

The Development of Augmented Reality Book for Supporting Computational Thinking Skills based on STEM Education to Students of Islamic Private Schools in Three Southern Border Provinces

Muneeroh Phadung^{1*}, Atcharaporn Yokkhun¹, and Sulaiman Persoh¹

Received: September 13, 2024 Revised: December 3, 2024 Accepted: December 6, 2024

Abstract

Promoting computational thinking skills by integrating STEM education concepts and using technology in learning management can enable students to effectively solve problems and create innovations, which are essential for life in the 21st century. The objectives of the study were to 1) study the design and development framework of the AR book, 2) develop and evaluate the efficiency of the AR book, 3) study students' computational thinking skills after learning with the AR book, and 4) study the satisfaction of students towards the AR book. The participants were 30 students in grade 10 from the Islamic private school, selected through a cluster random sampling technique. The obtained data were analyzed in terms of average, standard deviation, t-Test dependent, and one sample t-Test. The results found that 1) the design and development framework of AR book comprised six components as follows: analysis, design, development, implementation, evaluation, and dissemination, 2) the efficiency of AR book was found higher than the hypothetical efficiency criterion (75.60/75.20), 3) the students' computational thinking skills scores gained after learning was higher than before learning at the .05 level of significance, and 4) the satisfaction of the students towards learning was at the highest level ($\bar{X}$ =4.54, S.D.=0.46).

Keywords: Augmented Reality; Computational Thinking; STEM Education; Islamic Private Schools; Three Southern Border Provinces

¹ Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: muneeroh.p@yru.ac.th

การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุราษฎร์ธานีในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

มุนีเริะ พดุง^{1*}, อัจฉราพร ยกขุน¹ และ สุลัยมาน เกอลี¹

รับบทความ: 13 กันยายน 2567 แก้ไขบทความ: 3 ธันวาคม 2567 รับผิดชอบ: 6 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

การส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาและใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรมซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตในศตวรรษที่ 21 การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากรอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) พัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3) ศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุราษฎร์ธานีจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) กรอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ การประเมินผล และการเผยแพร่ 2) หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (75.60/75.20) 3) นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.54$, $S.D.=0.46$)

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม; การคิดเชิงคำนวณ; สะเต็มศึกษา; โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุราษฎร์ธานี; สามจังหวัดชายแดนภาคใต้

¹ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

* Corresponding author e-mail: muneeroh.p@yru.ac.th

บทนำ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) เป็นกระบวนการคิดที่เป็นระบบ การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เข้าใจหลักการในการแก้ปัญหาโดยสามารถใช้กรอบแนวคิดตามวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Wing, 2006) ครูผู้สอนควรปลูกฝังการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนกระทั่งถึงระดับมหาวิทยาลัย จุดเน้นสำคัญคือการฝึกใช้การคิดเชิงคำนวณเพื่อวิเคราะห์รายละเอียดของปัญหาในสถานการณ์จริงลักษณะที่เป็นนามธรรม ทั้งนี้ หากครูต้องการให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในรูปแบบการเรียนรู้ที่ลงมือทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ลงมือปฏิบัติ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนได้ฝึกคิดและฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงในลักษณะแบ่งกลุ่มการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณจะนำไปสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ด้วยการใช้เทคโนโลยีและสามารถนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันได้ (Rueangrong & Phitthayasene, 2021)

ปัจจุบันการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยการเขียนโปรแกรมได้รับความนิยมและความสนใจในแวดวงการศึกษา เมื่อกล่าวถึงการสอนการเขียนโปรแกรมในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมุ่งเน้นการเขียนโปรแกรมควบคู่กับการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากเป็นรูปธรรมที่สัมผัสได้และสามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจ มีการจัดแข่งขันทั้งในระดับโรงเรียน ประเทศ และระดับโลก แต่ยังไม่มีความไม่เท่าเทียมกันสำหรับนักเรียนในเมืองกับต่างจังหวัดที่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จำกัดและยังขาดการสนับสนุนเงินทุนในการจัดหาอุปกรณ์ดิจิทัลสำหรับนักเรียนที่ด้อยโอกาสในพื้นที่ชนบท (Piyasinchart, 2022) ทั้งนี้ พื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ซึ่งมีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามคู่สามัญ พบปัญหาสำคัญคือ ครูขาดความรู้ใหม่ ๆ และขาดทักษะกระบวนการสอน โรงเรียนขาดห้องปฏิบัติการและสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้ ห้องเรียนไม่สอดคล้องกับจำนวนนักเรียน นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียนและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอน การนำเทคโนโลยีการเรียนรู้มาใช้เพื่อยกระดับการจัดการศึกษาโดยเฉพาะทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นทักษะการแก้ปัญหาที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพการศึกษาในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ เป็นแนวทางหนึ่ง ที่ควรได้รับการศึกษาและแสวงหาแนวทางที่เหมาะสม (Jahwae & Waeuseng, 2016)

สถาบันการศึกษาหลายแห่งเล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่อการยกระดับการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้การเรียนการสอนเกิดความเสถียรราบรื่น การใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เป็นเทคโนโลยีการศึกษารูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตอบโต้ เกิดปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ ได้รับความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนของนักเรียน โดยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมทำให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เข้าใจยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ และขยายความเข้าใจ นำไปสู่การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างการคิดเชิงคำนวณได้ (Chuaipichai, 2023) สื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งเป็นการเอาสื่อคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอภาพสองมิติหรือสามมิติควบคู่กับหนังสือเสริมบทเรียน เป็นพัฒนาการ

ของหนังสือที่สามารถเชื่อมโยงข้อความ ภาพสองมิติและสามมิติ โดยมีการนำเอารหัสสัญลักษณ์ (Marker) เข้ามาใช้เป็นตัวบันทึกข้อมูลของภาพทั้งแนวดิ่งและแนวนอน ในลักษณะการใช้งานร่วมกับสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพได้หลากหลายมุมมองและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น เกิดแรงจูงใจและสามารถเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (Meesuwan, 2011)

ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการเรียนรู้ผ่านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี นำความรู้มาแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความต้องการ การพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี นักเรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการใช้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้เป็นอย่างดี (Polyiem, 2018) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัจจุบันและปัญหาของการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามคู่สามัญพบว่า ควรดำเนินการพัฒนาและหาแนวทางแก้ไขปัญหการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อลดความเหลื่อมล้ำระหว่างโรงเรียนและการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การต่อยอดการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับประเทศต่อไป (Vasinayanuwatana et al., 2019)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามคู่สามัญในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายทางความคิด สามารถนำความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมไปประยุกต์ใช้และบูรณาการสร้างสรรค์นวัตกรรม สนุกกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนองต่อความต้องการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งยกระดับคุณภาพการศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้เป็นไปตามทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ควรได้รับการพัฒนา

วัตถุประสงค์

1. ศึกษากรอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามคู่สามัญในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้
2. พัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามคู่สามัญในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้
3. ศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การทบทวนวรรณกรรม

หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ AR เป็นเทคนิคที่เพิ่มความเสมือนจริงที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์เพื่อทำให้เกิดภาพเสมือนแบบสองมิติและสามมิติ รวมทั้งวิดีโอคลิป ผ่านตำแหน่งมาร์คเกอร์ที่กำหนดไว้ สื่อมัลติมีเดียที่สร้างด้วย AR สามารถสร้างความสนใจให้กับนักเรียนในชั้นเรียน ทำให้เรื่องที่เรียนสนุกสนาน น่าสนใจ และสามารถเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น (Ajit et al., 2021)

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย ทักษะการคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบ ดังนี้ การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018a)

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงด้วยความคิดสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบการประเมินผลการแก้ไขปัญหาคือหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (IPST, 2018b)

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การนำสื่อ AR มาใช้ร่วมกับสะเต็มศึกษา และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางและชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียน AR เพิ่มการมีส่วนร่วมและการจดจำของนักเรียน เสริมสร้างความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบผ่านการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เช่น การออกแบบโครงการและการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ การใช้ AR ในการบูรณาการสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และทักษะทางสังคมของนักเรียนได้ดีขึ้น (Lampropoulos et al., 2022; Chen et al., 2020)

กรอบแนวคิด

หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

- หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ตามกระบวนการ ADDIE Model (Muruganatham, 2015)
 - 1) การวิเคราะห์
 - 2) การออกแบบ
 - 3) การพัฒนา
 - 4) การนำไปใช้
 - 5) การประเมินผล
- ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย (IPST, 2018a)
 - 1) การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย
 - 2) การพิจารณารูปแบบ
 - 3) การคิดเชิงนามธรรม
 - 4) การออกแบบอัลกอริทึม
- สะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการเรียนรู้ ประกอบด้วย (IPST, 2018b)
 - 1) การระบุปัญหา
 - 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหา
 - 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - 5) การทดสอบการประเมินผลการแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน
 - 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน



1. กรอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (The One Group Pretest Posttest Design) รายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 119 คน โรงเรียนอุดมศาสนวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนจังหวัดยะลา
- 2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน โรงเรียนอุดมศาสนวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนจังหวัดยะลาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.33$, $S.D.=0.11$)
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.49$, $S.D.=0.13$)
- 3) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน) ตรวจสอบความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.73 ถือว่าสอดคล้องในเกณฑ์ที่รับได้ ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.53-0.69 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.33-0.78 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

4) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า คุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.65$, $S.D.=0.71$) ค่าความเชื่อมั่นด้วยการทดสอบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.81 สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการ ADDIE Model ดังนี้ 1) วิเคราะห์หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) ออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ 3) ทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4) ปรับปรุงหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 5) ทดลองใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75

2) การศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในรูปแบบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.1) การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการทดสอบค่า คือ t-Test แบบไม่อิสระ (Dependent Sample t-Test)

2.2) การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนจากการทดสอบหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ ค่า t-Test แบบการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One Sample t-Test)

3) การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งมีเกณฑ์การแปลผลดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยภายหลังได้รับการอนุมัติโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา รหัสจริยธรรมการวิจัย SCPHYLIRB-085/2565

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษากรอบแนวคิดการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุลต่านในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีกรอบแนวคิด 6 ขั้นตอน โดย 5 ขั้นตอนแรกประยุกต์จากหลักการของ ADDIE Model (Muruganantham, 2015) ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นในการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขั้นที่ 2 การออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขั้นที่ 3 การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ขั้นที่ 4 การนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ขั้นที่ 5 การประเมินผลการนำไปใช้งาน และขั้นที่ 6 คือ การเผยแพร่นวัตกรรมทั้งในรูปแบบออนไลน์และออนไซต์เพื่อให้นวัตกรรมจากงานวิจัยได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ดังภาพที่ 2



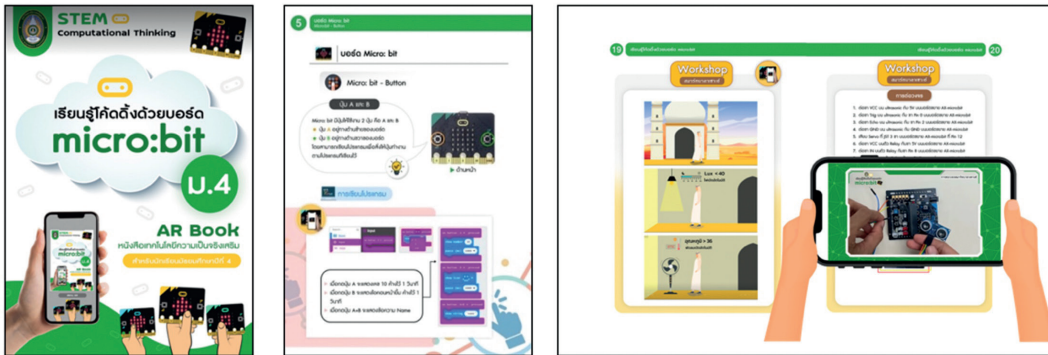
ภาพที่ 2 กรอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2. ผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การทดสอบประสิทธิภาพ	n	ค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ (E_1/E_2)	ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)	ความหมาย
แบบรายบุคคล	3	75/75	73.33/71.67	ต่ำกว่าเกณฑ์
แบบกลุ่มเล็กหรือกลุ่มย่อย	9	75/75	75.56/74.44	ต่ำกว่าเกณฑ์
แบบกลุ่มใหญ่หรือภาคสนาม	30	75/75	75.60/75.20	ตามเกณฑ์

จากตารางที่ 1 พบว่า หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยค่าประสิทธิภาพที่ได้เท่ากับ 75.60/75.20 สามารถนำไปทดลองใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบไปด้วยมาร์คเกอร์ 2 ประเภท ได้แก่ 1) มาร์คเกอร์สำหรับดู AR ที่มีวิดีโออธิบายการต่อวงจรบอร์ดไมโครบิตและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ 2) มาร์คเกอร์สำหรับดู AR ที่มีวิดีโออธิบายการสร้างโปรแกรมจาก <https://makecode.microbit.org> ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	8.17	2.68	13.610*	.000
หลังเรียน	30	14.20	2.16		

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน ($\bar{X}$ =8.17, S.D.=2.68) และหลังเรียน ($\bar{X}$ =14.20, S.D.=2.16) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนกับเกณฑ์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด (n=30)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	20	14	14.20	2.16	141.758*	.000

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

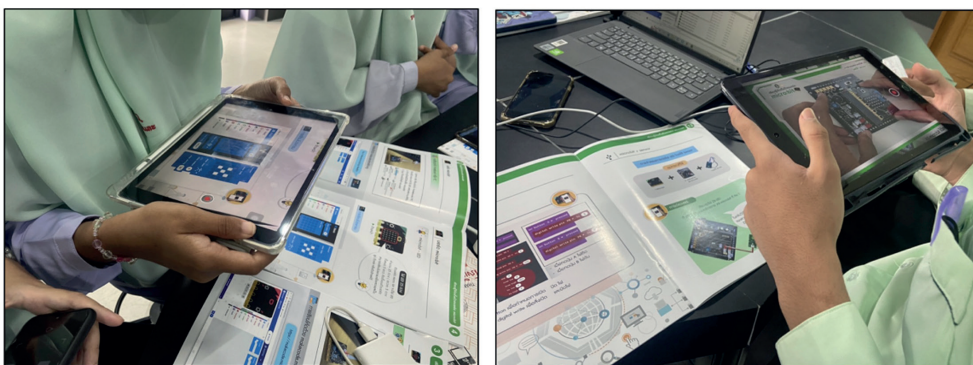
จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน ($\bar{X}=14.20$, $S.D.=2.16$) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านรูปแบบหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.65	0.38	มากที่สุด
1.1 ภาพกราฟิกมีขนาดและรูปแบบชัดเจน ดึงดูดใจ	4.77	0.43	มากที่สุด
1.2 ตัวอักษร มีขนาดและรูปแบบเหมาะสมสวยงาม	4.53	0.63	มากที่สุด
1.3 การจัดวางตำแหน่งหน้ากระดาษเหมาะสมตลอดทั้งเล่ม	4.47	0.57	มาก
1.4 รูปแบบหนังสือเหมาะสมใช้งานง่าย	4.63	0.61	มากที่สุด
1.5 คุณภาพกระดาษทนทานต่อการใช้งาน	4.83	0.38	มากที่สุด
2. ด้านการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.34	0.60	มาก
2.1 วิธีการใช้งาน AR บอกได้ชัดเจน สามารถทำตามได้ง่าย	4.57	0.57	มากที่สุด
2.2 แอปพลิเคชัน Artivive ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน	4.20	0.89	มาก
2.3 เสียงบรรยายอธิบายได้ชัดเจน ถูกต้อง น่าฟัง	4.27	0.94	มาก
2.4 วิดีโอคลิปมีความคมชัด	4.33	0.66	มาก
2.5 วิดีโอคลิปช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	4.33	0.71	มาก
3. ด้านเนื้อหา	4.52	0.45	มากที่สุด
3.1 เนื้อหาตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.73	0.45	มากที่สุด
3.2 การเรียบเรียงเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.57	0.68	มากที่สุด
3.3 ความชัดเจนในการนำเสนอและอธิบายเนื้อหา	4.43	0.56	มาก
3.4 เนื้อหาเหมาะสมตรงตามระดับชั้นและความสนใจของนักเรียน	4.43	0.68	มาก
3.5 แบบฝึกหัด/กิจกรรมฝึกปฏิบัติในหนังสือน่าสนใจ	4.43	0.73	มาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.64	0.39	มากที่สุด
4.1 รูปแบบและระยะเวลาในการจัดกิจกรรม	4.37	0.67	มาก
4.2 การถ่ายทอดความรู้ของผู้สอน	4.70	0.53	มากที่สุด
4.3 นักเรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและแสดงความคิดเห็น	4.80	0.41	มากที่สุด
4.4 การเข้าร่วมกิจกรรมทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ได้ดัง	4.67	0.61	มากที่สุด
4.5 การเข้าร่วมกิจกรรมทำให้บูรณาการความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ	4.67	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.54	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.54$, S.D.=0.46) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้านรูปแบบหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมากที่สุด ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.65$, S.D.=0.38) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$, S.D.=0.39) ด้านเนื้อหา ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.52$, S.D.=0.45) และด้านการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.60) ตามลำดับ ตัวอย่างการใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบการเรียนรู้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบการเรียนรู้

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษารอบการออกแบบและพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุราษฎร์ ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหนังสือเสริมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยประยุกต์ ADDIE Model ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบปกติและรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระบวนการพัฒนาที่เป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้สามารถใช้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Muruganatham, 2015) หากพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามกรอบแนวคิดในลักษณะการวิจัยที่ดี จะช่วยให้สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็นและเรียนรู้สิ่งใหม่ สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองอยากเรียน นำความรู้ที่ได้มาพัฒนาและสร้างนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ให้กับสังคม (Chalermdit et al., 2018) เพื่อช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นแนวทางหนึ่ง ที่ควรได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างเหมาะสม (Jahwae & Waeuseng, 2016)

2. ผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาสุราษฎร์ ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพที่ได้เท่ากับ 75.60/75.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 ทั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนด

เกณฑ์ไว้ที่ 75/75 โดยตามหลักการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพนั้น หากเนื้อหาเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นเนื้อหาความรู้ความจำ ควรตั้งอยู่ในระหว่าง 90/90 85/85 หรือ 80/80 แต่หากเนื้อหาเป็นทักษะพิสัย (Skill Domain) และจิตพิสัย (Affective Domain) อนุโลมให้ตั้งเกณฑ์ต่ำกว่านี้ได้ เพราะต้องใช้เวลาฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน (Brahmawong, 2013) ทั้งนี้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพ สูงที่สุด ผู้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนควรศึกษารายละเอียดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รวมถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเทคโนโลยี เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Khummin et al., 2022) ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงหลักการออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริมกับการเรียนรู้ วิทยาการคอมพิวเตอร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีหลักการ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การออกแบบ แรงจูงใจ 2) การออกแบบเพื่อการเรียนรู้ตามความแตกต่างหลากหลาย 3) การมีส่วนร่วมของนักเรียน (Bacca et al., 2019)

3. ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}=14.20$, $S.D.=2.16$) สูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ จากการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในกิจกรรมสะเต็มศึกษา เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียน เข้าใจแนวคิดเชิงทฤษฎีและเชิงนามธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดเชิง คำนวณ อีกทั้ง ยังส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันในชั้นเรียน อันนำไปสู่ทักษะการคิดขั้นสูงและ การเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง (Ajit et al., 2021) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Prommas et al. (2024) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนมีค่า สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริง เสริมทำให้นักเรียนมีความสามารถคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด และสามารถนำแนวทางวิธี การแก้ปัญหาไปใช้สถานการณ์อื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ Phasook et al. (2022) ที่ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานบูรณาการสะเต็มศึกษา วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ($\bar{X}=13.37$, $S.D.=1.78$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=5.07$, $S.D.=1.33$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=9.71$, $S.D.=1.38$)

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.54$, $S.D.=0.46$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้าน รูปเล่มหนังสือมากที่สุด ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.65$, $S.D.=0.38$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

ประกอบการใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$, S.D.=0.39) ด้านเนื้อหา ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.52$, S.D.=0.45) และด้านการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.60) ตามลำดับ สอดคล้องตามการศึกษาของ Pattanapipat and Meeusah (2022) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสื่อสารยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.29$, S.D.=0.61) ซึ่ง AR ช่วยเพิ่มความน่าสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม โดยเปลี่ยนเนื้อหาเชิงทฤษฎีให้กลายเป็นประสบการณ์เชิงปฏิบัติหรือสถานการณ์เสมือนจริงที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้งาน AR มีข้อจำกัด เช่น ความต้องการอุปกรณ์เฉพาะทาง การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เสถียร และต้นทุนในการพัฒนาเนื้อหา ดังนั้น จึงควรพัฒนาสื่อ AR ให้เข้าถึงได้สะดวกขึ้น เช่น การใช้ AR โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็นต้น (Ruiz Muñoz et al., 2024) ในภาพรวมเห็นได้ว่าสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายให้กับนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่สนใจด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เมื่อได้สัมผัสกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพิ่มเติม นักเรียนเกิดจินตนาการ นำไปคิดต่อยอดพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการนำไปพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และผลิตนวัตกรรมตามแนวคิดการศึกษายุค 4.0 ต่อไป (Chalermdit et al., 2018; Amores-Valencia et al., 2023)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ครูและนักการศึกษาสามารถนำสื่อหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้ไปใช้กับนักเรียนทั้งในรูปแบบกิจกรรมเสริมในชั้นเรียนและกิจกรรมเสริมนอกเวลาเรียน
2. ครูและนักการศึกษาสามารถนำแนวคิดที่ได้จากการวิจัยนี้ พัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของวิชาวิทยาการคำนวณ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยการพัฒนาศักยภาพของครูในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาคู่สามัญเพื่อใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสอน โดยเน้นการพัฒนาความสามารถในการออกแบบและนำ AR ไปใช้ในการสอนวิทยาการคำนวณร่วมกับสะเต็มศึกษา
2. ควรศึกษาวิจัยการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณให้นักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาคู่สามัญด้วยสื่อหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในลักษณะมุ่งเน้นการวิจัยแนวคิดย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ เช่น ทักษะการออกแบบอัลกอริทึม และทักษะการคิดเชิงนามธรรม เป็นต้น
3. ควรศึกษาวิเคราะห์เชิงลึกมากขึ้นโดยการเปรียบเทียบกับการศึกษาที่เกี่ยวข้องหรือใช้เครื่องมือวิเคราะห์ที่มีการวัดอย่างละเอียด เช่น การทดสอบเชิงสถิติเพิ่มเติมเพื่อแสดงถึงความแตกต่างที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากทุนงานวิจัยพื้นฐาน (FF) ประจำปี 2565 มหาวิทยาลัย
ราชภัฏยะลา คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ajit, G., Lucas, T., & Kanyan, R. (2021). A systematic review of augmented reality in STEM education. *Studies of Applied Economics*, 39(1), 1-22. <https://www.doi.org/10.25115/eea.v39i1.4280>
- Amores-Valencia, A., Burgos, D., & Branch-Bedoya, J. W. (2023). The influence of augmented reality (AR) on the motivation of high school students. *Electronics*, 12(22), 4715. <https://doi.org/10.3390/electronics12224715>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Kinshuk. (2019). Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), 102-117. <https://doi.org/10.14742/ajet.4182>
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedurea-searchjournal/article/view/28419> [in Thai]
- Chalermdit, J., Wittayakhom, N., & Jeerungsuwan, N. (2018). Challenges on augmented reality for education 4.0. *Journal of Education and Innovation*, 20(2), 266-279. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/72605 [in Thai]
- Chen, S.-Y., Lai, Y.-H., & Lin, Y.-S. (2020). Research on head-mounted virtual reality and computational thinking experiments to improve the learning effect of AloT maker course: Case of earthquake relief scenes. *Frontiers in Psychology*, 11, 1164. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01164>
- Chuaipichai, W. (2023). The learning support of AR (Augmented Reality) in education. *Journal of MCU Nakhondhat*, 10(6), 324-334. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JMND/article/view/270385> [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018a). Computing science teacher guide. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018b). Design and technology teacher guide. [in Thai]
- Jahwae, A., & Waeuseng, N. (2016). Problems and guidelines for development of academic affairs management in Islamic private schools under the jurisdiction of the Office of Private Education, Pattani Province. *AL-HIKMAH Journal*, 6(11), 117-131. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/HIKMAH/article/view/117100> [in Thai]
- Khummin, O., Sirawong, N., & Trirat, N. (2022). Augmented reality technology to improve learners' skills in the new normal. *Journal of Industrial Education*, 21(1), C9-C15. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/C1-Ckdjfk> [in Thai]
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., & Diamantaras, K. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809. <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Meesuwan, W. (2011). Augmented reality technology for learning. *Journal of Education and Innovation*, 13(2), 119-128. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/9351 [in Thai]
- Muruganatham, G. (2015). Developing of e-content package by using ADDIE model. *International Journal of Applied Research*, 1(3), 52-54. <https://www.allresearchjournal.com/archives/2015/vol1issue3/PartB/67.1-739.pdf>

- Pattanapipat, B., & Meeusah, N. (2022). The development of instructional media to promote creativity in the creation of digital media with augmented reality technology. *Silpakorn University Journal*, 42(1), 15-30. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sujthai/article/view/254827> [in Thai]
- Phasook, K., Mansukpol, W., Satiman, A., & Bangthamai, E. (2022). The development of blended learning activities integrates STEM education on computing science subject for raising the ability in the problem solving for Mathayomsuksa 1 students. *Journal of Education Silpakorn University*, 20(2), 115-137. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/255127> [in Thai]
- Piyasinchart, A. (2022). Coding is more valuable than developing the ability of Thai youths to learn programming to control robots skillfully. *Journal of Mass Communication Technology, RMUTP*, 7(2), 85-96. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/jmctrmutp/article/view/261223> [in Thai]
- Polyiem, T. (2018). STEM education: Introduction to integrated classroom. *Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University*, 5(2), 122-135. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edupsru/article/view/108253> [in Thai]
- Prommas, N., Chaivisi, S., & Plangsorn, B. (2024). The development of virtual reality learning media to enhance creative problem-solving skills through a step-by-step problem-solving approach in computing science for fourth-grade elementary students. *Journal of Educational Technology and Communications, Faculty of Education, Mahasarakham University*, 7(22), 116-126. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/etcedumsujournal/article/view/270857> [in Thai]
- Ruiz Muñoz, G. F., Yépez González, D. A., Romero Amores, N. V., & Cali Proaño, Á. F. (2024). Augmented reality's impact on STEM learning. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4, 1202. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20241202>
- Rueangrong, P., & Phitthayasene, M. (2021). Computational concept is combined with the coding learning management model to enhance collaborative problem-solving skills. *Journal of Graduate Studies in Northern Rajabhat Universities*, 11(1), 1-16. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JGNRU/article/view/242254> [in Thai]
- Vasinayanuwatana, T., Ketsing, J., Pongsophon, P., & Chattham, N. (2019). Current state, problem, need and readiness for STEM education in Islamic private schools. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 30(1), 96-109. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edupsu/article/view/186828> [in Thai]
- Wing, J. M. (2006, March 1). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

