

โมเดลเชิงยืนยันสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

A Confirmatory Model of an Artificial Intelligence–Supported Learning Environment Influence Toward Learning Outcome of Teachers Professional Students

สุพจน์ อิงอาร*¹
Supot Ingard*¹
drsupt@hotmail.com*

ส่งบทความ 26 กันยายน 2568 แก้ไข 22 ตุลาคม 2568 ต่อบรับ 24 ตุลาคม 2568
Received: September 26, 2025 Revised: October 22, 2025 Accepted: October 24, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ระดับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู (2) ยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู และ (3) ยืนยันโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเป็นนักศึกษาวิชาชีพครูในระดับปริญญาตรีในสถาบันอุดมศึกษาที่ตั้งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 528 คน ด้วยการเลือกแบบหลายขั้นตอน มีแบบสอบถามที่มีโครงสร้างเป็นเครื่องมือการวิจัยที่ผ่านการหาคุณภาพด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย และความเชื่อมั่น ข้อมูลที่รวบรวมได้ผ่านการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ และความโด่ง และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการพัฒนาโมเดลสมการเชิงโครงสร้างแบบความแปรปรวนร่วม

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ที่มีอายุเฉลี่ย 20 ปี ศึกษาอยู่ปี 4 และสาขาประถมศึกษา โดยข้อมูลจากการวิจัย พบว่า (1) นักศึกษามีความเห็นเชิงบวกในระดับมากทั้งต่อสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัล พลิกผันและการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ ในขณะที่ผลลัพธ์การเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาได้รับประโยชน์จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าว (2) โมเดลการวัดทุกตัวแปรมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\text{Chi-square/df} \leq 5.00$, $\text{SRMR} \leq 0.05$, $\text{RMSEA} \leq 0.08$, $\text{CFI} \geq 0.90$, $\text{IFI} \geq 0.90$, และ $\text{TLI} \geq 0.90$) ซึ่งบ่งชี้ว่าตัวแปรสังเกตได้ใช้วัดและอธิบายความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝงได้จริงและเหมาะสม และ (3) ผลการวิจัยได้ยืนยันว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\text{Chi-square/df} \leq 5.00$, $\text{SRMR} \leq 0.05$, $\text{RMSEA} \leq 0.08$, $\text{CFI} \geq 0.90$, $\text{IFI} \geq 0.90$, และ $\text{TLI} \geq 0.90$) โดยพบว่า สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัล พลิกผัน และการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ในแบบผสมผสานมีผลกระทบโดยตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้

*ผู้ประพันธ์สันทก (corresponding author)

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

¹ Department of Educational Technology, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

นอกจากนี้ การวิจัยยังพบว่า แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ยังทำหน้าที่เป็นตัวแปรคั่นกลางแบบคู่ขนาน โดยส่งอิทธิพลทางอ้อมจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผันไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาได้

คำสำคัญ: โมเดลเชิงยืนยัน, สภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน, แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์, ผลลัพธ์การเรียนรู้, นักศึกษาวิชาชีพครู

Abstract

This quantitative research was aimed to 1) study the level of artificial intelligence-supported learning environment and learning outcome of the teachers' professional students, 2) confirm the measurement for model of artificial intelligence-supported learning environment and learning outcome of the teachers' professional students, and 3) confirm the model of artificial intelligence-supported learning environment and learning outcome of the teachers' professional students. The 528 samples of this research were the teachers' professional students in the area of Bangkok and perimeters, derived from multi-stage sampling. The research instrument was structured questionnaire qualified by index of the item objective congruence and reliable for the data collection. Data for descriptive statistics was analyzed by frequency, percentage, mean, standard deviation, skewness and kurtosis. The data for inferential statistics was analyzed by confirmatory factor analysis, and Covariance-based structure equation modeling analysis.

The research findings revealed that; Mostly samples were female, studying in the 4th year, age average was 20, majored in primary education program. The research findings showed that (1) The opinion of teachers' professional students toward the artificial intelligence-supported learning environment was at the level of "much" whereas the opinion on learning outcome was at the level of "most" that reflected the benefit of the students who used this model. (2) The model measurement of all variable was harmonized to the empirical data ($\text{Chi-square/df} \leq 5.00$, $\text{SRMR} \leq 0.05$, $\text{RMSEA} \leq 0.08$, $\text{CFI} \geq 0.90$, $\text{IFI} \geq 0.90$, and $\text{TLI} \geq 0.90$) which indicated the observed variables can described the relation with latent variable appropriately. (3) The confirmatory model of artificial intelligence-supported learning environment was harmonized to the empirical data ($\text{Chi-square/df} \leq 5.00$, $\text{SRMR} \leq 0.05$, $\text{RMSEA} \leq 0.08$, $\text{CFI} \geq 0.90$, $\text{IFI} \geq 0.90$, and $\text{TLI} \geq 0.90$) and found the disruptive digital learning environment and the platform of artificial intelligence blended had directly affected the learning outcome. Moreover, the research also found that the artificial intelligence platform acted as parallel mediator by influencing indirectly from disruptive digital learning environment to learning outcome. The research finding showed the application of artificial intelligence was able to enhance the learning effective for the teachers' professional students.

Keyword: Confirmatory Model, Disruptive Digital Learning Environment, Artificial Intelligence Platform, Learning Outcome, Teachers Professional Students

บทนำ

สืบเนื่องจากผลงานวิจัยของ สุพจน์ อิงอาจ (2568) ที่ศึกษาวิจัยถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนแบบดิจิทัลพลิกผันต่อผลลัพธ์การเรียนรู้สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู ได้สำรวจพบองค์ความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดิจิทัลพลิกผันที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูทั้งทางตรงและทางอ้อม ที่ได้สร้างเป็นโมเดลเฉพาะเจาะจงของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู ได้แก่ (1) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันเกี่ยวกับความรู้และทักษะ (2) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (3) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (4) ช่องทางการเรียนรู้แบบผสมผสาน และ (5) ช่องทางการเรียนรู้แบบดิจิทัล

จากความเป็นมาดังกล่าวนี้เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยที่มีรายละเอียดเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ ในที่นี้ผู้วิจัยจึงเรียกปัจจัยสาเหตุดังกล่าวว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งหมายรวมถึง (1) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน และ (2) ช่องทางการเรียนรู้ ซึ่งในงานวิจัยนี้เรียกช่องทางการเรียนรู้เหล่านี้ว่า แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่มีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้กันมากขึ้น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้นักศึกษาเกิดผลลัพธ์ที่ดีมากยิ่งขึ้น

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์นับเป็นการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรายบุคคลที่เนื้อหาสามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการลดภาระงานของผู้สอน ช่วยในการบริหารจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ผู้สอนมีเวลาในการพัฒนาการสอนเพื่อสร้างองค์ความรู้ ทักษะและทัศนคติของผู้เรียนที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน (EDUCAUSE, 2021; LinkedIn, 2024; SEO, Sandwich, 2024) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้จะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังกล่าวแล้ว ก็ยังพบว่าในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

ความพร้อมของผู้สอน บุคลากร สถานศึกษาที่ยังอาจจะขาดความพร้อมที่ไม่ได้รับการจัดอบรม หรือเตรียมบุคลากรในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอน ซึ่งนับเป็นสิ่งที่ท้าทายต่อการจัดการศึกษาที่จะส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน คือ (1) ความรู้ (2) ทักษะ (3) จริยธรรม และ (4) ลักษณะบุคคล ที่นักศึกษาวิชาชีพครูพึงต้องมีในทุกสาขาวิชา (คณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา, 2565)

การส่งเสริมสนับสนุนเพื่อพัฒนาผู้เรียนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ยังคงเผชิญกับสภาพปัญหาที่สำคัญ เช่น ความวิตกกังวลของผู้สอนถึง 65% ว่าผู้เรียนจะไม่เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง หรือใช้ปัญญาประดิษฐ์ทำงาน หรือลอกงานให้แก่ตนเอง และการใช้ปัญญาประดิษฐ์มากเกินไปจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนลดลง การละเมิดข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ประวัติการเรียน หรือพฤติกรรมกรเรียน 42% และความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงปัญญาประดิษฐ์ของผู้เรียนถึง 30% ตลอดจน การศึกษาอบรมยังไม่เพียงพอและทั่วถึง 45-48% (AIPRM, 2024)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว เป็นความท้าทายในการพัฒนาการเรียนการสอนด้วยปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาทุกระดับ ซึ่งปัจจุบันแนวโน้มในการเรียนการสอนด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่เติบโตขึ้น ประกอบกับผู้เรียนที่มีความสนใจ กระตือรือร้น และต้องการเรียนปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง (Generative AI) ในประเทศไทยเพิ่มขึ้น 32% เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของเอเชียแปซิฟิก 132% และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยทั่วโลก 195% (ผู้จัดการออนไลน์, 2568)

ดังนั้นจากที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงความสำคัญและเป็นสิ่งใหม่ที่เป็นความต้องการที่ท้าทายในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจสำรวจถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้โดยอิทธิพลดังกล่าวสามารถที่จะส่งผลได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยส่งผลอ้อมผ่านทางช่องทางการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร ทั้งนี้ผลการวิจัยเชิงสำรวจได้พบแล้วว่าเป็นเช่นนั้นจริง (สุพจน์ อิงอาจ, 2568) ผู้วิจัยจึงสนใจนำผลการวิจัยที่ได้จากการทำเชิงสำรวจมาเป็นโมเดลอีกครั้งเพื่อยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้ชื่อโมเดลว่า โมเดลเชิงยืนยันสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์

ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่จากกลุ่มประชากรเดิม เพื่อผลของการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้องค์ความรู้ที่ค้นพบจากงานวิจัยครั้งก่อนนั้นได้รับการยืนยันว่าเป็นจริง หรือจะเป็นการหักล้างผลของการวิจัยครั้งก่อน เพื่อนำไปสู่ประโยชน์ทั้งในวงวิชาการวิชาชีพครู และวงการศึกษาของสาขาเทคโนโลยีการศึกษา ตลอดจนเป็นแนวทางของการทำวิจัยที่นำไปสู่การสร้างแนวคิดและทฤษฎีได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู
2. เพื่อยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู
3. เพื่อยืนยันโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

ขอบเขตการวิจัย

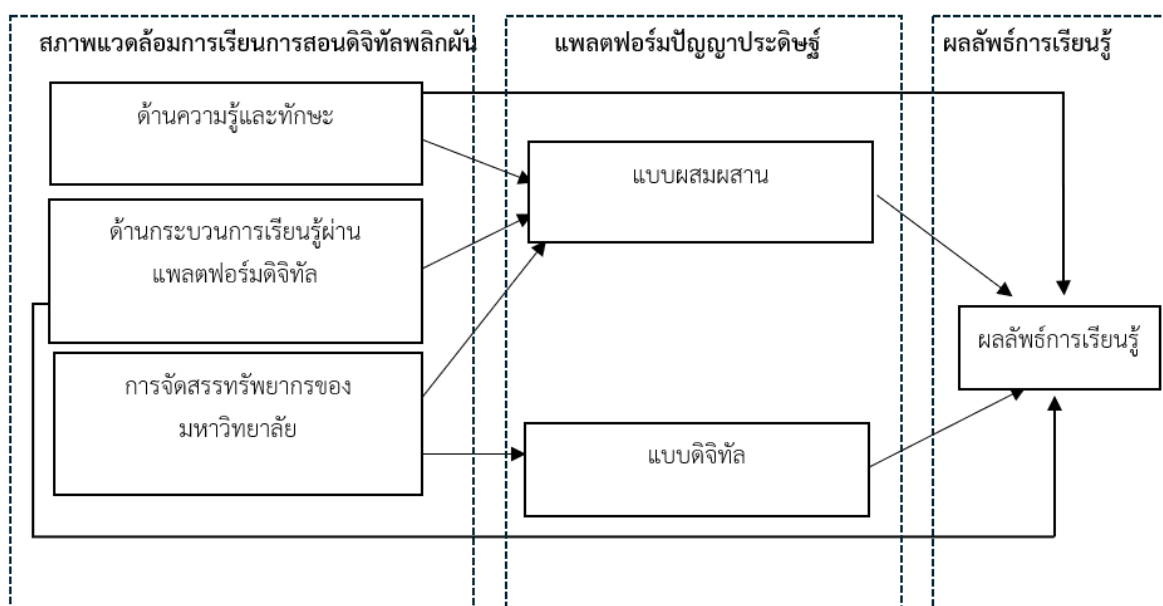
1. ประชากร และตัวอย่าง
ประชากรในงานวิจัยคือ นักศึกษาวิชาชีพครูระดับปริญญาตรีในสถาบันอุดมศึกษาที่ตั้งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเลือกมาจำนวน 528 คน ด้วยการเลือกหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling)
2. ตัวแปร
งานวิจัยนี้กำหนดและจำแนกตัวแปรเป็น
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือ สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน ที่ประกอบด้วย ด้านความรู้และทักษะ ด้านกระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย
 - 2.2 ตัวแปรต้นกลาง คือ แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ ที่ประกอบด้วย ช่องทางแบบผสมผสาน และช่องทางแบบดิจิทัล
 - 2.3 ตัวแปรตาม คือ ผลลัพธ์การเรียนรู้
3. นิยามศัพท์เฉพาะ
 - 3.1 ผลลัพธ์การเรียนรู้ หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ได้จากการศึกษาฝึกอบรม

หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการฝึกปฏิบัติ หรือการเรียนรู้จริงในที่ทำงานระหว่างการศึกษาระดับต้นเป็นคุณลักษณะทางความรู้ ทักษะ จริยธรรม และลักษณะบุคคล โดยวัดจากแบบสอบถามการวิจัยที่มีการวัด 6 ระดับ ได้แก่ 0 คือ ไม่มี 1 คือ มีน้อยที่สุด 2 คือ มีน้อย 3 คือ มีปานกลาง 4 คือ มีมาก และ 5 คือ มีมากที่สุด

3.2 สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนแบบดิจิทัลพลิกผัน หมายถึง สภาพการณ์ที่เป็นจริงตามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อความรู้และทักษะ กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และ การจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย โดย (1) ความรู้และทักษะ หมายถึง ความเป็นจริงของผู้เรียนที่ได้รับความรู้ และทักษะจากการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัลพลิกผัน (2) กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล หมายถึง ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการกระตุ้นของผู้สอนที่มีต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้แพลตฟอร์มผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล การใช้แพลตฟอร์มผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ การใช้แอปพลิเคชัน การใช้สื่อการเรียนการสอนและการทำกิจกรรม ตลอดจนการประเมินแบบออนไลน์ และ (3) การจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย หมายถึง การรับรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับกานสนับสนุนเอกสารตำรา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ระบบอินเทอร์เน็ต การฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการสนับสนุนการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลให้แก่นักศึกษา โดยวัดจากแบบสอบถามการวิจัยที่มีการวัด 6 ระดับ ได้แก่ 0 คือ ไม่มี 1 คือ มีน้อยที่สุด 2 คือ มีน้อย 3 คือ มีปานกลาง 4 คือ มีมาก และ 5 คือ มีมากที่สุด

3.3 แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ หมายถึง การใช้วิธีการเข้าสู่เนื้อหาการเรียนของนักศึกษา ที่ประกอบด้วย ช่องทางแบบผสมผสาน และ ช่องทางแบบดิจิทัล โดย (1) ช่องทางแบบผสมผสาน หมายถึง วิธีการเรียนด้วย e-Learning, Mobile Learning และ Distance Learning/Hybrid Learning และ (2) ช่องทางแบบดิจิทัล หมายถึง วิธีการเรียนด้วย Deep Learning, Micro Learning, Streaming Learning, on demand Learning และ Block chain Learning โดยวัดจากแบบสอบถามการวิจัยที่มีการวัด 6 ระดับ ได้แก่ 0 คือ ไม่มี 1 คือ มีน้อยที่สุด 2 คือ มีน้อย 3 คือ มีปานกลาง 4 คือ มีมาก และ 5 คือ มีมากที่สุด

โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ 1–3 และทดสอบสมมติฐาน โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรในงานวิจัยคือ นักศึกษาวิชาชีพครูระดับปริญญาตรีในสถาบันอุดมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลโดยงานวิจัยนี้มุ่งไปสู่การยืนยันโมเดล ซึ่งจะต้องใช้วิธีการวิเคราะห์โมเดลเชิงยืนยันที่ใช้แนวคิด Covariance-Based SEM หรือ การพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างแบบความแปรปรวนร่วม ที่ Hair et al. (2010) ได้เสนอแนะไว้ว่า งานวิจัยที่ใช้ CB-SEM เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นควรมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่าจำนวนความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งคำนวณจาก $\frac{p(p+1)}{2}$ เมื่อ p คือจำนวนตัวแปรสังเกตได้ และเมื่อคำนวณตามสูตรแล้วจะต้องมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 528 ตัวอย่าง ดังนั้นงานวิจัยจึงกำหนดแผนการเก็บตัวอย่างจำนวน 528 คน และเลือกตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ซึ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2568

2. เครื่องมือการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้างที่พัฒนาตามนิยามเชิงปฏิบัติของตัวแปร จากงานวิจัยของ สุพจน์ อิงอาจ (2568) จำนวน 4 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนแบบดิจิทัลพลิกผัน (3) การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ และ (4) ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู โดยข้อคำถามในส่วนที่ 2–4 เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับ 0 คะแนน (ไม่มี) ระดับ 1 คะแนน (น้อยที่สุด) จนถึงระดับ 5 คะแนน (มากที่สุด) และแบบสอบถามฉบับนี้ได้ประเมินคุณภาพซ้ำอีกครั้งโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC)

