การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันเพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

The Development of Electronic Book on Mathematics in Daily Life : Enhancing Mathematical Skills and Working Memory of Undergraduate Students at Rajamangala University of Technology Tawan-Ok Chanthaburi Campus

บุราณี ระเบียบ[1], สุพิชฌาย์ เพ็ชรสดใส[2],
อัญชณา คุ้มญาติ[3], และ เกรียงศักดิ์ รัฐกุล[4]
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี [1,2,3]
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา[4]
Buranee Rabiab[1], Suphitcha Petchsodsai[2],
Anchana Kumyat[3] and Kriangsak Rattakul [4]
Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus **[1,2,3]**
Songkhla Rajabhat University [4]
Corresponding Author, E-mail: buranee_ra@rmutto.ac.th

****

บทคัดย่อ

การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนในปัจจุบันยังขาดเครื่องมือที่ตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหนังสือดังกล่าวไปใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จำนวน 60 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตจันทบุรี ใช้การคัดเลือกนักศึกษากลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบอาสาสมัคร (Voluntary Selection) มา 2 กลุ่ม จัดนักศึกษาเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินความจำขณะทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test

วันที่รับบทความ : 23 ธันวาคม 2567; วันแก้ไขบทความ 28 ธันวาคม 2567; วันตอบรับบทความ : 29 ธันวาคม 2567
Received: December 23 2024; Revised: December 28 2024; Accepted: December 29 2024

ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองยังสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานมีค่าเท่ากับ .15 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ในระดับน้อยโดยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี และสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: หนังสืออิเล็กทรอนิกส์; ทักษะทางคณิตศาสตร์; ความจำขณะทำงาน

Abstract

The development of mathematical skills and working memory plays a crucial role in enhancing students' ability to learn and apply knowledge in their daily lives. However, current teaching and learning practices often lack adequate tools to address these needs. This research seeks to create effective and suitable learning materials designed to strengthen learners' potential. Employing a quantitative research approach, the study focuses on developing an e-book on everyday mathematics to enhance mathematical skills and working memory among undergraduate students. Additionally, the study examines the feasibility of implementing the e-book with undergraduate learners. The sample consists of 60 first-year undergraduate students enrolled in the first semester of the 2021 academic year at Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus. The participants selected voluntarily were divided into two groups: an experimental group and a control group, each comprising 30 students.

The results indicate that the developed e-books are highly suitable based on evaluations from both experts and users. The experimental group, which studied using the e-books, demonstrated a statistically significant increase in average scores after the study compared to before, at the .05 significance level. Furthermore, the experimental group’s average scores in mathematical skills and working memory were significantly higher than those of the control group at the .05 level. The Pearson correlation coefficient between mathematical skills and working memory was .15, indicating a small, non-significant correlation.

These findings suggest that the developed e-books effectively enhance mathematical skills and working memory among undergraduate students and can be implemented successfully in the teaching and learning process.

Keywords: Electronic Book; Mathematic skills; Working Memory

บทนำ

เนื้อหาปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ โดยช่วยให้เกิดความคิดอย่างเป็นระบบ สร้างสรรค์ และมีเหตุผล ส่งเสริมให้มนุษย์มีความเป็นระเบียบ มีแบบแผน สามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีหลายระดับ โดยเริ่มต้นจากการบวก การลบ การคูณและการหาร ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าใช้จ่าย การประเมินเส้นทางเดินทางที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ การคาดคะเนเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงการแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ ตัวอย่างเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตอย่างใกล้ชิด พื้นฐานของคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ระดับสูง ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูง (Imbo, 2010) กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยการคิดเชิงลำดับขั้น โดยมี 3 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ 1) การถอดรหัสโจทย์คณิตศาสตร์ (Encoding the Arithmetic Problem) 2) การดึงข้อมูลหรือคำนวณคำตอบ (Retrieving or Calculating the Answer) และ 3) การรายงานคำตอบ (Reporting the Answer) (Campbell, 2005) รวมถึงความจำขณะทำงาน (Working Memory) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของสมองระดับสูง ช่วยในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเข้าใจภาษา การวางแผน และความคิดสร้างสรรค์ โดยความจำขณะทำงานช่วยในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ขณะดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวัน อย่างเช่น การจำหมายเลขโทรศัพท์ เส้นทางเดินทาง หรือส่วนผสมอาหาร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาความจำขณะทำงาน (Baddeley, 2000; Gathercole & Alloway, 2007)

