

การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบ
เพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

A Virtual Reality (VR) Card Game Using Discovery Learning to Enhance
Environmental Literacy

Received : May 29, 2024

Revised : June 26, 2024

Accepted : July 2, 2024



จตุกรานต์ อังคพนมไพโร*¹
Jutigran Angkapanomprai



ใจทิพย์ ณ สงขลา²
Jaitip Na-songkhla

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) เพื่อศึกษาผลการใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 คนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมฯ และแบบวัดการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test Dependent) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

*Corresponding author, e-mail: 6380031727@student.chula.ac.th

¹ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Student of M.Ed Program in Education Chulalongkorn University, e-mail: 6380031727@student.chula.ac.th

² ศาสตราจารย์ ดร.ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Professor Dr. in faculty Education, Chulalongkorn University, e-mail: jaitip.n@chula.ac.th

ผลการวิจัยพบว่า 1) การ์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ได้แก่ เนื้อหา การจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การ์ดเกม และการเรียนรู้แบบค้นพบ โดยผลการประเมินรับรองคุณภาพการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบ พบว่า ภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.68$, $SD = 0.51$) 2) ผลการใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พบว่าคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การ์ดเกม เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การเรียนรู้แบบค้นพบ การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

Abstract

This research aims to: 1) study and develop a Virtual Reality (VR) card game using discovery learning to promote environmental literacy, and 2) examine the effects of using the VR card game with discovery learning on promoting environmental literacy. The sample group included five experts and 30 high school students, selected through purposive sampling. Research instruments included the VR card game, expert interviews, a quality assessment form for the VR card game, and an environmental literacy test. Statistical analysis methods included the percentage, mean, standard deviation, dependent t-test, and correlation coefficient.

The research findings revealed that: 1) the developed card game comprised the content, virtual reality simulation, card gameplay, and discovery learning. The overall quality assessment of the VR card game using discovery learning was rated very high ($\bar{x}=4.68$, $S.D. = 0.51$). 2) The use of the VR card game showed that the average post-experiment environmental knowledge scores were significantly higher than the pre-experiment scores at the .05 significance level. 3) The comparison of the average post-experiment environmental attitude scores showed a significant increase at the .05 significance level. 4) The study of environmental behavior indicated that the post-experiment scores were significantly higher than the pre-experiment scores at the .05 significance level.

Keywords: card game, virtual reality technology, discovery learning, environmental literacy

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การจัดการขยะ มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางอากาศ รวมถึงฝุ่น PM 2.5 ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และระบบนิเวศ (Kinney, 2018) ปัญหาเหล่านี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการส่งเสริมความรู้และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมในหมู่ประชาชน (Frantz & Mayer, 2014)

ในปี พ.ศ. 2540 องค์การสหประชาชาติได้จัดการประชุมว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยเน้นย้ำบทบาทสำคัญของการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมในการส่งเสริมความรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน (United Nations, 1997) การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มพูนความตระหนักรู้ และความเข้าใจของนักเรียนต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Orr, 1992) อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาหลายประการ เช่น การเข้าถึงข้อมูลที่ซับซ้อน การเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจ การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมถึงการสร้างความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ เนื้อหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อนทำให้นักเรียนบางคนอาจมีความยากลำบากในการเข้าใจและปฏิบัติตาม (Kinney, 2018; Frantz & Mayer, 2014)

แนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพคือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) โดยให้นักเรียนสำรวจและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการนี้ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Bruner, 1966) การเรียนรู้แบบค้นพบยังสร้างความสนใจและความตื่นตัวในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Dewi et al., 2017)

การใช้เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Reality) สามารถจำลองสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าถึงให้เป็นภาพเสมือนจริง ทำให้นักเรียนสามารถสำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ได้อย่างใกล้ชิด (Chen, 2020) การศึกษาโดย Markowitz & Bailenson (2018) พบว่าเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยให้นักเรียนเข้าถึงสื่อการสอนและเนื้อหาในมิติที่ไม่เคยเป็นไปได้มาก่อน นอกจากนี้ยังส่งผลต่อจิตวิทยาของนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเชื่อมโยงกับเนื้อหาและตระหนักถึงภัยอันตรายของสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Markowitz & Bailenson, 2018)

