

MAx 131207

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รับ:
วันที่: .. 266254 ..
เลขทะเบียน: .. ๑.
เลขเรียกหนังสือ: 510.0712 ร 112ก

2565

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2565

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวรัชก อ่อนจันทร์ แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)



กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นवल นนทภา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย : นางสาวรัชก อ่อนจันทร์

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.นवल นนทภา

ปีการศึกษา : 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ (3) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (4) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (5) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (6) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) สถิติทดสอบ t-test (One-sample t-test) และ สถิติทดสอบโฮเทลลิงทิสแควร์ (Hotelling's T^2)

ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ($E_1 / E_2 = 81.30 / 83.26$) (2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดกิจกรรมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 75.82 (3) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 27.19, S.D. = 1.63$) และ ($\bar{X} = 26.78, S.D. = 1.80$) เมื่อพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ คิดเป็น ($\bar{X} = 8.63, S.D. = 0.66$), ($\bar{X} = 8.60, S.D. = 0.55$), ($\bar{X} = 5.73, S.D. = 0.46$) และ ($\bar{X} = 5.68, S.D. = 0.58$) ตามลำดับ (4) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีร้อยละ 77.23 ($\bar{X} = 23.18, S.D. = 6.01$) และ 83.26 ($\bar{X} = 24.97, S.D. = 4.84$) ตามลำดับ (5) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (6) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61, S.D. = 0.67$)

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Title : Development of learning activities to promote creativity
in mathematics for Mathayomsuksa 1 Students

Author : Miss Ratchanok Onjan

Degree : Master of Education (Mathematics Education)

Advisor : Dr.Navapon Nontapa

Year : 2022

ABSTRACT

The purposes of this research were: (1) develop learning activities to promote creativity in mathematics on ratios, proportions and percentages to be efficient according to the criteria of 70/70. (2) study the effectiveness index of the learning activities to promote creativity in mathematics on ratios, proportions and percentages. (3) study mathematics creativity and mathematics achievement of Mathayomsuksa 1 students who were taught by learning activities to promote creativity in mathematics. (4) compare mathematics creativity and mathematics achievement by using learning activities to promote creativity in mathematics with the criteria of 70%. (5) compare mathematics creativity and mathematics achievement before and after of learning activities to promote creativity in mathematics for Mathayomsuksa 1 students. (6) study the students satisfaction with to use learning activities to promote creativity in mathematics on ratios, proportions and percentages. The samples were Mathayomsuksa 1 Students of 44 people, acquired by Cluster Random Sampling. Research instruments were, A semi-structured interview form, Plans for learning activities on ratios, proportions and percentages by learning activities to promote creativity in mathematics, mathematical creativity quiz, mathematics achievement quiz, and The satisfaction survey of Matthayomsuksa 1 Students towards the use of learning activities to promote creativity in mathematics. The statistics employed for data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation, Task Analysis, Analytic Description, t-test (One simple t-test), and Hotelling's T^2 .

The research results were as follows: (1) The learning activities to promote creativity in mathematics was efficient higher than the criteria ($E_1 / E_2 = 81.30 / 83.26$).

(2) Effectiveness index of the learning management plan after the learning activities of the students had mathematics achievement were higher than before learning activities accounted for 75.82%. (3) Mathematical creativity and mathematics achievement after the learning activities had students were high level ($\bar{X} = 27.19, S.D. = 1.63$) and ($\bar{X} = 26.78, S.D. = 1.80$) when considered mathematical creativity scores in each aspect, the findings indicated that score in each aspect most of the students were high level on mathematical fluency, mathematical flexibility, mathematical originality and mathematical elaboration ($\bar{X} = 8.63, S.D. = 0.66$), ($\bar{X} = 8.60, S.D. = 0.55$), ($\bar{X} = 5.73, S.D. = 0.46$) and ($\bar{X} = 5.68, S.D. = 0.58$), respectively. (4) Mathematics creativity and mathematics achievement by using learning activities to promote creativity in mathematics were found that after studying 70 % higher than the criteria, with 77.23% ($\bar{X} = 23.18, S.D. = 6.01$) and 83.26% ($\bar{X} = 24.97, S.D. = 4.84$), respectively. (5) After learning activities of Mathematics achievement and Mathematics creativity were higher than before learning activities that was statistically significant at .05 level. (6) Most students satisfaction to learning activities to promote creativity in mathematics was at the highest level ($\bar{X} = 4.61, S.D. = 0.67$).

Keywords : Learning activities to promote creativity in mathematics,
Mathematics creativity, Mathematics achievement

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากบุคคลต่อไปนี้ ดร.นवल นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภัทรชาติกุล ผู้ทรงคุณวุฒิการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภัทรชาติกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้เกียรติในการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.บรรชา นันจรัส ดร.นิฐะญาร์ บรรเทา และคุณครูจรรยา วัลลานนท์ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และท่านผู้อำนวยการโรงเรียนกลมาไสย นายวรุตม์ เขจรสัจย์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์ และผู้อุปการะทุกท่าน

นางสาวรัชก อ่อนจันทร์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.3 สมมติฐานการวิจัย	7
1.4 ขอบเขตการวิจัย	7
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	13
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	13
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ..	19
2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	24
2.4 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้	39
2.5 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	43
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	46
2.7 การหาคุณภาพเครื่องมือ	51
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	61
2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย	70

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	71
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	71
3.2 แบบแผนการวิจัย	73
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	73
3.4 การสร้างเครื่องมือวิจัย	74
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	85
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	88
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	89
บทที่ 4 ผลการวิจัย	94
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	94
4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	121
5.1 สรุป	121
5.2 อภิปรายผล	123
5.3 ข้อเสนอแนะ	131
บรรณานุกรม	133
ภาคผนวก	141
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	142
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ	219
ภาคผนวก ค รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	238
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญ	240
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์	242
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	252
ประวัติผู้วิจัย	253

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 17
2.2	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด 36
2.3	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 37
2.4	เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 60
3.1	แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว เก็บข้อมูลก่อนและเก็บข้อมูลหลัง 73
3.2	เนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ละคร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 76
3.3	การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 78
3.4	การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 81
3.5	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ 86
3.6	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ 86
3.7	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ 87
3.8	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ 87
4.1	ผลการสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ 100
4.2	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ 103
4.3	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 104
4.4	ดัชนีประสิทธิภาพแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ 105
4.5	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 106

ตารางที่	หน้า
4.6 ผลการศึกษาของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	107
4.7 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	113
4.8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ..	115
4.9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ..	115
4.10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสถิติทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	117
4.11 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้	118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	70
3.2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)	72
4.1 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำกว่าอนเรียน	109
4.2 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ หลังเรียนพัฒนาเป็นระดับปานกลาง	110
4.3 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลางก่อนเรียน	111
4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง หลังเรียนพัฒนาเป็นระดับสูง	112



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อทุกคน และสังคมเป็นอย่างยิ่งจึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ เกิดความสามารถในการคิด เพื่อนำไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนักเรียนจะได้เป็นพลเมืองที่รู้จักคิด รู้แนวทางในการดำเนินชีวิต ให้มีความสุขและรู้ที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สิ่งที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ในสังคมต่อไปอย่างกว้างขวางและมีความสำคัญทั้งสำหรับตนเองและความสำคัญต่อสังคม ในส่วนที่มีความสำคัญต่อตนเอง คือ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่ไม่เครียด มีความสนุกสนาน มีความภาคภูมิใจ ในตนเองมีความเชื่อมั่นในตนเอง การดำรงชีวิตในสังคมเป็นไปด้วยดีและมีความสุข ในส่วนของความสำคัญต่อสังคม คือ ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถช่วยให้สังคมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ทำให้เกิดความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสาร คมนาคม ช่วยประหยัดเวลา แรงงาน และเศรษฐกิจ ช่วยในการแก้ไขปัญหาสังคมและก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าเกิดความปลอดภัยในชีวิตมีชีวิตที่ยืนยาวทำให้มนุษย์มีความสุข และสามารถสร้างสังคมให้เจริญขึ้นตามลำดับ (อารี รังสินนท์, 2546, น. 157-158) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, น. 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดที่หลากหลาย เปิดกรอบแนวคิดออกมาได้อย่างอิสระภายใต้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทำให้เกิดการประยุกต์ได้สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ (เวชฤทธิ อังกะภักทรขจร, 2554, น. 67) อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ยังสามารถพัฒนาสมอง ให้มีความเฉียบคม ส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้ออยากรู้ อยากเห็นอยากค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ ซึ่งกิฟฟอร์ดเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกลหลายทิศทาง หรือที่เรียกว่า คิดนอกกรอบ (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) (Guilford, 1956, p. 128) และทอแรนซ์เชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์

มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด หาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาที่กำหนด ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายทิศทาง ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่ (Torrance, 1964, pp. 125-144)

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนที่เน้นแบบบรรยาย และท่องจำของสังคมไทยส่งผลให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกฝนการใช้ทักษะในการค้นคว้าข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนขาดการแสดงออกทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์จนเป็นเหตุให้ผู้เรียนนิยมการเลียนแบบ และคล้อยตามความคิดเห็นของผู้อื่น (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546, น. 7) จากรายงานการจัดการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังจัดการเรียนรู้ในลักษณะเน้นเนื้อหาความจำ (Passive Learning) มากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Active Learning) ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การศึกษาไทยไม่ประสบความสำเร็จด้านคุณภาพผู้เรียน ด้วยสาเหตุนี้ ครูผู้สอนจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งควรเน้นความสำคัญในการจัดกิจกรรมที่ท้าทาย และกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันต้องจัดให้สอดคล้องกับสังคมในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (สถาพร พุทธิพิบูล, 2555, น. 4) ซึ่งการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นการเรียนรู้ที่เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนผ่านการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์มีผู้สอนเป็นโค้ชและมอบความรักความเอาใจใส่ให้ผู้เรียนใช้ศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ ตอบสนองความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในปัจจุบันที่ได้ส่งผลให้การทำงานในอาชีพต่าง ๆ มีลักษณะเป็นงานสร้างสรรค์ (Creative Work) มากขึ้น การสร้างสรรค์ (Creativity) คือจุดเน้นของการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกระดับการศึกษา ศักยภาพด้านการสร้างสรรค์จะเป็นปัจจัยกำหนดให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานใด ๆ ได้อย่างมีคุณภาพ และยังยืนจากการที่ผู้เรียนมีพลังความคิด (Power Thinking) มีความคิดที่ดีที่เป็นรากฐานของการเรียนรู้เป็นความคิดที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล, 2563, น. 39) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นั้น แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา สาระ แต่ก็มึนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังอ่อนทางด้านทักษะและความสามารถที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรือการอ้างเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอ แนวคิดคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2550, น. 83) ในบริบทของประเทศไทย ในปัจจุบันที่วัฒนธรรมส่วนใหญ่ครูเป็นผู้อธิบายเนื้อหาใหม่ และทำโจทย์ตัวอย่างให้นักเรียนดูก่อน

จากนั้นนักเรียนแก้ปัญหาตามตัวอย่างของครู โดยครูเป็นผู้มีอำนาจและเป็นผู้รู้มากที่สุดในชั้นเรียนของนักเรียน สำหรับผู้เรียนนั้นมีหน้าที่เพียงรอคอยรับ และปรับตัวให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เกิดความรู้จากวิธีการของครูผู้สอน และผู้เรียนไม่มีความตื่นตัวขาดการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนร่วมห้องไม่มีการแลกเปลี่ยนความรู้เกิดขึ้น จึงทำให้ไม่มีการเรียนรู้จากแง่มุมหรือแนวคิดที่หลากหลาย และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนในชั้นเรียนแบบเดิมนั้นมีจุดด้อยคือ เป็นปัญหาที่ไม่เปิดกว้าง และมีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว การที่นักเรียนถูกจำกัดวิธีการคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาให้มีวิธีการเพียงทางเดียวในการแก้ปัญหา และทำซ้ำในขั้นตอนที่คนอื่นสร้างเอาไว้ นั่นคือ นักเรียนไม่มีความคิดสร้างสรรค์ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557, น. 67) ซึ่งการออกแบบการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์นำกระบวนการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning activities) ให้สอดคล้องกับธรรมชาติ และความต้องการของผู้เรียนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ไปตามแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบความคิด และสร้างความหมายในสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (David, 1973, p. 27) โดยที่ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อยู่นั้น ผู้สอนทำหน้าที่เป็นโค้ชการเรียนรู้ (Learning Coach) ให้กับผู้เรียนที่ใช้คำถามกระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ให้คำชี้แนะ และดูแลช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากที่สุด (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล, 2563, น. 39)

การสอนอย่างสร้างสรรค์สามารถกำหนดได้สองวิธี ประการแรกการสอนอย่างสร้างสรรค์และประการที่สองการสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์ การสอนอย่างสร้างสรรค์อาจอธิบายได้ว่าเป็นครูที่ใช้จินตนาการเพื่อทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีส่วนร่วม น่าตื่นเต้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น การสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์อาจอธิบายได้ว่าเป็นการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และพฤติกรรมของนักเรียนเอง (Morris, 2006, p. 2) เทคนิคสร้างสรรค์ต่าง ๆ ในการดึงความสนใจนักเรียนไปที่กิจกรรมสร้างสรรค์ เช่น การวาดภาพ การคิดอย่างยืดหยุ่น การมองหลายทาง การมองปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี การถามคำถาม และการตั้งสมมติฐาน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ได้ (Starko, 2005, p. 2) นอกจากนี้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ยังมีเทคนิคต่าง ๆ เช่น การเล่าเรื่องราว การวาดภาพ และการระดมความคิด ซึ่งสามารถใช้ในระหว่างกระบวนการสร้างสรรค์ ที่สามารถเล่าเรื่องราวกระตุ้นความคิดที่แตกต่างได้มากมาย การวาดภาพเป็นวิธีที่ยอดเยี่ยมในการทำให้มองเห็นความคิดได้ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ยากมากสำหรับเด็กที่จะแสดงความคิดด้วยคำพูด การระดมสมองเป็นกลยุทธ์ที่มีประโยชน์ในการสร้างความคิดกับเด็กทุกวัย การระดมสมองช่วยให้เด็ก ๆ เปิดเผยและแบ่งปันความรู้ที่พวกเขานำมาสู่สถานการณ์การเรียนรู้ (Fisher, 1987, p. 3) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เป็นการช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ทำให้มีความตื่นตัวและสนใจที่จะร่วมกิจกรรมต่าง ๆ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กล่าวพูด กล่าวแสดงความคิดเห็น ได้มีการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการปฏิบัติด้วยตนเองทั้งนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสแสวงหาความรู้ เรียนรู้จากสภาพจริง มีการสร้างและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มี 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนักเป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้สอนใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการ กระตุ้น เร้า เรียกร้องความสนใจของผู้เรียนเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด เป็นการตั้งศักยภาพของผู้เรียนทุกคนเพื่อให้สามารถค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ คิดหาคำตอบแล้วผู้เรียนเกิดจินตนาการในการสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงาน ขั้นที่ 5 ชื่นวัดและประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ขั้นที่ 6 ชื่นเผยแพร่ผลงาน ผลงานของผู้เรียนทุกคนทุกกลุ่ม ได้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 51) นอกจากนี้การพัฒนาการจัดการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความเชื่อมโยง (Approach) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เกริ่นความพร้อมดึงความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ในเรื่องที่จะเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นการตั้งโจทย์ปัญหา การสร้าง สถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และตอบสนองต่อปัญหาเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล กระบวนการที่ครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและการตรวจสอบผลงาน ครูจะเป็นผู้ที่คอยชี้แนะเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดหายเพื่อให้นักเรียนได้องค์ความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์ ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ (Communication) ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในกิจกรรมนั้น ๆ ไปใช้พัฒนาความรู้ต่อไป (วิรงรอง อุดม, 2560, น. 128) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรใช้วิธีหรือเทคนิคการสอนที่หลากหลายวิธี โดยเน้นผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมให้มากหรือยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ การฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานกลุ่มได้ร่วมกิจกรรมในการเรียนจะเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดมีความรับผิดชอบ และรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น (อำพรพรณ ทิวไผ่งาม, 2543, น. 32)

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเรียนของนักเรียนมัธยมปลายมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (ระหว่าง .50 ถึง .70) กับคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (Chandrasekaran, 2013, p. 125) ผลการสอนคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การสอนคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์มีผลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Şükran Tok^a, et al., 2015, pp. 14-16) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “เศษส่วน” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (พีรียา พันทะสาร, 2553, น. 75) รูปแบบการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05 (วีรวรรณ ภวานาวิวัฒน์, 2559, น. 41) การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่มีความคล่องในการคิด มีความคิดละเอียดลออ และมีความยืดหยุ่นอยู่ในระดับปานกลาง มีความคิดริเริ่มอยู่ในระดับพอใช้ (เตือนใจ ครองญาติ, 2560, น. 84) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดกระบวนการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของทดแรนซ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ สูงกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (ฐิติวัฒน์ ศรีวะบุตร, 2561, น. 171) การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับ Bar Model เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อุมาภรณ์ บุญกระจ่าง และคณะ, 2564, น. 62)

จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2564 พบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ย 25.46 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนนสาระจำนวนและพีชคณิต มีคะแนนเฉลี่ย 25.56 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ และมีคะแนนเฉลี่ยของเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ อยู่ในระดับต่ำด้วย (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนกมลาลัย, 2564, น. 3) ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูเน้นเพียงเพื่อให้

นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณเป็นหลัก เน้นการสอนโดยให้พิจารณาตัวอย่าง อธิบายและทำแบบฝึกหัด โดยเข้มงวดคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะทำให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อเป็นแนวทาง ในการเพิ่มผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนครูผู้สอนสามารถนำผลไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1.2.3 เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.5 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1.2.6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1.3 สมมติฐาน

1.3.1 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.2 นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากร

โรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาฬสินธุ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีห้องเรียนทั้งหมด จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน ทั้งหมด 423 คน ประกอบด้วย ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 307 คน สายศิลป์-ภาษา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน และห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 72 คน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 307 คน มีการจัดการเรียนการสอนแบบคละความสามารถ

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวนนักเรียน 44 คน โรงเรียนกมลาไสย ตำบลกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาฬสินธุ์ โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ คือเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และบทประยุกต์

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ช่วงเวลาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสังเคราะห์แนวคิดของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 51) รวมถึงสัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนจะใช้คำถาม หรือโจทย์ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ และในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รับฟังความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน กล่าวพูด กล่าวแสดงความคิดเห็น ได้มีการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการสร้างและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง รวมถึงมีการนำแอปพลิเคชัน Kahoot และ แอปพลิเคชัน Baamboozle เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน และนำแอปพลิเคชัน Quizizz มาประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.1.1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้สอนใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น เกมที่สร้างจากแอปพลิเคชัน Kahoot และ Baamboozle หรืออาจใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นคำถามในการทบทวนความรู้เดิม และกระตุ้น ได้รับความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดจินตนาการ และเตรียมพร้อมที่จะเข้าสู่เนื้อหาที่เรียนรู้

1.5.1.2 ขั้นระดมพลังความคิด เป็นการดึงศักยภาพของผู้เรียนทุกคนให้สามารถค้นหา คำตอบ และมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นงาน รวมถึงมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในขั้นนี้

ครูจะใช้ใบความรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา หรือยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการค้นหาคำตอบ และกระตุ้น หรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยคำถาม

1.5.1.3 **ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน** เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ คิดหาคำตอบ จากขั้นระดมพลังความคิด จากนั้นผู้เรียนจะเกิดจินตนาการหรือมีแนวคิดในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ซึ่งขั้นตอนนี้ครูจะให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยให้นักเรียน ทำแบบฝึกทักษะ หรือไปกิจกรรม อาจจะให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มขึ้นอยู่กับงาน ว่ามีความซับซ้อนมากหรือน้อยเพียงไหน

1.5.1.4 **ชั้นนำเสนอผลงาน** เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงาน ของตนเองครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นผลงานจากการนำเสนอของผู้อื่น และร่วมกัน สรุปสาระสำคัญในเรื่องที่เรียน โดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปก่อน หลังจากนั้นครูคอยเสริมในเนื้อหา ที่ขาดหายไป

1.5.1.5 **ขั้นวัดและประเมินผล** เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยครู จะประเมินจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นที่ 3 ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือประเมินจากการ ตอบคำถามตามเวลาที่กำหนด โดยตอบคำถามจากแอปพลิเคชัน Quizizz ที่ครูสร้างคำถามขึ้น

1.5.1.6 **ขั้นเผยแพร่ผลงาน** ผลงานของผู้เรียนทุกคนทุกกลุ่ม ได้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบ แฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน เพื่อให้เพื่อน ผู้ปกครอง และบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ชื่นชมผลงาน

1.5.2 **ดัชนีประสิทธิผล** หมายถึง พัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดจากคะแนน ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ

1.5.3 **ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการคิดการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการคิดที่สามารถ คิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ที่เป็นประโยชน์ กิลฟอร์ด กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1.5.3.1 **ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ หาคำตอบ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด หรือความสามารถในการคิดหา คำตอบที่ชัดเจน ตรงประเด็นให้ได้จำนวนมากที่สุด

1.5.3.2 **ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การแสดงความคิดเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ ที่สามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธีหรือเป็นการแสดงแนวคิดที่หลากหลาย

1.5.3.3 ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นหรือเกิดจากความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วและคิดแตกต่างจากเดิมไปอีก หรือสามารถพลิกแพลงความคิดเดิมที่มีอยู่ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่เคยคาดคิด

1.5.3.4 ความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การขยายขอบเขตความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและแสดงความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน

1.5.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตโนมัติโดยสอดคล้องกับทฤษฎีของกิลฟอร์ด แบ่งเกณฑ์การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ดังนี้ ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 21-30 หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

คะแนนเฉลี่ย 11-20 หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 0-10 หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

1.5.5 เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง ค่าคะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนหลังเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับน่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับพอใจ

คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

1.5.6 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย 70/70 ดังนี้

70 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 เกิดจากการนำคะแนนที่ผู้เรียนทำแบบแบบฝึกทักษะ (21%) ใบกิจกรรม (21%) และทดสอบย่อย (58%) ในระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งหมด มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบร้อยละ ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป

70 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลรวม มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 เกิดจากการคำนวณร้อยละของคะแนนนักเรียนทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (30%) หลังจากเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป

1.5.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยพิจารณาระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 21-30 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

คะแนนเฉลี่ย 11-20 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 0-10 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

1.5.8 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือพฤติกรรมของนักเรียนในเชิงบวกที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาระดับคะแนนเฉลี่ยในการตอบแบบวัดความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.5.9 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง หมายถึง เครื่องมือในการศึกษาการคิดเชิงสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกำหนดประเด็นข้อคำถาม โดยการใช้สำหรับการสัมภาษณ์ เน้นการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถาม และลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถาม และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อสนเทศในการช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ครูได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6.2 นักเรียนได้รับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

1.6.3 ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกลุ่มของนักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนักเรียนในชั้นเรียนอื่น ๆ ได้

1.6.4 ผู้บริหารโรงเรียนสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้
5. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
7. การหาคุณภาพของเครื่องมือ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-4) จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่น และสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบ และทิศทางในการจัดทำหลักสูตร และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ผู้วิจัยจึงรวบรวมหัวข้อเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้น โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขัน และอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพ ของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับ จำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนการใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์เอกนาม พหุนามสมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน และพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำ ความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ

และเชิงปริมาณ หลักการนับ เบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สรุปได้ว่า สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความคาดหวัง หรือจุดหมายปลายทางของการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนรู้และปฏิบัติได้ และสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

2.1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

2.1.4.1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา 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 รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.4.5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

2.1.5 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.5.1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้ง โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.5.9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน
ทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้
ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้
ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้
ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้
ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล
และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลาง
ของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง
โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.5.15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจ
ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สรุปได้ว่า คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเป้าหมายความรู้ทางคณิตศาสตร์
ที่คาดหวังให้ได้ตามมาตรฐานของหลักสูตร เพื่อให้ครูสอนคณิตศาสตร์ นำไปเป็นแนวทาง
ในการวางแผนและจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สอนต่อไป

2.1.6 โครงสร้างเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

โครงสร้างเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค 211102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2
จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลาตลอดภาคเรียน 60 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 211102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	16
	การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ	2
	สมการและคำตอบของสมการ	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	16
	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	8
2	อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	17
	อัตราส่วน	4
	สัดส่วน	6
	ร้อยละ	3
3	บทประยุกต์	4
	กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น	13
	คู่อันดับและกราฟคู่อันดับ	3
	กราฟและการนำไปใช้	5
4	ความสัมพันธ์เชิงเส้น	5
	สถิติ	14
	คำถามทางสถิติ	2
	กาเก็บรวบรวมข้อมูล	2
	การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล	10

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 16 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 17 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น จำนวน 13 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง สถิติ จำนวน 14 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ข้างต้นประกอบด้วยทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และโครงสร้างเนื้อหาวิชารายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนจะใช้คำถามหรือโจทย์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ และในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กล่าวพูด กล่าวแสดงความคิดเห็น รวมถึงมีการนำแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการเรียนการสอน และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน การสอนอย่างสร้างสรรค์เป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพ และสามารถปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น (Jeffrey and Craft, 2010, p. 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มีความตื่นตัวและสนใจที่จะร่วมกิจกรรมต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 51) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงแนวคิดการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Girl (1998, p. 3) กล่าวว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์ คือการสอนด้วยนวัตกรรมที่หลากหลาย บทเรียนที่สร้างสรรค์มีความน่าสนใจ ทำท่าย แหวกแนว มีประสิทธิผล และสร้างแรงจูงใจ ดังนั้น ครูต้องใช้ทักษะในการวางแผนและจัดเตรียมกิจกรรม ให้นักเรียนได้ประสบการณ์เพื่อกระตุ้นจินตนาการของนักเรียน

Richart (2004, p. 2) กล่าวว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์ มีทั้งประสิทธิผล และสร้างสรรค์ในการส่งเสริมการได้มาซึ่งทักษะ ความรู้และความเข้าใจ การปฏิบัติดังกล่าว

จะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน และมักจะทำให้ชั้นเรียนมีความตื่นตัวและมีกิจกรรมมากขึ้น

Morris (2006, p. 2) กล่าวว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์สามารถกำหนดได้สองวิธี ประการแรกการสอนอย่างสร้างสรรค์ และประการที่สองการสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์ การสอนอย่างสร้างสรรค์ อธิบายได้ว่าเป็นครูที่ใช้จินตนาการ เพื่อให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีส่วนร่วม น่าตื่นตัว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น การสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์อาจอธิบายได้ว่าเป็นการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และพฤติกรรมของนักเรียนเอง

Pound and Lee (2011, p. 3) กล่าวว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้ด้วยการตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้จินตนาการถึงความเป็นไปได้และสร้างความสัมพันธ์กับแนวคิดหรือประเด็นการเรียนรู้อื่น

สรุปได้ว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สามารถกำหนดได้สองวิธี คือ การสอนอย่างสร้างสรรค์และการสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งครูต้องใช้ทักษะในการวางแผนเนื้อหาสาระให้มีความน่าสนใจ เชื่อมโยง กระตุ้นความตื่นตัว และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

2.2.2 การจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Şükran Tok^a, et al. (2015, pp. 1-25) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเทคนิคต่าง ๆ เช่น “แอนะล็อก โอริกามิ แทนแกรม เรื่องราว การวาดภาพ การระดมสมอง การคิดออกเสียง การแก้ปัญหาโดยใช้วัตถุเฉพาะ (เช่น ไม้จิ้มฟัน และกระดาษ) การตั้งชื่อตัวเลขที่ค้นพบ และแผนภาพต้นไม้” ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2.1 แอปพลิเคชันการเปรียบเทียบ

เทคนิคการเปรียบเทียบถูกใช้ภายในกรอบของวัตถุประสงค์ "เข้าใจความขนานและจุดตัดของเส้นตรง" เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้ ครูได้ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความขนานและจุดตัดของเส้นตรง จากนั้นให้นักเรียนยกตัวอย่างจากสภาพแวดล้อมของพวกเขาเกี่ยวกับความขนานและจุดตัดของเส้นตรง เพื่อให้พวกเขาเชื่อมโยงเรื่องนี้กับชีวิตประจำวันของพวกเขา

ทั้งเทคนิคการเปรียบเทียบและการวาดภาพถูกใช้สำหรับวัตถุประสงค์ "รูปหลายเหลี่ยมและรูปแบบที่เหมือนกันและคล้ายคลึงกันของพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม" ให้นักเรียนค้นหาและวาดวัตถุที่สังเกตเห็นในสภาพแวดล้อม และก่อตัวขึ้นความคล้ายคลึงกันของรูปหลายเหลี่ยม

นักเรียนสร้างการเปรียบเทียบ เช่น รถยนต์ บ้าน สวน และสรุปความคล้ายคลึงกันโดยการแสดงภาพด้วยภาพวาดของตนเอง

ภายในกรอบของ "อัตราส่วนอธิบายและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตามสัดส่วนโดยตรง" ใช้เทคนิคการเปรียบเทียบและการวาดภาพ การเปรียบเทียบเกิดขึ้นระหว่างแนวคิดของรูปหลายเหลี่ยมและลาวตลายบนพรม ในกิจกรรมนี้ นักเรียนได้รับรูปภาพพรมลายเรขาคณิต พวกเขาถูกขอให้ตั้งชื่อรูปหลายเหลี่ยมบนพรมและอธิบายอัตราส่วนระหว่างตัวเลข

2.2.2.2 แอปพลิเคชัน Origami

เทคนิคการพับกระดาษถูกนำมาใช้โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ "สร้างรูปหลายเหลี่ยม" ภายในกิจกรรมนักเรียนจะถูกขอให้พับกระดาษเปล่าตามคำแนะนำที่ให้ไว้ และได้มีการหารือเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ปรากฏ แล้วให้นักเรียนพับกระดาษเปล่าอีกแผ่นตามต้องการ พวกเขาคลี่กระดาษออกและวาดรูปบนกระดาษด้วยดินสอและตั้งชื่อรูปเรขาคณิตเหล่านั้น

2.2.2.3 แอปพลิเคชัน Tangram

เทคนิคแทนแกรมถูกใช้โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ "ใช้อัตราส่วนในการเปรียบเทียบปริมาณและแสดงอัตราส่วนในรูปแบบต่างๆ" และ "สร้างรูปหลายเหลี่ยม" นักศึกษาถูกขอให้ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของชิ้นในชุดแทนแกรมโดยวางทับอีกชิ้นหนึ่ง ความใหญ่ ความเล็ก และความเท่าเทียมกัน ถูกวัดและเขียนโดยนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนหาชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกันและหาสัดส่วนระหว่างชิ้นส่วนเหล่านั้น เพื่อให้นักเรียนมีความสุข พวกเขาจะได้รับชิ้นส่วนแทนแกรมซึ่งพวกเขาสามารถทำเป็นรูปทรงอะไรก็ได้

2.2.2.4 กิจกรรมไม้จิ้มฟัน

กิจกรรมไม้จิ้มฟันดำเนินการตามวัตถุประสงค์ "คาดเดาเส้นรอบรูปของตัวเลขโดยใช้กลยุทธ์" ภายในขอบเขตของกิจกรรมนี้ ขอให้นักเรียนสร้างรูปหกเหลี่ยมที่มีไม้จิ้มฟัน (หรือไม้ขีดไฟ) ยาวสองอันสำหรับแต่ละด้านของรูปหกเหลี่ยมเหล่านั้น ให้นักเรียนค้นหาเส้นรอบวงของรูปหกเหลี่ยมเหล่านั้น และหลังจากเอาไม้จิ้มฟันสองอันออกจากแต่ละข้าง แล้วก็ขอให้พวกเขาค้นหาเส้นรอบรูปของรูปหกเหลี่ยมใหม่ด้วย พวกเขามั่นใจว่าจะพบการลดลงของเส้นรอบรูปโดยอัตราส่วน $\frac{1}{2}$ โดยพิจารณาจากการนำไม้จิ้มฟันหนึ่งในสองออกจากแต่ละด้าน นักเรียนคนหนึ่งเข้าร่วมกิจกรรมนี้อย่างน่าสนใจโดยการตัดกระดาษแทนการใช้ไม้จิ้มฟัน

2.2.2.5 เรื่องราว

นักเรียนได้นำเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับอัตราส่วนทางคณิตศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ "อัตราส่วนการใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณ" นักเรียนระดมความคิดเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา

ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา พวกเขาพูดถึงวิธีแก้ปัญหาของพวกเขาโดยใช้วิธีต่าง ๆ และเขียนวิธีแก้ปัญหาลงบนแผ่นงาน

1) เรื่องที่เกี่ยวข้องชาวบ้านคนหนึ่งซึ่งหาเลี้ยงชีพด้วยการขนส่งสินค้าด้วยล้อเสียดชีวิต เขาส่งล้อ 17 ตัวให้ลูกชาย 3 คนของเขา เจตจำนงของชาวบ้านเปิดเผยว่าเขาได้ส่งล้อครึ่งหนึ่งให้ลูกชายคนโตของเขา หนึ่งในสามให้ลูกชายคนกลางของเขา และหนึ่งในเก้าของพวกเขาให้กับลูกชายคนสุดท้องของเขา ถ้าเป็นคุณ คุณจะแบ่งปันล้อเหล่านี้ได้อย่างไร?