ในยุคดิจิทัล สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Books: E-books) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในระบบการศึกษา เนื่องจากสามารถช่วยลดข้อจำกัดของหนังสือเรียนแบบเดิม และเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา การแสดงผลที่น่าสนใจ และเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังช่วยให้นักศึกษาสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากรูปแบบหนังสือเล่มสู่สื่อดิจิทัลที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ผ่านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดข้อจำกัดของหนังสือแบบเดิม โดยเป็นเครื่องมือที่ผู้เรียนสามารถใช้เพื่อค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองได้ มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างส่วนต่าง ๆ ของหนังสือหรือเว็บไซต์ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Jou, Tennyson, Wang, & Huang, 2016) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Brown, 2016) อย่างไรก็ตาม นักศึกษาปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ยังขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยเฉพาะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในเรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่สามารถช่วยเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สรุปประเด็นปัญหางานวิจัย งานวิจัยจะช่วยลดข้อจำกัดในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานในกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพราะในปัจจุบันนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ยังไม่มีสื่อการเรียนรู้ เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่ตอบสนองความต้องการในการพัฒนาทักษะดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม

การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในหัวข้อ คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี เพื่อเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการเพิ่มประสิทธิภาพของความจำขณะทำงาน เพื่อให้นักศึกษามีศักยภาพในกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ การวางแผน และการแก้ปัญหา รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้อย่างยั่งยืน โดยคาดหวังว่าผลลัพธ์จากงานวิจัยจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาให้เหมาะสมกับความต้องการในโลกยุคใหม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี โดยพิจารณาจาก

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปกติ

2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น

แนวคิดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Books หรือ E-books) หมายถึง สื่อการอ่านในรูปแบบดิจิทัลที่สามารถใช้งานบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรือเครื่องอ่านอีบุ๊กโดยเฉพาะ (E-book Reader) รูปแบบของไฟล์ดิจิทัลที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ PDF, EPUB, หรือ MOBI ซึ่งสามารถดาวน์โหลดหรืออ่านออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก ลักษณะเด่นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างจากหนังสือแบบสิ่งพิมพ์ คือ การเพิ่มฟังก์ชันพิเศษที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์การอ่าน เช่น การปรับขนาดตัวอักษร การค้นหาเนื้อหาภายในหนังสือ การใส่คำอธิบายประกอบ การอ่านออกเสียง และการเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาอื่น ๆ ในรูปแบบอินเทอร์แอคทีฟ Hwang และ Lai (2017) ระบุว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในด้านการอ่านและการประมวลผลข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนกลุ่มต่าง ๆ รวมถึงผู้ที่มีข้อจำกัดด้านการมองเห็นหรือการอ่าน ในด้านการศึกษา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนหลากหลายกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบอินเทอร์แอคทีฟที่มีแบบฝึกหัดตอบสนองทันที เช่น การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sung et al., 2016)

สรุปหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือสำคัญในยุคดิจิทัลที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหา พร้อมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้ในหลากหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษา การทำงาน หรือการอ่านเพื่อความบันเทิง ด้วยคุณสมบัติที่หลากหลายและการใช้งานที่ยืดหยุ่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงถือเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ความต้องการของยุคสมัยได้อย่างดี

แนวคิดของทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถในการใช้ความรู้เชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในบริบทของการเรียนรู้ ซึ่งรวมถึงการเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ และการหาร รวมถึงการวิเคราะห์และการตีความข้อมูลเชิงตัวเลขอย่างถูกต้อง ทักษะเหล่านี้ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น การแก้โจทย์ปัญหา การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทต่าง ๆ (Geary, 2011) การเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงเกี่ยวข้องกับการจดจำสูตรหรือขั้นตอนเท่านั้น แต่ยังต้องพึ่งพาการพัฒนาความสามารถเชิงกระบวนการ เช่น การคิดเชิงตรรกะและการวิเคราะห์ปัญหา ทักษะพื้นฐานเหล่านี้เป็นรากฐานที่สำคัญต่อการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนในอนาคต การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ หรือการแก้ปัญหาแบบใช้สถานการณ์จำลอง เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น (Rittle-Johnson & Schneider, 2015) ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมจำลองสถานการณ์และเกมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมที่สนุกสนานและการปฏิสัมพันธ์ที่กระตุ้นความสนใจ

ของผู้เรียน งานวิจัยได้ยืนยันว่าเทคโนโลยีดังกล่าวไม่เพียงเพิ่มความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น การแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ (Rittle-Johnson & Schneider, 2015)

สรุปว่าทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับความสำเร็จทางการศึกษาและการทำงาน โดยการพัฒนาและส่งเสริมทักษะเหล่านี้ต้องอาศัยทั้งการเรียนรู้เชิงโครงสร้างและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน.

แนวคิดของความจำขณะทำงาน ความจำขณะทำงาน (Working Memory) หมายถึงความสามารถของสมองในการเก็บและประมวลผลข้อมูลในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการทำงานที่ต้องใช้ความคิด ความจำขณะทำงานเป็นส่วนหนึ่งของระบบประมวลผลข้อมูลของสมองที่ช่วยในการจัดลำดับ จดจำ และเรียกคืนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการเรียนคณิตศาสตร์และการอ่าน ความจำขณะทำงานช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา การคำนวณ และการเข้าใจข้อมูลที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น (Swanson et al., 2011) ความจำขณะทำงานมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ในหลายด้าน เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิม การจดจำลำดับขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา และการประมวลผลข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ในด้านการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีความจำขณะทำงานที่แข็งแรงมักสามารถจัดการกับข้อมูลเชิงตัวเลขและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีกว่า นอกจากนี้ ในการอ่าน ความจำขณะทำงานช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำข้อความยาว ๆ และตีความข้อมูลเชิงบริบทได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Swanson et al., 2011) การพัฒนาความจำขณะทำงานสามารถทำได้ผ่านการฝึกฝนที่ออกแบบมาเฉพาะ เช่น การเล่นเกมที่ต้องใช้การวางแผนหรือการแก้ปัญหาแบบลำดับขั้นตอน การฝึกจดจำลำดับตัวเลข หรือการใช้แบบฝึกหัดที่เน้นการท้าทายความสามารถในการจดจำและประมวลผลข้อมูลในระยะสั้น การวิจัยโดย Klingberg (2010) ชี้ให้เห็นว่าการฝึกฝนที่เหมาะสมสามารถช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพของความจำขณะทำงานและเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

สรุปได้ว่า ความจำขณะทำงานเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนการเรียนรู้ในหลากหลายบริบท การพัฒนาความสามารถนี้จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการแก้ปัญหา การคำนวณ และการเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การบูรณาการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และโปรแกรมฝึกความจำขณะทำงาน

การผสมผสานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์แบบอินเทอร์แอคทีฟเข้ากับโปรแกรมฝึกความจำขณะทำงานเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เครื่องมือเหล่านี้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมทั้งการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาความจำในระยะสั้น งานวิจัยของ Alloway และคณะ (2013) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่ได้ใช้เครื่องมือดิจิทัลลักษณะนี้สามารถพัฒนาทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานไปพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการใช้แบบฝึกหัดหรือกิจกรรมเชิงโต้ตอบที่ช่วยกระตุ้นการประมวลผลข้อมูลและการแก้ปัญหาในระดับสูง การบูรณา

การนี้ยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เนื่องจากเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถปรับเนื้อหาและรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการและระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน เช่น การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีเนื้อหาแบบอินเทอร์แอคทีฟสามารถจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องใช้ทั้งความคิดเชิงตรรกะและความจำขณะทำงานเพื่อแก้ไข นอกจากนี้ โปรแกรมฝึกความจำยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บและเรียกคืนข้อมูล ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพทั้งในด้านการคิดคำนวณและการจัดการข้อมูลเชิงระบบได้ดียิ่งขึ้น (Alloway et al., 2013)

สรุปหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และความจำขณะทำงานเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในยุคใหม่ การผสมผสานเทคโนโลยีเหล่านี้ในรูปแบบที่เหมาะสม ไม่เพียงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างยั่งยืน การออกแบบเครื่องมือการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งสามด้านนี้ จะช่วยเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมต่อความท้าทายทั้งในเชิงการศึกษาและการทำงานในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างวิจัย

