

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย
โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิด ร่วมกับโมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชัน

**Developing mathematical reasoning ability on similarity using the cooperative learning method
with jigsaw technique and phase method combination model**

จิติพร จันท์ตรี¹, ดร.วรารักษ์ จาตนิล²

¹นักศึกษา ระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างบทเรียนเรื่องความคล้ายโดยอาศัยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้ายโดยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชันระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชันกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 45 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชัน ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 76.31/66.04 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง พบว่า นักเรียนในกลุ่มอ่อนมีร้อยละของการเพิ่มขึ้นของคะแนนมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ / เทคนิคปริศนาความคิด / โมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชัน / ความคล้าย

Abstract

The purposes of this research were: 1) to create a lesson on similarity using the cooperative learning method with jigsaw technique and phase method combination model to develop the mathematical reasoning ability on similarity by comparing the mathematical reasoning ability on similarity of students before and after being taught by this lesson, and 2) to compare the mathematical reasoning ability on similarity between students who being taught by cooperative learning method with jigsaw technique and phase method combination model and traditional learning methods. Samples were 45 students in Mathayom 3 of Santiratwithayalai School. They were categorized into two groups, the control group and the experimental group. Students in the experimental group was taught by cooperative learning method with jigsaw technique and phase method combination model and students in the control group was taught by traditional learning methods. The result showed that the efficiency of the lesson during studying and after studying was 76.31/66.04. The mathematical reasoning ability on similarity of students in experimental group were higher than those before the experiment which is statistically significant at .05 level. The mathematical reasoning ability on similarity of students in experimental group were higher than those students in the control group at a .05 level of significant. And by comparing pre-test and post-test scores among students of poor, averaged and good levels in the experimental group, it was found that the percentage of the score of students in poor level group increased the most.

Keywords: Cooperative learning / Jigsaw technique / Phase Method Combination Model / Similarity

บทนำ

ปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทต่อการพัฒนาระบบความคิด ความมีเหตุผล และความเจริญก้าวหน้าของโลก เพราะมนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ (เกษณีย์ ยอดไพอินทร์, 2556) เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในด้านนี้อย่างเต็มที่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นการตั้งเป้าหมายเอาไว้ก่อน และสมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้ถึงเป้าหมายที่วางไว้ โดยนักเรียนทุกคนจะต้องมีส่วนร่วมกับทุกกิจกรรมที่กลุ่มได้รับหรือทำ (Slavin, 1983) และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังเป็นวิธีหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช (ฉบับ 3)

พุทธศักราช 2553 โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม (พิมพันธ์ เคะขุปต์, 2544 :15)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนข้างต่ำ เมื่อพิจารณาจากคะแนนการทดสอบระดับชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554 -2557 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.08 , 26.95 และ 25.45 ตามลำดับ ปีการศึกษา 2555 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.95 ปีการศึกษา 2556 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 24.45 ปีการศึกษา 2557 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 25.45 (สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2557) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาในเรื่องที่กำลังเรียนนั้นมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือมีการพิสูจน์ นักเรียนจะไม่สามารถพิสูจน์หรือให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง ยกตัวอย่างเช่นเรื่องรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนจะต้องพิสูจน์โดยการให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดรูปสามเหลี่ยมสองรูปจึงคล้ายกัน จากการวิเคราะห์ข้อสอบและปัญหาดังกล่าว (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย) ผู้วิจัยพบว่าวิธีการสอนแบบเดิม คือครูเป็นผู้บรรยายนั้นไม่สามารถทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องความคล้ายได้ดีและเข้าใจอย่างถ่องแท้ (สมวงษ์ แปลงประสพ และ คณะ, 2549) และการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายและเขียนพิสูจน์ได้ดีนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สื่อที่ใช้ควรมีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพ (จำเริญ อนันตธรรมรส ,2552:74) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ร่วมมือ (cooperative learning) มาทดลองใช้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นรูปแบบการสอนที่เหมาะสมที่จะช่วยทำให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีความน่าสนใจและสนุกทั้งครูและนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่ตึงเครียดทำให้นักเรียนสามารถถาม-ตอบคำถามได้อย่างมีอิสระ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาด้วย (Robertson et. al : 1999) ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้มาใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถแสดงความรู้ด้านการคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเรื่องความคล้ายต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องจึงจะเขียนพิสูจน์ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงสนใจและเลือกรูปแบบปริศนาความคิด (Jigsaw Technique) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับโมเดลเฟสเมตที่อดคอมบิเนชัน (Phase Method Combination Model) มาออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องความคล้าย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างบทเรียนเรื่องความคล้ายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมโมเดลเฟสเมตที่อดคอมบิเนชัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 60/60

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับ โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 5 และ 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และทำการแบ่งนักเรียนแต่ละห้องออกเป็นกลุ่มย่อย โดยแต่ละกลุ่มย่อยประกอบไปด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จะได้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งจากนักเรียนทั้งหมด 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 23 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วม โมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียน

ขอบเขตเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ จำนวน 12 คาบ ในชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การทบทวนวรรณกรรม

จำริญ อนันตธรรมรส (2553) ได้ทำการศึกษาความคิดทางเรขาคณิตและความสามารถในการเขียนพิสูจน์ โดยใช้โมเดลเฟสเมทอดคอมบิเนชันในการจัดการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบสองกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยโมเดลเฟสเมทอดคอมบิเนชันและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมทอดคอมบิเนชันมีความคิดทางเรขาคณิตเพิ่มขึ้น 2 ระดับ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความคิดทางเรขาคณิตเพิ่มขึ้นเพียง 1 ระดับ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมทอดคอมบิเนชันสามารถเขียนพิสูจน์ได้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เสาวเพ็ญ บุญประสพ (2553) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 19.40 คิดเป็นร้อยละ 64.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริพร ศิรินามมนตรี (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยเป็นดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.66 / 81.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคณิตศาสตร์โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และ ความพึงพอใจในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับมาก

รัชณี ทาเหล็ก (2556) ได้ทำการวิจัย ได้ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนานที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผลการวิจัยดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์สูงขึ้น และ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้คะแนนการวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.8

Dimakos et al. (2007:87-106) ได้คิดค้นและทดลองใช้เมทริกซ์ควบคุมในการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการพิสูจน์ (RECOMP) ทำการทดลองกับนักเรียนในช่วงอายุ 15 ปี โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างมา 2 โรงเรียน และคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตในระดับที่ 2 มา 89 คน โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนเขียนพิสูจน์โดยใช้ RECOMP จำนวน 44 คน และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวน 45 คน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการเขียนพิสูจน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ คะแนนความสามารถในการเขียนพิสูจน์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Nikoloudakis (2009:17-45) ได้พัฒนาโมเดลเฟสเมตที่อดคอมบิเนชัน โดยผสมผสานกระบวนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดตามทฤษฎีแวน ฮีลี และการฝึกหัดปัญหาของ Colin et al. โดยทดลองจัดกิจกรรมการสอนเขียนพิสูจน์กับนักเรียนช่วงอายุ 15 ปี โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 250 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลเฟสเมตที่อดคอมบิเนชันจำนวน 138 คน และ กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ จำนวน 112 คน ซึ่งนักเรียนเหล่านี้ยังไม่เคยเรียนในเรื่องเกี่ยวกับเรขาคณิตมาก่อน ผลที่ได้คือ 1) คะแนนความสามารถในการเขียนพิสูจน์ของนักเรียนทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนความสามารถในการเขียนพิสูจน์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) คะแนนความสามารถในการเขียนพิสูจน์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลเฟสเมตที่อดคอมบิเนชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นักเรียนในกลุ่มทดลองยังสามารถทำแบบฝึกหัดการเขียนพิสูจน์ที่มีลักษณะต่อเนื่องกันได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

Muhammad Iqbal ได้ทำการวิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา โดยการทำการศึกษาี้ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการสอนแบบปกติ โดยเครื่องมือที่ใช้คือการวัดผลการวิจัยด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลที่ได้คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 39.46 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม เท่ากับ 34.8 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นก่อนวิจัย

- เลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบกลางภาคใกล้เคียงกันเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

- ทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนเพื่อตัดสินว่าควรสอนปรับพื้นฐานหรือไม่
- สอนปรับพื้นฐานเพื่อให้นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานใกล้เคียงกัน ในเรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต เส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
- ทดสอบหลังเรียนปรับพื้นฐาน และนำคะแนนทดสอบมาใช้ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน

ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ทดสอบก่อนเรียน (pre – test) กับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับ โมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันสอนนักเรียนในกลุ่มทดลอง และนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติสอนให้กับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยทำการสอนเองทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มทดลอง ใช้บทเรียนที่สร้างขึ้น เวลาที่ใช้ในการทดลองจำนวน 12 คาบทั้งสองกลุ่ม เพื่อให้กิจกรรมที่จัดขึ้นประสบความสำเร็จ และเป็นไปตามขั้นตอนที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบลำดับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมของกลุ่มทดลอง โดยอาศัยขั้นกิจกรรมใน โมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชัน ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับรูปธรรมภายนอกของความคล้ายรูปสามเหลี่ยม(ดูรูปจากชีวิตประจำวันหรือรูปสามเหลี่ยมอย่างง่าย)

ระยะที่ 2 นักเรียนเรียนรู้สมบัติและทฤษฎีบทของความคล้ายแต่ยังไม่มีการพิสูจน์

ระยะที่ 3 นักเรียนจำแนกรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้โดยอาศัยสมบัติและทฤษฎีบท

ระยะที่ 4 นักเรียนเรียนรู้การเขียนพิสูจน์เรื่องความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมที่ไม่ซับซ้อน โดยใช้ Reasoning Control Metrix for the Proving Process (RECOMPP) ประกอบในการเขียนพิสูจน์

ระยะที่ 5 นักเรียนเรียนรู้การเขียนพิสูจน์ที่ซับซ้อน และพิสูจน์ทฤษฎีบทต่างๆที่เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน โดยใช้ Reasoning Control Matrix for the Proving Process (RECOMPP) ซึ่งเป็นเมทริกซ์ควบคุมการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการพิสูจน์มาช่วยในการออกแบบกิจกรรมเพื่อช่วยในการเขียนพิสูจน์

ขั้นตอนที่ 3 หลังการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ทดสอบกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ขั้นตอนที่ 5 นำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชันและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจาก

1. นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชัน โดยใช้สูตร Paired Sample T-test (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2552)

2. นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม โดยใช้สูตร Independent t-test (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2552)

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ E_1 / E_2 (อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2552)

ผลการวิจัย

1. ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมคที่อดคอมบิเนชันและคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์ 60/60 ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของบทเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความคล้าย แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ร้อยละ
คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1)	22	60	76.3125
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2)	22	20	66.0375

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชัน คิดเป็นร้อยละ 76 และร้อยละ 66 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 76/66 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 60/60 ที่กำหนด

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) จำนวนนักเรียน (N) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

	Mean (\bar{x})	N	S.D.	t	sig.
คะแนนทดสอบหลังเรียน	13.77	22	2.37	7.748**	0.00
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	5.81	22	4.2		

** ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและ ก่อนเรียนเท่ากับ 13.77 และ 5.81 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชัน ทำให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยการหาผลต่างระหว่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม อ่อน ปานกลางและเก่ง แล้วหาร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน คิดเป็นร้อยละได้ประมาณร้อยละ 54 27 และ 20 ซึ่ง เป็นกลุ่ม อ่อน ปานกลาง และเก่ง ตามลำดับ จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มอ่อนมีร้อยละค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนมากที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ผลต่างคะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน เรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้น ของนักเรียนในกลุ่มอ่อน ปานกลาง เก่ง

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
อ่อน	9.96	54.34
ปานกลาง	6.25	27.34
เก่ง	3.92	19.58

3. ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบความร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) จำนวนนักเรียน (N) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มนักเรียน	N	\bar{x}	S.D.	t	sig.
ทดลอง	22	13.77	2.37	2.731**	0.0045
ควบคุม	23	12.11	1.67		

**ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า โดยการทดสอบค่าที (independent t-test) แบบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 13.77 และ 12.11 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่ออกแบบชั้นคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชัน เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเรื่องความคล้าย โดยผลการศึกษายกย่องที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันมีประสิทธิภาพ 76.31/66.04 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 60/60 นั่นคือบทเรียนมีประสิทธิภาพที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องความคล้ายได้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและเพื่อนๆ ได้ปรึกษาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา โดยมีลำดับของการดำเนินกิจกรรมที่สอดคล้องกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชัน ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระยะ จากง่ายไปจนถึงเรื่องที่ซับซ้อน ซึ่งช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาการให้เหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้น และมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งแสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเรื่องความคล้ายได้ พร้อมทั้งยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนด้านการเขียนพิสูจน์มากขึ้นและจากผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม อ่อน ปานกลาง เก่ง พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนอ่อน มีร้อยละของการเพิ่มขึ้นของคะแนนมากที่สุด จึงทำให้สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันเหมาะในการใช้พัฒนานักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับอ่อน ซึ่งอาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการให้นักเรียนกลุ่มเก่ง ช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มปานกลาง จากนั้นกลุ่มเก่งและปานกลางก็สามารถช่วยกลุ่มอ่อนให้สามารถทำแบบฝึกหัดได้ และแบบฝึกหัดที่ใช้แนวคิดโมเดลเฟสเมดที่อดคอมบิเนชันเป็นตัวกำหนดลำดับของแบบฝึกหัด ก็ช่วยทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจขั้นตอน วิธีการและการจินตนาการภาพของการให้เหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้งาน

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมตที่ออกแบบขึ้น ควรดูแลอย่างใกล้ชิดและสร้างแรงกระตุ้นให้กับนักเรียนเพราะการดำเนินกิจกรรมเน้นให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อปรึกษาค้นคว้าหาความรู้ นักเรียนบางคนอาจไม่ให้ความร่วมมือกับสมาชิกคนอื่นๆ เป็นผลให้ งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จล่าช้าหรือไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคปริศนาความคิดร่วมกับโมเดลเฟสเมตที่ออกแบบขึ้น ควรนำไปทดลองจัดการเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ เช่น ระบบสมการ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.
- จำเริญ อนันตธรรมรส. (2553). ผลของการใช้โมเดลเฟสเมตที่ออกแบบขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ที่มีต่อความคิดทางเรขาคณิตและความสามารถในการเขียนพิสูจน์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพาพร ชัยสิทธิ์โยธิน. (2556). การพัฒนาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลวัดละหาร จังหวัดนนทบุรี. ปรินญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิสนา เขมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชณี ทาเหล็ก. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนานที่มีต่อ ความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุกัญญา จันทร์แดง . (2556). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการทำงานร่วมกัน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 . ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- สุริพร ศิรินามมนตรี. (2554) . ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เสาวเพ็ญ บุญประสพ. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไสว พักขาว. (2544) . การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.กรุงเทพมหานคร:สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์.(2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน2. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- Dimakos,G.,Nikoloudakis,E.,Ferentinos,S.,and Choustoulakis,E.(2007). Developing a Proof –Writing Tool for Novice Lyceum Geometry Student,The Teaching of Mathematics 2. 87-106.
- Dimakos,G.and Nikoloudakis,E. (2008). Teaching Euclidean Geometry using a Synthesis by two well known theories:Van Hiele’s theory and Cognitive Apprenticeship. Far East Journal Math Education 2. 187-217.
- Kagan, S. (1995) .Cooperative Learning & Wee Science. San Clemento : Kagan Cooperative Learning .
- Muhammad I. (2004) .Effect of Cooperative Learning on Academic Achievement of Secondary School Student in Mathematics. Doctor of Philosophy Department of Mathematics Faculty of Education University Institute of Education and Research.
- Nikoloudakis,E. (2009). A Proposed Model to Teach Geometry to First-Year Senior High School Student. Internation HMS I JME 2.
- Slavin Robert E. (1990). Cooperative Learning :Theory,Research and Practice.2nd . Massachsetts:A Simon & Schuster.
- _____. (1996). Cooperative Learning and Mathematics. San Juan Capistrano : Kagan Cooperative Learning.