



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลของการใช้โปรแกรม Moodle ในการอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

The Effect of Using the Moodle Program in Online Training on Scientific Laboratory Safety

กรรณิการ์ ภาสตา และ กาญจนา สุรีย์พิศาล*

Kannika Pasada, and Kanchana Sureepisan*

งานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา วิทยาเขตกาญจนบุรี มหาวิทยาลัยมหิดล

Science Laboratory for Education Division, Mahidol University Kanchanaburi Campus, Thailand

Received: February 14, 2023 Revised: March 30, 2024 Accepted: March 30, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม Moodle และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางความรู้และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และฝึกอบรมแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 100 คน ได้มาโดยการสุ่มเจาะจงเข้ารับการฝึกอบรม และใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 50 คน ดังนี้ กลุ่มควบคุม ได้รับการฝึกอบรมแบบปกติ และกลุ่มทดลอง ได้รับการอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เครื่องมือในการทดลอง คือ หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ ซึ่งพัฒนาตามหลักการของ ADDIE model เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของการฝึกอบรม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และแบบสอบถามความพึงพอใจ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 โดยทั้ง 2 ฉบับมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.77$, S.D.=0.11) และมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเมกยูแกนส์ (Meguigans) โดยผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษา กลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}=19.22$, S.D.=0.93) ซึ่งสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ ($\bar{X}=18.08$, S.D.=1.31)) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.30$, S.D.=0.68) โดยมีความพึงพอใจไม่แตกต่างกับการอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ โปรแกรม Moodle ADDIE model

*Corresponding author. Tel.: 080 214 1774

Email address: kanchana.sur@mahidol.ac.th

Abstract

The purpose of this research was to develop an online training course on safety in using science laboratories by using the Moodle program and comparing knowledge achievements and studying the satisfaction of trained students with online training courses and regular training. The sample consists of 100 students who voluntarily participated in the training, including a second-year undergraduate student (Bachelor of Science and Bachelor of Engineering) at the Mahidol University Kanchanaburi Campus. Cluster random sampling was used and divided into two groups, each of which had 50 students; as follows, the experimental group participated in online training courses that were developed according to the principles of the ADDIE model, while the control group received regular training. A tool used to collect data for the knowledge achievement measure of the training had a confidence value of 0.83, and the satisfaction assessment form had a confidence value of 0.86, both of which had an IOC value between 0.60 and 1.00.

The results showed that the quality of the developed online training courses was at a very good level ($\bar{X}$ =4.77, S.D.=0.11) and the efficiency was 1.17, which was higher than the standard of Meguigans. The knowledge achievement of the student group trained with an online training course had a mean score ($\bar{X}$ =19.22, S.D.=0.93) higher than the control group of regular training ($\bar{X}$ =18.08, S.D.=1.31) with a statistical significance of 0.05. The level of satisfaction with the overall online training courses was high ($\bar{X}$ =4.30, S.D.=0.68), with no statistical difference from regular training ($p < 0.05$).

Keywords: Online training, Moodle, ADDIE model

■ บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในหลากหลายมิติทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ และด้านการศึกษา ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology: ICT) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (ศยามน อินสะอาด, 2561) ระบบการศึกษาของประเทศไทยจึงต้องปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงให้ทันต่อความต้องการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย มาตรา 65 จึงกำหนดให้มีการจัดทำยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580 ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพและคุณภาพของประชากรไทยทุกช่วงวัย ให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ ดังนั้น การศึกษาและการเรียนรู้จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของคนให้มีทักษะความรู้ ตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นการพัฒนาระบบการเรียนรู้ ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ การเสริมสร้างและยกระดับการพัฒนาศักยภาพและการเรียนรู้ ทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบ และการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยกำหนดให้มีการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 เน้นการจัดระบบการศึกษาและระบบฝึกอบรมบนฐานสมรรถนะที่มีคุณภาพสูงและยืดหยุ่น เช่น การพัฒนาการศึกษาออนไลน์แบบเปิด การพัฒนาระบบการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการรู้ดิจิทัล รวมทั้งส่งเสริมการวิจัยและใช้เทคโนโลยีในการสร้างและจัดการความรู้ การเรียนการสอน การจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ และพัฒนาระบบเครือข่ายเทคโนโลยีดิจิทัล และดิจิทัลแพลตฟอร์มด้านการศึกษาเพื่อความเป็นเลิศ (Digital Education Excellence Platform) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

มหาวิทยาลัยมหิดลมีปรัชญาการศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการจัดการศึกษาเพื่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองจากองค์ความรู้เดิม จากประสบการณ์การเรียนรู้ และการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learning - centered Education) การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (Outcome - Based Education) และกระบวนการเรียนรู้บนพื้นฐานของการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) โดยการพัฒนาบริหารจัดการศึกษาให้สามารถตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการศึกษาที่ทันสมัย และสร้างแหล่งเรียนรู้แบบเปิดที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักศึกษา (Global Open Access Learning - University) ตามแผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2563-2566 ได้กำหนดยุทธศาสตร์ด้านนวัตกรรมการศึกษาและการเรียนรู้ที่แท้จริง (Innovation Education and Authentic Learning) เพื่อพัฒนาศักยภาพนักศึกษาและกระบวนการจัดการศึกษานักศึกษาให้ตอบสนองต่อการเป็นพลเมืองโลก (Global Citizen) มีทักษะความรู้ในการใช้ชีวิตยุคศตวรรษที่ 21 (Global Talents) และพัฒนา Platform ด้านการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และเพิ่มคุณภาพของบัณฑิต (กองแผนงาน มหาวิทยาลัยมหิดล, 2564) นอกจากนี้มหาวิทยาลัยมหิดลยังให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัย อาชีวอนามัยของนักศึกษา บุคลากร ผู้รับจ้าง และผู้รับบริการทุกคน ได้มีการกำหนดนโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยในมิติต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย ซึ่งกำหนดให้บุคลากรและนักศึกษาที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี สารกัมมันตรังสี วัตถุชีวภาพ และความเสี่ยงอื่น ๆ จะต้องผ่านการฝึกอบรม (ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน มหาวิทยาลัยมหิดล, 2564) เนื่องด้วย วิทยาเขตกาญจนบุรี เป็นส่วนงานภายใต้มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งมีหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตระหนักถึงความปลอดภัยของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงได้จัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษาอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อติดอาวุธทักษะทางความรู้ให้นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย และลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ของประเทศไทยในช่วงต้นปี พ.ศ. 2563 ทำให้สถานศึกษาไม่สามารถจัดการเรียนการสอนตามปกติในรูปแบบเดิมได้ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผลิตสื่อการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งเป็นการถ่ายทอดเนื้อหา รูปภาพ วิดีโอ การใช้สื่อหลายประเภท (Multimedia) ร่วมกับการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีสมัยใหม่ (Alibak, et al., 2019) เพื่อให้กิจกรรมทางการศึกษาสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องในสถานะไม่ปกติ และผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ทางความรู้ตามวัตถุประสงค์ เป็นการขยายโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2561) และพัฒนาผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life-Long Learning) เพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก (Care E., 2018)

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ประโยชน์ในการเรียน การสอนหรือการฝึกอบรมออนไลน์เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีนั้น ต้องมีการการออกแบบและวางแผนการสอนโดยใช้การออกแบบและพัฒนาเชิงระบบ (Hodges et al., 2020) หลักการออกแบบชุดฝึกอบรมออนไลน์ด้วย ADDIE Model (Analysis Design Development Implementation Evaluation Model) ซึ่งเป็นประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) พัฒนา/ผลิต (Develop/Product) การนำไปใช้ (Implement) และประเมินผลเพื่อปรับปรุง (Evaluate) นับเป็นโมเดลการออกแบบระบบการเรียนรู้ที่ใช้กันแพร่หลาย (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) จากการศึกษาวิจัยของ ชญาภา ศุภารวงศ์ และคณะ (2564) พบว่าชุดฝึกอบรมออนไลน์ที่ผ่านกระบวนการพัฒนาและหาประสิทธิภาพอย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น เนื่องจากเนื้อหาการฝึกอบรมมีความถูกต้องตามมาตรฐานตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน การฝึกอบรมผ่านเว็บ (Web-Based Training : WBT) เป็นลักษณะของการเรียนการสอนโดยสื่อหลายมิติ จึงมีส่วนช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ สุรชาติ อาจทรัพย์ และคณะ (2558) ศึกษาพบว่าเรียนการสอนผ่านสื่อ

อิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนสูงกว่าหรือเทียบเท่าการเรียนรู้อย่างแบบปกติ และยังช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนทบทวนและพัฒนาตนเองได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากโปรแกรม Moodle เปรียบเสมือนการรวบรวมแหล่งความรู้ทั้งหมดมารวมกันไว้ แล้วสามารถให้สิทธิ์ผู้ใช้ ซึ่งมีสถานะต่าง ๆ เช่น ผู้ดูแลระบบ ผู้สอน หรือผู้เรียน เข้ามาใช้งานร่วมกันได้ สำหรับผู้สอน สามารถใช้เครื่องมือที่มีอยู่ใน Moodle สร้างเนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชาได้ (น้องนุช ธราดลรัตนกร และณัฐพล รำไพ, 2563)

จากความเป็นมาและรายงานการวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้วยโปรแกรม Moodle โดยยึดถือหลักการออกแบบระบบการเรียนรู้ออนไลน์ ของ ADDIE Model มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษาที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์เปรียบเทียบกับนักศึกษาที่อบรมด้วยรูปแบบปกติ พร้อมประเมินระดับความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์มาปรับใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนานักศึกษาให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่อง และเกิดความยั่งยืนทางความรู้

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม Moodle
- 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษาที่มีต่อการอบรมออนไลน์ และการอบรมแบบปกติ
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

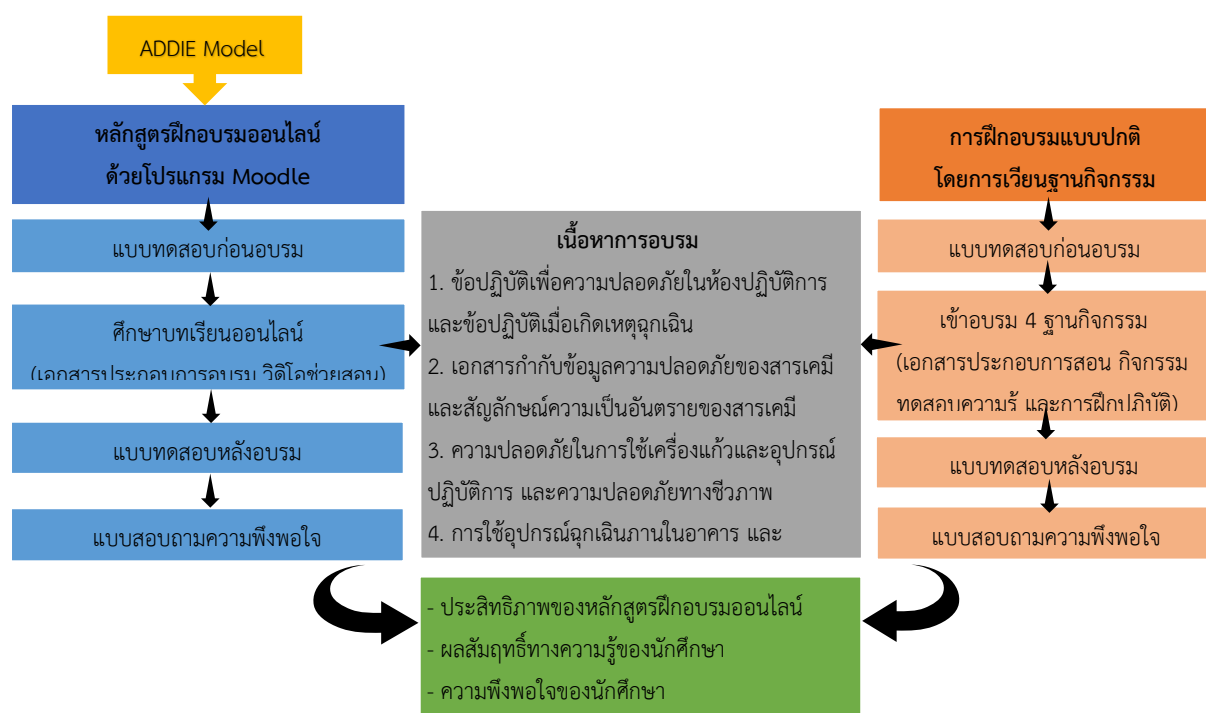
หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ หรือ E-training เป็นการศึกษาเรียนรู้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ จะถูกส่งผ่าน Web browser โดยผู้สอนและผู้เข้าฝึกอบรมสามารถติดต่อ ปรีक्षा แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย เช่น E-mail, Web board, Chat, Social network การเรียนรู้แบบออนไลน์จึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้สำหรับทุกคน ที่สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทุกช่วงเวลาและทุกสถานที่

โปรแกรม Moodle เป็นระบบจัดการบทเรียนออนไลน์ พัฒนาโดย Martin Dougiamas สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย สามารถใช้เป็นศูนย์เก็บคลังความรู้ของหน่วยงาน (Knowledge management) โดยเฉพาะนำไปสร้างเป็นระบบ e-Learning เครื่องมือนี้จึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะแวดวงการศึกษา (กรรณก ยงค์โกษณ์, 2561) โปรแกรมชุดนี้เป็นโปรแกรมแบบ Open source หรือซอฟต์แวร์ที่เปิดเผยหลักการหรือแหล่งที่มาของเทคโนโลยีของซอฟต์แวร์นั้นให้บุคคลภายนอกได้ใช้ ซึ่งเป็นที่ยอมรับจากหลายประเทศ เพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน สามารถเป็นได้ทั้งระบบจัดการเนื้อหา CMS (Course Management System) และระบบจัดการการเรียนรู้ LMS (Learning Management System) ช่วยรวบรวมรายวิชา หรือกิจกรรมเป็นหมวดหมู่ เพื่อเตรียมแหล่งข้อมูลกิจกรรมสำหรับการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมให้ความรู้ และนำไปเผยแพร่แบบออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต เพื่อให้บริการผู้เรียนได้เข้ามามีการศึกษาและบันทึกกิจกรรม สามารถสร้างแหล่งข้อมูลใหม่ หรือเผยแพร่เอกสารที่ทำไว้ได้โดยง่าย เช่น ไฟล์เอกสารจาก Microsoft Office, Web Page, PDF หรือ Image เป็นต้น (ธีรัช รำแพนเพชร, 2564)

ADDIE model เป็นหลักการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกอบรมออนไลน์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีลำดับการพัฒนา 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนที่ 2. การออกแบบ (Design) ขั้นตอนที่ 3. การพัฒนา (Development) ขั้นตอนที่ 4. การนำไปใช้ (Implementation) และขั้นตอนที่ 5. การประเมินผล (Evaluation)

การให้ความรู้ด้านความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การให้ความรู้และการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการปฏิบัติงาน เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยยกระดับความปลอดภัยของการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุได้ ซึ่งในต่างประเทศได้มีการออกกฎระเบียบและมาตรฐานระดับสากลที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการทำงาน ได้แก่ มาตรฐานในการบริหาร จัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขององค์การ เพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจระหว่าง ประเทศ *OECD Principles of Good Laboratory Practice (GLP)* (OECD, 2021) มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration : OSHA) ซึ่งมีการกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับอันตรายจากการปฏิบัติงาน และวิธีการป้องกันอันตราย เพื่อความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (OSHA, 2021) สำหรับประเทศไทยได้มีพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 ซึ่งได้กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับต้องได้รับการฝึกอบรมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน และกรณีมีการรับผู้ปฏิบัติงานเข้าทำงานใหม่ หรือมีการเปลี่ยนงาน เปลี่ยนสถานที่ทำงาน เปลี่ยนแปลงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ซึ่งอาจทำให้ได้รับอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย จิตใจ หรือสุขภาพอนามัย จะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานทุกคนก่อนการเริ่มทำงาน มหาวิทยาลัยมหิดล จึงให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัย โดยได้มีการกำหนดนโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2557 เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยในมิติต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งมีแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งได้กำหนดให้บุคลากรและนักศึกษาที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี สารกัมมันตรังสี วัตถุชีวภาพ และความเสี่ยงอื่น ๆ จะต้องผ่านการฝึกอบรม

กรอบแนวคิดการวิจัย



■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีแบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest control group design

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 144 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต จำนวน 4 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร สาขาวิชาชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาธรณีศาสตร์ และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 1 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ ซึ่งสมัครใจเข้าร่วมการฝึกอบรม จำนวน 100 คน และใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาแต่ละสาขาวิชาในสัดส่วนเท่ากัน แบ่งเป็น

กลุ่มควบคุม คือ นักศึกษา จำนวน 50 คน ได้รับการฝึกอบรมแบบปกติ

กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษา จำนวน 50 คน ได้รับการอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการฝึกอบรม เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การฝึกอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ ตามเกณฑ์ของเมกยูแกนส์
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษา
- 3) ความพึงพอใจของนักศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1.1 หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 1.2 การฝึกอบรมแบบปกติ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 1.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของการฝึกอบรม
- 1.4 แบบสอบถามการฝึกอบรม

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างตามหลักการออกแบบของ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) ดังนี้

- 1) ขั้นวิเคราะห์ (A : Analysis) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตรฝึกอบรม ให้ความสอดคล้องตามเกณฑ์ ESPReL Checklist เช่นเดียวกับรูปแบบการฝึกอบรมแบบปกติ วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของนักศึกษาที่เข้ารับการอบรม วิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน และความพร้อมของอุปกรณ์สนับสนุนการฝึกอบรม
- 2) ขั้นตอนออกแบบ (D : Design) กำหนดแผนการฝึกอบรม ออกแบบ จัดเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหา และสื่อมัลติมีเดียประกอบการฝึกอบรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- 3) ขั้นพัฒนา (D : Development) สร้างหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ โดยใช้ระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS : Moodle) โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1. แบบทดสอบก่อนเรียน (pre-test) 2. บทเรียนฝึกอบรม 3. เอกสารประกอบการเรียน 4. แบบทดสอบหลังเรียน (post-test) และ 5. การประเมินความพึงพอใจ
- 4) ขั้นทดลองใช้ (I : Implementation) โดยนำหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข
- 5) ขั้นประเมินผล (E : Evaluation) โดยการนำหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและประเมินคุณภาพ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) (Best J.W., 1981)

2.2 การฝึกอบรมรูปแบบปกติ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างขึ้นภายใต้ขอบเขตของเนื้อหาการฝึกอบรมที่มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ ESPReL Checklist ของโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand : ESPReL) ซึ่งกำหนดให้มีการให้ความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอในเรื่องต่อไปนี้ ได้แก่ 1) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง 2) ระบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย 3) ระบบการจัดการสารเคมี 4) ระบบการจัดการของเสีย 5) สารบบข้อมูลสารเคมีและของเสีย 6) การประเมินความเสี่ยง 7) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการกับความปลอดภัย 8) การป้องกันและตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน 9) อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล 10) เอกสารกำกับข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี 11) ป้ายสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย (โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย, 2558) โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ เนื้อหาการอบรม และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ระหว่างอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยและมาตรฐานห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดรูปแบบกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผล เพื่อให้การฝึกอบรมดำเนินการได้อย่างสอดคล้องตามมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของการฝึกอบรม เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน นำแบบทดสอบเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (กาญจนา วัฒนาย, 2548) พบว่าค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยนำแบบทดสอบไปทดลอง (Try-out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นำผลการทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ตามสูตร KR20 (ประสพชัย พูลนันท, 2557) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.83

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจการฝึกอบรม เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) (Best J.W., 1981) นำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) นำข้อมูลมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (กาญจนา วัฒนาย, 2548) พบว่าค่าอยู่ระหว่าง

0.60-1.00 และหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลอง (Try-out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของ Cronbach's Alpha (ประสพชัย พสุนนท์, 2557) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจเท่ากับ 0.86

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

กลุ่มควบคุม อบรมด้วยรูปแบบปกติโดยการเวียนฐานกิจกรรม ดังภาพที่ 1 ให้ความรู้โดยอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและมาตรฐานห้องปฏิบัติการ มีเอกสารประกอบการสอน กิจกรรมทดสอบความรู้ และการฝึกปฏิบัติ โดยนักศึกษาต้องทำแบบทดสอบก่อนการอบรม และเข้าอบรมใน 4 ฐานกิจกรรม ประกอบด้วย 1. ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน 2. เอกสารกำกับข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี และสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของสารเคมี 3. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องแก้วและอุปกรณ์ปฏิบัติการ และความปลอดภัยทางชีวภาพ 4. การใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินภายในอาคาร และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ใช้เวลาในการอบรมฐานละ 30 นาที รวมฐานกิจกรรม ใช้เวลาทั้งสิ้น 120 นาที แล้วจึงทำแบบทดสอบหลังการอบรม และประเมินความพึงพอใจ



ภาพที่ 1. การอบรมด้วยรูปแบบปกติโดยการเวียนฐานกิจกรรม

กลุ่มทดลอง อบรมผ่านระบบ MUKA e-learning ดังภาพที่ 2 ซึ่งสร้างจากโปรแกรม Moodle โดยเข้าระบบด้วย account นักศึกษา ซึ่งจะเปิดระบบให้นักศึกษาสามารถเข้าศึกษาเรียนรู้ได้เป็นระยะเวลา 15 วัน นักศึกษาสามารถเข้าเรียนได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา



ที่มา : <https://elearning-ka.mahidol.ac.th/login/index.php>

ภาพที่ 2. หน้า login ระบบ MUKA e-learning

ในบทเรียนออนไลน์จะประกอบด้วยเอกสารประกอบการอบรม และวิดีโอช่วยสอน โดยนักศึกษาต้องทำแบบทดสอบก่อนการอบรม จึงจะสามารถเข้าถึงเนื้อหาเพื่อศึกษาเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งประกอบด้วย 4 หัวข้ออบรม ได้แก่ 1. ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน 2. เอกสารกำกับข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี และสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของสารเคมี 3. ความปลอดภัยในการใช้เครื่องแก้วและอุปกรณ์ปฏิบัติการ และความปลอดภัยทางชีวภาพ 4. การใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินภายในอาคาร และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ระหว่างการอบรมหากมีข้อสงสัย สามารถส่งคำถามถึงวิทยากรผู้ให้ความรู้ผ่านทางระบบ MUKA e-learning ได้ เมื่อเรียนรู้ครบทุกหัวข้อการอบรมแล้ว ระบบจะให้ทำแบบทดสอบหลังการอบรม และประเมินความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาคุณภาพหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ จากการประเมินความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งมีเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ยเป็นตัวชี้วัดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ดังนี้

4.51–5.00	มีคุณภาพระดับดีมาก
3.51–4.50	มีคุณภาพระดับดี
2.51–3.50	มีคุณภาพระดับปานกลาง
1.51–2.50	ต้องปรับปรุงแก้ไข
1.00–1.50	ไม่มีคุณภาพ

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ โดยคำนวณหาค่าประสิทธิภาพจากสัดส่วนคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ และความพึงพอใจของนักศึกษาหลังการฝึกอบรมระหว่างกลุ่มทดลองที่ฝึกอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ กับกลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ โดยใช้ t-test แบบกลุ่มที่เป็นอิสระแก่กัน (Independent Sample)

4. วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการอบรมแบบปกติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยตามแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ดังนี้

4.51–5.00	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
3.51–4.50	ระดับความพึงพอใจมาก
2.51–3.50	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
1.51–2.50	ระดับความพึงพอใจน้อย
1.00–1.50	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ผ่านการรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนชุดกลาง มหาวิทยาลัยมหิดล (MU-CIRB) หมายเลขการรับรอง 2020/344.2610 เมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2563

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.77$, S.D.=0.11) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีคุณภาพระดับดีมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านคุณภาพสื่อการอบรม ($\bar{X}=4.80$, S.D.=0.11) และด้านเนื้อหาการอบรม ($\bar{X}=4.74$, S.D.=0.10)

สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ ตามวิธีของเมกุแกนส์ พบว่า ค่า Meguigans Ratio ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษาที่ผ่านการอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ มีค่าเท่ากับ 1.17 และ 1.25 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า 1.00 ตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุแกนส์

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางความรู้หลังการฝึกอบรมระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ กับนักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ ($\bar{X}=19.22$, S.D.=0.93) ซึ่งสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ ($\bar{X}=18.08$, S.D.=1.31) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ กับนักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	19.22	0.93	5.02	0.007
กลุ่มควบคุม	18.08	1.31		

3. ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า มีระดับความพึงพอใจไม่แตกต่างกับการอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.30$, S.D.=0.68) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจด้านการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินภายในอาคาร และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รูปแบบการฝึกอบรมแบบปกติ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.54$, S.D.=0.58) ส่วนด้านอื่น ๆ มีความพึงพอใจในระดับมากทุกด้าน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจและผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระหว่างนักศึกษากลุ่มที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ กับนักศึกษากลุ่มที่ฝึกอบรมแบบปกติ

ความพึงพอใจ	รูปแบบการอบรม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	t	Sig.
เนื้อหาที่จัดอบรมตรงกับ	ปกติ	4.40	0.57	มาก	-0.17	0.87
จุดมุ่งหมายของการอบรม	ออนไลน์	4.42	0.64	มาก		
เนื้อหาที่จัดอบรมเป็นประโยชน์ต่อ	ปกติ	4.46	0.61	มาก	0.30	0.77
การปฏิบัติงาน	ออนไลน์	4.42	0.73	มาก		
สื่อมัลติมีเดียช่วยกระตุ้นให้เกิด	ปกติ	4.10	0.71	มาก	-0.13	0.90
ความสนใจมากขึ้น	ออนไลน์	4.12	0.80	มาก		
ความเหมาะสมของการกำหนด	ปกติ	4.06	0.87	มาก	-0.23	0.82
ช่วงเวลาในการอบรม	ออนไลน์	4.10	0.84	มาก		
ความเหมาะสมของระยะเวลาใน	ปกติ	4.10	0.79	มาก	0.00	1.00
แต่ละช่วงเนื้อหา	ออนไลน์	4.10	0.74	มาก		
การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	ปกติ	4.42	0.57	มาก	0.17	0.87
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	ออนไลน์	4.40	0.61	มาก		
การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	ปกติ	4.44	0.64	มาก	0.46	0.65
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	ออนไลน์	4.38	0.67	มาก		
การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	ปกติ	4.44	0.54	มาก	0.54	0.59
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	ออนไลน์	4.38	0.57	มาก		
การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	ปกติ	4.54	0.58	มากที่สุด	1.41	0.16
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	ออนไลน์	4.36	0.69	มาก		
ผู้เข้ารับการอบรมมีความมั่นใจและ	ปกติ	4.40	0.53	มาก	0.71	0.48
สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	ออนไลน์	4.32	0.59	มาก		
ความพึงพอใจสำหรับการจัดการ	ปกติ	4.38	0.60	มาก	0.62	0.53
ความรู้ในภาพรวม	ออนไลน์	4.30	0.68	มาก		

อภิปรายผล

1. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจาก มีการนำ ADDIE Model ซึ่งเป็นโมเดลการออกแบบระบบการเรียนรู้ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ ซึ่งมีขั้นตอนที่ครอบคลุมกระบวนการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) พัฒนา/ผลิต (Develop/Product) การนำไปใช้ (Implement) และประเมินผลเพื่อปรับปรุง (Evaluate) สามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชินพงษ์ ทีสุกะ และ สมบูรณ์ ขาวชายโขง (2563) ที่ได้ประยุกต์ใช้ ADDIE Model ในการ

พัฒนาเว็บฝึกอบรมสำหรับครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครพนม เขต 2 เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) คอมพิวเตอร์ฝึกอบรม (CBT : Computer Based Training) การสอนบนเว็บ (WBI : Web Based Instruction) เว็บฝึกอบรม (WBT : Web Based Training) หรือ e-Learning โดยผลการประเมินเว็บฝึกอบรมจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.10)

สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ พบว่า ค่า Meguigans Ratio ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษาที่ผ่านการอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ และการฝึกอบรมแบบปกติ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเมกยูแกนส์ แสดงว่าหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น และการฝึกอบรมแบบปกติ มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจาก มีบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญตรงกับหัวข้ออบรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ร่วมจัดทำเนื้อหา ถ่ายทอดความรู้ และสร้างสรรค์สื่อการอบรม พร้อมทั้งมีเจ้าหน้าที่เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความชำนาญด้านการจัดการสื่อการเรียนผ่านระบบออนไลน์คอยให้คำปรึกษาอยู่เสมอ ทำให้สื่อและเนื้อหาการอบรมมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ฝึกอบรมออนไลน์ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับวรานันท์ อิศรปริดา (2564) ได้พัฒนาบทเรียนแสงรู้บนเว็บผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ในวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในสถานศึกษา พบว่า ค่า Meguigans Ratio ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนนี้มีค่าเท่ากับ 1.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ แสดงว่าบทเรียน แสงรู้บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และยังสอดคล้องกับฤทัย ประทุมทอง (2563) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 1.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การหาคุณภาพของเมกยูแกนส์ เนื่องจากได้มีการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้อย่างดี และผู้สอนสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของนักศึกษากลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าระบบการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเสมือนห้องเรียนจริง โดยใช้โปรแกรม Moodle ซึ่งผู้เรียนสามารถเปิดดูเอกสารประกอบการเรียนการสอนควบคู่กับวิดีโอคลิป เพื่อศึกษาได้ด้วยตนเอง รวมถึงมีกระดานข่าวสำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนได้ตลอดเวลา สามารถช่วยส่งเสริมทักษะทางความรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาการเรียนได้ อันจะนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของตนเองในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) โดยใช้เทคโนโลยีมีเดียเชิงปฏิสัมพันธ์ เน้นการสร้างความรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Active Learning) และให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผู้เรียนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จและมีคุณภาพไปด้วย อีกทั้งการฝึกอบรมออนไลน์ยังสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ทบทวนบทเรียนได้บ่อยตามที่คุณเรียนสะดวก จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของฤชา รัตนศิลป์ และพิระพงษ์ พรหมจันทร์ (2564) ซึ่งศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมเครื่องกลของนักเรียนนายเรือ ด้วยบทเรียนออนไลน์โปรแกรม Moodle พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยผู้สอนบรรยายในห้องเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของธัญญธร เมธาลักษณ์ และคณะ (2562) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยโปรแกรม Moodle มีคะแนนผลการสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน

3. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมนักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีระดับความพึงพอใจไม่แตกต่างกับการอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการนำหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และนำข้อมูลนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อน

นำไปทดลองจริงสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พัลลภ สุวรรณฤกษ์ (2563) และ ภัทรา เรื่องสินัญญา (2557) พบว่า ผู้เข้ารับการศึกษาด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยกลุ่มที่เรียนผ่าน e-learning และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ มีระดับความพึงพอใจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากผู้เรียน และผู้สอน สามารถปรึกษาแลกเปลี่ยนระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยการสื่อสารผ่าน e-mail, web-board, chat (อภิญา ศรีจันทร์ และคณะ, 2557) เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในรายละเอียดแต่ละข้อของแบบสอบถาม พบว่า นักศึกษาพึงพอใจมากที่สุดในส่วนของการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรในการฝึกอบรมแบบปกติ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินภายในอาคาร และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ส่วนด้านอื่น ๆ มีความพึงพอใจในระดับมากทุกด้าน จะเห็นได้ว่าแม้นักศึกษาที่ฝึกอบรมออนไลน์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ แต่ในบางกิจกรรมนักศึกษายังมีความพึงพอใจกับการได้ฝึกทดลองปฏิบัติจริง โดยเฉพาะกิจกรรมที่จำเป็นต้องมีการฝึกทักษะร่วมขณะอบรม ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (blended learning) จึงเป็นแนวทางที่ควรนำมาพิจารณา ซึ่งอาจให้นักศึกษาฝึกอบรมด้วยระบบออนไลน์เพื่อสร้างความเข้าใจก่อน จากนั้นจึงเข้ารับการอบรมแบบปกติในพื้นที่เฉพาะหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องฝึกปฏิบัติในสถานที่จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับมุมมองใหม่ ๆ จากกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ และทักษะของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง (Lalima and Dangwal, 2017) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่มีอยู่ในการศึกษา และแสวงหาความรู้ได้จริง (Mitsikopoulon, 2018) อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจสูงขึ้นอีกด้วย (สุสันทา ยิ้มแย้ม และคณะ, 2558)

■ บทสรุปจากการวิจัย

หลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักศึกษากลุ่มทดลองที่อบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ฝึกอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักศึกษาพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีระดับความพึงพอใจไม่แตกต่างกับการอบรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ที่สร้างขึ้น จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการฝึกอบรมได้ แต่อาจพิจารณาการอบรมรูปแบบออนไลน์ผสมผสานกับการเรียนรู้แบบปกติ ในกิจกรรมที่มีการฝึกทดลองปฏิบัติจริงเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักศึกษาและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางความรู้สูงสุด

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

1. การอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ โดยใช้ระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS : Moodle) ของวิทยาเขตกาญจนบุรีนั้น ระบบจะออกใบประกาศนียบัตร (e-Certificate) ให้กับผู้อบรมหลังจากผ่านการอบรมได้ทันที โดยผู้อบรมสามารถบันทึกหรือส่งพิมพ์ใบประกาศนียบัตรได้ด้วยตนเอง แต่ยังไม่พบข้อจำกัดสำหรับผู้อบรมที่เข้าอบรมด้วยระบบปฏิบัติการ IOS ซึ่งไม่สามารถบันทึกหรือส่งพิมพ์ใบประกาศนียบัตรได้ โดยผู้ที่พบปัญหาดังกล่าวแอดมินระบบจะเป็นผู้ดำเนินการบันทึกใบประกาศนียบัตรและส่งให้ผู้อบรมต่อไป ดังนั้น หากมีการจัดอบรมด้วยหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ ผู้ดำเนินการควรทดสอบเข้า

ระบบอบรมผ่านทางระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบปัญหาและข้อจำกัดของระบบที่เลือกใช้ และแจ้งประชาสัมพันธ์ให้ผู้อบรมรับทราบเพื่อแนะนำระบบที่เหมาะสมสำหรับเข้าอบรมและระบบที่อาจเกิดปัญหาพร้อมชี้แจงแนวทางแก้ไข

2. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดอบรมรูปแบบออนไลน์ หากผู้เข้าอบรมมีอุปกรณ์และสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ดีแล้ว แต่หากระบบอินเทอร์เน็ตของส่วนกลางเกิดปัญหา ก็จะส่งผลให้การอบรมดำเนินไปอย่างไม่ราบรื่น ดังนั้น หน่วยงานจึงควรมีการดูแลระบบ Server ที่ดี ซึ่ง Server นับเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในระบบอินเทอร์เน็ตและในระบบเครือข่าย เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ไฟฟ้าควบคุมการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับ Server เช่น กรณีที่ไฟฟ้าตก หรือไฟฟ้าดับ ควรมีการติดตั้งระบบสำรองไฟที่ได้มาตรฐานและได้รับการตรวจสอบเป็นประจำว่าสามารถใช้งานทดแทนได้ทันที หากเกิดปัญหากับระบบไฟฟ้าหลัก เพื่อให้การจัดอบรมรวมถึงการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์อื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของผู้อบรมที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้ เช่น การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การอบรมให้ความรู้ก่อนทำโครงการวิจัย เป็นต้น โดยพิจารณารูปแบบที่สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

2. ควรมีการวิจัยติดตามผล (Follow Up) หลังการฝึกอบรมผ่านไป แล้ว ว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจ และสามารถเรียนรู้จากสื่อการอบรมที่นำเสนอไปอย่างถูกต้องหรือไม่ เพื่อทราบจุดบกพร่อง และนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

3. การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของสื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมต่อผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ของผู้อบรม เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยระบบ MOOC เทคโนโลยีจำลองโลกเสมือนจริง (VR) เป็นต้น

References

- กรกนก ยงค์โกชน. (2561). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ รายวิชาประวัติศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขาคะลาวิทยาคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- กองแผนงาน มหาวิทยาลัยมหิดล. (2564). แผนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล ระยะ 4 ปี พ.ศ. 2563-2566 (ฉบับทบทวน พ.ศ. 2564). นครปฐม : กองแผนงาน มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กาญจนา วัฒนาย. (2548). การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา.
- ชญาภา ศุภวรรค์, ฐิติชัย รักบำรุง และนคร ละลอกน้ำ. (2564). การพัฒนาชุดอบรมออนไลน์ เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัย สำหรับกลุ่มอำนวยการ โรงพยาบาลพระปกเกล้า. *วารสารสหวิทยาการสังคมศาสตร์และการสื่อสาร*, 4(2), 13-22.
- ชินพงษ์ ทีสุกะ และสมบุญ ช่างไชย. (2563). การพัฒนาเว็บไซต์ฝึกอบรมสำหรับครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครพนม เขต 2. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 17(76), 181-190.
- ธัญญธร เมธาลักษณ์, มธุวัลย์ ศรีคง, สุพัตรา สว่างกุล, เยาวลักษณ์ แก้วมณี, อติพร ดวงทอง และงามแข เวียงเวทย์. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของสื่อการสอนโปรแกรม Moodle เรื่องการใช้ direct phthalmoscope ในรายวิชาจักษุวิทยา หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. *เวชบัณฑิตศิริราช*, 12(3), 147-152.
- ธีรัช ราแพนเพชร. (2564). การพัฒนาความสามารถในการใช้สำนวนภาษาอังกฤษของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ผ่านชุดบทเรียนออนไลน์. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 41(2), 13-25.

- น้องนุช ธราดลรัตนากกร และณัฐพล รำไพ. (2563). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมออนไลน์ด้วยเทคโนโลยีมัลติมีเดียเชิงปฏิสัมพันธ์ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีของครูประจำการ. *วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 14(3), 247-260.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสพชัย พสุนนท์. (2557). ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามในการวิจัยเชิงปริมาณ. *วารสารปริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 27(1), 145-163.
- พัลลภ สุวรรณฤกษ์. (2563). การพัฒนาการฝึกอบรมออนไลน์แบบสอนงานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการสอนออนไลน์ กรณีศึกษานักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ภัทรา เรืองสินัญญา. (2557). ผลการเรียนรู้เรื่องบัญชีครัวเรือนผ่าน e-learning. *วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร*, 9(1), 86-97.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). เทคโนโลยีการศึกษาทางไกล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- ฤชา รัตนสีล และพีระพงษ์ พรหมจันทร์. (2564). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมเครื่องกลของนักเรียนนายเรือ ด้วยบทเรียนออนไลน์โปรแกรม Moodle. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 4(11), 38-53.
- ฤทัย ประทุมทอง. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับกระบวนการสอนแบบ MIAP รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 16(3), 110-121.
- วรานันท์ อิศรปริดา. (2564). การพัฒนาบทเรียนแสงรู้บนเว็บผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงประเมิน และพฤติกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษาครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 23(4), 330-342.
- ศยามน อินสะอาด. (2561). การออกแบบบทเรียน e-Learning เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน มหาวิทยาลัยมหิดล. (2564). นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2564. นครปฐม : ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุรชาติ อาจทรัพย์, ศิรประภา ชันคา และอภิภู สิทธิภูมิมงคล. (2558). ประสิทธิภาพผลการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Moodle สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา (กรณีศึกษาวิชา วทกพ 217 การนำเสนอสารสนเทศทางการกีฬา ปีการศึกษา 2556). *วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย*, 2(1), 81-89.
- สุสัณหา ยิ้มแย้ม, อำไพ จารุวัชรพาณิชย์กุล, จันทรรัตน์ เจริญสันติ, อภิรัช อินทรางกูร ณ อยุธยา, ปิยะนุช ชูโต และนางลักขณ์ เฉลิมสุข. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *พยาบาลสาร*, 42(ฉบับพิเศษ), 129-140.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2561). แผนอุดมศึกษาระยะยาว 20 ปี พ.ศ. 2561-2580. กรุงเทพมหานคร : บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

- อภิญา ศรีจันทร์, วีระ ไทยพานิช และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์. (2557). ผลการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพเคลื่อนไหว สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 13(3), 120-127.
- โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2558). คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Alibak M, Talebi H & Neshatdoost H. (2019). Development and Validation of a Test Anxiety Inventory for Online Learning Students. *Journal of Educators Online*. 16(2).
- Care E. (2018). Twenty-first century skills: From theory to action. In *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer Cham 2018: 3-17.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The Difference between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Retrieved November 15, 2021, from <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>.
- Lalima & Dangwal, K. L. (2017). Blended Learning: An Innovative Approach. *Universal Journal of Educational Research*. 5(1), 129-136.
- Mitsikopoulou, B. (2018). English and digital literacies unit 6.1: Introduction to Webquests. Greece: National and Kapodistrian, University of Athens.
- OECD. (2021). OECD Series on principles of good laboratory practice and compliance monitoring Number 1 (as revised in 1997). Retrieved 2 April 2021, from [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/mc/chem\(98\)17&doclanguage=en](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/mc/chem(98)17&doclanguage=en)
- OSHA. (2021). Hazard recognition & solutions: safety and health. Retrieved 2 April 2021, from https://www.osha.gov/SLTC/laboratories/hazard_recognition.html. <https://www.osha.gov/laboratories>