

# การพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย

เสาวนิตย์ กิจเจริญปัญญา และสายรุ้ง ชาวสุภา\*

สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

\*E-mail: sairoong.s@chula.ac.th

รับบทความ: 6 กรกฎาคม 2567 แก้ไขบทความ: 24 ตุลาคม 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 14 พฤศจิกายน 2567

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยและพัฒนา (Research and development, R&D) กลุ่มเป้าหมายหลักในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูสอนเคมีและครูสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 6 ท่าน 2) ผู้ประเมินสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้จำนวน 3 ท่าน และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้เรื่อง ลิพิด มาแล้วจำนวน 15 คน และ 3) นักเรียนกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบบันทึกสัมภาษณ์ออนไลน์แบบมีโครงสร้างเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานและลักษณะสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3) แบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scales) 5 ระดับ 4) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 2 ระดับ ซึ่งตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามชนิดปรนัย และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยหรือเขียนอธิบายคำตอบที่เลือกตอบในตอนที่ 1 และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่าการประเมินสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 (SD = 0.41) และ 4.52 (SD = 0.58) ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นมากที่สุด และประสิทธิภาพของสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5112 แสดงให้เห็นว่าสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมนี้สามารถช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 51.12 นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 (SD = 0.69) จัดอยู่ในระดับความคิดเห็นมาก แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพในการพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำสำคัญ: สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ลิพิด

## Development of an Innovative Learning Media with Augmented Reality Technology to Enhance Scientific Concepts on Lipids for Upper Secondary Students

Saovanit Kitcharoenpanya and Sairoong Saowsupa\*

Education Program in Science Education, Faculty of Education,  
Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

\*E-mail: sairoong.s@chula.ac.th

Received: 6 July 2024 Revised: 24 October 2024 Accepted: 14 November 2024

### Abstract

This study aimed to develop innovative learning tools using augmented reality (AR) technology to enhance understanding of lipid-related scientific concepts among upper secondary students. Employing a research and development (R&D) approach, the research engaged three key groups: 1) Six chemistry and biology teachers from upper secondary levels as informants, 2) Three content experts and learning media technicians as evaluators of the innovative learning media, along with fifteen 11th-grade students with prior lipid learning experience, and 3) A 10th-grade classroom as participants. Research instruments included: 1) A structured online interview form to capture foundational information and characteristics of the AR-based learning media, 2) The AR-based Innovative Learning Media itself, 3) Evaluation of the media's suitability and consistency using a 5-level rating scale, 4) A science concept test comprising two-tier multiple-choice questions and subjective explanations for selected answers, and 5) A satisfaction questionnaire utilizing a 5-level rating scale. Results indicated high approval from both experts (average score 4.73, SD = 0.41) and students (average score 4.52, SD = 0.58) regarding the effectiveness of the AR learning media. An effectiveness index (E.I.) of 0.5112 demonstrated a notable 51.12% increase in understanding of lipid concepts. Moreover, student satisfaction with the innovative learning media was notably high, averaging 4.35 (SD = 0.69). This research underscores the efficacy of AR technology in improving lipid concept comprehension among upper secondary students.

**Keywords:** Innovative learning media, Augmented reality technology, Scientific concepts, Lipids

## บทนำ

เทคโนโลยีได้เข้ามาปฏิวัติวงการการศึกษา เมื่อเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ได้ง่ายขึ้นและช่วยให้กระบวนการสอนเป็นไปอย่างสนุกสนาน (Raja and Nagasubramani, 2018) อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ยังมุ่งพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งถือเป็น 1 ใน 5 สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (Ministry of Education, 2017) โดยเฉพาะในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ โดยสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งที่จะช่วยเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาจากผู้สอนไปยังผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่มีความซับซ้อน ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน และยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น (Chindanurak, 2016)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (augmented reality) หรือ “เทคโนโลยี AR” เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกความจริงเข้ากับโลกเสมือน และแสดงภาพวัตถุสามมิติผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ตที่มีแอปพลิเคชันเฉพาะของเนื้อหา นั้น โดยภาพสามมิติที่ปรากฏสามารถเคลื่อนไหวได้ อาจมีเสียงหรือคำบรรยายอธิบายประกอบ (Nakasan and Ruangvanich, 2016) อีกทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาสื่อการ