ปรากฏว่า ทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 1.00 ก่อนจะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักศึกษาวิชาชีพครู จำนวน 30 คนเพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ซึ่งได้ผลว่าแบบสอบถามส่วนที่ 2 จำนวนรวม 15 ข้อมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.836 แบบสอบถามส่วนที่ 3 จำนวน 8 ข้อมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.819 และแบบสอบถามส่วนที่ 4 จำนวน 9 ข้อมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.888 ทั้งนี้แบบสอบถามที่ใช้มีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.70 (Cronbach, 1990) แสดงว่าเป็นแบบสอบถามที่มีคุณภาพ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเข้าซื้อโปรแกรม SmartPLS v 4.1.1.5 แบบรายเดือนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) วิเคราะห์ระดับตัวแปรเดียว (Univariate analysis) ด้วยการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยสถิติเชิงพรรณนา (ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และ ตรวจสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลด้วยค่าความเบ้และความโด่ง (2) วิเคราะห์ระดับตัวแปรสองตัว (Bi-variate analysis) ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (3) วิเคราะห์ระดับหลายตัวแปร (Multi-variate analysis) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และ ทดสอบสมมติฐานด้วยแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (SEM) ตามแนวทาง Covariance-Based (CB-SEM) ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สำหรับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ ใช้เกณฑ์ที่แนะนำโดยบุษุม ศรีสะอาด (2556) ด้วยการหาอันตรภาคชั้นจากค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุดและแบ่งเป็น 6 ระดับได้ระยะห่างแต่ละชั้นเท่ากับ 0.84 ดังนั้นกำหนดเกณฑ์เป็นค่าเฉลี่ย 0.00–0.84, 0.85–1.68, 1.69–2.52, 2.53–3.36, 3.37–4.20, และ 4.21–5.00 ให้มีความหมายเป็น ไม่มีเลย น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และ มากที่สุด ตามลำดับ และกำหนดดัชนีที่ใช้ประเมินความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนี้ $\text{Chi-square/df} \leq 5.00$, $\text{SRMR} \leq 0.05$, $\text{RMSEA} \leq 0.08$, $\text{CFI} \geq 0.90$, $\text{NFI} \geq 0.90$, และ $\text{TLI} \geq 0.90$ (อภิญา อิงอาจ, 2565)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวอย่างจำนวน 528 คนเป็นนักศึกษาวิชาชีพครูในระดับปริญญาตรี ในปีการศึกษา 2568 ในสถาบันอุดมศึกษาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่าเป็นผู้หญิงจำนวน 357 คน (ร้อยละ 67.60) สำหรับอายุของตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างอายุน้อยที่สุด คือ 17 ปี อายุมากที่สุด 32 ปี โดยมีอายุเฉลี่ยที่ 20.78 ปี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.16 ปี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 184 คน (ร้อยละ 34.8) ในส่วนของสาขาวิชาของตัวอย่าง พบว่ามีความหลากหลายในสาขาวิชาที่เรียน โดยส่วนใหญ่ของตัวอย่าง พบว่ากำลังศึกษาในสาขาการประถมศึกษา จำนวน 177 คน (ร้อยละ 33.5) นอกจากนี้ยังมีสาขาพลศึกษา สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาการศึกษาปฐมวัย สาขานาฏศิลป์ไทยศึกษา สาขาพาณิชยศาสตร์ศึกษา ภาษาจีน ภาษาไทย วิทยาศาสตร์-เคมี วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ทั่วไป การสอนภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา คอมพิวเตอร์ศึกษา เป็นต้น

สำหรับการประเมินการแจกแจงปกติของข้อมูลจากแบบสอบถามจำนวนรวมทั้งสิ้น 32 ข้อ ที่ใช้วัดตัวแปรแฝงแต่ละตัวแปรในกรอบแนวคิดการวิจัย ด้วยค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่า มีค่าความเบ้ตั้งแต่ -0.866 ถึง -0.0279 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ระหว่าง ± 1.00 และมีค่าความโด่งตั้งแต่ -0.820 ถึง 1.310 ซึ่งอยู่ระหว่าง ± 1.50 แสดงว่าข้อมูลมีความกระจายแบบปกติ (Schumacker & Lomax, 2010) ดังนั้นข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า มีการแจกแจงเป็นปกติ จึงมีความเหมาะสมในการใช้วิธี CB-SEM ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สำหรับผลการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย มีรายละเอียด ดังส่วนที่ 1–3 ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระดับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับค่าเฉลี่ย และผลการประเมินการแจกแจงปกติของตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO)

ตัวแปร	Mean	S.D.	ระดับ
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO)	4.271	0.506	มากที่สุด
ความรู้และทักษะ (KNOW)	4.330	0.551	มากที่สุด
กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (PLAT)	4.276	0.547	มากที่สุด
การจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (PRO)	4.162	0.670	มาก
แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI)	3.979	0.657	มาก
ช่องทางแบบผสมผสาน (CHANMIX)	4.149	0.640	มาก
ช่องทางแบบดิจิทัล (CHANDIGI)	3.877	0.784	มาก
ผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT)	4.241	0.563	มากที่สุด

ผลการศึกษาระดับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู ปรากฏดังตารางที่ 1 ที่แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาวิชาชีพครูรับรู้ถึงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.271, SD.=0.506) ซึ่งเมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อย พบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูมีความรู้-ทักษะต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผันอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.330, SD.=0.551) มีกระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (PLAT) อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.276, SD.=0.547) และรับรู้ถึงการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัยอยู่ในระดับมาก (Mean=4.162, SD.=0.670) และเมื่อพิจารณาถึงการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) ของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า อยู่ในระดับมาก (Mean=3.979, SD.=0.657) และรายองค์ประกอบย่อยก็มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยนักศึกษาใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) แบบผสมผสาน (Mean=4.149, SD.=0.640) สูงกว่าแบบดิจิทัล (Mean=3.877, SD.=0.784) สุดท้ายคือผลลัพธ์การเรียนรู้จากการประเมินตนเองของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.241, SD.=0.563)

ส่วนที่ 2 ผลการยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

ก่อนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อประเมินความกลมกลืนระหว่างโมเดลการวัดแต่ละโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r) ของข้อมูลจากตัวแปรสังเกตได้ของแต่ละโมเดลการวัดตัวแปรแฝงแล้ว พบว่า

1) ข้อมูลจากข้อคำถามจำนวน 15 ข้อที่ใช้วัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ที่ประกอบด้วยตัวแปรย่อย 3 ด้านได้แก่ ด้านความรู้และทักษะ (KNOW) จำนวน 7 ข้อ ด้านกระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (PLAT) จำนวน 4 ข้อ และ ด้านการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (PRO) จำนวน 4 ข้อ ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีความสัมพันธ์แบบ Bi-variate จำนวนทั้งหมด 105 คู่ พบทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อกันทางบวก ($0.252 \leq r \leq 0.740$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