นักเรียนได้นำเสนอเรื่องราวที่ครอบคลุมคำถามเกี่ยวกับอัตราส่วน และขอให้แก้ปัญหานี้โดยแสดงภาพตามวัตถุประสงค์ “แสดงอัตราส่วนในรูปแบบต่าง ๆ”

2) เรื่องที่เกี่ยวข้อง มีสถานการณ์ต่อเนื่องในหมู่ลูก ๆ ของครอบครัว เมื่อพวกเขาแต่งงานกัน ลูกคนแรกของลูกของครอบครัวนี้จะเป็นลูกของแต่ละคนเสมอ ในขณะที่ลูกคนที่สองของพวกเขาจะเป็นฝาแฝดกันเสมอ ในกรณีนี้ถ้าครอบครัวนี้ไม่มีลูกจนถึงรุ่นที่สามหรือไม่มีสมาชิกเสียชีวิตแล้วจะมีสมาชิกทั้งหมดกี่คน ?

สรุปได้ว่า การสอนเชิงสร้างสรรค์สามารถกำหนดได้สองวิธี ประการแรกการสอนอย่างสร้างสรรค์ และประการที่สอง การสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์ การสอนอย่างสร้างสรรค์อาจอธิบายได้ว่าเป็นครูที่ใช้จินตนาการเพื่อทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีส่วนร่วมน่าตื่นเต้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น การสอนเพื่อความคิดสร้างสรรค์อาจอธิบายได้ว่าเป็นการสอนที่ใช้รูปแบบการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และพฤติกรรมของนักเรียนเอง ซึ่ง Şükran Tok³, et al. (2015, pp. 1-25) ได้ใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น “การเปรียบเทียบ เรื่องราว การพับกระดาษ แทนแกรม การวาดภาพ การสร้างภาพและการระดมความคิด” มาจัดกิจกรรมเพื่อดึงความสนใจของนักเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และเกิดความคิดสร้างสรรค์

2.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ได้มีสถาบันทางการศึกษากล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 51) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ชื่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นว่า การจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เป็นการช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน นักเรียนมีความตื่นตัวและสนใจที่จะร่วมกิจกรรมต่าง ๆ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กล่าวพูด กล่าวแสดงความคิดเห็น ได้มีการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการปฏิบัติด้วยตนเองทั้งนี้ผู้เรียน

ยังมีโอกาสแสวงหาความรู้ เรียนรู้จากสภาพจริง มีการสร้างและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความตระหนัก เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้สอนใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการกระตุ้น เร้า เรียกร้องความสนใจของผู้เรียน เข้าสู่เรื่องที่จะเรียนรู้ เช่น เกม เพลง นิทาน สไลด์ ทำทางต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดจินตนาการ เป็นต้น

2. ขั้นระดมพลังความคิด เป็นการดึงศักยภาพของผู้เรียนทุกคนเพื่อให้สามารถค้นหาคำตอบ ผู้เรียนทุกคนจะต้องมีส่วนร่วม โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกทุกขั้นตอน

3. ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ คิดหาคำตอบแล้ว ผู้เรียนเกิดจินตนาการในการสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บทร้อยกรอง บทเพลง ปริศนา คำทาย งานประดิษฐ์ รูปทรง มิติ ฯลฯ เป็นต้น

4. ขั้นนำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงาน วิพากษ์วิจารณ์ แสดงความคิดเห็นผลจากการนำเสนอของผู้อื่น เป็นขั้นที่ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ การรู้จักการยอมรับ การมีเหตุผล การประยุกต์ การนำไปใช้ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ

5. ขั้นวัดและประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เน้นให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลงานตนเอง ผู้อื่น มีการยอมรับ แก้ไข บนพื้นฐานของหลักการทางประชาธิปไตย คือ ปัญญาธรรม คารวธรรม และสามัคคีธรรม

6. ขั้นเผยแพร่ผลงาน ผลงานของผู้เรียนทุกคนทุกกลุ่ม ได้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น จัดนิทรรศการ การนำผลงานสู่สาธารณชน เป็นการนำเสนอความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เพื่อให้เพื่อน ผู้ปกครอง ชุมชนและบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ชื่นชมผลงาน

สรุปได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้สอนใช้เทคนิคต่าง ๆ แอปพลิเคชันหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม และกระตุ้น เร้าความสนใจของผู้เรียน 2. ขั้นระดมพลังความคิดในขั้นนี้ครูจะใช้ใบความรู้หรือยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการค้นหาคำตอบ และมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นงาน รวมถึงมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ 3. ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงานครูจะให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือไปกิจกรรม อาจจะให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ขึ้นอยู่กับผลงานว่ามีความซับซ้อนมากหรือน้อยเพียงไหน 4. ขั้นนำเสนอผลงานเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานของตนเองครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นผลงานจากการนำเสนอ

งานของผู้อื่นและร่วมกันสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่เรียน 5. ชั้นวัดและประเมินผลเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยครูจะประเมินจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นที่ 3 หรือประเมินจากการตอบคำถามตามเวลาที่กำหนดจากแอปพลิเคชัน Quizizz 6. ชั้นเผยแพร่ผลงาน ผู้เรียนทุกคนทุกกลุ่มได้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน เพื่อให้เพื่อน ผู้ปกครองและบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ชื่นชมผลงาน

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์ ซึ่ง Guilford (1950, p. 470) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่สามารถคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) คือความคิดหลายทิศทาง หลากแง่มุม คิดได้กว้างไกล เป็นลักษณะความคิดที่นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ และสามารถคิดวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ ได้ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดที่ละเอียดลออ (Elaboration) ในที่นี้จะกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Torrance (1964, p. 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผลหรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริงซึ่งอาจออกมาในรูปของผลงานทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นเพียงขบวนการเท่านั้น

Lee, Hwang and Seo (2003, p. 167) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางปัญญาที่ก่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างผลงานสิ่งใหม่ ๆ

Mendoza (2009, p. 3) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ มโนทัศน์ใหม่ ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างความคิดกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

दनัย ถนอมจิตร (2553, น. 18) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางการคิดที่มีความแปลกใหม่ มีความยืดหยุ่นและมีความหลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 81) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์

พัทธยากร บุสสุยา (2559, น. 53) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดการแก้ปัญหาที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ

2.3.2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Davis (1973, pp. 6-7) ได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ และคริส ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Consience) ส่วนคุโบและรัค ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาแนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้สติกับจิตใต้สำนึกของซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญ

ของการเสริมแรงการตอบสนองที่ ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิด ความคิดใหม่ ๆ หรือสิ่งใหม่ ๆ เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดความคิด สร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้ คือผู้ที่มีสัจจะการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตนมนุษย์ จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะ หรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึง บรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีออตา (Auta) โดยทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลโดยมีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนา ให้สูงขึ้นได้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบอูต้าประกอบด้วย

4. 1 การตระหนัก (Awareness) คือตระหนักถึงความสำคัญของความคิด สร้างสรรค์ที่มีต่อตนเองสังคมทั้งปัจจุบันและอนาคตและตระหนักถึงความสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเอง

4. 2 ความเข้าใจ (Understanding) คือมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4. 3 เทคนิควิธี (Techniques) คือการรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือการรู้จัก หรือตระหนักในตนเองพอใจตนเองและพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพรวมทั้งการเปิดกว้าง รับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสมการตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถตีศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเอง ออกมาได้จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะที่มีอยู่ในตัวบุคคล และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และบรรยากาศ ที่เอื้ออำนวย

Torrance (1962, p. 204) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ ว่าประกอบไปด้วยความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม และยังให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นกระบวนการของความไว

ต่อปัญหาหรือสิ่งที่ขาดหายไปหรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกันแล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมุติฐาน ทดลองสมมุติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจทำให้เกิดแนวทาง ในการค้นคว้าในสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ต่อไป เป็นกระบวนการของการรับรู้ปัญหาหรือเป็นช่องว่าง ของข้อมูล รูปแบบความคิดหรือสมมุติฐาน การทดสอบและขยายผลสมมุติฐาน และการสื่อสาร ถึงผลที่ได้รับในความหมายนี้ความคิดสร้างสรรค์สามารถปรับปรุงพัฒนา โดยใช้กระบวนการฝึกฝน อบรมได้ ซึ่งวิธีการฝึกฝนที่ทอแรนซ์พบว่าทำให้บุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ คือ การขยันตั้งคำถาม การซักถาม การแสวงหาการทดลอง เพื่อพยายามค้นพบความจริงหรือหาคำตอบด้วยตนเอง ทอแรนซ์ได้เสนอหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีจุดเน้นที่ตัวครูในการส่งเสริม ให้เกิดคำถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลก ๆ ของเด็กโดยผู้ถามไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เพียงอย่างเดียวเพราะในการแก้ปัญหาของเด็กนั้น เด็กอาจใช้วิธีเดา ครูควรใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียน วิเคราะห์ ค้นหาเพื่อพิสูจน์ การเดาโดยใช้การสังเกตหรือประมวลจากประสบการณ์ของนักเรียน

Guilford (1967, p. 289) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันเป็นผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ เรื่องสมรรถภาพทางสมอง ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ โดยทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ ตัวประกอบ (Factor Analysis) ของสติปัญญาในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และการแก้ปัญหาได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองหรือแบบจำลองโครงสร้าง ทางสติปัญญา ซึ่งครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ กิลฟอร์ดได้พัฒนาวิธีการคิดขั้น 2 ประเภท คือ

1. ความคิดรวมหรือความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความคิด ที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องตามสภาพข้อมูลที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดกระจายหรือความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิด หลาย ทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกลสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนนำไปสู่ ผลผลิตของความคิดหรือคำตอบได้หลายอย่างและนำไปสู่ความคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่โดยมุ่งถึง ผลลัพธ์เป็นหลัก

กิลฟอร์ดได้ทำการวิเคราะห์อธิบายโครงสร้างของสมรรถภาพทางสติปัญญาเกิดจากการ มีความสัมพันธ์ระหว่างกันขององค์ประกอบใหญ่ ๆ 3 ด้าน คือ

1. ด้านเนื้อหา (Content) สิ่งที่เราคิดมี 4 ด้าน
2. ด้านวิธีการคิด (Operation) มีวิธีคิด 5 วิธี
3. ด้านผลของการคิด (Product) หรือคือผลรวมของสิ่งที่เราคิดและวิธีคิดที่แตกต่าง กันรวม 6 ด้าน

องค์ประกอบหลักทั้ง 3 ด้าน ของสติปัญญา กิลฟอร์ด ได้นำเสนอในรูปแบบจำลอง โครงสร้างสมรรถภาพสมอง หรือแบบจำลองความสามารถทางสติปัญญาใน ลักษณะ 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา หมายถึง เนื้อหาข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปคิดแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม
2. สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ

3. ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปของถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กันสามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้

4. พฤติกรรม (Behavior เขียนย่อว่า B หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก กิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้ การคิด

มิติที่ 2 วิธีการคิด หมายถึง มิติที่แสดงลักษณะกระบวนการปฏิบัติงาน หรือ กระบวนการคิดของสมอง แบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะ คือ

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition เขียนย่อว่า C) หมายถึง ความสามารถในการ ตีความของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าเป็นอะไร

2. การจำ (Memory เขียนย่อว่า M) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสม ความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ

3. การคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบหลายแง่มุม แตกต่างกัน

4. การคิดแบบเอกนัย หรือความคิดรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบ ที่ถูกต้อง

5. การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึง ความสามารถในการ ตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิดหมายถึงมิติที่แสดงผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดของสมองหลังจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าจากมิติที่ 1 และตอบสนอง ต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับมิติที่ 2 แล้วผลที่ได้ออกเป็นมิติที่ 3 หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่า ผลของการคิดเกิดจากการทำงานของมิติที่ 1 และมิติที่ 2 นั้นเองซึ่งผลของการคิดแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

1. หน่วย (Unit เขียนย่อว่า U) หมายถึง สิ่งที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ
2. จำพวก (Class เขียนย่อว่า C) หมายถึง ประเภท หรือจำพวกหรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน
3. ความสัมพันธ์ (Relation เขียนย่อว่า R) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเกณฑ์ความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบก็ได้
4. ระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งเร้า โดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือระเบียบแบบแผนบางอย่าง
5. การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า TD) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงตัดแปลง ติความ ขยายความให้นิยามใหม่ หรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลออกมาในรูปแบบใหม่
6. การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึง การคาดคะเน หรือ ทำนายจากข้อมูลสิ่งที่กำหนดไว้ โดยอาศัยความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่ศึกษาเนื่องด้วยกิลฟอร์ด ไม่ยอมรับว่าสติปัญญาเป็นความสามารถทั่วไปในการรู้การเข้าใจเท่านั้น ฉะนั้นเขาจึงได้สร้างแผนภูมิแสดงระบบความสามารถของเขาวนปัญญาที่มีลักษณะเฉพาะ ดังที่อธิบายไว้ในข้างต้นนี้ จากรูปได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของเขาวนปัญญาของมนุษย์ไว้ถึง 120 ชนิด หรือ 120 องค์ประกอบโดยในแต่ละตัวประกอบจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของสามมิติเรียงจากเนื้อหา-วิธีการคิด-ผลของการคิด (Content-Operation-Product)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะกระบวนการคิดชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ในแต่ละตัวบุคคล และสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการฝึกฝน เรียนรู้ และบรรยากาศที่เป็นการส่งเสริม และกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์จากตนเองหรือบุคคลรอบข้าง และจากการศึกษา ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์นี้ผู้วิจัยนำไปเป็นประโยชน์ต่อการสร้างแบบทดสอบได้เหมาะสมถูกต้องกับนักเรียนเพื่อวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทำให้นักเรียนได้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้

2.3.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Torrance (1964, pp. 125-144) ได้ใช้แนวคิดแบบอเนกนัยมาเสนอเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับที่มีอยู่

Guilford (1967, pp. 9-10) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งต่าง ๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะประยุกต์ใช้กับงานหลาย ๆ ชนิด ซึ่งประกอบด้วย 4 ลักษณะ ต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดลักษณะแปลกใหม่ต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มเกิดจากการเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิด เป็นสิ่งใหม่ขึ้นเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อตอบความคิดของตนบ่อยครั้งต้องอาศัยความคิดจินตนาการ หรือที่เรียกว่า ความคิดจินตนาการประยุกต์ คือไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย

ความคิดริเริ่มนั้นสามารถอธิบายได้ตามลักษณะดังนี้ คือ

- 1.1 ลักษณะทางกระบวนการ คือ เป็นกระบวนการคิดและสามารถต่างความคิดจากของเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำกับของเดิม

- 1.2 ลักษณะของบุคคล คือ บุคคลที่มีความคิดริเริ่มจะเป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง เชื่อมมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงออก ไม่ขลาดกลัวต่อความไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ แต่เต็มใจและยินดีที่จะประจักษ์และเสี่ยงต่อสภาพดังกล่าว บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นบุคคลที่มีสุขภาพจิตดีด้วย

- 1.3 ลักษณะทางผลิตผล คือ ผลงานที่เกิดจากความคิดริเริ่มจึงเป็นงานที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน มีคุณค่าต่อตนเอง และเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมคุณค่า ของงานจึงมีตั้งแต่ระดับต้น เช่น ผลงานที่เกิดจากความต้องการของตนเองโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพ ของงาน และค่อย ๆ พัฒนาขึ้นโดยเพิ่มทักษะบางอย่าง ต่อมาจึงเป็นชิ้นงานประดิษฐ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่คิดค้นใหม่ไม่ซ้ำกับใคร นอกจากนั้นก็พัฒนางานประดิษฐ์ให้ดีขึ้นจนเป็นขั้นสูงสุด

2. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น

- 2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational fluency) เป็นความสามารถที่คิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลา กำหนด

2.3 ความคิดคล่องทางด้านการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค คือความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้น ให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงจำเป็นต้องคิด คิดออกมาให้ได้มากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับว่าความคิดอันใด จะเป็น ความคิดที่ดีที่สุด

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexible) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous fluency) เป็นความสามารถ ที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive fluency) เป็น ความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่ง หรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็น ในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Rawlinson (2005) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งอธิบายได้สอดคล้องกัน สรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่าง รวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่าจากสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ไม่มีคำตอบที่ผิด ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก และ จะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกัน ทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดที่เกี่ยวกับทางคณิตศาสตร์ ได้มาก และแตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่อง

และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดรวมกัน ทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มก็ได้

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับทางคณิตศาสตร์ ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ ทางคณิตศาสตร์

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิด ทางคณิตศาสตร์ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียด ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

Mendoza (2009) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง จำนวนคำตอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ เป็นความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ประเภทของการคิดที่สามารถคิด ได้อย่างหลากหลาย หรือการคิดได้หลากหลายแนวทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่มีสถิติซ้ำกับคนอื่นน้อย เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด เป็นขั้นตอนทั้งหมด เป็นความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์

อารี รังสินันท์ (2532, น. 25-35) ได้อธิบายการคิดแต่ละลักษณะ ไว้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ความคิดคล่องทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถ ในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถในการหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค คือสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคล่องในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่ต้องการ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบความคิดแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นด้านนี้จะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกไปจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกถึงหรือเคยคิดมาก่อน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ ซึ่งเรียกว่า เป็นความคิดจินตนาการประยุกต์ คือไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง เพื่อทำให้เกิดความคิดริเริ่มที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัยหรือความคิดแบบกระจาย ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่มในการหาคำตอบใหม่ ๆ ความคิดคล่องตัวในการหาคำตอบได้รวดเร็ว ในเวลาจำกัดความคิดยืดหยุ่นในการหาคำตอบได้หลากหลาย และความคิดละเอียดลออในการอธิบาย คำตอบได้อย่างสมบูรณ์ องค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยฝึกให้ได้รู้จักกระบวนการคิดที่มีความหมาย ก่อให้เกิดการสร้างสรรคผลงานที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2.3.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533, น. 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคล ที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด
6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณี

ทั่วไป

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2545, น. 30-31) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครู นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย

ที่เฉพาะเจาะจง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549 น. 45-48) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่ามีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาหรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายรูปแบบให้มากที่สุดซึ่งประกอบด้วย

1. การตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนสร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้วได้ผลลัพธ์เท่าที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

2. การตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

3. การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปลี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 9 และจะใช้ตัวเลขกี่ครั้งก็ได้ โดยให้ได้ผลลัพธ์ที่กำหนดให้ภายในเวลาที่กำหนด

4. การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลที่กำหนดให้ และหาคำตอบให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

สรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนวคิด คือการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

2.3.4.1 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาเสนอเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lee, et al. (2003, pp. 168-169) กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนของกลุ่มคำตอบที่นักเรียนสามารถหาได้ โดยแต่ละข้อนักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้มากที่สุด 15 คำตอบ เช่น ถ้าคำตอบของนักเรียนสามารถจัดกลุ่มคำตอบได้ 3 กลุ่ม ดังนั้นจะได้คะแนนในด้านความยืดหยุ่น เท่ากับ 3

2. ความคิดคล่อง ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่หาได้ของแต่ละกลุ่มคำตอบ เมื่อนักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลากหลายในกลุ่มคำตอบนั้น ๆ จะให้คะแนนได้มากที่สุด 5 คะแนน ต่อหนึ่งกลุ่มคำตอบ

3. ความคิดริเริ่ม ให้คะแนนโดยพิจารณาจากคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนนักเรียนคนอื่น ๆ โดยมีการให้คะแนน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ความถี่ของคำตอบ โดยการพิจารณาจำนวนคำตอบที่เหมือนกัน และจำนวนคำตอบที่แตกต่างออกไปแล้วนำ คำตอบไปจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ

3.2 คำนวณร้อยละของความถี่ของคำตอบนั้น ๆ เทียบกับจำนวนคำตอบทั้งหมดให้คะแนนตามร้อยละของความถี่ของคำตอบ ดังนี้

คำตอบเหมือนกัน 3 เปอร์เซนต์ ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คำตอบเหมือนกันอยู่ระหว่าง 2 เปอร์เซนต์ - 3 เปอร์เซนต์ ให้ 1 คะแนน

คำตอบเหมือนกันอยู่ระหว่าง 1 เปอร์เซนต์ - 2 เปอร์เซนต์ ให้ 2 คะแนน

คำตอบเหมือนกันต่ำกว่า 1 เปอร์เซนต์ ให้ 3 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford, 2011, p. 170) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิด คล่องแคล่ว	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 90% ขึ้นไป ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 70% ขึ้นไป ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง 50% ขึ้นไป ในเวลาที่กำหนด	ตอบได้ตรง ประเด็นถูกต้อง ต่ำกว่า 50% ในเวลาที่กำหนด
ความคิด ยืดหยุ่น	จัดลักษณะ/ ประเภท/กลุ่ม คำตอบได้อย่าง หลากหลาย	จัดลักษณะ/ ประเภท/กลุ่ม คำตอบได้อย่าง หลากหลาย เป็นส่วนใหญ่	จัดลักษณะ/ ประเภท/กลุ่ม คำตอบได้อย่าง หลากหลาย เป็นบางส่วน	จัดลักษณะ/ ประเภท/กลุ่ม คำตอบได้ ไม่หลากหลาย
ความคิดริเริ่ม	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม / ดัดแปลง / ประยุกต์และ สามารถนำไปใช้ ได้อย่างถูกต้อง	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม / ดัดแปลง / ประยุกต์และ สามารถนำไปใช้ ได้อย่างถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม / ดัดแปลง / ประยุกต์และ สามารถนำไปใช้ ได้เป็นบางส่วน	คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม / ดัดแปลง / ประยุกต์และ สามารถนำไปใช้ ได้อย่างถูกต้อง เป็นส่วนน้อย
ความคิด ละเอียดลออ	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง บางส่วน	บอกรายละเอียด เกี่ยวกับคำตอบ และเชื่อมโยง สัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เป็นส่วนน้อย

จากตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford) ในแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ คือ 4(ดีมาก), 3(ดี), 2(พอใช้) และปรับปรุง(1) โดยในด้านความคิดคล่องแคล่วจะประเมินในเรื่องการตอบ

คำถามให้ตรงประเด็นในเวลาที่กำหนด ด้านคิดยืดหยุ่นประเมินในเรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย ด้านความคิดริเริ่มประเมินในเรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร รวมถึงความคิดละเอียดละออประเมินในเรื่องการแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, น. 56) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดคล่อง คืดยืดหยุ่น คืดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
1. คิดคล่องแคล่ว	(3) ดีมาก (2) ดี (1) พอใช้ (0) ปรับปรุง	แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 5 คำตอบขึ้นไป แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 5 คำตอบขึ้นไป แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 1-2 คำตอบ ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบหรือไม่แสดงวิธีแก้ปัญหา
2. คิดยืดหยุ่น	3) ดีมาก (2) ดี (1) พอใช้ (0) ปรับปรุง	แสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด และครบสมบูรณ์ แสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้หนึ่งแนวคิด และครบสมบูรณ์ มีความพยายามที่จะแสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้หนึ่งแนวคิด แต่ยังไม่สมบูรณ์ ไม่มีผลงาน หรือไม่มีการแสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือไม่แสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาที่เหมาะสม

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3. คิดริเริ่ม	(3) ดีมาก	แสดงแนวคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของตนเอง แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้
	(2) ดี	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มา มาพัฒนาให้อยู่ในแนวทางของตนเองและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้
	(1) พอใช้	มีบางสิ่งแสดงให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหา
	(0) ปรับปรุง	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหา
4. คิด ละเอียดละออ	(3) ดีมาก	แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือหลักฐานที่ชัดเจนสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันมีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่าหนึ่งข้อ <ul style="list-style-type: none"> • การยกตัวอย่าง • การให้คำนิยาม • การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด • การใช้สถิติ
	(2) ดี	แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือหลักฐานโดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> • การยกตัวอย่าง • การให้คำนิยาม • การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด • การใช้สถิติ
	(1) พอใช้	แสดงเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
	(0) ปรับปรุง	ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือไม่ตอบ

จากตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของปรีชา เนาว่าเย็นผล ในแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ คือ

3(ดีมาก), 2(ดี), 1(พอใช้) และปรับปรุง(0) โดยในด้านความคิดคล่องแคล่วจะประเมิน เรื่องการแสวงหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายข้อ ด้านคิดยืดหยุ่นดูประเมิน เรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด และครบสมบูรณ์ ด้านความคิดริเริ่มประเมินเรื่องการแสดงแนวคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของตนเอง รวมถึงความคิดละเอียดลออประเมินเรื่องการแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ และแสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน

สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford) และปรีชา เนาว์เย็นผล ในแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนน ออกเป็น 4 ระดับ โดยด้านความคิดคล่องแคล่วจะประเมินเรื่องการหาคำตอบได้หลายข้อภายในเวลาที่กำหนด ด้านความคิดยืดหยุ่นประเมินเรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย ด้านความคิดริเริ่ม ประเมินเรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร ด้านความคิดละเอียดลออ ประเมินเรื่องการแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน หาคำตอบได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

2.4 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือพฤติกรรมของนักเรียนในเชิงบวก ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การทำงาน ทำให้มีความรู้สึกพอใจเมื่อเรียนหรือทำงานส่งผลให้มีความกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน พรทิพย์ เดชพิชัย และคณะ (2557, น. 3) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึง ระดับความรู้สึก ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นทั้งความชอบ ความประทับใจ ที่เป็นผลมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผล และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ จะแสดงออกมาเมื่อได้รับสิ่งที่ต้องการ หรือมีความรู้สึกกว่าประสบผลสำเร็จ ในที่นี้จะกล่าวถึงความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

กชกร เป้าสุวรรณ (2550, น. 21) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เราควรจะเป็นไปตามความต้องการ ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกของทัศนคติของบุคคลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีประสบการณ์ที่มนุษย์เราได้รับอาจจะมากหรือน้อยก็ได้ และเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ แต่เมื่อได้สิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการ หรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ก็จะเกิดความรู้สึกบวก เป็นความรู้สึก

ที่พึงพอใจ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสิ่งนั้นสร้างความรู้สึกผิดหวัง ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางลบ เป็นความรู้สึกไม่พึงพอใจ

พิสุทธา อารีราษฎร์ (2551, น. 178) กล่าวว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยเฉพาะความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และอาจกระทำการบรรลุถึงความมุ่งหมายที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น ซึ่งพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นเรื่อง ของความรู้สึก ทักษะหรือระดับความพึงพอใจที่มีต่อสิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการ หรือทำให้บรรลุ จุดหมาย นั้น ๆ ได้

กรรณิกา โสมชัย (2551, น. 50) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกร่วมของบุคคล ที่มีต่อการทำงานในทางบวกเป็นความสุขของบุคคล ที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทน คือ ผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญกำลังใจ สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการทำงานรวมทั้งการส่งผลต่อ ความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

วิไล พลอาสา (2552, น. 47) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบต่อการเรียนซึ่งเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการฝึกทักษะ

ทองสุข นระระศิริ (2553, น. 44) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่บุคคลชอบ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะเกิดขึ้นกับบุคคลที่ได้รับสิ่งที่ต้องการ หรือทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2556, น. 823) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สมใจ ชอบใจ เหมาะ และให้ความหมายของคำว่า “พึงพอใจ” ว่า หมายถึง รัก ชอบใจ

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรม หรือเจตคติของบุคคล ต่อการเรียน การทำงานในเชิงบวกทำให้มีความรู้สึกพอใจ เมื่อทำงานก็จะมีความกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน เมื่อบุคคลทำงานที่มีความพึงพอใจก็จะทำให้งานออกมาเป็นที่น่าพอใจ และทำให้บุคคลนั้นมีความพอใจเพิ่มมากขึ้น และองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ จะมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นว่ามีความรู้สึก ชอบ ไม่ชอบ พอใจ ไม่พอใจ และมีการกระทำมาเกี่ยวข้อง และสิ่งที่จูงใจที่เป็นเครื่องกระตุ้นเพื่อให้เกิดความพึงพอใจ คือ วัตถุที่เป็นสิ่งจูงใจสภาพทางกาย ที่พึงปรารถนาผลประโยชน์ทางอุดมคติ ความดึงดูดทางสังคม การปรับทัศนคติและสภาพของงาน ให้เหมาะกับบุคคล

2.4.2 การวัดความพึงพอใจ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้

ประกายพันธ์ หลายจันทร์ (2546, น. 7-8) กล่าวว่าไว้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าว อาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดี จะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจาหรือการกระทำทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ประสาท อิศรปริดา (2547, น. 301) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้

1. หลักการวัดความพึงพอใจ การวัดความพึงพอใจเป็นสิ่งที่ยุ่งยากมากพอสมควร เพราะเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึก หรือเป็นลักษณะทางจิต คุณลักษณะดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามความพึงพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็ยังสามารถวัดได้โดยอาศัยหลักการสำคัญคือการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) เกี่ยวกับรางวัล

1.1 ความคิดเห็นความรู้สึกหรือความพึงพอใจของบุคคลนั้นจะคงที่อยู่ช่วงหนึ่ง นั่นคือความรู้สึกนึกคิดของคนเราไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือพรรณแปรตามเวลา อย่างน้อยจะมีช่วงใดช่วงหนึ่งที่มีความรู้สึกของเรามีความคงที่ทำให้สามารถวัดได้

1.2 ความพึงพอใจของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้โดยตรงการวัดจะเป็นแบบวัดทางอ้อม โดยวัดแนวโน้มที่บุคคลแสดงออกหรือพฤติกรรมที่เป็นอยู่

1.3 ความพึงพอใจ นอกจากแสดงออกในรูปสุดทางของความรู้สึกนึกคิด เช่น สนับสนุน หรือคัดค้านยังมีขนาดใหญ่ ปริมาณความคิดความรู้สึกนั้น เช่น ระดับความมากน้อย ของความพึงพอใจ

2. การวัดความพึงพอใจด้วยวิธีใดก็ตาม จะต้องมีส่วนประกอบ 3 อย่าง คือ ตัวบุคคล สิ่งที่จะวัด สิ่งเร้า เช่น การกระทำเรื่องราวที่บุคคลแสดงความพึงพอใจตอบสนอง และสุดท้ายคือมีการตอบสนองซึ่งจะออกมาในระดับต่ำ สูงมาก น้อย

3. สิ่งเร้าที่จะนำไปใช้เร้าที่นิยมคือข้อความ ความพึงพอใจ ซึ่งเป็นเสียงเราฟังภาษาที่ใช้ อธิบายคุณค่าลักษณะของสิ่งนั้นเพื่อให้บุคคลประลองตอบมาเป็นระดับความรู้สึกมาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

ชวลิต ชูกำแหง (2550, น. 136) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ สามารถ กระทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. การสังเกต การสังเกตการพูด การกระทำการเรียน ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใด สิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัดว่าผู้เรียนมีความจริงใจ ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด ควรสังเกตการกระทำของนักเรียนในเรื่อง

- 1.1 การมาเรียน
- 1.2 การถามตอบในชั้นเรียน
- 1.3 การทำการบ้าน/ การส่งงาน
- 1.4 อ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 1.5 เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

สำหรับวิชาอื่น ๆ ก็สังเกตทำนองเดียวกัน ผลจากการสังเกตการกระทำของผู้เรียน ดังกล่าว จะทำให้ครูวินิจฉัยได้ว่า ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนวิชาใดมากน้อยเพียงใด

2. การสัมภาษณ์ บางครั้งเค้าใช้วิธีพูดคุยกับผู้เรียนในประเด็นที่คุณอยากรู้ ซึ่งอาจเป็น ความรู้สึกทัศนคติของผู้เรียน เพื่อนำสิ่งที่ผู้เรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับ ลักษณะจิตพิสัยของ ผู้เรียน คำตอบของผู้เรียน จะทำให้ครูประเมินได้ว่าผู้เรียนมีทัศนคติอย่างไร ต่อเรื่องที่ครูตั้งประเด็นไว้

3. การใช้แบบวัดมีครูหรือนักวัดผลได้สร้างเครื่องมือวัดทัศนคติวัดความสนใจ วัดคุณธรรม จริยธรรมไว้มากพอสมควร ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ถ้าเป็นแบบวัดทัศนคติ หรือวัดความสนใจจะมีการวัด 5 รูปแบบ คือ แบบของลิเคิร์ท แบบเธอร์สโตน แบบของออสกูด วัดแบบสถานการณ์และแบบจับคู่

โยธิน แสงวงดี (2551, น. 9) กล่าวว่ามาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงาน เงินใจต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

การวัดและประเมินผลความพึงพอใจสามารถกระทำการได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ (ชวลิต ชูกำแหง, 2551, น. 110-111)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกตการณ์พูด การกระทำการเขียน ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสนใจ ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยปานใด ครูอาจสังเกตการณ์กระทำของนักเรียนในเรื่อง

- 1.1 การมาเรียน
- 1.2 การถามตอบในชั้นเรียน
- 1.3 การทำการบ้าน / ส่งงาน
- 1.4 อ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 1.5 เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2. การสัมภาษณ์ (Interview) บางครั้งครูใช้วิธีพูดคุยกับนักเรียนในประเด็น ที่ครูอยากรู้ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึกทัศนคติของนักเรียนเพื่อนสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมาย เกี่ยวกับลักษณะจิตพิสัยของนักเรียน เช่น ครูอยากรู้ว่าเขาสนใจเรียนวิชาภาษาไทยหรือไม่ ครูอาจพูดคุยกับนักเรียนว่าเคยอ่านวรรณคดีเล่มใดบ้าง เคยเขียนกลอนไหม เคยอ่านหนังสืออะไร ที่ดี ๆ บ้างลองเล่าให้ครูฟังบ้าง คำตอบของนักเรียนจะทำให้ครูประเมินได้ว่ามีความสนใจการเรียน วิชาภาษาไทยมาก น้อยปานใด

3. การใช้แบบวัด (Rating Scale) มีครูหรือนักวัดผลได้สร้างเครื่องมือวัดทัศนคติ วัดความสนใจ วัดคุณธรรม จริยธรรมไว้มากพอสมควรซึ่งครูอื่นสามารถนำไปใช้ได้ ถ้าเป็นแบบวัด ทัศนคติ หรือวัดความสนใจจะมีรูปแบบการวัด 5 รูปแบบ คือ แบบของลิเคิร์ท แบบเธอร์สตัน แบบของออสกูด แบบวัดเชิงสถานการณ์ และแบบจับค

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี โดยการวัดความพึงพอใจ เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนการรู้ เนื่องจากความพึงพอใจบ่งบอกความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรม หรือสื่อการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ ของความพึงพอใจที่ดี และการวัดความพึงพอใจ ส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ต่อการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนด้วยเหมือนกัน

2.5 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วารุา เพ็งสวัสดิ์ (2546, น. 42)

กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์ระดับที่ผู้ผลิตแบบฝึกพอใจว่า ถ้าหากแบบฝึกมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็มีคุณค่าพอที่จะนำไปใช้ได้ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น (E_1) คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และ (E_2) คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ในที่นี้จะกล่าวถึงประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.5.1 ความหมายของประสิทธิภาพของการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพการเรียนรู้ไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 153-154) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มซึ่งต้องมีค่าสูงจึงจะชี้ถึงประสิทธิภาพได้ กรณีนี้ใช้ร้อยละ 80

1. 80 ตัวแรก ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำคะแนนที่สอบได้ระหว่างดำเนินการ (นั่นคือระหว่างเรียน หรือระหว่างการทดลอง) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

2. 80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม เกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยรวม เมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ชวลิต ชูกำแพง (2553, น. 131-132) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ ภายในกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความองงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย หรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนหรือคะแนนจากกิจกรรมการเข้ากลุ่ม (ไม่ใช่คะแนนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้นั้น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในการจัดการเรียนรู้น้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน

โสภณ นุ่นทอง (2554, น. 84) ได้ให้ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพไว้ว่า เกณฑ์ที่กำหนดว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมาใช้ประกอบการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป หนังสือแบบเรียน หรือแบบฝึกทักษะก็ตาม ก็ควรจะได้ประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่าเหมาะสมหรือไม่

สมนึก ภัททิยธนี (2560, น. 66) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง วิธีดำเนินการสอบเป็นไปอย่างมีคุณภาพ กล่าวคือ มีการเตรียมแบบทดสอบไว้ล่วงหน้า ทำด้วยความ ประณีตและมีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะสมรวมถึงดำเนินการสอบ

อย่างดี ได้แก่ สภาพห้องสอบเรียบร้อยไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบ กรรมการคุมสอบรัดกุมป้องกันไม่ให้เกิดการทุจริต ประหยัดค่าใช้จ่าย ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว นอกจากนี้หากสร้างแบบทดสอบไว้อย่างดี และสามารถนำไปใช้ได้หลาย ๆ ครั้งอย่างเหมาะสม โดยไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ถือได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสื่อ นวัตกรรม หรือแผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งประสิทธิภาพมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ (E_1) เป็นตัวเลขแรก และ (E_2) เป็นตัวเลขตัวหลัง ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ร้อยมากก็ถือว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้จากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.5.2 สูตรการคำนวณประสิทธิภาพของการเรียนรู้

ชวลิต ชูกำแหง (2553, น. 131-132) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพใช้สูตร ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (2-1)$$

เมื่อ E_1 แทน สื่อประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

และได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2-2)$$

เมื่อ E_2 แทน สื่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทุกส่วน

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปิยะธิดา ปัญญา (2562, น. 53) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ} \quad E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (2-3)$$

$$\text{สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์} \quad E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2-4)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การวัดระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับ ความรู้ ความจำ การคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ในเนื้อหาสาระ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, น. 24) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร ในที่นี้ จะกล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilson (1971, pp. 648-649) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาทำได้โดยวัดจากระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ได้แก่

1. การคิดคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการบอกเกี่ยวกับข้อเท็จจริง นิยามศัพท์ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ต้องการให้ผู้เรียนได้ทำตามรูปแบบของความรู้พื้นฐานเหมือนกับความรู้เดิม

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะโดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงชื่อหรือความหมายของคำศัพท์ที่เคยเรียนมา

1.3 ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการตามขั้นตอนที่เรียนมาเป็นความสามารถในการเลียนแบบ

2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ ความสัมพันธ์ รูปทั่วไป สามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และรูปทั่วไป

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ

2.4 ความสามารถในการแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนแปลงจากคำพูดเป็นภาพแทนความหมายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือแปลงจากภาพแทนความหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นการพูดอธิบาย

2.5 ความสามารถในการดำเนินการโดยใช้เหตุผลเป็นความสามารถในการอ่านหรือการฟังข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์แล้วดำเนินการพร้อมอธิบายอย่างสมเหตุสมผล

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียนประยุกต์ใช้มโนทัศน์และความรู้ที่เกี่ยวข้อง หรือเลือกใช้ในการดำเนินการที่เหมาะสมตามที่เคยฝึกฝนมาแล้วแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ โดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงมโนทัศน์ กฎ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือคำศัพท์ที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นพบความสัมพันธ์ และทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล 2 ชุด

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่านตีความ แยกแยะ ส่วนประกอบของปัญหา ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาย่อย ๆ ที่เคยแก้มาแล้ว

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน และความสมมาตรกัน โดยต้องการให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการแปลงและปรับปัญหาย่อย ๆ ให้เป็นลำดับ ขั้นตอน แบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน หรือปรับข้อมูลให้สมมาตรกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนต้องการให้ผู้เรียน ตรวจสอบความสัมพันธ์ ค้นหาแบบรูป และแก้ปัญหาในสิ่งที่ไม่เคยฝึกฝนหรือไม่คุ้นเคยมาก่อนโดยใช้โมโนทัศน์ และการดำเนินการที่เคยเรียนมาใช้ประกอบการแก้ปัญหาซึ่งสามารถแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยน ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนหน้าในการแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่ได้คุ้นเคย

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ โดยต้องการให้ผู้เรียนค้นหา ความสัมพันธ์ หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบใหม่

4.3 ความสามารถในการแสดงวิธีการพิสูจน์ โดยต้องการให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ ข้อความโดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือขั้นตอนการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์การพิสูจน์มาใช้ในการวิเคราะห์ วิจารณ์ความสมเหตุสมผล ของการพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการสร้าง และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ และแสดงวิธีการพิสูจน์สิ่งที่ค้นพบในรูปแบบทั่วไป

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, น. 150) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตาม พฤติกรรมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ และการคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถ ในการระลึกถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนกระบวนการ คิดคำนวณอย่างง่าย ๆ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหา วิชาในลักษณะเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นการถามเพื่อให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์ และนิยามที่เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ หมายถึงความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการคิดคำนวณตามที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถอธิบายยกตัวอย่างจำแนก แปรความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้ พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งด้วยตนเอง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึงความสามารถในการสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากเรียนจบเรื่องนั้นแล้ว

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปศัพท์ และนิยามทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือการหาค่าสัญลักษณ์ โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความเข้าใจในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ โดยมิได้รวมถึงการคำนวณหาค่าตอบของสมการนั้น

2.5 ความเข้าใจในการดำเนินตามเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการบ่งชี้ความสมเหตุสมผลของข้อความ บทความ หรือผลงานทางคณิตศาสตร์

2.6 ความเข้าใจในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้างและต้องการถามเรื่องอะไร รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลผลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้ ต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่ผู้เรียนเคยฝึกทำมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกัน เช่น มโนทัศน์ กฎ เพื่อค้นพบความสัมพันธ์ เปรียบเทียบและนำมาสรุปเพื่อตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะจำแนกส่วนประกอบย่อยของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดว่าจำเป็นหรือไม่ในการแก้ปัญหาโจทย์ นั้น ๆ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และสมมาตร หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาที่ไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเองหรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองโดยอาศัยทฤษฎีหรือบทนิยามต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่มีขั้นตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้าง และแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบจนสามารถสรุปเป็นกรณีทั่วไปได้

อุทุมพร จามรมาน (2553, น. 2) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สิ่งที่ดีให้เห็นว่าผู้เรียนและผู้สอนได้บรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนอย่างน้อยเพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 73) ได้ให้ความหมายของปริมาณของความรู้ความสำเร็วจึงที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในด้านต่าง ๆ เช่น พุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับ ความรู้ ความจำ และการคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis) ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ในแต่ละเรื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.7 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

คุณภาพเครื่องมือเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง เมื่อสร้างแบบวัดแล้วจึงต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าแบบทดสอบนั้นมีคุณภาพเพียงใด เครื่องมือไม่มีคุณภาพการวัดนั้นก็ไม่น่าเชื่อถือ สิ่งที่มีความสำคัญของแบบทดสอบ คือ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเชื่อมั่น ซึ่งแบบทดสอบหรือเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.7.1 ความหมายของการหาคุณภาพเครื่องมือ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของการหาคุณภาพเครื่องมือ ไว้ดังนี้

บุญชุม ศรีสะอาด (2545, น. 81) กล่าวว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 193) กล่าวว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้ แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้งการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2562, น. 265) กล่าวว่า คุณภาพเครื่องมือ หมายถึง คุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง

ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่า การหาคุณภาพเครื่องมือ หมายถึง การตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลที่ต้องมีการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อความถูกต้อง และเชื่อถือได้ ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง

2.7.2 ความเที่ยงตรง

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิเจริญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้น มีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสบทะเจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็น นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary Concept) หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่งหลักฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุปในการตรวจสอบความเที่ยงตรง

สามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2562, น. 266-272) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำ ของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงขึ้น ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือหาว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด โดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงผลหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0.60 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

และหาดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (2-5)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากการวัดอื่นหรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ หรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎี บางทีจึงถูก เรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัดตัวแปรคุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เซวาร์ปัญญา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยม เซวาร์อารมณ์ เป็นต้น โดยคุณลักษณะเหล่านี้สังเกตโดยตรงไม่ได้ จะสังเกตได้เฉพาะผลที่เกิดขึ้นเท่านั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้จัก (Comparing the scores of known groups) วิธีเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (Comparing the scores from an experiment) วิธีวิเคราะห์เมตริกซ์ลักษณะหลากหลายวิธี (Multi-trait Multi-method Matrix) เป็นต้น

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และการตรวจสอบความเที่ยงตรงนั้นสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อ (Content Validity) การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

2.7.3 ความเชื่อมั่น

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึง ความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่น ไว้ดังนี้

กัลยา วานิชย์บัญชา (2548, น. 29) กล่าวว่า ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง การนำเครื่องมือมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ผลการวัดต้องเหมือนกัน หรือกล่าวได้ว่าความเชื่อถือได้หมายถึง ความคงเส้นคงวาหรือมีความสอดคล้องกันนั่นเอง เช่น ถามคำถามเดียวกัน หลาย ๆ ครั้ง

กับคนใดคนหนึ่ง คำตอบต้องเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน หรือใช้เครื่องชั่งน้ำหนักซึ่งสิ่งของสิ่งเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน น้ำหนักควรเท่ากัน เป็นต้น

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตามก็สำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ไพศาล วรคำ (2562, น. 278-298) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม ในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of Measurement) จะต่ำ การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ 1) การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง 2) การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ 3) การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกัน เป็นการวัดด้วยแบบวัดที่เป็นคู่ขนานกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น การหาค่าความเชื่อมั่นจากมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ครอนบาคได้เสนอสูตรสำหรับประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดแบ่งแบบสอบออก

เป็น k ส่วน สำหรับใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทั่วไป สามารถใช้ได้ทั้งแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือกำหนดคะแนนแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) หรือแม้แต่ข้อสอบอัตนัย ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในชื่อสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 288) ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (2-6)$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

การหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater Reliability) ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (Essay Test) แบบตอบสั้นที่มีคำตอบมากกว่า 1 แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต (observation) และการประเมินภาคปฏิบัติ (performance assessment) ผู้ตรวจให้คะแนน (rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดลักษณะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน ก็คือ ให้ผู้ตรวจให้คะแนนหรือผู้สังเกตตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกัน แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกัน (Agreement Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient)

การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดจะต้องมากกว่า 0.70 ขึ้นไป แต่สำหรับกรณีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Tests) และแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Aptitude Tests) ค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.09 เพราะเป็นแบบวัดที่ต้องการความเชื่อมั่นสูง ส่วนความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนที่เชื่อถือได้ ควรจะมีค่าประมาณ 0.85 ขึ้นไป

สรุปได้ว่า ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การวัดความคงที่ การวัดความสมมูลกัน และการวัดความสอดคล้องภายใน

2.7.4 ความยากและอำนาจจำแนก

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความยากและอำนาจจำแนกไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรรณ (2551, น. 138) กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมดส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงของสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ไพศาล วรคำ (2562, น. 298) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมาก แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัย ทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่า ๆ กัน

คือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 299) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})} \quad (2-7)$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยาก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย คือ ถ้าดัชนีความยากสูงหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าดัชนีความยากต่ำหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ นั่นก็หมายความว่าคนเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูกขณะที่คนอ่อนทำผิด เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถาม เทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีจำแนกตามลักษณะของเครื่องมือดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี ได้แก่ เทคนิคร้อยละ 50 เทคนิค ร้อยละ 27 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม และการหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ คือ ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan's Index: B-Index) และดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 199-201)

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})} \quad (2-8)$$

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 225) กล่าวว่า ความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบ ถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับ ความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่า เป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่าง ข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่ง หรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้น ได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 303)

$$r_{XY'} = \frac{n \sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (2-9)$$

เมื่อ	$r_{XY'}$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก
	X	แทน	คะแนนรายข้อ

- Y แทน คะแนนรวม
 Y' แทน คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$
 n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2562, น.308)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})} \quad (2-10)$$

- เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
 S_U แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
 S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
 N แทน จำนวนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
 X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
 X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (r)	ความยาก
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	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

สรุปได้ว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ส่วนอำนาจจำแนก คือคุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถ

แยกผู้เรียนให้มีความต่างกัน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบด้วย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีหลายงานวิจัยได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

พัทธยากร บุสสุยา (2559, น. 122) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนวัดป่าประดู่ จังหวัดระยอง จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test for one sample) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

วิรงรอง อุดม (2560, น. 163) ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (2) หาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านภูเหล็ก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test (Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน สร้างความเชื่อมโยงขั้นการสร้างสถานการณ์ปัญหา ขั้นปฏิบัติการ ขั้นประเมินผล และขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (2) ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (E_1 / E_2) มีค่าเท่ากับ 84.00/87.92

กันตารณณ์ ฆ้องย่า (2560, น. 69) ได้ศึกษาเรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลบุรีราชดาภิเชก จ.จันทบุรี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนชลบุรีราชดาภิเชก จ.จันทบุรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การทดสอบทวินาม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดมีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) มีค่าเท่ากับ 78.27/78.40 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์คะแนนตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อรธิตา สว่าง (2560, น. 91) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านคิดริเริ่มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ปกติ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 52 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 27 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มก่อนเรียน และหลังเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับมาก

ตรีเพชร ชัชวงษ์ (2561, น. 96) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลำปางมาศ การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (2) ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับของความคิดสร้างสรรค์ (3) เพื่อศึกษาบริบทของครูเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 200 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 2) แบบวัดการปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบสัมภาษณ์บริบทของครูเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ โดยใช้ Pearson correlation นำเสนอข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มความคิดสร้างสรรค์ระดับสูงมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านการสรุปคำตอบและการเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหาในระดับสูงสำหรับกลุ่มความคิดสร้างสรรค์ระดับต่ำมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านการสรุปคำตอบ

และการเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหาในระดับสูงด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาจากความคิดสร้างสรรค์ ระดับสูงร่วมกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านความเข้าใจปัญหาอยู่ที่ระดับพอใช้ รองลงมา เป็นระดับดี และระดับปรับปรุง ตามลำดับ

พิทวัส ช่างจัด (2562, น. 91) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอน การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอน (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 14 คน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ และอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการ วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นการสังเกตผลการปฏิบัติ และขั้นสะท้อน ผลการปฏิบัติ จำนวน 3 วงจรต่อเนื่องกัน ผ่านการใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนที่พัฒนาโดย Smith and Stein (2011) ในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การคาดการณ์ การติดตาม ตรวจสอบ การเลือก การจัดลำดับ และการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน ผ่านการอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่จุดประสงค์หลักของบทเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ และพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 57.14 มีความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 (สูง) และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 12 คน

สุนันท์ เสมานู (2563, น. 142) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถทางพหุปัญญา ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความสามารถทางพหุปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) ศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (3) ศึกษาความสามารถ ทางพหุปัญญาที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบวัดความสามารถทางพหุปัญญา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ ในการศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน ที่ (T-Score) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) การวิเคราะห์

ความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้วิธีของสเต็ปไวส์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 53.33) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความคิดคล่องทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 40.00) ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.33) ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับระดับต่ำ (ร้อยละ 43.33) และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.00)

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาขึ้น โดยใช้การจัดการเรียนการสอน เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 แนวปฏิบัติ การสอน และชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิด ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน เช่น ด้านความคิดคล่องแคล่ว นักเรียนมาสาธิตหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วภายในเวลาดำหนด ด้านความคิดยืดหยุ่นนักเรียนสามารถคิดวิธีหาคำตอบได้หลากหลายแนวคิด ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร และด้านความคิดละเอียดลออนักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน นอกจากนี้นักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมส่งผลให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองและได้เรียนรู้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มเพื่อน

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีหลายงานวิจัยได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Linh Hung Pham (2014, p. 75) ได้ศึกษาเรื่อง การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงคาดการณ์ของปัญหาเชิงสร้างสรรค์แก่แอดทริบิวต์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การศึกษานี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงทำนายของคุณลักษณะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย การคิดที่แตกต่าง การคิดแบบลู่เข้า แรงจูงใจ ความรู้และทักษะทั่วไป ด้วยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเมืองไทยเหนียน ประเทศเวียดนาม การศึกษายังมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขและเสริมสร้างความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของคณิตศาสตร์ การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (MCT) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมต้น จำนวน 306 คนกำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนสามแห่งในเวียดนาม สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

คือ t-test, discriminant function, การวิเคราะห์คลัสเตอร์, ANOVA และการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ประการแรก ผลลัพธ์ของการทดสอบ t ระบุความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ ทางสถิติระหว่างนักเรียนที่มีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (SES) สูง และนักเรียนที่มี SES ต่ำ ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ประการที่สอง ผลจากการวิเคราะห์จำแนกพบว่าคุณลักษณะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ห้ำประการสร้างความแตกต่างและจำแนกการแสดงของนักเรียนใน MCT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์คลัสเตอร์ แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่เป็นคู่ในคุณลักษณะต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ที่สมน้ำสมเนื้อกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่เป็นคู่ในการแสดง MCT นอกจากนี้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสำหรับกลุ่ม SES ระดับสูงบ่งชี้ถึงการมีส่วนร่วมที่มีนัยสำคัญทางสถิติของทั้งความรู้ และทักษะในโดเมน และการคิดแบบแยกส่วนในการทำนายประสิทธิภาพความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสำหรับกลุ่มอื่น ๆ พบว่ามีเพียงความรู้และทักษะในโดเมนเท่านั้นที่มีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ สูตรแบบการทำนาย สุดท้ายแต่ไม่ท้ายสุด หลังจากแก้ไขและเสริมสร้าง MCT ได้แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือในการระบุและแยกแยะคณิตศาสตร์ของนักเรียนการแสดงความคิดสร้างสรรค์

Darry M. Brown (2015, p. 84) ได้ศึกษาเรื่อง บทบาทของปฏิสัมพันธ์ของแรงจูงใจภายในกับกลุ่มคนทั่วไปเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัย การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับแรงจูงใจอธิบายความผันแปรในความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัยในกลุ่มคนรุ่นต่อรุ่นโดยใช้มาตราส่วน IMI และ GPS ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มคนรุ่นต่อรุ่นไม่ได้ลดความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจภายในกับความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัย อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมภายใน การรับรู้ความสามารถ และการรับรู้ทางเลือกถูกพบว่าสามารถทำนายความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัย ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่คำนึงถึงปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มคนรุ่นต่อรุ่น นอกจากนี้ ผลของการวิเคราะห์ความพอประมาณมีนัยสำคัญ $F(3,135) = 3.30, p = .022$ บ่งชี้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงกดดัน ความตึงเครียดและกลุ่มคนรุ่นต่อรุ่นต่อความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัยมีนัยสำคัญและสามารถสนับสนุนการกลั่นกรองได้ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณถูกใช้เพื่อทดสอบสมมติฐาน 1-2 และสมมติฐานที่ 3 ได้รับการทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจภายในกับกลุ่มคนรุ่นต่อรุ่นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัย ผลลัพธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ช่วงเวลาผลิตภัณฑ์ของเพียร์สัน บ่งชี้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกที่สำคัญระหว่างความคิดสร้างสรรค์ เชิงอัตนัยกับระดับย่อยของความสนใจ/ความเพลิดเพลิน การรับรู้ความสามารถ และการรับรู้ทางเลือกที่รับรู้ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัยกับแรงกดดัน/ความตึง

เครียด โดยรวมแล้ว ตัวแปรความสนใจ/ความเพลิดเพลิน การรับรู้ความสามารถ การรับรู้ทางเลือก และความกดดัน/ความตึงเครียดมีนัยสำคัญ และคิดเป็น 9% ของความผันแปรในความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัย อย่างไรก็ตาม ผลของการวิเคราะห์ความพอประมาณไม่มีนัยสำคัญสำหรับตัวแปรอิสระความสนใจ/ความเพลิดเพลิน การรับรู้ความสามารถ และการรับรู้ทางเลือก ดังนั้นกลุ่มคนรุ่นต่อรุ่นเท่านั้นที่ลดความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดดัน/ความตึงเครียดและความคิดสร้างสรรค์เชิงอัตนัยอย่างมีนัยสำคัญ

M Kholil (2018, p. 6) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้ตามปัญหาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ที่ถูกต้องผ่านแบบจำลอง PBL เพื่อปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เครื่องมือการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาตามแบบจำลอง 4 มิติ ที่หมายถึง กำหนด ออกแบบ พัฒนา และเผยแพร่ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เน้นเฉพาะสามขั้นตอนแรกเท่านั้น ผลการวิจัยพบว่าเครื่องมือการเรียนรู้ผ่านระบบ PBL แบบจำลองในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตรงตามเกณฑ์ความถูกต้อง โดยได้คะแนน 4.13 (คะแนนสูง)

Ahmad Ibrahim Affaneh (2018, p. 38) ได้ศึกษาเรื่อง ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในช่วงที่มีการทดสอบการแข่งขัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีการทดสอบการแข่งขัน โดยใช้ครูจาก 2 เขตการศึกษา การวิจัยนี้ศึกษาการเรียนการสอนของนักเรียนและการทดสอบการแข่งขัน เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียน ผลวิเคราะห์ของการศึกษากิจกรรมการสอนที่แตกต่างกันของครูภายในโรงเรียนเป็นเวลา 1 ปี ช่วยกำหนดความคิดสร้างสรรค์และกิจกรรมที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ครูผู้สอนมีความเข้าใจความสำคัญ และประโยชน์ของความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ การเจริญเติบโต แรงบันดาลใจ และความเชื่อมั่นของตัวนักเรียน การขาดเวลาและทรัพยากรที่จำเป็นที่มีให้ครูในการใช้ความคิดสร้างสรรค์นั้นเห็นได้ชัดจากผลการวิจัย ครูต้องการทรัพยากรที่จำเป็นเพิ่มเติมรวมถึงกิจกรรมคณิตศาสตร์เชิงสร้างสรรค์และแผนการสอนที่สอดคล้องกับมาตรฐานของรัฐ จะช่วยให้นักเรียนเตรียมความพร้อมสำหรับการทดสอบที่มีการแข่งขันได้ดีขึ้น

Suzanne M. Bilicska (2019, p. 105) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการแสดงละครเชิงสร้างสรรค์ต่อการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ละครสร้างสรรค์เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ผสมผสานการใช้ละคร การแสดงบทบาทสมมติ หรือการแสดงเพื่อช่วยนักเรียนในการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับโลกแห่งความเป็นจริงวิธีนี้อาจเป็นประโยชน์ ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนพยายามถอดรหัสและแก้ปัญหาคำศัพท์ ผ่านการสังเกตในห้องเรียน การวิเคราะห์คะแนน

การดำเนินงานและผลการทดสอบที่ได้มาตรฐาน นักวิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีปัญหา
 กับความสามารถในการแก้โจทย์อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ การนำเสนอ กลยุทธ์
 เพิ่มเติมแก่นักเรียน เช่น การแสดงละครเชิงสร้างสรรค์เพื่อช่วยแก้ปัญหาคำศัพท์อาจให้ขั้นตอน
 และเครื่องมือในการเข้าถึงทักษะได้ดียิ่งขึ้น ในการรวบรวมข้อมูล นักวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสำรวจ Likert
 Scale แบบสอบถามปลายเปิด และครูที่สร้างหลังการประเมิน ดังนั้น จุดประสงค์ของการศึกษานี้
 คือการนำการแสดงละครเชิงสร้างสรรค์มาใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
 เพื่อกำหนดขอบเขต ซึ่งช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหาคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากดำเนินการ
 การศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนใช้กลยุทธ์ของการแสดงละครเชิงสร้างสรรค์
 เพื่อแก้ปัญหาคำศัพท์ทำให้แก้ปัญหาลงใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนพบว่าแนวทางนี้สนุก
 และแสดงความสนใจที่จะนำไปใช้ต่อไป สุดท้ายนี้การแสดงละครเชิงสร้างสรรค์อาจเป็นกลยุทธ์
 ที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน ปัญหาคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ แต่ควรใช้
 ร่วมกับวิธี อื่น ๆ

Mohammed Sholan (2019, p. 80) ได้ศึกษาเรื่อง แนวปฏิบัติการสอนเชิงสร้างสรรค์
 สำหรับครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาซาอุดีอาระเบีย จุดประสงค์ของการศึกษานี้
 คือ เพื่อวิเคราะห์แนวทางปฏิบัติของการสอนเชิงนวัตกรรมที่ครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
 นำมาใช้ในเขต Jazan ของซาอุดีอาระเบีย นักวิจัยครั้งนี้พยายามที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ต่าง ๆ
 ที่ครูคณิตศาสตร์นำไปใช้ในขณะที่ยังแนะนำนักเรียนในบทเรียนคณิตศาสตร์ รวมถึงความท้าทายที่พวกเขา
 เผชิญในแต่ละวันผ่านการออกแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ ข้อสังเกตส่วนตัวและความคิดเห็นของครู
 คณิตศาสตร์เหล่านี้เกี่ยวกับแนวคิดของการสอนอย่างสร้างสรรค์ในบทเรียนคณิตศาสตร์
 และข้อเสนอแนะที่ผู้กำหนดนโยบายด้านการศึกษาสามารถทำได้เพื่อปรับปรุงพื้นที่การศึกษารั้งนี้
 ก็เช่นกัน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูคณิตศาสตร์ 40 คน ที่ใช้เทคนิคการสอนอย่างสร้างสรรค์
 ใน Jazan การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ถูกใช้เพื่อรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่านักการศึกษา
 คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาใน Jazan มีความรู้ และความตระหนักเกี่ยวกับวิธีการสอนผู้เรียน
 ระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับนโยบายกระทรวงศึกษาธิการ
 ด้านนักเรียน โรงเรียน ครูผู้สอน นวัตกรรมการสอน เทคนิคทางคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์
 เป็นวิชาหลัก นอกจากนี้ ผลลัพธ์ยังให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติที่สร้างสรรค์
 ซึ่งนักการศึกษาคณิตศาสตร์ของซาอุดีอาระเบียใช้ในโรงเรียนประถมศึกษาโดยทำหน้าที่เป็นโครงร่าง
 สำหรับการพัฒนาการเตรียมความพร้อมของครูคณิตศาสตร์และความก้าวหน้าทางวิชาชีพ
 ในการฝึกสอนที่ชาญฉลาด การศึกษาระบุว่าขณะนี้ครูกำลังใช้เทคนิคที่เป็นนวัตกรรมต่าง ๆ
 เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

Anastasiya Shchetynska (2020, p. 82) ได้ศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ตามโครงการสำหรับนักเรียน ความสำเร็จทางเรขาคณิต และความคิดสร้างสรรค์ภายในความต้องการของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบของการเรียนรู้ตามโครงการ (PBL) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและในเรขาคณิตใช้การออกแบบการวิจัยแบบผสมผสาน คะแนนประเมินผลรวมทั่วไปของนักเรียนก่อนและหลังการสอนผ่าน PBL คือ เปรียบเทียบคะแนนการประเมินสรุปทั่วไปและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหนึ่งที่สอนผ่าน PBL และอีกกลุ่มหนึ่งโดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม ผลกระทบของ PBL ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่าน Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) มีการประเมินมาตรการก่อนและหลังการทดสอบ การวิเคราะห์ทางสถิติการทดสอบ t ถูกนำมาใช้เพื่อการเปรียบเทียบ มีการสอบถามเชิงคุณภาพเพื่อวิเคราะห์งานสร้างสรรค์ของนักเรียนในห้องเรียนเรขาคณิตผ่านตัวอย่างและรูปภาพงานของนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจว่าวิธี PBL ส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างไร Wiggins's (2012) ใช้รูปrik “สร้างสรรค์” ผลลัพธ์เชิงปริมาณบ่งชี้ว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่สังเกตพบในคะแนนการประเมินก่อนและหลังการทดสอบ โดยที่นักเรียนได้รับการสอนด้วยวิธี PBL ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สังเกตในคะแนนหลังการทดสอบระหว่างวิธีการสอนแบบเดิมและแบบ PBL โครงสร้างความคิดสร้างสรรค์และดัชนีความคิดสร้างสรรค์ที่วัดโดยตัวเลข TTCT แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ความสำคัญยังสามารถสังเกตได้ในวจา TTCT ความคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม และโครงสร้างที่ยืดหยุ่น การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของนักเรียนช่วยให้เข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้นว่าดัชนีความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้นใน TTCT ถูกเปิดเผยผ่านผลิตภัณฑ์ของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างไร นัยสำหรับการปฏิบัติที่เกิดจากการศึกษา คือ โอกาสในการเรียนรู้ทางวิชาชีพต่างๆ ใน PBL สำหรับนักการศึกษา ซึ่งมีทรัพยากร PBL มากขึ้นนำไปใช้และได้มาตรฐาน

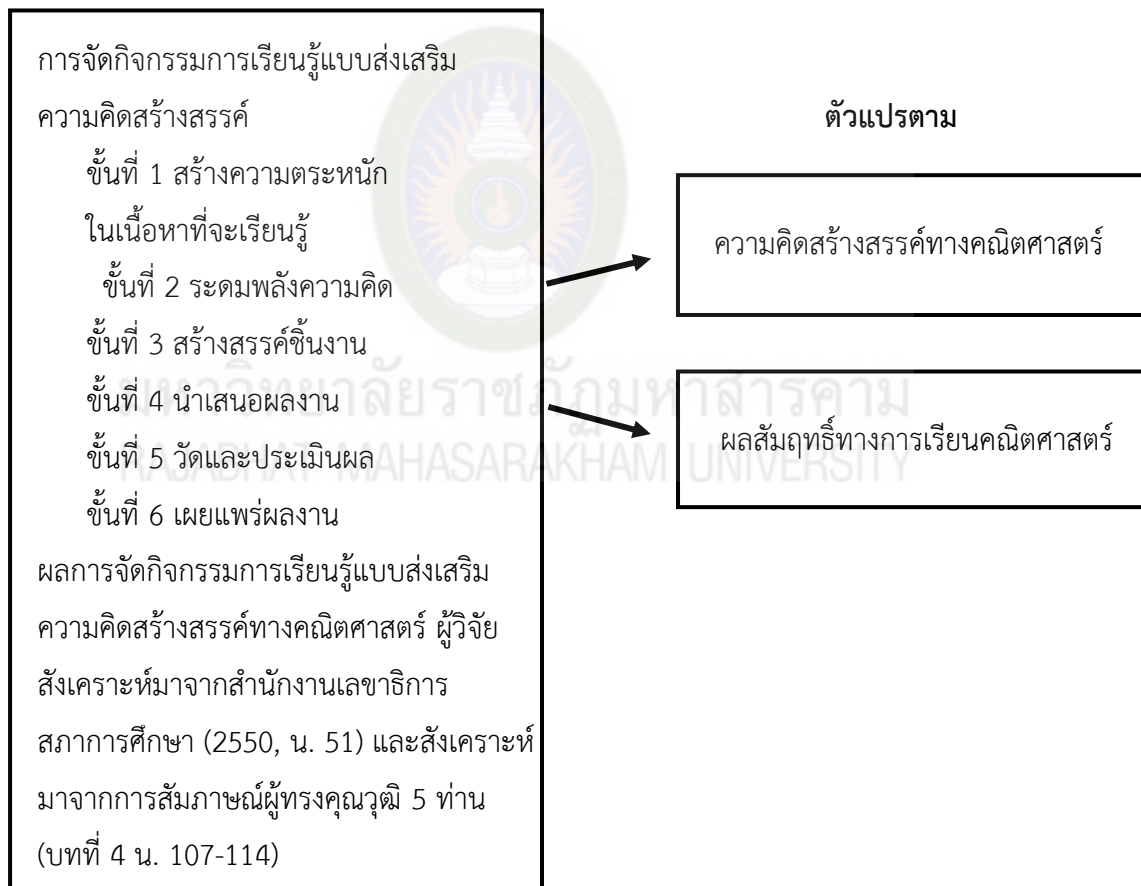
จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริม และพัฒนาขึ้นโดยใช้การจัดการเรียนการสอน เช่น การเรียนรู้ตามโครงการ (PBL) การแสดงละครเชิงสร้างสรรค์ต่อการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดที่หลากหลาย และยังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และได้เรียนรู้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มเพื่อน ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนสนุกสนาน ส่งผลให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ซึ่งการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ครูต้องมีการวางแผนในเรื่องเนื้อหาและกิจกรรมให้ดี รวมถึงเตรียมสื่อการเรียนรู้ให้พร้อม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่ และสนุกสนานกับการเรียนรู้

2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบการวิจัยดังนี้

ตัวแปรอิสระ



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

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

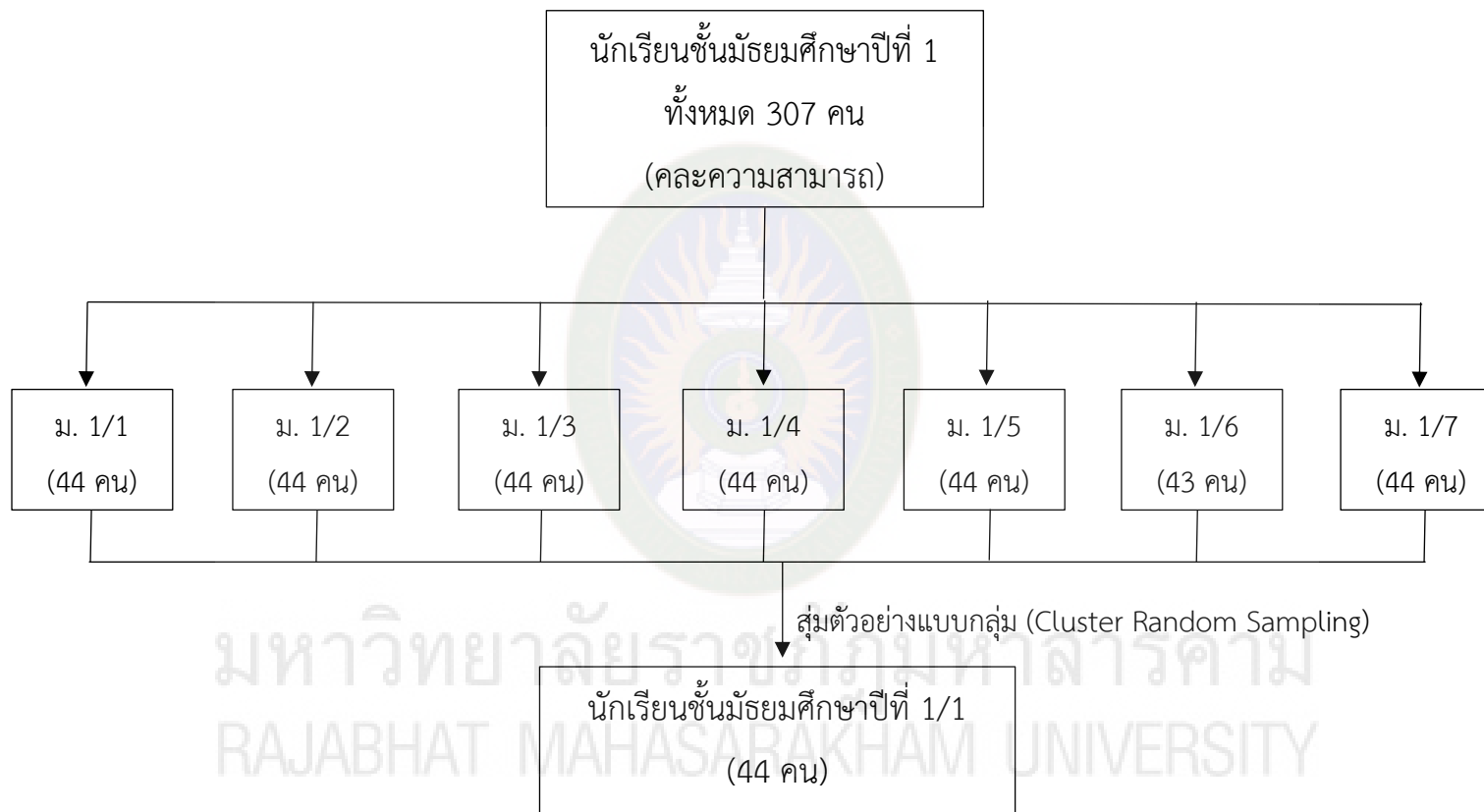
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

โรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีห้องเรียนทั้งหมด จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 423 คน ประกอบด้วย ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 307 คน สายศิลป์-ภาษา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน และห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 72 คน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 307 คน มีการจัดการเรียนการสอนแบบคละความสามารถ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวนนักเรียน 44 คน โรงเรียนกมลาไสย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ดังแสดงตัวอย่างการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว เก็บข้อมูลก่อนเรียนและเก็บข้อมูลหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 142) มีแบบการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว เก็บข้อมูลก่อนและเก็บข้อมูลหลัง (One Group Pretest-Posttest Design)

A	-	-	O ₁	X	O ₂
---	---	---	----------------	---	----------------

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

A หมายถึง แบบการวิจัยเชิงทดลอง

O₁ หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

O₂ หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

X หมายถึง การให้สิ่งทดลอง (Treatment)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.5 แบบวัดความพึงพอใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.4 การสร้างเครื่องมือวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.4.1 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.4.1.2 กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็น สำหรับการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.4.1.3 สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.4.1.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา

2) อาจารย์ ดร.ณิฏฐณาร บรرتها วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (สถิติประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัย และเครื่องมือ

3) คุณครูจรรยา วัลลานนท์ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาโท กศ.ม. หลักสูตรและการสอน ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนกมลาไสย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

- 1) คำถามแต่ละข้อควรมีความกระชับ และชัดเจนขึ้น
- 2) เพิ่มคำถามให้ควบคุมประเด็นที่ต้องการศึกษา
- 3) ควรจัดเรียงลำดับของคำถามในการสัมภาษณ์ให้เหมาะสม

3.4.1.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น -1

3.4.1.6 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) เลือกข้อที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการประเมินพบว่า แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างสอดคล้อง จำนวน 7 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ 7 ข้อคำถาม

3.4.1.7 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้ขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนควรใช้สื่อการสอน หรือแอปพลิเคชันอะไร เพื่อให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนในแต่ละขั้นตอนนี้

3.4.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.4.2.1 ศึกษารายละเอียดของสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.4.2.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ เพื่อทำการวิเคราะห์ และคัดเลือกเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3.4.2.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.2.4 สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน

3.4.2.5 นำข้อมูลจากข้อ 3.4.2.4 มาดำเนินการสังเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน จากนั้นดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ขั้นที่ 5 วัด และประเมินผล ขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน จำนวน 12 แผน ใช้เวลาแผนละ 1 ชั่วโมง

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ วิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	ลักษณะของอัตราส่วน	1
2	การหาอัตราส่วนที่เท่ากัน	1
3	การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน	1
4	การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน	1
5	ลักษณะของสัดส่วน	1
6	การหาสัดส่วน	1
7	การแก้ปัญหาของสัดส่วนตรง	1
8	การแก้ปัญหาของสัดส่วนผกผัน	1
9	ลักษณะของร้อยละ	1
10	การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ	1
11	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	1
12	การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย	1
รวม		12

จากตารางที่ 3.2 พบว่า เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีเนื้อหา ดังนี้ ลักษณะของอัตราส่วน การหาอัตราส่วนที่เท่ากัน การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ลักษณะของสัดส่วน การหาสัดส่วน การแก้ปัญหาของสัดส่วนตรง การแก้ปัญหาของสัดส่วนผกผัน ลักษณะของร้อยละ การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย มีจำนวนชั่วโมงทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.4.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นเสนอ

ต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องปรับปรุงระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

2) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องจัดกิจกรรมให้ครบทุกกิจกรรม และใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียน

3) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องจัดเตรียมสื่อประกอบการสอนให้เพียงพอ และอธิบายขั้นตอนในการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน

4) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ให้กับผู้เรียน ซึ่งสัญญาณ Wifi ต้องมีความเสถียร พร้อมใช้งาน

3.4.2.7 แผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พร้อมกับแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยกำหนดระดับคะแนนความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100) ดังนี้

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.99

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.99

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.99

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

ทั้งหมด 12 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

3.4.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.4.3.2 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและการหาคุณภาพแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.4.3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

3.4.3.4 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ ประกอบด้วย แบบทดสอบความคิดคล้องแคล่วทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ ด้านละ 4 ถึง 5 ข้อ ที่สร้างเพื่อไว้ ซึ่งใช้จริงเพียงด้านละ 2 ถึง 3 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จำนวนแบบทดสอบที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนแบบทดสอบ ที่เลือกใช้ (ข้อ)
ความคิดคล้องแคล่วทางคณิตศาสตร์	4	3
ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์	5	3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เนื้อหา	จำนวนแบบทดสอบที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนแบบทดสอบ ที่เลือกใช้ (ข้อ)
ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์	4	2
ความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์	4	2

จากตารางที่ 3.3 พบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 17 ข้อ โดยแบ่งเป็น ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ

3.4.3.5 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ ที่สร้างขึ้นในข้อ 3.3.2.4 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมในข้อคำถามต่าง ๆ ความชัดเจนด้านภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

- 1) แบบทดสอบความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ควรระบุเวลาในการทำแต่ละข้อให้ชัดเจน
- 2) แบบทดสอบความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ควรระบุในข้อสอบถึงคำตอบว่าให้นักเรียนหาคำตอบกี่แนวคิด
- 3) ความยากของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ควรเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน

3.4.3.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- | | |
|-------------|------------------|
| สอดคล้อง | จะมีคะแนนเป็น +1 |
| ไม่แน่ใจ | จะมีคะแนนเป็น 0 |
| ไม่สอดคล้อง | จะมีคะแนนเป็น -1 |

3.4.3.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการประเมินพบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องทั้ง 17 ข้อ

3.4.3.8 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกมลไสย จำนวน 44 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.4.3.9 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบรายข้อตามสูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 298-311) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบความคิดคล่องแคล่ว ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.43-0.59 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.41-0.55 ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.43-0.59 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23-0.59 ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.50-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.36-0.59 และข้อสอบรายข้อ ของแบบทดสอบความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.39-0.70 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23-0.59 อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว มีทั้งหมด 17 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ 10 ข้อ

3.4.3.10 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 278-298) โดยใช้สัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.802 , 0.821, 0.832 และ 0.886 ตามลำดับ

3.4.3.11 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตามลำดับดังนี้

3.4.4.1 ศึกษาค้นคว้าหนังสือ บทความ หลักการวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

3.4.4.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.4.4.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

เนื้อหา	จำนวนแบบทดสอบที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนแบบทดสอบที่เลือกใช้ (ข้อ)
อัตราส่วน	14	10
สัดส่วน	13	10
ร้อยละ	13	10
รวม	40	30

จากตารางที่ 3.4 พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นเนื้อหาอัตราส่วน จำนวน 14 ข้อ สัดส่วน จำนวน 13 ข้อ และร้อยละ จำนวน 13 ข้อ

3.4.4.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่สร้างขึ้นในข้อ 3.4.4.3 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมในข้อคำถามต่าง ๆ ความชัดเจนด้านภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) ปรับภาษาที่ใช้ในการเขียนในแต่ละข้อคำถามให้มีความชัดเจน อ่าน และเข้าใจง่ายขึ้น

2) ควรออกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

3) ความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ควรเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน

3.4.3.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น -1

3.4.3.6 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดังนี้ ความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการประเมินพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องทั้ง 40 ข้อ

3.4.3.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกมลไสย จำนวน 44 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

3.4.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อตามสูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 298-311) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในช่วง 0.30-0.70 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23-0.55 อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ 30 ข้อ

3.4.3.9 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 278-298) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.819

3.4.3.10 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4.5 แบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.4.5.1 ศึกษาหลักการวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจและเกณฑ์การให้คะแนน

3.4.5.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, น. 160–162) เป็นแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 27 คำถาม ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคอร์ท (Likert) โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51–5.00	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51–4.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.51–3.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.51–2.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00–1.50	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.4.5.3 นำแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาและความครอบคลุมของข้อความ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) ปรับภาษาที่ใช้ในการเขียนในแต่ละข้อคำถามให้มีความชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

2) ปรับข้อคำถามให้ครอบคลุมตามประเด็นที่ต้องการ

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องคอยกำกับนักเรียนทุกคนให้อ่านคำชี้แจงและข้อคำถามอย่างถี่ถ้วนในการทำแบบวัดความพึงพอใจ

3.4.4.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.4.5.5 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดังนี้ ความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) เลือกข้อที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินพบว่า แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องจำนวน 27 คำถาม

3.4.5.6 นำแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนกมลาลัย เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 27 คำถาม

3.4.5.7 นำแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาคได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าระหว่าง 0.23-0.55 ซึ่งแบบวัดทั้ง 27 ข้อ อยู่ในช่วง 0.2-1.00 นั่นคือแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแบบวัด จำนวน 20 ข้อ มากำหนดเป็นแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามนี้ เท่ากับ 0.819

3.4.4.8 นำแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขอนหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.5.2 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสัมภาษณ์กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้ขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.5.3 นำข้อมูลที่ได้จาก 3.5.2 มาดำเนินการสังเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน จากนั้นดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 12 แผน

3.5.4 ขอนหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตผู้เชี่ยวชาญขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยว่าตรงกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.5.5 ขอนหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนกมลาลัย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3.5.6 ติดต่อประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย กำหนดวันเวลาที่จะทำการเก็บข้อมูล

3.5.7 ดำเนินการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คนตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5.8 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.5.8.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ระยะเวลาในการทำ 30 นาที

3.5.8.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ระยะเวลาในการทำ 30 นาที

3.5.8.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ ระยะเวลาในการทำ 20 นาที

3.5.8.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ ระยะเวลาในการทำ 20 นาที

3.5.8.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
0	ไม่สามารถหาคำตอบได้
1	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 1 ข้อ ภายในเวลาที่กำหนด
2	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 2 ข้อ ภายในเวลาที่กำหนด
3	ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง 3 ข้อ ภายในเวลาที่กำหนด

จากตารางที่ 3.5 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ โดยประเมินในเรื่องการหาคำตอบให้ได้หลายข้อภายในเวลาที่กำหนด และสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การให้คะแนนความยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
0	ไม่สามารถหาคำตอบได้
1	สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 1 แนวคิด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
2	สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 2 แนวคิด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
3	สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 3 แนวคิดขึ้นไป และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

จากตารางที่ 3.6 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ โดยประเมินในเรื่องการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาให้ได้หลากหลายแนวคิด และสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
0	ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้และไม่สามารถหาคำตอบได้
1	สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้บางส่วน และไม่สามารถหาคำตอบได้
2	สามารถแก้โจทย์ที่แปลกใหม่ได้บางส่วน และสามารถหาคำตอบได้บางส่วน
3	สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ และสามารถหาคำตอบได้

จากตารางที่ 3.7 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ โดยประเมินในเรื่องการนำความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มาแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้และสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
0	ไม่สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถหาคำตอบได้
1	มีสิ่งบ่งชี้บางอย่างให้เห็นถึงการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถหาคำตอบได้
2	สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดบางส่วน และสามารถหาคำตอบได้บางส่วน
3	สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

จากตารางที่ 3.8 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งเกณฑ์คะแนนออกเป็น 4 ระดับ โดยประเมินในเรื่องการนำความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มาแก้โจทย์ปัญหา และแสดงแนวคิดได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

3.5.9 นำแบบวัดทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5.10 นำแบบวัดความพึงพอใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม และการทดสอบย่อย ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

3.6.2 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้สูตรคำนวณของ Goodman, Fretcher and Schneider (1980, pp. 30-34)

3.6.3 วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Deacription)

3.6.4 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบที (One-Sample t-test)

3.6.5 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบโฮเทลลิงที่สแควร์ (Hotelling's T^2)

3.6.6 วิเคราะห์ความพอใจโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.7.1 สถิติพื้นฐาน

3.7.1.1 ร้อยละ โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 321)

$$(\%) = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-1)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

3.7.1.2 ค่าเฉลี่ย โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 323)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 X_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 325)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-3)$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน คะแนนของคนที่ i
	n	แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.7.2.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถาม โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3-4)$$

เมื่อ	IOC	แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	R	แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
	n	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.7.2.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 299)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})} \quad (3-5)$$

เมื่อ	p	แทน ดัชนีความยาก
	S_H	แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	X_{max}	แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.7.2.3 การวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาอำนาจจำแนกของข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item

Total Correlation) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 303)

$$r_{XY'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (3-6)$$

เมื่อ	$r_{XY'}$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก
	X	แทน	คะแนนรายข้อ
	Y	แทน	คะแนนรวม
	Y'	แทน	คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

3.7.2.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งหมดทำได้จากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) มีสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 288) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (3-7)$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.3.1 วิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร ดังนี้ (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562, น. 53)

$$\text{สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ} \quad E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (3-8)$$

$$\text{สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์} \quad E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (3-9)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.7.3.2 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการของ Goodman, Fretcher and Schneider (1980, pp. 30-34) ในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนสอบทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน})(\text{คะแนนเต็มหลังเรียน}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

3.7.3.3 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One-sample t-test) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562, น. 98)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S / \sqrt{n}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = n - 1 \quad (3-10)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าคงที่หรือเกณฑ์ที่ต้องการเปรียบเทียบ

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.3.4 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบไฮเทลลิงที่สแควร์ (Hotelling's T^2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562, น. 125)

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}]' S^{-1} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2] \quad (3-11)$$

เมื่อ T^2 แทน ค่าสถิติทดสอบ Hotelling's T^2
 n_1 แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม 1
 n_2 แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม 2
 S แทน เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม
 $[\bar{Y}_1 - \bar{Y}]'$ แทน เวกเตอร์ความต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่ม 1
 $[\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]$ แทน เวกเตอร์ความต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่ม 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อถ่ายทอดการศึกษา ดังต่อไปนี้

\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ย
n	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$S.D.$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)
E_1	แทน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 70
E_2	แทน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 70
df	แทน ค่าองศาอิสระ (Degree of freedom)
t	แทน สถิติทดสอบ t
F	แทน สถิติทดสอบ F
T^2	แทน สถิติทดสอบไคเทิลถึงที่สแควร์
$p - value$	แทน ค่าระดับนัยสำคัญ

4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 แล้วนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาหาดัชนีประสิทธิผล และศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แล้วนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำไปหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน แล้วนำผลการสัมภาษณ์มาสังเคราะห์เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 51) มีรายละเอียดดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1 ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เนื่องจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 1 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับเวลาแล้วอาจจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ครบทุกขั้นตอน ดังนั้นควรยุบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหลือ 3 ขั้นตอน เช่น ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก และขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด รวมเข้าด้วยกันเป็น ขั้นที่ 1 N-need ขั้นริเริ่ม เป็นขั้นที่ครูควรกระตุ้นนักเรียนให้มีความคิดริเริ่มทำความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงสร้างความตระหนักให้กับนักเรียนในการคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน และขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน รวมเป็นขั้นตอนที่ 2 O-Operation ขั้นแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเกิดความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และเกิดความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ โดยพยายามให้นักเรียนได้ลงมือแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ ขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล และขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน รวมเป็นขั้นที่ 3

K-Knowledge extension ชั้นขยายความรู้ โดยนักเรียนจะเกิดความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ จากการตรวจสอบผลลัพธ์ที่นักเรียนได้ทำโจทย์จากชั้นที่ 2 O-Operation ชั้นแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำจะมี 3 ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 2 ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่แค่ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว แต่มีเรื่องบรรยากาศในชั้นเรียนด้วย ครูต้องให้นักเรียนมีอิสระในการเลือกประเด็นที่ตัวนักเรียนสนใจ เพราะถ้าครูไปจำกัดประเด็นเนื้อหาเกินไปจะกลายเป็นทำลายความมั่นใจของนักเรียน ถ้านักเรียนรู้สึกว่ามีสิ่งที่ทำอยู่ผิดหรือไม่ถูกต้อง นักเรียนจะไม่กล้าคิดกล้าแสดงออก ดังนั้นถ้าครูต้องการให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สิ่งที่ต้องเตรียม คือ 1) นำเนื้อหาออกมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความบูรณาการ 2) มีสถานการณ์ให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 3) ต้องสร้างบรรยากาศให้เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ เช่น การชี้แจงกติกา ก่อนเรียน ผลงานที่นักเรียนได้ออกแบบไม่ถูกหรือผิดการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของนักเรียน ต้องเป็นไปในทางเชิงบวก เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน เพราะถ้านักเรียนขาดความมั่นใจ ความคิดสร้างสรรค์จะไม่เกิด ดังนั้น เราต้องให้กำลังใจนักเรียนและควรมีคำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดในการออกแบบผลงานของตัวเอง รวมถึงในระหว่างที่นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน ครูไม่ควรเร่งนักเรียนจนเกินไปควรให้เวลานักเรียนได้คิดแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยเสนอมา มี 6 ขั้นตอน ก็สามารถนำไปใช้ได้ แต่อาจจะต้องปรับปรุงโจทย์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มากกว่านี้

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 3 ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เนื่องจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 1 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับเวลาอาจจะจัดกิจกรรมไม่ครบทุกขั้นตอน ดังนั้นควรยุบขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้เหลือ 4 ขั้นตอน เช่น ชั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก ควรทบทวนในเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาก่อน โดยอาจจะเชื่อมโยงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือเชื่อมโยงข่าวสารในปัจจุบันมาประยุกต์เป็นโจทย์ที่ไม่ยากจนเกินไปมาถามให้นักเรียนได้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา และทักษะความคิดสร้างสรรค์ ชั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด จากที่ครูให้นำเสนอโจทย์ปัญหาไปในชั้นที่ 1 จากนั้นนักเรียนก็จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยกันคิดว่ามีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง รวมชั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน และชั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน เป็นชั้นที่ 3 ขั้นตอนออกแบบสร้างสรรค์ วางแผนและแก้ปัญหา ในขั้นนี้การสร้างสรรค์ชิ้นงานอาจจะไม่ใช่ในทางการประดิษฐ์งาน อาจจะเป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้ออกแบบ วางแผนในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ชั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล

และชั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน รวมเป็นชั้นที่ 4 ประเมินทดสอบและสะท้อนผล ซึ่งอาจจะใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานให้นักเรียนได้ฝึกคิดทบทวนในเนื้อหา ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำจะมี 4 ขั้นตอน ที่กล่าวมาข้างต้น

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 4 ให้คำแนะนำในแต่ละขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก ผู้วิจัยสามารถใช้แอปพลิเคชัน หรือโจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ในการสร้างความตระหนักในเนื้อหาได้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด ชั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด ผู้วิจัยสามารถให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ได้ แต่ควรตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน ก่อนที่จะให้นักเรียนไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน ชั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ในที่นี้ผู้วิจัยให้ทำแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม ซึ่งก่อนให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน ครูควรยกตัวอย่าง หรือสอนนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แนวคิด และนำความรู้มาต่อยอดในการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้ ซึ่งโจทย์ในแบบฝึกทักษะและใบกิจกรรมควรออกแบบให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน เช่น โจทย์ในแบบฝึกทักษะในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหาอัตราส่วน ให้นักเรียนเขียนความหมายของอัตราส่วน 20:50 มา 3 ความหมาย โดยให้เวลาในการทำ 3 นาที ซึ่งผู้วิจัยใช้ตัวเลขที่เยอะจนเกินไป ควรปรับตัวเลขให้น้อยลงเพื่อความเหมาะสม ชั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ครูควรให้นักเรียนได้สรุปสาระสำคัญก่อน และครูรวบรวมเอาแนวคิดของนักเรียนแต่ละคนมาสรุป โดยรวมอีกที ชั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล ครูต้องมีแบบประเมินนักเรียนทั้งงานเดี่ยว และงานกลุ่มว่าจะวัดและประเมินในด้านอะไรบ้าง ชั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน เนื่องจากสถานการณ์ปัจจุบัน มีโรคแพร่ระบาดโควิด (Covid-19) ซึ่งการนำผลงานนักเรียนมาจัดบอร์ดอาจจะทำได้ยาก เนื่องจากนักเรียนอาจจะไม่ได้มาโรงเรียน ดังนั้นอาจจะปรับเปลี่ยนให้นักเรียนนำผลงานของตนเองมาสะสมเป็นแฟ้มผลงานแทน นอกจากนี้ในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ครูควรใส่แนวทางของคำตอบลงในแต่ละคำถาม หรือโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยถามด้วย

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 5 ให้คำแนะนำในแต่ละขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก ผู้วิจัยสามารถนำแอปพลิเคชัน Kahoot และแอปพลิเคชัน Baamboozle มาทบทวนความรู้นักเรียนได้ นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอให้นำเอาโจทย์ปัญหามาถามนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ชั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด ผู้วิจัยสามารถนำใบความรู้มาให้นักเรียนได้ช่วยกันศึกษาได้ ชั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยสามารถนำแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม มาให้นักเรียนทำได้ แต่ผู้วิจัยควรทำพร้อมจับเวลาก่อนว่าทำทันไหม และควรให้เวลานักเรียนในการทำเป็น 2 เท่าของเวลาที่ผู้วิจัยทำ เนื่องจากนักเรียนจะทำช้ากว่าผู้วิจัย

ชั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ผู้วิจัยสามารถให้นักเรียนมานำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ ชั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล นอกจากนี้ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชัน Quizizz มาประยุกต์ในการวัดและประเมินด้วยสถานการณ์ Covid – 19 ผู้วิจัยอาจจะนำแอปพลิเคชัน Kahoot หรือ Google form มาวัดและประเมินผลได้ แต่ควรกำหนดเวลาในการทำข้อสอบด้วย ซึ่งผู้วิจัยควรทำข้อสอบพร้อมจับเวลา ก่อนว่าทำทันไหม และควรให้เวลานักเรียนในการทำเป็น 2 เท่าของเวลาที่ผู้วิจัยทำ เนื่องจากนักเรียนจะทำช้ากว่าผู้วิจัยชั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนนำผลงานมาจัดบอร์ดหรือทำโปสเตอร์ออนไลน์ อีกแนวทางที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอ คือ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยอาจจะจัดสถานที่ให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานของนักเรียน เพื่อให้เพื่อน ๆ จากห้องเรียนอื่น ๆ รวมถึงคุณครูสายชั้นอื่นได้ร่วมรับชมผลงานนักเรียนด้วย

จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด ชั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ชั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ชั้นที่ 5 วัดและประเมินผล และชั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน รวมถึงได้เพิ่มรายละเอียดตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำไว้มีดังนี้ ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันในการเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ หรือนำคำถามไปสร้างเป็นเกมเพื่อดึงดูดให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ควรสร้างบรรยากาศให้เหมาะแก่การเรียนรู้ ครูผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนโดยการเตรียมอุปกรณ์สำหรับในการทำงานให้พร้อมคอยแนะนำนักเรียนเมื่อเจอปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเต็มที่ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานไม่ควรเร่งนักเรียนเกินไปควรให้เวลานักเรียนในการคิดอย่างเต็มที่ เมื่อนักเรียนนำเสนอผลงาน ครูควรสรุปเนื้อหาอีกรอบ และเสริมในเนื้อหาบางส่วนที่ขาดหายไปให้สมบูรณ์ และในส่วนการวัดและประเมินผลได้นำแอปพลิเคชัน Quizizz เข้ามาประยุกต์เพื่อให้นักเรียนได้สนุกในการเล่นและตอบคำถาม รวมถึงชั้นเผยแพร่ผลงานนักเรียนได้นำผลงานของตัวเองเก็บไว้ในแฟ้มงานสะสมผลงาน เพื่อให้ผู้ปกครอง เพื่อน และครูได้ชื่นชมผลงานของตัวนักเรียนเอง

จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อมูลมาสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ	สรุปการสังเคราะห์จัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก	1.1 ใช้เกมที่สร้างจากแอปพลิเคชัน Kahoot และ Baamboozle ในการกระตุ้น และสร้างความสนใจของผู้เรียน 1.2 ใช้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือข่าวสารปัจจุบัน ในการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดจินตนาการ และเตรียมพร้อมที่จะเข้าสู่เนื้อหาที่เรียนรู้	ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก ในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ 1.1 แอปพลิเคชัน Kahoot หรือแอปพลิเคชัน Baamboozle 1.2 โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวัน
ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด	2.1 ใช้ใบความรู้หรือใบกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา 2.2 ครูยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียน ได้แนวทางในการค้นหาคำตอบ 2.3 ใช้คำถามเพื่อกระตุ้น หรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด 2.1 ใบความรู้ 2.2 คำถาม
ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน	3.1 ครูให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือใบกิจกรรม อาจจะให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มขึ้นอยู่กับงานว่ามีความซับซ้อน มากหรือน้อยเพียงไหน 3.2 ใ้เวลานักเรียนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเต็มที่ 3.3 สร้างบรรยากาศให้เหมาะแก่การเรียนรู้	ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน 3.1 ทำแบบฝึกทักษะ หรือใบกิจกรรม

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ	สรุปการสังเคราะห์จัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน</p>	<p>4.1 ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานของตนเอง</p> <p>4.2 ครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นผลงานจากการนำเสนอของผู้อื่น</p> <p>4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญในเรื่องที่เรียน โดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปก่อน หลังจากนั้นครูคอยเสริมในเนื้อหาที่ขาดหายไป เพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น</p>	<p>ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.1 นักเรียนนำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 ครูและเพื่อน ๆ ร่วมแสดงความคิดเห็น</p> <p>4.4 สรุปสาระสำคัญ</p>
<p>ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล</p>	<p>5.1 วัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยครูจะประเมินจากแบบฝึกทักษะและใบกิจกรรม ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน</p> <p>5.2 วัดและประเมินผลจากการตอบคำถามตามเวลาที่กำหนด โดยตอบคำถามจากแอปพลิเคชัน Quizizz ที่ครูสร้างขึ้น</p> <p>5.3 วัดและประเมินผลจากการตอบคำถามใน Google form ที่ครูสร้างขึ้น</p>	<p>ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล</p> <p>5.1 แอปพลิเคชัน Quizizz</p> <p>5.2 แบบฝึกทักษะหรือใบกิจกรรม</p>
<p>ขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน</p>	<p>6.1 ผลงานของนักเรียนทุกคนทุกกลุ่ม ได้นำไปเผยแพร่ในรูปแบบแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน เพื่อให้เพื่อน ผู้ปกครอง และบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ชื่นชมผลงาน</p> <p>6.2 ให้นักเรียนเผยแพร่ผลงานในรูปแบบการจัดบอร์ดในห้องเรียน</p> <p>6.3 ให้นักเรียนเผยแพร่ผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ออนไลน์</p> <p>6.4 จัดสถานที่ให้นักเรียนได้นำเสนอผลงาน เพื่อให้ครู และเพื่อน ๆ ได้รับชม</p>	<p>ขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน</p> <p>6.1 แฟ้มสะสมผลงาน</p>

จากตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น เกมจากแอปพลิเคชัน โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือข่าวสารปัจจุบัน เพื่อทบทวน กระตุ้น และเร้าความสนใจของผู้เรียน ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด เป็นการดึงศักยภาพของนักเรียนทุกคนให้สามารถค้นหาคำตอบ และมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นงาน รวมถึงมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ คิดหาคำตอบจากขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด จากนั้นผู้เรียนจะเกิดจินตนาการ หรือมีแนวคิดในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนสำคัญที่นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานของตนเอง ครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยวัดและประเมินจากแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม รวมถึงโจทย์ในแอปพลิเคชัน Quizizz และขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน ให้นักเรียนนำผลงานของตนเองเผยแพร่ในรูปแบบแฟ้มสะสมผลงาน เพื่อให้ผู้ปกครอง ครู และเพื่อน ๆ ได้ชื่นชมผลงานของตัวนักเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งในส่วนสาระสำคัญ เนื้อหาสาระ การจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน รวมถึงการวัดผลและการประเมินผล การเรียนการสอน การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวนทั้งหมด 12 แผน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนำคะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และทดสอบย่อย รวมถึงนำคะแนนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้ คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

	E_1			รวม (100)	ทดสอบ หลังเรียน (30) E_2
	ใบกิจกรรม (21)	แบบฝึกทักษะ (21)	ทดสอบย่อย (58)		
\bar{x}	17.05	16.48	47.77	81.30	24.98
S.D.	2.09	1.97	6.18	6.97	4.85
ร้อยละ	81.17	78.46	82.37	81.30	83.26
(E_1 / E_2) เท่ากับ 81.30/83.26					

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และทดสอบย่อย เท่ากับ 17.05, 16.48 และ 47.77 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 81.17, 78.46 และ 82.37 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 81.30 นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.30 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 24.98 คิดเป็นร้อยละ 83.26 นั่นคือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.26 ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.30/83.26 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล และขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.26 นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.30/83.26 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ผู้วิจัยได้ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำอีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมมาดำเนินการแปลผลให้อยู่ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ รวมถึงหาดัชนีประสิทธิผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำอีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลมาพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ การคิดวิเคราะห์โดยใช้ความถี่ และร้อยละ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แปลความหมาย	ความถี่	ร้อยละ
ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	-	-
	ปานกลาง	21	47.73
	ต่ำ	23	52.27
หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	37	84.09
	ปานกลาง	5	11.36
	ต่ำ	2	4.55

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง มีความถี่ และร้อยละ เท่ากับ 21 และ 47.73 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำ มีความถี่ และร้อยละ เท่ากับ 23 และ 52.27 ตามลำดับ ระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีความถี่ และร้อยละ เท่ากับ 37 และ 84.09 อยู่ในระดับปานกลาง มีความถี่ และร้อยละ เท่ากับ 5 และ 11.36 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำ มีความถี่และร้อยละ เท่ากับ 2 และ 4.55 ตามลำดับ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำอีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลมาหาดัชนีประสิทธิผล มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลดัชนีประสิทธิผลแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลของผลรวมคะแนนของนักเรียนทุกคนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงค่าดัชนีประสิทธิผล มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลดัชนีประสิทธิผลแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนนของนักเรียนทุกคน		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
44	30	406	1099	0.7582

จากตาราง 4.4 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.7582 ร้อยละ 75.82 แสดงว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 75.82

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับต่ำ มีความถี่และร้อยละ เท่ากับ 23 และ 52.27 ตามลำดับ และระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับสูง มีความถี่และร้อยละ เท่ากับ 37 และ 84.09

ตามลำดับ รวมถึงดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.7582 ร้อยละ 75.82

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาดำเนินการวิเคราะห์ผลการศึกษ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โดยใช้ความถี่ และร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	แปลความหมาย	ความถี่	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.
ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	0	-	-	-
	ปานกลาง	12	27.27	12.50	1.24
	ต่ำ	32	72.72	3.69	2.92
หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	27	61.36	27.19	1.63
	ปานกลาง	13	29.55	19.31	0.95
	ต่ำ	4	9.09	8.75	1.09

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 12.50 และ 1.24 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.69 และ 2.92 ตามลำดับ และระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 27.19 และ 1.63 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 19.31 และ 0.95 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.75 และ 1.09 ตามลำดับ

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำ จากนั้นนำคะแนนมาพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน คือ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละด้านจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยรายด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาแบ่งระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ การวิเคราะห์ที่ใช้ความถี่ และร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน

จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	แปลความหมาย	ความถี่	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.
ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์	สูง	32	72.73	8.63	0.66
	ปานกลาง	12	27.27	5.17	0.83
	ต่ำ	0	0.00	-	-
ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์	สูง	27	61.36	8.60	0.55
	ปานกลาง	14	31.82	5.71	0.61
	ต่ำ	3	6.82	2.33	0.58

(ต่อ)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	แปลความหมาย	ความถี่	ร้อยละ	\bar{X}	<i>S.D.</i>
ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์	สูง	22	50.00	5.73	0.46
	ปานกลาง	15	34.09	3.40	0.63
	ต่ำ	7	15.91	1.57	0.79
ความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์	สูง	19	43.18	5.68	0.58
	ปานกลาง	13	29.55	3.77	0.44
	ต่ำ	12	27.27	1.42	0.80

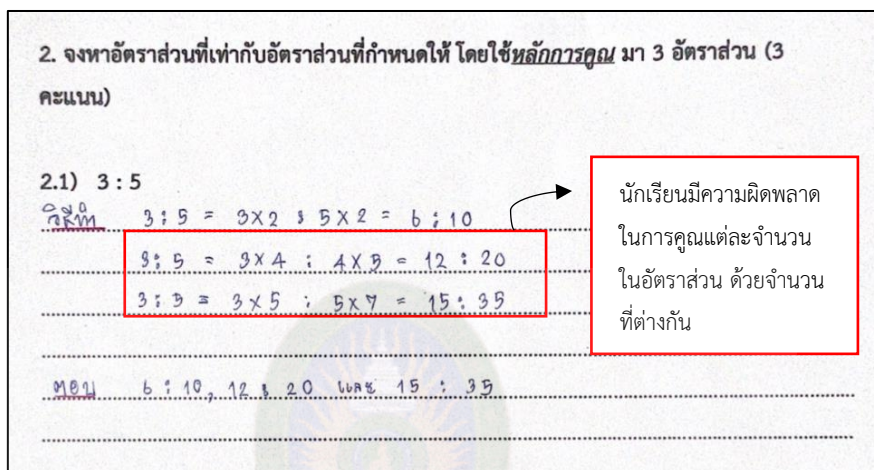
จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความคิดคล่องทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 32 และ 72.73 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลางมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 12 และ 27.27 ตามลำดับ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 27 และ 61.36 ตามลำดับ ระดับปานกลางมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 14 และ 31.82 ตามลำดับ ระดับต่ำมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 3 และ 6.82 ตามลำดับ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 22 และ 50.00 ตามลำดับ ระดับปานกลางมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 15 และ 34.09 ตามลำดับระดับต่ำ มีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 7 และ 15.91 ตามลำดับ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 19 และ 43.18 ตามลำดับ ระดับปานกลางมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 13 และ 29.55 ตามลำดับ ระดับต่ำมีค่าความถี่และค่าร้อยละ เท่ากับ 12 และ 27.27 ตามลำดับ

ตัวอย่างงานเขียนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานเขียนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยลำดับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับต่ำก่อนจัดกิจกรรม หลังการจัดกิจกรรมพัฒนาสู่ระดับปานกลาง ระดับปานกลางก่อนจัดกิจกรรม หลังการจัดกิจกรรมพัฒนาสู่ระดับสูง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นพิจารณางานเขียนของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับต่ำ ซึ่งด้านที่นำมาเสนอคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำก่อนเรียน

จากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำก่อนเรียน พบว่า การหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้โดยใช้หลักการคูณ ทำได้โดยคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งจำนวนแรกที่นักเรียนนำมาคูณเพื่อหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับ 3:5 คือ 2 จะได้ $3:5 = 3 \times 2 : 5 \times 2 = 6:10$ ถูกต้อง แต่แนวคิดหรือจำนวนที่ 2 และ 3 ที่นำมาคูณเพื่อหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วน 3:2 นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เนื่องจากนักเรียนคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนด้วยจำนวนที่ต่างกััน ดังนั้นนักเรียนสามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 1 แนวคิด

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นพิจารณางานเขียนของนักเรียนในระดับต่ำหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาเป็นระดับปานกลาง ซึ่งด้านที่นำมาเสนอคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาเป็นระดับปานกลาง มีรายละเอียดดังภาพที่ 4.2

2. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ โดยใช้หลักการคูณ มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

2.1) 3 : 5

วิธีทำ $3 : 5 = 3 \times 3 : 5 \times 3 = 9 : 15$

$3 : 5 = 3 \times 4 : 5 \times 4 = 12 : 20$

$3 : 5 = 3 \times 6 : 5 \times 6 = 16 : 30$

ดังนั้น อัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน 3 : 5 คือ 9 : 15, 12 : 20 และ 16 : 30

ตอบ 9 : 15, 12 : 20 และ 16 : 30

นักเรียนมีความผิดพลาดในการคำนวณ เนื่องจาก $3 \times 6 = 18$

ภาพที่ 4.2 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำหลังเรียนพัฒนาเป็นระดับปานกลาง

จากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำหลังเรียนพัฒนาเป็นระดับปานกลาง พบว่า การหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้โดยใช้หลักการคูณทำได้โดยคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งจำนวนที่นักเรียนนำมาคูณเพื่อหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับ 3:5 ในแนวคิดที่ 3 คือ 6 แต่นักเรียนมีความผิดพลาดทางด้านการคำนวณ คือ $3:5 = 3 \times 6 : 5 \times 6 = 16:30$ ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจาก $3 \times 6 = 18$ ทำให้สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 2 แนวคิด

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นพิจารณางานเขียนของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับปานกลางซึ่งด้านที่นำมาเสนอคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังภาพที่ 4.3

2. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ โดยใช้หลักการคูณ มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

2.1) 3 : 5

วิธีทำ $3:5 = 3 \times 2 : 5 \times 2 = 6:10$

$3:5 = 3 \times 8 : 5 \times 8 = 16:40$

$3:5 = 3 \times 9 : 5 \times 9 = 27:45$

ตอบ 6:10, 16:40 และ 27:45

นักเรียนมีความผิดพลาดในการคำนวณ เนื่องจาก $3 \times 8 = 24$

ภาพที่ 4.3 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง ก่อนเรียน

จากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางก่อนเรียน พบว่าการหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้โดยใช้หลักการคูณ ทำได้โดยคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งจำนวนที่นักเรียนนำมาคูณเพื่อหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับ 3:5 ในแนวคิดที่ 2 คือ 8 แต่นักเรียนมีความผิดพลาดทางด้านการคำนวณ คือ $3:5 = 3 \times 8 : 5 \times 8 = 16:40$ ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจาก $3 \times 8 = 24$ ทำให้สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 2 แนวคิด

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นพิจารณางานเขียนของนักเรียนในระดับปานกลางหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาเป็นระดับสูง ซึ่งด้านที่นำมาเสนอคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาเป็นระดับสูง มีรายละเอียดดังภาพที่ 4.4

2. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ โดยใช้หลักการคูณ มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

2.1) 3 : 5

วิธีทำ $3:5 = 3 \times 2 : 5 \times 2 = 6:10$

$3:5 = 3 \times 3 : 5 \times 3 = 9:15$

$3:5 = 3 \times 4 : 5 \times 4 = 12:20$

ดังนั้น อัตราส่วนอีก 3 อัตราส่วนที่เท่ากัน

อัตราส่วน 3:5 คือ 6:10, 9:15 และ 12:20

ตอบ 6:10, 9:15 และ 12:20

ภาพที่ 4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง หลังเรียนพัฒนาเป็นระดับสูง

จากผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางหลังเรียนพัฒนาเป็นระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้ 3 แนวคิด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์โดยใช้ความถี่ และร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แปลความหมาย	ความถี่	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.
ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	0	-	-	-
	ปานกลาง	21	47.73	13.10	1.92
	ต่ำ	23	52.27	5.70	2.46
หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	สูง	37	84.09	26.78	1.80
	ปานกลาง	5	11.36	18.00	2.12
	ต่ำ	2	4.55	9.00	1.41

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 13.10 และ 1.92 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.70 และ 2.46 ตามลำดับ และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 26.78 และ 1.80 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 18.00 และ 2.12 ตามลำดับ อยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 9.00 และ 1.41 ตามลำดับ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.69 และ 2.92 ตามลำดับ และระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 27.19 และ 1.63 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความคิดคลองทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าความถี่และร้อยละ เท่ากับ 32 และ 72.73 ตามลำดับ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าความถี่และร้อยละ เท่ากับ 27 และ 61.36 ตามลำดับ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าความถี่และร้อยละ เท่ากับ 22 และ 50.00 ตามลำดับ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีค่าความถี่และร้อยละ เท่ากับ 19 และ 43.18 ตามลำดับ และจากงานเขียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง สามารถคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีการวางแผนขั้นตอนในการทำ โดยการทำข้อที่ตัวเองทำได้ก่อน จึงสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด และสรุปคำตอบได้ครบถ้วน นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนมีความผิดพลาดในการคำนวณ และยังไม่แม่นยำในเนื้อหาคณิตศาสตร์บางเรื่อง ส่งผลให้หาคำตอบได้บางส่วน และนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาให้สำเร็จได้ และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 13.10 และ 1.92 ตามลำดับ และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 26.78 และ 1.80 ตามลำดับ

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำทดสอบ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t-test (One simple t-test) มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	<i>n</i>	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p – value</i>
กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	44	23.182	6.001	43	2.412	0.020

* *p – value* < .05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.182 ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t-test (One simple t-test) มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	<i>n</i>	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p – value</i>
กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	44	24.977	4.849	43	5.441	0.000

* *p – value* < .05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 24.977 ร้อยละ 83.26 ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีเยี่ยม

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ผลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเฉลี่ย 23.182 คิดเป็นร้อยละ 77.273 ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ย 24.977 คิดเป็นคะแนนร้อยละ 83.26 ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ตอนที่ 5 ผลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมมาดำเนินการเปรียบเทียบเพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยนำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมมาวิเคราะห์เพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรม มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้สถิติการทดสอบไคเทิลลิงที่สแควร์ (Hotelling's T^2) มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสถิติทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Multivariate Tests ^a						
Effect		Value	<i>F</i>	<i>Hypothesis df</i>	<i>Error df</i>	<i>p – value</i>
Intercept	Pillai's Trace	.950	801.851 ^b	2.000	85.000	.000
	Wilks' Lambda	.050	801.851 ^b	2.000	85.000	.000
	Hotelling's Trace	18.867	801.851 ^b	2.000	85.000	.000
	Roy's Largest Root	18.867	801.851 ^b	2.000	85.000	.000
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	Pillai's Trace	.820	193.402 ^b	2.000	85.000	.000
	Wilks' Lambda	.180	193.402 ^b	2.000	85.000	.000
	Hotelling's Trace	4.551	193.402 ^b	2.000	85.000	.000
	Roy's Largest Root	4.551	193.402 ^b	2.000	85.000	.000

a. Design: Intercept + แผน

b. Exact statistic

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้สถิติการทดสอบไฮเทลลิ่งที่สแควร์ (Hotelling's T²) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจเพื่อวัดความรู้สึกรู้สึกนึกคิด หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนทำ จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำคะแนนไปแปลผลระดับความพึงพอใจ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ฉันชอบกิจกรรมชั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้	4.66	0.71	ระดับมากที่สุด
2. ฉันชอบกิจกรรมชั้นระดมพลังความคิด	4.68	0.64	ระดับมากที่สุด
3. ฉันชอบกิจกรรมชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน	4.48	0.63	ระดับมาก
4. ฉันชอบกิจกรรมชั้นนำเสนอผลงาน	4.64	0.69	ระดับมากที่สุด
5. ฉันชอบกิจกรรมชั้นวัด/ประเมินผล	4.75	0.44	ระดับมากที่สุด
6. ฉันชอบกิจกรรมชั้นเผยแพร่ผลงาน	4.66	0.64	ระดับมากที่สุด
7. ฉันสนุกกับการทำงานร่วมกันทั้งงานกลุ่มและรายบุคคล	4.61	0.69	ระดับมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
8. ฉันชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นหาข้อมูลได้	4.61	0.75	ระดับมากที่สุด
9. ฉันชอบสื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.64	0.72	ระดับมากที่สุด
10. ฉันชอบที่ครูนำแอปพลิเคชันมาช่วยในการวัดและประเมินผล	4.80	0.51	ระดับมากที่สุด
11. ฉันชอบที่ครูนำเนื้อหา ไปประยุกต์เป็นเกมในแอปพลิเคชัน	4.57	0.73	ระดับมากที่สุด
12. ฉันชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูในระหว่างเรียนมากยิ่งขึ้น	4.59	0.69	ระดับมากที่สุด
13. ฉันชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดริเริ่ม	4.36	0.72	ระดับมาก
14. ฉันชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดยืดหยุ่น	4.55	0.73	ระดับมากที่สุด
15. ฉันชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดคล่องแคล่ว	4.73	0.66	ระดับมากที่สุด
16. ฉันชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดละเอียดละออ	4.68	0.60	ระดับมากที่สุด
17. ฉันมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	4.66	0.64	ระดับมากที่สุด
18. ผู้เรียนมีความพึงพอใจในความคิดสร้างสรรค์ของตนเองมากขึ้นแค่ไหนหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	4.57	0.76	ระดับมากที่สุด
19. ฉันชอบกิจกรรมที่ทำให้ตนเองมีจิตสาธารณะในการทำงานเป็นกลุ่ม	4.64	0.75	ระดับมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
20. ฉันชอบกิจกรรมที่ทำให้ตนเองมีวินัย และใฝ่รู้ ในการทำงานจนสำเร็จ	4.39	0.78	ระดับมาก
รวม	4.61	0.67	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 4.50-5.00 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายชื่อนักเรียน มีความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ 3 ลำดับแรก คือ ฉันชอบที่ครูนำแอปพลิเคชันมาช่วยในการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.80 และ 0.51 ตามลำดับ ฉันชอบกิจกรรมชั้นวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.75 และ 0.44 ตามลำดับ และฉันชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.73 และ 0.66 ตามลำดับ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.56 และ 0.67 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 4.50-5.00 นั่นคือ นักเรียนความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.30 คะแนนระหว่างเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม และทดสอบย่อย ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.26 คะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.30/83.26 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.1.2 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.7582 คิดเป็นร้อยละ 75.82 แสดงว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 75.82

5.1.3 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 27.19, S.D. = 1.63$) เมื่อพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า ด้านความคิดคล้องแคล้วทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 8.63, S.D. = 0.66$) ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 8.60, S.D. = 0.55$) ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 5.73, S.D. = 0.46$) และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 5.68, S.D. = 0.58$) รวมถึงการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 26.78, S.D. = 1.80$)

5.1.4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 23.182 คิดเป็นร้อยละ 77.23 อยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 24.977 คิดเป็นร้อยละ 83.26 อยู่ในระดับดีเยี่ยม

5.1.5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 4.50-5.00 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อนักเรียนมีความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ 3 ลำดับแรก คือ ฉันทชอบที่ครูนำแอปพลิเคชันมาช่วยในการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.80, S.D. = 0.51$) รองลงมา คือ ฉันทชอบกิจกรรมขั้นวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.75, S.D. = 0.44$) และฉันทชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดคล้องแคล้ว ($\bar{X} = 4.73, S.D. = 0.66$)

5.2 อภิปรายผล

ในการทําวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ($E_1 / E_2 = 81.30 / 83.26$) ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผน ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน แต่ละขั้นมีการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิดจะมีการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบ และมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นงาน รวมถึงมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในขั้นนี้ครูจะใช้ใบความรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาหรือยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการค้นหาคำตอบ และกระตุ้นหรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยคำถามซึ่งคำถามในขั้นนี้จะให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบโดยใช้เวลาประมาณ 2 นาทีต่อข้อ และครูจะถามคำตอบของนักเรียน ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการกระตุ้นความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถโต้ตอบกับครูได้อย่างรวดเร็ว และมีคำตอบที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้คิดหาคำตอบแล้วจากขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด จากนั้นผู้เรียนจะเกิดจินตนาการ หรือมีแนวคิดในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ซึ่งขั้นที่ 3 ครูจะให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือใบกิจกรรม โดยนักเรียนจะเกิดความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนโดยมีการนำโจทย์ปัญหาไปประยุกต์กับแอปพลิเคชัน Quizizz ให้นักเรียนเข้าไปทำเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ และสนุกในการทำแบบทดสอบย่อย ซึ่งคำถามที่ใช้จะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และให้เวลาในการทำข้อละ 2 นาที ขั้นนี้จะเป็นการกระตุ้นความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และได้มีการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ และได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบกับผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการโดยนำเอาสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาปลายเปิดที่ช่วยปลุกดันให้นักเรียนได้มีโอกาสได้คิดหาวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่หลากหลาย

ตามความสามารถของตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ Bruner (1966, p. 81) ที่มีความเชื่อว่า “การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทั้งนี้โดยมีพื้นฐานอยู่บนประสบการณ์หรือความรู้เดิม” บรูเนอร์เป็นผู้ที่มีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูสามารถช่วยจัดประสบการณ์เพื่อช่วยให้เด็กเกิดความพร้อมได้โดยไม่ต้องรอให้เด็กพร้อมตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการเสียเวลา และยังสอดคล้องกับ Suzanne M. Bilicka (2019, p. 56) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการแสดงละครเชิงสร้างสรรค์ต่อการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ละครสร้างสรรค์เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ผสมผสานการใช้ละคร การแสดงบทบาทสมมติ หรือการแสดงเพื่อช่วยนักเรียนในการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับโลกแห่งความเป็นจริง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนใช้กลยุทธ์ของการแสดงละครเชิงสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา ทำให้แก้ปัญหาและเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังสนุกสนานกับการเรียน สอดคล้องกับ อารมณ์ ใจเที่ยง (2550, น. 76-78) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ยืดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ นักเรียนดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ประสานงาน ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก และช่วยแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรม และเป็นผู้สรุปประเด็นสำคัญ และสอดคล้องกับ เตือนใจ ครองญาติ (2560, น. 84) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน คือ ใช้รูปธรรม, นำปัญหา, พาให้คิด, พิชิตปัญหา, หาหลักเกณฑ์ และเจตนาวิชา มีประสิทธิภาพ 88.11/85.21

5.2.2 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดกิจกรรมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 75.82 ทั้งนี้เนื่องจาก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีการดำเนินการเป็นไปตามระบบขั้นตอน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยคำถาม ซึ่งเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ และใช้แอปพลิเคชัน Kahoot Baamboozle ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และใช้แบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม รวมถึงแอปพลิเคชัน Quizizz ในการประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมที่กล่าวมานอกจากจะให้นักเรียนสนุกสนาน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมแล้วยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน โดยการสังเคราะห์แนวคิดของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 51) รวมถึงสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาสังเคราะห์ สอดคล้องกับ อุมารณ และคณะ (2564, น. 62) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับ Bar Model เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับ Bar Model ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .39, .61 และ .59 ตามลำดับ รวมเฉลี่ยเท่ากับ .054 และสอดคล้องกับ อัษณีย์ แดงดี และคณะ (2555, น. 77) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิผลร้อยละ 65.26

5.2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 27.19, S.D. = 1.63$) และ ($\bar{X} = 26.78, S.D. = 1.80$) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับสูงด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ และด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ คิดเป็น ($\bar{X} = 8.63, S.D. = 0.66$), ($\bar{X} = 8.60, S.D. = 0.55$), ($\bar{X} = 5.73, S.D. = 0.46$) และ ($\bar{X} = 5.68, S.D. = 0.58$) ตามลำดับ นักเรียนที่มีความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากในกิจกรรมนักเรียนได้ฝึกคิดจากคำถามที่ครูถาม และใบความรู้จากขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ และขั้นที่ 2 ขั้นระดมพลังความคิด และแบบฝึกทักษะจากขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน รวมถึงแบบทดสอบย่อยจากแอปพลิเคชัน Quizizz ในขั้นที่ 6 ขั้นวัดและประเมินผล ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทำอย่างต่อเนื่อง รวมถึงนักเรียนมีการวางแผนในการทำโจทย์ โดยทำข้อที่คิดว่าตนเองทำได้ก่อน ซึ่งเป็นการแบ่งเวลาในการทำได้ดี ส่งผลให้เวลาทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด ส่วนนักเรียนที่มีความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง นักเรียนใช้เวลาในการคิดหาคำตอบนานส่งผลให้นักเรียนตอบคำถามไม่ทันและนักเรียนมีความผิดพลาดในด้านการคำนวณ นักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง นักเรียนได้ฝึกคิดจากคำถาม และใบความรู้จากขั้นที่ 1

ชั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ และชั้นที่ 2 ชั้นระดมพลังความคิด รวมถึงแบบฝึกทักษะ ในชั้นที่ 3 ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งเป็นคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป และเป็นคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่มีหลากหลายแนวคิด เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ ได้อย่างอิสระ เน้นแนวทางการคิดมากกว่าคำตอบที่ได้ทำให้นักเรียนได้ฝึก และพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในด้านความคิดยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่อง ส่วนนักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่น ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง นักเรียนตอบคำถามผิดซึ่งเกิดจากยังไม่แม่นในเรื่องวิธีการ หาคำตอบ และมีข้อผิดพลาดจากการคำนวณ และนักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไม่ศึกษาวิธีการทำให้ดี ขาดการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ไม่สามารถ หาคำตอบได้ นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง นักเรียนได้ฝึกคิดจากใบความรู้ ในชั้นที่ 2 ชั้นระดมพลังความคิด และใบกิจกรรมในชั้นที่ 3 ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงานรวมถึงนักเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ จึงสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ มาประยุกต์ เพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ ส่วนนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง นักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบางเรื่อง และยังมีข้อผิดพลาดในเรื่องการคำนวณ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ได้ครบถ้วน นักเรียนที่มีความคิดริเริ่ม ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ นักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ขาดการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ได้ นักเรียนที่มีความคิดละเอียดลออ ทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง นักเรียนได้ฝึกคิดจากใบความรู้จากชั้นที่ 2 ชั้นระดมพลังความคิด และใบกิจกรรมจากชั้นที่ 3 ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งแต่ละกลุ่มได้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิด ในการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม จากนั้นนำแนวคิดมาเขียนอธิบายได้อย่างละเอียดเป็นขั้นตอน ส่วนนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ในคณิตศาสตร์ยังไม่มากพอ และนักเรียนส่วนใหญ่ขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ อย่างต่อเนื่อง และมีข้อผิดพลาดในด้านการคำนวณ และนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ นักเรียนไม่ศึกษาขั้นตอนการหาคำตอบให้ดี ขาดการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ ไม่สามารถหาคำตอบได้ สอดคล้องกับ M Kholil (2020, p. 9) ได้ศึกษา เรื่อง Students' creative thinking skills in solving mathematical logic problem with open-ended approaches ผลการวิจัยพบว่า ระดับทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จำแนกได้ 8.33% ของนักเรียน แบ่งเป็น ระดับความคิดสร้างสรรค์ต่ำ 30.56% ระดับปานกลาง 41.67% ระดับสูง 27.77% จากผลลัพธ์เหล่านี้ ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในระดับปานกลาง หมายความว่า แนวทางการใช้คำถามปลายเปิดสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับ M Iqbal, et al. (2021, p. 5) ได้ศึกษาเรื่อง The development of learning instruments through the problem based

learning model to enhance students' creativity พบว่า เครื่องมือการเรียนรู้ผ่านแบบจำลอง PBL ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตรงตามเกณฑ์ความถูกต้อง โดยได้คะแนน 4.13 (มีความเหมาะสมสูง) นอกจากนี้ เครื่องมือการเรียนรู้ที่พัฒนาผ่านโมเดล PBL ในการศึกษา นี้ยังสามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์เพิ่มเติม รวมถึงในระยะเวลาการปฏิบัติจริงและประสิทธิผล สอดคล้องกับ รอฮานี ปูตะ (2561, น. 129) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ พิทวัส ช่างจัด (2562, น. 96) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 57.14 มีความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 12 คน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 26.78, S.D. = 1.80$) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวคิดในการหาคำตอบได้หลากหลายวิธี ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์มาแก้โจทย์ปัญหา ที่แปลกใหม่ได้ รวมถึงความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถแสดงแนวคิด ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างละเอียดและชัดเจน รวมถึงการจัดกิจกรรมส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาส คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีอิสระในการคิด ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาคำตอบ หรือมีแนวทางแก้ปัญหา ได้สำเร็จส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี สอดคล้องกับกับ Chandrasekaran (2013, p. 125) กล่าวว่า ผลการเรียนของนักเรียนมัธยมปลายมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (ระหว่าง .50 ถึง .70) กับคะแนนการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ Şükran Tok^a, et al. (2015, pp. 14-16) ได้ศึกษา เรื่อง ผลการสอนคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ ต่อคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า การใช้การสอนคณิตศาสตร์ อย่างสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะได้ผลดีในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และสอดคล้องกับสุนทรี หมั่นวาจา (2555, น. 150) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนากิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการวิจัย พบว่า นักเรียน

มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.94 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.4 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีร้อยละ 77.23 ($\bar{X} = 23.18, S.D. = 6.01$) และ 83.26 ($\bar{X} = 24.97, S.D. = 4.84$) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละชั้นตอนนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รวมถึงมีนักเรียนได้แสดงแนวคิดที่หลากหลาย รวมถึงได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของกันและกัน

ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ก่อนเรียนเนื้อหาถัดไปนักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อน จากนั้นขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านใบความรู้ จากนั้นครูจะตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนด้วยคำถาม ซึ่งเป็นคำถามที่ส่งเสริมความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้แนวคิดในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นที่ 3 สร้างสรรค์ชิ้นงาน ครูจะแจกแบบฝึกทักษะ หรือใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำ ในขั้นนี้ครูจะคอยให้คำแนะนำนักเรียนเมื่อนักเรียนเจอปัญหาหรืออุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ได้ หลังจากที่นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานเสร็จ ขั้นต่อไปคือขั้นที่ 4 นำเสนอผลงาน ในขั้นนี้ ครูจะสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงาน ให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปสาระสำคัญ โดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปก่อน แล้วครูจึงนำแนวคิดของนักเรียนแต่ละคนมาสรุปรวมอีกทีพร้อมทั้งเพิ่มเติมในเนื้อหาสาระที่ขาดหายไป ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาไปแล้วในขั้นนี้ครูจะใช้แอปพลิเคชัน Quizizz มาใช้ในการวัดและประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียน โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีเวลาในการทำ 2 นาทีต่อข้อ เพื่อส่งเสริมความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 6 เผยแพร่ผลงาน ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องนำผลงานของตัวเองมาเก็บสะสมในแฟ้มสะสมผลงาน เพื่อจะได้ดูพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ รวมถึงให้ผู้ปกครองเพื่อน และครูผู้สอนได้ชื่นชมผลงานของนักเรียน สอดคล้องกับ Bruner (1966, p. 126) กล่าวว่าในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และ Anastasiya Shchetynska (2020, p. 82) ได้กล่าวว่า การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบของการเรียนรู้ตามโครงงาน (PBL) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและในเรขาคณิตใช้การออกแบบการวิจัยแบบผสมผสาน คะแนนประเมินผลรวมทั่วไปของนักเรียนก่อนและหลังการสอนผ่าน PBL คือ เปรียบเทียบคะแนนการประเมินสรุปทั่วไปและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหนึ่งที่สอนผ่าน PBL และอีกกลุ่มหนึ่งโดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม ผลกระทบของ PBL ต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนผ่าน Torrance Tests of Creative

Thinking (TTCT) มีการประเมินมาตรฐานการก่อนและหลังการทดสอบ การวิเคราะห์ทางสถิติ การทดสอบ t ถูกนำมาใช้เพื่อการเปรียบเทียบมีการสอบถามเชิงคุณภาพเพื่อวิเคราะห์งานสร้างสรรค์ ของนักเรียนในห้องเรียนเรขาคณิตผ่านตัวอย่าง และรูปภาพงานของนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจว่าวิธี PBL ส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ เกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, อ้างอิง ใน อารมณฺ์ เข้มเพ็ชร, 2552, น. 56) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในตัวทุกคนสามารถส่งเสริม และพัฒนาให้สูงขึ้นได้ด้วยการฝึกฝน และการสร้างบรรยากาศ รวมถึงการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริม ความเป็นอิสระในการเรียนรู้ สอดคล้องกับพีริยา พันทะสาร (2553, น. 61) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “เศษส่วน” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน ท่าม่วงวิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ จิตติวัฒน์ ศรีวะบุตร และคณะ (2561, น. 171) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ สูงกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ .01

5.2.5 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด มีความรับผิดชอบ และรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายแนวคิด พร้อมทั้งคิดหาคำตอบ ได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ รวมถึงสามารถนำความรู้มาเขียน อธิบายแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างละเอียด ชัดเจน นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีการนำเนื้อหาไปประยุกต์กับแอปพลิเคชันให้นักเรียนได้ร่วมเล่นกัน นอกจากจะได้ความรู้ ยังทำให้นักเรียนไม่เครียด บรรยากาศในห้องเรียนสนุกสนานและนักเรียนสนใจในการเรียน คณิตศาสตร์มากขึ้น แสดงพฤติกรรมที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นด้วย สอดคล้อง กับ Comfrey (1991, pp. 198-202) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสร้างสรรค์ของมนุษย์ มนุษย์สร้าง มโนคติทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมของการไตร่ตรอง การสนทนา และการแลกเปลี่ยนความหมาย

กันเพื่อใช้ในการจัดระเบียบประสบการณ์และแก้ปัญหา มีการกระตุ้นให้คิดพิจารณา การสะท้อนความคิด และการนำแนวคิดไปใช้ โดยเน้นให้ผู้เรียนร่วมมือกันแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกสนับสนุนส่งเสริมผู้เรียนในการเรียนรู้ จึงส่งผลต่อ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ Ahmad Ibrahim Affaneh (2018, p. 38) กล่าวว่า ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ ในช่วงที่มีการทดสอบการแข่งขัน เพื่อประเมินความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ที่มีการทดสอบการแข่งขัน โดยใช้ครูจาก 2 เขตการศึกษา ในการเรียนการสอน ของนักเรียนและการทดสอบการแข่งขัน เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียน ผลวิเคราะห์ ของการศึกษากิจกรรมการสอนที่แตกต่างกันของครูภายในโรงเรียน ช่วยกำหนดความคิดสร้างสรรค์ และกิจกรรมที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ครูผู้สอนมีความเข้าใจความสำคัญและประโยชน์ ของความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ การเจริญเติบโต แรงบันดาลใจ และความเชื่อมั่นของตัว นักเรียน นอกจากนี้ Takahashi (2004) กล่าวว่า ปัญหาที่มีลักษณะปลายเปิด ทำให้นักเรียนสามารถ นำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างอิสระ สามารถตอบสนองและสนับสนุนได้เป็นอย่างดี เพราะว่ามีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีที่ต่างกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีโอกาที่จะหาคำตอบ ของตนเองได้โดยไม่เหมือนใคร สอดคล้องกับ รัตมณี เสนิกัญจน์ และศันสนีย์ จะสุวรรณ์ (2560, น. 96) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งตรงตามสมมติฐาน ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับ วิริงรอง อุทุม (2560, น. 163) ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.6 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61, S.D. = 0.67$) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ได้พูดคุย แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการศึกษาค้นคว้า ค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง มีสื่ออุปกรณ์ หลากหลาย เตรียมพร้อมให้กับนักเรียนในการที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ รวมถึงในส่วนของด้าน การประเมินความรู้ นักเรียนได้รับการทดสอบที่หลากหลาย เช่น การทำแบบฝึกทักษะ การทำแบบใบงาน รวมถึงการนำแอปพลิเคชัน Quizizz เข้ามาช่วยในการประเมินทำให้ผู้เรียน เกิดความสนุกสนาน ตื่นเต้นที่จะได้ลองคิด ลองทำ ส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้นักเรียนยังได้นำผลงานมาสะสมในแฟ้มสะสมผลงานเพื่อได้พัฒนาการในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของตนเอง และสามารถนำผลงานให้ผู้ปกครองและเพื่อน ๆ ชื่นชมได้ด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับ นิมน้อย แพงปัสสา (2551, น. 75) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และมีความพึงพอใจรายข้ออยู่ในระดับปานกลางถึงระดับมาก และสอดคล้องกับรัตมณี เสนิกาญจน์ และศันสนีย์ จะสุวรรณ์ (2560, น. 97) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.16

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อนำการวิจัยครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูผู้สอนควรนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ให้ครบถ้วน โดยเฉพาะชั้นระดมพลังความคิด ซึ่งเป็นขั้นที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในด้านต่าง ๆ นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานได้มากยิ่งขึ้น

5.3.1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรมีการตรวจสอบความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ ถ้านักเรียนคนใดมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอต้องมีการเพิ่มเติมความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อมที่จะรับข้อมูล และประสบการณ์ใหม่

5.3.1.3 ครูควรจัดเนื้อหาและเวลาให้เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย นักเรียนจึงต้องใช้เวลาในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการขยายการศึกษาไปในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (สายอาชีว) และระดับอุดมศึกษา เพื่อศึกษาว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว ผู้เรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงทักษะด้านอื่น ๆ มากน้อยเพียงใด โดยที่เนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสม สบายการเรียน และหลักสูตรที่สอดคล้องกัน

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.3.2.3 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนหลาย ๆ โรงเรียน เพื่อจะได้ข้อสรุปผลการวิจัยกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กันตารณณ์ ช้องย่า. (2560). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลบุรีราชดาภิเษก จันทบุรี (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2543). สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษณ์ฐ วังสุวรรณ. (2560). การศึกษาความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- คำม่วน สิตปะเสียด. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD และจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จินตนา ศรีวงษา. (2563). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จิรายุส สมานมิตร. (2555). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). นครนายก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน, วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 5(1): 7-20.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฐิติวัฒน์ ศรีวะบุตร. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์, วารสารบัณฑิตศึกษา. 15(71): 171-178.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2540). หลักการสอน. นครสวรรค์: สำนักงานส่งเสริมวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

- ณัฐชินุช จุยกำวงศ์. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ปริญญาการศึกษาดุขฎฐิบัณชิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ณัฐชญา อินพุลวงษ์. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณชิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- दनัย ถนอมจิตร. (2553). การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์ฝ่ายมัธยม จังหวัดเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณชิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตรีเพชร ชัชวงษ์. (2561). การศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลำปลายมาศ (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณชิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นีนน้อย แพงปัสสา. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพุปัญหา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ปริญญาศึกษาศึกษามหาบัณชิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2540). หลักการสอน. นครสวรรค์: สำนักงานส่งเสริมวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2560). สถิติสำหรับการวิจัย *Statistical for Research*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศึกษามหาบัณชิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2534). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อสรรมกรุงเทพ.
- พร้อมพรรณ อุตมสิน. (2544). แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พัทธยากร บุสสยา. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (ปริญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิทวัส ช่างจัด. (2562). *การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนว 5 ปฏิบัติการสอน*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2563). *การเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Creative Learning)*. กรุงเทพฯ: จรัสสนิทวงศ์การพิมพ์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ : 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาพร พงษ์ภูมิกุล. (2555). *คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้, วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*. 6(2): 1-13.
- สุนันท์ เสมานู. (2563). *การศึกษาศามารถทางพหุปัญญาที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (ปริญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สิทธิโชค วรรณสันติกุล. (2548). *จิตวิทยาสังคม: ทฤษฎีและการประยุกต์*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และคณะ. (2453). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด
- รุ่งอรุณ ลีชะวณิชย์. (2555). *คู่มือครูคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์ด้วยเกม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รอฮานี ปูตะ. (2561). *ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์*. (หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภาวี แป้นเรือง. (2446). *แนวทางการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.
- วิรงรอง อุดม. (2560). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2556). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศศิธร โมลา. (2560). *ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อภิชนันท์ พากเพียร. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนของการเรียนรู้ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฝังขั้นบันไดร่วมกับการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

- อรธิตา สว่าง. (2560). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- อุมาภรณ์ บุญกระจ่าง และคณะ. (2564). การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับ Bar Model เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6, *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 18(82): 62-75.
- เดือนใจ ครองญาติ. (2560). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 9(2): 84-96.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา Education Research* (พิมพ์ครั้งที่ 11). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- โกมินทร์ บุญชู. (2560). *การศึกษาการกำกับตนเอง (Self-Regulation) และการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) ที่มีต่อความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- โสภณ นุ่มทอง. (2554). การหาประสิทธิภาพของสื่อ. *วิทยจารย์*. 6(96): 25-28.
- ฤชามน หนาเมธติสกร. (2559). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Ahmad Ibrahim Affaneh. (2018). *The importance of creativity in mathematics education during a Time of high stakes testing*. Indiana University.
- Anastasiya Shchetynska. (2020). *The effectiveness of project-based learning on student Geometry achievement and creativity within the requirements of 21st century Learning*. Gardner-Webb University.
- Anderson, L. W. & Bourke, S. F. (2000). *Assesing affective characteristics in the schools*. (2nded). London : Lawrence Erlbaum Associates.

- Anthony M. Miele. (2014). *The Effects of Number Theory Study on High School Students' Metacognition and Mathematics Attitudes*. Columbia university.
- Asiye Bahtiyar other. (2015). *The Effects of Teaching Mathematics Creatively on Achievement, Attitudes towards, and Mathematics Anxiety* , 23(4) : 1-24.
- Bloom, B.S. (1976). *Taxonomq of educational objactive*. New York: Davi.
- Beetlestone, F. (1998). *Creative children, imaginative teaching*, Buckingham: Open university Press.
- Darryl M. Brown. (2015). *The role of the interaction of intrinsic motivation with Generational cohort on subjective creativity*. Capella University.
- Fisher, R. (1995). *Teaching children to think*. Cheltenham: Stanley Thornes Publishers.
- Girl, T. (1998). *Teaching primary mathematics creatively: Some insights for educators*, *The Mathematics Educator*, 3(1), 38-49.
- Hirsh, R. A. (2010). *Creativity: Cultural capital in the mathematics classroom*, *Creative Education*, 1(3), 154- 161, DOI:10.4236/ce.2010.13024.
- Hodge, J. (2002). *The effect of math anxiety, math self-efficacy, and computer-assisted instruction on the ability of undergraduate nursing students to calculate drug dosages*. West Virginia University Ed.D., West Verginia University, United States.
- Jeffrey, B., Craft, A. (2001). *Creative teaching, teaching creativity and creative learning*. In A. Craft, B. Jeffrey, & M. Leibling (Eds.), *Creativity in education*. London: Continuum
- Kaplan, R. M., McCordick, S. M., & Twitchell, M. (1979). "Is it the cognitive or the Behavioral component which makes cognitive-behavior modification effective in test Anxiety? *Journal of Counseling Psychology*," 26(5) : 371-377. Doi: 10.1037/002-0167.26.5.371
- Kramarski, B., other. (2010). *How can self-regulated learning support the problem solving of the thira-grade students with mathematics anxiety? ZDM Mathematics Education*, 42(2) : 179-193.
- Linh Hung Pham. (2014). *Validation of predictive relationship of creative problem Solving attributes with math creativity*. New York : ST. JOHN'S UNIVERSITY.
- Mohammed Sholan. (2019). *Creative Teaching Practices for Teachers of Mathematics In Saudi Elementary Schools*. Concordia University.

- Morris, L. W., Kellaway, D. S., & Smith, D. H. (1978). *Mathematics anxiety rating scale : predicting anxiety experiences and academic performance in two groups of students*. *Journal of Educational Psychology*, 70(4), 589-594.
- Morris, W. (2006). *Creativity-Its Place in Education*. Retrieved April 11, 2013, from http://www.jpib.com/creative/Creativity_in_Education.pdf
- M Iqbal other. (2018). *The development of learning instruments through the problem-based learning model to enhance students' creativity*.
- Pound, L. & Lee, T. (2011). *Teaching mathematics creatively*, Oxon: Routledge.
- Ritchhart, R. (2004). *Creative teaching in the shadow of the standards*, *Independent School*, 63 (2), 32-41.
- Sovchik, R.J.. (1989). *Teaching Mathematics to Children*. New York : Harper & Row.
- Starko, A. J. (2005). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Strawderman, V. W. (1986). "A Description of Mathematics Anxiety Using An Intergrative Model," *Dissertation Abstracts Internation*. 47 : 457-A.
- Tobias, S. and Weissbrod, C. (1980). "Anxiety and Mathematics : An update.", *Harvard Education Review*. 50: 63-70.
- Torrance, E. P. (1964). *Creativity*. New York : John Wiley and Sons.
- Wei, Q. (2010). *The effects of pedagogical agents on mathematics anxiety and mathematics learning*. Utah State University Ph.D., Utah State University, United States-Utah Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/497128948?accountid=44783> ProQuest database.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: U.S.A. McGraw-Hill.



ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 17 ชั่วโมง
 เรื่อง ลักษณะของอัตราส่วน จำนวน 1 ชั่วโมง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/..... วันที่ เดือน พ.ศ. ค.บ.
 ครูผู้สอน นางสาวรัชก อ่อนจันทร์

มาตรฐานและตัวชี้วัด

ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ ซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกัน หรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน โดยอัตราส่วนของปริมาณ a ต่อปริมาณ b เขียนแทนด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ อ่านว่า a ต่อ b เรียก a ว่า จำนวนแรกหรือจำนวนที่หนึ่งของอัตราส่วน และเรียก b ว่า จำนวนหลังหรือจำนวนที่สองของอัตราส่วน โดยเราจะพิจารณาอัตราส่วน a ต่อ b ในกรณี a และ b เป็นจำนวนเต็มบวกเท่านั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

อธิบายลักษณะและเขียนอัตราส่วนได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนเกิดทักษะ ดังนี้

1. สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของอัตราส่วนได้
2. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและเรื่องลักษณะของอัตราส่วนได้
3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับลักษณะของอัตราส่วนได้

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคณิตศาสตร์ตัวอย่างหลาย ๆ กรณี
2. มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้
3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

สาระการเรียนรู้

อัตราส่วน (ratio) คือ การเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป โดยใช้สัญลักษณ์ “ : ” อ่านว่า “ต่อ” แสดงการเปรียบเทียบ เช่น อัตราส่วนของปากกา 2 ด้าม ต่อ ราคา 20 บาท เขียนแทนด้วย $2 : 20$ หรือ $\frac{2}{20}$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ (5 นาที)

ครูสนทนาถึงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนว่าเราจะพบเห็นข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณ เช่น “ครู 1 คน เป็นที่ปรึกษาของนักเรียน 44 คน” ซึ่งเป็นข้อความแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนครูกับจำนวนนักเรียน หรือบางครั้งนักเรียนไปตลาด ก็จะได้ยินแม่ค้าร้องขายของว่า “ผักทุกอย่าง 3 กำ 20 บาท” ซึ่งเป็นข้อความแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณผักกับราคา จากนั้นครูถามนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับข้อความนี้ ถ้าไปตลาดแล้วพบว่าแต่ละร้านขายผักเหมือนกัน แต่ราคาในการขายต่างกันนักเรียนจะเลือกซื้อร้านไหน เพราะอะไร (ในกรณีที่นักเรียนจะไปซื้อผักที่ตลาด เมื่อนักเรียนพิจารณาผักแต่ละร้านแล้วเหมือนกันแต่หลายร้านขายในราคาที่แพงกว่า อาจจะเป็นกำละ 15 บาท ดังนั้นในการเลือกซื้อที่จะให้คุ้มค่าเราควรซื้อผักราคา 3 กำ 20 บาท จะถูกกว่าราคาปกติ) (เป็นขั้นตอนที่สร้างความสนใจของผู้เรียนให้มีความสนใจในการเรียนรู้ เรื่อง ลักษณะของอัตราส่วน)

ขั้นที่ 2 ขั้นระดมพลังความคิด (15 นาที)

- 2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 - 5 คน ละครความสามารถ ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน (ภาคผนวก ก)
- 2.2 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกมตอบคำถามจากบัตรภาพต่อไปนี้

**ตัวอย่างคำถามที่ใช้เล่นเกม => จงเขียนอัตราส่วนจากข้อความต่อไปนี้ โดยใช้เวลา
ข้อละ 2 นาที (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์)**

1. กรรไกร 3 เล่ม สำหรับนักเรียน 10 คน

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนกรรไกรเป็นเล่มต่อจำนวนนักเรียนเป็นคน เป็น 3 : 10

2. ครู 2 คน ดูแลนักเรียน 44 คน

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนครูต่อจำนวนนักเรียน เป็น 2 : 44

3. นลินซื้อหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ 1 เล่ม ราคา 250 บาท

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนหนังสือเป็นเล่มต่อราคาเป็นบาท เป็น 1 : 250

**ตัวอย่างคำถามที่ใช้เล่นเกม => จงยกตัวอย่างข้อความแทนอัตราส่วนต่อไปนี้ ให้เวลาข้อละ 2
นาที (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์)**

1. 2 : 3

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนสมุดเป็นเล่มต่อจำนวนปากกาเป็นด้าม เป็น 2 : 3

อัตราส่วนของจำนวนเสื้อต่อจำนวนกางเกง เป็น 2 : 3

2. 1 : 5

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนสร้อยคอเป็นเส้นต่อจำนวนแหวนเป็นวง เป็น 1 : 5

อัตราส่วนของจำนวนผู้โดยสารรถประจำทางเป็นคนต่อค่าโดยสารเป็นบาท เป็น 1 : 5

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน (10 นาที)

ครูแจกใบกิจกรรมแทนแกรมปริศนาเรขาคณิตให้กับนักเรียนแต่ละคน จากนั้นให้นักเรียน
นำแทนแกรมสร้างรูปพร้อมหาอัตราส่วนจากภาพที่สร้าง (ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์)
(ภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอผลงาน (5 นาที)

ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแสดงความ
คิดเห็นผลงาน และครูช่วยสรุป ชื่นชมผลงานนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และแนะนำ
เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล (10 นาที)

ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน (ความคิด
คล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ และความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์) (ภาคผนวก ค)

ขั้นที่ 6 ชั้นเผยแพร่ผลงาน (5 นาที)

ให้นักเรียนนำผลงานไปจัดทำเป็นแฟ้มสะสมผลงานผลงาน เพื่อให้เพื่อน และผู้ปกครอง ได้ชื่นชม

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน
2. บัตรภาพคำถาม
3. ใบกิจกรรมแทนแกรมปริศนารูปเรขาคณิต
4. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน
5. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและเขียนอัตราส่วนได้	- ใบกิจกรรมแทนแกรมปริศนารูปเรขาคณิต - แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลักษณะของอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน	- ตรวจสอบใบกิจกรรมแทนแกรมปริศนารูปเรขาคณิต - ตรวจสอบแบบฝึกทักษะเรื่อง ลักษณะของอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้ 1. สื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของอัตราส่วนได้ 2. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ใน	- แบบประเมินวัดทักษะและกระบวนการของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม - ตรวจสอบใบกิจกรรมแทนแกรมปริศนารูปเรขาคณิต - ตรวจสอบแบบฝึกทักษะเรื่อง ลักษณะของ	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ชีวิตประจำวันและเรื่อง ลักษณะของอัตราส่วนได้ 3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับ ลักษณะของอัตราส่วนได้		อัตราส่วนและการ เขียนอัตราส่วน	
ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้ 1. ทำความเข้าใจหรือสร้าง กรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้ จากการศึกษากรณีตัวอย่าง หลาย ๆ กรณี 2. มองเห็นที่สามารถใช้ คณิตศาสตร์แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้ 3. สร้างเหตุผลเพื่อ สนับสนุนแนวคิดของตนเอง หรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่น อย่างสมเหตุสมผล	- แบบประเมิน คุณลักษณะอังกพิง ประสงค์	- สังเกตจากการตอบ คำถามและการร่วม กิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์การ ประเมินระดับ 2 (พอใช้)

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำกิจกรรม

80 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก

70-79% หมายถึง ดี

60-69% หมายถึง ปานกลาง

50-59% หมายถึง พอใช้

ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....
.....
.....

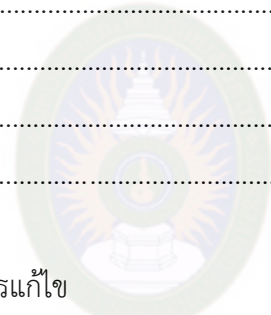
ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(.....)
...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร/ผู้ที่รับมอบหมาย

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางจริยา วัลลำนนท์)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางวรรณนิภา วงศ์สวัสดิ์)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ช่วยอำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....



(ลงชื่อ).....

(นายปราโมทย์ โพธิ์ไสย)

ผู้ช่วยอำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายสมคิด ปทุมวัน)

รองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ภาคผนวก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ใบความรู้ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วนและการเขียนอัตราส่วน

อัตรา (rate) หมายถึง ข้อความที่แสดงความเกี่ยวข้องกันของปริมาณสองปริมาณ เช่น ยาสีฟัน 2 หลอด ราคา 90 บาท นมถั่วเหลือง 6 กล่อง ราคา 44 บาท

อัตราส่วน (ratio) คือ การเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป โดยใช้สัญลักษณ์ “ : ” อ่านว่า “ต่อ” แสดงการเปรียบเทียบ เช่น

อัตราส่วนของจำนวนยาสีฟัน 2 หลอด ต่อ ราคา 90 บาท

เขียนแทนด้วย $2 : 90$ หรือ $\frac{2}{90}$

ข้อสำคัญ ในการเขียนอัตราส่วน การสลับตำแหน่งของจำนวนในแต่ละอัตราส่วน ย่อมได้อัตราส่วนที่แตกต่างกัน เช่น อัตราส่วน $2 : 5$ ไม่เท่ากับ $5 : 2$

การเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ

1. ถ้าเป็นการเปรียบเทียบปริมาณสิ่งของอย่างเดียวกันที่มีหน่วยเดียวกัน ไม่ต้องเขียนหน่วยกำกับไว้ เช่น

1) แอนมีเงิน 20 บาท น้องมีเงิน 15 บาท

เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบจำนวนเงินของแอนต่อจำนวนเงินของน้อง

เป็น $20 : 15$ หรือ $\frac{20}{15}$

2) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่ง มีความกว้าง 3 เมตร และความยาว 5 เมตร

เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบความกว้างต่อความยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เป็น $3 : 5$ หรือ $\frac{3}{5}$

การเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ (ต่อ)

2. ถ้าเป็นการเปรียบเทียบปริมาณสิ่งของอย่างเดียวกัน แต่มีหน่วยต่างกัน ควรเขียนหน่วยกำกับด้วย เช่น

1) แต้มสูง 160 เซนติเมตร ตองสูง 1.85 เมตร

เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบความสูงของแต้มเป็นเซนติเมตรต่อความสูงของตองเป็นเมตร ได้เป็น $160 : 1.85$ หรือเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบความสูงของแต้มต่อความสูงของตอง เป็น 160 เซนติเมตร : 1.85 เมตร

อัตราส่วนเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

$a : b$ อ่านว่า อัตราส่วน a ต่อ b

เรียก a ว่า จำนวนแรก หรือ จำนวนที่หนึ่ง

เรียก b ว่า จำนวนหลัง หรือ จำนวนที่สอง

การเขียนอัตราส่วน $a : b$ อาจเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน $\frac{a}{b}$ ได้

และอ่านว่า a ต่อ b โดยกฎบางข้อของเศษส่วน สามารถนำมาใช้กับอัตราส่วนได้

ข้อสังเกต

(1) อัตราส่วนไม่ใช่เศษส่วน แต่เขียนอัตราส่วน $a : b$ ในรูป $\frac{a}{b}$ เป็นการอาศัยรูปของเศษส่วน เพื่อสะดวกในการคำนวณ

(2) สำหรับอัตราส่วน $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ ปริมาณ a และ b แต่ละตัวไม่เท่ากับศูนย์

ข้อสังเกต

(3) การบวกอัตราส่วนต่างจากการบวกเศษส่วน เช่น อัตราส่วน 2 : 3 แทนการเปรียบเทียบ บาสเกตบอลไทย เล่นชนะ 2 ครั้ง จากการเล่น 3 ครั้งในปีนี้ และอัตราส่วน 3 : 5 แทนการ เปรียบเทียบที่ทีมบาสเกตบอลไทยชุดเดียวกันนี้เล่นชนะ 3 ครั้งในการเล่น 5 ครั้งเมื่อปีที่แล้ว เมื่อคิดรวมกันจะได้ว่า ทีมบาสเกตบอลชนะ 5 ครั้ง จากการเล่น 8 ครั้ง ในรอบ 2 ปี

ตำแหน่งของจำนวนในแต่ละอัตราส่วนนั้นมีความสำคัญ กล่าวคือ
อัตราส่วน $a : b$ ไม่ใช่อัตราส่วน $b : a$

ตัวอย่างที่ 1 เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบจำนวนต่อไปนี้



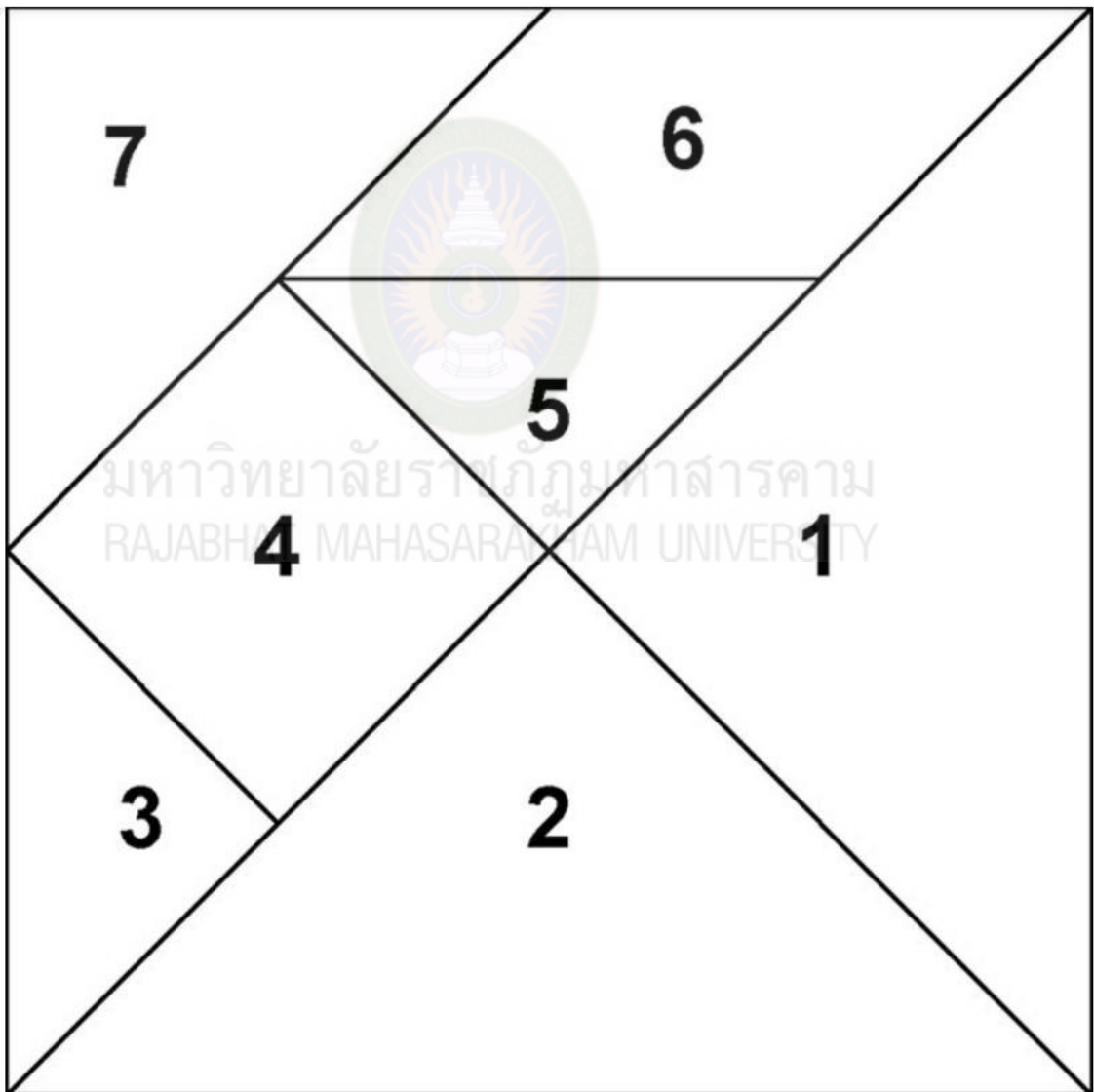
1. อัตราส่วนแสดงจำนวนสุนัข ต่อ จำนวนแมว เป็น 4 : 3
2. อัตราส่วนแสดงจำนวนแมว ต่อ จำนวนกระต่าย เป็น 3 : 2
3. อัตราส่วนแสดงจำนวนกระต่าย ต่อ จำนวนปลา เป็น 2 : 3
4. อัตราส่วนแสดงจำนวนปลา ต่อ จำนวนสุนัข เป็น 2 : 4

ภาคผนวก ข

ใบกิจกรรม แทนแกรมปริศนารูปเรขาคณิต

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำแทนแกรมรูปเรขาคณิตต่อไปนี้ไปสร้างเป็นรูปพร้อมเขียนอัตราส่วนจากภาพที่ตัวเองสร้าง

ตัวอย่าง กระดาษแทนแกรมรูปเรขาคณิต



ภาคผนวก ค

แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วน และการเขียนอัตราส่วน

คำชี้แจง : เขียนอัตราส่วนลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละข้อต่อไปนี้ โดยใช้เวลา 3 นาที (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์)



- 1) จำนวนโต๊ะเรียน ต่อ จำนวนปากกา ⇨
- 2) จำนวนเก้าอี้ ต่อ จำนวนสมุด ⇨
- 3) จำนวนหนังสือ ต่อ จำนวนปากกา ⇨
- 4) จำนวนเก้าอี้ ต่อ จำนวนโต๊ะเรียน ⇨
- 5) จำนวนสมุด ต่อ จำนวนหนังสือ ⇨

2. เขียนข้อความแทนอัตราส่วนต่อไปนี้ มา 3 อัตราส่วน (ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์)

อัตราส่วน	ข้อความ
2 : 10	1.
	2.
	3.

เฉลยภาคผนวก ค

แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลักษณะอัตราส่วน และการเขียนอัตราส่วน

คำชี้แจง เขียนอัตราส่วนลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละข้อต่อไปนี้ โดยใช้เวลา 3 นาที (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์)



- 1) จำนวนโต๊ะเรียน ต่อ จำนวนปากกา $\Rightarrow 5 : 4$
- 2) จำนวนเก้าอี้ ต่อ จำนวนสมุด $\Rightarrow 3 : 2$
- 3) จำนวนหนังสือ ต่อ จำนวนปากกา $\Rightarrow 6 : 4$
- 4) จำนวนเก้าอี้ ต่อ จำนวนโต๊ะเรียน $\Rightarrow 3 : 5$
- 5) จำนวนสมุด ต่อ จำนวนหนังสือ $\Rightarrow 2 : 6$

2. เขียนข้อความแทนอัตราส่วนต่อไปนี้ มา 3 อัตราส่วน (ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์)

อัตราส่วน	ข้อความ
2 : 10	1. อัตราส่วนของจำนวนไอศกรีมเป็นแท่งต่อราคาเป็นบาท เป็น 2 : 10 2. อัตราส่วนของผักเป็นกิโลต่อราคาเป็นบาท เป็น 2 : 10 3. อัตราส่วนของจำนวนปากกาเป็นด้ามต่อราคาเป็นบาท เป็น 2 : 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 21102)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ		จำนวน 17 ชั่วโมง
เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน		จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/..... วันที่	เดือน	พ.ศ. ค.ศ.
ครูผู้สอน นางสาวรัชก อ่อนจันทร์		

มาตรฐานและตัวชี้วัด

ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ และนำไปใช้

ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน ทำได้โดยพิจารณาจากผลการคูณไขว้
 ดังนี้ อัตราส่วน $\frac{a}{b}$ กับ $\frac{c}{d}$ จะเป็นอัตราส่วนที่เท่ากันก็ต่อเมื่อ $a \times d = b \times c$

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

ตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้
2. เชื่อมโยงความรู้เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันและการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้
3. ให้เหตุผลในการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่าง สมเหตุสมผล

สาระการเรียนรู้

การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนทำได้ โดยวิธีการคูณไขว้ โดยทั่วไปเมื่อ a b c และ d เป็นจำนวนบวก เราสามารถตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน $\frac{a}{b}$ และ $\frac{c}{d}$ ด้วยการคูณไขว้ ดังนี้

$\frac{a}{b} \begin{array}{l} \nearrow \searrow \\ \nwarrow \nearrow \end{array} \frac{c}{d}$ แล้วพิจารณาผลคูณไขว้ $a \times b$ และ $b \times c$ ตามหลักการดังนี้

1. ถ้า $a \times d = b \times c$ แล้ว $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$

2. ถ้า $a \times d \neq b \times c$ แล้ว $\frac{a}{b} \neq \frac{c}{d}$

ตัวอย่าง อัตราส่วนในแต่ละข้อต่อไปนี้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่

1) $\frac{2}{6}$ และ $\frac{4}{12}$ 2) $\frac{3}{7}$ และ $\frac{6}{10}$

วิธีทำ 1) จากการคูณไขว้ $\frac{2}{6} \begin{array}{l} \nearrow \searrow \\ \nwarrow \nearrow \end{array} \frac{4}{12}$

จะได้ $2 \times 12 = 24$

และ $6 \times 4 = 24$

ดังนั้น $2 \times 12 = 6 \times 4$

นั่นคือ $\frac{2}{6} = \frac{4}{12}$

ตอบ $\frac{2}{6}$ และ $\frac{4}{12}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

วิธีทำ 2) จากการคูณไขว้ $\frac{3}{7} \begin{array}{c} \swarrow \searrow \\ \nwarrow \swarrow \end{array} \frac{6}{10}$

จะได้ $3 \times 10 = 30$

และ $7 \times 6 = 42$

ดังนั้น $3 \times 10 \neq 7 \times 6$

นั่นคือ $\frac{3}{7} \neq \frac{6}{10}$

ตอบ $\frac{3}{7}$ และ $\frac{6}{10}$ ไม่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ (5 นาที)

ทบทวนความรู้เดิมเรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน ให้นักเรียนจับคู่กัน หลังจากนั้นครูติดบัตรอัตราส่วนบนกระดาน หรือเขียนอัตราส่วนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่แข่งกันหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่ครูกำหนดให้ภายใน 2 นาที เมื่อครบเวลากำหนดนักเรียนคูไหนที่หาคำตอบได้มากที่สุดคือผู้ชนะ (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์)

ตัวอย่างบัตรอัตราส่วน

2 : 6

3 : 7

ขั้นที่ 2 ขั้นระดมพลังความคิด (15 นาที)

2.1 จากขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เมื่อนักเรียนหาอัตราส่วนที่เท่ากันเสร็จแล้ว ครูนำอัตราส่วนที่นักเรียนหามายกตัวอย่างในการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน ดังนี้

ตัวอย่าง อัตราส่วนในแต่ละข้อต่อไปนี้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่

1) $\frac{2}{6}$ และ $\frac{4}{12}$ 2) $\frac{3}{7}$ และ $\frac{6}{10}$

วิธีทำ 1) จากการคูณไขว้ $\frac{2}{6} \begin{array}{c} \swarrow \searrow \\ \nwarrow \swarrow \end{array} \frac{4}{12}$

จะได้ $2 \times 12 = 24$

และ $6 \times 4 = 24$

ดังนั้น $2 \times 12 = 6 \times 4$

นั่นคือ $\frac{2}{6} = \frac{4}{12}$

ตอบ $\frac{2}{6}$ และ $\frac{4}{12}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

วิธีทำ 2) จากการคูณไขว้ $\frac{3}{7} \begin{array}{c} \swarrow \searrow \\ \nwarrow \swarrow \end{array} \frac{6}{10}$

จะได้ $3 \times 10 = 30$

และ $7 \times 6 = 42$

ดังนั้น $3 \times 10 \neq 7 \times 6$

นั่นคือ $\frac{3}{7} \neq \frac{6}{10}$

ตอบ $\frac{3}{7}$ และ $\frac{6}{10}$ ไม่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

2.2 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่แข่งกันตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนต่อไปนี้ว่าเท่ากันหรือไม่ (2 นาที) (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์)

1. $\frac{3}{4}$ และ $\frac{9}{5}$ 2. $\frac{3}{5}$ และ $\frac{15}{25}$

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน (10 นาที)

ครูแจกแบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน ให้นักเรียนแต่ละคนทำ (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์) (ภาคผนวก ก)

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอผลงาน (5 นาที)

ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแสดงความ
ความคิดเห็นผลงาน และครูช่วยสรุป ชื่นชมผลงานนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และแนะนำ
เพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล (10 นาที)

นักเรียนทำโจทย์จากโปรแกรม Quizizz จำนวน 5 ข้อ ให้เวลาในการทำข้อละ 2 นาที
โดยครูจะส่งลิงค์ Quizizz ลงในไลน์กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนเข้าทำโจทย์จากลิงค์ได้เลย (ความคิด
คล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์) (ภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่ผลงาน (5 นาที)

ให้นักเรียนนำผลงานไปจัดทำเป็นแฟ้มสะสมผลงานผลงาน เพื่อให้เพื่อน และผู้ปกครอง
ได้ ชื่นชม

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บัตรอัตราส่วน
2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน
3. โปรแกรม Quizizz
4. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้	- แบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน	- ตรวจสอบแบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้ 1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้	- แบบประเมินวัดทักษะและกระบวนการของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม - ตรวจสอบแบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบ	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
<p>2. เชื่อมโยงความรู้เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันและการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้</p> <p>3. ให้เหตุผลในการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้</p>		การเท่ากันของอัตราส่วน	
<p>ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้</p> <p>1. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. มองเห็นว่าจะสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล</p>	- แบบประเมินคุณลักษณะอังกพิงประสงค์	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (พอใช้)

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำกิจกรรม

- 80 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
- 70-79% หมายถึง ดี
- 60-69% หมายถึง ปานกลาง
- 50-59% หมายถึง พอใช้
- ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....
.....
.....

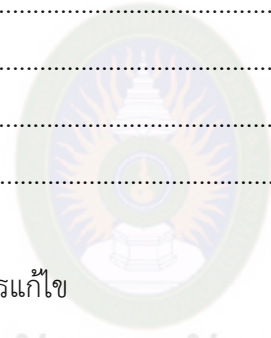
ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(.....)
...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร/ผู้ที่รับมอบหมาย

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางจรียา วัลลำนนท์)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางวรรณนิภา วงศ์สาสดี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายปราโมทย์ โพธิ์ไสย)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายสมคิด ปทุมวัน)

รองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ภาคผนวก ก

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน

คำชี้แจง จงตรวจสอบว่าอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อดังต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่

1) $\frac{3}{5}$ และ $\frac{15}{25}$

.....

.....

.....

.....

2) $\frac{7}{12}$ และ $\frac{4}{6}$

.....

.....

.....

.....

3) $\frac{6}{12}$ และ $\frac{4}{8}$

.....

.....

.....

.....

เฉลย ภาคผนวก ก

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน

คำชี้แจง จงตรวจสอบว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อดังต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่

1) $\frac{3}{5}$ และ $\frac{9}{15}$

วิธีทำ จากการคูณไขว้ $\frac{3}{5} \begin{matrix} \swarrow & \searrow \\ \nearrow & \nwarrow \end{matrix} \frac{9}{15}$

จะได้ $3 \times 15 = 45$

และ $5 \times 9 = 45$

ดังนั้น $3 \times 15 = 5 \times 9$

นั่นคือ $\frac{3}{5} = \frac{9}{15}$

ตอบ $\frac{3}{5}$ และ $\frac{9}{15}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

2) $\frac{7}{12}$ และ $\frac{4}{6}$

วิธีทำ จากการคูณไขว้ $\frac{7}{12} \begin{matrix} \swarrow & \searrow \\ \nearrow & \nwarrow \end{matrix} \frac{4}{6}$

จะได้ $7 \times 6 = 42$

และ $12 \times 4 = 48$

ดังนั้น $7 \times 6 \neq 12 \times 4$

นั่นคือ $\frac{7}{12} \neq \frac{4}{6}$

ตอบ $\frac{7}{12}$ และ $\frac{4}{6}$ ไม่เป็นอัตราส่วนเท่ากัน

3) $\frac{6}{12}$ และ $\frac{4}{8}$

วิธีทำ จากการคูณไขว้ $\frac{6}{12}$ $\begin{matrix} \nearrow & \searrow \\ \leftarrow & \rightarrow \end{matrix}$ $\frac{4}{8}$

จะได้ $6 \times 8 = 48$

และ $12 \times 4 = 48$

ดังนั้น $6 \times 8 = 12 \times 4$

นั่นคือ $\frac{6}{12} = \frac{4}{8}$

ตอบ $\frac{6}{12}$ และ $\frac{4}{8}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน



ภาคผนวก ข
คำถาม Quizizz

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ ในโปรแกรม Quizizz โดยให้เวลาทำข้อ
ละ 2 นาที

ตัวอย่างคำถามในโปรแกรม Quizizz



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 17 ชั่วโมง
 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ จำนวน 1 ชั่วโมง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/..... วันที่ เดือน พ.ศ. ค.ศ.
 ครูผู้สอน นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์

มาตรฐาน และตัวชี้วัด

ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละนั้นทำได้โดยทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้ วางแผนแก้ปัญหาโดยกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการ และใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ ในการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนเกิดทักษะ ดังนี้

1. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้
2. สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการหาสัดส่วนและการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้
3. สามารถให้เหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เชื่อมโยงความรู้และค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อ

ทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่าง สมเหตุสมผล

สาระการเรียนรู้

ตัวอย่างที่ 1 ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีคนอาศัยอยู่ 1,500 คน 80% ของจำนวนคนทั้งหมดที่อยู่ในหมู่บ้านนี้มีอาชีพเกษตรกร จงหาว่ามีคนที่มีอาชีพเกษตรกรกี่คน

วิธีทำ ให้จำนวนคนที่ทำงานเกษตรกร เป็น x คน

อัตราส่วนของจำนวนคนที่ทำงานเกษตรกรต่อจำนวนคนทั้งหมด เป็น $\frac{x}{1,500}$

$$\text{อัตราส่วนดังกล่าวคิดเป็น } 80\% = \frac{80}{100}$$

$$\text{เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้ } \frac{x}{1,500} = \frac{80}{100}$$

$$\text{จะได้ } (x) \times 100 = 1,500 \times 80$$

$$x = \frac{1,500 \times 80}{100}$$

$$\text{ดังนั้น } x = 1,200$$

นั่นคือ จำนวนคนงานที่ทำงานในโรงงานสับปรดกระป๋องเป็น 1,200 คน

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 1,200 คน นักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัมมีอยู่ 60 คน จงหาว่าจำนวนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัม คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีทำ ให้จำนวนนักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัม เป็น $x\%$ ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\text{เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ } \frac{x}{100} = \frac{60}{1,200}$$

$$\text{จะได้ } (x) \times 1,200 = 100 \times 60$$

$$x = \frac{100 \times 60}{1,200}$$

$$\text{ดังนั้น } x = 5$$

นั่นคือ จำนวนนักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัมคิดเป็น 5% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 3 แม่ค้าซื้อนาฬิกามาราคาเรือนละ 2,500 บาท ขายได้กำไร 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้กำไรกี่บาท

วิธีทำ ขายไปได้กำไร 20 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า กำไร 20 บาท จากการลงทุน 100 บาท
จะได้ อัตราส่วนของกำไรต่อจำนวนเงินที่ลงทุนเป็น $20 : 100$

ให้แม่ค้าขายนาฬิกาได้กำไร c บาท จากการลงทุน 2,500 บาท

จะได้อัตราส่วนของกำไรจากการขายนาฬิกาต่อจำนวนเงินที่ลงทุนเป็น $x : 2,500$

$$\text{เขียนเป็นอัตราส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{x}{2,500} = \frac{20}{100}$$

$$\text{จะได้} \quad x = \frac{2,500 \times 20}{100}$$

$$= 500$$

ดังนั้น แม่ค้าจะได้กำไร 500 บาท

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 **ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้** (10 นาที)

ทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ โดยให้นักเรียนเล่นเกม Kahoot ซึ่งมีคำถาม 10 ข้อ (ความคิดคล่องแคล่ว)

ขั้นที่ 2 **ขั้นระดมพลังความคิด** (15 นาที)

2.1 ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีคนอาศัยอยู่ 1,500 คน 80% ของจำนวนคนทั้งหมดที่อยู่ในหมู่บ้านนี้มีอาชีพเกษตรกร จงหาว่ามีคนที่มีอาชีพเกษตรกรกี่คน

วิธีทำ ให้จำนวนคนที่ทำงานเกษตรกร เป็น x คน

อัตราส่วนของจำนวนคนที่ทำงานเกษตรกรต่อจำนวนคนทั้งหมด เป็น $\frac{x}{1,500}$

$$\text{อัตราส่วนดังกล่าวคิดเป็น} \quad 80\% = \frac{80}{100}$$

$$\text{เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{x}{1,500} = \frac{80}{100}$$

$$\text{จะได้} \quad (x) \times 100 = 1,500 \times 80$$

$$x = \frac{1,500 \times 80}{100}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad x = 1,200$$

นั่นคือ จำนวนคนงานที่ทำงานในโรงงานสับปะรดกระป๋องเป็น 1,200 คน

ตัวอย่างที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 1,200 คน นักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัมมีอยู่ 60 คน จงหาว่าจำนวนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัม คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีทำ ให้จำนวนนักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัม เป็น $x\%$ ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\text{เขียนสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{x}{100} = \frac{60}{1,200}$$

$$\text{จะได้} \quad (x) \times 1,200 = 100 \times 60$$

$$x = \frac{100 \times 60}{1,200}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad x = 5$$

นั่นคือ จำนวนนักเรียนที่หนักเกิน 50 กิโลกรัมคิดเป็น 5% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 3 แม่ค้าซื้อนาฬิกามาราคาเรือนละ 2,500 บาท ขายได้กำไร 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้กำไรกี่บาท

วิธีทำ ขายไปได้กำไร 20 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า กำไร 20 บาท จากการลงทุน 100 บาท

จะได้ อัตราส่วนของกำไรต่อจำนวนเงินที่ลงทุนเป็น 20 : 100

ให้แม่ค้าขายนาฬิกาได้กำไร c บาท จากการลงทุน 2,500 บาท

จะได้อัตราส่วนของกำไรจากการขายนาฬิกาต่อจำนวนเงินที่ลงทุนเป็น $x : 2,500$

$$\text{เขียนเป็นอัตราส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{x}{2,500} = \frac{20}{100}$$

$$\text{จะได้} \quad x = \frac{2,500 \times 20}{100}$$

$$= 500$$

ดังนั้น แม่ค้าจะได้กำไร 500 บาท

2.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

2.3 ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ ให้กลุ่มละ 1 แผ่นจากนั้น

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ (ภาคผนวก ก)

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน (10 นาที)

จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละในขั้นที่ 2 ระดมพลังความคิด จากนั้นให้แต่ละกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละในเวลา 10 นาที (ความคิดละเอียดละออ)

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอผลงาน (5 นาที)

ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นผลงาน และครูช่วยสรุป ชื่นชมผลงานนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล (5 นาที)

ครูประเมินจากใบกิจกรรมเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

ขั้นที่ 6 ขั้นเผยแพร่ผลงาน (5 นาที)

ให้นักเรียนนำผลงานไปจัดทำเป็นแฟ้มสะสมผลงานผลงาน เพื่อให้เพื่อน และผู้ปกครอง ได้ชื่นชม

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) โปรแกรม Kahoot
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ
- 3) หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 2 (สสวท.)

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	- ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้ 1. สามารถแก้ปัญหเกี่ยวกับร้อยละได้	- แบบประเมินวัดทักษะและกระบวนการของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม - ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
<p>2. สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการทำ สัตว์ส่วนและการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ร้อยละได้</p> <p>3. สามารถให้เหตุผลในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้</p>		ปัญหาเกี่ยวกับ ร้อยละ	
<p>ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้</p> <p>1. มีความมุ่งมั่นในการทำ ความเข้าใจ ปัญหาและแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. เชื่อมโยงความรู้และค้นหา ลักษณะที่ เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะ ดังกล่าวเพื่อทำความเข้าใจหรือ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ</p> <p>3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่น อย่างสมเหตุสมผล</p>	- แบบประเมิน คุณลักษณะอังก พิ๊งประสงค์	- สังเกตจากการ ตอบคำถามและ การร่วมกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ การประเมิน ระดับ 2 (พอใช้)

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำกิจกรรม

- 80 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
- 70-79% หมายถึง ดี
- 60-69% หมายถึง ปานกลาง
- 50-59% หมายถึง พอใช้
- ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

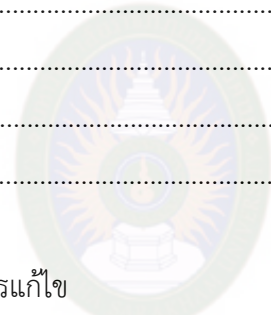
.....
.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(.....)
...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร/ผู้ที่รับมอบหมาย

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางจรรยา วัลลภานนท์)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางวรรณนิภา วงศ์สาสดี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายปราโมทย์ โพธิ์ไสย)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายสมคิด ปทุมวัน)

รองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ภาคผนวก ก
คำถาม Kahoot

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ ในโปรแกรม Kahoot โดยให้เวลาทำข้อละ 2 นาที

ตัวอย่างคำถามในโปรแกรม Kahoot

ตัวอย่างคำถามในโปรแกรม Kahoot

คำถามที่ 18: ค่าของ A ในสัดส่วน $\frac{A}{5} = \frac{3}{10}$ เท่ากับเท่าไร

คำถามที่ 18: ค่าของ B ในสัดส่วน $\frac{B}{9} = \frac{11}{18}$ เท่ากับเท่าไร

คำถามที่ 18: ค่าของ M ในสัดส่วน $\frac{M}{8} = \frac{3}{2}$ เท่ากับเท่าไร

คำถามที่ 19: ค่าของ P ในสัดส่วน $\frac{P}{6} = \frac{3}{4}$ เท่ากับเท่าไร

คำถามที่ 19: ค่าของ K ในสัดส่วน $\frac{K}{3} = \frac{10}{2}$ เท่ากับเท่าไร

ภาคผนวก ข

ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21101)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ		จำนวน 17 ชั่วโมง
เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย		จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/..... วันที่	เดือน	พ.ศ. คาบที่
ครูผู้สอน นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์		

มาตรฐาน และตัวชี้วัด

ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย ทำได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและ ร้อยละมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

แก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยายได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยายได้
2. เชื่อมโยงความรู้เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยายได้
3. ให้เหตุผลในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยายได้

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เชื่อมโยงความรู้และค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าว เพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่าง สมเหตุสมผล

สาระการเรียนรู้

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อกำหนดให้เชือกเส้นหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร เป็นเชือกต้นแบบ จงหาความยาว ของเชือกเมื่อย่อลง 60% และความยาวของเชือกเมื่อขยาย 120% ของเชือกต้นแบบนี้



วิธีทำ ให้เชือกย่อ 60% มีความยาว n เซนติเมตร

$$\text{เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{n}{8} = \frac{60}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad n &= \frac{60}{100} \times 8 \\ &= 4.8 \end{aligned}$$

ดังนั้น เชือกย่อ 60% มีความยาว 4.8 เซนติเมตร

ให้เชือกขยาย 120% มีความยาว m เซนติเมตร

$$\text{เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{m}{8} = \frac{120}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad m &= \frac{120}{100} \times 8 \\ &= 9.6 \end{aligned}$$

ดังนั้น เชือกขยาย 120% มีความยาว 9.6 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าย่อรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีความยาวรอบรูป 60 เซนติเมตร เป็นรูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ จงหาอัตราส่วนของความยาวรอบรูปย่อต่อความยาวรอบรูปของรูปต้นแบบ

วิธีทำ รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีความยาวด้านละ $\frac{60}{6} = 10$ เซนติเมตร

จะได้ความยาวด้านของรูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็น $\frac{40}{100} \times 10 = 4$ เซนติเมตร

ดังนั้น รูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ ของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีความยาวรอบรูปเป็น $4 \times 6 = 24$ เซนติเมตร

กิจกรรมการเรียนรู้

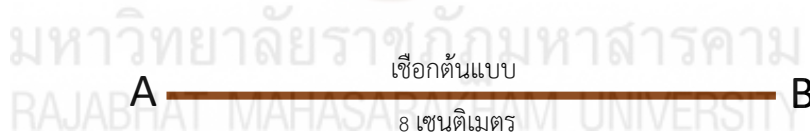
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ (10 นาที)

ทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ โดยให้นักเรียนเล่นเกม Kahoot ซึ่งมีคำถาม 10 ข้อ (ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 2 ขั้นระดมพลังความคิด (15 นาที)

2.1 ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับย่อ/ขยาย ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อกำหนดให้เชือกเส้นหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร เป็นเชือกต้นแบบ จงหาความยาวของเชือกเมื่อย่อลง 60% และความยาวของเชือกเมื่อขยาย 120% ของเชือกต้นแบบนี้



วิธีทำ ให้เชือกย่อ 60% มีความยาว n เซนติเมตร

เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{n}{8} = \frac{60}{100}$

จะได้ $n = \frac{60}{100} \times 8$

$$= 4.8$$

ดังนั้น เชือกย่อ 60% มีความยาว 4.8 เซนติเมตร

ให้เชือกขยาย 120% มีความยาว m เซนติเมตร

$$\text{เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{m}{8} = \frac{120}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad m &= \frac{120}{100} \times 8 \\ &= 9.6 \end{aligned}$$

ดังนั้น เชือกขยาย 120% มีความยาว 9.6 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 ถ้ารูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีความยาวรอบรูป 60 เซนติเมตร เป็นรูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ จงหาอัตราส่วนของความยาวรอบรูปย่อต่อความยาวรอบรูปของรูปต้นแบบ

วิธีทำ รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีความยาวด้านละ $\frac{60}{6} = 10$ เซนติเมตร

จะได้ความยาวด้านของรูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็น $\frac{40}{100} \times 10 = 4$ เซนติเมตร

ดังนั้น รูปย่อ 40 เปอร์เซ็นต์ ของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีความยาวรอบรูปเป็น $4 \times 6 = 24$ เซนติเมตร

2.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย

2.3 ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย ให้กลุ่มละ 1 แผ่น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย โดยมีเงื่อนไขว่า ออกแบบโจทย์ให้มีความแตกต่างจากตัวอย่างข้างต้น (ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์) (ภาคผนวก ก)

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน (10 นาที)

จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย ในขั้นที่ 2 ระดมพลั้งความคิด จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย ที่สร้างขึ้นภายในเวลา 10 นาที (ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอผลงาน (5 นาที)

ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน ให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นผลงาน และครูช่วยสรุป ชื่นชมผลงานนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล (5 นาที)

ครูประเมินจากใบกิจกรรมเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย

ขั้นที่ 6 ชั้นเผยแพร่ผลงาน (5 นาที)

ให้นักเรียนนำผลงานไปจัดทำเป็นแฟ้มสะสมผลงานผลงาน เพื่อให้เพื่อน และผู้ปกครอง ได้ชื่นชม

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Kahoot
2. ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับย่อ/ขยาย
3. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถแก้ปัญหาลักษณะการย่อ/ขยายได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับย่อ/ขยาย	- ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับย่อ/ขยาย	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้ 1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการย่อ/ขยายได้ 2. เชื่อมโยงความรู้เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละและการแก้ปัญหาลักษณะการย่อ/ขยายได้ 3. ให้เหตุผลในการแก้ปัญหาลักษณะการย่อ/ขยายได้	- แบบประเมิน วัดทักษะและกระบวนการของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม - ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับย่อ/ขยาย	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (พอใช้)

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2. เชื่อมโยงความรู้และค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าว เพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ 3. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล			

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำกิจกรรม

80 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก

70-79% หมายถึง ดี

60-69% หมายถึง ปานกลาง

50-59% หมายถึง พอใช้

ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

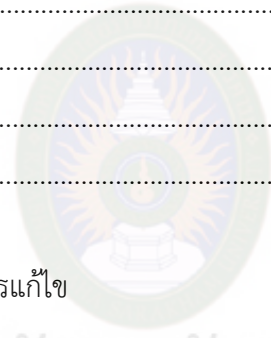
.....
.....
.....
.....
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร/ผู้ที่รับมอบหมาย

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางจรียา วัลลำนนท์)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นางวรรณนิภา วงศ์สาสดี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ลงชื่อ).....

(นายปราโมทย์ โพธิ์ไสย)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....
.....

(ลงชื่อ).....

(นายสมคิด ปทุมวัน)

รองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ภาคผนวก ก
คำถาม Kahoot

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ ในโปรแกรม Kahoot โดยให้เวลาทำข้อละ 2 นาที

ตัวอย่างคำถามในโปรแกรม Kahoot

The image displays four screenshots of Kahoot! quiz questions. Each screenshot shows a question, the Kahoot! logo, and a set of four multiple-choice options. The questions are as follows:

- Question 19:** ค่าของ A ในสัดส่วน $\frac{A}{8} = \frac{3}{2}$ เท่ากับเท่าไร (Value of A in the ratio $\frac{A}{8} = \frac{3}{2}$ is equal to what?)
 - Options: 10 (red), 12 (blue), 20 (yellow), 25 (green)
 - Answers: 0
- Question 16:** ค่าของ B ในสัดส่วน $\frac{9}{6} = \frac{B}{4}$ เท่ากับเท่าไร (Value of B in the ratio $\frac{9}{6} = \frac{B}{4}$ is equal to what?)
 - Options: 6 (red), 12 (blue), 14 (yellow), 16 (green)
 - Answers: 0
- Question 18:** ค่าของ M ในสัดส่วน $\frac{M}{2} = \frac{9}{6}$ เท่ากับเท่าไร (Value of M in the ratio $\frac{M}{2} = \frac{9}{6}$ is equal to what?)
 - Options: 10 (red), 5 (blue), 3 (yellow), 20 (green)
 - Answers: 0
- Question 18:** ค่าของ P ในสัดส่วน $\frac{3}{P} = \frac{5}{20}$ เท่ากับเท่าไร (Value of P in the ratio $\frac{3}{P} = \frac{5}{20}$ is equal to what?)
 - Options: 6 (red), 10 (blue), 18 (yellow), 12 (green)
 - Answers: 0

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ / ขยาย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการย่อ/ขยาย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



**แบบสัมภาษณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์**

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

1. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ควรประกอบไปด้วยกี่ขั้นตอน

.....
.....
.....

2. ชั้นสร้างความตระหนัก ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบไหน ใช้สื่อหรือแอปพลิเคชันอะไรเพื่อที่จะ
ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

.....
.....
.....

2. ชั้นระดมพลังความคิด ควรจัดกิจกรรมแบบไหน ใช้สื่อหรือแอปพลิเคชันอะไรเพื่อที่จะดึงศักยภาพ
นักเรียนให้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

.....
.....
.....

3. ชั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ควรจัดกิจกรรมอย่างไร

.....
.....
.....

4. ชั้นสร้างผลงาน ควรจัดกิจกรรมในชั้นนี้อย่างไร

.....

.....

.....

5. ชั้นนำเสนอผลงาน ควรจัดกิจกรรมในชั้นนี้อย่างไร

.....

.....

.....

6. ชั้นวัดและประเมินผลงาน ควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลอย่างไร

.....

.....

.....

7. ชั้นเผยแพร่ผลงาน ควรจัดให้นักเรียนได้เผยแพร่ผลงานของนักเรียนในรูปแบบไหนบ้าง

.....

.....

.....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 3 ข้อ คะแนนเต็ม 9 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. จงเขียนอัตราส่วนจากข้อความต่อไปนี้ (โดยใช้เวลา 5 นาที 3 คะแนน)

1.1) โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชาย 560 คน จำนวนนักเรียนหญิง 350 คน

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2) เฆาะกระป๋อง 10 กระป๋อง ราคา 250 บาท

1.3) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 6 เซนติเมตร และมีความกว้าง 5 เซนติเมตร

2. อัตราส่วนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่ (โดยใช้เวลา 10 นาที 3 คะแนน)

2.1) $\frac{4}{3}$ และ $\frac{7}{6}$

.....

.....

.....

.....

.....

2.2) $2\frac{1}{2}$ และ $\frac{10}{4}$

.....

.....

.....

.....

.....

2.3) 2 : 9 และ 4 : 18

.....

.....

.....

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$3.3) \frac{25}{M} = \frac{5}{4}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....



ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี
นางสาวรัชนก อ่อนจันทร์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 3 ข้อ คะแนนเต็ม 9 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. จงเขียนข้อความแทนอัตราส่วน 1 : 5 มา 3 คำตอบ (3 คะแนน)

.....

2. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน 3 : 5 โดยใช้หลักการคูณ มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

.....

3. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน 80 : 50 โดยใช้หลักการหาร มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี

นางสาวรัชชนก อ่อนจันทร์

นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความริเริ่มทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ คะแนนเต็ม 6 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

1. ลวดเส้นหนึ่งมีความยาว 20 เมตร ถ้าย่อความยาวลงให้เหลือ 8 เมตร จงหาว่าความยาวของลวดที่ได้คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของความยาวลวดต้นแบบ (3 คะแนน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ถ้าขยายกรอบรูปภาพที่มีความยาว 20 เซนติเมตร และความกว้าง 10 เซนติเมตร เป็นกรอบรูปภาพขยาย 130 เปอร์เซ็นต์ กรอบรูปภาพขยายที่ได้มีพื้นที่เท่าไร และคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ของกรอบรูปภาพต้นแบบ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี
นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ คะแนนเต็ม 6 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. ยี่หว่าซื้อไข่เปิดมา 150 ฟอง ราคา 450 บาท เมื่อกลับมาถึงบ้านพบว่าไข่แตกไปร้อยละ 6 ถ้าขายไข่เปิดที่เหลือไปทั้งหมด ฟองละ 4 บาท ยี่หว่าจะได้กำไรหรือขาดทุนร้อยละเท่าใด (3 คะแนน)

2. นีราเป็นผู้โชคดีของร้านอาหารแห่งหนึ่งที่ได้ซื้ออาหารในราคาพิเศษ โดยร้านอาหารให้นีราเลือกซื้ออาหารราคา 500 บาท และมีทางเลือกให้นีรา ดังนี้

A : ซื้ออาหารโดยลดราคา 40 เปอร์เซ็นต์

B : ซื้ออาหารโดยครั้งแรกลดราคา 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วหลังจากนั้นลดราคาอีก 20 เปอร์เซ็นต์ จากราคาที่ลดครั้งแรก นีราควรเลือกทางเลือก A หรือ B จึงจะซื้ออาหารในราคาที่ถูกลงกว่า เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี
นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เฉลยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 3 ข้อ คะแนนเต็ม 9 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. จงเขียนอัตราส่วนจากข้อความต่อไปนี้ (โดยใช้เวลา 10 นาที 3 คะแนน)

1.1) โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชาย 560 คน จำนวนนักเรียนหญิง 350 คน

ตอบ อัตราส่วนจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิง เป็น $560 : 350$ หรือ $\frac{560}{350}$

1.2) เงาะกระป๋อง 10 กระป๋อง ราคา 250 บาท

ตอบ อัตราส่วนของจำนวนเงาะกระป๋องเป็นกระป๋องต่อราคาเป็นบาท เป็น $10 : 250$ หรือ $\frac{10}{250}$

1.3) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 6 เซนติเมตร และมีความกว้าง 5 เซนติเมตร

ตอบ อัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็น $6 : 5$ หรือ $\frac{6}{5}$

2. อัตราส่วนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่ (โดยใช้เวลา 10 นาที 3 คะแนน)

2.1) $\frac{4}{3}$ และ $\frac{7}{6}$

วิธีทำ จากการคูณไขว้ $\frac{4}{3}$ \times $\frac{7}{6}$

จะได้ $4 \times 6 = 24$

และ $3 \times 7 = 21$

ดังนั้น $4 \times 6 \neq 3 \times 7$

นั่นคือ $\frac{4}{3} \neq \frac{7}{6}$

ตอบ $\frac{4}{3}$ และ $\frac{7}{6}$ ไม่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

2.2) $2\frac{1}{2}$ และ $\frac{10}{4}$

วิธีทำ จาก $2\frac{1}{2} = \frac{5}{2}$

จากการคูณไขว้ $\frac{5}{2}$ \times $\frac{10}{4}$

จะได้ $5 \times 4 = 20$

และ $2 \times 10 = 20$

ดังนั้น $5 \times 4 = 2 \times 10$

นั่นคือ $\frac{5}{2} = \frac{10}{4}$

ตอบ $2\frac{1}{2}$ และ $\frac{10}{4}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

2.3) 2 : 9 และ 4 : 18

วิธีทำ จากการคูณไขว้ $\frac{2}{9} \swarrow \nearrow \frac{4}{18}$

จะได้ $2 \times 18 = 36$

และ $9 \times 4 = 36$

ดังนั้น $2 \times 18 = 9 \times 4$

นั่นคือ $\frac{2}{9} = \frac{4}{18}$

ตอบ $\frac{2}{9}$ และ $\frac{4}{18}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

3. จงหาค่าของตัวแปรในสัดส่วนต่อไปนี้ (โดยใช้เวลา 5 นาที 3 คะแนน)

3.1) $\frac{R}{4} = \frac{5}{2}$

วิธีทำ จาก $\frac{R}{4} = \frac{5}{2}$

จะได้ $R \times 2 = 5 \times 4$

ดังนั้น $R = \frac{20}{2}$

$= 10$

ตอบ 16

3.2) $\frac{2}{7} = \frac{8}{A}$

วิธีทำ จาก $\frac{2}{7} = \frac{8}{A}$

จะได้ $2 \times A = 7 \times 8$

ดังนั้น $A = \frac{56}{2}$

$= 28$

ตอบ 28

$$3.3) \frac{25}{M} = \frac{5}{4}$$

วิธีทำ จาก $\frac{25}{M} = \frac{5}{4}$

จะได้ $25 \times 4 = M \times 5$

ดังนั้น $\frac{100}{5} = M$

$$M = 20$$

ตอบ 20



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 3 ข้อ คะแนนเต็ม 9 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

1. จงเขียนข้อความแทนอัตราส่วน 1 : 5 มา 3 คำตอบ (3 คะแนน)

- ตอบ**
- อัตราส่วนของจำนวนลูกชิ้นเป็นไม้ต่อราคาเป็นบาท เป็น 1 : 5 หรือ $\frac{1}{5}$
 - อัตราส่วนของจำนวนครูต่อจำนวนนักเรียน เป็น 1 : 5 หรือ $\frac{1}{5}$
 - อัตราส่วนของจำนวนน้ำแข็งใสเป็นถ้วยต่อราคาเป็นบาท เป็น 1 : 5 หรือ $\frac{1}{5}$

2. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน 3 : 5 โดยใช้หลักการคูณ มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

วิธีทำ $3 : 5 = 3 \times 2 : 5 \times 2 = 6 : 10$

$$3 : 5 = 3 \times 3 : 5 \times 3 = 9 : 15$$

$$3 : 5 = 3 \times 4 : 5 \times 4 = 12 : 20$$

ดังนั้น อัตราส่วนอีก 3 อัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน 3 : 5 คือ 6 : 10, 9 : 15 และ 12 : 20

ตอบ 6 : 10, 9 : 15 และ 12 : 20

3. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน $80 : 50$ โดยใช้หลักการหาร มา 3 อัตราส่วน (3 คะแนน)

วิธีทำ $80 : 50 = 80 \div 2 : 50 \div 2 = 40 : 25$

$$80 : 50 = 80 \div 5 : 50 \div 5 = 16 : 10$$

$$80 : 50 = 80 \div 10 : 50 \div 10 = 8 : 5$$

ดังนั้น อัตราส่วนอีก 3 อัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน $80 : 50$ คือ $40 : 25$, $16 : 10$
และ $8 : 5$

ตอบ $40 : 25$, $16 : 10$ และ $8 : 5$



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความริเริ่มทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ คะแนนเต็ม 6 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

1. ลวดเส้นหนึ่งมีความยาว 20 เมตร ถ้าย่อความยาวลงให้เหลือ 8 เมตร จงหาว่าความยาวของลวดที่ได้คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของความยาวลวดต้นแบบ (3 คะแนน)

วิธีทำ ให้ความยาวของลวดที่ได้คิดเป็น a เปอร์เซ็นต์ ของความยาวลวดต้นแบบ

$$\text{เขียนสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{a}{100} = \frac{8}{20}$$

$$\text{จะได้} \quad a = \frac{8}{20} \times 100$$

$$= 40$$

ดังนั้น ความยาวของลวดที่ได้คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวลวดต้นแบบ

2. ถ้าขยายกรอบรูปที่มีความยาว 20 เซนติเมตร และความกว้าง 10 เซนติเมตร เป็นกรอบรูป ขยาย 130 เปอร์เซ็นต์ กรอบรูปขยายที่ได้มีพื้นที่เท่าไร และคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ของกรอบรูปต้นแบบ (3 คะแนน)

วิธีทำ กรอบรูปขยาย 130 เปอร์เซ็นต์ ของกรอบรูปที่มีความยาว 20 เซนติเมตร

$$\text{คิดเป็นความยาว } \frac{130}{100} \times 20 = 26 \text{ เซนติเมตร}$$

กรอบรูปขยาย 130 เปอร์เซ็นต์ ของกรอบรูปที่มีความกว้าง 6 เซนติเมตร

$$\text{คิดเป็นความกว้าง } \frac{130}{100} \times 10 = 13 \text{ เซนติเมตร}$$

เนื่องจากกรอบรูปต้นแบบมีพื้นที่เท่ากับ $20 \times 10 = 200$ ตารางเซนติเมตร

และกรอบรูปที่ขยายแล้วมีพื้นที่เท่ากับ $26 \times 13 = 338$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ของกรอบรูป 130 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น $\frac{338}{200} \times 100 = 169$ เปอร์เซ็นต์

ของกรอบรูปต้นแบบ

เฉลยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ คะแนนเต็ม 6 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 20 นาที

1. ยี่หวาซื้อไข่เป็ดมา 150 ฟอง ราคา 450 บาท เมื่อกลับมาถึงบ้านพบว่าไข่แตกไปร้อยละ 6 ถ้าขายไข่เป็ดที่เหลือไปทั้งหมด ฟองละ 4 บาท ยี่หวาจะได้กำไรหรือขาดทุนร้อยละเท่าใด (3 คะแนน)

วิธีทำ ยี่หวาซื้อไข่เป็ดมา 150 ฟอง ไข่แตกไปร้อยละ 6 คิดเป็น $\frac{6}{100} \times 150 = 9$ ฟอง

เหลือไข่เป็ด $150 - 9 = 141$ ฟอง

ขายไปได้ราคาฟองละ 4 บาท จะได้เงิน $141 \times 4 = 564$ บาท

แต่ซื้อไข่เป็ดทั้งหมดมาในราคา 450 บาท ได้กำไร $564 - 450 = 114$ บาท

จะได้ว่า ราคาทุน 450 บาท ได้กำไร 114 บาท

ให้ราคาทุน 100 บาท ได้กำไร a บาท

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{114}{450} = \frac{a}{100}$

ดังนั้น $a \approx 25.33$

นั่นคือ ขายไข่เป็ดได้กำไรประมาณร้อยละ 25.33

2. นีราเป็นผู้โชคดีของร้านอาหารแห่งหนึ่งที่ได้ซื้ออาหารในราคาพิเศษ โดยร้านอาหารให้นีราเลือกซื้ออาหารราคา 500 บาท และมีทางเลือกให้นีรา ดังนี้

A : ซื้ออาหารโดยลดราคา 40 เปอร์เซ็นต์

B : ซื้ออาหารโดยครั้งแรกลดราคา 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วหลังจากนั้นลดราคาอีก 20 เปอร์เซ็นต์ จากราคาที่ลดครั้งแรก นีราควรเลือกทางเลือก A หรือ B จึงจะซื้ออาหารในราคาที่ถูกกว่า เพราะเหตุใด

วิธีทำ แบบ A ซื้ออาหารเลยโดยลดราคา 40 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าต้องจ่ายเงิน 60 เปอร์เซ็นต์ ของ

ราคาสินค้า ดังนั้น ต้องจ่ายเงิน $\frac{60}{100} \times 500 = 300$ บาท

แบบ B ลดราคาครั้งแรก 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วหลังจากนั้นลดราคาอีก 20 เปอร์เซ็นต์ จากราคาที่ลดครั้งแรก

ดังนั้น ราคาที่ลดแล้วครั้งแรก คือ $\frac{80}{100} \times 500 = 400$

และราคาที่จะต้องจ่ายหลังลดครั้งที่สอง คือ $\frac{80}{100} \times 400 = 320$

นั่นคือ นีราควรเลือกทาง A จึงจะซื้ออาหารในราคาที่ถูกกว่า

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 มีนักเรียนทั้งหมด 44 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 21 คน นักเรียนหญิง 23 คน อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนหญิงต่อจำนวนนักเรียนชายเป็นเท่าใด

ก. 21 : 23

ข. 23 : 21

ค. 44 : 21

ง. 44 : 23

2. นิตาซื้อสมุด 1 โหล ราคา 240 บาท อัตราส่วนของจำนวนสมุดเป็นเล่มต่อราคาเป็นบาทเท่ากับเท่าไร

ก. 1 : 240

ข. 240 : 1

ค. 12 : 240

ง. 240 : 12

3. แม่ค้าซื้อไข่ไก่มา 50 ฟอง ไข่ไก่แตกไป 4 ฟอง อัตราส่วนเปรียบเทียบจำนวนไข่ไก่ทั้งหมดต่อจำนวนไข่ไก่ที่ไม่แตกเท่ากับเท่าไร

ก. 50 : 4

ข. 4 : 50

ค. 50 : 46

ง. 46 : 50

4. อัตราส่วนคู่ใดไม่เท่ากัน

ก. 2 : 3 และ 4 : 5

ข. 6 : 9 และ 2 : 3

ค. 6 : 2 และ 12 : 4

ง. 5 : 4 และ 10 : 8

5. อัตราส่วนที่เป็น 3 เท่าของอัตราส่วน 5 : 7 คือข้อใด

ก. 18 : 20

ข. 15 : 21

ค. 27 : 30

ง. 42 : 35

6. ถ้า $y : 90 = 2 : 10$ ตัวแปร y มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 9

ข. 12

ค. 15

ง. 18

7. ถ้า $\frac{X}{9} = \frac{2}{3}$ ดังนั้น ค่าของ $2X + 3$ ตรงกับข้อใด
- ก. 14 ข. 15
ค. 16 ง. 17
8. อัตราส่วนของค่าจ้างที่ อ๋ม เค้ก และเนย ได้รับเป็นเงิน 3 : 4 : 5 ถ้าอ๋มได้รับค่าจ้าง 60 บาท เค้ก และเนยได้รับค่าจ้างรวมกันเป็นเงินกี่บาท
- ก. 150 บาท ข. 160 บาท
ค. 170 บาท ง. 180 บาท
9. ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างกัน เรียกว่าอะไร
- ก. อัตราส่วน ข. สัดส่วน
ค. ร้อยละ ง. เปอร์เซ็นต์
10. สุดาสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน สุดาสอบได้คะแนนคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ก. 40 เปอร์เซ็นต์ ข. 55 เปอร์เซ็นต์
ค. 60 เปอร์เซ็นต์ ง. 85 เปอร์เซ็นต์
11. ข้อใดต่อไปนี้เขียนอัตราส่วนอยู่ในรูปร้อยละได้ถูกต้อง
- ก. $5 : 100 = 50\%$ ข. $20 : 100 = 20\%$
ค. $100 : 5 = 2\%$ ง. $100 : 20 = 4\%$
12. แม่ซื้อรองเท้าผ้าใบมาราคา 350 บาท ขายได้กำไร 40 เปอร์เซ็นต์ จะได้กำไรกี่บาท
- ก. 120 ข. 130
ค. 140 ง. 150
13. ถ้าสมุด 10 เล่ม ราคา 150 บาท แล้วสมุด 15 เล่ม ราคาที่บาท
- ก. 210 ข. 215
ค. 220 ง. 225
14. ช่างทาสี 3 คน ทาสีบ้านเสร็จภายในเวลา 14 วัน ถ้าต้องการให้ช่างทาสีบ้านเสร็จภายใน 6 วัน จะต้องจ้างช่างทาสีเพิ่มอีกกี่คน
- ก. 5 คน ข. 6 คน
ค. 7 คน ง. 8 คน

23. กำหนดให้ $a : b = 2 : 3$ และ $b : c = 9 : 5$ แล้ว $a : b : c$ มีค่าเท่ากับเท่าไร
ก. $6 : 9 : 5$ ข. $5 : 9 : 6$
ค. $9 : 5 : 6$ ง. $6 : 5 : 9$
24. การเปลี่ยนแปลงค่าของปริมาณ A และ B เป็นไปในทางเดียวกัน เรียกว่าอะไร
ก. สัดส่วน ข. สัดส่วนตรง
ค. สัดส่วนผกผัน ง. ถูกทุกข้อ
25. การเปลี่ยนแปลงค่าของปริมาณ A และ B เป็นไปในทางกลับกัน เรียกว่าอะไร
ก. สัดส่วน ข. สัดส่วนตรง
ค. สัดส่วนผกผัน ง. ถูกทุกข้อ
26. กรรไกร 5 เล่ม สำหรับนักเรียน 10 คน อัตราส่วนกรรไกรเป็นเล่มต่อนักเรียนเป็นคนเท่ากับเท่าไร
ก. $1 : 2$ ข. $5 : 8$
ค. $2 : 1$ ง. $10 : 5$
27. อัตราส่วนที่เป็น 2 เท่าของอัตราส่วน $6 : 3$ คือข้อใด
ก. $36 : 9$ ข. $9 : 36$
ค. $12 : 6$ ง. $6 : 12$
28. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง
ก. พ่อซื้อส้มโอ 3 ผล ราคา 30 บาท อัตราส่วน คือ $3 : 30$
ข. พายุซื้อดินสอ 3 แท่ง ราคา 60 บาท อัตราส่วน คือ $1 : 20$
ค. เนื้อหมูกิโลกรัมละ 300 บาท คือ $1 : 300$
ง. ชุดากี๋ก้วยเดี่ยว 3 ชุด 120 บาท คือ $40 : 1$
29. อัตราส่วนอย่างต่ำของ $30 : 90$ คือข้อใด
ก. $1 : 3$ ข. $3 : 1$
ค. $3 : 9$ ง. $9 : 3$
30. อัตราส่วนที่เป็น 3 เท่าของอัตราส่วน $1 : 5$ คือข้อใด
ก. $3 : 125$ ข. $125 : 3$
ค. $3 : 15$ ง. $15 : 3$

เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ข้อ	1	2	3	4	ข้อ	1	2	3	4	ข้อ	1	2	3	4
1	×				11	×				21		×		
2			×		12			×		22				×
3				×	13				×	23	×			
4	×				14			×		24		×		
5		×			15			×		25			×	
6				×	16	×				26	×			
7		×			17		×			27			×	
8				×	18			×		28				×
9	×				19	×				29			×	
10			×		20				×	30			×	

**แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์**

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้ เป็นแบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ ตามความพึงพอใจของตนเองและกรอกข้อมูลที่เป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอน

3. คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้เป็นความลับ

ตารางที่ ก.1 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ฉันชอบกิจกรรมขั้นสร้างความตระหนักในเนื้อหาที่จะเรียนรู้					
2. ฉันชอบกิจกรรมขั้นระดมพลังความคิด					
3. ฉันชอบกิจกรรมขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน					
4. ฉันชอบกิจกรรมขั้นนำเสนอผลงาน					
5. ฉันชอบกิจกรรมขั้นวัดและประเมินผล					
6. ฉันชอบกิจกรรมขั้นเผยแพร่ผลงาน					
7. ฉันสนุกกับการทำงานร่วมกันทั้งงานกลุ่ม และรายบุคคล					

(ต่อ)

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
8. ฉันทชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นหาข้อมูลได้					
9. ฉันทชอบที่สื่อในการจัดการเรียนรู้ มีความชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น					
10. ฉันทชอบที่ครูนำแอปพลิเคชันมาช่วยในการวัดและประเมินผล					
11. ฉันทชอบที่ครูนำเนื้อหา ไปประยุกต์เป็นเกมในแอปพลิเคชัน					
12. ฉันทชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูในระหว่างเรียนมากยิ่งขึ้น					
13. ฉันทชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดริเริ่ม					
14. ฉันทชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดยืดหยุ่น					
15. ฉันทชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดคล่องแคล่ว					
16. ฉันทชอบที่ตนเองได้ฝึกทักษะกระบวนการด้านความคิดละเอียดละออ					
17. ฉันทมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					
18. ผู้เรียนมีความพึงพอใจในความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง มากน้อยแค่ไหนหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					

(ต่อ)

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
19. ฉันทชอบกิจกรรมที่ทำให้ตนเองมีจิตสาธารณะ ในการทำงานเป็นกลุ่ม					
20. ผู้เรียนมีความพึงพอใจในความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง อย่างน้อยแค่ไหนหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					



ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือด้วยดี
นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของแบบสัมภาษณ์
กึ่งโครงสร้าง จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.1 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	แผน												\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้																
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบคือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ครบถ้วน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้																
2.1 มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผน												\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2. จุดประสงค์การเรียนรู้																
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้																
3.1 มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
3.3 มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากอย่างเหมาะสม	4.67	4.67	5	5	5	4.67	5	5	5	5	5	5	5	4.92	0.15	มากที่สุด
3.4 มีความถูกต้องและชัดเจน	4.67	4.67	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.95	0.13	มากที่สุด
3.5 มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.87	4.87	5	5	5	4.93	5	5	5	5	5	5	5	4.97	0.06	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้																
4.1 ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.67	4.67	4.67	5	5	4.67	4.67	5	5	4.67	5	5	5	4.84	0.17	มากที่สุด

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผน												\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
4. กิจกรรมการเรียนรู้																
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	4.67	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.97	0.10	มากที่สุด
4.3 จัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม	5	4.67	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.97	0.10	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.67	4.67	4.67	5	5	5	5	4.67	5	5	5	5	5	4.89	0.16	มากที่สุด
4.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
4.6 กิจกรรมเหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียนจัดกิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.89	4.78	4.89	5	5	4.95	4.95	4.95	5	4.95	5	5	4.95	0.09	มากที่สุด	
5. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้																
5.1 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผน												\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
5. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้																
5.2 มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
5.3 สื่อการเรียนการสอนสร้างความสนใจของผู้เรียน	4.67	5	4.67	5	5	5	5	5	4.67	4.67	5	5	4.89	0.16	มากที่สุด	
5.4 เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด	
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.92	5	4.92	5	5	5	5	5	4.92	4.92	5	5	4.97	0.04	มากที่สุด	
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล																
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด	
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด	
6.3 ส่งเสริมการวัดความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด	

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผน												\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล																
6.4 การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม													4.98	0.03	มากที่สุด	

จากตาราง ข.2 สรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ทั้งหมด 12 แผน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.03 หมายความว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล้องแคล่วทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.6 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดละเอียดละอทางคณิตศาสตร์

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.6 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์

ความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์				
ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.59	ปานกลาง	0.45	ดี
2	0.52	ปานกลาง	0.50	ดี
3	0.45	ปานกลาง	0.55	ดี
ความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.802				

จากตารางที่ ข.7 พบว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.59, 0.52 และ 0.45 ตามลำดับ หมายถึงค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ปานกลางทั้งสามข้อ และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.45, 0.50 และ 0.55 ตามลำดับ หมายถึงค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งสามข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.802

ตารางที่ ข.8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

ความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์				
ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.59	ปานกลาง	0.55	ดี
2	0.48	ปานกลาง	0.59	ดี
3	0.43	ปานกลาง	0.50	ดี
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.821				

จากตารางที่ ข.8 พบว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.59, 0.48 และ 0.43 ตามลำดับ หมายถึงค่าความยากง่ายข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 3 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.55, 0.59 และ 0.50 ตามลำดับ หมายถึงค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งสามข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.821

ตารางที่ ข.9 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์

ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์				
ข้อที่	ค่าความยาก (<i>p</i>)	แปลผล	อำนาจจำแนก (<i>r</i>)	แปลผล
1	0.52	ปานกลาง	0.59	ปานกลาง
2	0.50	ปานกลาง	0.55	ปานกลาง
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.832				

จากตารางที่ ข.9 พบว่า ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.52 และ 0.50 ตามลำดับ หมายถึงค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ปานกลางทั้งสองข้อ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.55 ตามลำดับ หมายถึงค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ปานกลางทั้งสองข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.832

ตารางที่ ข.10 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์

ความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์				
ข้อที่	ค่าความยาก (<i>p</i>)	แปลผล	อำนาจจำแนก (<i>r</i>)	แปลผล
1	0.59	ปานกลาง	0.45	ดี
2	0.57	ปานกลาง	0.59	ดี
ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.886				

จากตารางที่ ข.10 พบว่า ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.57 ตามลำดับ หมายถึงค่าความยากง่ายข้อ 1 และข้อ 2 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดละออทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.45 และ 0.59 ตามลำดับ หมายถึงค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งสองข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดละเอียดลออทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.886

ตารางที่ ข.11 สรุปค่า IOC แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ข. 11 (ต่อ)

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.9 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Intex of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งแต่ละข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.12 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.57	0.32
2	0.52	0.32
3	0.57	0.41
4	0.50	0.27
5	0.48	0.23
6	0.55	0.36
7	0.43	0.23
8	0.59	0.36
9	0.48	0.32
10	0.43	0.41
11	0.41	0.36
12	0.39	0.32
13	0.34	0.41
14	0.57	0.32
15	0.61	0.32
16	0.48	0.32
17	0.45	0.27
18	0.48	0.41
19	0.55	0.27
20	0.64	0.27
21	0.70	0.32
22	0.52	0.41
23	0.55	0.27
24	0.50	0.27
25	0.50	0.27
26	0.59	0.55

(ต่อ)

ตารางที่ ข.12 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
27	0.45	0.27
28	0.50	0.36
29	0.68	0.36
30	0.64	0.27

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.819

จากตารางที่ ข.12 พบว่า ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในช่วง 0.34-0.39 จำนวน 2 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยาก ช่วง 0.40-0.59 จำนวน 23 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และช่วง 0.60-0.79 จำนวน 5 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในช่วง 0.20-0.39 จำนวน 24 ข้อ อยู่ในเกณฑ์พอใช้ และช่วง 0.40-0.59 จำนวน 6 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ดี และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.819

ตารางที่ ข.13 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริม

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

จาก ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.13 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
9	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.13 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 27 ข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.80 – 1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.60 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.14 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดความพึงพอใจ

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.68
2	0.64
3	0.64
4	0.50
5	0.68
6	0.68
7	0.59
8	0.50
9	0.64
10	0.77
11	0.55
12	0.73
13	0.86
14	0.64
15	0.68
16	0.86
17	0.50
18	0.55
19	0.50
20	0.73
ค่าความเชื่อมั่น (α)	0.887

จากตารางที่ ข.13 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจ มีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.853 - 0.868) จำนวนทุกข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ .887

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ t-test (One Sample t-test) คือ ข้อมูลของประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติ มีวิธีตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงไม่ปกติ

2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	.275	44	.200	.754	44	.200

a. Lilliefors Significance Correction

จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และ Shapiro-Wilk มีค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญ .05 ที่กำหนด จึงยอมรับ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ t-test (One Sample t-test) คือ ข้อมูลของประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติ มีวิธีตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงปกติ

H_1 : ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงไม่ปกติ

2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	.185	44	.200	.867	44	.200

a. Lilliefors Significance Correction

จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และ Shapiro-Wilk มีค่า *Sig.* มากกว่าระดับนัยสำคัญ .05 ที่กำหนด จึงยอมรับ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่



ภาคผนวก ค

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิมอาจารย์ | ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ |
| | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| | ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน | ประธานหลักสูตร กศ.ม.สาขาหลักสูตร
และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ |
| | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วรพันธุ์ | ผู้ช่วยคณบดีและประธานหลักสูตร
การศึกษบัณฑิต |
| | สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป |
| | คณะศึกษาศาสตร์ |
| | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ |
| | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ทองมูล | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ |
| | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |



ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส | อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา |
| 2. อาจารย์ ดร. ณิชฎณาร์ บรรเทา | อาจารย์สาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัย และเครื่องมือ |
| 3. คุณครูจรียา วัลลานนท์ | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
โรงเรียนกมลาไสย
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา |



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๐๔๒๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๕๐๐๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดำเนินการขอความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน รองศาสตราจารย์ประสาท เนื่องเฉลิม

ด้วย นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ รหัสประจำตัว ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๐๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะกรรมการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความเห็นชอบของท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

เพื่อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความเห็นชอบจากท่าน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๔-๓๖๔๒๒๐๓๗



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๐๔๒๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๕๐๐๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดำเนินการขอความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน รองศาสตราจารย์มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวรัชก อ่อนจันทร์ รหัสประจำตัว ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๐๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความเห็นชอบของท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

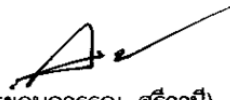
เพื่อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ

ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความเห็นชอบจากท่าน
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนตรี วงษ์สะพาน)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๔-๓๖๔๒๒๐๓



ที่ ขว๐๖๑๙.๐๒/ว๐๔๒๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวรัชก ขอนจันทร์ รหัสประจำตัว ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอดความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

เพื่อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๔-๓๖๔๒๒๐๓๗



ที่ ขว๐๖๑๙.๐๒/ว๐๔๒๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์มะลิวัลย์ ภัทรชาลิกุล

ด้วย นางสาวรัชก อ่อนจันทร์ รหัสประจำตัว ๖๓๕๐๑๐๑๖๐๑๐๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

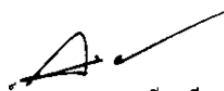
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

เพื่อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๕-๓๖๔๒๒๐๓/



ที่ อว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๓/๓๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนตรี ทองมูล

ด้วย นางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ รหัสประจำตัว ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

เพื่อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอนและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณามหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๔๘-๓๖๔๒๒๐๓



ที่ อว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๗/๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๕๔๐๐๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส

ด้วยนางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๐๖ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอดความอนุเคราะห์ที่ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
- ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดความพึงพอใจของแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
- อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๕๔-๓๖๕๒๒๐๗



ที่ ขว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๗/๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดำเนินการขอความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน อาจารย์ ดร. ณีฎะณาร บรเทศ

ด้วยนางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๐๖
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะกรรมการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความเห็นชอบของท่านเป็น
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดความพึงพอใจของแผนการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความเห็นชอบ
จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๔-๓๖๔๒๒๐๓



ที่ ขว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๓/๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอดำเนินการขอความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน นางจริยา วัลลภานนท์

ด้วยนางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๐๖ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย และกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดความพึงพอใจของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความเห็นชอบจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๙๘-๓๖๔๒๒๐๓

โรงเรียนกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์
 รับเลขที่ A90
 วันที่ ๒๑ ก.พ. ๒๕๖๕
 เวลา 11.01 น.



ที่ อว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๗/๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกมลาลัย อำเภอกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์

ด้วยนางสาวรัชชก อ่อนจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๔๐๑๐๑๖๐๑๖๐๖ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกมลาลัย
 อ.เมือง จ.มหาสารคาม
 โทร. ๐๔๔-๓๖๔๒๒๐๐๗

เพื่อโปรด ทราบ
พิจารณาสั่งการ
อนุญาต/อนุมัติ

(นางสาวณัฐธิดา แจ่มสุวรรณ)
 เจ้าหน้าที่งานสารบรรณ
 ๒๑ ก.พ. ๒๕๖๕
 คณะครุศาสตร์
 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
 โทรศัพท์ นักศึกษา ๐๔๔-๓๖๔๒๒๐๐๗

ขอแสดงความนับถือ

เพื่อโปรดทราบ อธิการบดี

เห็นชอบ อนุมัติ
 วิชาบังคับสั่งการ

(นางวรรณนิภา วงศ์สวัสดิ์)
 หัวหน้าเจ้าหน้าที่งานสารบรรณ

๒๑ ก.พ. ๒๕๖๕

ขอแสดงความนับถือ
 เห็นชอบ อนุมัติ
 วิชาบังคับสั่งการ

(นายสมคิด ปทุมวัน)
 รองผู้อำนวยการโรงเรียนกมลาลัย
 21 ก.พ. 2565

(นางนิตยา ทรงมงคลรัตน์)
 รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
 ผู้อำนวยการโรงเรียนกมลาลัย

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

รัชนก อ่อนจันทร์ และนवल นนทภา. (2565) *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบส่งเสริม*

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 Development of Learning Activities to Promote Creativity in Mathematics for Matthayomsuksa 1 Students. ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4 “ศาสตร์พระราชากับการพัฒนาอย่างยั่งยืนในสังคมวิถีใหม่สู่อนาคต: The King's Philosophy for Sustainable Development in the Next Norma”. วันที่ 20 พฤษภาคม 2565. (น. 614-622). ร้อยเอ็ด: มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวรัชชนก อ่อนจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	4 ธันวาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	22 หมู่ 3 ตำบลแห่ใต้ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 44140
E-mail	638010160106@rmu.ac.th
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2562	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2565	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY