

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น
A STUDY OF CRITICAL THINKING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS
THROUGH INQUIRY-BASED LEARNING ACTIVITIES IN PROBABILITY

ปริญญญา ศรีพงษ์พิจิตร¹ สุกัญญา หะยีสานและ² และกาญจนา พานิชการ³

Patinya Srepongpijid¹, Sukanya Hajisalah² and Karnchana Panichakarn³

¹นักศึกษาลัทธิสุตร กศ.ม. (สาขาวิชาคณิตศาสตร์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

^{2,3}อาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

patinya142@gmail.com, swuyah@yahoo.com, and karnchan@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน จำนวน 40 คน และ (2) นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 40 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 11 แผน และ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion) และสถิติทดสอบ t (t-test for Independent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวนมากกว่าร้อยละ 60 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

คำสำคัญ: ความสามารถ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ความน่าจะเป็น

Abstract

The purposes of this research were to 1) study students' critical thinking ability through inquiry-based learning activities in probability, and 2) compare students' critical thinking ability between the ones who learned probability through inquiry-based learning activities and other students who studied the topic through conventional activities. The subjects selected by a method of quota sampling were Mathayomsuksa III students from Suankularb school in Bangkok, during the second semester of the 2017 academic year. They were divided into two groups. In the first group, forty students were taught probability through inquiry-based learning activities and in the second group, forty students studied the topic through conventional activities. The instruments used in this research included 1) eleven lesson plans provide students to learn probability through inquiry-based learning and 2) a test on critical thinking ability. Percentage, mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.), Z-test for Population Proportion and t-test for Independent Samples were employed in the analysis of data.

The findings revealed that: (1) the number of students who scored since 60% on the critical thinking ability test was more than 60% of the total number of students. The Z-test was analyzed at .05 level of significance; and (2) the t-test showed that the students who were taught probability through inquiry-based learning activities gained significantly in terms of critical thinking ability better than the students who were taught probability through conventional activities at the .01 level.

Keywords: Ability; Critical Thinking; Inquiry-Based Learning; Probability

1. บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกมีส่วนช่วยให้ข้อมูลข่าวสารแพร่กระจายไปทั่วโลกอย่างรวดเร็ว การแยกแยะข่าวสารจึงมีความจำเป็นต้องมีทักษะการใช้ความคิดในการวิเคราะห์ ทักษะการคิดจึงจำเป็นสำหรับคนยุคนี้ และจำเป็นจะต้องมีการเตรียมการจัดการศึกษาเพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลง ดังที่สำนักงานด้านการศึกษาของรัฐได้รวมตัวและก่อตั้งเป็นเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills) หรือเรียกว่า เครือข่าย P21 ซึ่งเห็นว่า การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องพัฒนาทักษะที่เน้นการคิด [1] และสำหรับประเทศไทยก็ได้ให้ความสำคัญกับทักษะการคิด ดังที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด ประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาและเรียนรู้จากประสบการณ์จริงสำหรับให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ [2]

ทักษะการคิดเป็นทักษะที่มีความสำคัญสำหรับทุกคนในการดำรงชีวิตโดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ [3] ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดที่ผ่านการไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล โดยเน้นที่การตัดสินใจว่าสิ่งไหนควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ หรือสิ่งไหนควรทำหรือไม่ควรทำ [4] การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นหนึ่งในการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ [5] ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ต้องการการตัดสินใจอยู่ตลอดเวลา [6] สอดคล้องกับ เอชโกวิทซ์ และอมิท [7] ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่สำคัญที่ทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในโลกยุคใหม่ซึ่งเป็นโลกที่มีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน และยังเป็นทักษะที่เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ และช่วยให้เราสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการ สามารถตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล [3] ช่วยให้เราสามารถจัดการกับปัญหาในชีวิตจริงได้ [8] และช่วยให้เรารู้จักมองได้อย่างรอบด้าน รู้จักเลือก รู้จักวางแผนการดำเนินชีวิต [9] แม้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นทักษะที่สำคัญแต่เด็กไทยยังขาดการใช้ความคิดวิจาร์ณญาณ เพราะระบบการศึกษาไม่เอื้อให้เด็กคิดวิเคราะห์ ตั้งข้อสงสัย [10] จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งครูถือเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้นั้นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้นั้นมากกว่าเนื้อหาสาระ [11] กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด การตั้งคำถาม และฝึกกระบวนการสืบสอบข้อเท็จจริง จนสามารถลงข้อสรุปหรือตัดสินใจได้ [12] รู้จักขยายผลของสิ่งที่คิดและปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ [13] ซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อีกทั้งนักการศึกษาได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดอย่างมีวิจารณญาณ [14], [15] ประกอบกับงานวิจัยของพีชานิกา เพชรสังข์ [16] ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนร่วมกับคำถามปลายเปิด มีทักษะการให้เหตุผลและการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีส่วนช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้จนกระทั่งผู้เรียนค้นพบข้อสรุป หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดประสบการณ์การเรียนรู้ [17] มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) [18] และเมื่อผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ได้แก่ เรขาคณิต ระบบจำนวนเต็ม สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และความน่าจะเป็น ซึ่งความน่าจะเป็นเป็นเนื้อหา

ที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อการตัดสินใจ โดยนำเอาหลักการของความน่าจะเป็นมาใช้ส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งความน่าจะเป็นเป็นเรื่องที่นักเรียนยังมีข้อบกพร่องและมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ [19] ทั้งนี้เพราะนักเรียนขาดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่จะช่วยให้นักเรียนรู้จักมองอย่างรอบด้านชัดเจน [20] คิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการ สามารถจัดการ และตรวจสอบความคิดตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยการใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม [3] ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งแบ่งเป็น เวลาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 11 คาบเรียน และเวลาสำหรับการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 1 คาบเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นตามแนวทางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 3)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสับสนสับสน และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน จำนวน 40 คน และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 40 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง จำนวน 10 คน กลุ่มกลาง จำนวน 20 คน และกลุ่มอ่อน จำนวน 10 คน

2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 11 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นคว้า ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เรื่อง ความน่าจะเป็น และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบนี้ใช้เวลาในการสอบ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยแบบทดสอบนี้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในแต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1 มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.89 และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบักของแบบทดสอบเท่ากับ 0.791

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

1. ชี้แจงให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองทราบถึงการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เรื่อง ความน่าจะเป็น กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น กับนักเรียนกลุ่มควบคุม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กลุ่มละ 11 คาบเรียน

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 1 คาบเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทดลองแล้วผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลดังนี้

1. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เรื่อง ความน่าจะเป็น มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้วยการทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion)

3. ทดสอบสมมติฐานที่ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยการทดสอบ t (t-test for Independent Samples)

6. ผลการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสับสนสับสน เรื่อง ความน่าจะเป็น

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น (n=40)

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	40	25.86	64.65	5.27

จากตาราง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น เท่ากับ 25.86 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.27

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (n=40)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤติ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น	40	30	75	1.936	1.645

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งมากกว่าร้อยละ 60 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (n₁=40, n₂=40)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
กลุ่มทดลอง	40	25.86	64.65	5.27
กลุ่มควบคุม	40	21.03	52.58	7.06

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น เท่ากับ 25.86 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.27 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น เท่ากับ 21.03 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.06

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (n=40)

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่าวิกฤติ
กลุ่มทดลอง	3.467	2.3751
กลุ่มควบคุม		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

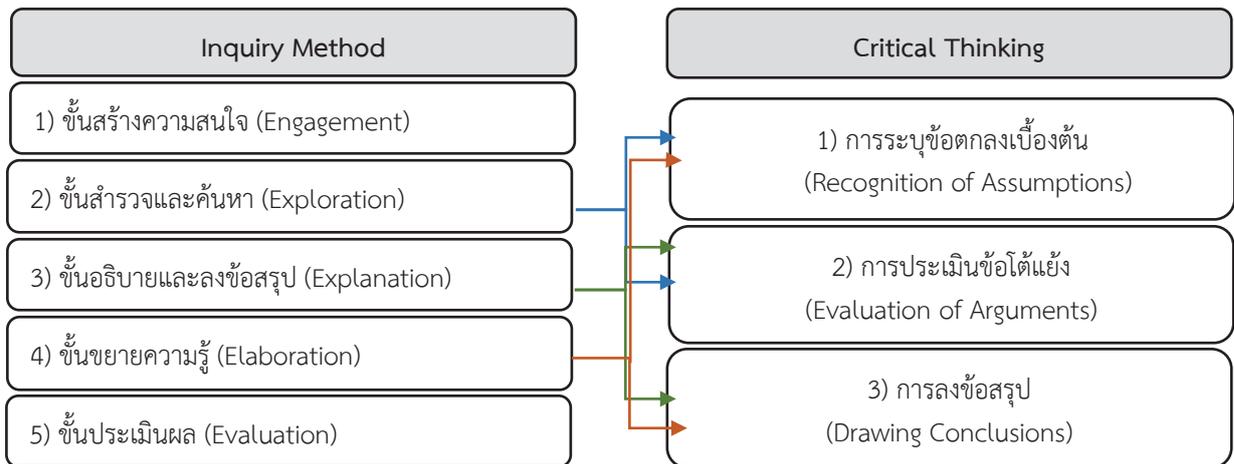
7. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบ สามารถพิจารณาเป็นประเด็นได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง ความน่าจะเป็น สามารถสอบผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1 กิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเป็นกิจกรรมที่มีสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนสามารถนำไปปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้ ทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้และต้องการที่จะค้นหาคำตอบวิเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดและวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวคิดของโอดาฟเฟอร์และธอร์นควิสท์ [21] ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีผลการตัดสินใจจะช่วยให้ นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสอดคล้องกับงานวิจัยของเอชโกวิทซ์ และอมิต [22] ที่พบว่าการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง การส่งเสริมให้นักเรียนประเมินข้อโต้แย้ง และการเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบเสาะจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น 2) การประเมินข้อโต้แย้ง และ 3) การลงข้อสรุป อาจได้รับการพัฒนาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ดังแสดงได้ด้วยแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากแผนภาพ สามารถอธิบายได้ว่า การระบุข้อตกลงเบื้องต้นได้รับการพัฒนาจากขั้นการสำรวจและค้นหาและขั้นขยายความรู้ ซึ่งในขั้นสำรวจและค้นหาเป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล นักเรียนต้องสืบเสาะหาความรู้จากการทดลองทำกิจกรรมที่กำหนดให้ก่อนลงข้อสรุปที่เป็นสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจึงต้องช่วยกันพิจารณาภายในกลุ่มเกี่ยวกับเงื่อนไขและข้อตกลงเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจหรือนำมาแก้ปัญหา อีกทั้งในขั้นขยายความรู้ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดรวบยอดหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนจึงต้องพิจารณาเงื่อนไขและข้อตกลงของสถานการณ์ใหม่ และพิจารณาความรู้ที่นำไปปรับใช้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือไม่ ในส่วนของการประเมินข้อโต้แย้งได้รับการพัฒนาจากขั้นการสำรวจและค้นหาและขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งในขั้นสำรวจและค้นหาเป็นขั้นที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนโดยการซักถามกัน เปรียบเทียบกัน ประเมินข้อโต้แย้งซึ่งกันและกัน นักเรียนจึงต้องอธิบายความคิดของตนและพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้งว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือด้วยเหตุผลและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา อีกทั้งในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปต้องมีการลงข้อสรุปร่วมกันทั้งชั้นเรียน นักเรียนจึงต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้งระหว่างกลุ่มด้วย และในส่วนของการลงข้อสรุปได้รับการพัฒนาจากขั้นอธิบายและลงข้อสรุปและขั้นขยายความรู้ ซึ่งในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำข้อมูลหรือเหตุผลมาประกอบการตัดสินใจเพื่อที่จะลงข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น อีกทั้งในขั้นขยายความรู้ นักเรียนจะต้องพิจารณาข้อมูลและเหตุผลภายใต้สถานการณ์ใหม่

เพื่อนำมาประกอบการลงข้อสรุปอีกครั้ง สอดคล้องกับคำกล่าวของสுகนธ์ ลินธพานนท์ [18] ที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเอชโกวิทซ์ และเซ็ง [23] ที่พบว่าการที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนประเมินข้อโต้แย้ง และวางแผนบทเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบเสาะจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนที่สัมพันธ์กันและต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับคำกล่าวของจอยส์ และเวลล์ [6] ที่เสนอว่ารูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Model) ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ มีหลักเกณฑ์และลำดับขั้นตอนในการแสวงหาคำตอบอันเป็นการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของพีชานิก เพชรสังข์ [16] ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และงานวิจัยของพิทยนันท์ จตุรนาพิทย์ ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ และปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ [24] ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นหลัก เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนได้ลงมือแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สอดคล้องกับคำกล่าวของปีเตอร์ [11] ที่ว่าแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้นั้นมากกว่าการฟังบรรยายเท่านั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียนและส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง [13]

2.3 นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อภิปรายร่วมกันระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ในชั้นเรียนและกับครู บรรยากาศในห้องเรียนเป็นกันเอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สนุกกับการทำกิจกรรม สังเกตได้จากระหว่างที่นักเรียนค้นหาคำตอบ นักเรียนพยายามทำความเข้าใจและตั้งใจทดลองทำกิจกรรมเพื่อให้ได้คำตอบ อีกทั้งยังสังเกตเห็นได้ว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยมีเหตุผลจากที่ได้สืบค้นมาประกอบ รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม อธิบายข้อโต้แย้งโดยใช้เหตุและผล และในขณะที่มีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน สังเกตเห็นว่านักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและกล้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัย ทำให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาไตร่ตรองความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล นำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางการสอนการคิดที่ควรให้ความสำคัญกับการเคารพความคิดเห็นของคนอื่น และให้นักเรียนได้ฝึกคิดร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้กระบวนการคิดของคนอื่นไปในขณะเดียวกัน และตั้งคำถามให้นักเรียนได้ถกเถียงเกี่ยวกับประเด็นปัญหา [15]

8. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจึงต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรม ครูไม่ควรเร่งรัดนักเรียนและควรวางแผนการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในแต่ละคาบ

1.2 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ครูควรมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

1.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยต้องมีเหตุผลหรือหลักฐานที่นักเรียนได้สืบค้นมาประกอบ แต่อย่างไรก็ตามครูควรมีการควบคุมเวลาในชั้นนี้ด้วยเพื่อให้เหมาะสมกับเวลาในแต่ละคาบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาและระดับชั้นมัธยมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาพฤติกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Partnership for 21st Century Skills. 2008. **21st Century Skills, Education & Competitiveness: A RESOURCE AND POLICY GUIDE**. Tucson: n.p. Retrieved July 7, 2017, from http://www.p21.org/storage/documents/21st_century_skills_education_and_competitiveness_guide.pdf
- [2] Office of the Basic Education Commission. 2010. **National Education Act B.E. 2542 for additional corrective No. 2 B.E. 2545 and No. 3 B.E. 2553**. Photocopied.
- [3] Chatkhup Sansanee. and Chuchart Ausa. 2001. **Fuk samong hai khit yang mi wicharanayan**. Bangkok: Wathanapanich.
- [4] Ennis. 2015. Critical Thinking: A Streamlined Conception. In Davies, M.; & Barnett, R. **The Palgrava Handbook of Critical Thinking in Higher Education**. 31-47. New York: Palgrave Macmillan.
- [5] Makanong Aumporn. 2016. **Thaksa lae krabuankan thang khanittasat: kanphatthana phua phatthanakan**. 3rd ed. Bangkok: Chulalongkorn University.
- [6] Susoarat Prapansiri. 2013. **Kanphatthana kan knit**. 5th ed. Bangkok: Technicprinting.
- [7] Aizikovitch, E. ;& Amit M. 2008. Developing Critical Thinking in Probability Session. **International Group for the Psychology of Mathematics Education**, 2: 9-16.
- [8] Shakirova, D.M. 2007. Technology for the Shaping of College Students' and Upper-Grade Students' Critical Thinking. **Russian Education and Society**, 49(9): 42-52.
- [9] Munkham Suwith., et al. 2011. **Kanchat kitchakam kan rianru thi nen kan khit**. Bangkok: EK Books.
- [10] Anurutwong Usanee. 2011. **Nakwichakan chi dek Thai wikrit thang khwamkhit het chak rebop kansuksa**. Manager Online. [Online]. Available: <http://www.manager.co.th/Family/ViewNews.aspx?NewsID=9540000024701>.
- [11] Peter, E. Ebiendele. 2012. Critical thinking: Essence for teaching mathematics and mathematics problem solving skills. **African Jorunal of Mathematics and Computer Science Research**, 5(3): 39-43.
- [12] Siritho Siripak. 2015. Kan khit wicharanayan: mumming kansuksa lae kanborihan chatkan. In Sinlarat, P. **Sat kan khit**. 71-90. Bangkok: Dhurakij Pundit University.
- [13] Sintapanon Sukon. Wanlerdluk Worarat. and Sintapanon Pannee. 2012. **Phatthana thaksa kan khit...tam naeo patirup kansuksa**. Bangkok: Technicprinting.
- [14] Sararattana Wirot. 2013. **Krabuan that mai thangkan suksa korani thatsana to kansuksa satawat thi yisipet**. Bangkok: Thipayawisut.
- [15] Anurutwong Usanee. 2012. **High Level of Thinking Skills: How to Develop**. Bangkok: Inthanon.
- [16] Pechsung Peechanika. 2012. **Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Using 5E Instructional Model and Open-ended Questions on Mathematical Reasoning Ability and Critical Thinking Ability of Eighth Grade Students**. Thesis M.D. (Curriculum and Instruction), Education, Chulalongkorn University.

- [17] Khammanee Tidsana. 2012. **Sat kanson: ongkhwamru phua kanchat krabuankan rianru thi mi prasitthiphap.** 3rd ed. Bangkok: Chulalongkorn University.
- [18] Sintapanon Sukon. 2015. **Kanchatkan rianru khong khru yuk mai...phua phatthana thaksa khong phu rian nai satawat thi yisip et.** Bangkok: Technicprinting.
- [19] Promjittipong Orapan. 2013. **A Cognitive Analysis of Mathayomsuksa 3 Students' Mathematical Errors and Misconceptions about Probability.** Thesis M.D. (Mathematics Education), Graduate School, Khon Kaen University.
- [20] Mulkhum Suwit., et al. 2011. **Kanchat kitchakam kan rianru thin en kan khit.** Bangkok: E.K. Books.
- [21] O'Daffer, Phares G.; & Thornquis, Bruce A. 1993. Critical Thinking, Mathematical Reasoning, and Proof. In Patricia S. **Research Ideas for the Classroom High School Mathematics.** 39-50. New York: Macmillan.
- [22] Aizikovitsh, E.; & Amit M. 2011. Developing the skills of critical and creative thinking by probability teaching. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 15: 1087-1091.
- [23] Aizikovitsh, E.; & Cheng D. 2015. Developing Critical Thinking Skills from Dispositions to Abilities: Mathematics Education from Early Childhood to High School. **Creative Education**, 6: 455-462.
- [24] Pittayanan Jatunarat; Thiyaporn Kantathanawat; and Pariyaporn Tungkunan. 2016. The Inquiry Learning Model to Develop The Achievement on Conceptual Model of Upper Secondary Princess Chulabhorn's College Chonburi. **Journal of Industrial Education**, 15(1): 219-225.