การ์ดเกมเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม โดยการเพิ่มความท้าทาย เช่น ภารกิจที่ซับซ้อนหรือการสำรวจเพื่อสะสมการ์ดเกม ทำให้นักเรียนต้องใช้ความคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในระดับสูงขึ้น (Franco Mariscal et al., 2012) การผสมผสานการ์ดเกมกับเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสามารถสำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมได้อย่างใกล้ชิด ซึ่งนำไปสู่

การเรียนรู้และการตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม (Markowitz & Bailenson, 2018; Fauville et al., 2020)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรมีการพัฒนาการ์ดเกมในเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบ เพื่อเป็นแนวทางในการเข้าถึงสื่อการสอนและการจำลองสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีความตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำไปสู่พฤติกรรมที่ถูกต้องในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
- 2) เพื่อศึกษาผลการใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานของการวิจัย

- 1) การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 2) การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเจตคติ และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 548 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 30 คนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purpose sampling) โดยมีเกณฑ์การพิจารณา คือ นักเรียนจากโรงเรียนที่มีเครื่องมือและอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีที่มีความพร้อมใช้งาน เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต หรือแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการเรียนออนไลน์ เช่น Zoom Google Drive หรือ Kahoot

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

3. เครื่องมือที่ใช้

3.1 การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1) เนื้อหาจำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1 การตัดไม้ทำลายป่า เรื่องที่ 2 การจัดการขยะ เรื่องที่ 3 มลพิษทางน้ำ และเรื่องที่ 4 มลพิษทางอากาศ 2) เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ประกอบด้วย ตัวละคร สภาพแวดล้อม เสียง และข้อความ 3) การ์ดเกม ประกอบด้วย การ์ดเกมแบบจำกัด และการ์ดเกมแบบไม่จำกัด และ 4) การเรียนรู้แบบค้นพบ ได้แก่ การกระตุ้นความสนใจผ่านการจำลองสภาพแวดล้อม การนำเสนอปัญหา การเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้อง และการสรุปผลลัพธ์สำหรับการใช้ในชีวิตจริงหรือการเรียนรู้ในอนาคต โดยมีขั้นตอนการสร้างการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงฯ คือ 1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การออกแบบและพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงฯ 3) การพัฒนาและทดสอบการ์ดเกม 4) การตรวจสอบคุณภาพ 5) การประเมินผลและปรับปรุง ทั้งนี้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน นำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และได้ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

3.2 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยกำหนดประเด็นคำถาม เรียบเรียงเป็นข้อคำถามในแต่ละขั้นตอน เพื่อแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณา และให้ข้อเสนอแนะในการด้านความครอบคลุมของเนื้อหา การออกแบบ และเทคนิค รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น ได้มีการเสนอผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมของขอบเขตเนื้อหาในเรื่องที่จะศึกษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3 แบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) โดยแบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงฯ ได้มีการเสนอผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสมของขอบเขตเนื้อหาในเรื่องที่จะศึกษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.4 แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอนได้แก่

1) แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ หากคุณภาพของแบบวัดด้วยการนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่าจำนวน 9 ข้อที่มีค่าเท่ากับ 1.00 และจำนวน 6 ข้อที่มีค่าเท่ากับ 0.67 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำมาหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่กำหนดคือมีระดับความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (reliability) ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.63

2) แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) จำนวน 10 ข้อ หากคุณภาพของแบบวัดด้วยการนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่าจำนวน 6 ข้อที่มีค่าเท่ากับ 1 และจำนวน 4 ข้อที่มีค่าเท่ากับ 0.67 และ

3) แบบวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) จำนวน 10 ข้อ หากคุณภาพของแบบวัดด้วยการนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่าจำนวน 10 ข้อที่มีค่าเท่ากับ 1

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำร่างการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมไปให้ผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 5 คน พิจารณาเนื้อหา การออกแบบ และเทคนิค รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการประเมินคุณภาพ ผู้วิจัยนำร่างการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินเนื้อหา การออกแบบ และเทคนิค

4.3 การศึกษาผลการใช้งาน ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาผลการใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีการดำเนินการแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน ด้านสถานที่และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดลอง สัปดาห์ที่ 1 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งาน และทำการวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และการประเมินเจตคติ และพฤติกรรมของตนเองก่อนการใช้งาน 2) การใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม สัปดาห์ที่ 1-2 ใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีเวลาให้ผู้ใช้งานจำนวน 1-2 สัปดาห์ และ 3) วัดและประเมินผลหลังใช้งาน สัปดาห์ที่ 2 กลุ่มทดลองทำการวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และการประเมินเจตคติ และพฤติกรรมของตนเองหลังการใช้งาน และสอบถามความคิดเห็นหลังการใช้งานสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินเจตคติของ

กลุ่มทดลอง การพฤติกรรมของกลุ่มทดลอง และแบบสอบถามความคิดเห็นหลังการใช้งานสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูล เทียบกับแนวคิดหลักแล้วนำมาปรับองค์ประกอบ และขั้นตอนของการ์ดเกมฯ

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แนะนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ

5.3 การวิเคราะห์ t-test dependent: การเปรียบเทียบคะแนนการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติและพฤติกรรม ก่อนและหลังการใช้การ์ดเกมในแต่ละด้าน และดูว่าการ์ดเกมมีผลต่อการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหรือไม่

5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตคติและพฤติกรรมของนักเรียนก่อนและหลังการใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัว และหาค่า p-value เพื่อตรวจสอบความสำคัญของความสัมพันธ์

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

1.1 จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลายนั้นสามารถนำมาพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นตอนดังนี้ 1) เนื้อหา ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า การจัดการขยะ มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางอากาศ 2) เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การออกแบบภาพและเสียงประกอบ โดยการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อสร้างแรงบันดาลใจและเชื่อมโยงกับเนื้อหาการเรียนรู้ ได้แก่ ตัวละคร สภาพแวดล้อมเสียง และข้อความ 3) การ์ดเกม จะประกอบด้วยการ์ดเกมที่ออกแบบขึ้นเพื่อเป็นส่วนรางวัลในการใช้งานสื่อการ์ดเกม ได้แก่ การ์ดเกมแบบจำกัด คือ การ์ดเกมที่นักเรียนสามารถได้รับจากการสำเร็จการเรียนรู้และการแก้ไขปัญหาหรือภารกิจทั้งหมดในแต่ละบทเรียน มีจำนวน 5 ชนิด โดยสามารถสะสมได้ชนิดละ 1 ใบ และการ์ดเกมแบบไม่จำกัด คือ การ์ดเกมที่นักเรียนสามารถได้รับจากการสำเร็จภารกิจย่อยในแต่ละบทเรียนมีจำนวน 2 ชนิด โดยสามารถสะสมได้ชนิดละ 5 ใบ 4) การเรียนรู้แบบค้นพบ โดยมีขั้นตอนการ

เรียนรู้ดังนี้ ขั้นตอนการกระตุ้น นำเสนอแหล่งข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา โดยการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ขั้นตอนการชี้แจงปัญหา นำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมผ่านการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ขั้นตอนการเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ด้วยภารกิจที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจข้อมูลในบทเรียนแต่ละหน่วย ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อหาคำตอบหรือการแก้ปัญหา ขั้นตอนการตรวจสอบ ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูลผ่านการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และขั้นตอนการสรุป สรุปผลลัพธ์จากข้อมูลและขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผ่านมา เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจริงหรือใช้ในการเรียนรู้ในอนาคต

1.2 ผลการประเมินคุณภาพของการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนของการพัฒนการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จะนำเสนอเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ด้าน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	การปรับปรุง
เนื้อหา	- ควรเขียนข้อความให้กระชับและไม่ยาวเกินไป - ควรเพิ่มเนื้อหาเฉพาะเรื่องเป็นสิ่งสำคัญ	- เขียนข้อความให้กระชับ - เพิ่มเนื้อหาที่เป็นเฉพาะเรื่องเป็นสิ่งสำคัญ
การออกแบบ	- ภาพและกราฟิกในแต่ละบทเรียนควรมุ่งไปในทิศทางเดียวกัน - การออกแบบระบบนำทางให้ชัดเจนขึ้น	- ออกแบบภาพและกราฟิกให้มีความเชื่อมโยงกับเกมส์ - ออกแบบระบบนำทางที่ชัดเจน
เทคนิค	- เพิ่มการปฏิสัมพันธ์ให้มีความหลากหลาย - เพิ่มความสนุกสนานในการเล่นมากขึ้น	- เพิ่มการปฏิสัมพันธ์ เช่น การเก็บขยะ การช่วยเหลือสัตว์ และซ่อมแซมท่าเรือ - เพิ่มการปฏิสัมพันธ์ และภารกิจในเกมส์