เรียนรู้โดยนำความเป็นจริงเสริมมาใช้เป็นสื่อประกอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และการนำไปใช้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยี AR เพื่อเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก ทำให้เรียนรู้ได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], (2022) อย่างไรก็ตาม หากสื่อเทคโนโลยีได้รับการออกแบบพัฒนาที่ดีก็จะสามารถสร้างความเข้าใจในบทเรียนต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอให้กับผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง (Montreesree and Sovajassatakul, 2019)

การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม แนวคิดดังกล่าวอาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดโมททัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ การใช้ความเป็นจริงเสริมสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น โดยการแสดงภาพวัตถุสามมิติช่วยให้เห็นรายละเอียดและภาพเคลื่อนไหวของวัตถุได้อย่างชัดเจน (Phon et al., 2019) โดยเฉพาะเนื้อหาด้านเคมีที่มีการนำความเป็นจริงเสริมมาใช้ในหัวข้อที่หลากหลาย เช่น โครงสร้างโมเลกุล ปฏิริยาเคมี พันธะเคมี เคมีอินทรีย์ ตารางธาตุ ความเป็นจริงเสริมสามารถสนับสนุนความเข้าใจ โดยการสร้างภาพ จัดการแบบจำลอง และกระบวนการทางเคมีในรูปแบบดิจิทัลได้ อีกทั้งยังเพิ่มแรงจูงใจทางอารมณ์และความรู้

ความเข้าใจให้กับผู้เรียน (Mazzuco et al., 2022) อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาการเรียนรู้อในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับบทเรียนเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหัวข้อเรื่อง ลิพิด พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติด้านจุดหลอมเหลวของลิพิด โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียงลำดับจุดหลอมเหลวได้ถูกต้อง แต่การเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบยังเป็นเหตุผลในชั้นพื้นฐาน ไม่สามารถอธิบายได้ตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องทั้งหมดได้ (Chaimutchim and Chairam, 2014) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่เข้าใจถึงสมบัติของลิพิดซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้อาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นได้

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้อและส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน สำหรับเนื้อหาลิพิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ด้วยการผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีการนำเสนอภาพในรูปแบบสามมิติและให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ โดยสื่อวัตกรรมการเรียนรู้อนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และเป็นทางเลือกสำหรับครูผู้สอนในการนำเสนอวัตกรรมการเรียนรู้อนี้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ต่อไปได้

## วัตถุประสงค์

1. พัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนรู้อด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้อผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยและพัฒนา (research and development, R&D) ซึ่งกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นที่ 1 สืบรวจปัญหา ศึกษาความต้องการ และ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะสื่อวัตกรรมการเรียนรู้อ

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูสอนเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน และครูสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกข้อความสัมภาษณ์ออนไลน์แบบมีโครงสร้าง ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้อ จำนวนข้อความทั้งหมด 10 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้การสัมภาษณ์ออนไลน์แบบรายบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Zoom โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ท่านละประมาณ 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การสรุปพรรณนา เรียงเรียง และการวิเคราะห์สาระ

## ขั้นที่ 2 ออกแบบ สร้าง และประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ลิพิด มาแล้วจำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมต้นแบบ เรื่อง ลิพิด เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ เนื้อหาเรื่อง ลิพิด รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 บทเรียน ได้แก่ โครงสร้างทางเคมีของลิพิดและการทดสอบสมบัติของลิพิด โดยใช้โปรแกรม Unity 3D เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนาสื่อต้นฉบับที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 การออกแบบสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ผสมผสานเทคโนโลยี AR โดยใช้โปรแกรม Unity 3D



ภาพที่ 2 สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมต้นแบบเรื่อง ลิพิด

2) แบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวนทั้งหมด 18 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้าน ส่งเอกสารคู่มือการใช้งานสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ต้นแบบและแบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อวัตกรรมการให้กับผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงและทดลองใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ลิพิด มาแล้ว จำนวน 15 คน โดยแบ่งเป็นการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนแบบ 1:1 นักเรียนกลุ่มเล็ก 3 คน และนักเรียนกลุ่มเล็ก 10 คน และให้นักเรียนทำแบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การสรุปพรรณนา เรียงเรียง และการวิเคราะห์สาระ

## ขั้นที่ 3 นำสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ และประเมินความพึงพอใจ

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ลักษณะเป็นแบบปรนัย 2 ระดับ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ และ ตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยหรือเขียนตอบเพื่ออธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก จำนวนทั้ง-

หมด 9 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 27 คะแนน กรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อวัต- ประมาณค่า 5 ระดับ จำนวนทั้งหมด 14 ข้อ

**ตาราง 1** มโนทัศน์หลักและข้อความมโนทัศน์แบบวัตมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด

มโนทัศน์หลัก	ข้อความมโนทัศน์
โครงสร้างของลิพิด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กรดไขมันอิ่มตัว โครงสร้างเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด</li> <li>2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว โครงสร้างมีพันธะคู่อย่างน้อย 1 ตำแหน่ง</li> <li>3. ไขมันทรานส์ โครงสร้างกรดไขมันไม่อิ่มตัวในรูปแบบ <i>cis-form</i> มาเติมไฮโดรเจนเพื่อเปลี่ยนให้มีความอิ่มตัวมากขึ้นในรูปแบบ <i>trans-form</i></li> </ol>
สมบัติของลิพิด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จุดหลอมเหลวและจุดแข็งตัวขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนอะตอมและจำนวนพันธะคู่ของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ หากมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเพิ่มขึ้น จุดหลอมเหลวยิ่งสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากมีจำนวนพันธะคู่มากขึ้น จุดหลอมเหลวยิ่งต่ำลง</li> <li>2. ความอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน หากไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก สามารถพอกจางสีสารละลายไอโอดีนได้ดี หรือใช้จำนวนสารละลายไอโอดีนมาก</li> <li>3. กลิ่นเหม็นหืน กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหม็นหืนง่ายกว่ากรดไขมันอิ่มตัว เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีมีโครงสร้างพันธะคู่ ออกซิเจนในอากาศจึงสามารถมาทำปฏิกิริยาที่ตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันได้เป็นสารที่มีกลิ่นเหม็นหืน</li> </ol>
การประยุกต์ใช้ลิพิดในชีวิตประจำวัน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงทนร้อนได้ดี แต่ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จะไม่ทนความร้อน</li> <li>2. ไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงปลอดภัยต่อการบริโภคมากกว่าไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง</li> </ol>

**ตาราง 2** เกณฑ์การตรวจให้คะแนนระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	คะแนนเต็ม
1. มโนทัศน์ที่ถูกต้อง (SU)	เลือกคำตอบถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์ถูกต้อง และครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญ	3 คะแนน
2. มโนทัศน์ที่ถูกต้องบางส่วน (PU)	เลือกคำตอบถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์ถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ	2 คะแนน
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์ถูกต้อง และครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญ	2 คะแนน
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (SA)	เลือกคำตอบถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์มีบางส่วนไม่ถูกต้อง	1 คะแนน
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์มีบางส่วนถูกต้อง	1 คะแนน
4. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (NU)	เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง	การเขียนข้อความมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ	0 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล จัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้ สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คาบเรียน คาบ

เรียนละ 50 นาที โดยมีครูชีววิทยาทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน (facilitator) และให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ประสิทธิภาพของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ พิจารณาจากคะแนนแบบวัดมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน หลังการเรียนรู้อยู่ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ความเป็นจริงเสริม ซึ่งหาได้จากค่าดัชนีประสิทธิผล (effectiveness index: E.I.) หาได้จากสูตรค่าดัชนีประสิทธิผล E.I. (Kitakarn and Phuttiyatanee, 2002) ในสมการที่ 1

$$E.I. = \frac{\sum X_{\text{posttest}} - \sum X_{\text{pretest}}}{(N)(A) - \sum X_{\text{pretest}}} \quad \text{--- (1)}$$

