับแล้ว

ข้อมูลชุดนี้ไม่มีฐานนิยม เนื่องจากไม่มีค่าที่ซ้ำกัน

4.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

วิธีทำ เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก 4, 6, 12, 15, 28

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ $= \frac{4+6+12+15+28}{5}$

$= \frac{65}{5}$

$= 13$ เครื่อง

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้คือ 13 เครื่อง

4.4 ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด

ตอบ ค่ากลางของข้อมูลที่เหมาะสม คือ มัธยฐาน เพราะข้อมูลชุดนี้ไม่มีฐานนิยม จึงไม่เหมาะสม และค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เหมาะสม เพราะจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขายได้ร้าน E ขายได้มากกว่าร้านอื่น ๆ อยู่มาก

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

1.

วัน	จำนวนสินค้าที่ขายได้/ชิ้น
วันจันทร์	1
วันอังคาร	3
วันพุธ	4
วันพฤหัสบดี	3
วันศุกร์	2
วันเสาร์	5
วันอาทิตย์	1

จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนจุดให้ถูกต้อง และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1) วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายสินค้าได้เยอะที่สุด

2) นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายแผนภาพจุดได้อย่างไร

วิธีทำ



2. มีข้อมูลตัวเลข 1 ชุด ดังนี้ 26 25 38 31 23 46 29 39 40 31
จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

2.1 จากแผนภาพต้น-ใบนักเรียนสามารถสรุปได้อย่างไร

วิธีทำ



3. ตารางแจกแจงความถี่

คะแนนสอบ	คะแนนสอบ แสดงขอบล่าง-ขอบบน	ความถี่ (จำนวนคน)
10-11	9.50-11.50	3
12-13	11.50-13.50	5
14-15	13.50-15.50	10
16-17	15.50-17.50	7
18-19	17.50-19.50	5
รวม		30

จากข้อมูลในตาราง จงนำมาสร้างฮิสโทแกรมให้ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 การนำเสนอข้อมูลด้วยฮิสโทแกรมมีลักษณะอย่างไร

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....



4. จงหาค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้

10, 13, 15, 19, 15, 18, 17, 18, 15, 17, 17

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จำนวนโทรศัพท์ที่ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่งขายได้ในสัปดาห์หนึ่ง เป็นดังนี้

วัน	จำนวนโทรศัพท์ที่ขายได้ (เครื่อง)
วันจันทร์	5
วันอังคาร	2
วันพุธ	4
วันพฤหัสบดี	3
วันศุกร์	6
วันเสาร์	8
วันอาทิตย์	4

จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนภาพจุด และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

5.1 จำนวนโทรศัพท์ที่ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าขายได้ในสัปดาห์นี้ รวมทั้งหมดกี่เครื่อง

5.2 วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายโทรศัพท์ได้มากที่สุด

5.3 จำนวนโทรศัพท์ที่ขายได้มากที่สุดและขายได้น้อยที่สุดของร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าในสัปดาห์นี้ต่างกันจำนวนเท่าใด

5.4 ทำไมข้อมูลข้างต้นถึงต้องใช้แผนภาพจุด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้ทดสอบความสามารถในการพิมพ์ตัวอักษรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ซึ่งใชเวลา 2 นาที นักเรียนสามารถพิมพ์จำนวนคำได้ ดังนี้

81	59	60	74	67	75	48	80	71	62
52	67	76	76	65	63	68	51	48	53
71	75	74	77	68	73	61	66	80	79

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างแผนภาพต้น-ใบ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

6.1 ภายใน 2 นาที นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิมพ์จำนวนคำได้เท่าใด

6.2 ภายใน 2 นาที นักเรียนสามารถพิมพ์จำนวนคำได้มากที่สุด และน้อยที่สุดเป็นเท่าใด เท่าใด

6.3 นักเรียนคิดว่าแผนภาพต้น-ใบมีความสำคัญอย่างไร

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. โรงเรียนแห่งหนึ่งได้สำรวจน้ำหนักของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องหนึ่งโดยได้จัดทำตารางแจกแจงความถี่ไว้ ดังนี้

น้ำหนักของนักเรียน (กิโลกรัม)	รอยขีด	ความถี่ (จำนวนคน)
40-44	𝍸	2
45-49	𝍸𝍸	5
50-54	𝍸𝍸 𝍸	8
55-59	𝍸𝍸 𝍸𝍸	10
60-64	𝍸𝍸 𝍸	7
65-69	𝍸𝍸	5
70-74	𝍸	3
รวม		40

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างฮิสโทแกรม และคำตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

7.1 ขอบล่างและขอบบนของอันตรภาคชั้น 55-59 เท่ากับเท่าใด

7.2 อันตรภาคชั้น 65-69 มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับเท่าใด

7.3 แต่ละอันตรภาชั้นมีความกว้างเท่ากันหรือไม่

7.4 นักเรียนห้องนี้ส่วนใหญ่มีน้ำหนักอยู่ในช่วงใด

7.5 นักเรียนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 55 กิโลกรัม มีจำนวนกี่คน

7.6 ค่าพิสัยของข้อมูลคำนวณได้จากสูตรใด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ข้อมูลน้ำหนัก (กิโลกรัม) ของนักเรียน 20 คน เป็นดังนี้

41 37 44 46 52 37 39 42 51 38

31 34 36 33 43 38 53 38 41 39

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

8.1 จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนคิดว่าควรใช้การหาค่ากลางค่าใด 1) ค่าเฉลี่ย 2) มัธยฐาน 3) ฐานนิยม เพราะเหตุใด

8.2 ทำไมต้องหาค่ากลางของข้อมูล

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

1.

วัน	จำนวนสินค้าที่ขายได้/ชิ้น
วันจันทร์	1
วันอังคาร	3
วันพุธ	4
วันพฤหัสบดี	3
วันศุกร์	2
วันเสาร์	5
วันอาทิตย์	1

จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนจุดให้ถูกต้อง และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1.1 วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายสินค้าได้เยอะที่สุด

1.2 นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายแผนภาพจุดได้อย่างไร

วิธีทำ



1. วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายสินค้าได้เยอะที่สุด

ตอบ วันเสาร์

2. นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายแผนภาพจุดได้อย่างไร

ตอบ วันจันทร์ กับ วันอาทิตย์ เป็นวันที่ ขายสินค้าได้น้อยที่สุด วันเสาร์ เป็นวันที่ ขายสินค้าได้น้อยที่สุด และวันอังคาร กับ วันพฤหัสบดี เป็นวันที่มียอดขายสินค้าเท่ากัน

2. มีข้อมูลตัวเลข 1 ชุด ดังนี้ 26 25 38 31 23 46 29 39 40 31

จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

2.1 จากแผนภาพต้น-ใบนักเรียนสามารถสรุปได้อย่างไร

วิธีทำ

ต้น	ใบ			
2	3	5	6	9
3	1	1	8	9
4	0	6		

1. จากแผนภาพต้น-ใบนักเรียนสามารถสรุปได้อย่างไร

จากแผนภาพต้น-ใบ พบว่า ข้อมูลตัวเลขที่ น้อยที่สุดคือ 23 ข้อมูลตัวเลขที่มากที่สุด คือ 46 และข้อมูลตัวที่นิยมที่สุด คือ 31

3. ตารางแจกแจงความถี่

คะแนนสอบ	คะแนนสอบ แสดงขอบล่าง-ขอบบน	ความถี่ (จำนวนคน)
10-11	9.50-11.50	3
12-13	11.50-13.50	5
14-15	13.50-15.50	10
16-17	15.50-17.50	7
18-19	17.50-19.50	5
รวม		30

จากข้อมูลในตาราง จงนำมาสร้างฮิสโทแกรมให้ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

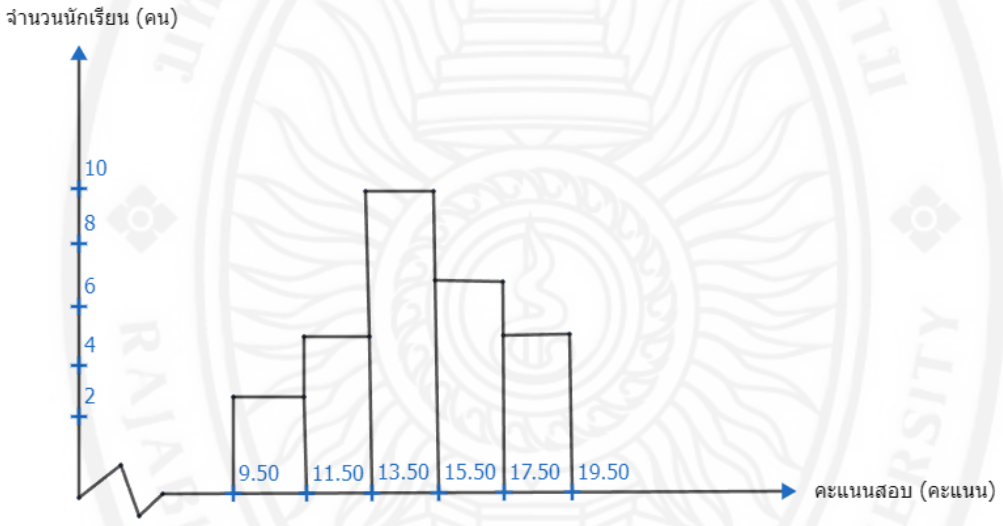
3.1 การนำเสนอข้อมูลด้วยฮิสโทแกรมมีลักษณะอย่างไร

วิธีทำ 1) การนำเสนอข้อมูลด้วยฮิสโทแกรมมีลักษณะอย่างไร

ขั้นที่ 1 กำหนดพิกัดฉากในแกนนอนแทนคะแนนสอบของนักเรียนและแกนตั้งแทนจำนวนนักเรียน

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดบนแกนนอนแสดงค่าของขอบล่างและขอบบนของแต่ละอันตรภาคชั้นของคะแนนสอบของนักเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยให้ความกว้างของอันตรภาคชั้นเป็นความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและความถี่ของอันตรภาคชั้นเป็นความสูงของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะได้ฮิสโทแกรม ดังรูป



4. จงหาค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และมัธยฐานของข้อมูลต่อไปนี้

10, 13, 15, 19, 15, 18, 17, 18, 15, 17, 17

วิธีทำ 1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) นำคะแนนทั้งหมดมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

คำนวณ: (10+13+15+19+15+18+17+18+15+17+17) / 11 = 168 / 11 ≈ 15.27

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเท่ากับประมาณ 15.27

2. หาฐานนิยม (Mode) หาค่าที่ปรากฏบ่อยที่สุดในชุดข้อมูล ค่าที่ปรากฏบ่อยที่สุดคือ 15

ดังนั้น ฐานนิยมคือ 15

3. หามัธยฐาน (Median) เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วหาค่ากลาง

เรียงข้อมูล 10, 13, 15, 15, 15, 17, 17, 17, 18, 18, 19

หาค่ากลาง ค่ากลางคือ 17 (เนื่องจากมีข้อมูลทั้งหมด 11 ตัว ค่ากลางจะอยู่ที่ตำแหน่งที่ 6)
ดังนั้น มัธยฐานเท่ากับ 17

ตอนที่ 2 แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

5. จำนวนโทรศัพท์ที่ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่งขายได้ในสัปดาห์หนึ่ง เป็นดังนี้

วัน	จำนวนโทรศัพท์ที่ขายได้ (เครื่อง)
วันจันทร์	5
วันอังคาร	2
วันพุธ	4
วันพฤหัสบดี	3
วันศุกร์	6
วันเสาร์	8
วันอาทิตย์	4

จากข้อมูลข้างต้น จงเขียนแผนภาพจุด และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

5.1 จำนวนโทรศัพท์ที่ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าขายได้ในสัปดาห์นี้ รวมทั้งหมดกี่เครื่อง

5.2 วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายโทรศัพท์ได้มากที่สุด

5.3 จำนวนโทรศัพท์ที่ขายได้มากที่สุดและขายได้น้อยที่สุดของร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าในสัปดาห์นี้ต่างกันจำนวนเท่าใด

วิธีทำ 1. จำนวนโทรศัพท์ที่ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าขายได้ในสัปดาห์นี้ คือ 5+2+4+3+6+8+4 = 24 เครื่อง

2. วันใดในสัปดาห์นี้ที่ขายโทรศัพท์ได้มากที่สุด วันเสาร์

3. จำนวนโทรศัพท์ที่ขายได้มากที่สุดและขายได้น้อยที่สุดของร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าในสัปดาห์นี้ต่างกันอยู่คือ 8 – 2 = 6 เครื่อง

6. ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้ทดสอบความสามารถในการพิมพ์ตัวอักษรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ซึ่งใชเวลา 2 นาที นักเรียนสามารถพิมพ์จำนวนคำได้ ดังนี้

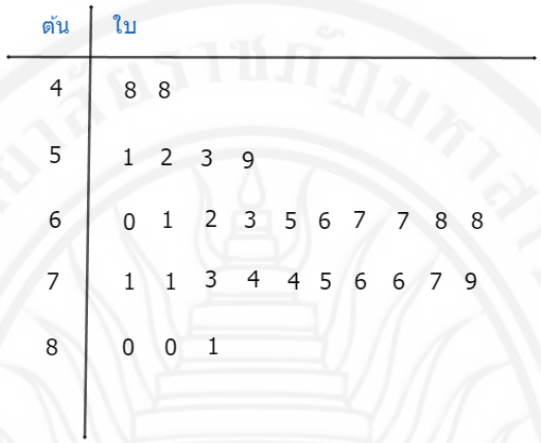
81	59	60	74	67	75	48	80	71	62
52	67	76	76	65	63	68	51	48	53
71	75	74	77	68	73	61	66	80	79

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างแผนภาพต้น-ใบ และตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

6.1 ภายใน 2 นาที นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิมพ์จำนวนคำได้เท่าใด

6.2 ภายใน 2 นาที นักเรียนสามารถพิมพ์จำนวนคำได้มากที่สุด และน้อยที่สุดเป็นเท่าใด เท่าใด

วิธีทำ จากข้อมูลข้างต้นจะสร้างแผนภาพต้น-ใบ ได้ดังรูป



ตอบ 1. จำนวนนักเรียนที่สามรถพิมพ์จำนวนคำได้ 70-79 คำ มีมากที่สุด ซึ่งกล่าวได้ว่า ภายใน 2 นาที นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิมพ์จำนวนคำได้ 70 -79 คำ

2. นักเรียนสามารถพิมพ์จำนวนค่ำได้มากที่สุด 81 คำ และน้อยที่สุด 48 คำ

7. โรงเรียนแห่งหนึ่งได้สำรวจน้ำหนักของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องหนึ่งโดยได้จัดทำตารางแจกแจงความถี่ไว้ ดังนี้

น้ำหนักของนักเรียน (กิโลกรัม)	รอยขีด	ความถี่ (จำนวนคน)
40-44	𝍸	2
45-49	𝍸𝍸	5
50-54	𝍸𝍸 𝍸	8
55-59	𝍸𝍸 𝍸𝍸	10
60-64	𝍸𝍸 𝍸	7
65-69	𝍸𝍸	5
70-74	𝍸	3
รวม		40

จากข้อมูลข้างต้น จงสร้างฮิสโทแกรม และคำตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

7.1 ขอบล่างและขอบบนของอันตรภาคชั้น 55-59 เท่ากับเท่าใด

7.2 อันตรภาคชั้น 65-69 มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับเท่าใด

7.3 แต่ละอันตรภาชั้นมีความกว้างเท่ากันหรือไม่

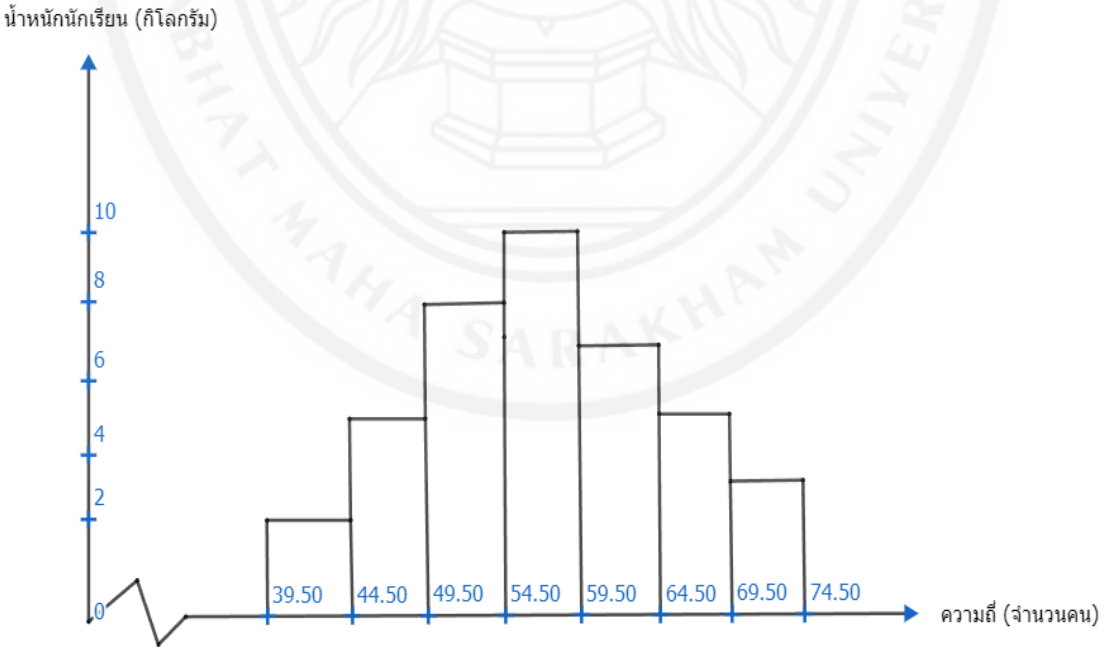
7.4 นักเรียนห้องนี้ส่วนใหญ่มีน้ำหนักอยู่ในช่วงใด

7.5 นักเรียนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 55 กิโลกรัม มีจำนวนกี่คน

วิธีทำ จากตารางแจกแจงความถี่ข้างต้น เขียนแสดงขอบล่างและขอบบนได้ ดังนี้

น้ำหนักของนักเรียน (กิโลกรัม)	คะแนนพฤติกรรม แสดงขอบล่าง - ขอบบน	ความถี่ (จำนวนคน)
40-44	39.50 – 44.50	2
45-49	44.50 – 49.50	5
50-54	49.50 – 54.50	8
55-59	54.50 – 59.50	10
60-64	59.50 – 64.50	7
65-69	64.50 – 69.50	5
70-74	69.50 – 74.50	3
รวม		40

จากข้อมูลในตาราง สามารถนำมาสร้างฮิสโทแกรมได้ ดังนี้



ตอบ

1. ขอบล่างและขอบบนของอันตรภาคชั้น 55-59 เท่ากับ 54.50 และ 59.50 ตามลำดับ

2. อันตรภาคชั้น 65-69 มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 5

3. แต่ละอันตรภาชั้นมีความกว้างเท่ากัน คือ 5

4. นักเรียนห้องนี้ส่วนใหญ่มีน้ำหนักอยู่ในช่วงใด 55-59

5. นักเรียนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 55 กิโลกรัม มีจำนวน 15 คน

8. ข้อมูลน้ำหนัก (กิโลกรัม) ของนักเรียน 20 คน เป็นดังนี้

41, 37, 44, 46, 52, 37, 39, 42, 51, 38,

31,34,36, 33,43,38,53,38,41,39

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

8.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด

8.2 ค่ากลางชนิดใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด

วิธีทำ 1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต นำน้ำหนักทั้งหมดมาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนนักเรียน คำนวณ

(41+37+44+46+52+37+39+42+51+38+31+34+36+33+43+38+53+38+41+39)/20

= 780/20 = 39

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักนักเรียนกลุ่มนี้คือ 39 กิโลกรัม

หามัธยฐานเรียงลำดับน้ำหนักจากน้อยไปมาก แล้วหาค่ากลาง เรียงลำดับ

31, 33, 34, 36, 37, 37, 38, 38, 38, 39, 39, 41, 41, 42, 43, 44, 46, 51, 52, 53

เนื่องจากมีข้อมูลทั้งหมด 20 ตัว (จำนวนคู่) ดังนั้น มัธยฐานจะอยู่ระหว่างค่าที่ 10 และ 11 ซึ่งทั้งสองค่าคือ 39 นำมาคำนวณ หามัธยฐาน = (39+39)/2 = 39 มัธยฐานของน้ำหนักนักเรียนกลุ่มนี้คือ 39 กิโลกรัม

หาฐานนิยม หาน้ำหนักที่ปรากฏบ่อยที่สุด น้ำหนักที่ปรากฏบ่อยที่สุดคือ 38 กิโลกรัม ดังนั้น ฐานนิยมคือ 38 กิโลกรัม

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเหมาะสำหรับข้อมูลที่กระจายตัวทั่วไป ไม่มีความผิดปกติมากนัก มัธยฐานเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ หรือข้อมูลที่ไม่กระจายตัวเป็นปกติ ฐานนิยมเหมาะสำหรับข้อมูลที่ต้องการทราบค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด ในกรณีนี้ ข้อมูลน้ำหนักนักเรียนค่อนข้างกระจายตัวทั่วไป ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต สามารถใช้แทนค่ากลางของข้อมูลชุดนี้ได้

แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านโจทย์และตอบปัญหาต่อไปนี้

1. ทำไมเราจะต้องมีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพ (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพจุดและแผนภาพต้นใบมีลักษณะความแตกต่างกันอย่างไร (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า ฮิสโทแกรม และแผนภาพวงกลมเหมาะกับข้อมูลประเภทไหน (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทำไมเราถึงต้องหาค่ากลางของข้อมูล และในข้อมูลหนึ่งชุด จะมีฐานนิยมซ้ำกันได้กี่ตัว (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. คะแนนสอบกลางภาคเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.2 ห้องหนึ่งเป็นดังนี้

21 25 15 28 25 35 16 35 38 30 35 29

34 16 17 39 22 35 28 31 31 30 39 19 31

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนสร้างแผนภาพจุด และตอบคำถามต่อไปนี้

1. คะแนนสูงสุดและต่ำสุดของการสอบในครั้งนี้เป็นเท่าใด

2. นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเท่าใด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

6. การแจกแจงของจำนวนผู้โดยสารรถยนต์ส่วนบุคคล จำนวน 50 คน ที่แล่นบนถนนสานหนึ่ง เป็นดังนี้

จำนวนผู้โดยสาร	ความถี่ (คัน)
2	21
3	11
4	10
5	6
6	2

รถยนต์ที่มีจำนวนผู้โดยสารน้อยกว่า 4 คน คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนรถยนต์ทั้งหมด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. กำหนดให้ A เป็นมัธยฐานของข้อมูล 32, 7, 2, 15, 18, 21 และ 13

B เป็นมัธยฐานของข้อมูล 28, 19, 15, 1, 3, 27, 7, 3, 27 และ 10

C เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่นำมารวมกันของ A และ B

จงหาค่าประมาณของ A + B + C (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งหนึ่ง มีนักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้ามีนักเรียนอีก 10 คน สอบได้คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านโจทย์และตอบปัญหาต่อไปนี้

1. ทำไมเราจะต้องมีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพ (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ การใช้แผนภาพช่วยให้เข้าใจข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะสมองมนุษย์ประมวลผลภาพได้ดีกว่าตัวเลขหรือข้อความเพียงอย่างเดียว แผนภาพสามารถแสดงแนวโน้ม ความสัมพันธ์ หรือรูปแบบของข้อมูลที่ซับซ้อนให้เห็นชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการสื่อสารข้อมูลให้ผู้อื่นรับรู้ได้ในเวลาอันสั้น เช่น แผนภูมิแท่งใช้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่ม แผนภูมิเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เป็นต้น

2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพจุดและแผนภาพต้นใบมีลักษณะความแตกต่างกันอย่างไร (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ

ลักษณะ	แผนภาพจุด	แผนภาพต้นใบ
การนำเสนอข้อมูล	ใช้จุดแทนค่าข้อมูล	แบ่งข้อมูลเป็นลำต้นและใบ
เหมาะสำหรับข้อมูล	จำนวนน้อย	จำนวนปานกลางถึงมาก
ข้อมูลที่แสดง	ค่าข้อมูลแต่ละค่า	ค่าข้อมูลแต่ละค่าและการแจกแจงความถี่
ความละเอียด	แสดงรายละเอียดของข้อมูลแต่ละค่าได้ดี	แสดงภาพรวมของการแจกแจงข้อมูล
ความซับซ้อน	ง่าย	ซับซ้อนกว่า

