

บทความวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

จงกล ทำสวน^{1*} ณรงค์ ปั้นนัม² สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ³ และ จวีร์รณ เสวตมัลย์⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากสิ้นสุดการทดลองใช้หลักสูตร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 7 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง เป็นหลักสูตรที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการเรียนแบบร่วมมือ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนมีทั้งการเรียนรวมทั้งชั้นโดยครูผู้สอนซึ่งใช้แนวทางการสอนแบบใช้ปัญหา นำเข้าสู่บทเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีกราฟโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านแล้ว นำหลักสูตรไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 15 วัน วันละ 3 ชั่วโมง ทดสอบความสามารถด้านเนื้อหา 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง 30 นาที ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 50 ชั่วโมง และวัดเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากสิ้นสุดการทดลองใช้หลักสูตร จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทวินาม (Binomial test)

¹ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³บัณฑิตวิทยาลัยศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

⁴ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: Jongkol.T@Chula.ac.th

ผลการวิจัยพบว่า 1) หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 2) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถด้านเนื้อหา ที่ระดับความเชื่อมั่น 86% 3) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 86% และ 4) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี ที่ระดับความเชื่อมั่น 86%

คำสำคัญ: ทฤษฎีกราฟ ประสิทธิภาพของหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร การแก้ปัญหา การให้เหตุผล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

The Development of Graph Theory Curriculum for Upper Secondary Students with High Mathematics Achievement

Jongkol Thamsuan^{1*}, Narong Punnim², Suwattana Eamoraphan³
and Chaweewan Sawetamalya⁴

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop a graph theory curriculum for the upper secondary students with high mathematics achievement, to study its efficiency, and to study students' attitude towards mathematics after learning graph theory curriculum.

The seven subjects of this study were chosen from twelve upper secondary students with high mathematics achievement who had enrolled in the second semester of the 2009 academic year from Mahidol Wittayanusorn School (Public Organization), Nakhonprathom. They were selected by using the purposive sampling technique.

The graph theory curriculum for upper secondary students with high mathematics achievement was designed for the classroom activity model which would facilitate student-centered and cooperative learning. The classroom activities included both methods one of lecturing with problem approach and group activities to promote students' ability in mathematical problem solving and reasoning. Three specialists evaluated the curriculum, and it was implemented for the experimental group for 15 days with three hours per day. There are two tests, each test took two and a half hours, total spending time 50 hours. At the end of experiment, the attitude test was administered. The data were then analyzed by using the mean, standard deviation, and Binomial test.

¹Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology, Faculty of Education, Chulalongkorn University

²Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

³Graduate School of Education, Assumption University

⁴Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, e-mail: Jongkol.T@Chula.ac.th

The results of the study revealed that: 1) the graph theory curriculum developed for upper secondary students with high mathematics achievement was efficient according to specialists' opinions 2) the upper secondary students with high mathematics achievement who studied the graph theory curriculum achieved content ability at the 86% level of confidence 3) the upper secondary students with high mathematics achievement who studied the graph theory curriculum had mathematical problem solving and reasoning ability at the 86% level of confidence and 4) the mathematical problem solving and reasoning behavior and the attitude towards mathematics of the upper secondary students with high mathematics achievement who studied the graph theory curriculum were good at the 86% level of confidence.

Keywords: graph theory, efficiency of the curriculum, curriculum development, problem solving, reasoning, attitude towards mathematics

บทนำ

คณิตศาสตร์นับเป็นวิชาหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดที่สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น [1]

ทฤษฎีกราฟ (graph theory) เป็นคณิตศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับกราฟ ซึ่งเป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ใช้จำลองรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับการรวบรวมที่แน่นอน (certain collection) ในที่นี้หมายถึง การรวบรวมของจุด และการรวบรวมของเส้นซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงของจุด [2] โดยหลังจากออยเลอร์ (Leonard Euler: 1707-1783) นักคณิตศาสตร์ชาวสวิส ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาของคณิตศาสตร์สาขาใหม่ที่เรียกว่า “ทฤษฎีกราฟ” ได้ใช้ตัวแบบที่ประกอบด้วยจุดและเส้นในการแก้ปัญหาการเดินทางข้ามสะพานที่เมืองเคอนิกส์เบิร์ก (Königsberg Bridge Problem) เมื่อปี ค.ศ. 1736 [3]

