

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti) เรื่อง การแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 สาระการเรียนรู้
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 คุณภาพของผู้เรียน
2. วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 22202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรนาารีเฉลิมจังหวัดสงขลา
 - 2.1 คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้
 - 2.2 โครงสร้างรายวิชา
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.2 องค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3 การประยุกต์ใช้หลักการการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน
 - 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.5 การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.7 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
4. การจัดการเรียนรู้รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti)
 - 4.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti)
 - 4.2 ขั้นตอน และแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti)
 - 4.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti)

5. แนวคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยา (Polya)
6. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.3 บทบาทของครูในการส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.5 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.6 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 1-6) ได้จัดทำสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีสาระสำคัญ ดังนี้

1. สาระการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอด และความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

เรขาคณิต รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต

(Geometric Transformation) ในเรื่อง การเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต
 การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต
 อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม
 การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง
 และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์ และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความ
 น่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วย
 ในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย
 การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง
 ความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่ม
 สร้างสรรค์

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวน
 ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์
 ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ และแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวน และนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบาย และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจ และวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจ และใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และ

แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนควรจะสามารถ ดังนี้

3.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สอง และรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สอง และรากที่สาม ของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการ และแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน ไปใช้ในชีวิตจริงได้

3.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความ ยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิ ตจริงได้

3.3 สามารถสร้าง และอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะ และสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

3.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูป สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการ

ให้เหตุผล และแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

3.5 สามารถนึกภาพ และอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

3.6 สามารถวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

3.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

3.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

3.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เห็นได้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก มีการกำหนดเป็นสาระหลัก และมาตรฐานการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วควรมีความสามารถในการใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอก้าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 22202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรนารีเฉลิม จังหวัดสงขลา

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 22202) เป็นรายวิชาที่สถานศึกษาเปิดสอนเพิ่มเติมจากสิ่งที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดเน้น ความต้องการ และความถนัดของผู้เรียน โดยมีการกำหนด “ผลการเรียนรู้” เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนมีการจัดการเรียนการสอนเป็นรายภาค ตามโครงสร้างเวลาเรียนที่กำหนด เมื่อรวมเวลาเรียนรายวิชาพื้นฐาน รายวิชาเพิ่มเติม และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแล้ว ไม่เกิน 1,200 ชั่วโมงต่อปี

ด้านการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ตัดสินผลการเรียนเป็นรายวิชา ผู้เรียนต้องมีเวลาเรียนตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมด ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินทุกผลการเรียนรู้ และผ่านตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่สถานศึกษากำหนด โดยมีคำอธิบายรายวิชาผลการเรียนรู้ และโครงสร้างรายวิชา ดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 22202) มีดังนี้

1. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
2. สมการกำลังสองตัวแปรเดียว
3. การแปรผัน

ผลการเรียนรู้

1. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยใช้คุณสมบัติการแจกแจงได้
2. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่อยู่ในรูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ ได้
3. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ได้
4. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่อยู่ในรูปผลต่างของกำลังสองได้
5. แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้การแยกตัวประกอบได้
6. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้การแยกตัวประกอบได้
7. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่างๆ ที่แปรผันต่อกันได้
8. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันได้
9. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2. โครงสร้างรายวิชา

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 22202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	การแยกตัว ประกอบ ของพหุนาม ดีกรีสอง	1. แยกตัวประกอบของ พหุนามดีกรีสองโดยใช้ คุณสมบัติการแจกแจง ได้	- การแยกตัว ประกอบโดยใช้ สมบัติการแจกแจง	3	7
		2. แยกตัวประกอบของ พหุนามดีกรีสองที่อยู่ใน รูป $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ ได้	- การแยกตัว ประกอบของพหุนาม ดีกรีสองตัวแปรเดียว	4	10
2	การแยกตัว ประกอบ ของพหุนาม ดีกรีสอง (ต่อ)	3. แยกตัวประกอบของ พหุนามดีกรีสองที่อยู่ใน รูปกำลังสองสมบูรณ์ได้	- การแยกตัว ประกอบของพหุนาม ดีกรีสองที่อยู่ในรูป กำลังสองสมบูรณ์	4	10
		4. แยกตัวประกอบของ พหุนามดีกรีสองที่อยู่ใน รูปผลต่างของกำลังสอง ได้	- การแยกตัว ประกอบของพหุนาม ดีกรีสองที่อยู่ในรูป ผลต่างของกำลังสอง	3	7

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
3	สมการกำลัง สองตัวแปร เดียว	5. แก้สมการกำลังสอง ตัวแปรเดียวโดยใช้การ แยกตัวประกอบได้	- สมการกำลังสอง ตัวแปรเดียว	6	8
		6. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับสมการกำลัง สองตัวแปรเดียวโดยใช้ การแยกตัวประกอบได้	- โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับสมการกำลัง สองตัวแปรเดียว	6	8
4	การแปรผัน	7. เขียนสมการแสดง การแปรผันระหว่าง ปริมาณต่างๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้	- การแปรผันตรง - การแปรผกผัน - การแปรผัน เกี่ยวเนื่อง	5 5 4	7 7 6
		8. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้			
		9. ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของ คำตอบที่ได้			
5		สอบปลายภาค			30
รวมตลอดภาคเรียน				40	100

ที่มา: หลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์, 2553, หน้า 17, 52

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลาง และหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti) เรื่อง การแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ออกแบบให้

สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

สำหรับความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้หลายท่าน ดังนี้

สลาวิน (Slavin, 1987, p.8) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การสอนแบบหนึ่ง ซึ่งนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ปกติ 4 คน และการจัดกลุ่มต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน เช่น นักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ความสามารถปานกลาง 2 คน และความสามารถต่ำ 1 คน หน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำงาน รับผิดชอบ และช่วยเหลือในการเรียนซึ่งกันและกัน

จอห์นสัน และโฮลเบก (Johnson and Holubec, 1993, pp.1-3) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบร่วมมือว่า เป็นการจัดการเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคนในกลุ่มสมาชิกทุกคนมีบทบาทชัดเจน มีทักษะทางสังคม มีการพึ่งพาอาศัยกันจนทุกคนประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตัว และส่วนรวม เพื่อให้ตนเอง และสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวมีความหมายตรงกันข้ามกับการเรียนที่เน้นการแข่งขัน (Competitive Learning) และการเรียนตามลำพัง (Individualized Learning) (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 4)

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 2-3) ได้กล่าวถึง การเรียนแบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนแบบหนึ่ง โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานพร้อมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก โดยทุกคนมีหน้าที่รับผิดชอบงานของตนเอง และงานส่วนรวมร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีทักษะการทำงานกลุ่ม เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายส่งผลให้เกิดความพอใจ อันเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มแบบร่วมมือ กลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือมีลักษณะที่แตกต่างจากการเรียนแบบกลุ่ม

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545, หน้า 174) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันโดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคล คือ ความสำเร็จของกลุ่ม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 134) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มที่มีโครงสร้างชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเอง และสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่มโดยคละความสามารถ เน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิก ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกัน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันภายในกลุ่ม ทั้งนี้ครูจะเป็นผู้สังเกตการณ์ คอยช่วยเหลือให้กำลังใจหรือช่วยแก้ปัญหาซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถช่วยเหลือตนเองในการแสวงหาความรู้ และเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นได้

2. องค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson and Johnson, 1989 อ้างอิงใน ทิศนา ขัมมณี, 2553, หน้า 31-37) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้มีความหมายเพียงว่า มีการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้วให้งาน และบอกผู้เรียนให้ช่วยกันทำงานเท่านั้น การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคล และของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน และในขณะที่เดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่นๆ ด้วย

เพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน การเรียนรู้ร่วมกัน (Positive Goal Interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (Positive Reward Interdependence) การให้งานหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ทุกคนต้องทำหรือใช้ร่วมกัน (Positive Resource Interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (Positive Role Interdependence)

2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face to Face Promotive Interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ใ่วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่างๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้น กลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก เพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน เป็นต้น

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และใ่วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอน และฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม และผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครู หรือผู้เรียนหรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลการคิด และพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีประสิทธิภาพถ้าสมาชิกภายในกลุ่มมองเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีแนวทางสำคัญ 5 ประการ (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 5) คือ

1. มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive Interdependence) หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการทำงานร่วมกัน โดยที่สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานนั้น มีการแบ่งปันวัสดุ อุปกรณ์ ข้อมูลต่างๆ ในการทำงานทุกคนมีบทบาทหน้าที่ และประสบความสำเร็จร่วมกัน ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก มีหลายวิธี เช่น

1.1 การกำหนดเป้าหมายของกลุ่ม (แต่ละคนลงมือเรียน และต้องแน่ใจว่าสมาชิกคนอื่นเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน)

1.2 การกำหนดรางวัลร่วมกัน (ถ้าทุกคนทำได้ตามเกณฑ์ที่ครูผู้สอนกำหนดไว้ แต่ละคนจะได้รับคะแนนโบนัสเท่าเทียมกันทุกคน)

1.3 การกำหนดให้ใช้วัสดุ อุปกรณ์หรือสื่อการเรียนอื่นๆ ร่วมกัน (แต่ละคนจะได้วัสดุเพียง 1 ส่วนของทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานกลุ่ม)

1.4 การกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะมีบทบาทในกลุ่ม เช่น ผู้อ่าน ผู้ตรวจสอบ ผู้บันทึก ผู้ให้กำลังใจ ผู้จัดหาวัสดุ

2. การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในระหว่างการทำงานกลุ่ม (Face to Face Promotive Interaction) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ โดยทำกิจกรรมต่อไปนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

2.2 อธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง

กิจกรรมดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้ติดต่อกันโดยตรง เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อให้แน่ใจว่าสมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่ม ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น

3.1 กำหนดหน้าที่ของสมาชิกทุกคนในกลุ่มตามความเหมาะสม

3.2 สุ่มถามปากเปล่าสมาชิกในกลุ่ม หรือสุ่มตรวจงานของสมาชิกในกลุ่ม

3.3 สังเกต และบันทึกการทำงานกลุ่มของสมาชิก

3.4 กำหนดให้สมาชิก 1 คน ในกลุ่มเป็นผู้ตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกเกี่ยวกับงานกลุ่ม

3.5 ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนเรียนรู้ให้เพื่อนฟัง

3.6 ทดสอบรายบุคคล

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Group Skills) หรือทักษะทางสังคม (Social Skills) ทักษะที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานกลุ่มประสบความสำเร็จ ได้แก่

4.1 ทักษะการติดต่อสื่อสาร และมนุษยสัมพันธ์ ได้แก่

4.1.1 การสื่อสารที่ถูกต้อง และเที่ยงตรง

4.1.2 การใช้เสียงค่อยๆ

4.1.3 การใช้ภาษาสุภาพ และเหมาะสมกับโอกาส

4.1.4 การแสดงความคิดเห็น และการรับฟังความคิดเห็น

4.1.5 การแยกแยะ และสรุปความคิดเห็นของผู้อื่น

4.1.6 การเชื่อมโยงความรู้เก่ากับใหม่

4.1.7 การตั้งคำถาม และการตอบคำถาม

4.1.8 การวิจารณ์ความคิดเห็นโดยไม่วิจารณ์เจ้าของความคิด

4.1.9 การให้กำลังใจในการทำงานร่วมกันด้วยคำพูด

4.1.10 การแสดงความสนใจ

4.2 ทักษะการอยู่ร่วมกัน และการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แก่

4.2.1 การให้ความสำคัญ และเอาใจใส่ต่อทุกคนเท่าเทียมกัน

4.2.2 การหลีกเลี่ยงข้อขัดแย้ง

4.2.3 การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4.2.4 การมีน้ำใจ และความกระตือรือร้นในการช่วยเหลือผู้อื่น

4.2.5 การรู้จักให้กำลังใจเพื่อนๆ ด้วยคำพูดหรือการแสดงความสนใจ

4.2.6 การเป็นผู้นำที่ดี การชี้แนะ การทำงานของกลุ่ม การเป็นผู้ตามที่ดี

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Process) สมาชิกจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นผลงานของกลุ่มจะได้รับอิทธิพลมาจากการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของสมาชิกในกลุ่มซึ่งสามารถกระทำได้โดย

5.1 ให้อธิบายการกระทำของสมาชิกที่มีประโยชน์ และไม่มีประโยชน์

5.2 ให้ตัดสินใจว่าการกระทำใดของกลุ่มที่ควรรักษาไว้ และการกระทำใดควรเลิกปฏิบัติ

5.3 ให้เล่าเหตุการณ์ในกลุ่ม ปัญหาของกลุ่ม หรือวิพากษ์วิจารณ์ การทำงานของกลุ่ม

องค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มในทางที่ดี ช่วยเหลือกันและกัน และทำให้ผู้เรียนไม่สนใจเฉพาะแต่งานของตนเองเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องรับผิดชอบงานของทั้งกลุ่ม อีกทั้งยังมีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถออกไปสู่สังคมภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การประยุกต์ใช้หลักการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

ทิตินา แชมมณี (2548, หน้า 103-106) ได้สรุปแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ว่า ครูสามารถนำหลักการของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไปจัดการเรียนการสอนของตนได้ โดยการพยายามจัดกลุ่มการเรียนรู้ให้มียุทธศาสตร์ประกอบครบ 5 ประการดังกล่าวข้างต้น และใช้เทคนิค วิธีการต่างๆ ในการช่วยให้องค์ประกอบทั้ง 5 สัมฤทธิ์ผล โดยทั่วไปการวางแผนบทเรียน และจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนแบบร่วมมือมีประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. ด้านการวางแผนการจัดการเรียนการสอน

- 1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนทั้งทางด้านความรู้ และทักษะกระบวนการต่างๆ

1.2 กำหนดขนาดของกลุ่ม กลุ่มควรมีขนาดเล็ก ประมาณ 3-6 คน กลุ่มขนาด 4 คน จะเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด

1.3 กำหนดองค์ประกอบของกลุ่ม หมายถึง การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มซึ่งอาจทำโดยการสุ่ม หรือการเลือกให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปกลุ่มจะต้องประกอบไปด้วยสมาชิกที่คละกันในด้านต่างๆ เช่น เพศ ความสามารถ ความถนัด เป็นต้น

1.4 กำหนดบทบาทของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และมีส่วนในการทำงานอย่างทั่วถึง ครูควรมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานให้ทุกคน และบทบาทหน้าที่นั้นๆ จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของงานอันเป็นจุดมุ่งหมายของกลุ่ม ครูควรจัดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกให้อยู่ในลักษณะที่จะต้องพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูลกัน บทบาทหน้าที่ในการทำงานเพื่อการเรียนรู้มีจำนวนมาก เช่น บทบาทผู้นำกลุ่ม ผู้สังเกตการณ์ เลขานุการ ผู้เสนองาน ผู้ตรวจสอบงาน เป็นต้น

1.5 จัดสถานที่ให้เหมาะสมในการทำงาน และการมีปฏิสัมพันธ์กัน ครูจำเป็นต้อง คิดออกแบบการจัดห้องเรียน หรือสถานที่ที่จะใช้ในการเรียนรู้ให้เอื้อ และสะดวกต่อการทำงาน ของกลุ่ม

1.6 จัดสาระ วัสดุหรืองานที่จะให้ผู้เรียนทำ วิเคราะห์สาระ งาน หรือวัสดุ ที่จะให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ และจัดแบ่งสาระหรืองานนั้นในลักษณะที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการช่วยกลุ่ม และพึ่งพาในการเรียนรู้

2. ด้านการสอน ครูควรมีการเตรียมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

2.1 อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม ครูควรอธิบายถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน เหตุผลในการดำเนินการต่างๆ รายละเอียดของงาน และขั้นตอนในการทำงาน

2.2 อธิบายเกณฑ์การประเมินผลงาน ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจตรงกันว่า ความสำเร็จของงานอยู่ตรงไหน งานที่คาดหวังจะมีลักษณะอย่างไร เกณฑ์ที่จะใช้ในการวัด ความสำเร็จของงานคืออะไร

2.3 อธิบายถึงความสำคัญ และวิธีการของการพึ่งพา และเกื้อกูลกัน ครูควร อธิบายกฎเกณฑ์ ระเบียบ กติกา บทบาทหน้าที่ และระบบการให้รางวัล หรือประโยชน์ที่กลุ่มจะ ได้รับในการร่วมมือกันเรียนรู้

2.4 อธิบายวิธีการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่ม

2.5 อธิบายถึงความสำคัญ และวิธีการในการตรวจสอบความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย เช่น การสุ่มเรียกชื่อผู้เสนอผลงาน การทดสอบ การตรวจสอบผลงาน เป็นต้น

2.6 ชี้แจงพฤติกรรมที่คาดหวัง หากครูชี้แจงให้ผู้เรียนได้รู้อย่างชัดเจนว่าต้องการ ให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ความคาดหวังที่มีต่อตนเอง และพยายามจะ แสดงพฤติกรรมนั้น

3. ด้านการควบคุมกำกับ และการช่วยเหลือกลุ่ม

3.1 ดูแลให้สมาชิกกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด

3.2 สังเกตการณ์การทำงานร่วมกันของกลุ่ม ตรวจสอบว่า สมาชิกกลุ่มมีความ เข้าใจงาน หรือบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ สังเกตพฤติกรรมต่างๆ ของสมาชิกให้ข้อมูล ย้อนกลับ ให้แรงเสริม และบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของกลุ่ม

3.3 เข้าไปช่วยเหลือกลุ่มตามความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานและการทำงาน เมื่อพบว่ากลุ่มต้องการความช่วยเหลือ ครูสามารถเข้าไปชี้แจง สอนซ้ำ หรือให้ความช่วยเหลืออื่นๆ

3.4 สรุปการเรียนรู้ ครูควรให้กลุ่มสรุปประเด็นการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีความชัดเจนขึ้น

4. ด้านการประเมินผล และวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้

4.1 ประเมินผลการเรียนรู้ ครูประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ โดยวิธีการสอนที่หลากหลาย และควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

4.2 วิเคราะห์กระบวนการทำงาน และกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูควรจัดให้ผู้เรียนมีเวลาในการวิเคราะห์การทำงานของกลุ่ม และพฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มมีโอกาสเรียนรู้ที่จะปรับปรุงส่วนบกพร่องของกลุ่ม

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนครูสามารถนำหลักการมาใช้ โดยการพยายามจัดกลุ่มการเรียนรู้ให้มีองค์ประกอบครบ 5 ประการ คือ ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในระหว่างการทำงานกลุ่ม การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน การใช้ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และกระบวนการกลุ่ม

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 174-175) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

แบ่งกลุ่ม แนะนำระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แจกจุดประสงค์ และการทำกิจกรรม

2. ขั้นสอน

นำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล และมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม

3.1 ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อยโดยแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม

3.2 ใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำกิจกรรม ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่งๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือหลายๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงาน และทดสอบ

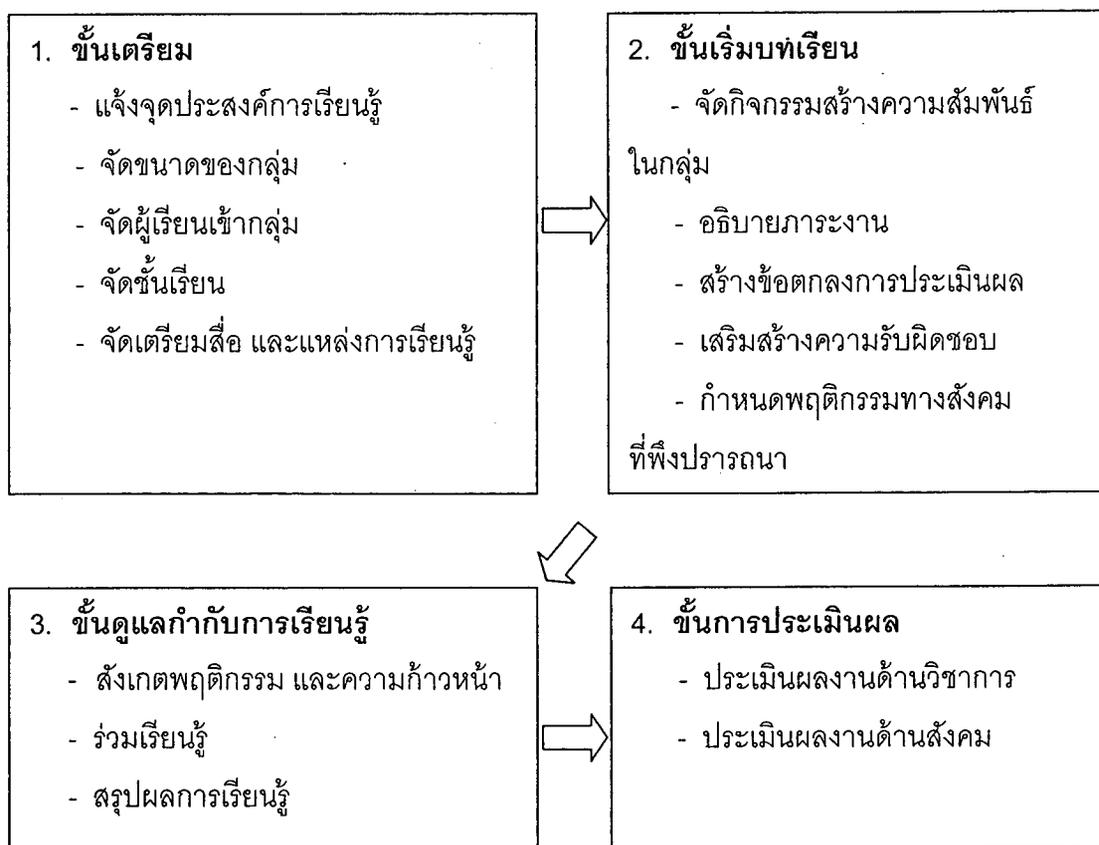
ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่ม และรายงานบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจเรียนซ่อมเสริมส่วนที่ขาดตกบกพร่องต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม

5.1 ครู และผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม

5.2 ครู และผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่า อะไรคือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 160) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นภาพได้ ดังนี้



ภาพ 1 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียนซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่มนักเรียนที่แจ่ม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การแนะนำบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม
2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำเสนอเนื้อหา และมอบหมายงานให้นักเรียนร่วมกันปฏิบัติ
3. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันทำงานกลุ่ม และทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือในเทคนิคที่เหมาะสม
4. ขั้นตรวจสอบผลงาน และทดสอบ เป็นการตรวจความถูกต้องของผลงานกลุ่มที่นักเรียนได้ร่วมกันทำ โดยครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายผลงานในกลุ่มให้เพื่อนๆ ฟัง จากนั้นจึงทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคลแล้วเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่มซึ่งจะเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย
5. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ครู และนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงกระบวนการทำงาน และข้อบกพร่อง และแนวทางการแก้ไขในการทำงานร่วมกัน

5. การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนคณิตศาสตร์

จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson and Johnson, 1989, pp.235-237) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือใช้ได้เป็นอย่างดีกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติ และกระบวนการ และสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้อย่างคล่องแคล่ว และมีความหมายด้วยเหตุผล ดังนี้

1. มโนคติ และทักษะทางคณิตศาสตร์สามารถเรียนได้ดีในกระบวนการที่เป็นพลวัต (Dynamic Process) ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข่งขัน การเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นลักษณะที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมมากกว่าที่จะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้ การสอนคณิตศาสตร์โดยปกติอยู่บนพื้นฐานที่ว่านักเรียนเป็นผู้ดูดซับข้อมูลความรู้จากการฝึกซ้ำ และจากการให้แรงเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข่งขันเป็นการท้าทายสมองสำหรับนักเรียนทุกคน และการอยากรู้ อยากเห็นจะช่วยกระตุ้นให้มีการอภิปรายกับคนอื่น
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการอาสาซึ่งกันและกัน (Interpersonal Enterprise) การพูดผ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาให้ถูกต้องได้อย่างไร การอธิบายยุทธวิธีการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการวิเคราะห์ปัญหากับเพื่อนจะทำให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) มีวิธีการให้เหตุผลระดับสูง และเกิด

การเรียนรู้ระดับสูง ในกลุ่มย่อยนักเรียนมีความสะดวกในการอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น

3. การเรียนเป็นกลุ่ม มีโอกาสในการสร้างความร่วมมือในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพแต่ในโครงสร้างของการแข่งขัน และการเรียนรายบุคคลนักเรียนไม่มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันจะทำให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการแลกเปลี่ยนการวิเคราะห์ปัญหา และเลือกยุทธวิธีร่วมกับคนอื่น ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลอาจเป็นไปแบบไม่เต็มใจ หรือให้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

4. การร่วมมือส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการแข่งขัน และการเรียนแบบรายบุคคล การเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมการค้นพบ การเลือกใช้ยุทธวิธี การให้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างแนวคิดใหม่ การถ่ายโยงยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ และข้อเท็จจริงกับปัญหาย่อยๆ ไปสู่รายบุคคล (นั่นคือการถ่ายโยงจากกลุ่มไปสู่รายบุคคล)

5. การทำงานร่วมมือกัน นักเรียนจะเพิ่มความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เป็นการสนับสนุนให้เกิดความพยายามในการเรียนรู้ในมิติ กระบวนการ และยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนที่ทำงานร่วมกันในกลุ่มมีแนวโน้มที่จะชอบ และเห็นคุณค่าของแต่ละคน และเห็นความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของคนอื่น มีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างเพื่อน-เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง ตระหนักในคุณค่าของตนเอง (Self - esteem) เกิดการยอมรับความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

6. การเลือกรายวิชาเรียน และการเลือกอาชีพ เพื่อนมีอิทธิพลสูงต่อนักเรียนหากมีนักเรียนบางคนในชั้นเลือกวิชาเรียนไม่เหมาะสมกับตัวเขาการช่วยเหลือให้เขาได้พัฒนาจะเกิดขึ้น ในสถานการณ์การเรียนแบบร่วมมือนักเรียนมีแนวโน้มที่ชอบ และสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่า และได้รับการกระตุ้นอย่างต่อเนื่องในการเรียน ความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของนักเรียนในการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในมิติ และการวิเคราะห์มากขึ้น ซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นในการอภิปราย อธิบาย และวางแผนในการเรียนรู้สถานการณ์ใหม่เป็นการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสนับสนุนกันการช่วยเหลือกัน และการเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มแบบร่วมมือมีผลทางบวกต่อความสัมพันธ์ในกลุ่ม เจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และความมั่นใจในตนเอง (Self Confidence)

การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าธรรมชาติของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นจะต้องอาศัยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่มีการอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการแก้ปัญหาร่วมกัน รู้จักกลวิธีในการสื่อสารนำเสนอความคิดให้ผู้อื่น

เข้าใจเป็นการถ่ายโอนความรู้จากรายบุคคลสู่กลุ่ม และจากกลุ่มสู่รายบุคคล มีการทำงาน และช่วยเหลือกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการเห็นคุณค่าในตัวเอง และเกิดสายสัมพันธ์อันดีระหว่างเพื่อน

6. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เดวิดสัน (Davidson, 1990, pp.4-5) ผู้อำนวยการโครงการโรงเรียนประถมศึกษา ที่ตั้งอยู่ศูนย์วิจัยโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์ ได้กล่าวถึงความเหมาะสมของการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ชักถามปัญหากันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิด และมโนคติของตนเองให้กระจ่างชัดขึ้น ตลอดจนได้สร้างความรู้สึเกี่ยวกับารเรียนรู้ของเขา

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนภายในกลุ่มไม่มีการแข่งขันกันในการแก้ปัญหา การปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มนั้นช่วยให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้มโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้

3. คณิตศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาอื่นในแง่ที่ครูสามารถประมาณเวลาได้ว่าการแก้ปัญหาแต่ละข้อควรใช้เวลาประมาณเท่าใด และเหมาะสมอย่างยิ่งในการอภิปรายกลุ่มเพื่อหาคำตอบที่พิสูจน์ได้จริง โดยที่นักเรียนสามารถโน้มน้าวเพื่อนให้ยอมรับได้โดยใช้เหตุผลประกอบ

4. ปัญหาคณิตศาสตร์หลายปัญหามีทางแก้ได้หลายวิธี และนักเรียนสามารถอภิปรายถึงข้อดี และข้อเสียของการหาคำตอบนั้นได้

5. นักเรียนสามารถช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับความจริงที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Fact) และกระบวนการคิดคำนวณที่จำเป็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแง่ที่เร้าความสนใจ และท้าทายทางคณิตศาสตร์ได้เช่น เกม ปริศนา หรือการอภิปรายปัญหา

6. ในขอบเขตของวิชาคณิตศาสตร์เต็มไปด้วยความคิดที่ท้าทาย และตื่นเต้น ซึ่งทำให้มีการอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย ผู้ที่เรียนโดยการพูดคุย การฟัง การอธิบาย และการคิดร่วมกับผู้อื่นก็สามารถเรียนรู้ได้ดีเช่นเดียวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เปิดโอกาสอย่างมากในการสร้างความคิด ค้นคว้าในสถานการณ์ต่างๆ มีการคาดคะเน และการตรวจสอบด้วยข้อมูล การตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้ อยากเห็น และมีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ซึ่งไม่เคยพบเห็นมาก่อน ความพยายามของนักเรียนแต่ละคนในการหาคำตอบจากปัญหาเดียวกันจะทำให้เกิดความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่า

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2541, หน้า 40) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุกๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน
2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. ส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูล และวิเคราะห์การตัดสินใจเลือก
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกัน และกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประโยชน์ต่อนักเรียน ทั้งในด้านสังคมและวิชาการ (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 41) ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุกๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่มทุกๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน
2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์ และเกิดการตัดสินใจ
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน

6. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือจะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ด้านทักษะทางสังคม และในด้านคุณธรรม ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ

7. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

บลาช (Blaz, 1999, p.80) ได้กล่าวถึงวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบด้วย รูปแบบการคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) รูปแบบคู่ตรวจสอบ (Pairs Check) รูปแบบการอ่านเป็นคู่ (Pairs Read) รูปแบบการฟังเป็นคู่ (Pairs Listen) แกรฟฟิติ (Graffiti) การต่อชิ้นงาน (Jigsaw) รูปแบบการพูดรอบวง (Round Robin)

ชไนดเลอร์ (Shindler, 2010, p. 227) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือว่ามีโอกาสที่จะได้พบกับรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย และได้กล่าวถึงรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ เช่น โครงการ และกระบวนการกลุ่ม (Group Projects and Performances) การเรียนรู้โดยเน้นสืบสอบแบบกลุ่ม (Inquiry-Based Learning in Teams) การต่อชิ้นงาน (Jigsaw Model) แกรฟฟิติ (Graffiti Model)

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 38-39) ได้เสนอกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สามารถนำไปใช้ได้ดีกับการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ดังนี้

1. การระดมสมองเป็นกลุ่มเล็ก (Small Group Brainstrom or Roundtable)
2. การต่อชิ้นงาน (Jigsaw)
3. โค – ออฟ โค – ออฟ (Co – op Co – op)
4. แกรฟฟิติ (Graffiti)

จากรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแกรฟฟิติ (Graffiti) มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ดังจะเสนอรายละเอียดที่จะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

การจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)

1. ความหมายการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)

กิบส์ (Gibbs, 1987 as cited in Ferrer, 2008, p.112) ได้กล่าวว่า แกรฟฟิติ (Graffiti) เป็นโครงสร้างทางการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ก่อให้เกิดการระดมสมอง และทวิคูณการทำงานเป็นกลุ่ม

เกรโกรี (Gregory Gayle H., 2004, p.41) ได้กล่าวว่า แกรฟฟิติ (Graffiti) ตามที่เราได้เห็นอยู่บนข้างตึก และสะพานไม่มีรูปแบบที่ตายตัวเป็นเพียงแค่การบันทึกแบบสั้นๆ หรือการวาดภาพ การระบายสี กลยุทธ์ของแกรฟฟิติ (Graffiti) สามารถใช้เพื่อการระดมสมองเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ในการพัฒนาแนวคิดผ่านกระบวนการการคิดแบบอุปนัย กระบวนการนี้ยังร่วมไปถึงการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ และทักษะ และสื่อในการเรียนรู้ก่อนหน้าได้ เทคนิคที่รวดเร็ว และใช้การเตรียมการนี้ ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลได้มากกว่าข้อมูลกลุ่มโดยรวม มันยังทำให้ทราบถึงตัวชี้วัดของรูปแบบการเรียนรู้ประเภทต่างๆ ได้

กลุ่มระดมสมอง (Graffiti Brainstorming) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการให้ความคิด และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และพัฒนาการสรุปสาระจากข้อมูลที่ได้รับ (โรงเรียนอุดรธรรมานุสรณ์, ม.ป.ป.)

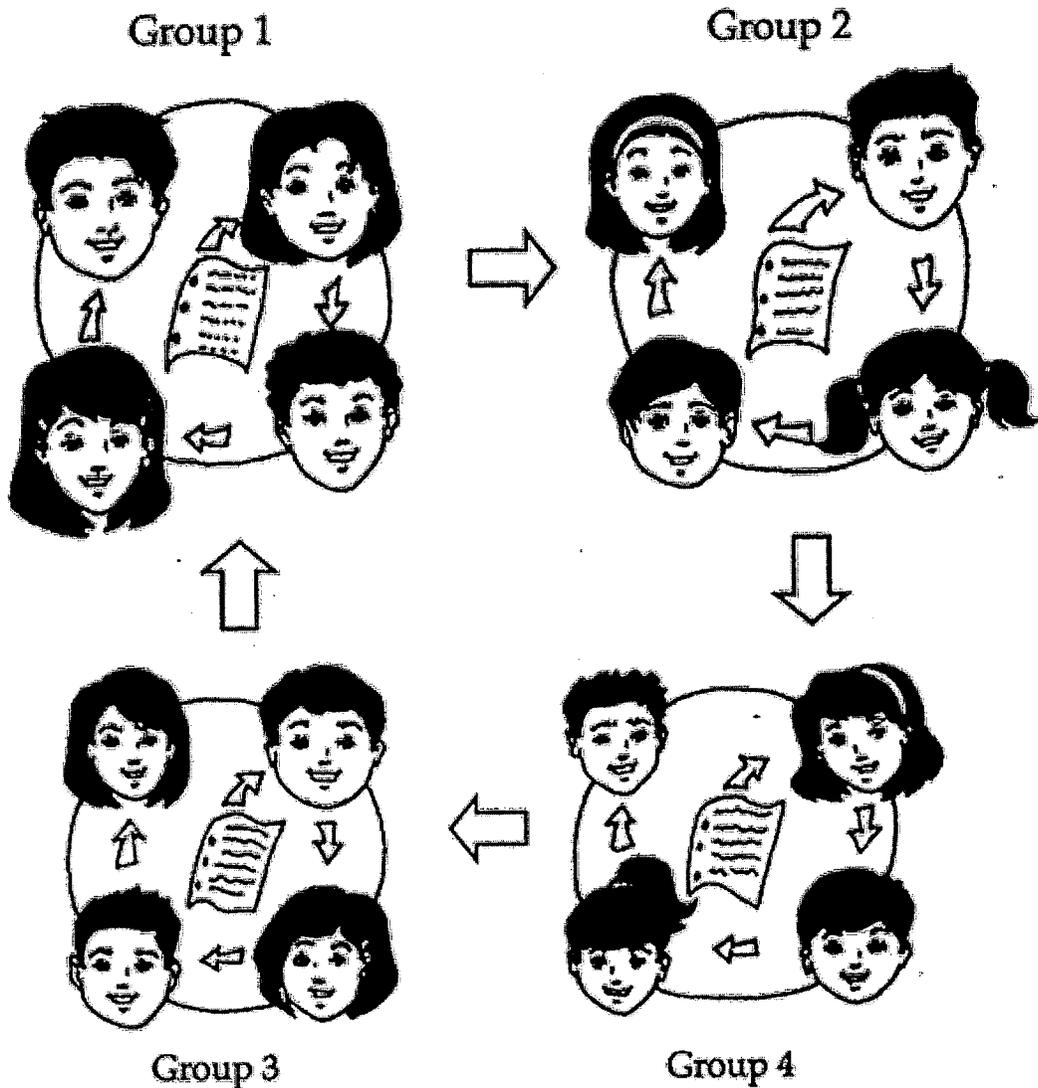
จากความหมายของการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) ดังกล่าวสรุปได้ว่าการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่เน้นกระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยการเขียน ก่อให้เกิดการระดมสมองซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการคิด ทักษะการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และพัฒนาการสรุปสาระจากข้อมูลที่ได้รับ

2. ขั้นตอน และแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)

กิบส์ (Gibbs, 1987 as cited in Ferrer, 2008, p.112) ได้กล่าวว่า แกรฟฟิติ (Graffiti) เป็นโครงสร้างทางการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ก่อให้เกิดการระดมสมอง และทวิคูณการทำงานเป็นกลุ่มซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มซึ่งประกอบไปด้วยสมาชิกจำนวน 5 - 6 คนจะถูกจัดขึ้น และจะได้รับปากกา และกระดาษที่มีหัวข้อย่อยของเรื่องเขียนอยู่
2. มีการจำกัดเวลา และสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันเขียนข้อความเกี่ยวกับหัวข้อย่อยที่ได้รับนั้น
3. เมื่อหมดเวลากระดาษจะต้องถูกส่งต่อไปยังกลุ่มถัดไปเพื่อเขียนข้อความ หรือคำตอบของหัวข้อย่อยนั้นๆ และจะถูกส่งไปเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่ากระดาษคำตอบนี้จะกลับไปยังกลุ่มแรกที่ได้รับหัวข้อในตอนต้น

4. แต่ละกลุ่มจะต้องสังเคราะห์กระดาษคำตอบนั้นๆ และจะต้องนำผลการสังเคราะห์
นำเสนอต่อกลุ่ม



ภาพ 2 แสดงขั้นตอน และแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti)

เกรโกรี่ (Gregory Gayle H., 2004, p.42) ได้เสนอขั้นตอน และแนวทางการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti) ดังนี้

1. กระดาษชาร์ตให้กับนักเรียนที่ได้มีการแบ่งกลุ่มไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้มีพื้นที่
ในการใช้
2. เสนอหัวข้อเพื่อให้นักเรียนสามารถระดมสมองร่วมกันได้

3. ให้นักเรียนเกี่ยวกับการคิดในหัวข้อ และรวบรวมความคิดนั้นๆ
4. ให้นักเรียนแต่ละคนบันทึกย่อความคิดในรูปแบบรูปภาพ หรือคำในพื้นที่ที่ให้ไว้
5. ให้นักเรียนทุกคนแลกเปลี่ยนบันทึกนั้นๆ ด้วยเทคนิคการพูดรอบวง (Round Robin)
6. นักเรียนสามารถอภิปรายถึงหัวข้อ และนำเสนอคำถามที่ตรงประเด็นเพื่อนำไปใส่ไว้ในกล่องคำถามรวมได้

ชไนเดอร์ (Shindler, 2010, p.231) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแกรฟฟิตี (Graffiti) ว่ามีรูปแบบ ดังนี้

กลุ่มจะได้รับคำถาม หรือหัวข้อคำถาม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามที่ได้รับตามเวลาที่กำหนดให้ในกระดาษที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นกลุ่มจะต้องมีการสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกระดาษคำตอบไปยังกลุ่มถัดไป เมื่อแต่ละกลุ่มได้ตอบคำถามจนครบแล้ว กลุ่มแรกที่ได้รับมอบหมายจะต้องสรุปข้อค้นพบที่ได้จากคำถาม หรือหัวข้อคำถามนั้นๆ

อัมพร มาคนอง (2546, หน้า 39) ได้เสนอขั้นตอน และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti) ดังนี้

1. ผู้สอนจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วเตรียมคำถามเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้ โดยเขียนคำถามลงบนกระดาษชาร์ตหนึ่งคำถามต่อกระดาษชาร์ตหนึ่งแผ่น
2. ให้แต่ละกลุ่มเป็นเจ้าของคำถามหนึ่งคำถาม และรับผิดชอบในการสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการระดมสมอง
3. แต่ละกลุ่มเริ่มต้นจากคำถามที่ตนเป็นเจ้าของ ให้แต่ละคนเขียนแนวคิดลงบนกระดาษชาร์ตโดยอาจใช้รูปภาพประกอบได้
4. ผู้สอนแจ้งให้แต่ละกลุ่มหมุนไปยังปัญหาใหม่ แล้วเสนอแนวคิดลงบนกระดาษชาร์ตแผ่นใหม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนหมุนกลับมาอยู่ที่จุดเริ่มต้น
5. กลุ่มเจ้าของคำถามจะทำการสรุปแนวคิด และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาที่ได้จากกระดาษชาร์ตเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิตีควรมีการเตรียมตัวของผู้สอน โดยเตรียมปัญหา หรือหัวข้อหลายหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน (จำนวนหัวข้อไม่ควรมากเกินไป) กระดาษโปสเตอร์พร้อมหัวข้อที่เขียนบนหัวกระดาษ และอุปกรณ์ หรือสถานที่สำหรับวางกระดาษโปสเตอร์ กลุ่มระดมสมอง (Graffiti Brainstorming) มีขั้นตอนการดำเนินการ (โรงเรียนอุดรธรรมานุสรณ์, ม.ป.ป.) ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ 4-6 คน เป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2-4 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน แต่ละกลุ่มเลือกประธาน และเลขานุการกลุ่ม

2. บอกกติกา และดำเนินการ ดังนี้

2.1 แต่ละกลุ่มจะรับผิดชอบงานในแต่ละหัวข้อที่อยู่บนกระดาน

2.2 ให้เขียนข้อคิดเห็นของตัวเอง ในหัวข้อที่อยู่บนกระดาน โดยทุกคนต้องเขียน และเขียนพร้อมกันลงบนกระดานโปสเตอร์ ตรงมุมใดก็ได้ในเวลาที่กำหนด

2.3 เมื่อหมดเวลาให้ทุกกลุ่มหมุนขวา (ซ้าย) ไปยังหัวข้ออื่นๆ และเขียนความคิดเห็นในหัวข้อที่อยู่บนกระดาน

2.4 ทุกคนระดมสมองแสดงความคิดเห็นทุกหัวข้อตามกติกา

3. เมื่อทุกคนได้วนกลับมาที่หัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ให้ช่วยกันสรุปสาระความคิดทั้งหมดไว้ในกระดาน

4. สุ่มกลุ่ม และตัวแทนกลุ่มมานำเสนอสาระสำคัญในแต่ละหัวข้อ อาจมีการทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อรวมคะแนนของสมาชิกทุกคนเป็นคะแนนของกลุ่ม หรือเฉลี่ยเป็นรายบุคคลก็ได้ หรืออาจเปลี่ยนเป็นการแข่งขันการตอบปัญหาแทนก็ได้

5. ประกาศเกียรติคุณ หรือให้รางวัล และให้โบนัส ดังนี้

5.1 ให้โบนัสอีก 5 คะแนน สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนรวม หรือคะแนนเฉลี่ยสูงสุด

5.2 ให้โบนัสอีก 3 และ 1 คะแนน สำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนรวม หรือคะแนนเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสนใจนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นแก่นักเรียน แบ่งนักเรียนคละความสามารถกลุ่มละ 6-7 คน

ขั้นที่ 2 ขั้นเสริมสร้างความคิดรวบยอด สอนเนื้อหาใหม่ และแนะนำแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบกราฟฟิติ (Graffiti) ครูมอบหมายภาระงานให้แต่ละกลุ่ม อธิบายขั้นตอนการทำงาน กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ตามขั้นตอน ดังนี้

1. แต่ละกลุ่มเริ่มต้นจากโจทย์ที่กลุ่มตนเป็นเจ้าของ ให้สมาชิกแต่ละคนเขียนแนวคิดในการแก้โจทย์ ตามลำดับคือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญห ดำเนินการแก้ปัญห ตรวจสอบผล ลงบนกระดาษชาร์ทที่ครูแจกให้โดยจับเวลาข้อละ 5 นาที

2. เมื่อครบกำหนดเวลา 5 นาที ครูแจ้งให้แต่ละกลุ่มหมุนโจทย์ไปยังกลุ่มถัดไป (โดยการหมุนไปทางขวา หรือซ้าย) ให้สมาชิกแต่ละคนเขียนแนวคิดในการแก้โจทย์ลงบนกระดาษชาร์ท ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนโจทย์แรกหมุนกลับมาอยู่ที่กลุ่มตนเอง

3. ครูแจกกระดาษชาร์ทแผ่นใหม่เพื่อให้นักเรียนกลุ่มเจ้าของโจทย์ต้องสรุปแนวคิดในการแก้โจทย์จากการระดมสมอง และข้อเสนอแนะในการแก้โจทย์ที่ได้จากกลุ่มอื่นๆ เพื่อเตรียมพร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อนๆ ทุกคนเป็นผู้ประเมินการพูดนำเสนอ

4. สมาชิกในกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ใช้เวลานำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถาม และคำตอบจากการนำเสนอ ทำให้ได้ขั้นตอนในการหาคำตอบที่ถูกต้อง และหลากหลาย

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ด้วยการเขียน และ/หรือการพูด ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน

3. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti)

เกรโกรี่ (Gregory Gayle H., 2004, p.42) กล่าวว่า กลยุทธ์ของแกรฟฟิตี (Graffiti) สามารถใช้เพื่อการระดมสมอง เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ในการพัฒนาแนวคิดผ่านกระบวนการการคิดแบบอุปนัย กระบวนการนี้ยังร่วมไปถึงการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ และทักษะ และสื่อในการเรียนรู้ก่อนหน้าได้ เทคนิคนี้สามารถใช้ได้กับเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมในกระบวนการนี้ต้องการความเกี่ยวข้องเชิงรุกที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม
2. ความเกี่ยวข้องเชิงรุกของความคิดเห็นส่วนบุคคล และงานที่จำเป็นต้องอาศัยการเคลื่อนไหว

เคลื่อนไหว

3. มีความจำเป็นต้องใช้การสนทนา และการแลกเปลี่ยน
4. มีการประเมินข้อมูลสำหรับการวางแผนก่อนการศึกษาในหน่วยนั้นๆ
5. มีการตรวจสอบความเข้าใจระหว่างบท และทำยบทเรียน

ชไนเดอร์ (Shindler, 2010, p.231) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้รับว่า ทุกกลุ่มจะสามารถเข้าถึงคำถามในกระบวนการนี้ได้ สมาชิกของกลุ่มอื่นๆ จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ คำตอบที่ได้จะมีความสมบูรณ์ในแนวลึกมากขึ้น โดยไม่มีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียวที่จะสามารถเข้าถึงคำตอบได้

ความท้าทาย ตรรกะคำตอบที่ได้จะเกิดอย่างชัดเจน หรือกลุ่มอาจเกิดความสับสน กลุ่มต่างๆ จะถูกกระตุ้นให้คิดอย่างอิสระ หรืออาจมีการเลียนแบบคำตอบของกลุ่มก่อนหน้า

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) ที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ และทักษะ พัฒนาทักษะการให้ความคิด และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และพัฒนาการสรุปสาระจากข้อมูลที่ได้รับ ผู้วิจัยจึงสนใจนำเอาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) มาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti) ดังตาราง

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)
1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียน ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่มนักเรียน ซึ่งแจ่งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การแนะนำบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม	1. ผู้สอนจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน แล้วเตรียมคำถามเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้ โดยเขียนคำถามลงบนกระดาษชาร์ทหนึ่งคำถามต่อกระดาษชาร์ตหนึ่งแผ่น	1. ขั้นเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นแก่นักเรียน แบ่งนักเรียน คละความสามารถกลุ่มละ 6-7 คน
2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำเสนอเนื้อหา และมอบหมายงานให้นักเรียนร่วมกันปฏิบัติ		2. ขั้นเสริมสร้างความคิดรวบยอด สอนเนื้อหาใหม่ และแนะนำแหล่งข้อมูล

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบ แกรฟฟิติ (Graffiti)
3. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกัน ทำงานกลุ่ม และทำหน้าที่ ตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีการดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือใน เทคนิคที่เหมาะสม	2. ให้แต่ละกลุ่มเป็นเจ้าของ คำถามหนึ่งคำถาม และ รับผิดชอบในการสรุปสาระ สำคัญที่ได้จากการระดมสมอง 3. แต่ละกลุ่มเริ่มต้นจากคำถาม ที่ตนเป็นเจ้าของ ให้แต่ละคน เขียนแนวคิดลงบนกระดาษชาร์ท	3. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบ แกรฟฟิติ (Graffiti) ครูมอบหมาย ภาระงานให้แต่ละกลุ่ม อธิบาย ขั้นตอนการทำงาน กำหนดเวลา ในการทำกิจกรรม ตามขั้นตอน ดังนี้
4. ขั้นตรวจสอบผลงาน และ ทดสอบ เป็นการตรวจความ ถูกต้องของผลงานกลุ่มที่ นักเรียนได้ร่วมกันทำ โดยครู อาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม อธิบายผลงานในกลุ่มให้ เพื่อนๆ ฟัง จากนั้นจึงทำการ ทดสอบความรู้ของนักเรียน เป็นรายบุคคลแล้วเฉลี่ยเป็น คะแนนกลุ่มซึ่งจะเป็นคะแนน ของนักเรียนแต่ละคน ในกลุ่มด้วย	โดยอาจใช้รูปภาพประกอบได้ 4. ผู้สอนแจ้งให้แต่ละกลุ่มหมุน ไปยังปัญหาใหม่ แล้วเสนอ แนวคิดลงบนกระดาษชาร์ท แผ่นใหม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนหมุนกลับมาอยู่ที่จุดเริ่มต้น 5. กลุ่มเจ้าของคำถามจะทำ การสรุปแนวคิด และ ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา ที่ได้จากกระดาษชาร์ทเพื่อ นำเสนอต่อชั้นเรียน	3.1 แต่ละกลุ่มเริ่มต้นจากโจทย์ ที่กลุ่มตนเป็นเจ้าของ ให้สมาชิกแต่ ละคนเขียนแนวคิดในการแก้โจทย์ ตามลำดับคือ ทำความเข้าใจ ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบผล ลงบนกระดาษชาร์ทที่ครูแจกให้ โดยจับเวลาข้อละ 5 นาที
		3.2 เมื่อครบกำหนดเวลา 5 นาที ครูแจ้งให้แต่ละกลุ่มหมุนโจทย์ไป ยังกลุ่มถัดไป (โดยการหมุนไป ทางขวา หรือซ้าย) ให้สมาชิกแต่ ละคนเขียนแนวคิดในการแก้โจทย์ ลงบนกระดาษชาร์ททำเช่นนี้ ไปเรื่อยๆ จนโจทย์แรกหมุนกลับ มาอยู่ที่กลุ่มตนเอง

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ รูปแบบแกรฟฟิติ (Graffiti)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบ แกรฟฟิติ (Graffiti)
		<p>3.3 ครูแจกกระดาษชาร์ตแผ่นใหม่เพื่อให้นักเรียนกลุ่มเจ้าของโจทย์ต้องสรุปแนวคิดในการแก้โจทย์จากการระดมสมองและข้อเสนอแนะในการแก้โจทย์ที่ได้จากกลุ่มอื่นๆ เพื่อเตรียมพร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อนๆ ทุกคนเป็นผู้ประเมินการพุดนำเสนอ</p> <p>3.4 สมาชิกในกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ใช้เวลานำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที</p> <p>3.5 ครูและนักเรียนรวมกันอภิปรายคำถาม และคำตอบจากการนำเสนอ ทำให้ได้ขั้นตอนในการหาคำตอบที่ถูกต้อง และหลากหลาย</p>
<p>5. ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่มเป็น ชั้นที่ครู และนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่มโดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงกระบวนการทำงาน และข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขในการทำงานร่วมกัน</p>		<p>4. ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ด้วยการเขียน และ/หรือการพุดครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน</p>

แนวคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยา (Polya)

โพลยา (Polya, 1980, p.1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

โพลยา (Polya, 1985, pp.123-128) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

โพลยา (Polya, 1957, pp.16-7) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใดจะแก้ปัญหายังไร และปัญหานั้นมีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบกราฟฟิตี (Graffiti) ในชั้นเสริมสร้างความคิดรวบยอด

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976, p.513) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียน หรือพูดในประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิด และสามารถทำความเข้าใจแนวคิด ความสัมพันธ์ของแนวคิด ความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (NCTM., 1989, p.214) มีดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดย การพูด การเขียน หรือภาพต่างๆ
3. สามารถใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองเหตุการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1997, p.27) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการปฏิบัติที่ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักแก้ปัญหาผ่านการสำรวจ การอภิปรายแนวคิด และการตอบสนองการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ

รีส์ และคณะ (Reys, et al., 2001, p.83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์หมายถึง เครื่องมือสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูด และการเขียน เพื่อแสดง และอธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ๆ เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูด และการเขียน

อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 102-103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจ หรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้ภาษา และสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบาย หรือนำเสนอข้อมูล

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจน และมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย หรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 70)

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การนำเสนอ และการอภิปรายในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวความคิดระหว่างตนเองกับผู้อื่น

2. ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มัมมี และเชฟเฟอร์ด (Mumme and Shepherd, 1993, pp.7-9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความคิด การอภิปราย และการฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่นๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานประสบการณ์ต่างๆ ของพวกเขา

2. ทักษะการสื่อสารช่วยในการแลกเปลี่ยน (Share) ในการทำความเข้าใจในคณิตศาสตร์ นั่นคือ นักเรียนเกิดความช่วยเหลือกัน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนสามารถพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ และมีความเข้าใจในกฎ และนิยามต่างๆ

3. ทักษะการสื่อสารจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนตอบคำถามในรูปของการพูด หรือการเขียนในสิ่งที่เขาคิด หรือการพูดกันเองก็จะทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ จากการนำเสนอในสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญ เพราะฉะนั้นนักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพ และควบคุมการเรียนรู้ในการค้นคว้าเพิ่มเติม และในที่สุดพวกเขาจะเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ (Empowerment) ด้วยตนเอง

4. ทักษะการสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ นั่นคือ การพูด และการฟังในกลุ่ม โดยการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยปราศจากการวิตกกังวลที่จะแสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ การมีปฏิสัมพันธ์ เป็นสิ่งที่จะทำให้ นักเรียนเกิดความเต็มใจที่จะร่วมกันคิด

5. ทักษะการสื่อสารช่วยให้ครูได้หยั่งรู้ (Insight) ในความคิดของนักเรียนในขณะที่ครูเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดของนักเรียน โดยการมุ่งสิ่งที่นักเรียนได้อธิบายการให้เหตุผลของพวกเขา ซึ่งความสามารถในการอธิบายเกิดจากการฝึกการใช้ภาษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

บาร์ดี (Baroody, 1993, pp.2-99) กล่าวถึง ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ใช้แทนแนวคิด และแสดงแนวคิดหลากหลายได้ชัดเจน เพียงตรง และรัดกุม

เคนเนดี และทิปปส์ (Kennedy and Tipps, 1994, p.181) กล่าวว่า เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

ในส่วนของมาตรฐานของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสาร และสื่อความหมายเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้ทุกคนสามารถ

1. จัดระเบียบทางความคิด และเพิ่มพูนความสามารถความคิดทางคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่งมั่นคงยิ่งขึ้น

2. แสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ชัดเจน แก่เพื่อนๆ ครู และบุคคลอื่นได้

3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยพิจารณาปัญหาวิธีต่างๆ ได้

4. สามารถที่จะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความหมายที่ชัดเจนถูกต้อง และรัดกุม

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับมาตรฐานของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (NCTM., 2000, p.52)

เฟนเซลล์ และโรแวน (Fensell and Rowan, 2001, p.189) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อความหมายไว้ ดังนี้

1. การสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังทางการคิด ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้น และทำให้คิดไตร่ตรองได้ ช่วยขยายการให้เหตุผล โดยช่วยให้นักเรียนสามารถมุ่งความสนใจไปยังสิ่งสำคัญในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้นๆ

2. การสื่อความหมายช่วยให้นักเรียนระลึกถึงองค์ประกอบร่วมของแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลายๆ แนวคิดได้

3. เมื่อนักเรียนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจระหว่างการสื่อความหมายแบบที่แตกต่างกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์อันเดียวกันได้ จะทำให้นักเรียนสามารถขยายความเข้าใจ และใช้กระบวนการ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้กว้างขึ้น

4. การสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างความเข้าใจ การสื่อสารข้อมูล และการแสดงเหตุผล

รีส์ และคณะ (Reys, et al., 2001, p.83) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารว่าการสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดง และอธิบายแนวคิดโดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูด และการเขียน

อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการสื่อสารผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิด และสื่อเป็นภาษาพูด หรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกันในขณะเดียวกัน ผู้รับสารก็ต้องทำความเข้าใจ และติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูด หรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสาร และผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูด และการเขียนเพื่อแสดงแนวคิด และอธิบายความเข้าใจในคณิตศาสตร์ของตนเอง จึงทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยการใช้ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิดทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดความลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับแนวคิดได้อย่างเที่ยงตรง หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ตัวอักษร ภาษา และสัญลักษณ์ในการสื่อสารทำให้เกิดบรรยากาศที่เหมาะสมในการเรียนรู้

3. บทบาทของครูในการส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

โรแวน และมอร์โรว์ (Rowan and Morrow, 1993, pp.9-11) ได้เสนอบทบาทของครูในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้อง และใกล้ตัวนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้น สื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และใกล้ตัวของนักเรียนจะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารในที่นี้ รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ และควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน (Cooperative and Collaborative Group) การให้นักเรียนนั่งเป็นแถว และนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม (Over and Cover Clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหาร และการจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

บัสช์แมน (Buschman, 1995, pp.324-329) ได้เสนอกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการสื่อสารไว้ว่าควรฝึกให้นักเรียนเขียนวารสาร ฝึกแต่งโจทย์ปัญหาเอง ให้ร่วมกิจกรรมเก้าอี้ของนักคณิตศาสตร์ มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ และเขียนหนังสือพิมพ์ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นควรให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาาร่วมกัน ให้อธิบายกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา มีการพูดแสดงประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของกลุ่ม มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของสมาชิก เน้นการพูดคุยกับเพื่อนซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกับเด็กเล็ก เด็กๆ จะรู้สึกสะดวกสบายใจที่จะพูดคุยกับเพื่อนมาก ทำให้สื่อความคิดได้มีประสิทธิภาพกว่า และบัสช์แมนยังได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการสื่อสารไว้ 14 แนวทาง ดังนี้

1. เสนอปัญหา และคำตอบ แล้วให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบ
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิดๆ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูล และเงื่อนไขหนึ่งปัญหา ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีข้อมูล และเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ พร้อมทั้งอธิบายความยากง่ายในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ
4. เสนอปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้เสร็จ และให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาใหม่แบบใหม่ พร้อมทั้งอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหา และข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำตอบ ให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้น และเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้นๆ
7. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างไป แต่ให้คงโครงสร้างของปัญหาเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบ และตัวเลขที่หายไป ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่นั้น และบอกว่าพบคำตอบได้อย่างไร

9. เสนอกราฟ หรือตารางให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟ หรือตารางเหล่านั้น

10. เสนอแนวโน้ม หรือตัวอย่างข้อมูลแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนทำนายโดยใช้ข้อมูลเหล่านั้น และเขียนเรื่องที่ประกอบด้วยข้อมูลเหล่านั้น

11. เสนอปัญหาจริงที่พบในชั้นเรียนแก่นักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องอาศัยการใช้วัตถุจริงๆ ร่วมกัน แล้วให้นักเรียนคิดแผนการใช้วัตถุเหล่านั้นด้วยกัน และตรวจสอบแผนการที่คิดขึ้น

12. ให้นักเรียนเขียนจดหมายที่มีปัญหาอยู่ พร้อมทั้งคำเชิญชวนให้ผู้ได้รับจดหมายแสดงวิธีแก้ปัญหา

13. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เป็นจำเป็นในการแก้ปัญหา

14. ให้นักเรียนเขียนนิยาย หรือเล่าเรื่องใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างโจทย์ปัญหา

บทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 6-8 ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการให้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการให้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ (NCTM., 2000, pp.270-272) โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน (task) ที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์

2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี

3. การให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทน (Representations) ที่หลากหลาย

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล และการคาดเดา ในการแก้ปัญหา

การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำ โดยที่ครูเดินไปตามกลุ่ม และรับฟังการตอบคำถามที่แตกต่างกันของนักเรียน

นอกจากนี้ นักเรียนควรที่จะเปรียบเทียบพิจารณา และใช้การสื่อความหมายในรูปแบบต่างๆ สำหรับจำนวนเต็ม ร้อยละ ทศนิยม และเศษส่วน นักเรียนควรจะเรียนที่จะใช้การสื่อความหมายในรูปของเลขยกกำลัง หรือสัญลักษณ์ของจำนวนต่างๆ สำหรับจำนวนที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อยมาก ๆ นักเรียนควรเรียนที่จะใช้เครื่องมือทางกราฟิกเพื่อสื่อความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ หากนักเรียนเข้าใจการสื่อความหมายได้หลายรูปแบบนักเรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น

ดังนั้น ต้องส่งเสริมการสื่อความหมายในหลายๆ รูปแบบ ต้องให้นักเรียนใช้การสื่อความหมายในการแก้ปัญหามาตรฐานใหญ่ และปัญหาที่เป็นตัวแบบ (Model) ของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สังคม หรือปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ในการพัฒนาการสื่อความหมายควรปฏิบัติ (NCTM., 2000, pp.280-285) ดังนี้

1. ครูต้องช่วยให้นักเรียนรู้ที่จะใช้การสื่อความหมายที่ยืดหยุ่น และเหมาะสม โดยการส่งเสริมให้นักเรียนสร้าง และใช้การสื่อความหมายเพื่อส่งเสริมความคิด และการสื่อสาร
2. ครูต้องช่วยให้นักเรียนสื่อความหมาย โดยการฟัง การถาม และพยายามที่จะเข้าใจสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อด้วยรูปวาด การเขียน โดยเฉพาะการสื่อความหมายอย่างไม่เป็นทางการ
3. การสื่อความหมายอย่างเป็นทางการใช้ได้อย่างกว้างขวาง และเข้าใจได้ทั่วถึง แต่ต้องอาศัยความพร้อม ดังนั้น ครูควรช่วยตัดสินใจว่าเมื่อไรนักเรียนควรจะพัฒนาไปสู่การสื่อความหมายอย่างเป็นทางการ
4. ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมาย เช่น ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเรื่องตัวแปร
5. ครูต้องให้ประสบการณ์ในการใช้การสื่อความหมายที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา
6. ครูต้องช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจ และมีความสามารถในการมองเห็นได้อย่างหลากหลาย และแนะนำการสื่อความหมายรูปแบบใหม่ที่เป็นประโยชน์ในการสร้างการสื่อความหมายของตนเองเมื่อมีการแก้ปัญหาที่ท้าทาย และเลือกการสื่อความหมายที่เป็นทางการที่ยืดหยุ่น และมีความเหมาะสม
7. ครูต้องช่วยให้นักเรียนได้ใช้การสื่อความหมายอย่างเหมาะสม
8. ครูสามารถติดตามพัฒนาการในด้านการสื่อความหมายโดยการส่งเสริมให้นักเรียนอภิปราย รูปภาพกราฟ หรือสัญลักษณ์ที่นักเรียนใช้ในงานของนักเรียน
9. นักเรียนจะประเมินการสื่อความหมาย และตระหนักถึงคุณลักษณะที่ทำให้การสื่อความหมาย มีความยืดหยุ่น เหมาะสม และมีประโยชน์ เมื่อเห็นว่าผู้อื่นแปลความหมายสิ่งที่นักเรียนประทับใจในความง่าย และมีประสิทธิภาพของการสื่อความหมายแบบทางการ และบทบาทของการสื่อความหมายที่ช่วยในการสื่อสารกับผู้อื่น

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพ ครูควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 74-75) ดังนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากที่ฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิด หรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือได้ลองลงมือปฏิบัติ

2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสารสามารถรับสารได้ดีเพียงใด

3. มีความรู้สึกภาคภูมิใจ และประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (Success Expression) กล่าวคือ มีโอกาสท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิด หรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ

4. มีโอกาสได้รับสารทีละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual Approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และคิดวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง จึงจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนอย่างแท้จริง โดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทาง และคอยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นออกมาไม่ว่าจะเป็นการเขียน หรือการพูด

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976, pp.514-534) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรจัด ดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งให้ผู้เรียนได้เข้าใจ ที่มา และความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ หรือการสร้างคำศัพท์

2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรม ดังนี้

2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียน หรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้ผู้เรียนได้ออกมาพูด หน้าชั้น และมีคำถามตอบจากเพื่อนในชั้น

2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับการฟัง การอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์
 ครุมอบหมายให้ผู้เรียนไปอ่าน หรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพุด
 รายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพุด และการรายงาน

2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีมของผู้เรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจ
 ที่ต้องการพุด และนำเสนออภิปราย

2.4 เกมทางคณิตศาสตร์อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้นๆ โดยการเขียนที่ให้แสดง
 จินตนาการ หรือกำหนดสถานการณ์มา และให้คิดแก้ปัญหา

2.5 รายการโทรทัศน์ และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อาจจัด
 กิจกรรมกำหนดเวลาสั้นๆ ให้ และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์ หรือวิทยุ

3. การเขียนที่ดี และเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยสนับสนุนการเขียนของผู้เรียน
 อาจให้ผู้เรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้ผู้เรียนได้เขียนจากประสบการณ์
 โดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเขียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทาง
 คณิตศาสตร์นั้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถามถือเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทาง
 คณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผล
 กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือการคิดค้นหาคำตอบจากคำถามที่เกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่างๆ
 ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา
 การจัดลำดับที่จะติดต่อ สื่อสารระหว่างผู้เรียนกับแนวคิดของคนอื่นๆ ให้ผู้เรียนหลายคน
 ตอบสนองอย่างเปิดเผยตรงไป ตรงมาในการเรียนรู้ การจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดของพวกเขา
 เข้าด้วยกัน ผู้เรียนควรจะได้รับ การสนับสนุนเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวของพวกเขาเอง
 อย่างชัดเจน และต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อพวกเขาอายุมากขึ้นรูปแบบที่ตกลงกันของพวกเขา และ
 การพุดอภิปรายไม่ควรจะยึดติดกฎเกณฑ์แต่ควรมีการพิสูจน์เพื่อให้ได้แบบแผน และผู้เรียนควร
 จะทราบมากขึ้นเกี่ยวกับการระลึกถึง และการตอบสนองการรับฟังของผู้เรียน การส่งเสริม
 ความสามารถพิเศษเกี่ยวกับการเขียนคณิตศาสตร์ที่ควรมีโดยเฉพาะในแต่ละระดับที่กำหนด
 ในหลักสูตรการทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้มีโอกาสในการแสดง
 ทศนคติ และวิธีอื่นๆ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และประเมินค่าแนวความคิดอื่นๆ รู้จักการสร้าง
 แนวความคิดใหม่ๆ ยกตัวอย่าง เช่น ให้ผู้เรียนลองแก้ปัญหาที่มีคำถามลักษณะพีชคณิตที่ได้แสดง
 ไว้ดังต่อไปนี้

มีกระต่ายอยู่จำนวนหนึ่ง และมีกรงใส่กระต่ายอยู่อีกจำนวนหนึ่ง ถ้าเรานำกระต่ายใส่ในกรง กรงละ 1 ตัว จะมีกระต่ายเหลือ 1 ตัวที่ต้องอยู่นอกกรง และถ้าเราใส่กระต่ายไว้กรงละ 2 ตัวจะมีกรงเหลือ 1 กรงที่ว่างอยู่ ถามว่ามีกระต่ายทั้งหมดกี่ตัว และมีกรงใส่กระต่ายกี่กรง

นักเรียนอาจจะช่วยเหลือ และอาศัยความเข้าใจของนักเรียนผู้ที่สามารถมองเห็นปัญหา และสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงจุดเด่น และจุดด้อย หรือขีดจำกัดของตนเองที่แตกต่างกันของนักเรียนในแต่ละคนที่จะใช้วิธีในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ การสื่อสารจึงเป็นสิ่งจำเป็นของนักคิดทางคณิตศาสตร์ (NCTM., 2000, pp.4-5)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ สามารถจัดกิจกรรมฝึกทักษะในการสื่อสารได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, หน้า 286-287) ดังนี้

1. การเล่า หรือการพูดทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้ข้อมูลข่าวสาร และแนวคิดสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่มีเหตุผล การเล่า หรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางคณิตศาสตร์ที่อ่านจากวารสาร หนังสือพิมพ์หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารอีกวิธีหนึ่ง

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษา หรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้สึก ความคิด ในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปสำรวจข้อมูลจำนวนนักเรียนในโรงเรียนใกล้เคียง นักเรียนควรจะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณโรงเรียน ลักษณะนิสัยของนักเรียนที่พบเห็น รวมทั้งข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียน ซึ่งผลสุดท้ายอาจให้นักเรียนแสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบของแผนภูมิรูปวงกลม แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิเส้น เป็นต้น

3. การเล่น หรือบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้ดังตัวอย่างเช่น ครูอาจให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากข้อแตกต่างของการนำเสนอข้อมูลในลักษณะต่างๆ

4. การจัดแสดงผลงาน หรือการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า หรือจากการสังเกตที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ในการนำเสนอควรให้มีการนำเสนอด้วยวาจา และผลงาน

นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรสามารถใช้ฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนสรุปผลการศึกษาล้วนนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไป และถือว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนไปด้วย ทั้งนี้อาจมอบหมายให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นผู้เล่า

1. การพูด หรือการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้วิธีหนึ่งโดยให้นักเรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูด หรืออภิปราย กำหนดให้นักเรียนขึ้นมาพูด หรืออภิปรายเป็นกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูด แบ่งกันไปอ่าน และค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบในการพูด หรืออภิปราย

2. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านค้นคว้าหาข้อมูล และหาความรู้

จากการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. กิจกรรมพัฒนาศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เข้าใจที่มา และความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ใหม่ๆ อยู่เสมอ ในขณะที่เข้าร่วมกิจกรรม จากการอ่านหนังสือ หรือจากอุปกรณ์ที่นักเรียนทำขึ้นเอง เช่น แผนภูมิ กราฟ

2. กิจกรรมการนำเสนอด้วยปากเปล่า เช่น การสรุปรายงานหน้าชั้นเรียน และมีการตั้งคำถามจากเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามนั้น ถือเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนที่เป็นผู้ตอบจะมีโอกาสได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามต่างๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิด ในการจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดของตนเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และตรงประเด็น รวมถึงการพูดสรุปความจากเรื่องที่อ่าน จากการดูภาพยนตร์ จากการฟังเพื่อนหรือครู และสามารถพูดสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจ และตรงประเด็น และผู้ฟังก็ฟังอย่างตั้งใจ เข้าใจในเรื่องที่ผู้อื่นกำลังพูด อีกทั้งยังสามารถจด หรือเขียนบันทึกอย่างเป็นระบบเพื่อให้ตนเองเข้าใจได้ จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมด้วยการนำเสนอด้วยปากเปล่าจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทั้งทางด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนไปพร้อมๆ กัน

3. กิจกรรมการเขียน จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติ และวิธีการในการแสดงการแก้ปัญหาต่างๆ ผ่านตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และครูควรมีการสนับสนุนการเขียนของนักเรียนอาจทำให้นักเรียนได้มีการสรุปทเรียนที่ได้เรียนมา หรือการให้นักเรียนได้เขียนเรื่องราวจากประสบการณ์ของตนเองโดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเรียน

4. กิจกรรมการอ่าน ครูควรจัดมุมหนังสือในห้องเรียน และเลือกสรรเรื่องราวที่นักเรียนควรรู้ หรือหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ประเภทต่างๆ เช่น ตำรา วารสาร ให้มีจำนวนมากพอแก่ความต้องการ เพื่อจะทำให้นักเรียนได้ค้นหาข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์ รวมทั้งข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ในอันที่จะช่วยให้เกิดความคิด เพิ่มพูนสติปัญญา

5. ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รีเดเซล (Riedesel, 1990, p.377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียน ดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่าน และการเขียนในรายวิชาอื่นโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)
7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี และเชฟเฟอร์ด (Mumme and Shepherd, 1993, pp.7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อภิปราย และการฟังก็จะช่วยให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง การฟังจะช่วยให้ผู้เรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่นที่แตกต่างกันออกไปของผู้เรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่ผู้เรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิด

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยน (Share) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์ และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเอง และการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปราย และการแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ในการทำ ความเข้าใจในบทบาทของคำนิยาม และกระบวนการในการอภิปราย และขยายสมมติฐานให้ชัดเจน

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด หรือเขียนความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริง ผู้เรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพ และควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่ผู้เรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ (Empowerment) ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูด และการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความสนุกสนานในการเรียนแก่ผู้เรียน การอำนวยความสะดวก และสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูด เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของผู้เรียน

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดของผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยการฟังการอธิบาย และการให้เหตุผลของผู้เรียน ความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่วโดยผู้เรียนจะต้องนำไปใช้ และมีการฝึกปฏิบัติบ่อยๆ

จากการศึกษาถึงประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ ดังนี้

1. ช่วยในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียน บรรยาย หรืออธิบายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน และที่สำคัญช่วยให้ครูสามารถหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2. ช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เนื่องจากนักเรียนได้อธิบายแนวความคิดของตนเอง มีความสนใจในการที่จะอภิปราย หรือพูดให้ผู้อื่นเข้าใจ และการฟังก็จะช่วยให้นักเรียนคนอื่นๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง และส่งผลให้นักเรียนกลายเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีการพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยาม และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

4. เป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูด และการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกัน และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนรู้ และเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน

6. การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอของผู้เรียน ควรให้ผู้เรียนมีความสามารถ (NCTM., 1989, pp.214-217) ดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน สาทิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมาย และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็นจากสิ่งที่น่าสนใจในรูปแบบการเขียน หรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

เคนเนดี และทิปปส์ (Kennedy and Tipps, 1994, p.112) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช่ หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations)
 - 2.1 ไม่ใช่ตัวแทนทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และเหมาะสม
 - 2.4 ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์

การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 18-19) มีดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม

2. ใช้ข้อความศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล

3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล

4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้

5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

พร้อมพรรณ อุตมสิน (2547, หน้า 174-175) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การใช้ภาษาคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกระชับและสละสลวย

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้ หรือใช้ภาษาคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสมทั้งหมด

คะแนน 2 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมในบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่

คะแนน 4 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกระชับและสละสลวย

2. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แนวคิดในการประยุกต์ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง และถูกต้องเหมาะสม

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

คะแนน 2 หมายถึง มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม

คะแนน 4 หมายถึง มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง

กว้างขวาง

3. ความชัดเจนในการนำเสนอ หมายถึง มีการนำเสนอข้อมูลชัดเจนสมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน และมีการเรียบเรียงที่ดี

คะแนน 1 หมายถึง การนำเสนอไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ ไม่มีรายละเอียด

คะแนน 2 หมายถึง การนำเสนอมีบางส่วนชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง การนำเสนอส่วนใหญ่ชัดเจน

คะแนน 4 หมายถึง การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ มีรายละเอียด เรียบเรียงดี

โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิด และเกณฑ์การให้คะแนนของ ปริญา สองสีดา (2550, หน้า 62; จิตติมา ชอบเอียด, 2551, หน้า 79; สันนิสา สมัยอยู่, 2554, หน้า 109-110)

การวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดนำเสนอ ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ การพูดนำเสนอในการทำความเข้าใจปัญหา การพูดนำเสนอในการวางแผนแก้ปัญหา การพูดนำเสนอในการดำเนินการแก้ปัญหา และการพูดนำเสนอในการตรวจสอบผล ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดนำเสนอ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดนำเสนอเป็นแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) โดยผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ เคนเนดี และทิปปส์ (Kennedy and Tipps, 1994, p.112; ปริญา สองสีดา, 2550, หน้า 61; สันนิสา สมัยอยู่, 2554, หน้า 115-116)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.1 งานวิจัยในประเทศ

สมชาย วรภิเษมสกุล (2540, หน้า 155) ได้ศึกษาค้นคว้า และพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิด เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ที่มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 195 คน ผลจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนจากรูปแบบการสื่อสารแนวความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารสอดคล้องกับหลักสูตรที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยต้องการให้ผู้เรียนได้สื่อสาร อภิปรายแนวคิดของตน (การพูด และการเขียน) ที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเพื่อให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่ไม่อาจทำความเข้าใจได้จากการอธิบายของครูผู้สอน หรือแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนอย่างรวดเร็ว โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ เพื่อให้ นักเรียนที่เรียนเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน

ทินรัตน์ กาญจนบุญชร (2550, หน้า 112) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปริญญา สองสีดา (2550, หน้า 78) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอน และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตติมา ขอบเอียด (2551, หน้า 91) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา ภัทธกร (2552, หน้า 152) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันนิสา สมัยอยู่ (2554, หน้า 132) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โจแฮนนิ่ง (Johanning, 2000, pp.151-160) ได้ศึกษา การวิเคราะห์การเขียน และการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูป โดยการส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนคิดไปพร้อมๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นกรวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการ โดยใช้การเขียน และการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกภาพการมีส่วนร่วม และการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษา พบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษ และถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเอง ก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิด และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

แอสซัวห์ (Assuah, 2010, pp.1-2) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดในชั้นเรียนของนักเรียน และครูเกี่ยวกับพีชคณิต และเรขาคณิต โดยใช้แบบสอบถามในการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนพีชคณิต และเรขาคณิต และครูในโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครู และนักเรียน มีพฤติกรรมในการสื่อสารด้วยการพูดเกี่ยวกับพีชคณิตได้ดีกว่าเรขาคณิต และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการพูดเป็นพฤติกรรมที่ครูสามารถสนับสนุนนักเรียนในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการพูดยังส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง

จากการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนนักเรียนในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง นอกจากนี้ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครู

จัดขึ้นอย่างแท้จริง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และยังช่วยให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti)

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

มารีลิน (Marilyn, 1999, pp.29-33) ได้ศึกษาการจัดการการเรียนรู้ แบบร่วมมือกับการสอนทักษะทางสังคม เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน และปรับปรุงทักษะทางด้านสังคมของนักเรียน จากการศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จทางวิชาการ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม และการเคารพตนเอง จะช่วยปรับปรุงนักเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการสอนแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือจากง่ายไปยากมีดังนี้ Think Pair Share, Roundtable, Three Step Interview, Corners, Graffiti, Learning Together, Teams Games Tournament, Jigsaw และ Group Investigation ซึ่งมีหลายวิธีที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ แต่ก็มีวิธีปรับปรุงการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางสังคมของนักเรียน การเคารพตัวเอง และการเชื่อมโยงไปยังโรงเรียน และพบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถทำได้กับนักเรียนในทุกช่วงอายุ ทุกวิธีการเรียนรู้ พื้นฐานจริยธรรม และช่วยนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ในห้องเรียนอีกด้วย

ลัวร์เดส (Lourdes, 2004, pp.45-60) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจ และทักษะทางสังคม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) การพัฒนาทักษะทางสังคม และเนื้อหาความรู้ที่สอนของครูที่ทำงานร่วมกันเป็นคู่ 2) การพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะสังคมของนักเรียน การวิจัยเน้นไปที่ผู้สอนซึ่งสอนวิทยาศาสตร์ในระดับเกรด 3 และ 5 ซึ่งใช้กับครูที่ทำงานเป็นคู่ และครูที่ทำงานเป็นรายบุคคล ในหัวข้อเดียวกัน โดยมีกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ คู่ A จากโรงเรียน A ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Round Robin, Roundtable และ Cooperative Group Investigation ในการสอนเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสืบค้น ผ่านกิจกรรมหรือบทเรียนในการทดลอง การใช้วิธี Round Robin and Roundtable เพื่อสรุปว่าสมาชิกเรียนรู้อะไรจากกิจกรรมที่เขาได้ทำในการสืบค้นแบบรายกลุ่ม คู่ C จากโรงเรียน C ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3 รูปแบบ คือ Think Pair Share ใช้เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียน หลังจากที่ได้ช่วยกันแก้ปัญหาสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอภิปรายซึ่งกันและกัน กิจกรรมยังเกี่ยวข้องกับการใช้วิธีแบบ Corners คือให้หัวข้อที่กำหนดแปะติดอยู่ตรงมุมต่างๆ ของห้อง แต่ละกลุ่มเลือกสถานที่เฉพาะของตัวเอง และหาคำตอบ ช่วยกันแก้ปัญหาที่ได้จากคำถามหลังจากอภิปราย และหาผลสรุปแล้วก็ออกมาทำกิจกรรมแบบ Graffiti เพื่อสรุป และแสดงให้เห็นว่าได้เรียนรู้อะไรไปบ้าง โรงเรียน B และ D ครูใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเดียว คือ การสอนแบบ STAD ในบทเรียนเดียวกันกับโรงเรียน A และ C โดยสอนทำงานเป็นทีม ทดลอง และประเมินผล

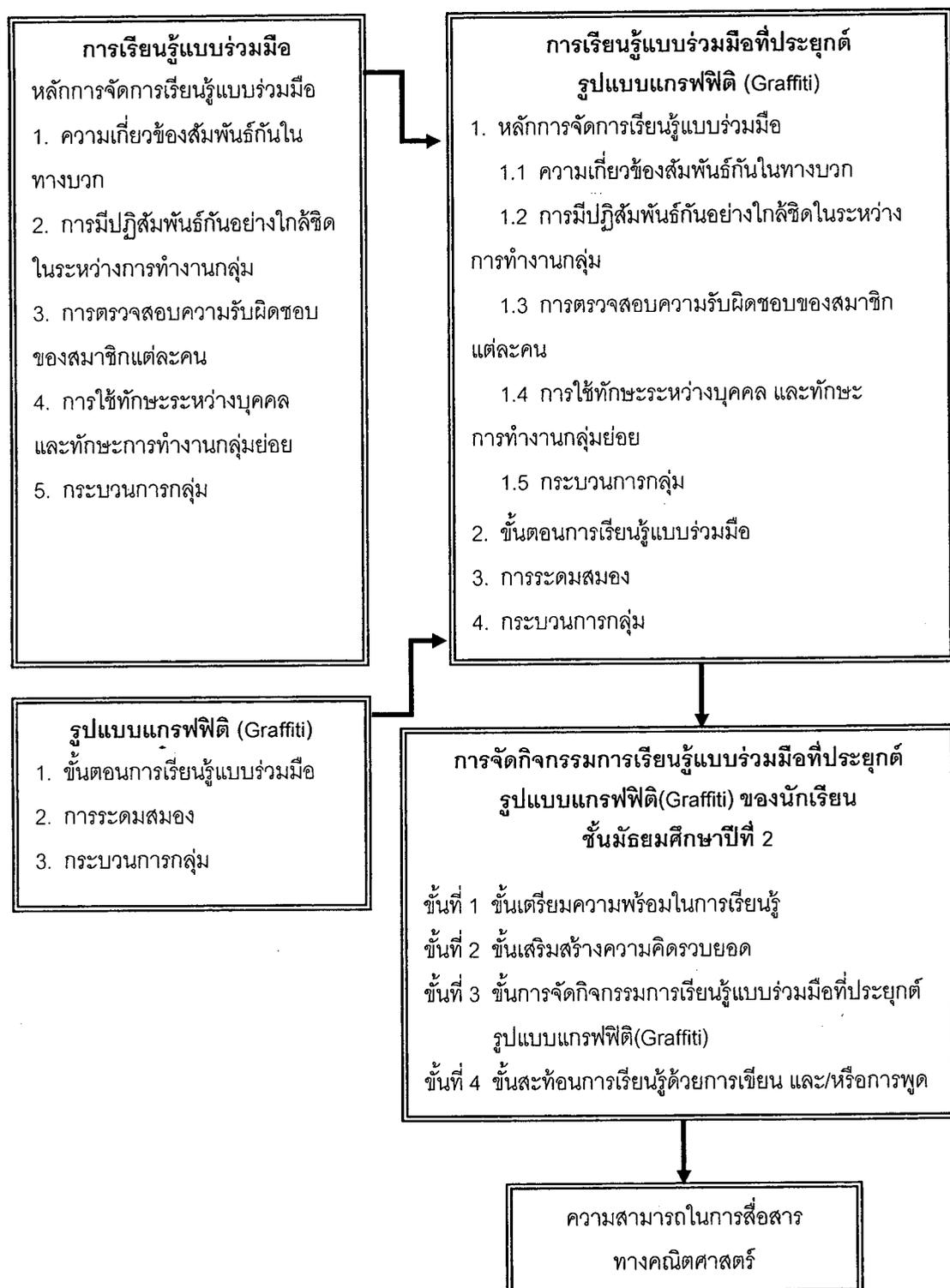
ผลการวิจัย พบว่า การสอนแบบร่วมมือโดยใช้วิธีอย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป จะทำให้นักเรียนได้รับผลสำเร็จดีกว่าการสอนแบบร่วมมือเพียงวิธีเดียว การใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือในบทเรียนจะทำให้ให้นักเรียนมีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ประโยชน์ของการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายจะดึงดูดให้นักเรียนมีทักษะการคิด และการสื่อสาร การใช้วิธีการ Cooperative Group Investigate ช่วยให้นักเรียนผ่านกระบวนการสืบค้นตามที่ได้รับมอบหมาย วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบนี้จะมีประโยชน์ในการพูดและเขียน การใช้วิธีแบบ Think Pair Share, Corners and Graffiti ใช้สำหรับบทเรียนที่ยากที่สัมพันธ์กับทักษะการคิดระดับสูง เพื่อให้ได้ผลสำเร็จ Think Pair Share นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้คิดการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ สร้างสมมติฐาน และแบ่งปันความคิดไปยังกลุ่มใหญ่ Corners จะทดสอบความคิดของนักเรียนผ่านการทดลองแบบกลุ่ม และเก็บข้อมูลจากการทดสอบ สำหรับการจบบทเรียน จะใช้ Graffiti เพื่อสรุปว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง และลำดับข้อมูลโดยใช้ตรรกะในการเรียงลำดับ การใช้วิธีการสามแบบนี้ และวิธี STAD แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแบบร่วมมือเหล่านี้ ทำให้นักเรียนแสดงออกถึงระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้น และถ้านักเรียนมีโอกาสได้ทำงานในกลุ่มที่หลากหลายพวกเขาก็จะพัฒนาตัวเองในการเรียนและหาคำตอบได้ งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลดีอย่างมากในด้านผลลัพธ์ของนักเรียน ผลลัพธ์เหล่านี้ คือ ความสำเร็จของนักเรียน และการพัฒนาทักษะด้านสังคม

อีริค (Eric, 2010, pp.535-543) ได้ศึกษาการใช้แกรฟฟิติ (Graffiti) เพื่อสอนนักเรียนให้คิดเหมือนนักประวัติศาสตร์ (Think Like Historians (TLH)) ซึ่งรูปแบบของ TLH ทำให้นักเรียนเกิดความท้าทาย และช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีการพัฒนากระบวนการรับรู้ โดยการใช้อยูทท์ Graffiti Wall ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถของนักเรียน ผ่านการใช้ภาพวาดบนโปสเตอร์ขนาดใหญ่ นักเรียนจะใช้ภาพวาดของพวกเขาเป็นตัวแทนความเข้าใจของข้อความที่พวกเขาได้อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดที่พวกเขาได้ปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม กระบวนการคือ แบ่งกลุ่ม แล้วแบ่งหัวข้อให้นักเรียน โดยแต่ละกลุ่มได้เป็นคำถามซึ่งจะมีคำถามพื้นฐานของ TLH ครูก็ต้องกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม และร่วมกันอภิปราย และต้องจับเวลาในการทำงาน จากนั้นให้นักเรียนสลับหมุนเวียนไปยังกลุ่มอื่นๆ นักเรียนยังสามารถนำสิ่งที่ได้เห็นจากกลุ่มอื่นๆ มาพิจารณาในการนำไปใช้ตอบคำถามของตัวเองได้ด้วย เหตุผลที่นำ Graffiti Wall มาใช้สำหรับการสร้างการรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์นั้น คือ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้สัมผัสกับเนื้อหาในบทเรียนได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้เรียนรู้จากการทำงานที่มีความซับซ้อน แต่ก็ทำให้เกิดความทรงจำระยะยาว นักเรียนไม่เพียงแต่ท่องจำเนื้อหาเพื่อไปสอบ แต่จะจับประเด็นคำถาม และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างดี ธรรมชาติของกิจกรรมการสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แตกต่างกันออกไป

โดยนักเรียนจะเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับตัวเนื้อหาจนแน่ใจว่าพวกเขาสามารถเข้าใจความหมายที่ลึกกว่าเดิมของบทเรียนนั้นๆ ผลสรุปคือ กรอบความคิดแบบ TLH เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนได้มีความหลากหลายทางความคิดที่แตกต่างกันออกไป TLH นำเสนอองค์ประกอบต่างๆ ของความคิดทางประวัติศาสตร์ที่หลากหลาย แต่กรอบ TLH ช่วยสร้างความสมบูรณ์ของประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเครื่องมือที่ใช้โดยนักประวัติศาสตร์ และความรู้ความเข้าใจซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่เต็มไปด้วยประสบการณ์ นักการศึกษาทั้งหลาย มักใช้การดัดแปลงวิธี Graffiti Wall เพื่อส่งเสริมนักเรียนให้มีแนวคิดทางประวัติศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ตามการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ประวัติศาสตร์ยุโรปกลาง

แซลลี (Sally, 2011, pp.10-19) ได้ศึกษาการออกแบบการเรียนรู้แบบสากล (Universal Design for Learning (UDL)) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากในการทำแผนการเรียนการสอนเพื่อการเข้าถึงชั้นเรียนที่มีความหลากหลายในปัจจุบัน จะเน้นหลักการ 3 หลักการใหญ่ๆ ได้แก่ การนำเสนอ (Representation) การแสดงออก (Expression) และการจูงใจ (Engagement) ได้นำเอาแกรฟฟิตี (Graffiti) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้ในการนำเสนอข้อมูลโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้แบบสากล (UDL) แกรฟฟิตี (graffiti) เป็นวิธีการสร้างสรรค์ที่ให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน กิจกรรมแบบนี้เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เคลื่อนไหวร่างกาย และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน จะช่วยกระตุ้นนักเรียนที่มีลักษณะไม่ชอบอ่านบทเรียน และถูกกระตุ้นโดยสิ่งเร้ารอบๆ นอกจากนี้ นักเรียนเขียนได้ไม่ดี ก็สามารถแสดงความคิดเห็นโดยผ่านการวาดในการทำกิจกรรมแบบแกรฟฟิตี (Graffiti) จากการศึกษาวิจัยพบว่า การใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบสากล (UDL) ช่วยให้ครูผู้สอนทราบความต้องการของผู้เรียน และเข้าถึงผู้เรียนได้มากขึ้น และทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น โดยใช้วิธีการที่หลากหลายรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อมูล และให้ทางเลือกที่เหมาะสมกับผู้เรียนในการนำเสนองานของพวกเขา

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยกล่าวได้ว่า การนำเอารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยที่เรียนอย่างมีความหมายอย่างแท้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประยุกต์รูปแบบแกรฟฟิตี (Graffiti) มาใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพ 3 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย