

ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านคอรลอมุดอ

A virtual laboratory for teaching science for Mathayom 1 students at Ban Korlormudor School

ปิยศิริ สุนทรนนท์ สิ้นไชย (Piyasiri Soontornnon Sinchai)¹

รอฮานี โดยหมะ (Rohanee Doima)²

รุสนี กาแมแล (Rusnee Kalaemae)^{3,*}

แพรวศรี เดิมราช (Praewsree Dermrach)⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้สื่อ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อนี้ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านคอรลอมุดอ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน เลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่พัฒนาด้วย Unity Game Engine แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถาม

¹คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
E-mail: piyasiri.s@yru.ac.th

²คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
E-mail: 406213007@yru.ac.th

³คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
E-mail: rusnee.ka@yru.ac.th

⁴คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
E-mail: praewsree.d@yru.ac.th

*Corresponding author, E-mail: rusnee.ka@yru.ac.th

(Received : April 26 , 2024 ; Revised : September 24, 20 2 5; Accepted :
October 2, 2025)

ความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเหมาะสมในระดับมาก (ด้านเนื้อหา $\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.66; ด้านเทคโนโลยี $\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.69) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 12.20$, S.D. = 1.77) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 1.96) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.66) โดยนักเรียนรู้สึกปลอดภัย สามารถทดลองซ้ำได้ไม่จำกัด และสนุกกับการเรียนรู้ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร

คำสำคัญ : ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง, สารบริสุทธิ์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ, การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Abstract

This research aimed to develop a virtual laboratory on the topic of pure substances for Grade 7 students, compare their academic achievement before and after using the virtual laboratory, and evaluate their satisfaction with this learning tool. The sample consisted of 30 Grade 7 students from Ban Kholomudo School, Saba Yoi District, Songkhla Province, selected through purposive sampling. The research instruments included a virtual laboratory developed using Unity Game Engine, an achievement test, and a satisfaction questionnaire.

¹Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

²Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

³Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

⁴Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000, Thailand

The revealed that the virtual laboratory was highly appropriate (content: $\bar{X}$ = 4.13, S.D. = 0.66; technology: $\bar{X}$ = 4.20, S.D. = 0.69). Post-test academic achievement ($\bar{X}$ = 12.20, S.D. = 1.77) was significantly higher than pre-test ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 1.96) at the .05 statistical significance level. Students' satisfaction was high ($\bar{X}$ = 4.25, S.D. = 0.66), with notable appreciation for safety, the ability to repeat experiments, and enhanced engagement. These results indicate that the virtual laboratory is an effective tool for improving academic achievement and fostering science learning in resource-constrained contexts.

Keywords : Virtual Laboratory, Pure Substances, Academic Achievement, Satisfaction, Science Learning

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การลงมือปฏิบัติการทดลองถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (เจิตจิรัฐติ์ โสร้อยยาทร และจักรกฤษณ์ จันทะคุณ, 2565, น. 17) อย่างไรก็ตาม การจัดกิจกรรมในห้องปฏิบัติการจริง โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเป็นช่วงของการวางรากฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มักเผชิญกับข้อจำกัดและความท้าทายหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นความไม่เพียงพอของอุปกรณ์ อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสารเคมีบางชนิด และความเสี่ยงที่อุปกรณ์จะเกิดความเสียหาย ข้อจำกัดเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญที่อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถทำการทดลองได้อย่างทั่วถึง และขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะและสร้างความเข้าใจในเนื้อหาผ่านประสบการณ์ตรงได้อย่างเต็มศักยภาพ (Lestari, Supahar, Paidi, Suwarjo, & Herianto, 2023, p. 16154)

จากข้อจำกัดดังกล่าว ทำให้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง” (Virtual Laboratory) ซึ่งเป็นสื่อการจัดการเรียนการสอนที่สามารถจำลองสถานการณ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สื่อประเภทนี้มีข้อดีคือสามารถช่วยลดข้อจำกัดที่พบ

