The Conceptual Framework of Instructional Book Design Using Augmented Reality Technology Based on Brain-Based Learning for Undergraduate Students of Sukhothai Thammathirat Open University

Sirikanya Maneenil
Suebwong Chuensombat
Lecturer of Office of Educational Technology, Sukhothai Thammathirat Open University
Jiraporn Wongwaiwiriya
Lecturer of School of Agriculture and Cooperatives,
Sukhothai Thammathirat Open University
Smaksmorn Phakdeeteva
Associate Professor of Office of Educational Technology,
Sukhothai Thammathirat Open University
Corresponding Author: neung6752@gmail.com

Received: March 28, 2023 **Revised:** May 6, 2023 **Accepted:** May 22, 2023

Abstract

This research aims to study and evaluate the conceptual framework of instructional book design using augmented reality technology based on brain-based learning for undergraduate students at Sukhothai Thammathirat Open University. The nine participants were selected using the purposive sampling method. They are experts in educational technology or the agriculture fields. The research instrument was the conceptual framework of instructional book design using augmented reality technology based on a brain-based learning evaluation form. The data were analyzed using mean and standard deviation.

The research results found that: 1. by going through studying, analyzing, and synthesizing data, documents, and related research studies to conduct a study of the conceptual framework of instructional book design using augmented reality technology according to the principle of brain-based learning, it was found that the conceptual framework included various components. They were: augmented reality (AR), brain-based learning, and STOU undergraduate-level teaching materials. These three components lead to the designing of instructional books using augmented reality technology based on the principles of brain-based learning, and 2. The results of the evaluation and certification of

the conceptual framework showed that the conceptual framework for the instructional book design using augmented reality technology based on the brain-based learning principle was qualified at the highest level in which the average was at 4.67.

Keywords: Instructional Book, Augmented Reality Technology, Brain-based Learning

กรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สิริกัญญา มณีนิล
สืบวงศ์ ชื่นสมบัติ
อาจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
จิราพร ว่องไววิริยะ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สมัครสมร ภักดีเทวา
รองศาสตราจารย์, ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Corresponding Author: neung6752@gmail.com

ได้รับบทความ: 28 มีนาคม 2566 **ปรับปรุงแก้ไข:** 6 พฤษภาคม 2566 **ตอบรับตีพิมพ์:** 22 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กลุ่มเป้าหมายคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและด้านเกษตรศาสตร์ จำนวน 9 ท่าน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน การวิจัยในครั้งนี้ใช้ค่าสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1. การศึกษากรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานฯ จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ประกอบด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) และเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. ซึ่งทั้งสามส่วนนี้นำไปสู่การออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และ 2. ผลการประเมินและรับรองกรอบแนวคิด พบว่า กรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานฯ มีคุณภาพในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67

คำสำคัญ: เอกสารการสอน, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

บทนำ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเป็นมหาวิทยาลัยเปิดที่ใช้ระบบการเรียนการสอนทางไกล โดยมีกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกันได้โดยอาศัยสื่อประสม สำหรับการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีนั้น ใช้สื่อหลักเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเสริมเติมเต็มในรูปแบบของสื่อดิจิทัล รวมทั้งกิจกรรมปฏิสัมพันธ์อื่นๆ เพื่อช่วยให้นักศึกษาบรรลุตามผลลัพธ์การเรียนรู้ของชุดวิชา โดยในการจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยนั้นได้ดำเนินการตามแบบจำลองระบบการศึกษาทางไกล มสธ. 2561 หรือ แผน มสธ. 2561 ซึ่งเป็นแผนแม่บทของระบบการสอนทางไกล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และใช้อ้างอิงในการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัยเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมที่หลากหลายและเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ สภาพแวดล้อมการศึกษาทางไกล (Open and Distance Learning Environment) สภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Learning Environment) และสภาพแวดล้อมแบบกิจกรรมร่วมเรียนรู้ (Blended Learning Environment) (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2561, ย่อหน้า 4)

จากแผนแม่บทของระบบการสอนทางไกลดังกล่าวจึงนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้นซึ่งในทางการศึกษาก็เช่นกันเทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพระบบการเรียนการสอนและเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามที่ ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561, หน้า 11) กล่าวเกี่ยวกับการเรียนการสอนแนวดิจิทัลว่า เทคโนโลยีดิจิทัลมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน เทคโนโลยีนี้สร้างรอยต่อจากห้องเรียนสู่การเรียนรู้ในบริบทจริงผ่านช่องทางสื่อสาร ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโลกออนไลน์ กระบวนทัศน์วิทยาวิธีการสอนได้ปรับเปลี่ยนไปสู่กระบวนการที่ผู้เรียนต้องมุ่งมั่นในการเรียนรู้แห่งตน

จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อหลักซึ่งเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ของชุดวิชา 90201 การจัดการฟาร์มของสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในช่วงปี พ.ศ. 2555–2560 พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระของเอกสารการสอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการปฏิบัติงาน แต่ยังมีข้อเสนอแนะในประเด็นของการใช้ภาพสีประกอบเนื้อหา เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เพิ่มความน่าสนใจของเอกสารการสอน และลดความน่าเบื่อของการอ่านตัวอักษรเพียงอย่างเดียว รวมถึงเนื้อหาบางส่วนมีจำนวนมากและมีความยากทำให้นักศึกษาต้องศึกษาหรืออ่านซ้ำหลายๆ ครั้งจึงจะเกิดความเข้าใจในเนื้อหา จากผลสำรวจดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) มาใช้ในการพัฒนากรอบแนวคิด ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีดิจิทัลประเภท Extended Realities (XR) หรือการสร้างโลกเสมือนแบบไร้ขีดจำกัดที่สามารถทำให้สภาพแวดล้อมจริงกับภาพจำลองเสมือนจริงสามารถอยู่ในภาพเดียวกัน จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งในศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น (Virtual Reality Society, 2019, ย่อหน้า 24) โดยในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาอาจจะมีการสร้างสื่อการสอนที่มีการตอบสนองได้เทคโนโลยี AR โดยเฉพาะสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่ง ณัฐญา นาคะสันต์, และศุภรางค์ เรืองวานิช (2559, หน้า 45) กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยี AR ในการพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา จะช่วยให้แบบเรียนยุคใหม่ข้ามข้อจำกัดของคำว่าสิ่งพิมพ์แบบเดิม ที่รับสารด้วยประสาทตาเพียงอย่างเดียวไปสู่การรับสารด้วยประสาทตาและหู แบบเรียนยุคใหม่นี้ จะสามารถนำเสนอตัวอย่างทั้งภาพนิ่ง วีดิทัศน์สั้นๆ ที่สามารถให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น อีกทั้งเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีศักยภาพใน

การสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่มีความกระตือรือร้นอย่างประสิทธิภาพเนื่องจากเทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับแอปพลิเคชันเสมือนจริงและเรียลไทม์และช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใกล้เคียงของจริงมาสู่ผู้เรียน (Nor, Noor, &Noraffandy, 2015, pp. 1-8) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้อันเกิดจากกระบวนของสมอง โดยบูรณาการศาสตร์ของการเรียนรู้และวิทยาการด้านประสาทวิทยามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีหลักการสำคัญคือ การจัดการเรียนรู้ควรเริ่มจากการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของสมอง ด้วยบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตร ให้ผู้เรียนได้รับความท้าทาย แต่ไม่ถึงกับกดดัน ข้อมูลที่ผูกเชื่อมกับอารมณ์ความรู้สึกเหล่านี้ ช่วยให้สมองเราจำได้ดี ในด้านการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนควรกระตุ้นการรับรู้ของสมอง จากเรื่องง่ายก่อนพัฒนาไปสู่เรื่องที่ซับซ้อน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีความหลากหลาย ด้วยการกระตุ้นการใช้สมองผ่านการรับรู้ในรูปแบบของรูปภาพ เสียง การสัมผัส และผ่านเหตุการณ์ต่างๆ หรือการลงมือปฏิบัติ ทำให้วงจรความจำและการรับรู้ข้อมูลในด้านต่างๆ มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ในด้านของการฝึกปฏิบัติ การได้ลงมือทำเองหรือการฝึกฝนบ่อยๆ จะทำให้สิ่งที่ปรากฏนั้นเป็นข้อมูลย้อนกลับไปที่สมอง ทำให้เสริมสร้างเซลล์สมองที่มีอยู่ก่อนนี้ และมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความสามารถจดจำสิ่งที่เรียนได้ดี (สืบวงศ์ ชื่นสมบัติ, 2563, หน้า 7) ซึ่งสอดคล้องกับ Jensen (2008, pp. 110-113) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน คือ การนำเอากลยุทธ์ ซึ่งมีฐานมาจากหลักการความเข้าใจในเรื่องของสมองมาใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งไม่ได้ใช้เฉพาะศาสตร์ความรู้ด้านประสาทวิทยาเพียงอย่างเดียว แต่เป็นข้อเสนอและกลยุทธ์ที่มีผลมาจากสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสมอง หรือวิชาทางการศึกษา การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจะเรียนรู้ตามแนวทางธรรมชาติที่สมองได้รับการออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะจากหลายสาขาวิชาถูกนำมาสร้าง ว่าอะไรคือสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับสมอง ซึ่งถูกนำมาเชื่อมโยงและนำมาใช้ เช่น เคมี ประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมวิทยา พันธุศาสตร์ ชีววิทยา และการคำนวณเกี่ยวกับประสาทชีววิทยา

โครงการวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นจากการนำแนวคิดเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาบูรณาการเพื่อสร้างกรอบแนวคิดในการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพผ่านการใช้สื่อเอกสารการสอนที่นำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยการสแกน AR Code หรือตัว Marker ในการเข้าถึงสื่อภาพสื่อวีดิทัศน์ซึ่งเป็นสื่อเสริมเติมเต็มความรู้ความเข้าใจ อีกทั้งยังใช้ขั้นตอนการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการเรียนรู้ด้วยตนเอง อันจะเป็นการพัฒนากรอบแนวคิดในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการออกแบบสื่อในชุดวิชาต่างๆ เพื่อตอบสนองนโยบายตามแผนแม่บทของมหาวิทยาลัยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
2. เพื่อประเมินและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขต ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษา และด้านเนื้อหาทางด้านเกษตรศาสตร์ จำนวน 9 ท่าน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์คุณสมบัติ คือ มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือหรือประสบการณ์สอนด้านเนื้อหาทางการเกษตร อย่างน้อย 3 ปี และมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นมหาวิทยาลัยที่จัดการเรียนการสอนในรูปแบบการศึกษาทางไกล โดยมีสื่อหลักในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี คือ สื่อสิ่งพิมพ์ และมีสื่อเสริม คือ สื่อที่เติมเต็มเนื้อหาหรือประสบการณ์ในชุดวิชานั้นๆ อาจอยู่ในรูปแบบคลิปวิดีโอสาระสรุปเนื้อหา สื่อเสียง หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ

3. เอกสารการสอน หมายถึง สื่อสิ่งพิมพ์ในชุดวิชาต่างๆ ประกอบด้วย คำอธิบายชุดวิชา วัตถุประสงค์ชุดวิชา รายชื่อหน่วยการสอน วิธีการศึกษา แผนการสอนประจำหน่วย ประจำตอน เนื้อหาสาระ และกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วย ซึ่งใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งแปลความหมายแต่ละระดับเป็นคุณภาพของกรอบแนวคิดการออกแบบฯ ซึ่งหมายถึง ความถูกต้อง เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนในระบบการศึกษาทางไกลของ มสธ. และมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริง โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 5 ระดับ คือ คุณภาพระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อนำมาพัฒนาเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยมีประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

