

แบบจำลองสมการโครงสร้างคุณภาพการสอนในบทบาทของตัวแปรคั่นกลาง ระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของ นักศึกษาระดับอุดมศึกษา

The structural equation modeling of teaching quality as a mediator variable
between learning environment and learning outcomes
of higher education students

อภิญญา อิงอาจ^{1*}

Apinya Ingard^{1*}

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาคุณภาพการสอนของผู้สอน ผลลัพธ์การเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน (2) ศึกษาอิทธิพลของคุณภาพการสอนของผู้สอนในบทบาทการเป็นตัวแปรคั่นกลางระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (3) นำเสนอขั้นตอนและแนวทางการแก้ปัญหาของการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างข้อมูล que ศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 443 คน ที่ทำแบบประเมินผ่านระบบบริการการศึกษาของมหาวิทยาลัย ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินมีค่าระหว่าง 0.91-0.98 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปร ค่าความโค้ง และการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างผลการวิจัย พบว่า (1) คุณภาพการสอนของผู้สอนและสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาได้รับการพัฒนามาก (2) คุณภาพการสอนของผู้สอนเป็นตัวแปรคั่นกลางแบบเต็มรูประหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนและคุณภาพการสอนของผู้สอนร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาได้ร้อยละ 80.00 (3) แนวทางและขั้นตอนที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างที่มีความจำเพาะเจาะจง 6 ขั้นตอน ได้แก่ การประเมินค่าผิดปกติของข้อมูล การประเมินการแจกแจงปกติของตัวแปรแต่ละตัว การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝง การประเมินความตรงเชิงจำแนกระหว่างตัวแปรแฝง การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง และการจำแนกประเภทอิทธิพล และการแก้ปัญหาความตรงเชิงจำแนกระหว่างตัวแปรแฝงที่เป็นโครงสร้างให้รวมโครงสร้างของตัวแปรแฝงเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างลำดับที่สอง

คำสำคัญ: คุณภาพการสอน ผลลัพธ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ความตรงเชิงจำแนก แบบจำลองสมการโครงสร้าง

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยศิลปากร

¹ Faculty of Information and Communication Technology, Silpakorn University

* Corresponding author. E-mail: ingard_a@su.ac.th

Abstract

This research article aimed to (1) studied the teaching quality of instructors, learning outcomes, and learning environment, (2) studied the influence of the teaching quality of instructors on the intermediate role between learning environment and learning outcomes, and (3) presented procedures and solutions of structural equation model analysis. The secondary data were from 443 higher education students in the academic year 2021 who completed the assessment through the University's Educational Services (REG) system. The reliability of the assessment form was between 0.91-0.98. Data were analyzed by statistical techniques including mean, standard deviation, skewness, kurtosis and structural equation model analysis. The research results found that (1) Teaching quality of instructors and learning environment were at the most appropriate level, and the students learning outcomes were greatly improved. (2) The teaching quality of instructors was the full mediate variable between the learning environment and student learning outcomes, and the learning environment and teaching quality of the instructors explained the variance in learning outcomes at 80.00%. (3) Appropriate approaches and procedures for analyzing a specific structural equation model consisted of 6 steps: data outlier assessment, normal distribution assessment of each variable, construction of validity assessment of latent variables, discriminant validity assessment between latent variables, structural model analysis, and classification of influences. Moreover, the solution to the problem of discriminant validity between structured latent variables was to combine the structure of latent variables into a second-order construct.

Keywords: teaching quality, learning outcomes, learning environment, discriminant validity, structural equation modeling

บทนำ

บทความวิจัยนี้มุ่งนำเสนอแนวทางและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (structural equation modeling: SEM) โดยวิเคราะห์บทบาทการเป็นตัวแปรคั่นกลาง (mediator variable) ของตัวแปรคุณภาพการสอนที่เป็นตัวแปรคั่นกลางระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้างเป็นหนึ่งเทคนิคทางสถิติที่ใช้เพื่อลดความแปรปรวนจากความคลาดเคลื่อน (error variance) ของการวิจัยเชิงปริมาณได้ รวมถึงถูกนำมาใช้เมื่อกรอบแนวคิดการวิจัยมีตัวแปรที่เป็น

นามธรรมหรือตัวแปรแฝง (latent variables) ที่ได้รับการอธิบายด้วยตัวแปรสังเกตได้ (observed variables) และเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารีวิเคราะห์ตัวแปรทุกตัวในกรอบแนวคิดการวิจัยได้พร้อมกัน ซึ่งจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ (Ingard, 2022) ซึ่งต้องมีแนวทางและขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่ถูกต้องที่จะช่วยให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องและอธิบายผลได้อย่างสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น

ถ้ามกล่าวถึงความสำคัญของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (learning environment) ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่เป็นการเรียนรู้ของคนรุ่นใหม่ที่มีความเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาคน

ให้มีการเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลก ดังแนวทางการจัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่กำหนดวิสัยทัศน์ว่า คนไทยทุกคน ได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลก ศตวรรษที่ 21 (Office of the Education Council, 2017) ซึ่งประเด็นหนึ่งที่กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ให้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงในยุคศตวรรษที่ 21 นั้นมี เรื่องของการเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้แก่ ผู้เรียนให้มีความเหมาะสม (Iamkhongsi, 2018) เช่น ขนาดของห้องเรียน เสียง แสงสว่าง วัสดุ/ครุภัณฑ์ รวมทั้ง เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ถือได้ว่าเป็นระบบการสนับสนุนที่จัดการเงื่อนไขในการ เรียนรู้ของมนุษย์ที่ดีที่สุด ช่วยสนับสนุนความสัมพันธ์ ของมนุษย์ในทางบวกสำหรับการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ongardwanich, 2016) ซึ่งในการ เรียนการสอนในระดับอุดมศึกษานั้นปัจจุบันได้มี ระบบการประเมินการสอนหลังการจัดการเรียน การสอนเสร็จสิ้นในแต่ละภาคการศึกษา ทั้งนี้ในแบบ ประเมินดังกล่าวมักมีรายการที่ใช้วัดหรือสังเกตถึง สภาพแวดล้อมในห้องเรียนซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน ตามบริบทของแต่ละสถาบัน ดังนั้นรายการประเมิน แต่ละรายการที่ใช้สำหรับการวัดสภาพแวดล้อมใน ห้องเรียนจึงไม่น่าจะมีค่านำหนักของแต่ละรายการ เท่ากัน ดังนั้นวิธีการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง (constructs validity) ของตัวแปรสภาพแวดล้อมใน

ห้องเรียนจึงเป็นสิ่งที่ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน นักการศึกษาและบุคคลที่สนใจควรให้ความสำคัญต่อ การวัดและประเมินตัวแปรที่มีลักษณะเป็นโครงสร้าง ที่เป็นนามธรรม หรือเป็นตัวแปรแฝง

Phra Kru Baidika Monthon Khamago (Chutosri) (2019) ได้เสนอบทความไว้ว่าสภาพแวดล้อม การเรียนการสอนจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มี อิทธิพลต่อการเรียนรู้และการจัดการศึกษาให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุด เพราะการจัดสภาพแวดล้อมใน มหาวิทยาลัยนั้นมีความสำคัญต่อบรรยากาศและ ความรู้สึกของครู นักเรียน และนักศึกษา โดยข้อความ หนึ่งได้กล่าวเน้นย้ำว่า สภาพแวดล้อมในสถาบันอุดมศึกษา ย่อมมีผลกระทบต่อสุขภาพกาย สุขภาพจิตของ ผู้เรียน รวมทั้งมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนของผู้สอน อีกด้วย ดังที่ Panich (2012) กล่าวถึงรูปแบบการ จัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นรูปแบบ ที่ครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากครูผู้สอนไปเป็น ครูฝึกหรือผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ครูต้อง ปรับเปลี่ยนวิธีการถ่ายทอดความรู้จากให้ความรู้แก่ ผู้เรียนเพียงอย่างเดียวปรับเปลี่ยนเป็นการให้ความรู้สู่ การให้ทักษะ เน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง และ สามารถนำความรู้ไปบูรณาการและต่อยอดเองได้ ซึ่งการที่ผู้สอนจะพัฒนาผู้เรียนได้อย่างดีนั้นจำเป็นต้อง มีการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ด้วย ทั้งนี้การวัดตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอน เป็นตัวแปรที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่เป็นนามธรรม หรือเป็นตัวแปรแฝงเช่นเดียวกับตัวแปรสภาพแวดล้อม การเรียนการสอน และสำหรับผลลัพธ์การเรียนรู้ของ นักศึกษาที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนนั้น ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยพฤติกรรมที่พึงประสงค์ใน

ห้องเรียน และการพัฒนาผลการเรียนรู้จากการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่เป็นกระบวนการหนึ่งของการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ (learning outcomes) และมีลักษณะเป็นโครงสร้างที่เป็นนามธรรม หรือเป็นตัวแปรแฝงเช่นเดียวกับตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนและตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอน และจากที่กล่าวมาถึงความสำคัญของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน และคุณภาพการสอนของผู้สอนที่มีผลต่อผู้เรียน จึงทำให้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานการวิจัยเพื่อมุ่งทดสอบว่า ตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอนมีบทบาทเป็นตัวแปรคั่นกลางระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนและผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยจะช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน นักการศึกษา รวมทั้งบุคคลที่สนใจมีความเข้าใจถึงบทบาทของคุณภาพการสอนของผู้สอนเพื่อใช้ในการส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ที่สนใจใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้างได้มีความรู้ ความเข้าใจ และเข้าถึงแนวทางและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในงานตนเองในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาคุณภาพการสอนของผู้สอน ผลลัพธ์การเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนตามการรับรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของคุณภาพการสอนของผู้สอนในบทบาทการเป็นตัวแปรคั่นกลางระหว่าง

สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

3) เพื่อนำเสนอขั้นตอนและแนวทางการแก้ปัญหาของการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการเชิงปริมาณ (quantitative method) ดังรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรในครั้งนี้เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนหลักสูตรนิเทศศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2559 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยศิลปากร และตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักศึกษาหลักสูตรนิเทศศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2559 ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2564 และได้มีการทำแบบประเมินการเรียนการสอนผ่านระบบบริการการศึกษาของมหาวิทยาลัย และผู้วิจัยได้ติดต่อขอข้อมูลจากฝ่ายที่เกี่ยวข้องโดยขอเฉพาะข้อมูลในส่วน of แบบประเมินตัวแปรที่ศึกษาเท่านั้น โดยไม่มีการนำข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษามาด้วย ท้ายสุดข้อมูลที่ได้รับมาจากฝ่ายที่เกี่ยวข้องรวมทั้งหมด 443 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มาจากระบบบริการการศึกษาของมหาวิทยาลัยที่มีการใช้แบบประเมินชนิดมีโครงสร้างจำนวน 4 ตัวแปร แต่ละตัวแปรวัด 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด (1 คะแนน) ถึง มากที่สุด (5 คะแนน) ได้แก่ (1) ตัวแปรความคิดเห็นเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน ซึ่งรายการประเมินมี

ลักษณะที่ตรงกับคุณภาพการสอนของผู้สอน มีจำนวน 9 ข้อคำถาม (2) ตัวแปรที่ให้นักศึกษาประเมินตนเองมีลักษณะที่ตรงกับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน มีจำนวน 4 ข้อคำถาม (3) ตัวแปรการพัฒนาผลการเรียนรู้จากการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในที่นี้จะใช้ชื่อว่า ทักษะการรู้คิด มีจำนวน 5 ข้อคำถาม และ (4) ตัวแปรความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและวัสดุอุปกรณ์ประจำห้องเรียน มีลักษณะพ้องกับสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน มีจำนวน 4 ข้อคำถาม

ในการประเมินความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สุ่มข้อมูลจากตัวอย่างทั้งหมด 443 คน สุ่มมาจำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ผลการวิเคราะห์พบว่า (1) แบบประเมินคุณภาพการสอนของผู้สอน จำนวน 9 ข้อคำถาม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 (2) แบบประเมินพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน จำนวน 4 ข้อคำถาม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 (3) แบบประเมินการพัฒนาผลการเรียนรู้จากการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จำนวน 5 ข้อคำถาม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 และ (4) แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน จำนวน 4 ข้อคำถาม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 แสดงว่าแบบประเมินที่ใช้คุณภาพที่เหมาะสม เนื่องจากมีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.70 (Nunnally, 1978)

3. สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย (1) สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: S.D.) ค่าความเบ้ (skewness) และค่าความโด่ง (kurtosis) และ (2) สถิติเชิงอนุมาน คือ การใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง (structural equation modeling: SEM) ประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) ประกอบด้วย การวิเคราะห์หาค่าประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) และการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model: SM) ซึ่งการวิเคราะห์ CFA และ SM นั้นจะต้องได้แบบจำลองที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ก่อนการอธิบายความหมายของผลการวิเคราะห์ โดยใช้ดัชนีวัดความกลมกลืนดังต่อไปนี้ $\chi^2/df \leq 3.00$, CFI ≥ 0.90 , TLI ≥ 0.90 , RMSEA ≤ 0.08 และ RMR ≤ 0.05 (Browne, & Cudeck, 1993; Kline, 1998; Hu & Bentler, 1999; Schumacker, & Lomax, 2004)

สำหรับเทคนิคทางสถิติแบบจำลองสมการโครงสร้างที่ใช้การประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุดที่ได้รับการพัฒนาโดย Jöreskog (1971) นั้น ข้อมูลต้องมีการแจกแจงเป็นปกติ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่จะมีการแจกแจงไม่ปกตินั้น อาจมีสาเหตุมาจากข้อมูลผิดปกติ หรือ outliers รวมทั้งค่าผิดปกติเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อดัชนีวัดความกลมกลืนขนาดและทิศทางของค่าประมาณของแบบจำลอง (Ingard, 2022) ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์แบบจำลอง

สมการโครงสร้าง จึงควรต้องตรวจสอบหาข้อมูลผิดปกติก่อนเพื่อพิจารณาตัดข้อมูลดังกล่าว ซึ่งการตรวจหาข้อมูลผิดปกติสามารถพิจารณาจากค่า Mahalanobis d-squared ที่เป็นระยะห่างของข้อมูลตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลทั้งหมด (centroid) ดังนั้นโดยสรุปบทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง ที่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (1) การประเมินค่าผิดปกติของข้อมูล (2) การประเมินการแจกแจงปกติของข้อมูล (3) การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝงด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) แบบ congeneric measurements (4) การประเมินความตรงเชิงจำแนก (5) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง และ (6) การจำแนกประเภทอิทธิพล

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อมุ่งตอบสมมติฐานการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด 443 ราย วิเคราะห์หาค่าผิดปกติ (outliers) ด้วยวิธีการ Mahalanobis d-square พบว่ามีทั้งหมด 50 ราย ที่พบว่ามีค่า Mahalanobis d-square ต่างจากค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลทั้งหมด (centroid) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ผู้วิจัยจึงตัดเคสเหล่านั้นออก จึงเหลือข้อมูลจำนวน 393 ราย สำหรับใช้เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง เพื่อประเมินการแจกแจงปกติของข้อมูล ดัง (Table 1)

จาก (Table 1) แสดงให้เห็นว่า นักศึกษามีการรับรู้ต่อคุณภาพการสอนของผู้สอนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.24$, S.D. = 0.70) ผลลัพธ์การเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.70) และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 1.19) และในการประเมินการแจกแจงเป็นปกติของข้อมูลด้วยค่าความเบ้และความโด่ง พบว่า ค่าความเบ้มีค่าระหว่าง -0.98 ถึง -0.13 และความโด่งมีค่าระหว่าง -0.81-1.26 เป็นการบ่งชี้ว่าข้อมูลจากทุกรายการมีการแจกแจงเป็นปกติ เนื่องจากค่าสัมบูรณ์ของความเบ้ไม่เกิน 1.00 และค่าสัมบูรณ์ของความโด่งไม่เกิน 1.50 (Schumacker, & Lomax, 2004) ซึ่งแสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างที่ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood: ML)

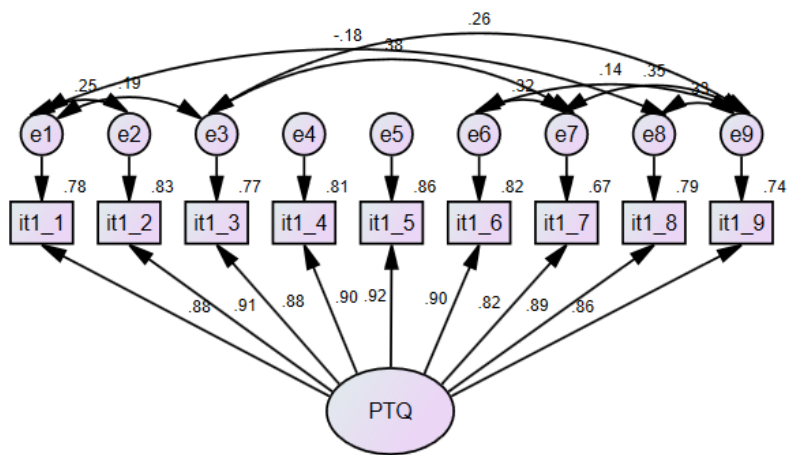
ขั้นที่ 3 เนื่องจากแบบประเมินในการวิจัยครั้งนี้เป็นชนิดมีโครงสร้าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์แบบจำลองการวัด (measurement model) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) แบบ congeneric measurements หรือการวิเคราะห์แบบจำลองเอกมิติ (unidimensional model) เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ตามแนวทางของ Hair, Black, Babin, & Anderson (2010) ที่ใช้ 4 เกณฑ์สำหรับการพิจารณาได้แก่ (1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแบบมาตรฐาน (λ) มีค่ามากกว่า 0.70 และมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้หรือ R^2 มีค่ามากกว่า 0.50 (3) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบของตัวแปรแฝง (construct reliability: CR)

มีค่ามากกว่า 0.70 และ (4) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ของตัวแปรแฝง (average variance extracted: AVE) มีค่ามากกว่า 0.50 ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็น ดัง (Figure 1-4) และ (Table 2)

Table 1 Mean, standard deviation, skewness, and kurtosis of perceived teaching quality, learning outcome, and learning environment.

indicators/ variable	$\bar{x}$	S.D.	skewness	kurtosis
perceived teaching quality: PTQ	4.24	0.70	-.90	1.26
it1_1	4.24	.74	-.72	.54
it1_2	4.27	.74	-.82	.79
it1_3	4.19	.76	-.65	.32
it1_4	4.25	.76	-.73	.29
it1_5	4.31	.76	-.94	.85
it1_6	4.24	.78	-.78	.37
it1_7	4.12	.81	-.61	.18
it1_8	4.32	.77	-.98	.86
it1_9	4.21	.80	-.71	.11
learning outcome	4.14	.70	-.70	.83
1) desirable behavior	4.07	.73	-.51	.26
it2_1	4.21	.77	-.71	.33
it2_2	3.97	.87	-.36	-.58
it2_3	4.06	.82	-.50	-.16
it2_4	4.06	.79	-.44	-.13
2) cognitive development	4.20	.73	-.79	.76
it2_5	4.13	.81	-.71	.47
it2_6	4.19	.78	-.71	.37
it2_7	4.20	.78	-.72	.31
it2_8	4.25	.76	-.80	.65
it2_9	4.21	.77	-.71	.37
learning environment	4.28	1.19	-.14	-.68
it3_1	4.27	1.20	-.13	-.73
it3_2	4.28	1.20	-.14	-.81
it3_3	4.27	1.21	-.20	-.61
it3_4	4.29	1.21	-.24	-.55

Note: The interpretation of the average is according to the following criteria: 1.00 – 1.80 = minimal level, 1.81 – 2.60 = low level, 2.61 – 3.40 = moderate level, 3.40 – 4.20 = high level, 4.21 – 5.00 = very high level.

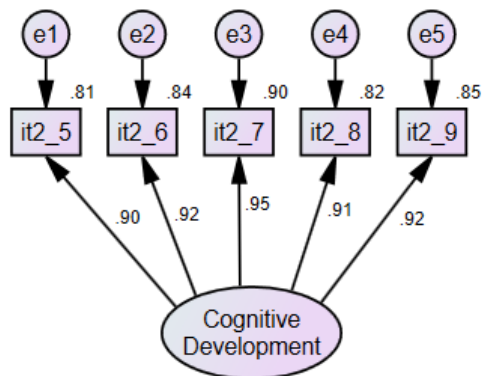


Chi-square = 34.515, df. = 18, Chi-square/df. = 1.914,

CFI = 0.996, TLI = 0.993,

RMSEA = 0.048, RMR = 0.006

Figure 1 Construct validity of perceived teaching quality.

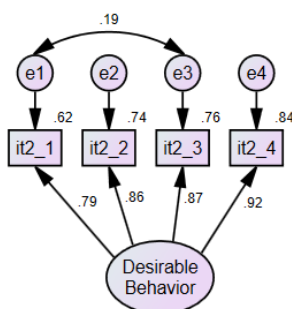


Chi-square = 0.425, df. = 1, Chi-square/df. = 0.425,

CFI = 1.000, TLI = 1.003,

RMSEA = 0.000, RMR = 0.002

Figure 2 Construct validity of learning outcome: desirable behavior.

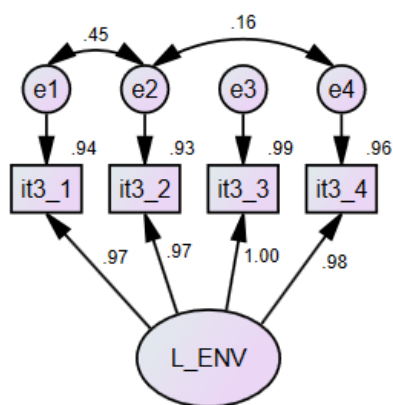


Chi-square = 9.076, df. = 5, Chi-square/df. = 1.815,

CFI = 0.998, TLI = 0.997,

RMSEA = 0.046, RMR = 0.004

Figure 3 Construct validity of learning outcome: cognitive development.



Chi-square = 0.001, df. = 1, Chi-square/df. = 0.001,

CFI = 1.000, TLI = 1.002,

RMSEA = 0.000, RMR = 0.003

Figure 4 Construct validity of learning environment.

จาก (Figure 1-4) ที่เป็นผลการวิเคราะห์แบบจำลองการวัดตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอน ผลลัพธ์การเรียนรู้ (ได้แก่ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน และทักษะการรู้คิด) และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน พบว่าแบบจำลองการวัดตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอน (PTQ) พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน (desirable behavior) และ

สภาพแวดล้อมการเรียนการสอน (L_ENV) มีการปรับแต่งแบบจำลอง (modified model) โดยให้ความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement error) ในแบบจำลองการวัดที่สัมพันธ์กันสูงและมีความสำคัญทางสถิติมีความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ ($e_1 \leftrightarrow e_2$) โดยพิจารณาจากค่า modification indices (M.I.) แล้วปรากฏว่าแบบจำลองการวัดดังกล่าวมีความ

กลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนแบบจำลองการวัดทักษะทางการรู้คิด (cognitive development) มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยไม่ต้องปรับแต่งแบบจำลอง ดังเกณฑ์ดัชนีที่ใช้วัดความกลมกลืนดังต่อไปนี้ $\chi^2/df. \leq 3.00$, $CFI. \geq 0.90$, $TLI \geq 0.90$, $RMSEA \leq 0.08$ และ $RMR \leq 0.05$ (Browne, & Cudeck, 1993; Kline, 1998; Hu & Bentler, 1999; Schumacker, & Lomax, 2004)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ ดัง (Table 2) พบว่าทุกตัวแปรแฝงมีลักษณะตรงกับเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝง ดังนี้

(1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแบบมาตรฐาน (λ) มีค่ามากกว่า 0.70 และมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้หรือ R^2 มีค่ามากกว่า 0.50 (3) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบของตัวแปรแฝง (construct reliability: CR) มีค่ามากกว่า 0.70 และ (4) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ของตัวแปรแฝง (average variance extracted: AVE) มีค่ามากกว่า 0.50 จึงสรุปได้ว่าทุกตัวแปรแฝงได้รับการอธิบายจากตัวแปรสังเกตได้หรือตัวบ่งชี้ที่ใช้วัดตัวแปรแฝงแต่ละตัวได้อย่างเหมาะสม (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010)

Table 2 Construct validity of perceived teaching quality, learning outcome, and learning environment.

constructs/items	λ	t-test	R^2	CR	AVE
perceived teaching quality: PTQ				0.97	0.79
it1_1	0.88	-	0.78		
it1_2	0.91	32.08 ***	0.83		
it1_3	0.88	28.18 ***	0.77		
it1_4	0.90	26.74 ***	0.81		
it1_5	0.93	28.57 ***	0.86		
it1_6	0.90	27.05 ***	0.82		
it1_7	0.82	21.96 ***	0.67		
it1_8	0.89	24.10 ***	0.79		
it1_9	0.86	24.10 ***	0.74		
learning outcome: desirable behavior				0.92	0.74
it2_1	0.79	-	0.62		
it2_2	0.86	18.73 ***	0.74		
it2_3	0.87	21.36 ***	0.76		
it2_4	0.92	19.88 ***	0.84		

Table 2 Construct validity of perceived teaching quality, learning outcome, and learning environment (continue).

constructs/items	λ	t-test	R^2	CR	AVE
learning outcome: cognitive development				0.96	0.84
it2_5	0.90	-	0.81		
it2_6	0.92	29.61***	0.84		
it2_7	0.95	32.37***	0.90		
it2_8	0.91	28.66***	0.82		
it2_9	0.92	30.04***	0.85		
learning environment				0.99	0.96
it3_1	0.97	-	0.95		
it3_2	0.97	73.79***	0.93		
it3_3	0.99	78.25***	0.99		
it3_4	0.98	62.78***	0.96		

***p-value < 0.001

ขั้นที่ 4 หลังจากการประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของทุกตัวแปรแฝงแล้ว พบว่าทุกตัวแปรแฝงมีความเหมาะสมในการใช้ตัวแปรสังเกตได้อธิบายลักษณะของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ดังนั้นที่ 3 แล้ว หลังจากนั้นเพื่อประเมินว่าตัวแปรแฝงแต่ละตัวมีความสัมพันธ์ระหว่างกันในระดับที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงควรที่จะสัมพันธ์ต่อกันในระดับไม่สูงเกินไปจนก่อให้เกิดปัญหาภาวะร่วมสัมพันธ์กันสูง หรือปัญหา multi-collinearity ทั้งนี้ นักวิจัยมักใช้วิธีการประเมินความตรงเชิงจำแนก (discriminant validity) เป็นวิธีการประเมินระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง

สำหรับวิธีการประเมินความตรงเชิงจำแนกระหว่างตัวแปรแฝง มีหลายวิธี ได้แก่ (1) วิธีการบังคับค่าพหุคูณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Phi correlation)