ประชากร เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จำนวน 1,517 คน (ข้อมูลจากเว็บไซต์มหาวิทยาลัย สถิตินักศึกษาจำแนกสภาพ ตามปีที่รับ ประจำปี 2564)

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกนักศึกษากลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการแบบอาสาสมัคร (Voluntary Selection) ได้จำนวน 60 คน จากนั้นจัดเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละเท่าๆ กันจำนวนกลุ่มละ 30 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยพิจารณาจากแฟ้มประวัติ แฟ้มสุขภาพ เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusions Criteria) เกณฑ์การคัดออก (Exclusions Criteria) และเกณฑ์การยุติการร่วมทดลอง (Withdraw Criteria)

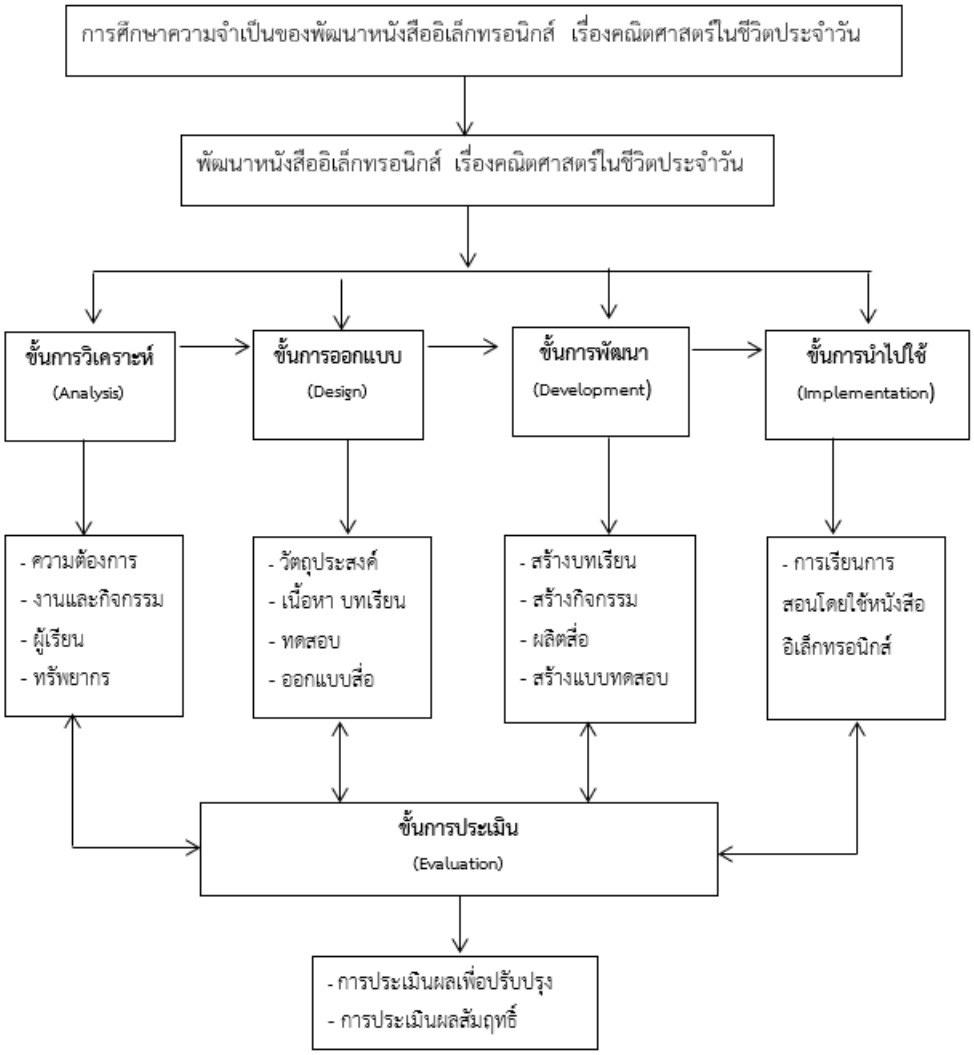
การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้ร่วมวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการขอพิจารณารับรองจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก RMUTTO REC No.044/2564 วันที่รับรอง 22 สิงหาคม 2564 ผู้วิจัยปฏิบัติตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ทั้ง 3 ข้อ ได้แก่ (1) หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) โดยการให้ข้อมูลอย่างครบถ้วน และตอบคำถามข้อสงสัยจนผู้ที่ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยพอใจ และให้เวลาตัดสินใจอย่างอิสระในการให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะเคารพความเป็นส่วนตัวและการเก็บรักษาความลับ ไม่มีการเปิดเผยชื่อหรือข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคลโดยเสนอผลการวิจัยเป็นภาพรวมของการศึกษา

ทั้งหมด (2) หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence/Non-maleficence) ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะไม่ได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมการวิจัย อาจเกิดความเสี่ยงต่อตัวผู้เข้าร่วมการวิจัยเพียงเล็กน้อย (3) หลักความยุติธรรม (Justice) คือมีเกณฑ์การคัดเข้าและออกชัดเจน มีการกระจายประโยชน์และความเสี่ยงอย่างเท่าเทียมกัน

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ทำตามกระบวนการ ADDIE (Danks, 2011) (แผนภาพที่ 1) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การสร้าง การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (แผนภาพที่ 2) ไปทดลองใช้ และการประเมินผล แบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความจำขณะทำงาน (แผนภาพที่ 3) ที่พัฒนาจากแบบทดสอบการระลึกได้เกี่ยวกับตัวเลข (Digit Recall) ของ Alloway ปี ค.ศ. 2007 ทดสอบผ่านหน้าจอ มีระบบการคำนวณคะแนนอัตโนมัติ

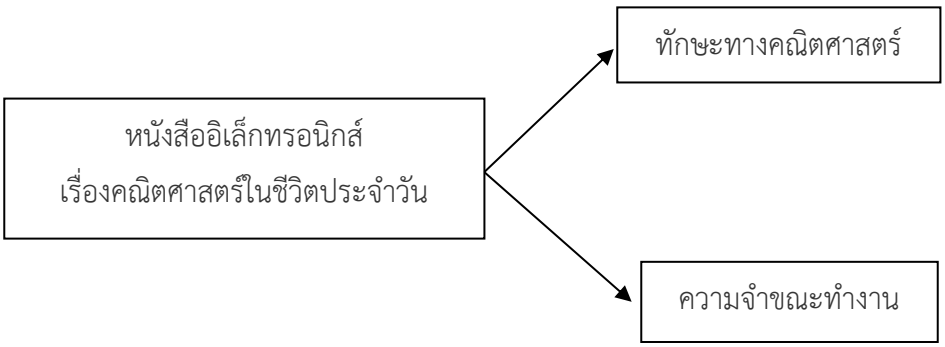


แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบประเมินความจำขณะทำงาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดแผนภาพที่ 4 แสดงแนวคิดการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี



แผนภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยการพัฒนาได้ดำเนินการผ่านกระบวนการที่เป็นระบบและคำนึงถึงความเหมาะสมทั้งในเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และการออกแบบ ซึ่งผลการพัฒนาและการประเมินได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในหลายด้าน ในส่วนของการกำหนดโครงสร้างของหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์เล่มนี้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยเนื้อหาภายในเน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการตัวเลขในด้านการเงิน การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และการคำนวณทั่วไป โครงสร้างของหนังสือประกอบด้วยบทเรียนที่จัดลำดับความยากง่ายอย่างเหมาะสม โดยเริ่มจากระดับพื้นฐานไปจนถึงระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเสริมกิจกรรมที่ช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติจริง และการประเมินผลในแต่ละบทเพื่อวัดผลการเรียนรู้ รูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น แท็บเล็ตหรือคอมพิวเตอร์ โดยให้ความสำคัญกับความสะดวกในการใช้งานและการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ตัวหนังสือใช้ขนาดและสีที่เหมาะสม ภาพประกอบมีความชัดเจนและช่วยเสริมความเข้าใจในเนื้อหา สีสันของหนังสือมีการจัดวางให้ดึงดูดสายตาและสบายต่อการมอง จากการประเมินความเหมาะสมของหนังสือโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าหนังสือมีความเหมาะสมในหลากหลายด้าน ทั้งในเชิงการดำเนินกิจกรรม การออกแบบ และการใช้งานจริง ด้านการดำเนินกิจกรรม ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าวัตถุประสงค์ของหนังสือมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมที่จัดขึ้น มีกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมสร้างความกระตือรือร้นของนักศึกษา และกิจกรรมเหล่านั้นถูกออกแบบให้เรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก ทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ด้านการออกแบบหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าตัวอักษร ภาพประกอบ และสีสัน มีความเหมาะสม สวยงาม และส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างดี ส่วนด้านลักษณะทั่วไป หนังสือมีการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ใช้งานง่าย และสะดวกต่อการเรียนรู้ คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังได้รับการออกแบบอย่างรอบคอบเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้อย่างง่ายดาย ภาษาที่ใช้ในคู่มือมีความชัดเจน พร้อมทั้งภาพประกอบที่ช่วยอธิบายขั้นตอนการใช้งานอย่างเหมาะสม

โดยสรุป หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันเล่มนี้ได้รับการพัฒนาและประเมินผลอย่างครบถ้วนในทุกมิติ ทั้งในเชิงเนื้อหา รูปแบบ และการใช้งานจริง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหนังสือเล่มนี้สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การพัฒนาในลักษณะนี้ยังสะท้อนถึงความสำคัญของการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับยุคสมัยและความต้องการของผู้เรียนใน

ปัจจุบัน ผลการพิจารณาความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านที่ประเมิน	*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
การดำเนินการตามขั้นตอนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.00	0.00	มาก
การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.40	0.55	มาก
ลักษณะทั่วไปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.40	0.55	มาก
ภาพรวมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.20	0.84	มาก
คู่มือการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.40	0.50	มาก
สรุปผลโดยรวม	**4.28**	**0.49**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ปรากฏว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นว่ามีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก $(M = 4.28)$ แสดงว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันเหมาะสมกับนักศึกษาปริญญาตรีใช้เรียน

ผลการประเมินโดยผู้ใช้งาน การประเมินแสดงว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้น เหมาะสมกับการสอนนักศึกษา แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ใช้งาน

ด้านที่ประเมิน	**M**	**SD**	ระดับความเหมาะสม
ลักษณะทั่วไปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.20	0.21	มาก
ภาพรวมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.20	0.21	มาก
คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.40	0.52	มาก
สรุปผลโดยรวม	**4.27**	**0.31**	**มาก**

จากตารางที่ 2 ปรากฏว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ใช้งาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.27$) แสดงให้เห็นว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้น มีเหมาะสมให้นักศึกษาปริญญาตรีใช้เรียน

จากผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานปรากฏว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เหมาะสมให้นักศึกษาปริญญาตรีใช้เรียน แสดงว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี มีความเหมาะสมให้นักศึกษาปริญญาตรีใช้เรียน ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการนำพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ประกอบด้วย

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่ายมา 2 กลุ่ม ได้กลุ่มทดลองที่ได้เรียนโดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ จำนวน 30 คน รายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ	กลุ่มทดลอง (n = 30)		กลุ่มควบคุม (n = 30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	6	20.00	14	46.67
หญิง	24	80.00	16	53.33

จาก ตารางที่ 3 ปรากฏว่า กลุ่มทดลองเป็นเพศหญิงร้อยละ 80.00 และเพศชายร้อยละ 20.00 ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นเพศหญิงร้อยละ 53.33 และเพศชายร้อยละ 46.67 เมื่อพิจารณากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

ตารางที่ 4 คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์และ ความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเงื่อนไขการทดลอง

เงื่อนไขการทดสอบ	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	Max	*Min*	*M*	*SD*	*Max*	*Min*	*M*	*SD*
ทักษะทางคณิตศาสตร์								
ก่อนการทดลอง	24	12	16.43	2.68	-	-	-	-
หลังการทดลอง	59	50	55.50	2.73	53	35	43.87	4.27
ความจำขณะทำงาน								
ก่อนการทดลอง	148	135	141.27	3.74	-	-	-	-
หลังการทดลอง	189	171	180.43	4.40	151	135	142.90	3.96

จากตารางที่ 4 สามารถแยกพิจารณา ทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

ทักษะทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น เมื่อทำแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนมากที่สุด 59 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 50 คะแนน โดยเฉลี่ยแล้วกลุ่มทดลองสามารถทำแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์คณิตได้คะแนน 55.50 คะแนน และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น ทำแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนมากที่สุด 53 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 35 คะแนน โดยเฉลี่ยแล้วกลุ่มควบคุมสามารถทำแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ได้คะแนน 43.87 คะแนน

ความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นเมื่อทำแบบประเมินความจำขณะทำงาน ได้คะแนนมากที่สุด 189 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 171 คะแนน โดยเฉลี่ยแล้วกลุ่มทดลองสามารถทำแบบประเมินความจำขณะทำงาน ได้คะแนน 180.43 คะแนนและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น ทำแบบประเมินความจำขณะทำงาน ได้คะแนนมากที่สุด 151 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 135 คะแนน โดยเฉลี่ยแล้วกลุ่มควบคุมสามารถทำแบบประเมินความจำขณะทำงานได้คะแนน 142.90 คะแนน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และค่าเฉลี่ยความจำขณะทำงาน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น ทำแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินความจำขณะทำงาน ได้คะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนตามปรกติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน

การทดสอบ	n	M	SD	t	p
ก่อนเรียน	30	16.43	2.67	64.84*	.00
หลังเรียน	30	55.50	2.74		

*$p<.05$

จาก ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่รับการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นหลังรับการเรียนสูงกว่าก่อนรับการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษาที่รับการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้อง สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังรับการเรียน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน

การทดสอบ	n	M	SD	t	p
ก่อนเรียน	30	141.27	3.74	37.78*	.00
หลังเรียน	30	180.43	4.40		

*p<.05

จาก ตารางที่ 6 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักศึกษาที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งสอดคล้องสมมติฐาน การวิจัยข้อที่ 2.1

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ

การทดสอบ	n	M	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	30	55.50	2.74	12.996*	.00
กลุ่มควบคุม	30	44.07	3.97		

*p<.05

จาก ตารางที่ 7 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักศึกษาที่เรียน

ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ

การทดสอบ	n	M	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	30	180.43	4.40	34.73*	.00
กลุ่มควบคุม	30	142.90	3.96		

*$p < .05$

จากตารางที่ 8 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น แสดงดัง ตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น

ตัวแปร	ทักษะทางคณิตศาสตร์	ความจำขณะทำงาน
ทักษะทางคณิตศาสตร์	1.00	.15
ความจำขณะทำงาน		1.00

$p < .05$

จากตารางที่ 9 เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation Coefficient) มีค่าเท่ากับ .15 นั่นคือทักษะทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความจำขณะทำงานในระดับน้อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.3

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่นี้ในการเพิ่มพูนทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานว่าตรงกับความต้องการของนักศึกษา และมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการใช้ในการเรียนรู้ ผลการประเมินนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown (2016) ที่ระบุว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและช่วยกระตุ้นการเรียนรู้จนเสร็จสิ้นกระบวนการได้ เพราะมีการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ความยากง่ายของกิจกรรมที่ทำมีการเรียงจากง่าย ไปยาก และระยะเวลาที่ทำกิจกรรมก็มีความเหมาะสมไม่น้อยหรือมากจนเกินไป และในส่วนของ การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้สี ขนาด และชนิดของตัวอักษรที่มีความสวยงาม เห็นได้ชัด และสามารถดึงดูดให้นักศึกษามีความสนใจที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังขั้นตอนวิธีการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ระบุอย่างชัดเจนและมีลำดับขั้นตอนในการใช้ ซึ่งส่งผลให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะนำไปฝึกการเพิ่มทักษะคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานได้

2. คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนกับหลังเรียน ปรากฏว่ามีคะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลนี้สนับสนุนแนวคิดของ Imbo (2010) ที่กล่าวว่าคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น ผลที่ได้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนรรฆพร สุทธิสาร และอัมพร วัจนะ (2564) ศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ที่พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม

3. คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความจำขณะทำงานระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนปรกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลนี้สนับสนุนงานวิจัยของ สโรชา ภาระจ่า และอรนุช ลิมตศิริ (2564) ศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หลักเศรษฐศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระเศรษฐศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สูงกว่าการเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนในรูปแบบปกติ สนับสนุนผลการวิจัยที่ได้ชี้ให้เห็นว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดและการคำนวณช่วยเสริมสร้างความจำขณะทำงานได้ดี เช่นเดียวกับ Aydin et al. (2007) ที่ระบุว่าความจำขณะทำงานมีบทบาทสำคัญต่อการทำกิจกรรมที่ซับซ้อนและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation Coefficient) มีค่าเท่ากับ .15 นั่นคือทักษะทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความจำขณะทำงานในระดับน้อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทั้งสองด้านควบคู่กัน เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญของกระบวนการคิดและการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Swanson et al. (2004) ที่ศึกษาความจำขณะทำงานและการประมวลผลเกี่ยวกับเสียง ใช้ทำนายการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในเด็กที่มีอายุแตกต่างกัน พบว่าความจำขณะทำงานช่วยแก้โจทย์ปัญหา การอ่านและทักษะคณิตศาสตร์ ความจำขณะทำงานมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาเป็นตัวทำนายที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงในช่วงอายุต่าง ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และทักษะการอ่านมีการทำงานที่อิสระ เด็กที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะมีความจำขณะทำงานที่ดีด้วย ทำให้สนับสนุนผลการวิจัย ทักษะทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ความจำขณะทำงานในทิศทางเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะนำไปฝึกการเพิ่มทักษะคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ควรถูกนำมาปรับใช้ในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และช่วยพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาได้ อีกทั้งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายในบริบทต่าง ๆ เพราะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์และความจำขณะทำงานได้ ดังนั้น อาจารย์ผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา โดยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ร่วมกับเทคนิคการสอน รูปแบบการสอนต่าง ๆ เช่น สถานการณ์จำลอง เกมการแข่งขัน การเรียนแบบร่วมมือ การแก้ปัญหาและการสาธิต เพื่อเพิ่มการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ และดึงดูดผู้เรียน ควรส่งเสริมให้มีการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มากขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนานักศึกษาให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาให้อาจารย์ผู้สอนสามารถใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เป็นการนำเสนอเนื้อหาและเทคนิคเพียงบางส่วน สามารถปรับปรุง และพัฒนาเนื้อหา วิธีการนำเสนอที่ทันสมัย อาจเพิ่มเนื้อหา หรือสร้างเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

สโรชา ภาระจ่า และอรนุช ลิมตศิริ. (2564). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องหลักเศรษฐศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย.* 5 (2), 289-302.

อนรรฆพร สุทธิสาร และ อัมพร วัจนะ. (2564). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.* 11 (1), 244-259.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2013). The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences,* 21, 152–158. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.09.001

Aydin, K., Ucar, A., Oguz, K. K., Okur, O. O., Agayev, A., Unal, Z., Yilmaz, S., & Ozturk, C. (2007). Increased gray matter density in the parietal cortex of mathematicians: A voxel-based morphometry study. *Journal of Neuroradiology*, 28, 1859–1864.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences,* 4 (11), 417–423. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Brown, S. (2016). Young learners' transactions with interactive digital texts using eReaders. *Journal of Research in Childhood Education*, 30 (1), 42. https://doi.org/10.1080/02568543.2015.1105887

Campbell, J. I. D. (2005). *Handbook of mathematical cognition.* New York, NY: Psychology Press.

Danks, S. (2011). The ADDIE model: Designing, evaluating instructional coach effectiveness. *ASQ Primary and Secondary Education*, 4 (5), 1–6.

Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2007). *Understanding working memory: A classroom guide.* London, UK: Harcourt Assessment.

Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47 (6), 1539–1552. https://doi.org/10.1037/a0025510

Hwang, W.-Y., & Lai, C.-L. (2017). Facilitating and bridging out-of-class and in-class learning: An interactive e-book-based flipped learning approach for math courses. *Educational Technology & Society*, 20 (1), 184–197.

Imbo, I., & Lefevre, J. A. (2010). The role of phonological and visual working memory in complex arithmetic for Chinese- and Canadian-educated adults. *Memory & Cognition,* 38 (2), 176–185.

Jou, M., Tennyson, R. D., Wang, J., & Huang, S. Y. (2016). A study on the usability of eBooks and apps in engineering courses: A case study on mechanical drawing. *Computers & Education*, 92, 181–193.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (7), 317–324. https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.002

Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). *Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. Kadosh & A. Dowker (Eds.),* The Oxford handbook of numerical cognition (pp. 1118–1134). Oxford University Press.

Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008

Swanson, H. L. (2004). Working memory and phonological processing as predictors of children's mathematical problem solving at different ages. *Memory & Cognition*, 32, 648–661.

Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2011). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343–379. https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.2.343