เมื่อ E.I. คือ ค่าดัชนีประสิทธิผล

$\sum X_{\text{pretest}}$  คือ ผลรวมของคะแนนก่อนการทดลองใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้

$\sum X_{\text{posttest}}$  คือ ผลรวมของคะแนนหลังการทดลองใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้

N คือ จำนวนนักเรียน และ A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) มีค่าเป็นไปได้สูงสุดคือ 1 หากคำนวณได้ค่าเป็นบวก แสดงว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน จึงเชื่อถือได้ว่าสื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิผลในทางกลับกัน หากคำนวณได้ค่าติดลบ แสดงว่าคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าคะแนนหลังเรียน หรือสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ไม่มีประสิทธิผล และใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ **ขั้นที่ 4 ปรับปรุงสื่อวัตกรรมการเรียนรู้**

**กลุ่มเป้าหมาย** ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษา-

ษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายเดียวกับในขั้นที่ 3

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3

**การเก็บรวบรวมข้อมูล** หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป ตามผลการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อมูลในขั้นที่ 3

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ใช้การสรุปพรรณนา เรียบเรียง และการวิเคราะห์สาระ

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับลักษณะสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์ออนไลน์แบบรายบุคคลสำหรับครูเคมีและครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปลาย พบว่าสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผสมความเป็นจริงเสริมที่ดีควรมีลักษณะแสดงให้เห็นภาพโครงสร้างสามมิติของลิพิดชนิดต่าง ๆ และแสดงภาพการทดสอบสมบัติของลิพิดที่เกิดจากโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันของลิพิดแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง เนื้อหาควรสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน สื่อควรใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับสื่อได้ รวมถึงมีแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรมเพื่อเป็นการทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์การออกแบบ สร้าง และประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ แบ่งการวิเคราะห์

ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

(1) ผลการวิเคราะห์การออกแบบและสร้างสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผสมความเป็นจริงเสริมมีการใช้ความเป็นจริงเสริมแสดงในเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีและการทดสอบสมบัติของลิพิดซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม แบ่งการทดสอบสมบัติของลิพิดออกเป็น 3 การทดสอบย่อย ได้แก่ การทดสอบจุดหลอมเหลวของกรดไขมัน การทดสอบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว และการทดสอบกลิ่นเหม็นหืนของกรดไขมัน แสดงภาพในรูปแบบ AR สามมิติ มีข้อความบรรยายและภาพเคลื่อนไหว ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Unity 3D สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sonjaya *et al.* (2019) ที่รายงานว่า สื่อที่ผสมความเป็นจริงเสริม สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงสมบัติในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติได้และยังช่วยให้กระบวนการเรียนรู้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจ ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ และช่วยลดความเบื่อหน่ายของนักเรียนได้

(2) ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ แบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้ และนักเรียนผู้ทดลองใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ต้นแบบ พบว่า การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย (mean) = 4.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 0.41 และการประเมินโดยนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีคะแนนเฉลี่ย (mean) = 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(SD) = 0.58

ผลการวิเคราะห์การนำสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ และประเมินความพึงพอใจแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