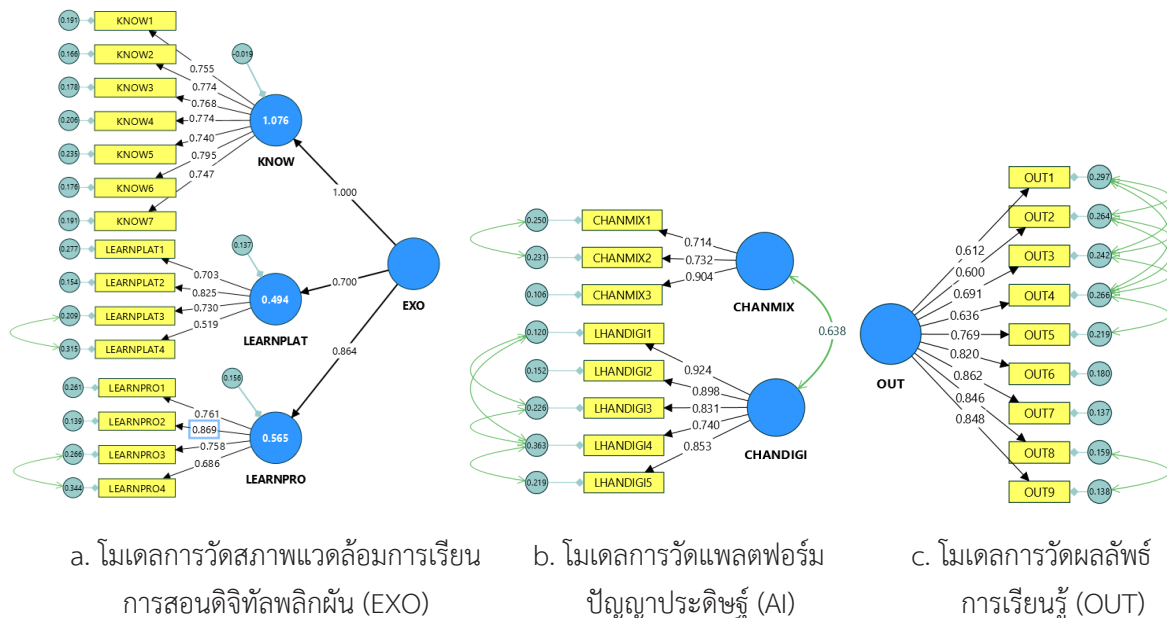
2) ข้อมูลจากข้อคำถามจำนวน 8 ข้อที่ใช้วัดตัวแปรแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ประกอบด้วยตัวแปรย่อย 2 ด้านได้แก่ ช่องทางแบบผสมผสาน (CHANMIX) จำนวน 3 ข้อ และ ช่องทางดิจิทัล (CHANDIGI) จำนวน 5 ข้อ

ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีความสัมพันธ์แบบ Bi-variate จำนวนทั้งหมด 28 คู่ พบทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อกันทางบวก ($0.361 \leq r \leq 0.834$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

3) ข้อมูลจากข้อคำถามจำนวน 9 ข้อที่ใช้วัดตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีความสัมพันธ์แบบ Bi-variate จำนวนทั้งหมด 36 คู่ พบทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่อกันทางบวก ($0.482 \leq r \leq 0.791$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อรายงานผลการวิจัยในส่วนนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อมุ่งทดสอบสมมติฐานการวิจัย 3 ข้อ ได้แก่
H1a โมเดลการวัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผันมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์
H1b โมเดลการวัดแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์
H1c โมเดลการวัดผลลัพธ์การเรียนรู้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันทั้งแบบลำดับที่หนึ่ง (First order confirmatory factor analysis) และลำดับที่สอง (Second order confirmatory factor analysis) ปรากฏดังภาพที่ 2 และ ตารางที่ 2 หมายเหตุ:



ภาพที่ 2 โมเดลการวัดตัวแปรแฝง

ตารางที่ 2 ผลการยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

ดัชนี เกณฑ์	Chi-square/df	SRMR	RMSEA	CFI	NFI	TLI	ความ กลมกลืน
โมเดลการวัด EXO	≤ 5.00	≤ 0.05	≤ 0.08	≥ 0.90	≥ 0.90	≥ 0.90	✓
โมเดลการวัด AI	4.087	0.048	0.076	0.943	0.927	0.930	✓
โมเดลการวัด OUT	4.399	0.033	0.080	0.985	0.980	0.969	✓
	4.378	0.020	0.080	0.981	0.980	0.969	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลที่ปรากฏดังภาพที่ 2 และตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า

1) โมเดลการวัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า สมมติฐานการวิจัย 1a ยังคงได้รับการสนับสนุนว่าเป็นจริง และโมเดลการวัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) เป็นโมเดลการวัดแบบลำดับที่สอง (2 order CFA) ซึ่งให้ความหมายว่า ตัวแปรย่อย 3 ด้านได้แก่

ด้านความรู้และทักษะ (KNOW) ด้านกระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (PLAT) และ ด้านการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (PRO) ไม่อาจแยกจากกันได้อย่างอิสระ อีกทั้งเมื่อพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ลำดับที่สอง ปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composite Reliability: CR.) เท่ากับ 0.896 และค่าความแปรปรวนที่สกัดได้โดยเฉลี่ย (Average Variance Extracted: AVE) เท่ากับ 0.745 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ต่ำกว่า 0.70 และ 0.50 ตามลำดับ แสดงว่า ข้อคำถามจำนวน 15 ข้อที่นำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ตัวแปรแฝงย่อยทั้ง 3 ตัวนั้น และตัวแปรแฝงย่อยทั้ง 3 ตัวก็เป็นองค์ประกอบร่วมของโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) เป็นการยืนยันว่า โครงสร้างการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) เป็นดังภาพที่ 2a

2) โมเดลการวัดแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นโมเดลลำดับที่หนึ่ง ซึ่งเป็นแบบการวิเคราะห์ที่ให้ตัวแปรแฝงย่อยทั้ง 2 ตัว ได้แก่ ช่องทางแบบผสมผสาน (CHANMIX) และ ช่องทางดิจิทัล (CHANDIGI) มีความสัมพันธ์ต่อกันไม่สูงมากนัก ดังนั้นจึงไม่อาจรวมตัวกันเป็นแบบขั้นกว่า หรือ Higher order ได้ และพบว่า โมเดลการวัดแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) ลำดับที่หนึ่งนี้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า สมมติฐานการวิจัย 1b ได้รับการสนับสนุนว่าเป็นจริง อีกทั้งเมื่อพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ประกอบด้วย ช่องทางแบบผสมผสาน (CHANMIX) จำนวน 3 ข้อบ่งชี้ และช่องทางดิจิทัล (CHANDIGI) จำนวน 5 ข้อบ่งชี้ มีความตรงเชิงโครงสร้าง เนื่องจากมีค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composite Reliability: CR.) (CHANMIX = 0.798, CHANDIGI = 0.924) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70 และค่าความแปรปรวนที่สกัดได้โดยเฉลี่ย (Average Variance Extracted: AVE) (CHANMIX = 0.621, CHANDIGI = 0.725) ซึ่งสูงกว่า 0.50 ตามลำดับ

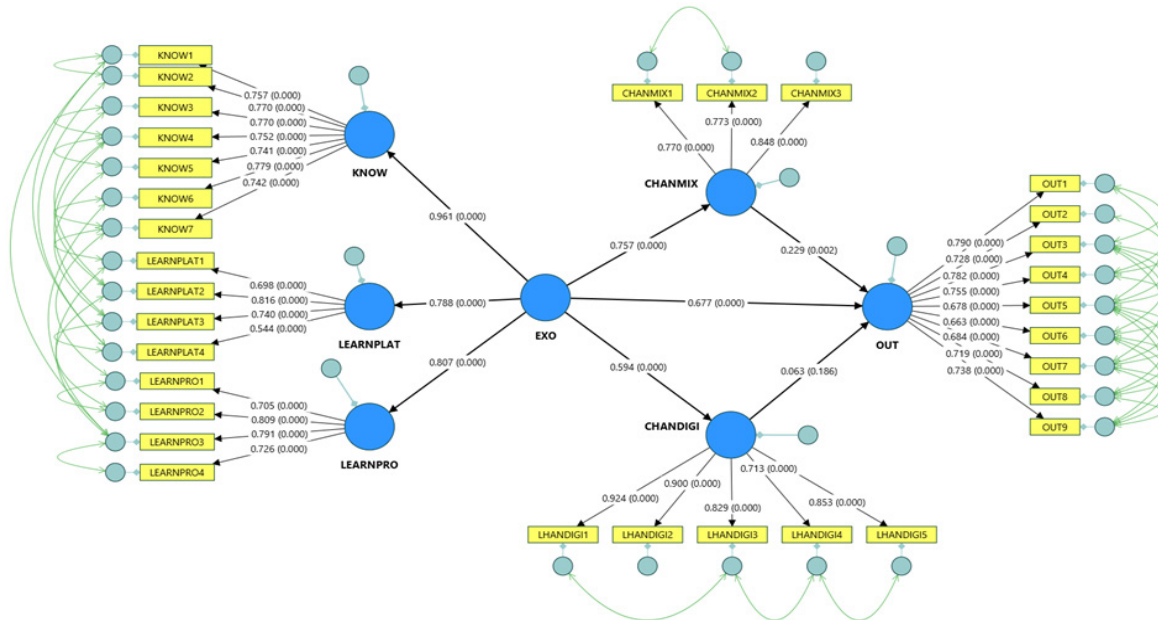
3) โมเดลการวัดผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) เป็นโมเดลลำดับที่หนึ่ง โดยพบว่า มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า สมมติฐานการวิจัย 1c ได้รับการสนับสนุนว่าเป็นจริง และเมื่อพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ลำดับที่หนึ่ง ปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composite Reliability: CR.) เท่ากับ 0.873 และค่าความแปรปรวนที่สกัดได้โดยเฉลี่ย (Average Variance Extracted: AVE) เท่ากับ 0.562 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ต่ำกว่า 0.70 และ 0.50 ตามลำดับ แสดงว่า ข้อคำถามจำนวน 9 ข้อที่นำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) นั้นเป็นโครงสร้างร่วมของโมเดลการวัดตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) นั้นเอง

ส่วนที่ 3 ผลการยืนยันโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อมุ่งทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่กล่าวว่า โมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling : SEM) ประเภทความแปรปรวนร่วมเป็นฐาน (Covariance Based) หรือ CB-SEM และนอกเหนือจากการทดสอบสมมติฐานการวิจัยดังกล่าวแล้ว หากผลการวิเคราะห์พบว่า โมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยก็ได้มุ่งทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติม ดังนี้

- H2a สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ส่งอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT)
- H2b สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ส่งอิทธิพลทางตรงต่อการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบผสมผสาน (CHANMIX)
- H2c สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ส่งอิทธิพลทางตรงต่อการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบดิจิทัล (CHANDIGI)
- H2d การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบผสมผสาน (CHANMIX) ส่งอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT)
- H2e การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบดิจิทัล (CHANDIGI) ส่งอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT)

H2f สภาพแวดล้อมการเรียนรู้การสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ส่งอิทธิพลทางอ้อมต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ผ่านแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI)
 ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น ปรากฏดังภาพที่ 3 และตารางที่ 3 ดังนี้



Chi-square/df = 3.162, SRMR = 0.052, RMSEA = 0.064, CFI = 0.929, NFI = 0.900 และ TLI = 0.915

ภาพที่ 3 โมเดลเชิงยืนยันสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้

ผลที่ปรากฏดังภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า โมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ หลังจากมีการปรับให้ตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มตัวแปรเดียวกันมีความสัมพันธ์ต่อกัน ($\leftrightarrow$) พบว่า มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า สมมติฐานการวิจัยได้รับการสนับสนุนว่าเป็นจริง และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานที่ต่อเนื่องตามมา ได้แก่ H2a – H2f เป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

สมมติฐาน	Effect		SE	t test	P value	ผล
	Standardized	Unstandardized				
H2a: EXO -> OUT	0.677	0.755	0.091	8.283	0.000***	เป็นจริง
H2b: EXO -> CHANMIX	0.757	0.855	0.069	12.427	0.000***	เป็นจริง
H2c: EXO -> CHANDIGI	0.594	1.019	0.090	11.303	0.000***	เป็นจริง
H2d: CHANMIX -> OUT	0.229	0.227	0.074	3.061	0.002**	เป็นจริง
H2e: CHANDIGI -> OUT	0.063	0.041	0.031	1.310	0.191	ไม่เป็นจริง
H2f: EXO -> AI -> OUT	0.211	0.235	0.068	3.473	0.001**	เป็นจริง

Chi-square/df = 3.162, SRMR = 0.052, RMSEA = 0.064, CFI = 0.929, NFI = 0.900 และ TLI = 0.915

p-value < 0.01, *p-value < 0.001

ผลการทดสอบสมมติฐาน H2a–H2f ที่ปรากฏดังตารางที่ 3 บ่งชี้ว่า ภายใต้สภาพที่เป็นจริงของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูมีผลโดยตรงมาจาก (1) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ที่ประกอบด้วยความรู้และทักษะ (KNOW) กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (PLAT) และการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (PRO) และ (2) การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบผสมผสาน (CHANMIX) และ พบว่า การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบดิจิทัล (CHANDIGI) ไม่ได้ส่งอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ของนักศึกษาวิชาชีพครู หากแต่เมื่อพิจารณาบทบาทของแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่หมายรวมถึง การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบผสมผสาน (CHANMIX) และ แบบดิจิทัล (CHANDIGI) พบว่า มีบทบาทเป็นตัวแปรคั่นกลางแบบคู่ขนาน (Parallel mediator) ระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) กับผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ของนักศึกษาวิชาชีพครู (สมมติฐาน 2f) ที่พบว่าได้รับการสนับสนุนว่าเป็นจริง จึงให้ความหมายต่อผลการวิจัยในครั้งนี้ว่า การที่อิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (EXO) ที่นอกเหนือจะส่งผลโดยตรงไปถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ของนักศึกษาแล้ว ยังสามารถส่งอิทธิพลทางอ้อมได้อีกโดยอาศัยช่องทางแบบผสมผสาน (CHANMIX) และ ด้านช่องทางดิจิทัล (CHANDIGI) ที่เปรียบเป็นแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ (AI) สำหรับการเรียนรู้ในการส่งผลให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ (OUT) ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครูได้มากขึ้น และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน และแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์เป็นปัจจัยสาเหตุร่วมที่ทำให้ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูแปรปรวนได้ร้อยละ 81.30 ($R^2 = 0.813$) และเหลืออีกร้อยละ 18.7 เป็นผลอันเนื่องมาจากปัจจัยอื่น ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยในงานนี้เป็นการยืนยันข้อค้นพบว่า โมเดลหรือแบบจำลองสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วย ปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้โมเดลนี้เป็นผลที่ได้มาจากการค้นหาความเป็นสาเหตุและผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู ซึ่งเป็นงานวิจัยของ สุพจน์ อิงอาจ (2568) ที่ได้ตัวแปรแฝงจากการจัดตัวแปรสังเกตได้ใหม่จากงานวิจัยครั้งที่แล้ว ดังนั้นงานวิจัยนี้ที่ไดรวรรณข้อมูลใหม่ภายใต้บริบทเดิม เพื่อนำข้อมูลมายืนยันสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ระดับสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันอยู่ระดับมากที่สุด การใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์อยู่ระดับมาก และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่านักศึกษาวิชาชีพครูได้รับผลลัพธ์การเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญกับความรู้และทักษะ

กระบวนการเรียนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และการจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย เป็นการให้ความสำคัญและเกิดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ได้แก่ แพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อการเรียนการสอนผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล แพลตฟอร์มออนไลน์และแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prabowo, Ikhsan, and Yuniarty (2022) ศยามน อินสะอาด (2565) และอัมพร วัจนะ (2567) แสดงให้เห็นว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึง (1) การเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (2) แพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อการเรียนการสอน และ (3) แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนการสอน

2. การยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยทั้ง 3 โมเดลเชิงยืนยัน ได้แก่ (1) โมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผัน (2) โมเดลแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ และโมเดลผลลัพธ์การเรียนรู้

มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า ทั้ง 3 โมเดลดังกล่าวมีความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือการวิจัยที่ใช้วัดตัวแปรในการวิจัยนี้ ที่ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงทั้งสามตัวมีความเชื่อมั่น (Reliability) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรแฝงแต่ละตัวได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 (อภิญา อิงอาจ, 2565; จารุพร ตั้งพัฒนกิจ และ ปาณิก เสนาสุทธิไกร, 2565) ดังนั้น ตัวแปรสังเกตได้หรือข้อคำถามที่ใช้วัดตัวแปรแฝงในครั้งนี้ จึงมีคุณภาพที่เหมาะสมในการนำไปเป็นเครื่องมือการวิจัยในอนาคตได้ ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย (จิรวัฒน์ วงษ์คง, 2563; เพ็ญพร ทองคำสุก, สุภาพร ศรีหามิ, จิตยา สิทธิโสภาสกุล, ศศิกัญญา เียนเอง, สุเมธ พัดเยี่ยม และนิรันดร์ สุธีรินทร์, 2565; อรรถกานท์ ทองแดงใจ และพิมลพรรณ เพชรสมบัติ, 2566; อภิญา อิงอาจ, 2567; สุกัญญา พรหมอารักษ์ วาโร เฟิงส์วีสต์ และ เอกลักษณ์ เพียสา, 2568)

ทั้งนี้โมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันมีความตรงเชิงโครงสร้างที่มีรูปแบบเป็นโครงสร้างลำดับสอง (2nd-order) ซึ่งสะท้อนว่า (1) ความรู้และทักษะ (2) กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และ (3) การจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย เป็นองค์ประกอบเชิงยืนยันที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกันที่ไม่สามารถแยกขาดออกจากกันได้ ในขณะที่โมเดลการวัดตัวแปรแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ และโมเดลการวัดตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นโมเดลลำดับที่หนึ่ง (1st-order) มีความตรงเชิงโครงสร้างที่มีความเชื่อมั่นสูง เน้นย้ำว่าแพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Mayer, 1995) และทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Santrock, 1997) ดังนั้นโมเดลการวัดตัวแปรที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้เป็นโครงสร้างที่เป็นจริงและสอดคล้องกับบริบทของนักศึกษาวิชาชีพครูที่ผลการวิจัยได้รับการสนับสนุนว่าสมมติฐานการวิจัยเป็นจริงอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลจากการยืนยันโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อยู่ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูกับข้อมูลเชิงประจักษ์ บ่งชี้ให้เห็นว่าโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์

ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู มีความกลมกลืนกันกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Goodness of fit) ตามเกณฑ์ที่เหมาะสม และสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยโดยสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันที่ประกอบด้วย (1) ความรู้และทักษะ (2) กระบวนการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และ (3) การจัดสรรทรัพยากรของมหาวิทยาลัย ร่วมกันส่งอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ได้มากที่สุด ในขณะที่แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ ช่องทางแบบผสมผสาน และช่องทางแบบดิจิทัล ส่งอิทธิพลแยกจากกันต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา โดยพบว่าช่องทางแบบผสมผสานมีนัยสำคัญต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ส่วนช่องทางแบบดิจิทัลไม่พบนัยสำคัญทางสถิติต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา อย่างไรก็ตามทั้งช่องทางแบบผสมผสาน และช่องทางแบบดิจิทัล ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์เป็นตัวแปรคั่นกลางแบบคู่ขนานในการรับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนดิจิทัลพลิกผันไปส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยเดิม (สุพจน์ อิงอาจ, 2568) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อภิญา อิงอาจ (2567) ที่พบเช่นเดียวกันว่า สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนยังมีผลต่อคุณภาพการสอนของผู้สอนก่อนจะส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ทั้งนี้ผลการวิจัยทั้งในระดับค้นหาอิทธิพล (สุพจน์ อิงอาจ, 2568) และระดับยืนยันในงานวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการยืนยันกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพที่ 1) ว่าเป็นจริง และมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือสามารถกล่าวได้ว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาได้จริง และบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำโมเดลจากการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู สอดคล้องกับ Wilbert (2016) และ Battelle Battelle for Kids (2019) ที่กล่าวว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในโลกสมัยใหม่ได้ นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มีแนวคิดสอดคล้องกันว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีความสำคัญและส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ถ้าจัดสภาพแวดล้อม

การเรียนรู้ได้ดี เหมาะสมจะช่วยส่งผลให้การเรียนรู้
ออกมาดี แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าจัดสภาพแวดล้อม
การเรียนรู้ไม่ดีหรือไม่เหมาะสม ก็ทำให้ผลลัพธ์การเรียนรู้
ของนักศึกษามีแนวโน้มออกมาไม่ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้งาน
ดังต่อไปนี้

1.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระทรวง
อุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สถาบันการศึกษา
ตลอดจน ครูสภา ควรส่งเสริมสนับสนุนจัดสรรงบประมาณ
เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์
สำหรับการเรียนการสอนของนักศึกษาวิชาชีพครู

1.2 อาจารย์ผู้สอนควรออกแบบการเรียน
การสอนด้วยการใช้แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์แบบผสมผสาน
เพื่อการเรียนรู้รายบุคคลและรายกลุ่ม และกิจกรรมในชั้นเรียน
เพื่อส่งเสริมสนับสนุนผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา

1.3 นักศึกษาควรได้รับการสนับสนุนให้ใช้

แพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์
เสริมความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่สนับสนุนการเรียนรู้
ตลอดชีวิต

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางการทำ
วิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรนำกรอบแนวคิดการวิจัยจากงานนี้
ไปทำวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ในทุกระดับการศึกษา และ
ในสถานศึกษาในภูมิภาคอื่น ๆ เพื่อยืนยันว่าสอดคล้อง
กับบริบทนั้น ๆ หรือไม่อย่างไร

2.2 ควรมีการนำโมเดลสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
ด้วยปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ จากงานวิจัยนี้
ไปทำการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อทดสอบความก้าวหน้าในการเรียน
ของนักศึกษา

2.3 ควรมีการวิจัยเพื่อยืนยัน หรือทดสอบเพื่อหา
ทฤษฎีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อ
ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา. (2565). ประกาศรายละเอียดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามมาตรฐานคุณวุฒิ
ระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565. *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 139 ตอนพิเศษ 212ง, หน้า 35.
- จิรวัดน์ วงษ์คง. (2563). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันทักษะชีวิตของผู้เรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 16(2), 102–115.
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDMKKU/article/view/241819>
- จารุพร ตั้งพัฒน์กิจ และปานิก เสนาฤทธิไกร. (2565). บทบาทของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในแบบจำลอง
สมการโครงสร้าง. *วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 1(2), 99–110.
<https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/jmsku/article/view/5185>
- ผู้จัดการออนไลน์. (2568, มิถุนายน 16). ไทยแห่เรียน Generative AI ปีเดียวจำนวนผู้เรียนพุ่ง 232% แชนจ์หน้า
เอเชียและโลก. *ผู้จัดการออนไลน์*. <https://mgronline.com/cyberbiz/detail/9680000056398>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุวีริยาสาส์น.
- เพ็ญพร ทองคำสุก, สุภาพร ศรีหามิ, ชิตยา สิทธิโสภาสกุล, ศศิณัฐญา เียนเอง, สุเมธ พัดเยี่ยม และนรินทร์ สุธีรินทร์.
(2565). องค์ประกอบเชิงยืนยันการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาการอ่าน ของนักเรียนในระดับ
ประถมศึกษาขนาดเล็ก. *ครุศาสตร์สาร*, 16(1), 93-103. <https://edujournal.bsru.ac.th/publishes/20/articles/404>
- ศยามน อินสะอาด. (2565). การพัฒนาโมเดลเรียนรู้แบบเกมเพื่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบออนไลน์สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู.
วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 17(23), 44–58.
<https://so01.tci-thaijo.org/index.php/ectstou/article/view/255146>

- สุกัญญา พรหมอารักษ์, วาโร เฟิงส์วีสต์ และเอกลักษณ์ เพียสา. (2568). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, 14 (4), 144–158. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jssr/article/view/288529>
- สุพจน์ อิงอาจ. (2568). รายงานวิจัยเรื่องอิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนแบบดิจิทัลพลิกผันต่อผลลัพธ์การเรียนรู้สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อรรถกานท์ ทองแดงเจือ และพิมลพรรณ เพชรสมบัติ. (2566). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการบริหารโรงเรียนมัธยมศึกษาในยุค นวัตกรรม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 6(5), 43–56. <https://doi.org/10.14456/jra.2023.102>
- อภิญา อิงอาจ. (2565). *หลักการ ทฤษฎี และแนวปฏิบัติ การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2567). แบบจำลองสมการโครงสร้างคุณภาพการสอนในบทบาทของตัวแปรคั่นกลางระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 9(1), 107-126. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmutsb-hs/article/view/265764>
- อัมพร วัจนะ. (2567). *อินเทอร์เน็ตในงานธุรกิจดิจิทัล*. สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์.
- AIPRM. (2024). *AI in Education Statistics: The Role of Artificial Intelligence in Learning*. <https://www.aiprm.com/ai-in-education-statistics/>.
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf.
- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th ed.) Harper Collins Publishers.
- EDUCAUSE. (2021). *QuickPoll results: Artificial intelligence use in higher education*. <https://er.educause.edu/articles/2021/6/educause-quickpoll-results-artificial-intelligence-use-in-higher-education>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson.
- LinkedIn. (2024). *AI in education 2024 report: Exciting numbers*. <https://www.linkedin.com/pulse/ai-education-2024-report-exciting-numbers-aristeksystems-t3o3e>
- Mayer, D. G. (1995). *Psychology* (4th ed.). Worth Publishers.
- Prahowo, H., Ikhsan, B. R., & Yunniarty, Y. (2022). *Student performance in online learning education: A preliminary research*. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.916721>
- Santrock, J. W. (1997). *Psychology*. Brown & Benchmark.
- SEO Sandwich. (2024). *AI in education technology stats*. <https://seosandwich.com/ai-in-education-technology-stats>
- Schumacker, R.E. and Lomax, R.G. (2010). *A Beginners Guide to Structural Equation Modeling*. Routledge.
- Wilbert, K. (2016). *Transforming to 21st Century Learning Environments: Best Practices Revealed through a Study of Exemplar Schools*. [Ph. D. Dissertation, University of Brandman].