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด 3 ด้านได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบ และ 3) ด้านเทคนิค

2) ผลการประเมินคุณภาพของการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หลังปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (n = 5)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		แปลความ หมาย
	\bar{X}	SD	
คุณภาพของเสียง	5	0	ดีมาก
คุณภาพการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในเกมฯ	5	0	ดีมาก
ความเหมาะสมของคุณสมบัติต่อการเรียนรู้และการมีส่วนร่วม ของผู้ใช้งาน	4.8	0.44	ดีมาก
คุณภาพของการออกแบบกราฟิกและความสวยงาม	4.60	0.54	ดีมาก
การออกแบบเนื้อหาของการ์ดเกมฯ	4.60	0.54	ดีมาก
คุณภาพการออกแบบระบบการ์ดเกมฯ	4.6	0.54	ดีมาก
คุณภาพการโต้ตอบ และการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งาน	4.6	0.54	ดีมาก
คุณภาพของความเร็ว ความเสถียร	4.4	0.89	ดี
คุณภาพของการออกแบบ UX/UI	4.2	0.44	ดี
รวม	4.68	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ภาพรวมของการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก (\bar{X} = 4.68, SD = 0.51)

2. ผลการศึกษาผลการใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบคั่นพบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้นำการ์ดเกมฯ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน โดยมีระยะเวลาการทดลอง 2 สัปดาห์ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (n = 30)

คะแนนการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ครั้งของการทดลอง				t	Sig
		ก่อนใช้งาน		หลังใช้งาน			
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
ความรู้ด้านการทำลายป่า	5	1.8	2.4	3.39	2.36	3.17	<0.05
ความรู้ด้านการจัดการขยะ และของเสีย	4	1.85	1.99	2.95	1.72	3.07	<0.05
ความรู้ด้านมลพิษทางอากาศ PM2.5	3	1.40	1.49	2.59	0.94	5.28	<0.05
ความรู้ด้านมลพิษทางทะเล	3	1.23	1.45	2.59	0.99	5.70	<0.05
รวม	15	6.27	7.33	11.52	6.01	7.36	<0.05

* P < 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองของผู้เรียนเท่ากับ 11.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.01

2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (n = 30)

คะแนนเจตคติสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ครั้งของการทดลอง				t	Sig
		ก่อนใช้งาน		หลังใช้งาน			
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
การตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และการจัดการขยะ	20	9.1	0.80	12.64	0.66	22.35	<0.05
การตระหนักต่อสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ	20	9.79	0.76	12.04	0.70	20.93	<0.05
การตระหนักต่อสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางทะเล	10	5.91	1.35	7.37	0.96	5.83	<0.05
รวม	50	24.8	0.32	32.05	0.16	20.37	<0.05

* P < 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยเจตคติสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนการใช้งานเท่ากับ 24.8 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการใช้งาน คือ 0.32 และมีค่าเฉลี่ยหลังการใช้งานเท่ากับ 32.05 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการใช้งาน คือ 0.16

2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกม ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังใช้งานการ์ดเกม ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (n = 30)

คะแนนเจตคติสิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ครั้งของการทดลอง				t	Sig
		ก่อนใช้งาน		หลังใช้งาน			
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
การเป็นส่วนหนึ่งในการ ประชาสัมพันธ์เพื่อรักษา สิ่งแวดล้อม	10	7.5	0.24	8.27	0.33	13.11	<0.05
การจัดการขยะในการนำ กลับมาใช้ซ้ำ	20	14.6	0.23	16.39	0.07	42.83	<0.05
การให้ความร่วมมือในการ รักษาสิ่งแวดล้อม	20	14.75	0.21	16.35	0.04	47.26	<0.05
รวม	10	7.5	0.24	8.27	0.33	57.62	<0.05

* P < 0.05

จากตารางที่ 5 พบว่าคะแนนพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนการใช้งานเท่ากับ 36.85 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการใช้งานคือ 36.85 และหลังการใช้งานเท่ากับ 41.01 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการใช้งานคือ 0.44 01