ทฤษฎีกราฟได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างกว้างขวางเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน สาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ปัจจัยแรกคือ ทฤษฎีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขาวิชา เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ มักจะเกี่ยวข้องกับการจัดวัตถุ และความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ จึงสามารถนำกราฟไปใช้ในการจำลองสถานการณ์นั้นให้อยู่ในรูป แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) แล้วแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่สองคือ โครงสร้างเนื้อหาวิชาที่มีความน่าสนใจ มีความสวยงาม เป็นธรรมชาติและมีเสน่ห์เป็นอย่างมาก โดยการศึกษาแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีกราฟ ใช้เพียงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นคือ เซตของจุดยอดและเซตของเส้นเชื่อม ซึ่งมีความสะดวกและสามารถทำความเข้าใจได้ค่อนข้างง่าย และไม่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิควิธีและเครื่องมือที่ซับซ้อนมากนัก [4, 5] แต่ในการศึกษาแนวคิดที่สูงขึ้นจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานหลายเรื่อง เช่น ระเบียบวิธีการพิสูจน์ข้อความทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในขั้นตอนการตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ทฤษฎีบท การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย รวมถึงความรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เป็นต้น [3] ส่วนใหญ่แล้วทฤษฎีกราฟมักได้รับการศึกษาและพัฒนาในระดับอุดมศึกษา แต่มีบางหัวข้อที่นำมาศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดให้เป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมคือ ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสมบัติเบื้องต้นของกราฟและการประยุกต์ใช้บางประการ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านขอบเขตของเนื้อหาและการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนจึงได้แต่เพียงศึกษาเฉพาะแนวคิดพื้นฐานของเนื้อหา ทำให้เห็นประโยชน์ของการนำความรู้ทฤษฎีกราฟไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงค่อนข้างน้อย

สำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้น ยังเป็นการสอนด้วยการบอกหรืออธิบาย เน้นเนื้อหาในหลักสูตร เน้นความจำในเรื่องสูตร นิยาม และวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการที่แน่นอนวิธีเดียว แต่ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการได้มาซึ่งคำตอบนั้นมากนัก และนักเรียนยังรู้สึกว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ไม่สนุกและไม่มีความหมาย นอกจากนั้นยังขาดการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักสังเกต ค้นคว้า สำรวจ ตั้งข้อคาดการณ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลและพิสูจน์สิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง และสถานการณ์ปัญหาส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนค่อนข้างน้อย ทำให้นักเรียนส่วนมากไม่

สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เรียนในห้องเรียน และสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6]

ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยเป็นหลักสูตรที่ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีกราฟที่กว้างขึ้น ลึกขึ้น และฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรทฤษฎีกราฟจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการสืบสวนสอบสวนความรู้ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทฤษฎีกราฟไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขาวิชาที่มีความน่าสนใจ เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีกราฟ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากสิ้นสุดการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

สมมติฐานในการวิจัย

1. หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสมและความสอดคล้อง
2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถด้านเนื้อหา โดยสอบผ่านเกณฑ์คะแนนจุดตัด มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยได้คะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ 1.5 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
4. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยผ่านเกณฑ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
5. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยได้คะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ 3.5 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตาม 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษา สํารวจและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษา สํารวจและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำข้อมูลมาสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรและการประเมินหลักสูตร ทฤษฎีกราฟ การแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

การดำเนินการในขั้นนี้เป็นลักษณะของการสร้างและพัฒนาโดยการนำผลที่ได้จากการศึกษา สํารวจและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มาดำเนินการร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐาน โดยหลักสูตรทฤษฎีกราฟประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด ได้แก่ เอกสารหลักสูตร ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย ของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและการประเมินผล และ เอกสารประกอบหลักสูตร ประกอบด้วยเอกสารจำนวน 3 เล่ม คือ เอกสารประกอบการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีกราฟ และคู่มือครู