ในห้องปฏิบัติการจริงได้ โดยผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน ได้ฝึกทักษะจากการทดลองที่จำลองขึ้นอย่างปลอดภัย สามารถเห็นผลการทดลองได้ทันที และทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา จึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเสริมสร้างความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (Fitriyana, Ikhsan, & Satria, 2025, pp. 74-76)

งานวิจัยด้านการศึกษาและเทคโนโลยีหลายชิ้นได้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในการส่งเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning, IBL) ซึ่งช่วยเพิ่มการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของผู้เรียนและความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์เชิงทฤษฎี (Theoretical Science) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ทุกแขนง (Al-Ansi, A. M., Jaboob, Garad, Al-Ansi, 2023, pp. 2-3; Hinostroza, Armstrong-Gallegos, & Villafaena, 2024, pp. 2-5) อย่างไรก็ตาม แม้งานวิจัยเหล่านี้จะรายงานผลในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ยังคงขาดการนำสื่อการจัดการเรียนรู้มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายวิชาวิทยาศาสตร์ด้านเคมี ซึ่งต้องอาศัยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล นอกจากนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นไปในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือระดับอุดมศึกษาที่มีเนื้อหาเชิงลึก โดยขาดการสำรวจในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เผชิญข้อจำกัดด้านทรัพยากร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องสมบัติของสารบริสุทธิ์ ซึ่งเนื้อหาเป็นแบบนามธรรม เข้าใจยาก (Castro, 2025, p. 25)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มุ่งเน้นการใช้งานสำหรับนักเรียนโดยเฉพาะ ซึ่งไม่เพียงต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังสำรวจมุมมองและความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลให้มีคุณภาพขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอสบ้าย้อย จังหวัดสงขลา สำหรับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านคอลอมุดอ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวนทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ คือ เป็นห้องเรียนที่มีความพร้อมด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอยู่ในความรับผิดชอบของผู้วิจัย งานวิจัยนี้ มีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารบริสุทธิ์ บทที่ 1 สมบัติของสารบริสุทธิ์ ได้แก่ จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 3 ส่วน ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง (Virtual Laboratory) เรื่องสารบริสุทธิ์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารบริสุทธิ์
3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กระบวนการพัฒนาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์เนื้อหาหลักสูตรเพื่อระบอบุญค้ประกอบหลัก เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่น จากนั้นออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI) ในโปรแกรม Unity

Game Engine ซึ่งเป็นหนึ่งในโปรแกรมใช้สร้างสื่อการสอนแบบอินเทอร์แอคทีฟ (Unreal Engine, Godot Engine เป็นต้น) โปรแกรม Unity Game Engine มีความยืดหยุ่นและรองรับหลายแพลตฟอร์ม ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ (Windows, macOS), สมาร์ทโฟน (iOS, Android) เว็บเบราว์เซอร์ (WebGL) เป็นต้น สามารถเข้าถึงผู้เรียนได้ในวงกว้าง เช่น การลากอุปกรณ์เสมือนและสังเกตผลการทดลอง การพัฒนารวมถึงการเขียนสคริปต์เพื่อจำลองพฤติกรรมทางกายภาพให้สมจริง เช่น การคำนวณจุดเดือดตามสูตรทางเคมี

2. นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรม ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อเทคโนโลยี จำนวน 2 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยดำเนินการด้วยการนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) และนำไปทดลองใช้ (Try-out) เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบทดสอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ (5E) โดยใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นเวลา 10 ชั่วโมง
3. เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test)
4. นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ โดยใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group)

2. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงที่มีต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

เนื้อหาการเรียนที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ อยู่ในหน่วยที่ 2 เรื่องสารบริสุทธิ์ ในการดำเนินการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 การทดลองย่อย ได้แก่ จุดเดือดของสารบริสุทธิ์ และสารผสม จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม และความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม ดังแสดงในภาพ



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพ หน้าจอของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

(ก) สมบัติของสารบริสุทธิ์ เรื่อง จุดเดือด

(ข) การทดลองที่ 2 สมบัติของสารบริสุทธิ์ เรื่อง จุดหลอมเหลว

และ (ค) สมบัติของสารบริสุทธิ์ เรื่อง ความหนาแน่น

ห้องปฏิบัติการนี้สามารถเข้าถึงได้ผ่านลิงก์ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนและครูสามารถใช้งานได้สะดวกบนอุปกรณ์หลากหลาย

<https://1drv.ms/u/c/4a0eda2ae2dd5a93/EcdiLLS1hVRPhKMw6sEGR0ABz31ruOn1PHGN8oGL4qNxA?e=mqHbpi> (ในส่วนของแอปพลิเคชันจะต้องบันทึกไฟล์ลง Smartphone / Computer / Notebook ก่อนให้กลุ่มตัวอย่างใช้)

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

การทดสอบ	นักเรียน (N)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	30	15	4.53	1.96	*15.29
หลังเรียน	30	15	12.20	1.77	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 1.96 และค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 12.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 1.77 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเรื่องสารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านเนื้อหาสาระ	4.13	0.66	มาก
2. ด้านรูปแบบของสื่อ	4.20	0.69	มาก
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.41	0.62	มาก
เฉลี่ยรวม	4.25	0.66	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในภาพรวมอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.25, S.D. = 0.66) โดยมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.13-4.41 เรียงลำดับจากมากไป

น้อย ดังนี้ นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมาเป็นสื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.62) คือ นักเรียนสามารถทำการทดลองซ้ำ ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.53) มีความรู้สึกปลอดภัยในการทำการทดลอง ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.73) และทบทวนเนื้อหาได้สะดวก และการเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.61) รองลงมาคือ ด้านรูปแบบของสื่อ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.69) นักเรียนชอบในการนำเทคโนโลยีมาช่วยสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.78) เนื่องด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีกระบวนการทำงานที่เป็นไปตามขั้นตอน ชัดเจน และเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.67) และลำดับสุดท้ายคือ นักเรียนมีความพึงพอใจเนื้อหาของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.66) โดยชอบในส่วนของเนื้อหาที่เข้าใจง่ายสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.53) ส่งผลให้เข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ($\bar{X} = 4.11$, S.D. = 0.78) และนักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียนสูงขึ้น ($\bar{X} = 3.78$, S.D. = 0.67) ดังนั้น สรุปได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.66)

บทสรุป

1. ด้านการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Unity Game Engine ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยี พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก (ด้านเนื้อหา $\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.66 ด้านเทคโนโลยี $\bar{X} = 4.20$ S.D. = 0.69) และได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว
2. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ($\bar{X} = 12.20$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.53$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.66) และนักเรียนมีความปลอดภัยในการทำการทดลอง ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.73)

อภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า หัวใจความสำเร็จของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ได้อยู่แค่การเป็นสื่อที่แปลกใหม่ แต่คือความสามารถในการสร้าง "พื้นที่ปลอดภัยทางใจในการเรียนรู้" (Psychologically Safe Learning Space) ให้กับนักเรียน การที่นักเรียนสามารถทดลองซ้ำได้ไม่จำกัดและไม่ต้องกังวลเรื่องอันตรายหรือการทำอุปกรณ์เสียหาย ได้ทำลายกำแพงความกลัวและความวิตกกังวลซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการจริง เมื่อความกลัวลดลงความกล้าที่จะลองผิดลองถูกจึงเข้ามาแทนที่ ส่งผลให้นักเรียนได้สร้างปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาโดยตรง และสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นว่าการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่ยังขึ้นอยู่กับ การออกแบบสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนรู้สึกมั่นคงและเป็นอิสระในการเรียนรู้

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การใช้สื่อการจัดการเรียนการสอนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงที่ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และทดลองหาประสิทธิภาพตามระเบียบวิธีวิจัย ทำให้ได้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้เสมือนกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง

นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารบริสุทธิ์ ระหว่างก่อนและหลังการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lestari, Supahar, Paidi, Suwarjo, & Herianto (2023, p. 16168) ที่ศึกษาผลของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงร่วมกับวิธีสัณฐานต่อความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้น พบว่ากลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพสูงถึง 84.5% และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fitriyana, Ikhsan, & Satria (2025, p. 79) ที่ศึกษาการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนจริงในรูปแบบผสมผสานออนไลน์ พบว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงนั้นช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเองจนกว่าจะเข้าใจและสามารถศึกษาได้โดยไม่จำกัด

จำนวนครั้ง ไม่มีความกังวลในเรื่องของอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทดลองเหมือนกับ การทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงซึ่งสามารถพัฒนาความรู้และความเข้าใจของ นักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

ส่วนผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนภายหลังการใช้ ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.66 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee และ Chongo (2025, p. 2044) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เมต้าของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนจริง พบว่า มีผลกระทบขนาดใหญ่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาใช้ นอกจากจะช่วยให้ ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ได้ในทันที เรียนรู้ ได้อย่างไม่จำกัดและยืดหยุ่นระยะเวลาการทดลองให้น้อยลง มีเวลาในการทบทวน ผลการทดลองได้มากขึ้น จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์เสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือให้นักเรียน ได้สร้างความคุ้นเคยกับอุปกรณ์และขั้นตอนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติ ในห้องปฏิบัติการจริง เพื่อลดอุบัติเหตุและเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้เรียน
2. ครูควรจัดคาบเรียนเพื่อแนะนำวิธีการใช้งานและฟังก์ชันต่าง ๆ ของสื่อ เพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างเต็มศักยภาพและไม่เกิดปัญหา ทางเทคนิคระหว่างเรียน
3. ใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้ที่แตกต่าง (Differentiated Learning) ด้วย
4. ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือที่ดีมากสำหรับนักเรียนที่มี ความเร็วในการเรียนรู้ต่างกัน นักเรียนที่เรียนรู้เร็วสามารถทดลองเพิ่มเติมในเชิงลึกได้ ในขณะที่นักเรียนที่ต้องการเวลาทบทวนก็สามารถเรียนรู้ซ้ำได้ไม่จำกัด และสามารถ เรียนรู้ได้ทุกที่ที่ต้องการ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทักษะการเรียนรู้อื่น ๆ ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง กับกลุ่มที่เรียนด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสื่อชัดเจนยิ่งขึ้น
2. นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจ ควรศึกษาผลของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระยะยาว
3. ควรมีการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์หรือในระดับชั้นอื่น ๆ และอาจพัฒนาให้สามารถทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ระหว่างผู้เรียนหลายคนได้ เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน

บรรณานุกรม

- เจดจิรัฐดี โสรธยาทร, และจักรกฤษณ์ จันทะคุณ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบด้วยการใช้ห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์นมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(3), 15-28.
- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Castro, R. (2025). The effects of chemistry virtual laboratories in academic achievement of secondary level learners: A meta-analysis. *Integrated Science Education Journal*, 6(1), 24-37. <https://doi.org/10.37251/isej.v6i1.1379>
- Fitriyana, N., Ikhsan, J., & Satria, A. (2025). Promoting students' learning independence and achievement through the use of virtual chemistry laboratory in blended online learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 38(3), 72-85. <https://doi.org/10.16920/jeet/2025/v38i3/2000>



- Hinostroza, J. E., Armstrong-Gallegos, S., & Villafaena, M. (2024). Roles of digital technologies in the implementation of inquiry-based learning (IBL): A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100874>
- Lee, M. X., & Chongo, S. (2025). Effectiveness of virtual lab on year 5 students' achievement and motivation in the topic of electricity. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(8), 2040-2048.
<https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2025.907000169>
- Lestari, D. P., Supahar, Paidi., Suwarjo, & Herianto. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Education and Information Technologies*, 28(11), 16153-16175.
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>