3. นักเรียนคิดว่า ฮิสโทแกรม และแผนภาพวงกลมเหมาะกับข้อมูลประเภทไหน (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ ฮิสโทแกรม (Histogram) เหมาะสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณที่ต่อเนื่อง (เช่น คะแนนสอบ, อายุ, น้ำหนัก) ใช้แสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูล โดยแบ่งเป็นช่วง และแสดงความถี่ด้วยความสูงของแท่ง ตัวอย่าง เช่น การกระจายคะแนนสอบของนักเรียน 50 คน

แผนภาพวงกลม (Pie Chart) เหมาะสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพหรือหมวดหมู่ (เช่น สัดส่วนการใช้จ่าย, เปอร์เซ็นต์ประเภทสินค้าในร้าน) ใช้แสดงสัดส่วนของแต่ละส่วนย่อยเทียบกับทั้งหมด ตัวอย่าง เช่น สัดส่วนการใช้งานพื้นที่เก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ (รูปภาพ 30%, วิดีโอ 50%, เอกสาร 20%)

4. ทำไมเราถึงต้องหาค่ากลางของข้อมูล และในข้อมูลหนึ่งชุด จะมีฐานนิยมซ้ำกันได้กี่ตัว (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

ตอบ 1) ข้อมูลจำนวนมากอาจซับซ้อน การหาค่ากลาง (เช่น ค่าเฉลี่ย, มัธยฐาน, ฐานนิยม) ช่วยสรุปแนวโน้มหลักของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เช่น เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนห้องต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม เช่น ค่าเฉลี่ยรายได้ประชากรช่วยประเมินมาตรฐานการครองชีพ เพื่อการตัดสินใจ เช่น การเลือกสินค้าที่ขายดีที่สุดจากฐานนิยม

2) ฐานนิยมสามารถมีได้ตั้งแต่ 0 ถึงหลายตัว ขึ้นอยู่กับการกระจายของข้อมูล.

5. คะแนนสอบกลางภาคเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.2 ห้องหนึ่งเป็นดังนี้

21 25 15 28 25 35 16 35 38 30 35 29
34 16 17 39 22 35 28 31 31 30 39 19
31

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนสร้างแผนภาพ และตอบคำถามต่อไปนี้

1. คะแนนสูงสุดและต่ำสุดของการสอบในครั้งนี้เป็นเท่าใด
2. นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเท่าใด

วิธีทำ 1. คะแนนสูงสุดและต่ำสุด คะแนนสูงสุด 39 คะแนนต่ำสุด 15

2. นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเท่าใด ฐานนิยม (Mode) คือ 35 (ปรากฏ 4 ครั้ง)

ดังนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน 35

6. การแจกแจงของจำนวนผู้โดยสารรถยนต์ส่วนบุคคล จำนวน 50 คน ที่แล่นบนถนนสานหนึ่ง เป็นดังนี้

จำนวนผู้โดยสาร	ความถี่ (คัน)
2	21
3	11
4	10
5	6
6	2

รถยนต์ที่มีจำนวนผู้โดยสารน้อยกว่า 4 คน คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนรถยนต์ทั้งหมด (ความรู้เชิงมโนทัศน์)

วิธีทำ จากข้อมูลในตาราง รถยนต์ที่มีจำนวนผู้โดยสารน้อยกว่า 4 คน

มีความถี่ (คัน) = 21 + 11 = 32

คิดเป็นร้อยละ $\frac{32}{50} \times 100 = 64$

ดังนั้น รถยนต์ที่มีจำนวนผู้โดยสารน้อยกว่า 4 คน คิดเป็นร้อยละ 64 ของจำนวนรถยนต์ทั้งหมด

7. กำหนดให้ A เป็นมัธยฐานของข้อมูล 32, 7, 2, 15, 18, 21 และ 13

B เป็นมัธยฐานของข้อมูล 28, 19, 15, 1, 3, 27, 7, 3, 27 และ 10

C เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล A และ B

จงหาค่าประมาณของ A + B + C (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ 1. หาค่า A โดยการนำข้อมูลมาเรียงกัน จะได้ 2, 7, 13, 15, 18, 21, 32

เนื่องจากมัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูล

ดังนั้น มัธยฐาน คือ 15 จะได้ว่า A = 15

2. หาค่า B โดยการนำข้อมูลมาเรียงกัน จะได้ 1, 3, 3, 7, 10, 15, 19, 27, 27, 28

เนื่องจากมัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูล

ดังนั้น มัธยฐาน คือ (10+15)/2 จะได้ว่า B = 12.5

3. หาค่า C จากข้อมูล A = 15 และ B = 12.5 เนื่องจากค่าเฉลี่ย คือ (15+12.5)/2 = 13.75

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.75 จะได้ว่า C = 13.75

แสดงว่า A + B + C จะได้ 15+12.5+13.75 = 41.25

ตอบ 41.25

8. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งหนึ่ง มีนักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้ามีนักเรียนอีก 10 คน สอบได้คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ความรู้เชิงขั้นตอน)

วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 หาผลรวมของคะแนนทั้งหมดของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มแรก นักเรียน 30 คน คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของกลุ่มแรก = 30 คน × 75 คะแนน/คน = 2250 คะแนน

กลุ่มที่สอง นักเรียน 10 คน คะแนนเฉลี่ย 80 คะแนน

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของกลุ่มที่สอง = 10 คน × 80 คะแนน/คน = 800 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 หาผลรวมคะแนนทั้งหมด

ผลรวมคะแนนทั้งหมด = ผลรวมคะแนนกลุ่มแรก + ผลรวมคะแนนกลุ่มที่สอง

ผลรวมคะแนนทั้งหมด = 2250 คะแนน + 800 คะแนน = 3050 คะแนน

ขั้นตอนที่ 3: หาจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จำนวนนักเรียนทั้งหมด = จำนวนนักเรียนกลุ่มแรก + จำนวนนักเรียนกลุ่มที่สอง

จำนวนนักเรียนทั้งหมด = 30 คน + 10 คน = 40 คน

ขั้นตอนที่ 4: หาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

คะแนนเฉลี่ย = ผลรวมคะแนนทั้งหมด / จำนวนนักเรียนทั้งหมด

คะแนนเฉลี่ย = 3050 คะแนน / 40 คน = 76.25 คะแนน

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดคือ 76.25 คะแนน

แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

1. น้ำหนักของเข่งมะม่วง (กิโลกรัม) ที่วางขายในสวนมะม่วง ซึ่งสุ่มหยิบมาชั่งน้ำหนัก เป็นดังนี้

23	32	43	55	62	70	82	91	40	28	33	43
66	70	82	91	40	29	37	43	59	66	72	87
40	39	46	68	74	88	48	69	76	69	77	78
58	94										

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าจะใช้แผนภาพใดเหมาสมที่สุดในการนำเสนอข้อมูล
2. ให้นักเรียนสร้างแผนภาพจากข้อมูลข้างต้น
3. เข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มหยิบมาชั่งน้ำหนักมีทั้งหมดกี่เข่ง
4. เข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มมชั่งน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วงใด
5. ในจำนวนเข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีกี่เปอร์เซ็นที่มีน้ำหนักมากกว่า 80 กิโลกรัม
6. มะม่วงทั้งหมดที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีน้ำหนักรวมกันทั้งหมดกี่กิโลกรัม

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 4 จำนวน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากับ 31, 33 และ 35 ตามลำดับ จงหาว่าพิสัยมีค่าเท่าไร

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.

3. แมวทำฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม ทุกเช้าเขาวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อ จำนวน 25 บ่อข้อมูลที่ได้เป็นดังแผนภาพต้นใบต่อไปนี้

5	1
6	1 8 8 8 9 9 9
7	0 0 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 4 5
8	0
9	2

สัญลักษณ์ 7 | 3 หมายถึง ระดับค่า pH 7.3

ถ้าตารางค่า pH ของน้ำกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำสำหรับปลายสวยงามเป็นดังนี้

ค่า pH ของน้ำ	ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตราย มักทำให้ปลาตาย
4.1 – 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธ์ไม่เจริญ
6.1 – 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
9.1 – 11.0	การเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ
11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1) นักเรียนคิดว่า บ่อปลาที่แมวควรให้ความสนใจเร่งด่วนมีกี่บ่อ เพราะเหตุใด

2) บ่อปลาส่วนใหญ่มีค่า pH ของน้ำเท่าใด

3) นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาของฟาร์มของแมวได้อย่างไร

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลไม้ที่เป็นกรด ผลไม้ที่มีกรดสูง จะมีค่า pH หรือ ค่าการวัดความเป็นกรดด่าง น้อยกว่า 7 และถ้าหากค่ายิ่งน้อยก็ยิ่งมีความเป็นกรดสูง แต่ถ้าค่ายิ่งมาก (มากกว่า 7) ก็จะยิ่งมีความเป็นด่างสูง ซึ่งโดยปกติแล้วค่า pH ของเลือดที่เหมาะสมของคนเราจะอยู่ระหว่าง 7.35 - 7.45 ซึ่งถือเป็นด่างเล็กน้อย ในขณะที่กระเพาะอาหารมักจะมีสภาพเป็นกรดที่ pH 3.5 จึงจะถือว่าสามารถช่วยย่อยอาหารได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นถ้าหากเรากินอาหารที่มีกรดสูงมากๆ เข้าไป ก็อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารได้ ไม่ว่าจะเป็นแผลในกระเพาะอาหาร กรดไหลย้อน รวมถึงยังอาจทำลายสารเคลือบฟัน และทำให้ฟันสึกกร่อนได้ นอกจากนั้นระดับกรดในเลือดที่เพิ่มขึ้นยังอาจบ่งบอกถึงปัญหาสุขภาพบางอย่างได้ เช่น โรคเบาหวาน โรคปอด หรือปัญหาเกี่ยวกับไตน้องทีม ได้นำผลไม้ 10 ชนิด มาวัดค่ากรด ได้ตารางดังนี้

ชื่อผลไม้	ค่า pH
มะนาว	2.80
องุ่น	3.82
ทับทิม	3.20
เกรปฟรุต	3.75
บลูเบอร์รี	3.33
สับปะรด	4.00
แอปเปิ้ล	4.00
ลูกพีช	4.05
แอปริคอต	4.8
ส้ม	4.34

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าผลไม้อะไรที่กินเยอะแล้วเป็นอันตรายต่อร่างกายเพราะเหตุใด
2. ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ย ของค่า pH ของจำนวนผลไม้ทั้งหมด
3. ค่า pH ส่วนใหญ่อยู่ที่เท่าใดและ พิสัยของค่า pH มีค่าเท่าใด
4. นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับผลไม้ 10 ชนิดได้อย่างไร

วิธีทำ

.....

.....

5. สมชายบันทึกการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบอันหนึ่ง ณ ตำแหน่งต่างๆ 10 ตำแหน่ง ซึ่งหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ 8.50 เซนติเมตรถ้าสมชายวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ตำแหน่งแรก เท่ากับ 8.50, 8.51, 8.49, 8.50, 851, 8.49, 8.50 และ 8.49 เซนติเมตร จงหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตำแหน่งที่ 10

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. พนักงาน 7 คนของบริษัทแห่งหนึ่งมีรายได้ต่อเดือน ดังนี้

30,000 40,000 36,000 32,000 30,000 28,000 18,000

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของรายได้ต่อเดือน

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 การเชื่อมโยงความรู้ด้านคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

1. น้ำหนักของเข่งมะม่วง (กิโลกรัม) ที่วางขายในสวนมะม่วง ซึ่งสุ่มหยิบมาชั่งน้ำหนัก เป็นดังนี้

23	32	43	55	62	70	82	91	40	28	33	43
66	70	82	91	40	29	37	43	59	66	72	87
40	39	46	68	74	88	48	69	76	69	77	78
58	94										

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าจะใช้แผนภาพใดเหมาสมที่สุดในการนำเสนอข้อมูล
2. ให้นักเรียนสร้างแผนภาพจากข้อมูลข้างต้น
3. เข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มหยิบมาชั่งน้ำหนักมีทั้งหมดกี่เข่ง
4. เข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มมชั่งน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วงใด
5. ในจำนวนเข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีกี่เปอร์เซ็นที่มีน้ำหนักมากกว่า 380 กรัม
6. เข่งมะม่วงทั้งหมดที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีน้ำหนักรวมกันทั้งหมดกี่กิโลกรัม

วิธีทำ

1. นักเรียนคิดว่าจะใช้แผนภาพใดเหมาสมที่สุดในการนำเสนอข้อมูล

   ตอบ แผนภาพต้นใบ

ให้นักเรียนสร้างแผนภาพจากข้อมูลข้างต้น

ต้น	ใบ
2	2 8 9
3	2 3 7 9
4	0 0 0 3 3 3 6 8
5	5 8 9
6	2 6 6 8 9 9
7	0 0 2 4 6 7 8
8	2 2 7 8
9	1 1 9

2. มะม่วงที่ถูกสุ่มหยิบมาชั่งน้ำหนักมีทั้งหมดกี่เข่ง

   ตอบ 38 เข่ง

3. มะม่วงที่ถูกสุ่มชั่งน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วงใด

   ตอบ 40 – 48 กิโลกรัม

4. ในจำนวนเข่งมะม่วงที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีกี่เปอร์เซ็นที่มีน้ำหนักมากกว่า 80 กิโลกรัม

   ตอบ (จำนวนเข่งมะม่วงที่มีน้ำหนัก 80 กรัม/จำนวนเข่งมะม่วงที่สุ่มมาทั้งหมด)✕100

   จะได้ว่า $\left(\frac{7}{38}\right) \times 100 = 18.42$ %

5. เข่งมะม่วงทั้งหมดที่ถูกสุ่มมาชั่งน้ำหนักมีน้ำหนักรวมกันทั้งหมดกี่กิโลกรัม

   ตอบ 2,272 กิโลกรัม

2. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 4 จำนวน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากับ 31, 33 และ 35 ตามลำดับ จงหาว่าพิสัยมีค่าเท่าไร

วิธีทำ กำหนดให้ a, b, c, และ d แทนจำนวนในชุดข้อมูลเรียงตามลำดับจากน้อยไปมาก

1. มัธยฐาน เท่ากับ 33 แสดงว่า (b + c)/2 = 33
2. ฐานนิยม เท่ากับ 35 แสดงว่า c และ d = 35
3. จากข้อมูล 2) จะได้ว่า (b + 35)/2 = 33 ดังนั้น b = 31
4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 31 แสดงว่า (a + 31 + 35 + 35)/4 = 31 ดังนั้น a = 23

นั่นคือ พิสัยเท่ากับ 35 – 23 = 12

ตอนที่ 2 การเชื่อมโยงความรู้ด้านคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

3. แมวทำฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม ทุกเช้าเขาวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อ จำนวน 25 บ่อข้อมูลที่ได้เป็นดังแผนภาพต้นใบต่อไปนี้

5	1
6	1 8 8 8 9 9 9
7	0 0 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 4 5
8	0
9	2

สัญลักษณ์ 7 | 3 หมายถึง ระดับค่า pH 7.3

ถ้าตารางค่า pH ของน้ำกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำสำหรับปลายสวยงามเป็นดังนี้

ค่า pH ของน้ำ	ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตราย มักทำให้ปลาตาย
4.1 – 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธ์ไม่เจริญ
6.1 – 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
9.1 – 11.0	การเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ
11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า บ่อปลาที่แมวควรให้ความสนใจเร่งด่วนมีกี่บ่อ เพราะเหตุใด
2. บ่อปลาส่วนใหญ่มีค่า pH ของน้ำเท่าใด
3. นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาของฟาร์มของแมวได้อย่างไร

วิธีทำ

1. นักเรียนคิดว่า บ่อปลาที่แมวควรให้ความสนใจเร่งด่วนมีกี่บ่อ เพราะเหตุใด

ตอบ มี 2 บ่อที่ต้องแก้ไข คือ บ่อที่ 1 มี pH 5.1 เพราะ ปลาบางชนิดจะตาย และปลาบางชนิดไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำระบบสืบพันธ์ไม่เจริญ บ่อที่ 9 มี pH 9.2 เพราะ ปลาเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ

2. บ่อปลาส่วนใหญ่มีค่า pH ของน้ำเท่าใด

ตอบ pH อยู่ที่ 7.2

3. นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาของฟาร์มของแมวได้อย่างไร

ตอบ สภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาส่วนใหญ่ปกติดี มีบ่อที่ต้องแก้ไข 2 บ่อ คือ บ่อที่ 1 และ 9

4. ผลไม้ที่เป็นกรด ผลไม้ที่มีกรดสูง จะมีค่า pH หรือ ค่าการวัดความเป็นกรดด่าง น้อยกว่า 7 และถ้าหากค่ายิ่งน้อยก็ยิ่งมีความเป็นกรดสูง แต่ถ้าค่ายิ่งมาก (มากกว่า 7) ก็จะยิ่งมีความเป็นด่างสูง ซึ่งโดยปกติแล้วค่า pH ของเลือดที่เหมาะสมของคนเราจะอยู่ระหว่าง 7.35 - 7.45 ซึ่งถือเป็นด่างเล็กน้อย ในขณะที่กระเพาะอาหารมักจะมีสภาพเป็นกรดที่ pH 3.5 จึงจะถือว่าสามารถช่วยย่อยอาหารได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นถ้าหากเรากินอาหารที่มีกรดสูงมากๆ เข้าไป ก็อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารได้ ไม่ว่าจะเป็นแผลในกระเพาะอาหาร กรดไหลย้อน รวมถึงยังอาจทำลายสารเคลือบฟัน และทำให้ฟันสึกกร่อนได้ นอกจากนั้นระดับกรดในเลือดที่เพิ่มขึ้นยังอาจบ่งบอกถึงปัญหาสุขภาพบางอย่างได้ เช่น โรคเบาหวาน โรคปอด หรือปัญหาเกี่ยวกับไต

น้องทีม ได้นำผลไม้ 10 ชนิด มาวัดค่ากรด ได้ ตารางดังนี้

ชื่อผลไม้	ค่า pH
มะนาว	2.80
องุ่น	3.82
ทับทิม	3.20
เกรปฟรุต	3.75
บลูเบอร์รี	3.33
สับปะรด	4.00
แอปเปิ้ล	4.00
ลูกพีช	4.05
แอปริคอต	4.8
ส้ม	4.34

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าผลไม้อะไรที่กินเยอะแล้วเป็นอันตรายต่อร่างกายเพราะเหตุใด
2. ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ย ของค่า pH ของจำนวนผลไม้ทั้งหมด
3. ค่า pH ส่วนใหญ่อยู่ที่เท่าใดและ พิสัยของค่า pH มีค่าเท่าใด
4. นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับผลไม้ 10 ชนิดได้อย่างไร

วิธีทำ

1. นักเรียนคิดว่าผลไม้อะไรที่กินเยอะแล้วเป็นอันตรายต่อร่างกายเพราะเหตุใด

ตอบ มะนาว ทับทิม และบลูเบอร์รี มีค่า pH 2.8, 3.2, 3.33 ตามลำดับ เนื่องจาก กระเพาะอาหารมักจะมีสภาพเป็นกรดที่ pH 3.5 จึงจะถือว่าสามารถช่วยย่อยอาหารได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น ถ้าหากเรากินอาหารที่มีกรดสูงมากๆ เข้าไป ก็อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารได้ ไม่ว่าจะเป็นแผลในกระเพาะอาหาร กรดไหลย้อน รวมถึงยังอาจทำลายสารเคลือบฟัน และทำให้ฟันสึกกร่อนได้ นอกจากนั้นระดับกรดในเลือดที่เพิ่มขึ้นยังอาจบ่งบอกถึงปัญหาสุขภาพบางอย่างได้ เช่น โรคเบาหวาน โรคปอด หรือปัญหาเกี่ยวกับไต

2. ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ย ของค่า pH ของจำนวนผลไม้ทั้งหมด

ตอบ วิธีทำ $\frac{2.8+3.82+3.2+3.75+3.33+4+4+4.05+4.8+4.34}{10} = 3.809$

ค่าเฉลี่ย ของค่า pH อยู่ที่ 3.809

3. ค่า pH ส่วนใหญ่อยู่ที่เท่าใดและ พิสัยของค่า pH มีค่าเท่าใด

ตอบ ค่า pH ส่วนใหญ่อยู่ที่ 4

พิสัยของค่า pH มีค่า 4.34 – 2.8 = 1.54

4. นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับผลไม้ 10 ชนิดได้อย่างไร

ตอบ มะนาว ทับทิม และบลูเบอร์รี มีค่า pH 2.8, 3.2, 3.33 ตามลำดับ ทำให้กินมากแล้วจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย1

ตอนที่ 3 การเชื่อมโยงความรู้ด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อต่อไปนี้ และแสดงวิธีทำอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด

5. สมชายบันทึกการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบอันหนึ่ง ณ ตำแหน่งต่างๆ 10 ตำแหน่ง ซึ่งหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ 8.50 เซนติเมตรถ้าสมชายวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ตำแหน่งแรก เท่ากับ 8.50, 8.51, 8.49, 8.50, 851, 8.49, 8.50 และ 8.49 เซนติเมตร จงหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตำแหน่งที่ 10

วิธีทำ กำหนดให้ x แทนค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตำแหน่งที่ 10

ผลรวมของข้อมูล = 8.50 + 8.51 + 8.49 + 8.49 + 8.50 + 8.51 + 8.49 + 8.50 + 8.49

= 76.48

จาก ผลรวมของข้อมูล = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\times$ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

จะได้ 76.48 + x = 8.50 $\times$ 10

$76.48 + x = 85$

$x = 85 - 76.48$

$x = 8.52$ เซนติเมตร

ดังนั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตำแหน่งที่ 10 เท่ากับ 8.52 เซนติเมตร

6. พนักงาน 7 คนของบริษัทแห่งหนึ่งมีรายได้ต่อเดือน ดังนี้

30,000 40,000 36,000 32,000 30,000 28,000 18,000

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของรายได้ต่อเดือน

วิธีทำ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $= \frac{30,000+40,000+36,000+32,000+30,000+28,000+18,000}{7}$

$= \frac{214,000}{7}$

$\approx 30,571.43$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของรายได้ต่อเดือนประมาณ 30,571.43 บาท

แบบวัดเพื่อการวิจัย

แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง และทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับนักเรียน

เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นที่แท้จริงของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพียงข้อละหนึ่งระดับ และโปรดตอบให้ครบทุกข้อ

ข้อ	นักเรียนคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์...	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	เป็นวิชาที่ซับซ้อน มีความยุ่งยาก เข้าใจยาก					
2	เป็นวิชาที่น่าเบื่อ					
3	เป็นวิชาที่สนุกน่าสนใจ					
4	เป็นวิชาที่ส่งเสริมการให้เหตุผลและทำให้คนมีความรอบคอบ					
5	เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาอื่นๆ และในการเรียนต่อระดับสูง					
6	เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
7	มีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในปัจจุบัน					
8	เป็นวิชาที่ท้าทายความคิด ยิ่งเรียนยิ่งน่าสนใจ					
9	เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา					

ข้อ	นักเรียนคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์...	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10	เป็นวิชาที่ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ					
11	เป็นวิชาที่ทำให้ผลการเรียนแย่ลง					
12	เป็นวิชาที่เรียนแล้วรู้สึกง่วงเป็นประจำ					
13	เป็นวิชาที่ทำให้ปวดหัวทุกครั้งที่เรียนคณิตศาสตร์					
14	เป็นวิชาที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
15	เป็นวิชาที่มีความสุขทุกครั้งเวลาได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์					
16	เป็นวิชาที่เข้าใจง่าย					
17	เป็นวิชาที่ชอบเรียนมากกว่าวิชาอื่น ๆ					
18	เป็นวิชาที่ไม่ค่อยได้รับประโยชน์จากการเรียน					
19	เป็นวิชาที่ฉันเข้าใจเนื้อหาแต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้					
20	เป็นวิชาที่ฉันไม่สามารถบอกได้ว่าเรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี

นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์

นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

1.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นค่าที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ข้อ คำถาม มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 4 ข้อ ข้อที่ 1-4