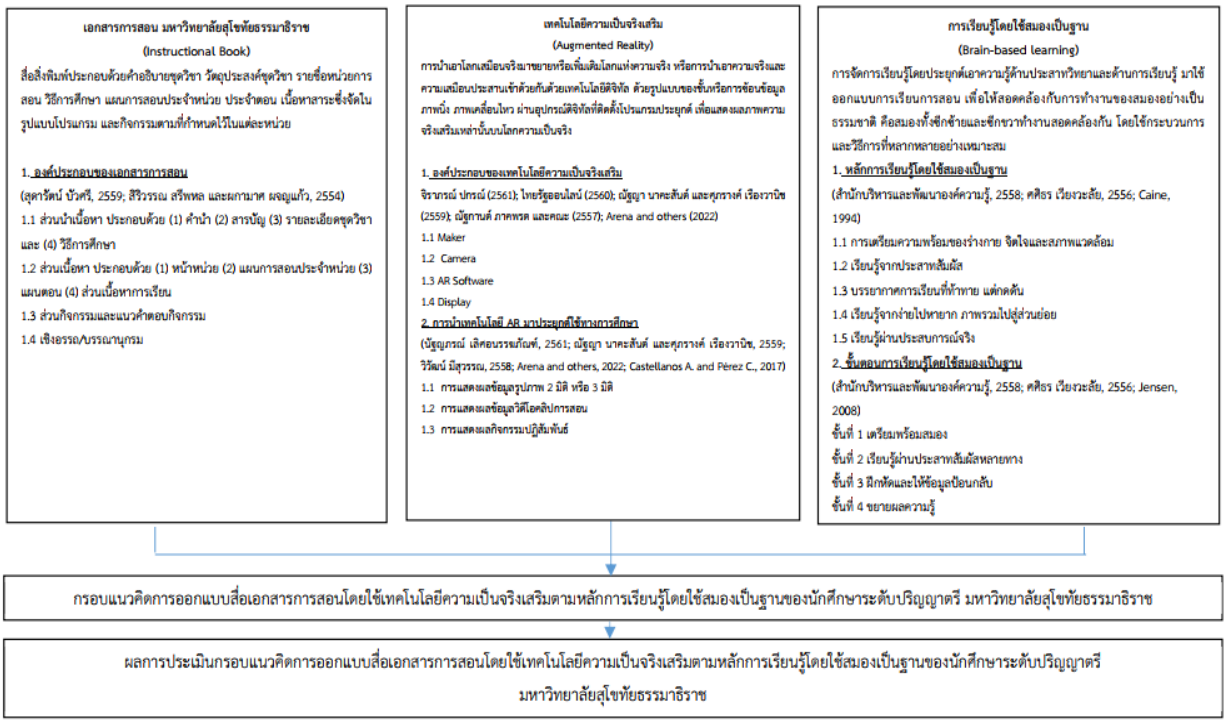
1. เอกสารการสอนชุดวิชาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ความหมายของเอกสารการสอนชุดวิชาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และ 2) องค์ประกอบของเอกสารการสอนชุดวิชาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

2. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประเภท Marker Based และ 4) การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ทางการศึกษา

3. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ความหมายการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 2) หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และ 3) ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษาและด้านเนื้อหาทางด้านเกษตรศาสตร์ จำนวน 9 ท่าน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์คุณสมบัติ คือ มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือหรือประสบการณ์สอนด้านเนื้อหาทางการเกษตร อย่างน้อย 3 ปี และมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. การดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะที่ 1 การศึกษากรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.1.1 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบและการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลักการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และองค์ประกอบของเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.1.2 นำแนวคิดในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษามาบูรณาการเป็นกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

4.2 ระยะที่ 2 ประเมินและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.2.1 ออกแบบเครื่องมือสำหรับประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

4.2.2 นำเสนอกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและด้านเนื้อหาตรวจสอบคุณภาพและรับรองโดยนำแบบประเมินและรับรองฯ ให้กับผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน

4.2.3 วิเคราะห์ผลการประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประกอบกับเกณฑ์การประเมิน เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, หน้า 121)

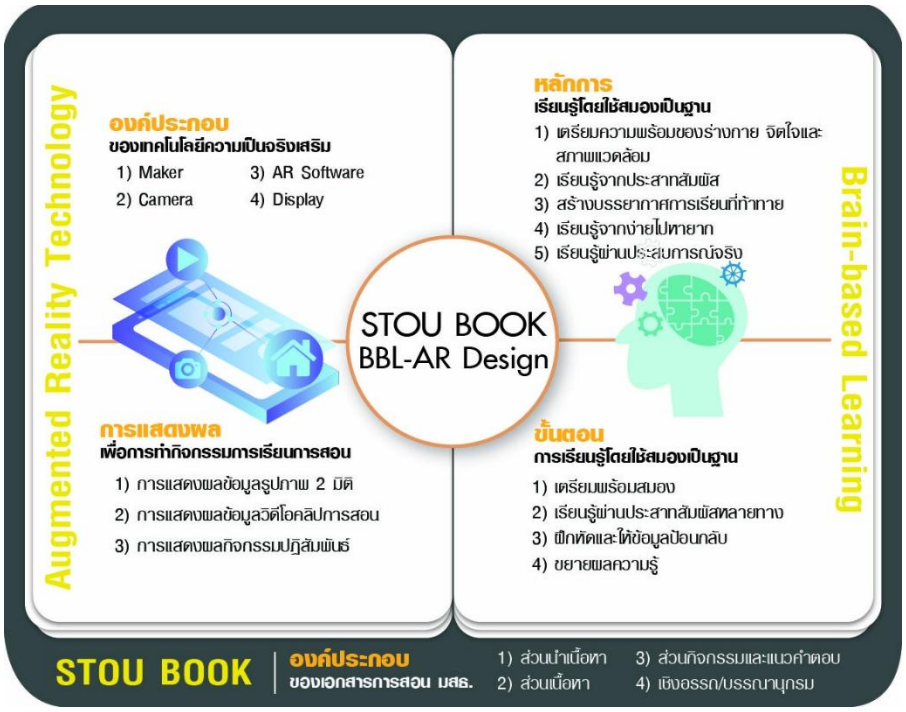
คะแนนเฉลี่ย	5.00 - 4.51	หมายถึง คุณภาพระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	4.50 – 3.51	หมายถึง คุณภาพระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.50 - 2.51	หมายถึง คุณภาพระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	2.50 - 1.51	หมายถึง คุณภาพระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.50 - 1.00	หมายถึง คุณภาพระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

1. การศึกษาและสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และนำมาสรุปกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

องค์ประกอบของกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามภาพ 2 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

เทคโนโลยีที่นำโลกเสมือนจริงมาขยายหรือเพิ่มเติมโลกแห่งความจริง หรือการนำเอาความจริงและความเสมือนประสานเข้าด้วยกันด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ด้วยรูปแบบของชั้นหรือการซ้อนข้อมูลภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการพัฒนาด้วยซอฟต์แวร์ Unity และ Build เป็นแอปพลิเคชัน (Application) “AR90201” สำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile Device) โดยผู้เรียนสามารถใช้งานด้วยการติดตั้ง และสแกน AR Maker ซึ่งสร้างเป็นรูปภาพและพิมพ์บนเอกสารการสอน เพื่อให้แสดงผลความจริงเสริมเหล่านั้น ผ่านหน้าจอภาพของอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่

1.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1.1.1 Maker คือ รูปภาพที่กำหนดไว้เป็นตัวเปรียบเทียบกับสิ่งที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล (Marker Database)

1.1.2 Camera คือ กล้องมือถือ อุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับ Sensor ต่างๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพ Maker

1.1.3 AR Software คือ โปรแกรมประยุกต์ซึ่งเป็นส่วนประมวลผล เพื่อแสดงผลตามฐานข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้ ซึ่งในที่นี้พัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน “AR90201”

1.1.4 Display คือ จอแสดงผลของอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ เพื่อทำการแสดงผลภาพวิดีโอ กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ ข้อมูลซ้อนทับสัญลักษณ์หรือรูปภาพซึ่งเป็น Maker

1.2 การแสดงผลเพื่อการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1.2.1 การแสดงผลข้อมูลรูปภาพ 2 มิติ/3มิติ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพประกอบที่เป็นภาพสีเสมือนจริง และแสดงผลในลักษณะของแกลลอรี่ภาพ และภาพผังความคิดสรุปเนื้อหาของหน่วยที่สามารถแตะส่วนต่างๆ เพื่อขยายรายละเอียดของผังความคิดในแต่ละส่วน

1.2.2 การแสดงผลข้อมูลวิดีโอคลิปการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากคลิปวิดีโอการสอนบรรยายสรุปเนื้อหา ซึ่งแทรกอยู่ในแต่ละตอน/เรื่องของเนื้อหา

1.2.3 การแสดงผลกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ให้เกิดการกระทำโต้ตอบกับบทเรียนและผู้เรียนได้รับข้อมูลป้อนกลับในทันที ร่วมถึงการลิงค์ไปยังกระดานแสดงความคิดเห็นภายนอก เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เป็นการขยายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้กว้างยิ่งขึ้น

2. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning)

การนำขั้นตอนและหลักการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองผู้เรียน มาประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบลำดับขั้นการเรียนรู้เนื้อหาและการทำกิจกรรมในเอกสารการสอน

2.1 หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ที่นำมาใช้ประกอบด้วย 1) เตรียมความพร้อมของร่างกาย จิตใจและสภาพแวดล้อม ช่วยให้สมองจัดระเบียบสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้อย่างดี 2) เรียนรู้จากประสาทสัมผัส การใช้สื่อหลายๆ แบบ ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ทำให้สมองตื่นตัวและจดจำได้ดี 3) สร้างบรรยากาศการเรียนที่ท้าทาย แต่ไม่รู้สึกถูกกดดัน มีผลต่อการเรียนรู้ ยิ่งมีความสุข ยิ่งเกิดการเรียนรู้ไม่จำกัด 4) เรียนรู้จากง่ายไปหายาก และเรียนรู้จากภาพรวมไปสู่ส่วนย่อย 5) เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ได้เล่าประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง ลงมือทำเอง หรือ Active Learning ทำให้สมองจดจำได้ในระยะยาว

2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ที่นำมาใช้มีดังนี้ ขั้นที่ 1 เตรียมพร้อมสมอง (Preparation) เป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้ด้วยการใช้คำถาม การอภิปราย เกม หรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วที่จำเป็นต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งที่จะเรียนรู้ รวมถึงทำความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไป ขั้นที่ 2 เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง (Learning Via Senses) ผู้เรียนได้รับข้อมูลใหม่ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำ เชื่อมโยง และสร้างความคิดรวบยอดอย่างถูกต้อง โดยการให้สมองได้เชื่อมโยงกับแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ จากการใช้สื่อที่หลากหลายทั้งการมองเห็น การอ่าน การฟัง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ฝึกหัดและให้ข้อมูลป้อนกลับ (Practicing and Feedback) เป็นการฝึกปฏิบัติและการทดลองซ้ำๆ ผ่านการทำกิจกรรมในสถานการณ์ต่างๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคล่องแคล่วและความถูกต้องแม่นยำในสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งสมองเป็นการทำให้สมองจดจำได้ดี นำไปสู่ความจำระยะยาว รวมถึงให้ผู้เรียนได้รับข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์และข้อมูลย้อนกลับที่ได้ในประเด็นที่ยังเป็นข้อผิดพลาดของตนเองไปใช้ทำความเข้าใจ และทำการแก้ไขให้ถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไปได้อย่างมั่นใจ

และขั้นที่ 4 ขยายผลความรู้ (Expanding Knowledge) ผู้เรียนทำการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที เพื่อเสริมสร้างและขยายผลการเรียนรู้ต่อไป

3. เอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

การนำเอกสารการสอนชุดวิชา 90201 การจัดการฟาร์ม หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการฟาร์ม และหน่วยที่ 3 สภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อธุรกิจฟาร์ม ซึ่งพัฒนาโดยคณะกรรมการปรับปรุงชุดวิชา ประกอบด้วย 1) ส่วนนำเนื้อหา 2) ส่วนเนื้อหา 3) ส่วนกิจกรรมและแนวคำตอบ และ 4) เชิงอรรถ/บรรณานุกรม โดยนำมาพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยการจัดทำ AR Maker แทรกในส่วนที่มีการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

4. การออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เป็นการนำองค์ประกอบและการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลักการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน องค์ประกอบของเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชมาบูรณาการกัน เป็นแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

4.1 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในขั้นการทำกิจกรรมเตรียมพร้อมของสมอง เป็นขั้นของการทำกิจกรรมเตรียมความพร้อมก่อนเรียน โดยใช้กิจกรรมจับคู่คำที่มีความสัมพันธ์กันจากเนื้อหาของหน่วยเรียน ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทาย สนุกสนาน สำหรับเตรียมความพร้อมสมองผู้เรียนในการเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่จะเรียนรู้ในลำดับถัดไป โดยผู้เรียนสแกน AR Maker ในเอกสารการสอน เพื่อทำกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ โดยโปรแกรมจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าคำตอบของผู้เรียนที่จับคู่ถูกหรือผิด และผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมซ้ำได้หากยังตอบไม่ถูกทุกข้อ

4.2 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในขั้นการทำกิจกรรมเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง เป็นขั้นของการศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วย ตอนและเรื่องจากสื่อรูปแบบต่างๆ และใช้ประสาทสัมผัสส่วนต่างๆ ในการทำกิจกรรม

4.2.1 เริ่มต้นจากการศึกษาภาพรวมของเนื้อหาหน่วยเรียนจากผังสรุปความคิด ซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้จากภาพรวมไปสู่ส่วนย่อย โดยใช้ประสาทสัมผัสการดู การอ่าน และการสัมผัส (ปฏิสัมพันธ์กับหน้าจอ) โดยสแกน AR Maker ในเอกสารการสอน และแตะที่สัญลักษณ์เครื่องหมายบวกในภาพ AR Maker เพื่อขยายภาพผังสรุปความคิด เพื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละส่วน

4.2.2 ศึกษาเนื้อหาผ่านการอ่าน การดูภาพประกอบ การดูคลิปวิดีโอการสอนสรุปเนื้อหา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสการดูและการฟัง โดยผู้เรียนสแกน AR Maker ในเอกสารการสอน เพื่อดูสื่อภาพประกอบเนื้อหาในลักษณะของภาพสี และแกลเลอรี่ภาพ และเพื่อรับชมสื่อคลิปวิดีโอการสอน ซึ่งเป็นการบรรยายสรุปเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในแต่ละตอน

4.3 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในขั้นการทำกิจกรรมฝึกหัดและให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นขั้นของการทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่องและการทำแบบประเมิน

ตนเองท้ายหน่วย ซึ่งเป็นการฝึกหัดซ้ำๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความแม่นยำในสิ่งที่เรียนรู้ ทำให้สมองจดจำได้ดี นำไปสู่ความจำระยะยาว รวมไปถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับคำตอบของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด นำไปสู่การทำความเข้าใจและแก้ไขสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้ถูกต้อง โดยผู้เรียนสแกน AR Maker ในเอกสารการสอน เพื่อทำกิจกรรมท้ายบทเรียนในแต่ละเรื่อง ซึ่งเป็นกิจกรรมตอบคำถามถูก/ผิด โดยโปรแกรมจะให้ข้อมูลป้อนกลับผู้เรียนได้ทันที เพื่อเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน และส่วนของแบบประเมินตนเองหลังเรียน ในแต่ละหน่วย เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับผู้เรียนได้ทันทีเช่นกัน เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้ศึกษามา

4.4 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในขั้นการทำกิจกรรมขยายผลความรู้ เป็นขั้นของการทำกิจกรรมเสริมประสบการณ์เรียนรู้ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ทั้งยังได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนในประเด็นที่ผู้สอนตั้งกระทู้สำหรับการอภิปราย โดยผู้เรียนสแกน AR maker เพื่อทำกิจกรรมเสริมประสบการณ์ความรู้ Link ไป Web Application Padlet เพื่ออภิปราย/ตอบคำถามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของหน่วย

2. ผลการประเมินคุณภาพและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

คณะผู้วิจัยนำกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 9 ท่าน ประเมินคุณภาพและรับรอง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

N= 9

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผลระดับคุณภาพ
1. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)	**4.56**	**0.62**	**มากที่สุด**
1.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.67	0.50	มากที่สุด
1.2 การแสดงผลเพื่อการทำกิจกรรมการเรียนการสอน	4.44	0.73	มาก
2. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based	**4.67**	**0.49**	**มากที่สุด**
2.1 หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	4.67	0.50	มากที่สุด
2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	4.67	0.50	มากที่สุด
3. เอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ.	**4.67**	**0.50**	**มากที่สุด**
3.1 องค์ประกอบของเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี	4.67	0.50	มากที่สุด