หลักสูตรทฤษฎีกราฟประกอบด้วยเนื้อหา 7 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ หน่วยที่ 3 ทรี และกราฟไบนารีทรี หน่วยที่ 4 กราฟออยเลอร์เรียน และกราฟแฮมิลโทเนียน หน่วยที่ 5 การให้สีกราฟ หน่วยที่ 6 ขั้นตอนวิธีของกราฟ และกราฟเชิงระนาบ และหน่วยที่ 7 ไคกราฟ ข่ายงานและโดมิเนชัน ในตอนท้ายแต่ละหน่วยมีโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะ โดยการจัดการเรียนการสอนหน่วยที่ 1 ถึง 6 ใช้เวลา หน่วยละ 6 ชั่วโมง และหน่วยที่ 7 ใช้เวลา 9 ชั่วโมง

ขั้นตอนการพัฒนาคือ นำหลักสูตรที่สร้างและปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรโดยใช้แบบประเมินโครงสร้างหลักสูตร ผลปรากฏว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำหลักสูตรไปทดลองนำร่อง เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บข้อมูลในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือวัดประสิทธิภาพหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แบบประเมินโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟ เพื่อนำไปประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

2. เครื่องมือวัดประสิทธิภาพหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านผลการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย เครื่องมือวัดความสามารถด้านเนื้อหา ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและ

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม เครื่องมือวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบสำรวจรายการ

3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการพัฒนา คือ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ แบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม แบบสำรวจรายการ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วไปทดลองนำร่อง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแล้วนำหลักสูตรไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับแบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังเรียนเท่านั้น (One-Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวดำเนินการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการทดสอบหลังทดลอง

ผู้วิจัยนำหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและเครื่องมือที่ได้พัฒนาแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จำนวน 7 คน โดยโรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์เป็นโรงเรียนที่มีการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีศักยภาพสูงทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจึงเป็นนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งผู้วิจัยทดลองสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยดำเนินการสอนในเวลาเรียนปกติ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ดำเนินการสอนสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 สัปดาห์ และทดสอบความสามารถด้านเนื้อหาสองครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง 30 นาที รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 50 ชั่วโมง

สำหรับการจัดการเรียนการสอนมีการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม วัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบสำรวจรายการ หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 4 ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1 และหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 7 ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 2 พร้อมทั้งวัดเจตคติของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม แบบสำรวจรายการ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรด้านผลการใช้หลักสูตร และทดสอบสมมติฐานในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ดังนี้

1. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 โดยคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
2. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2, 3, 4 และ 5 โดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial test)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไว้ในตอนต้น และแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอนตามความมุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย มีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการศึกษาประสิทธิภาพหลักสูตรทฤษฎีกราฟสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	แปลผล
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	4.57	0.38	เหมาะสม
2. เนื้อหาของหลักสูตร	4.38	0.16	เหมาะสม
3. การจัดการเรียนการสอน	4.61	0.33	เหมาะสม
4. สื่อการเรียนรู้	4.58	0.52	เหมาะสม
5. การวัดผลและการประเมินผล	4.29	0.50	เหมาะสม
6. แผนการจัดการเรียนรู้	4.63	0.55	เหมาะสม
7. คู่มือครู	4.67	0.58	เหมาะสม
ภาพรวม	4.53	0.37	เหมาะสม

หมายเหตุ: เกณฑ์: คะแนนเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1.00 แสดงว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสม

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	แปลผล
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับการจัดการเรียนการสอน	1.00	สอดคล้อง
3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	สอดคล้อง
4. เนื้อหาของหลักสูตรกับจำนวนหน่วยการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมการเรียนการสอนกับการวัดผลและการประเมินผล	1.00	สอดคล้อง
6. เนื้อหาของหลักสูตรกับเวลา	1.00	สอดคล้อง
7. เนื้อหาของหลักสูตรกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1.00	สอดคล้อง
8. เนื้อหาของหลักสูตรกับสื่อการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
9. เนื้อหาของหลักสูตรกับการวัดผลและการประเมินผล	0.67	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนการสอนกับสื่อการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
11. คู่มือครูกับแผนการจัดการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
ภาพรวม	1.00	สอดคล้อง

หมายเหตุ: เกณฑ์: ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความสอดคล้อง

จากตารางที่ 1 พบว่าโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และจากตารางที่ 2 พบว่าโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสอดคล้องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีประสิทธิภาพด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ผลของการศึกษาประสิทธิภาพหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านผลการใช้หลักสูตร

ประสิทธิภาพด้านผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง เป็นประสิทธิภาพที่ได้จากการวัดนักเรียน 5 ด้านคือ ด้านความสามารถด้านเนื้อหา วัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วัดด้วยแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม และด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วัดด้วยแบบสำรวจรายการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 7

2.1 ประสิทธิภาพด้านผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความสามารถด้านเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความสามารถด้านเนื้อหา ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
ฉบับที่ 1 หน่วยที่ 1 ถึง 4				
หน่วยที่ 1	5.00	3.14	62.86	2.04
หน่วยที่ 2	5.00	4.57	91.43	0.79
หน่วยที่ 3	10.00	8.00	80.00	2.16
หน่วยที่ 4	10.00	8.14	81.43	2.64
ฉบับที่ 2 หน่วยที่ 5 ถึง 7				
หน่วยที่ 5	10.00	6.29	62.86	1.70
หน่วยที่ 6	10.00	8.14	81.43	1.95
หน่วยที่ 7	10.00	7.86	78.57	1.86
คะแนนรวมสองฉบับ	60	46.14	76.90	8.43
แปลผล: ผ่านเกณฑ์				

หมายเหตุ: เกณฑ์: เกณฑ์คะแนนจุดตัด 36 กล่าวคือถ้านักเรียนได้คะแนนรวมสองส่วนตั้งแต่ 36 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน จะถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ความสามารถด้านเนื้อหา

จากตารางที่ 3 พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกลุ่มตัวอย่างที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ ผ่านเกณฑ์ความสามารถด้านเนื้อหา (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.14 คิดเป็นร้อยละ 76.90 ของคะแนนเต็ม)

2.2 ประสิทธิภาพด้านผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	แปลผล
ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	3.00	2.78	0.36	ผ่านเกณฑ์
ด้านการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา	3.00	2.58	0.40	ผ่านเกณฑ์
ด้านการค้นหาคำตอบ	3.00	2.18	0.50	ผ่านเกณฑ์
ภาพรวมทั้งหมด	3.00	2.51	0.41	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์: เกณฑ์ 1.5 กล่าวคือถ้านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.5 ขึ้นไป จะถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	แปลผล
ด้านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา	3.00	2.79	0.37	ผ่านเกณฑ์
ด้านการสร้างข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์	3.00	2.59	0.36	ผ่านเกณฑ์
ด้านประเมินข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์	3.00	2.19	0.46	ผ่านเกณฑ์
ภาพรวมทั้งหมด	3.00	2.52	0.38	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์: เกณฑ์ 1.5 กล่าวคือถ้านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.5 ขึ้นไป จะถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกลุ่มตัวอย่างที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51) และผ่านเกณฑ์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52)

2.3 ประสิทธิภาพด้านผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวนรายการประเมินทั้งหมด	จำนวนรายการที่แสดงออก (ร้อยละ)	แปลผล
ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	56	56 (100.00)	ผ่านเกณฑ์
ด้านการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา	53	45 (84.91)	ผ่านเกณฑ์
ด้านการค้นหาคำตอบ	54	50 (92.60)	ผ่านเกณฑ์
ภาพรวมทั้งหมด	163	151 (92.64)	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์: ถ้ามีจำนวนรายการที่นักเรียนแสดงออกเกินครึ่งหนึ่งจำนวนรายการประเมินทั้งหมด จะถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 7 ผลการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้านพฤติกรรมกรทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

พฤติกรรมกรทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	จำนวนรายการประเมินทั้งหมด	จำนวนรายการที่แสดงออก (ร้อยละ)	แปลผล
ด้านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา	56	56 (100.00)	ผ่านเกณฑ์
ด้านการสร้างข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์	76	72 (94.74)	ผ่านเกณฑ์
ด้านประเมินข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์	40	30 (75.00)	ผ่านเกณฑ์
ภาพรวมทั้งหมด	172	158 (91.86)	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์: ถ้ามีจำนวนรายการที่นักเรียนแสดงออกเกินครึ่งหนึ่งจำนวนรายการประเมินทั้งหมด จะถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์พฤติกรรมกรทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกลุ่มตัวอย่างที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ ผ่านเกณฑ์พฤติกรรมกรแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (จำนวนรายการที่แสดงออกคิดเป็นร้อยละ 92.64 ของรายการประเมินทั้งหมด) และผ่านเกณฑ์พฤติกรรมกรให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (จำนวนรายการที่แสดงออกคิดเป็นร้อยละ 91.86 ของรายการประเมินทั้งหมด)

ตอนที่ 3 ผลของการศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

ตารางที่ 8 ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังสิ้นสุดการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

กลุ่มประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	แปลผล
1. การเห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์	4.41	0.37	ผ่านเกณฑ์
2. ความรู้สึกมั่นใจและมีความสุขในการเรียนรู้คณิตศาสตร์	3.95	0.64	ผ่านเกณฑ์
3. ความใฝ่รู้และกระตือรือร้นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์	3.61	0.59	ผ่านเกณฑ์
ภาพรวม	3.99	0.48	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์: เกณฑ์ 3.5 กล่าวคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป แสดงว่านักเรียนผ่านเกณฑ์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากตารางที่ 8 พบว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ ผ่านเกณฑ์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99) โดยนักเรียนมีเจตคติต่อการเห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ดีที่สุดใน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41) และมีระดับเจตคติใกล้เคียงกันมากที่สุด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37)

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ผลการทดสอบสมมติฐาน	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียน ที่สอบผ่านเกณฑ์ (สัดส่วน)	ค่าสัดส่วน ทดสอบ (Test Prop.)	Exact Sig. (1-tailed)
ข้อที่ 2 ด้านความสามารถด้านเนื้อหา	7	7(1.00)	.75	.133
ข้อที่ 3 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	7	7(1.00)	.75	.133
ข้อที่ 3 ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	7	7(1.00)	.75	.133
ข้อที่ 4 ด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	7	7(1.00)	.75	.133
ข้อที่ 4 ด้านพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	7	7(1.00)	.75	.133
ข้อที่ 5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	7	7(1.00)	.75	.133

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถด้านเนื้อหา ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยสอบผ่านเกณฑ์ในแต่ละด้าน มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .14

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง อาจนำไปใช้ได้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนอื่นๆ ได้ โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

1. หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีประสิทธิภาพด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถด้านเนื้อหา โดยสอบผ่านเกณฑ์คะแนนจุดตัด มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .14 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

นั่นคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถด้านเนื้อหา ที่ระดับความเชื่อมั่น 86%

3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยได้คะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ 1.5 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .14 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

นั่นคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 86%

4. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .14 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

นั่นคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี ที่ระดับความเชื่อมั่น 86%

5. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยได้คะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ 3.5 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .14 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

นั่นคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี ที่ระดับความเชื่อมั่น 86%

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง พบว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและด้านผลการใช้หลักสูตร และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีกราฟมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1. ด้านประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

1.1 เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ในการคัดเลือกเนื้อหานั้น ผู้วิจัยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับความสามารถและพัฒนาการของนักเรียน คำนึงเกี่ยวกับความยากง่าย การจัดเรียงลำดับของเนื้อหา และสถานการณ์ปัญหาที่นำมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหานั้นๆ โดยเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่

สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้ เห็นถึงความสอดคล้องกันของเนื้อหา และประโยชน์ของการศึกษาเนื้อหานั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิวเซน และคณะ [7] และ วิลสัน และ ริเวรา-มารีโร [8] เกี่ยวกับแนวทางการเลือกสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ว่า ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ทำให้นักเรียนรู้สึกว่ามีประโยชน์ น่าสนใจ ทำทรม มีความหลากหลาย มีคุณค่าในเชิงนันทนาการและรู้สึกสนุกสนานกับการหาคำตอบ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาจริงที่สอดคล้องกับเนื้อหาจะถือเป็นประสบการณ์ที่มีความหมาย และมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ช่วยทำให้นักเรียนเกิดการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ [9]

1.2 การจัดการเรียนการสอน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีทั้งการจัดการเรียนการสอนแบบเรียนรวมทั้งชั้น และการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย

การจัดการเรียนการสอนแบบเรียนรวมทั้งชั้น ใช้แนวทางการสอนแบบ ใช้ปัญหามาเข้าสู่บทเรียน มีการยกตัวอย่างผ่านสื่อประกอบการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้ เกิดการอภิปรายร่วมกัน และอยากแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งช่วยทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ กูยา [10] และมินนิช [11] ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้มีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น และมีการใช้สื่อเสริมและนวัตกรรมต่างๆ จะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแง่ของกระบวนการทำความเข้าใจปัญหา สร้างความรู้ใหม่ และสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3-4 คนนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล อธิบาย แสดงเหตุผล อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด และแก้ปัญหาาร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดของตน และมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อัดัมส์ และแฮมม์ [12] ดูเรน และเชอริงตัน [13] และ จอยซ์ [14] ที่พบว่าการศึกษาการแก้ปัญหาโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ เกิดการแก้ปัญหาาร่วมกัน จดจำ และประยุกต์ใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาได้ดี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของแลพแพน และสแครม [15] ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป อธิบายเกี่ยวกับเหตุผลของแนวคิดจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. ด้านเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

2.1 เนื้อหาในหลักสูตรทฤษฎีกราฟ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตจริง ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ ทิวเซน และคณะ [7] ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์จริง จะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ รวมทั้งมองเห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับการใช้ชีวิตประจำวันทั้งในทางตรงและทางอ้อมอย่างไร นอกจากนี้เนื้อหาทฤษฎีกราฟยังนำเสนอเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของการศึกษาในบางหัวข้อ ทำให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและสนใจในเนื้อหานั้นๆ มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ มาร์แชลล์ [16] ที่พบว่าการสอนโดยสอดแทรกประวัติของคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนมีการรับรู้ในคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น รู้สึกสนุกสนาน และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2.2 การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด แสดงเหตุผล อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน เกิดการแก้ปัญหาาร่วมกัน ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมตามความสามารถของตน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ ภูมิใจในความสามารถของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ อัดัมส์ และแฮมม์ [12] และ กริฟฟิน [17] และ เจนเซน [18] ที่ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า การใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรม จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา มากกว่าการให้นักเรียนแก้ปัญหาเพียงลำพัง และการประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา สามารถทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้

2.3 รูปแบบการจัดการเรียนการสอน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการเรียนแบบร่วมมือ สนับสนุน ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด แสดงเหตุผล สืบสวน สอบสวนความรู้ อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด ร่วมมือกันในการแก้ปัญหา ส่งเสริมและจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้เต็มไปด้วยความสนุกสนาน ผ่อนคลายและพูดคุยอย่างเป็นกันเอง นักเรียนจึงรู้สึกผ่อนคลาย มีการรับรู้ดีขึ้น และเรียนด้วยความสนุกสนาน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับท้าวอร์ [19] ที่พบว่าการสอนโดยผ่านการแก้ปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้างข้อคาดการณ์ สืบค้น อภิปราย พิสูจน์ และหารูปทั่วไป จะช่วยทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับกริฟฟิน [17] และ เจนเซน [18] ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนหลายรูปแบบร่วมกัน พร้อมทั้งการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่เต็มไปด้วยความสนุกสนาน จะทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลในการเรียนลดน้อยลง ส่งผลให้นักเรียนคุ้นเคยกับกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอน และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น [20]

ข้อเสนอแนะสำหรับครูและนักวิจัย

จากการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีกราฟ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และการทดลองใช้หลักสูตร ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการทดลองใช้หลักสูตรทฤษฎีกราฟที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงในโรงเรียนอื่นๆ ที่มีความเหมาะสม
2. เนื่องจากเนื้อหาแต่ละหน่วยไม่ได้เป็นอิสระต่อกัน ในการคัดเลือกบางหัวข้อของเนื้อหาทฤษฎีกราฟไปใช้ในการอบรม หรือใช้เป็นส่วนเสริมในการเรียนคณิตศาสตร์แบบปกติ นั้น สิ่งสำคัญคือควรคำนึงเกี่ยวกับลำดับของเนื้อหา ความรู้จำเป็นเบื้องต้น และศักยภาพของนักเรียน
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาโดยมีการศึกษาติดตามระยะยาว เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ยังคงทนในระยะเวลาานเท่าใด และมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสนพลพัฒน์ อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ และอาจารย์จำเริญ เจียวหวาน ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการทำปฏิญานินพนธ์ จากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2553 ระดับปริญญาเอก ประจำปีการศึกษา 2552 กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
2. Wikipedia Encyclopedia. 2007. Available from URL: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Graph_Theory. 2 April 2007.
3. Buckley, F., and Lewinter, M. 2002. A Friendly Introduction to Graph Theory. New Jersey. Pearson Education, Inc.
4. Hazzan, O., and Hadar, I. 2005. Reducing Abstraction When Learning Graph Theory. *Journal of Computer in Mathematics and Science Teaching* 24(3): 255-272.
5. Niman, J. 1975. Graph Theory in the Elementary School. *Educational Studies in Mathematics* (6): 351-373.
6. กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2546. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของไทยล้มเหลวจริงหรือ. *คณิตศาสตร์* 46(530-532): 54-58.
7. Thiessen, D., Paige, D. D., Baum, D. L., Wild, M., and Paige, D. D. 1993. Elementary Mathematical Methods. New York. Macmillan.
8. Wilson, S., and Rivera-Marrero, O. 2004. Graph Theory: A Topic for Helping Secondary Teachers. Available from URL: http://www.allacademic.com/meta/p117623_index.html. 9 July 2007.
9. Reys, R. E., Suydam, M. N., and Lindquist, M. M. 1989. Helping Children Learn Mathematics. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall.
10. Gooya, Z. 1994. Influences of Metacognition-Based Teaching Via Problem Solving on Students' Beliefs about Mathematics and Mathematical Problem Solving. *Dissertation Abstracts International* 54(8): 2865-A.
11. Minnich, S. D. 2008. How Does the Implementation of a Reform-Based Mathematics Program, Everyday Mathematics, Change Teachers' Beliefs and Perceived Pedagogy of Mathematics Instruction?. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education). Pennsylvania. Temple University. Available from URL: <http://www.proquest.umi.com/pqdweb?index=40&sid=3>. 2 April 2009.

12. Adams, D. M., and Hamm, M. E. 1990. Cooperative Learning: Critical Thinking and Collaboration across the Curriculum. Illinois. Charles C. Thomas.
13. Duren, P. E., and Cherington, A. 1992. The Effects of Cooperative Group Work versus Independent Practice on the Learning of some Problem Solving Strategies. *School Science and Mathematics* 92(2): 80-83.
14. Joyce, G. H. 2004. The Use of Small Groups to Facilitate Learning in Adult Basic Education. Available from URL: <http://www.lib.umi.com/Dissertations/fullcit/MQ90903>. 2 April 2009.
15. Lappan, G., and Schram, P. W. 1989. Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. In *New Directions for Elementary School Mathematics Yearbook*. pp. 14-30. Virginia. The National Council of Teachers of Mathematics.
16. Marshall, G. L. 2000. Using History of Mathematics to Improve Secondary Students' Attitudes toward Mathematics. Dissertation, Ph.D. (Mathematics Education). Illinois. Illinois State University. Available from URL: <http://www.proquest.umi.com/pdqwed?index=293&sid=3>. 3 April 2009.
17. Griffin, K. R. 2008. Use of Cooperative Learning and Computer Assisted Instruction to Investigate Mathematics Achievement Scores, Student's Attitude toward Cooperative Learning and Confidence in Subject Matter. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education). Pennsylvania. Duquesne University. Available from URL: <http://proquest.umi.com/pqd?index=26&sid=3>. 3 April 2009.
18. Jensen, S. K. 2006. An Investigation of the Relationship among Attitudes toward Cooperation, Math Anxiety, and Mathematics Performance in Vocational Education Courses with an Enhanced Mathematics Curriculum. Dissertation, Ph.D. (Mathematics Education). Minnesota: University of Minnesota. Available from URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=73&sid=3>. 3 April 2009.
19. Tougaw, P. W. 1994. A Study of the Effect of Using an Open Approach to Teaching mathematics upon the Mathematical Problem Solving Behaviors of Secondary School Students. *Dissertation Abstracts International* 54(8): 2934-A.
20. Curtis, K. M. 2006. Improving Student Attitudes: A Study of a Mathematics Curriculum Innovation. Dissertation, Ph.D. (Mathematics Education). Kansas. Kansas State University. Available from URL: <http://www.proquest.umi.co/pdqwebMindex=88&sid=3>. 3 April 2009.

ได้รับบทความวันที่ 2 เมษายน 2553

ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 26 เมษายน 2553