1.2 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะดูความเหมาะสมรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.2 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.54	0.86
2	0.51	0.89
3	0.59	0.90
4	0.59	0.92
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.94		

จากตาราง พบว่าค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มีความยากง่ายของแบบทดสอบ มีความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.51-0.59 ซึ่งทั้ง 4 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 นั้นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้และมีค่าอำนาจจำแนกพอใช้ (0.60-1) จำนวน 4 ข้อ แสดงว่าคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

2. แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นค่าที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

คำถาม ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 ข้อ คำถาม มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 8 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 8 ข้อ ข้อที่ 1-2, 4-8 และข้อที่ 9

2.2 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะดูความเหมาะสมรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 8 ข้อ ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.4

ตารางที่ ข.4 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

คำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.51	0.93
2	0.48	0.93
3	0.48	0.93
4	0.49	0.88
5	0.50	0.90
6	0.47	0.95
7	0.46	0.92
8	0.50	0.88
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.98		

จากตาราง พบว่าค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีความยากง่ายของแบบทดสอบ มีความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.46-0.51 ซึ่งทั้ง 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 นั้นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้และมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 8 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.98

3. แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

3.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นค่าที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.5

ตารางที่ ข.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 ข้อ คำถาม มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 8 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 8 ข้อ ข้อที่ 1-4 และข้อที่ 6-10

3.2 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะดูความเหมาะสมรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 8 ข้อ ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.6

ตารางที่ ข.6 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์

คำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.61	0.89
2	0.54	0.84
3	0.56	0.86
4	0.53	0.87
5	0.56	0.89

(ต่อ)

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

คำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
6	0.57	0.87
7	0.56	0.84
8	0.58	0.90
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.97		

จากตาราง พบว่าค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความยากง่ายของแบบทดสอบ มีความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.54-0.61 ซึ่งทั้ง 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 นั้นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้และมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 8 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

4. แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

4.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นค่าที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.7

ตารางที่ ข.7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำถาม ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 8 ข้อ คำถาม มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 8 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 4 ข้อ ข้อที่ 1-2, 4-5 และข้อที่ 7-8

4.2 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะดูความเหมาะสมรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.8

ตารางที่ ข.8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.58	0.81
2	0.57	0.81
3	0.54	0.82
4	0.56	0.81
5	0.58	0.86
6	0.54	0.78
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.94		

จากตาราง พบว่าค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความยากง่ายของแบบทดสอบ มีความยากง่ายของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.54-0.58 ซึ่งทั้ง 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 นั้นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้และมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 6 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .94

5. แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

แบบวัดเจคติทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นมาตารส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

5.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นค่าที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.9

ตารางที่ ข.9 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	+1	3	1
19	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 20 ข้อ คำถาม มีค่า IOC ระหว่าง เท่ากับ 1 จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งหมด 20 ข้อ

5.2 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะดูความเหมาะสมรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งแสดงผลวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.10

ตารางที่ ข.10 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.84
2	0.78
3	0.81
4	0.80
5	0.84
6	0.81
7	0.84
8	0.77
9	0.76
10	0.80
11	0.74
12	0.82
13	0.76
14	0.77
15	0.80
16	0.82
17	0.77
18	0.82
19	0.81
20	0.84
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.97	

จากตาราง พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีอำนาจจำแนกดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 20 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

1. ข้อตกลงเบื้องต้นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

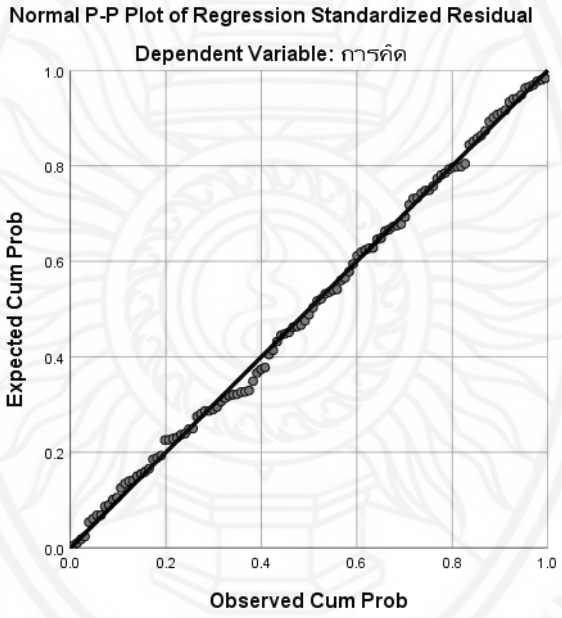
1.1 ตัวแปร 2 ตัวเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

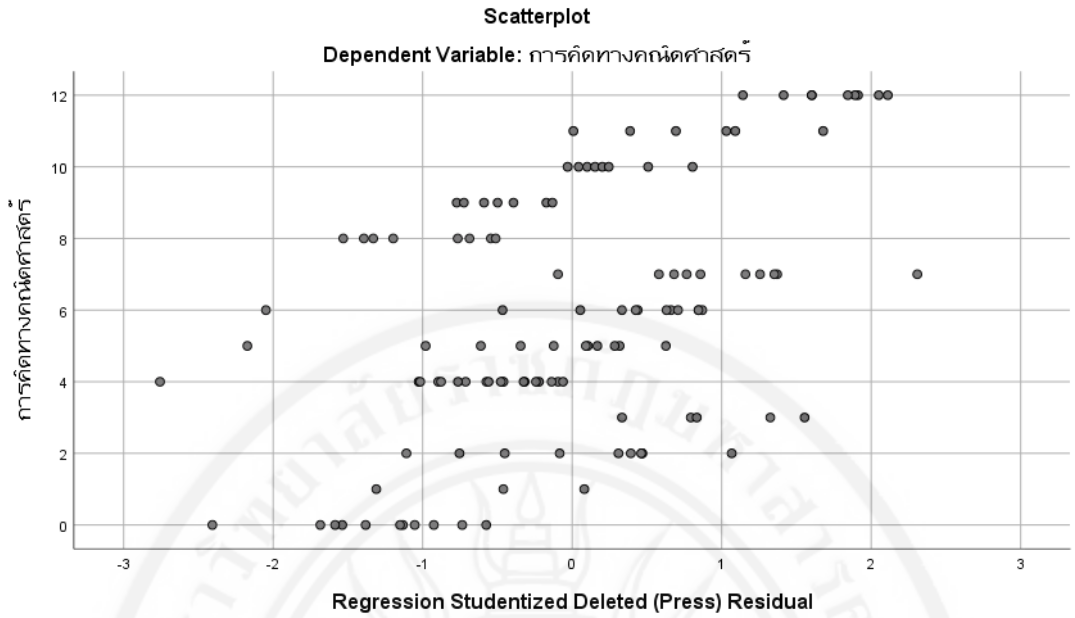
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1. ตัวแปร 2 ตัวเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ซึ่ง ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Scale และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship) เป็นข้อตกลงในสถิติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น การวิเคราะห์การถดถอยและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์นั้น จะต้องมีความสัมพันธ์กับเส้นตรง (Linearity)





จากกราฟ พิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลเรียงกันอยู่ในแนวเส้นตรง แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์อยู่นรูปแบบเชิงเส้น (Linearity)

2. ข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน

2.1 ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Interval (อนุญาตให้ตัวแปรอิสระบางตัวมีมาตรวัดเป็น Normality หรือ Ordinal ได้บ้าง โดยจะต้องทำการเปลี่ยนตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดเป็น Normality หรือ Ordinal เหล่านั้น เป็นตัวแปรหุ่น แล้วจึงทำให้การวิเคราะห์การถดถอย โดยใช้ตัวแปรหุ่นที่เกิดขึ้นแทนตัวแปรเดิมที่มี ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึง)

2.2 ข้อมูลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม จะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2.3 ตัวแปรอิสระจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (การเกิดความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระเรียกว่า การเกิด Multicollinearity จะมีเฉพาะในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ)

2.4 ข้อมูลจะต้องไม่มีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง (การที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์ภายในตัวเองจะเรียกว่า การเกิด Autocorrelation)

2.5 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยากรณ์ จะต้อง

2.5.1 มีการแจกแจงแบบปกติ

2.5.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

2.5.3 มีความแปรปรวนคงที่

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression)

1. ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Interval ขึ้นไป

จากการศึกษาการสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ซึ่งตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น scale และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

2. ข้อมูลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม จะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
การคิด	.079	119	.089	.955	119	.001
ความเข้าใจ	.088	119	.055	.964	119	.003
ความรู้	.081	119	.081	.946	119	.000
การเชื่อมโยง	.087	119	.055	.956	119	.001
เจตคติ	.083	119	.062	.946	119	.000

a. Lilliefors Significance Correction

เนื่องจากค่า Sig. = 0.89 ของ Kolmogorov-Smirnova ซึ่งมากกว่า α = .05 ทุกตัว ดังนั้นข้อมูลของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

3. ตัวแปรอิสระจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (การเกิดความสัมพันธ์กันเองของตัวแปร อิสระเรียกว่า การเกิด Multicollinearity จะมีเฉพาะในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ) การตรวจสอบ Multicollinearity จะใช้ค่า Variance inflation factor (VIF) หรือค่า Tolerance หรือค่า Eiger Value ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ โดยมีเกณฑ์การตรวจสอบดังนี้

Variance inflation factor (VIF)

ค่า VIF ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 4 หรือ 5 หากเกินกว่านี้แสดงว่าตัวแปร อิสระมีความสัมพันธ์กันเอง

Tolerance

หากค่า Tolerance < 0.2 แสดงว่าเกิด Multicollinearity

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-2.840	1.136		-2.501	.014					
	ความเข้าใจ	.111	.049	.205	2.269	.025	.776	.208	.107	.275	3.633
	ความรู้	.188	.046	.384	4.103	.000	.823	.359	.194	.256	3.909
	การเชื่อมโยง	.154	.066	.220	2.317	.022	.793	.212	.110	.249	4.018
	เจตคติ	.051	.021	.151	2.447	.016	.634	.223	.116	.586	1.705

a. Dependent Variable: การคิด

จากผลการวิเคราะห์จะพบว่า ค่า VIF สูงสุดที่ได้มีค่า 4.018 ซึ่งไม่เกิน 4 หรือค่า Tolerance ที่มีค่าน้อยที่สุด 2.49 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 2 แสดงว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน (ไม่เกิด Multicollinearity)

4. ข้อมูลจะต้องไม่มีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง (การที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์ภายในตัวเองจะเรียกว่า การเกิด Autocorrelation)

สมมติฐาน H_0 : no Autocorrelation

H_1 : Autocorrelation

ระดับนัยสำคัญ α =0.01

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.863[a]	.745	.736	1.81204	.745	83.114	4	114	.000	1.906

a. Predictors: (Constant), เจตคติ, ความเข้าใจ, ความรู้, การเชื่อมโยง

b. Dependent Variable: การคิด

เนื่องจากค่าสถิติของ Durbin-Watson = 1.906 ซึ่งมีค่าใกล้ 2 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ no Autocorrelation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ จะต้อง

5.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

การตรวจสอบ : ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

Residuals Statistics[a]

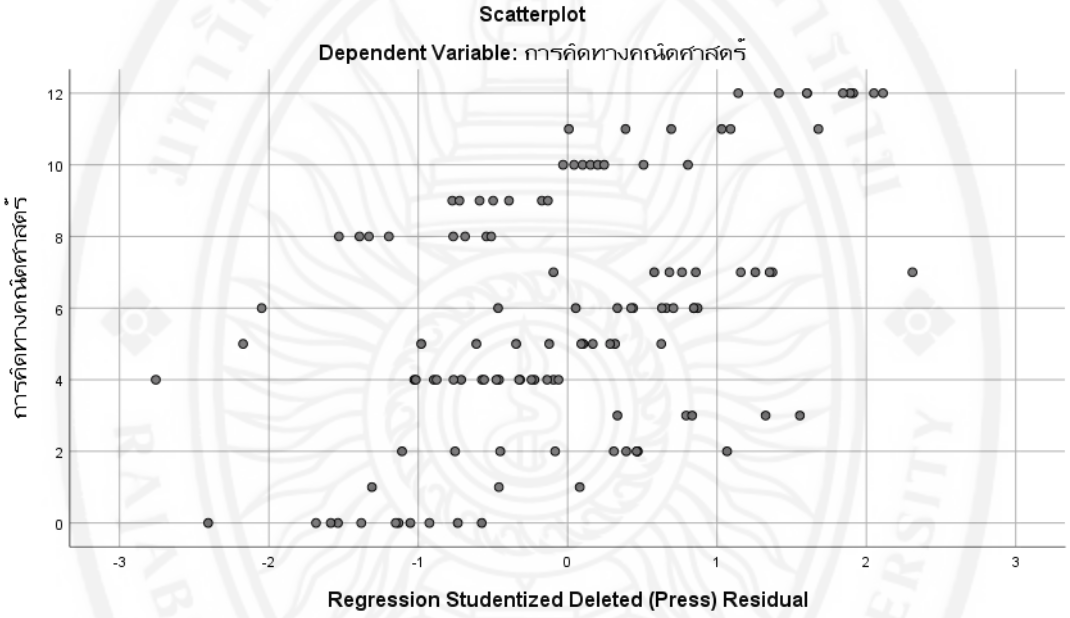
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.11	10.99	5.82	3.042	119
Residual	-4.725	3.854	.000	1.781	119
Std. Predicted Value	-1.874	1.700	.000	1.000	119
Std. Residual	-2.608	2.127	.000	.983	119

a. Dependent Variable: การคิด

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Residual) = .000 ซึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์

5.2 มีความแปรปรวนคงที่

การตรวจสอบ : ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีความแปรปรวนคงที่



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจะคงที่เมื่อ y เปลี่ยนไป - ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนมีความคลาดเคลื่อนคงที่

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ วุฒิการศึกษาสูงสุด ปริญญาเอก ปร.ด (คณิตศาสตร์)
2) นางพรลภัส ศิลป์ศิริวานิชย์	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ วุฒิการศึกษาสูงสุด ศษ.ม.การบริหารการศึกษา
3) นายเอกชัย ฤทธิโคตร	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ วุฒิการศึกษาสูงสุด กศ.ม.การบริหารการศึกษา

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

รร.เทศบาลบูรพาพิทยาคาร
เลขที่รับ ๑๓๕๖
วันที่ ๖ / ๑๑ / ๖๗
เวลา ๑๑.๓๐ น.

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/๒๓๐๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร

ด้วย นายสรอัชฌ์ เทียมวงค์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๓๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง สถิติ" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ในวันที่ ๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๗ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้กับบรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ดูสินแก้ว)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรียน ผู้อำนวยการ
☐ เพื่อโปรดทราบ
☑ เพื่อโปรดพิจารณา
- มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

- หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป (ครูจิ๋วเล็ก)
ดำเนินการให้ด้วยนะคะ

(นายสาธิต ปิดตาเทศ)
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
๗ พ.ย. ๖๗

- ดำเนินการ

(นางอุทัยวรรณ พาเทพ)
รองผู้อำนวยการสถานศึกษา รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๓ ๐๙๐ ๘๘๗๑



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/๕๖๗ วันที่ ๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๗
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส

ด้วย นายสรยัทม์ เทียมวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๓๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ดุลิบแก้ว)
คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว๖๒๑๕.๐๒/ว๔๕๖๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูเอกชัย ฤาชัโคตร

ด้วย นายสรยัทม์ เสียมวงค์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๓๖๐๑๑๑ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง สมิติ" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ดูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๓ ๐๘๐ ๘๘๙๓



ที่ อว๐๖๓๙.๐๒/ว๒๙๖๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูพรลภัส ศิลปศิริวานิชย์

ด้วย นายสรอัชฌ์ เทียะวงค์ นักศึกษาระดับบริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๓๑๑ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง สถิติ" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูลินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๓ ๐๙๐ ๘๓๗๓

การเผยแพร่งานวิจัย

สรอัฑฒ์ เทียมวงค์ และนวพล นนทภา. (2568). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี,* 8(3), พฤษภาคม-มิถุนายน.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายสรอัฑฒ์ เทียมวงค์
วัน เดือน ปีเกิด	1 กุมภาพันธ์ 2544
E-mail	Soraat1234@gmail.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2565	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2568	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม