



การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

The Development of E-book Using Geogebra Program on
“Numerical Analysis” to Develop Learning Achievement
for Mathematics Program Students, Faculty of Education,
Buriram Rajabhat University

ไพรัช จันทร์งาม¹ และ อนล สวนประดิษฐ์²

Pairat Jangam¹ and Anon Suanpradit²

Received: 15 June 2021, Revised: 27 June 2021, Accepted: 28 June 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ชั้นปีที่ 3 หมู่ 2 จำนวน 27 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ได้ค่า E_1/E_2 เท่ากับ 83.54/87.84 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80/80 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สื่ออิเล็กทรอนิกส์, โปรแกรม Geogebra, การวิเคราะห์เชิงตัวเลข



ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) develop the E-books using the Geogebra program on “Numerical Analysis” for mathematics students as the setting standard criterion of 80/80, 2) compare the academic achievements of students using the electronic media (E-books) using the Geogebra with 70 percent criterion. The samples were 27 3rd year students in Mathematics, Group 2, Faculty of Education, Buriram Rajabhat University, selected by the cluster random sampling. The research instruments included the electronic media (E-book) using the Geogebra program and the achievement tests. The statistics for analyzing the data contained the percentage, mean, standard deviation, the E-book efficiency value test and the t-test.

The results showed that:

1. The efficiency of the electronic media (E-book) using Geogebra program had the efficiency value criterion of E1/E2 as 83.54/87.84 related to the setting 80/80 efficiency criterion.
2. The learning achievement using the Electronic Media (E-book) using Geogebra Program was higher than 70% with the statistical significance level of .05.

Keyword: E-books, Geogebra program, numerical analysis

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อีเมล pairat.jn@bru.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อีเมล anon.sp@bru.ac.th

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของสังคมแห่งข้อมูลข่าวสารและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ มีความพยายามในการแข่งขันกันเพื่อการพัฒนา สร้างสรรค์ และคิดค้นข้อความรู้ใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้า คณิตศาสตร์จึงกลายเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญ และเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) และคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์และเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นสถาบันการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นที่มุ่งผลิตบุคลากรที่เป็นกำลังสำคัญของประเทศ ซึ่งมีนโยบายการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้คิดอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการและเหตุผล เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อจะสามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาบุคลากรครู ให้มีความรู้ความสามารถในการสร้างและพัฒนาสื่อ การสอนด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษา กับเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อให้สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนตามมาตรฐานสากล จากนโยบายด้านการจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ได้พยายามที่จะพัฒนาบุคลากรสายวิชาการในด้านการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับโลกในยุคปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม และสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเกิดประโยชน์อย่างสูงสุด ซึ่งโปรแกรมที่นำมาใช้ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ โปรแกรม Geogebra เนื่องจากโปรแกรม Geogebra เป็นโปรแกรมที่นำเสนอความรู้และองค์ประกอบต่าง ๆ เชิงคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นด้านเรขาคณิต (Geometry) พีชคณิต (Algebra) ตรีโกณมิติ (Trigonometric) กราฟ (Graph) สถิติ (Statistics) แคลคูลัส (Calculus) รวมถึงการใช้สูตรคำนวณหาค่าต่าง ๆ นอกจากนี้ยังนำเสนอกระบวนการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด สามารถใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับครูหรืออาจารย์ในการสอนให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และโปรแกรม Geogebra ยังมีฟีเจอร์ที่ใช้สำหรับการใส่สูตรต่าง ๆ เข้าไปประกอบกับรูปภาพ หรือโมเดลแบบ 3 มิติ (3D) ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และวิเคราะห์ห้วงประกอบของรูปภาพ เพื่อสร้างความเข้าใจในหลักการคำนวณของสูตรต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น และที่สำคัญโปรแกรม Geogebra ยังสามารถสร้างชิ้นงานออนไลน์และการสร้างหนังสือออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ geogebra.org ได้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างเอกสารและสร้างบทเรียนมากมาย ทั้งนี้โปรแกรม Geogebra สามารถใช้งานได้ฟรีและรองรับการใช้งานในหลากหลายระบบปฏิบัติการของทั้งในมือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ ทำให้ครู อาจารย์ ผู้เรียน และผู้สนใจสามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวได้ทุกที่ ทุกเวลา สะดวกต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (วุฒิชัย ภูดี, 2562)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข จากการที่ผู้สอนได้ดำเนินการสอนมาช่วงระยะหนึ่ง พบว่า ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาตามการบรรยายได้ทันเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหา ทำให้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข



ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเน้นรูปแบบการบรรยายทำให้ผู้เรียนเกิดความคลาดเคลื่อนด้านความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนและช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับผู้เรียนและช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนสื่อการสอนของสาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

นิยามศัพท์เฉพาะ

โปรแกรม Geogebra หมายถึง ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์แบบพลวัต และเป็นสื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนึกภาพ สามารถตรวจสอบผลเฉลยได้รวดเร็วและแม่นยำ

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่สร้างจากโปรแกรม Geogebra การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอนจะแสดงผลออกมาหลายรูปแบบตามที่สร้างไว้ในโปรแกรมเช่น เป็นภาพเคลื่อนไหว กราฟ สมการ สามารถให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ นำเสนอหรือสื่อสารให้แก่ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความความรู้ทักษะ เกิดการเรียนรู้หรือแนวความคิดที่ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ เพิ่มประสบการณ์ เป็นเครื่องมือที่กระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง คะแนนระหว่างกระบวนการจัดการเรียนการสอนและคะแนนหลังเรียนให้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ตามเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรก คือ คะแนนเก็บระหว่างเรียนโดยเป็นการทำแบบทดสอบแล้วได้ค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และ 80 ตัวหลัง คือ คะแนนหลังเรียน การใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เพื่อหาประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านทักษะหรือความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ แสดงออก¹ ในรูปของความสำเร็จ สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่องวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและเรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษา

1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ (5 ปี) คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและเรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทำวิจัย 10 ชั่วโมง จำแนกเป็นการสอนตามแผนจัดการเรียนรู้ 8 ชั่วโมง และการทดสอบ 2 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีการวัดผลหลังทดลองอย่างเดียว (One – Shot Case Study) โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตารางที่ 1 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลังการทดลอง
E	X	T ₁

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

เมื่อ	E แทน	กลุ่มทดลอง
	X แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book)
	T ₁ แทน	การสอบหลังการทดลอง (Post-test)



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 2 หมู่เรียน และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 1 หมู่เรียน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 หมู่ 2 จำนวน 27 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยการจับฉลากใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ส่วนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จะใช้เป็นกลุ่มทดลอง (Try-out) เพื่อหาประสิทธิภาพและการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยครั้งนี้ที่ผู้วิจัยให้ข้อตกลงกันไว้แล้วในการจัดกิจกรรมการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข จำนวน 4 แผน
2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบอัตนัย

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข จำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหาและวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.6-1 จากนั้นนำแผนที่ปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มทดลองเพื่อตรวจสอบกระบวนการใช้แผน รูปแบบแผนที่ใช้ ระยะเวลาการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์กับการวัดและการประเมินผล จากนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แผนแล้วมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ นำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบเพื่อหาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหาและวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.6-1 จากนั้นนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปหาประสิทธิภาพ ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80 โดยนำไปทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มทดลอง จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเล็ก จำนวน 3 คน กลุ่มกลาง จำนวน 10 คน และกลุ่มทดลองภาคสนาม จำนวน 30 คน ซึ่งใช้กลุ่มทดลองที่ไม่เคยเรียนในเนื้อหาดังกล่าวและมีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาโดยนำแบบทดสอบแบบอัตนัยที่สร้างขึ้น จำนวน 8 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านประเมินค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหาและวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.6-1 จากนั้นนำข้อสอบที่ปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มทดลอง จากนั้นนำข้อสอบที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (ค่าระหว่าง 0.2-0.8) และอำนาจจำแนก (ค่าระหว่าง 0.2 ขึ้นไป) จากนั้นตัดข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ใช้จริง 5 ข้อและนำข้อสอบไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการ Kuder-Richardson (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 0.82 และรวบรวมข้อสอบที่ได้ก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขไปใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ชั้นปีที่ 3 หมู่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยในครั้งนี้ จำนวน 27 คน
2. ดำเนินการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ซึ่งใช้เวลาในการสอน 8 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เมื่อดำเนินการสอนครบตามกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วบันทึกผลการทดสอบโดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง
4. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน
5. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวิเคราะห์ผลและแปลผลข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้นโดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{x})
2. เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test dependence

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการทำวิจัย
 - 2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
 - 3.1 สถิติในการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2546) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test dependence

ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติมีรายละเอียดจะนำเสนอตามลำดับต่อไปนี้



ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับกลุ่มทดลองภาคสนาม (Try-out) จำนวน 30 คน

ลำดับที่	เรื่อง	n	E_1	E_2
1	ระเบียบวิธีแบ่งครึ่งช่วง	30	78.25	86.32
2	ระเบียบวิธีการวางตัวผิดที่	30	79.63	83.49
3	ระเบียบวิธีนิวตัน – ราฟสัน	30	81.75	81.58
4	ระเบียบวิธีเสนตัดโคจร	30	88.95	94.74
5	ระเบียบวิธีของการทำซ้ำจุดคงที่	30	89.12	93.06
เฉลี่ย			83.54	87.84

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ได้ค่า $E_1/E_2 = 83.54/87.84$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80/80

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3 คะแนนผลการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

คนที่	หลังเรียน		ผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70	
	คะแนน (30)	ร้อยละ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	25	83.33	/	
2	30	100.00	/	
3	25	83.33	/	
4	24	80.00	/	
5	25	83.33	/	
6	28	93.33	/	
7	26	86.67	/	



คนที่	หลังเรียน		ผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70	
	คะแนน (30)	ร้อยละ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
8	29	96.67	/	
9	25	83.33	/	
10	20	66.67		/
11	25	83.33	/	
12	25	83.33	/	
13	27	90.00	/	
14	28	93.33	/	
15	29	96.67	/	
16	30	100.00	/	
17	18	60.00		/
18	26	86.67	/	
19	30	100.00	/	
20	21	70.00	/	
21	26	86.67	/	
22	29	96.67	/	
23	16	53.33		/
24	28	93.33	/	
25	23	76.67	/	
26	27	90.00	/	
27	29	96.67	/	
รวม			24	3
เฉลี่ย	25.70			
ร้อยละ	85.68		88.89	11.11

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามที่กำหนดจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 เนื่องจากเป็นกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนหลังเรียนด้วย Shapiro - Wilk W. test ในที่นี้ผลการทดสอบคะแนนหลังเรียนมีการแจกแจงปกติอย่างมีนัยสำคัญ ได้ค่า statistic ของ Shapiro- Wilk W. test เป็น 0.971 และค่า P เป็น 0.742 ซึ่งแสดงว่า คะแนนหลังเรียนมีการแจกแจงปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 27 คน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนตามเกณฑ์	<i>N</i>	\bar{x}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
หลังเรียน	30	21	27	25.70	2.72	2.354*	.028

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ประสิทธิภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ได้ค่า $E_1/E_2 = 83.54/87.84$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80/80 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโปรแกรม Geogebra ซึ่งมีจุดเด่นเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื่องจากโปรแกรม Geogebra เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้างสำรวจและวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์หลายด้านสามารถใช้ในเรขาคณิตพลวัต สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาในระดับพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับรูปทรง และจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและเคลื่อนไหวได้โดยการสร้างองค์ความรู้หรือความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพล พวงสั้น (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าสำหรับการหาปริพันธ์ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบฝึกทักษะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรม Geogebra เรื่องการหาปริพันธ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.93/76.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 75/75 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการหาปริพันธ์หลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรม Geogebra สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้นำโปรแกรม Geogebra มาสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขเรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น โดยออกแบบสื่อและนำมาประยุกต์ใช้เป็นภาพเคลื่อนไหวผสมผสานกัน ประกอบเนื้อหาบทเรียนเพื่อแก้ปัญหาเรื่องผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้น ได้มีการจัดกระบวนการเรียนรู้จากโปรแกรม Geogebra ด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยให้ คำชี้แจงและฟังคำอธิบายจากผู้สอน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามคำชี้แจงในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยคลิกเพิ่ม ลดจำนวน สมการไม่เชิงเส้นตามที่ต้องการจากโปรแกรม Geogebra แล้วสังเกตคำตอบที่เกิดขึ้น ต่อจากนั้น

ผู้เรียนจะทำการศึกษาค้นคว้าจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพิ่มเติมเพื่อที่จะตอบคำถามจากใบกิจกรรม และสังเกตผลลัพธ์ ผู้เรียนเกิดการคิดและเห็นความสัมพันธ์ผลลัพธ์ สามารถสรุปหลักเกณฑ์ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โปรแกรม Geogebra เป็นสื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพ ซึ่งทำให้ผู้เรียนยอมรับ ในการหาผลเฉลยของสมการไม่เชิงเส้นจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ใช้กระบวนการคิดหาความสัมพันธ์ของ ข้อมูลจนสามารถอธิบายและสรุปความคิด รวบรวมได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้จากรูปธรรม ไปสู่นามธรรม ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาพื้นฐานของตนเองในเชิงรูปธรรมก่อนแล้วค่อย ๆ พัฒนาการ เรียนรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2545) ได้ระบุไว้ว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกันในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรม ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด ฝึกการสังเกต ฝึกให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรม หรือแบบจำลองต่าง ๆ ก่อน และขยาย ความรู้สู่นามธรรม ให้กว้างขวางตามความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มากขึ้น เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วุฒิชัย ภูติ (2562) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้การสอนแบบเปิดด้วยโปรแกรม GeoGebra จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.51 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.88 เมื่อ นำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบ t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และ Yilmaz Zengina (2012) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์เชิงพลวัต GeoGebra ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องตรีโกณมิติ ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนโดยโปรแกรม GeoGebra กับการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ซิม โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม GeoGebra ส่งผลทำให้คะแนนดีกว่า และ Mehmet Bulut (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม GeoGebra กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 3 เรื่อง เศษส่วน ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม GeoGebra มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจากการศึกษาจะเห็นว่าโปรแกรม GeoGebra สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องเศษส่วนอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

จากข้อค้นพบจากผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1.1 ควรให้นักเรียนเรียนด้วยการวิเคราะห์ปัญหาและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาให้มากขึ้น

1.2 ควรเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ หรือคู่มือการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม

Geogebra ให้ชัดเจน



2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรสนับสนุนให้มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ และผู้เรียนระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการนำข้อค้นพบที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมต่อไป

2.2 ควรศึกษาการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม Geogebra กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้อัจฉริยะ*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2546). *การผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วุฒิชัย ภูดี. (2561). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้การสอนแบบเปิดด้วยโปรแกรม GeoGebra. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติศรีโคตรบูรณศึกษา ครั้งที่ 1*. มหาวิทยาลัยนครพนม, 831-841
- _____. (2562). *GeoGebra in 20 Lessons*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2548). *คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2549). *เรียนรู้การใช้งานเบื้องต้น The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมพล พวงสั้น. (2559). พัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าสำหรับการหาปริพันธ์. *E-Journal Science and Technology Silpakorn University*, 3(2), 16-26.
- Mehmet Bulut. (2015). The Effects of GeoGebra on Third Grade Primary Students' Academic Achievement in Fractions. *Journal of Mathematics Education*, 11(2), 347-355.
- Yilmaz Zengina. (2012). The effect of dynamic mathematics software geogebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 183 – 187.