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผลระดับคุณภาพ
4. การออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็น	**4.72**	**0.45**	**มากที่สุด**
4.1 ขั้นการทำกิจกรรมเตรียมพร้อมของสมอง	4.67	0.50	มากที่สุด
4.2 ขั้นการทำกิจกรรมเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง	4.67	0.50	มากที่สุด
4.3 ขั้นการทำกิจกรรมฝึกหัดและให้ข้อมูลป้อนกลับ	4.78	0.44	มากที่สุด
4.4 ขั้นการทำกิจกรรมขยายผลความรู้	4.78	0.44	มากที่สุด
รวม	**4.67**	**0.50**	**มากที่สุด**

จากตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพและรับรองกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พบว่า ผลการตรวจคุณภาพกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พบว่า โดยรวมทุกด้านมีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.50) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลการประเมินสูงสุดมีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.72, S.D. = 0.45) ส่วนด้านการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ด้านเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. และด้านภาพรวมของกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นมีผลการประเมินรองลงมา มีคุณภาพในระดับมากที่สุด เช่นกัน และด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ก็มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.56, S.D. = 0.62)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนได้กรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ซึ่งประกอบด้วย 1) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) 2) การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) 3) เอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. และ 4) การออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งได้ผ่านการประเมินและรับรองจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67 และในองค์ประกอบแต่ละด้านมีคุณภาพในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความชัดเจนในการสังเคราะห์เอกสารจากแนวคิดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) ในการสังเคราะห์ด้านนี้ได้องค์ประกอบ 2 ส่วนคือ 1) องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 2) การแสดงผลเพื่อการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มองค์ประกอบดิจิทัลในมุมมองของโลกแห่งความจริงที่มีการโต้ตอบที่จำกัด เป็นสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบสภาพแวดล้อมจริงๆ โดยอาศัยองค์ประกอบของการแสดงผลด้วยภาพแบบดิจิทัล รวมไปถึงเสียงและสิ่งกระตุ้นอื่นๆ ผ่านเทคโนโลยีฮอโลกราฟี AR จึงทำให้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนำเสนอวิธีการที่ดีกว่าในการออกแบบ จัดการ และส่งคำแนะนำต่างๆ โดยการวางซ้อนเนื้อหาดิจิทัลในสภาพแวดล้อมการทำงานในโลกแห่งความจริง (Dynamics 365) ซึ่งในเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. จะอยู่รูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ที่นำเสนอเนื้อหา ภาพประกอบ ตาราง และกราฟิกต่างๆ แต่ยังขาดการผนวกรวมสื่อเสริมเติมเต็มซึ่งส่วนใหญ่เป็นสื่อที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัลเข้ามาร่วมด้วย การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) มาใช้ในเอกสารการสอนนี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามายิ่งขึ้นโดยการแสดงผลข้อมูลรูปภาพ 2 มิติ/3 มิติ การแสดงผลข้อมูลวิดีโอคลิปการสอน และการแสดงผลกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ สอดคล้องกับ นัฐญภรณ์ เลิศอนรรฆภัณฑ์ (2561) กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับสื่อการเรียนการสอนในยุคใหม่ว่า จากหนังสือหรือสื่อการสอนในยุคใหม่ที่มีการสอดแทรกเทคโนโลยี AR เข้ามา ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน และ AR ยังสามารถเข้าถึงได้ง่าย เพราะสามารถประมวลผลผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ส่วนตัวของผู้เรียนได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก็มีช่วยทำให้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Liu, Sathishkumar, &Manickam (2022) ซึ่งศึกษาการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในวิชาพลศึกษา พบว่า การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในวิชาพลศึกษานั้นมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมความก้าวหน้าในความรู้ทางพลศึกษาและการมีส่วนร่วมในทางกีฬาของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Yildiz (2021) ที่ระบุว่า การเรียนการสอนที่นำเทคโนโลยี AR มาใช้ในการศึกษาจะช่วยสร้างโอกาสและข้อได้เปรียบใหม่ของการเรียนการสอน ดังนี้ ช่วยให้นักเรียนมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและน่าสนใจมากขึ้น เทคโนโลยี AR ช่วยให้ความรู้สึกเป็นอิสระจากสถานที่ เวลา และเป็นส่วนตัว ช่วยเชื่อมโยงการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการและกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกัน อีกทั้งช่วยสร้างโอกาสใหม่ทางการศึกษาด้วยการส่งเสริมการเรียนรู้

ด้านการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ในการสังเคราะห์เพื่อออกแบบกรอบแนวคิดของด้านนี้ ได้องค์ประกอบ 2 ส่วนคือ 1) หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ประกอบด้วย (1) เตรียมความพร้อมของร่างกาย จิตใจและสภาพแวดล้อม (2) เรียนรู้จากประสาทสัมผัส (3) สร้างบรรยากาศการเรียนที่ท้าทาย แต่ไม่รู้สึกถูกกดดัน (4) เรียนรู้จากง่ายไปหายาก จากภาพรวมไปสู่ส่วนย่อย และ (5) เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง และ 2) ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 เตรียมพร้อมสมอง (Preparation The Brain) ขั้นที่ 2 เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง (Learning Via Senses) ขั้นที่ 3 ฝึกหัดและให้ข้อมูลป้อนกลับ (Practicing and Feedback) และขั้นที่ 4 ขยายผลความรู้ (Expanding Knowledge) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีการระบุรายละเอียดที่ต้องดำเนินการในแต่ละขั้นอยู่ในส่วนใดของเอกสารการสอนและผู้เรียนต้องทำกิจกรรมใดบ้างในแต่ละขั้นตอน และกิจกรรมนั้นๆ นำเสนออยู่ในรูปแบบใด

เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจและเรียนรู้การใช้สื่อซึ่งกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้ในเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานฯ ผสมผสานทั้งหลักการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยส่งผลต่อพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Arun, &Singaravelu (2018) ที่ระบุว่า การเรียนรู้ด้วยสมองนั้นแตกต่างจากวิธีการสอนแบบเดิมๆ การเรียนรู้ด้วยสมองเน้นที่การเรียนรู้อย่างมีความหมายแทนการเรียนรู้แบบท่องจำ การเรียนรู้ด้วยสมองยังพัฒนาการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมและแนวทางผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอีกทั้งงานวิจัยของ Mekarina, &Ningsih (2017) ซึ่งศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสมองสามารถนำไปใช้เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ นอกจากนี้ ประกิต ทวนธง, และสุดากาญจน์ ปัทมดิลก (2564) ก็ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนภาษาอังกฤษด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเรื่องไวยากรณ์พื้นฐาน โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

ด้านเอกสารการสอนระดับปริญญาตรี มสธ. ในการสังเคราะห์เพื่อออกแบบกรอบแนวคิดของด้านนี้ได้องค์ประกอบ 4 ส่วนคือ 1) ส่วนนำเนื้อหา 2) ส่วนเนื้อหา 3) ส่วนกิจกรรมและแนวคำตอบ และ 4) เชิงอรรถ/บรรณานุกรม โดยนำมาพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยการจัดทำ AR Maker แทรกในส่วนที่มีการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Georgiadou, &Margaritopoulos (2019) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง AR แอปพลิเคชันในสื่อสิ่งพิมพ์ โดยระบุว่า สื่อสิ่งพิมพ์แบบดั้งเดิมมีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีความจริงเสริมด้วยจุดแข็งของเทคโนโลยีความจริงเสริมที่ใช้ความสามารถของเทคโนโลยีในการปิดช่องว่างระหว่างโลกดิจิทัลและโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างแนบเนียน ซึ่งเทคโนโลยีความจริงเสริมมีศักยภาพในการสร้างสื่อสิ่งพิมพ์แบบใหม่ที่ผสานคุณสมบัติใหม่ในการเข้าถึงเนื้อหาและกิจกรรมผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ สามารถให้คุณค่าแก่ผู้อ่านได้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในสื่อสิ่งพิมพ์มีสามขั้นตอนคือ 1) การสร้างเนื้อหาดิจิทัลให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาของสื่อสิ่งพิมพ์ 2) การจดจำภาพเนื้อหาที่พิมพ์เพื่อกระตุ้นการเสริมดิจิทัล และ 3) การแสดงและการโต้ตอบกับเนื้อหาดิจิทัลในลักษณะที่เป็นเชื่อมต่อโดยสมบูรณ์กับสื่อสิ่งพิมพ์ นอกจากนี้ ในการศึกษายังพบข้อสรุปว่าเทคโนโลยีความเป็นจริง (AR) สามารถยกระดับสื่อสิ่งพิมพ์ให้เป็นสื่อสมัยใหม่ที่เชื่อมต่อและบูรณาการเข้ากับกิจกรรมในโลกดิจิทัลของคนยุคใหม่ได้อย่างไร้รอยต่อ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจึงนำมาซึ่งการออกแบบกรอบแนวคิดในการผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในเอกสารการสอนระดับปริญญาตรีของ มสธ.

ด้านการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการสังเคราะห์เพื่อออกแบบกรอบแนวคิดของด้านนี้ได้ขั้นตอนของการเรียนรู้ในสื่อเอกสารการสอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการทำกิจกรรมเตรียมพร้อมของสมอง 2) ขั้นการทำกิจกรรมเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง 3) ขั้นการทำกิจกรรมฝึกหัดและให้ข้อมูลป้อนกลับ และ 4) ขั้นการทำกิจกรรมขยายผลความรู้ ซึ่งในเอกสารการสอนที่ออกแบบจะมีส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนธรรมชาติของสมองซึ่งเป็นลักษณะของกิจกรรม

ปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ตั้งแต่เห็นภาพรวมของเนื้อหา ไปจนถึงรายละเอียดส่วนย่อยต่างๆ รวมถึงการฝึกหัดและการให้ข้อมูลป้อนกลับกับผู้เรียน ซึ่งมีส่วนทำให้สมองของผู้เรียนค่อยๆ เชื่อมโยงความรู้ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้น จึงส่งผลต่อความจำและความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ สำนักบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (2558) ที่ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมอง “PRC BBL Model” ว่าในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจะต้องเริ่มการขั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียน การเรียนรู้ การฝึก การสรุป และการประยุกต์ใช้ ซึ่งจะทำให้สมองจดจำได้ดีนำไปสู่ความจำระยะยาว โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีส่วนช่วยในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถสั่งการและโต้ตอบกับแอปพลิเคชันได้แบบ Real-time และในขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง ซึ่งเป็นการบูรณาการและเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ต่างๆ เข้าสู่สมองผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถสแกน AR Maker แอปพลิเคชันจะแสดงวิดีโอคลิปการสอน ซึ่งเป็นการสรุปเนื้อหาในส่วนต่างๆ และมีการแสดงภาพ 2 มิติ ตัวอย่างของสถานที่ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ณัฐญา นาคะสันต์, และ ศุภรางค์ เรืองวานิช (2559) ได้กล่าวเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการเรียนการสอนว่า การพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ซึ่งเป็นสื่อหลักในการเรียนการสอน ได้แก่ แบบเรียนที่เทคโนโลยี AR จะช่วยให้แบบเรียนยุคใหม่ ข้ามข้อจำกัดของคำว่าสิ่งพิมพ์แบบเดิม ที่รับสารด้วยประสาทตาเพียงอย่างเดียวไปสู่การรับสารด้วยประสาทตาและหู แบบเรียนยุคใหม่นี้ จะสามารถนำเสนอตัวอย่างทั้งภาพนิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากในหนังสือ เช่น วีดิทัศน์สั้นๆ หรือภาพ 3 มิติที่สามารถให้ผู้เรียนได้ศึกษาตัวอย่างในมุมมองอื่นๆ นอกเหนือจากในแบบเรียนหรือหนังสือที่นำเสนอได้เพียงแค่ 2 มิติ

จากผลวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นการบูรณาการแนวคิดด้านต่างๆ ข้างต้นมาเป็นกรอบแนวคิดหลักโดยใช้หลักการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาผสมผสานโดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ อีกทั้งยังตอบโจทย์ในการพัฒนาแนวคิดการออกแบบสื่อการสอนตามแผนแม่บทและอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยระบบเปิด จัดการเรียนการสอนในระบบการศึกษาทางไกล จึงทำให้ผลการประเมินคุณภาพและรับรองกรอบแนวคิดอยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้รับจากการวิจัย

จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology: AR) มาเป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบสื่อเอกสารการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยบูรณาการร่วมกับหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สามารถประยุกต์ใช้ได้กับสื่อสิ่งพิมพ์ซึ่งแต่เดิมเป็นสื่อการสอนที่เน้นการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้เรียนทางเดียวด้วยการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบของตัวอักษร รูปภาพ ตาราง สัญลักษณ์ แต่เมื่อนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ร่วมด้วยจะช่วยยกระดับให้สื่อสิ่งพิมพ์ดังกล่าวมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยทำให้สื่อเอกสารการสอนนั้นมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ประกอบกับการนำหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาประยุกต์ใช้โดยออกแบบให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปตามขั้นตอนซึ่งมีทั้งการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระ การสรุปเนื้อหาสาระในรูปแบบอินโฟกราฟิก คลิปวิดีโอการสอน และกิจกรรมทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นไป

ตามหลักการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสิทธิภาพในการใช้สื่อเอกสารการสอนได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบสื่อเอกสารการสอนในชุดวิชาอื่นๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหา กระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีมากขึ้น

2. ควรนำกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อเอกสารการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในส่วนของขั้นขยายผลความรู้อาจออกแบบให้มีแบบฝึกหัดที่หลากหลาย เช่น เติมคำตอบแบบสั้น การเรียงลำดับขั้นตอน

3. ควรจัดให้มีระบบการจัดเก็บข้อมูลผู้เรียนในส่วนของคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและการใช้เวลาในการเรียนเนื้อหาเพื่อนำข้อมูลส่วนที่ได้นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์การเรียนรู้ของผู้เรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). **การออกแบบการเรียนแนวดิจิทัล**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐญา นาคะสันต์, และศุภรางค์ เรืองวานิช. (2559, พฤษภาคม–สิงหาคม). Augmented Reality: เติมชีวิตให้สื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา. **วารสารร่มพฤกษ์ มหาวิทยาลัยเกริก, 34(2),** 33-50.

นัฐญภรณ์ เลิศอนรรฆภัณฑ์ (2561). เทคโนโลยี Blockchain AR, VR และ AI นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ระดับอุดมศึกษาเข้าสู่ระบบการศึกษายุคไทยแลนด์ 4.0. **ศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน: รวมบทความวิจัย บทความวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2561,** 119-129. สืบค้น กุมภาพันธ์ 23, 2566, จาก http://cmruir.cmru.ac.th/handle/123456789/2125.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประกิต ทวนธง, และสุดากาญจน์ ปัทมดิลก. (2564, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนภาษาอังกฤษด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเรื่องไวยากรณ์พื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. **Journal of Buddhist Education and Research: JBER, 7(3),** 263-276.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2561). **ระบบการเรียนการสอนทางไกล.** สืบค้น กุมภาพันธ์ 18, 2566, จาก https://www.stou.ac.th/main/StouPlan.html.

สืบวงศ์ ชื่นสมบัติ. (2563). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านโมบายเลิร์นนิงตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับวิธีการสอนแบบโฟนิกส์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกเสียงคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. (2558). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมอง.** สืบค้น กุมภาพันธ์ 23, 2566, จาก https://www.okmd.or.th/upload/documents/BBL_synopsis10th_book.pdf.

Arun, D., &Singaravelu, G. (2018, September). Brain-Based Learning: A Tool for Meaningful Learning in The Classroom. **International Journal of Research, 7(9),** 766-771.

Dynamics 365. (2023). **ความเป็นจริงเสริมหรือ AR คืออะไร.** Retrieved February 18, 2023, from https://dynamics.microsoft.com/th-th/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/.

Georgiadou, Elissavet, &Margaritopoulos, Merkourios. (2019, April). The Application of Augmented Reality in Print Media. **J. Print Media Technol. Res, 8(1),** 43-55.

Jensen, E. (2008). **Brain Based Learning the New Paradigm of Teaching** (2nd ed.). California: Corwin Press.

Liu, Y., Sathishkumar V., &Manickam V. (2022, April) Augmented Reality Technology Based on School Physical Education Training. **Computers and Electrical Engineering**, **49(99),** 1-12.

Mekarina, M., &Ningsih, Y. P. (2017, May). The Effects of Brain Based Learning Approach on Motivation and Students Achievement in Mathematics Learning. **Journal of Physics: Conference Series, 895,** 1-6.

Saidin, Nor, &Abd halim, Noor, &Yahaya, Noraffandy. (2015, June) A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. **International Education Studies, 8(13),** 1-8**.**

Virtual Reality Society. (2019). **Augmented Reality – What is it?.** Retrieved February 18, 2023, from https://www.vrs.org.uk/augmented-reality/.

Yildiz, Ezgi. (2021, August). Augmented Reality Research and Applications in Education. **IntechOpen, (99356),** 1-15. Retrieved February 23, 2023, from https://www.intechopen.com/chapters/78230.