(1) จากการวิเคราะห์คะแนนแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม (ตาราง 1) พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนแตกต่างกัน ( $p < .05$ ) โดยนักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยอยู่ที่  $2.88 \pm 1.51$  มีคะแนนมากที่สุด 6 คะแนนและคะแนนน้อยที่สุด 1 คะแนน และนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยอยู่ที่  $15.21 \pm 3.55$  มีคะแนนมากที่สุด 20 คะแนนและคะแนนน้อยที่สุด 10 คะแนน อย่างไรก็ตามนักเรียนที่มีคะแนนก่อนและหลังเรียนต่ำ อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ความรู้พื้นฐาน และมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ลิพิด ยังไม่มากพอ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมจึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่มากขึ้น และเมื่อสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือในระหว่างการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด ช่วยแสดงให้เห็นองค์ประกอบโครงสร้างทางเคมีของลิพิด ซึ่งประกอบด้วยธาตุออกซิเจน คาร์บอน และไฮโดรเจน และกรดไขมันที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวและหรือพันธะคู่ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม ความเป็นจริงเสริมจะแสดงให้เห็นรายละเอียดภาพโครงสร้างทางเคมีได้อย่างชัดเจนผ่านการจำลองภาพเสมือนสามมิติเข้ากับสภาพแวดล้อมจริง รวมถึงการทดสอบสมบัติของลิพิด ซึ่งแสดงให้เห็นภาพ



การทดสอบในรูปแบบสามมิติเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและเข้าใจถึงสมบัติของลิพิดซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโครงสร้างทางเคมี โดยนักเรียนจะใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการทำใบกิจกรรม เรื่อง ลิพิด ซึ่งจะมีรูป Maker ของแต่ละกิจกรรมเป็นสัญลักษณ์สำหรับสแกนภาพสามมิติ ความเป็นจริงเสริมนี้จึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ง่ายมากขึ้น และช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Phon *et al.* (2019)

ที่รายงานว่า ความเป็นจริงเสริมช่วยอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์เชิงนามธรรมหรือปรากฏการณ์ที่ยากต่อการมองเห็น โดยช่วยส่งเสริมทักษะการคิดและปรับปรุงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ด้วยการสนับสนุนความเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรมผ่านการนำเสนอภาพวัตถุสามมิติเสมือนจริงที่ผสมเข้ากับสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถโต้ตอบทางกายภาพกับเนื้อหาดิจิทัลได้ อาจกล่าวได้ว่าความเป็นจริงเสริมนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตาราง 1 คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	Max	Min	Mean	SD	t
ก่อนเรียน	24	27	6	1	2.88	1.51	17.556*
หลังเรียน	24	27	20	10	15.21	3.55	

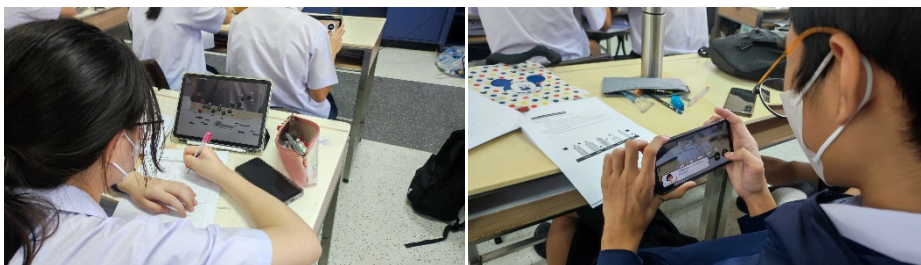
\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) ผลวิเคราะห์การประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้หลังนำไปทดลองใช้ พิจารณาจากค่าประสิทธิผลของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน จากการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) มีค่าเท่ากับ 0.5112 แสดงให้เห็นว่าสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด มีประสิทธิภาพสามารถส่งเสริมมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 51.12 ซึ่งค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นตัวบ่งชี้ขอบเขตหรือประสิทธิผลสูงสุดของสื่อวัตกรรมการศึกษา การวัดประสิทธิผลพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ หรือระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นถึงความก้าว-

หน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการศึกษา โดยค่าที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าสูงสุดไม่เกิน 1.00 เพื่อให้สามารถแปลความหมายได้ง่ายขึ้น โดยแปลงเป็นร้อยละ การแปลความหมายแปลได้จากผลรวมของคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นหรือสูงขึ้นจากผลรวมของคะแนนก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละเท่าไรของคะแนนก่อนเรียน หากคำนวณและได้ค่าติดลบแสดงว่าคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าคะแนนสอบหลังเรียน แปลความหมายว่า การจัดการเรียนรู้หรือสื่อวัตกรรมการใช้ไม่มีประสิทธิผลไม่สามารถช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ (Goodman, 1980) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Binditowa and Pattanasith, (2021) ที่รายงานว่า บทเรียนดิจิทัลที่ประยุกต์ใช้ความเป็นจริงเสริม สามารถทำให้นักเรียน

มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 76 หรือมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.76 เนื่องจากการใช้ความเป็นจริงเสริมสามารถนำเสนอภาพในรูปแบบสามมิติ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น โดยภาพที่ปรากฏแสดงเป็นภาพเสมือนจริงมีการเคลื่อนไหวได้ต่อกับ

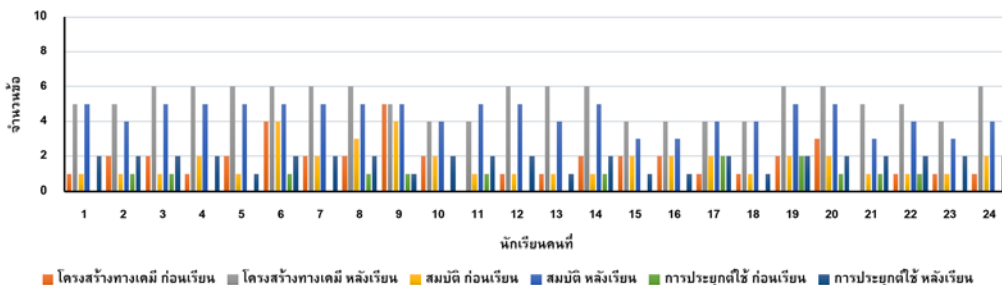
นักเรียนได้และแสดงรูปแบบต่าง ๆ ทั้งสองมิติและสามมิติ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายนำมา ซึ่งประสิทธิผลทางการเรียนและความเข้าใจในการเรียนรู้ที่เพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนโมเลกุลทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนรายบุคคล (ภาพที่ 4) พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด นักเรียนมีโมเลกุลหลักเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีของลิพิดเพิ่มขึ้นมากที่สุดรองลงมาคือ สมบัติของลิพิด และการประยุกต์ใช้ตามลำดับ ตัวอย่างข้อคำถามโดยกำหนดชนิดน้ำมัน 4 ชนิด A B C และ D ประกอบด้วยกรดไขมันซึ่งมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน แต่จำนวนพันธะคู่แตกต่างกัน แล้วให้นักเรียนเรียงลำดับจุดหลอมเหลวของชนิดน้ำมันจากมากไป

น้อย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ว่าจุดหลอมเหลวของน้ำมันจะขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนอะตอมและจำนวนพันธะคู่ที่เป็นองค์ประกอบ แสดงให้เห็นว่า สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมนี้ช่วยพัฒนามโนทัศน์เรื่องโครงสร้างทางเคมีของลิพิด ซึ่งมีผลต่อสมบัติด้านจุดหลอมเหลว อันเป็นหัวข้อพื้นฐานที่นำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องสมบัติของลิพิดและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น หากนักเรียนมีพื้นฐานเรื่องโครงสร้างทางเคมีที่แน่นมากพอจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาถัดไปได้



ภาพที่ 4 จำนวนโมเลกุลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องก่อนและหลังเรียนของนักเรียนรายบุคคล

(3) ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด (ตาราง 4) พบว่า ความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด ทั้ง 3 ด้าน มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบแต่ละด้าน พบว่า ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $4.43 \pm 0.69$  สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ismail *et al.* (2020) ที่รายงานว่าการพัฒนาสื่อความเป็นจริง

เสริมที่ใช้ในการเรียนรู้ฟิสิกส์เกี่ยวกับแนวคิดไฟฟ้าในภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก และ Khan *et al.* (2019) ที่รายงานว่าความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ระดับปริญญาตรี หลังจากใช้สื่อการเรียนรู้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม Anatomy4D มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 13 แสดงให้เห็นว่านักเรียนรู้สึกพึงพอใจมากขึ้นเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนานมากขึ้นเมื่อใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม Anatomy 4D ซึ่งช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับนักศึกษา

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	รายการประเมิน	Mean	SD	การแปลผล
<b>ด้านเนื้อหา</b>				
1	เนื้อหามีความเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4.13	0.74	เห็นด้วยมาก
2	เนื้อหาไม่ประโชน	4.50	0.51	เห็นด้วยมาก
3	สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.92	0.65	เห็นด้วยมาก
4	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.42	0.58	เห็นด้วยมาก
5	การจัดลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	4.42	0.72	เห็นด้วยมาก
	<b>รวม</b>	<b>4.28</b>	<b>0.64</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>
<b>ด้านการออกแบบสื่อ</b>				
6	ภาพประกอบและข้อความสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.25	0.85	เห็นด้วยมาก
7	เวลาในการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.42	0.72	เห็นด้วยมาก
8	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.21	0.72	เห็นด้วยมาก
9	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.58	0.58	เห็นด้วยมากที่สุด
	<b>รวม</b>	<b>4.37</b>	<b>0.72</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>
<b>ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้</b>				
10	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมทัศนคติของนักเรียน	4.46	0.72	เห็นด้วยมาก
11	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.38	0.65	เห็นด้วยมาก
12	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน	4.50	0.59	เห็นด้วยมาก
13	สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่ดีในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน	4.38	0.82	เห็นด้วยมาก
14	ความพึงพอใจโดยรวมจากการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้	4.38	0.77	เห็นด้วยมาก
	<b>รวม</b>	<b>4.43</b>	<b>0.69</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>
	<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>4.35</b>	<b>0.69</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>

(4) ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์การปรับปรุงสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด จากการทำวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้ทดลองใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ พบว่า “ควรแยกแผ่น AR Maker ออกจากใบงานกิจกรรม เพื่อสะดวกในการสแกนภาพสามมิติ เมื่อใช้งานพร้อมกันหลาย ๆ เครื่อง พบว่า เมื่อสแกนภาพ AR สามมิติจะไม่ปรากฏขึ้นมา และพิจารณาการจัดทำคู่มือให้มีความน่าสนใจ เหมาะกับกลุ่มเป้าหมายมากยิ่งขึ้น” จึงนำไปสู่การปรับปรุงสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยจัดทำ AR Maker แยกออกจากใบงานกิจกรรม เพื่อให้สามารถสแกนภาพได้สะดวกมากขึ้น และสามารถช่วยลดปัญหาการสแกนภาพ AR สามมิติ เมื่อใช้งานพร้อมกันหลาย ๆ เครื่องมือได้ และมีการจัดทำคู่มือการใช้งานสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีความสวยงาม น่าสนใจมากขึ้น และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมปลายทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อครู นักเรียนหรือผู้สนใจในการนำสื่อนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### สรุปผลการวิจัย

ลักษณะสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด ที่ดีควรมีลักษณะที่ช่วยส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะต้องแสดงให้เห็นภาพโครงสร้างทางเคมีสามมิติของลิพิดแต่ละประเภทและแสดงภาพเคลื่อนไหวในการทดสอบสมบัติของลิพิดที่เกิดจากโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันของลิพิดแต่ละชนิดได้

อย่างถูกต้อง โดยภาพประกอบหรือกราฟิกต้องสื่อความหมายได้ชัดเจน พร้อมมีคำบรรยายอธิบายประกอบ เนื้อหาต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดของบทเรียน นอกจากนี้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ควรใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อช่วยลดเวลาในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนและลดเวลาในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน อีกทั้งสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ควรช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีแบบฝึกหัดหรือใบงานกิจกรรม และคู่มือการใช้สื่อที่เหมาะสมกับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและดึงดูด น่าสนใจ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้และตรวจสอบความเข้าใจ

การประเมินสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด ใช้แบบประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้ ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย  $4.73 \pm 0.61$  และประเมินโดยนักเรียน ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย  $4.52 \pm 0.58$  แสดงให้ทราบว่าสื่อวัตกรรมการเรียนรู้มีความถูกต้อง เหมาะสมกับองค์ประกอบของสื่อสอดคล้องกับสภาพปัญหา หรือวัตถุประสงค์ในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้

นักเรียนมีคะแนนมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $p < .05$ ) และสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมนี้มีประสิทธิผลมากพอควร สามารถส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลิพิด ให้เพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 51.12

ความพึงพอใจต่อสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ลิพิด ของนักเรียนมัธยม-

ศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีคะแนนเฉลี่ย  $4.35 \pm 0.69$

จากผลการวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้ เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ ควรสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด เนื้อหาต้องมีความถูกต้อง มีประโยชน์ และเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน โดยเนื้อหาทางเคมีส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อวัตกรรมการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะช่วยให้นักเรียนเกิดมโนภาพและสามารถปรับเปลี่ยนเป็นความเข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น และควรเลือกใช้ภาพประกอบหรือกราฟิกที่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน มีสีสันสวยงาม และควรมีข้อความบรรยายประกอบอธิบายความเข้าใจ สื่อวัตกรรมการนั้นควรใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้และไม่เพิ่มภาระทางปัญญาให้กับนักเรียน

นอกจากนี้ควรพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ร่วมกับการใช้วิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนที่น่าสนใจ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้ gamification เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ให้กับนักเรียน สามารถพิจารณาโมทัศน์อื่น ๆ ในการสร้างสื่อความเป็นจริงเสริม เช่น ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตียรอยด์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่บริบทใหม่ในชีวิตประจำวัน ควรมีการพัฒนาสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น virtual reality (VR) เพื่อเพิ่มความหลากหลายและเป็นทางเลือกสำหรับประยุกต์ใช้สื่อวัตกรรมการ

เรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และควรพิจารณาวิธีการจัดการเรียนการสอนควบคู่กับการใช้สื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนามโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียน

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนสำหรับนิสิตระดับมหาบัณฑิตศึกษา จากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ปีงบประมาณ 2566

### เอกสารอ้างอิง

- Binditowa, S., and Pattanasith, S. (2021). The development of digital lesson on problem solving by applying augmented reality technology for Mathayomsuksa 1 students. **Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University (JETC)** 5(14): 59–71.
- Chaimutchim, K., and Chairam, S. (2014). Enhancing Grade–12 students' understanding of biomolecules using inquiry-based activities. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(2): 165–175.
- Chindanurak, T. (2016). Innovation and media in science teaching and learning in the 21st century. **Veridian e–Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)** 9(1): 560–581.

- Goodman, R. I., Fletcher, K. A., and Schneider, E. W. (1980). The effectiveness index as a comparative measure in media product evaluations. **Educational Technology** 20(9): 30–34.
- Ismail, A., Rahayu, G., Putera, M. A. K., Aghniya, N. N., and Gumilar, S. (2021, March). Development of augmented reality as physics learning media on electric concepts. In **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering** (Vol. 1098, No. 4, p.042006). IOP Publishing.
- Khan, T., Johnston, K., and Ophoff, J. (2019). The impact of an augmented reality application on learning motivation of students. **Advances in Human-Computer Interaction** 2019(1): 7208494.
- Kitakarn, P., and Phuttiyatane, S. (2002). Effectiveness Index: EI. **Journal of Educational Measurement Mahasarakham University** 8: 30–36.
- Mazzuco, A., Krassmann, A. L., Reategui, E., and Gomes, R. S. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. **Review of Education** 10(1): e3325.
- Ministry of Education. (2017). **Learning Standards and Indicators**. Learning Area of Science. Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). Bangkok: Author.
- Montreesree, S., and Sovajassatakul, T. (2019). A development of augmented reality media on animation creation for grade 11 students. **Journal of Industrial Education** 18(2): 40–47.
- Nakasan, N., and Ruangvanich, S. (2016). Augmented reality: Bringing life to educational publications. **Romphruek Journal** 34(2): 33–50.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST]. (2022). **AR and IPST**. Retrieved from <https://www.myrecall.app/ar-with-IPST/>, December 17, 2022.