2.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตคติและพฤติกรรมของนักเรียนก่อนและหลังการใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตคติและพฤติกรรมของนักเรียนก่อนและหลังการใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์	คะแนน		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)		ค่า p-value	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตคติ	6.27	11.52	0.59	0.55	0.0016	0.0029
	24.8	32.05				
ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับพฤติกรรม	6.27	11.52	0.47	0.46	0.0093	0.0102
	36.85	41.01				
เจตคติกับพฤติกรรม	24.8	32.05	0.60	0.60	0.0015	0.0013
	36.85	41.01				

จากตารางที่ 6 พบว่า 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.59$ แสดงถึงความสัมพันธ์ระดับปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0016$) ระหว่างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตคติก่อนการใช้งาน 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.55$ แสดงถึงความสัมพันธ์ปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0029$) ระหว่างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับเจตติหลังการใช้งาน 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.47$ แสดงถึงความสัมพันธ์ปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0093$) ระหว่างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับพฤติกรรมก่อนการใช้งาน 4) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.46$ แสดงถึงความสัมพันธ์ปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0102$) ระหว่างความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมกับพฤติกรรมหลังการใช้งาน 5) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.60$ แสดงถึงความสัมพันธ์ปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0015$) ระหว่างเจตคติกับพฤติกรรมก่อนการใช้งาน และ 6) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.60$ แสดงถึงความสัมพันธ์ปานกลางเชิงบวกที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0013$) ระหว่างเจตคติกับพฤติกรรมหลังการใช้งาน แสดงให้เห็นว่าการใช้การ์ดเกม

ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบสามารถส่งผลให้ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ดเกม สภาพแวดล้อมเสมือนจริง การเรียนรู้แบบค้นพบ และการรับรู้และความเข้าใจในเรื่องของสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่าการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลายนั้นสามารถนำมาพัฒนาการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นตอนดังนี้ 1) เนื้อหา ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า การจัดการขยะ มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางอากาศ 2) เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การออกแบบภาพและเสียงประกอบ โดยการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อสร้างแรงบันดาลใจและเชื่อมโยงกับเนื้อหาการเรียนรู้ ได้แก่ ตัวละคร สภาพแวดล้อมเสียง และข้อความ 3) การ์ดเกม จะประกอบด้วยการ์ดเกมที่ออกแบบขึ้นเพื่อเป็นส่วนรางวัลในการใช้งานสื่อการ์ดเกม ได้แก่ การ์ดเกมแบบจำกัด คือ การ์ดเกมที่นักเรียนสามารถได้รับจากการสำเร็จการเรียนรู้และการแก้ไขปัญหาหรือภารกิจทั้งหมดในแต่ละบทเรียน มีจำนวน 5 ชนิด โดยสามารถสะสมได้ชนิดละ 1 ใบ และการ์ดเกมแบบไม่จำกัด คือ การ์ดเกมที่นักเรียนสามารถได้รับจากการสำเร็จภารกิจย่อยในแต่ละบทเรียนมีจำนวน 2 ชนิด โดยสามารถสะสมได้ชนิดละ 5 ใบ 4) การเรียนรู้แบบค้นพบ โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นตอนการกระตุ้น นำเสนอแหล่งข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา โดยการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ขั้นตอนการชี้แจงปัญหา นำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมผ่านการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ขั้นตอนการเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ด้วยภารกิจที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจข้อมูลในบทเรียนแต่ละหน่วย ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อหาคำตอบหรือการแก้ปัญหา ขั้นตอนการตรวจสอบ ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูลผ่านการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และขั้นตอนการสรุป สรุปผลลัพธ์จากข้อมูลและขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผ่านมา เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจริงหรือใช้ในการเรียนรู้ในอนาคต ทั้งนี้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน นำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และได้ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Markowitz & Bailenson (2018) พบว่าเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Reality) สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมได้อย่างใกล้ชิด ทำให้นักเรียนรู้สึกเชื่อมโยงกับเนื้อหาและตระหนักถึงภัยอันตรายของสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการทดลองและศึกษาผลของการใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมจากการทดลองใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พบว่า

1) คะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=6.43, p<.05$) ผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Frantz & Mayer (2014) ที่ระบุว่า การเรียนรู้แบบค้นพบทำให้นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมและสำรวจข้อมูลด้วยตนเอง ช่วยเพิ่มความรู้และความเข้าใจของนักเรียนต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม 2) คะแนนเฉลี่ยเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=5.27, p<.05$) ผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Markowitz & Bailenson (2018) พบว่าเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถทำให้นักเรียนรู้สึกเชื่อมโยงกับเนื้อหา และตระหนักถึงภัยอันตรายของสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถสัมผัสประสบการณ์ใกล้ชิดกับสภาพแวดล้อมในโลกเสมือนจริง ช่วยเพิ่มความตระหนักและเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม 3) ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=4.89, p<.05$) ผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu & Chen (2013) ที่พบว่า การเรียนรู้ผ่านการ์ดเกมช่วยฝึกฝนการตัดสินใจและพฤติกรรมที่ดีของนักเรียน และ 4) การใช้การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบสามารถส่งผลให้ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fauville et al. (2020) ที่ระบุว่าเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. โรงเรียนและสถาบันการศึกษาสามารถนำการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงไปใช้ในการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้ โดยเฉพาะแนวคิดด้านการ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงไปต่อยอดกับการศึกษาเชิงปฏิบัติ โดยการประยุกต์ใช้การ์ดเกมในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการสำรวจในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และให้นักเรียนเก็บสะสมการ์ดจากการเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจที่ทำหายต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมเสมือนให้ครบตามเงื่อนไขเป้าหมายของหลักสูตร เพื่อได้รับการ์ดเป็นรางวัลในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเสริมสร้างแรงจูงใจและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน

2. การ์ดเกมสามารถนำไปปรับใช้ในบริบทการเรียนการสอนที่หลากหลาย เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา หรือกิจกรรมพิเศษ ที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับต่าง ๆ โดยเน้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีการมีส่วนร่วมสูง และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาการเรียนรู้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในรายวิชาอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

2. การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสามารถนำไปใช้ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ เพื่อพัฒนาความรู้ และทักษะของนักเรียนในด้านอื่น ๆ เช่น การ์ดเกมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อส่งเสริมทักษะดาราศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- วรรณิสา หนูช่วย, และประกอบ กรณีกิจ. (2561). การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารการวิจัยการศึกษา*, 12(2), 50-65. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/150963>
- Altin, A., Tecer, S., Tecer, L., Altin, S., & Kahraman, F. B. (2014). Environmental awareness level of secondary school students: A case study in Balıkesir (Türkiye). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 1208-1214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.207>
- Barboza, G. L., Cózar, A., Gimenez, C. B., Gimenez, L. T., Kershaw, J. P., & Guilhermino, L. (2019). *Macroplastics pollution in the marine environment*. In C. Sheppard (Ed.), *World seas: An environmental evaluation* (pp. 305-328). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805052-1.00019-x>
- Bruner, J. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Chen, C. H. (2020). Virtual reality in environmental education: The role of VR in enhancing environmental awareness and engagement. *Journal of Environmental Education*, 51(2), 123-135. <https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1717188>
- Dewi, R. S., Nurmilawati, M., & Budiretnani, A. D. (2017). Improving of scientific literacy ability using discovery learning model at the seventh-grade students of state JHS 3 Ngronggot Nganjuk-Indonesia. *Journal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(3), 266-271. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i3.4597>
- Fauville, G., Lantz-Andersson, A., & Säljö, R. (2020). The potential of using virtual reality technology in environmental education. *Environmental Education Research*, 26(4), 518-538. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1738346>
- Franco Mariscal, A. J., Ortega, J. M., & Benitez, M. P. (2012). Teaching the nature of science through the learning of chemical equilibrium. *Science & Education*, 21(7), 961-988. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9442-9>

- Frantz, M. C., & Mayer, S. F. (2014). The importance of connection to nature in assessing environmental education programs. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.10.001>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado-Kloos, C. (2020). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Kinney, P. L. (2018). Interactions of climate change, air pollution, and human health. *Current Environmental Health Reports*, 5(1), 179-186. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0188-x>
- Liu, Z., & Chen, P. (2013). An exploration of the use of card games for teaching students in learning computer network concepts. *Computers & Education*, 68, 441-451. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.010>
- Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2021). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 759-773. <https://doi.org/10.1111/jcal.12520>
- Markowitz, D. M., & Bailenson, J. N. (2018). Virtual reality and the built environment: A critical review. *Building Research & Information*, 46(4), 444-459. <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1356128>
- Orr, D. W. (1992). *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. State University of New York Press.
- United Nations. (1997). A new blueprint for international action on the environment. <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>