ระหว่างตัวแปรแฝง (Jöreskog, 1971) (2) วิธีการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ของตัวแปรแฝงกับการแบ่งปันความแปรปรวน (average variance extracted vs shared variance: AVE-SV) (Fornell, & Larcker, 1981) (3) วิธี ratio of heterotrait-monotrait (HTMT) (Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015) อย่างไรก็ตามสำหรับวิธีแรกของ Jöreskog (1971) ยังพบว่ามีข้อจำกัดในการใช้วิเคราะห์ความตรงเชิงจำแนก (Ingard, 2022) และสำหรับวิธีที่ 2 กับวิธีที่ 3 ได้รับความนิยมในหมู่นักวิจัยจำนวนมากในการใช้เพื่อประเมินความตรงเชิงจำแนกของตัวแปรแฝง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ 2 วิธีดังกล่าว (Fornell, & Larcker, 1981; Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015) เพื่อประเมินความตรงเชิงจำแนกของตัวแปรแฝง ผลการประเมินแสดงดัง (Table 3)

Table 3 Discriminant validity assessment.

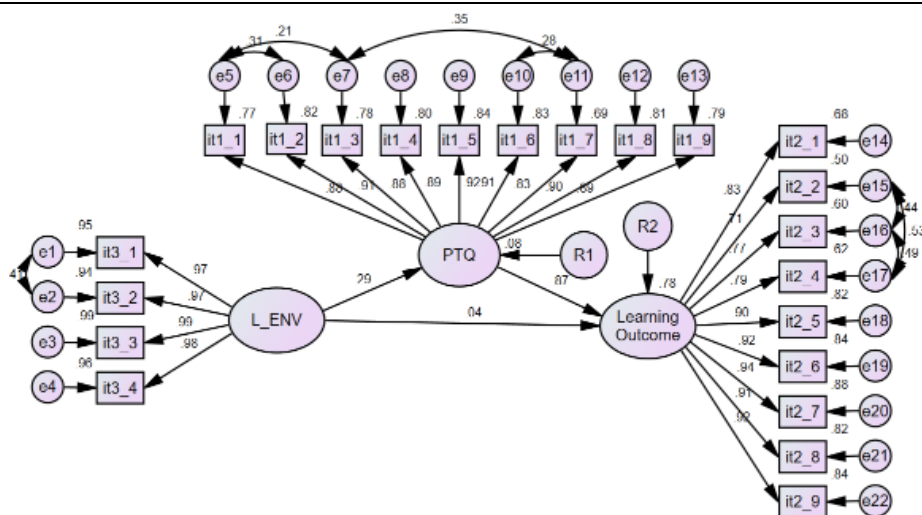
latent variables	AVE-SV				HTMT _{.85}			
	1	2	3	4	1	2	3	4
PTQ	.89				-			
desirable behavior	.81***	.86			.81	-		
cognitive development	.87***	.88***	.92		.84	.88	-	
L_ENV	.28***	.22***	.29***	.98	.28	.22	.30	-

จาก (Table 3) แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรแฝง พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน (desirable behavior) และทักษะการรู้คิด (cognitive development) มีความตรงเชิงจำแนกตัวเนื่องจากเมื่อใช้เกณฑ์ AVE-SV พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรดังกล่าว ($r = 0.88$) มีค่าสูงเกินค่ารากที่สองของ AVE ($\sqrt{AVE}$) ของตัวแปรแฝงทั้งคู่ และเมื่อพิจารณาค่าสัดส่วน HTMT ที่ใช้เกณฑ์ 0.85 ก็พบสอดคล้องกันว่า ตัวแปรทั้งสองตัวมีค่า HTMT สูงกว่าเกณฑ์ 0.85 จึงบ่งชี้ว่า ตัวแปรผลลัพธ์การเรียนรู้ที่แยกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน และทักษะการรู้คิด มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูงเกินกว่าที่จะแยกเป็น 2 องค์ประกอบตามโครงสร้างของแบบประเมินที่ใช้ ทั้งนี้แนวทางการแก้ปัญหากรณีที่ตัวแปรขาดความตรงเชิงจำแนก ผู้วิจัยอาจพิจารณารวมตัวแปรโครงสร้างย่อย ๆ เป็นโครงสร้างเดียวกัน (Farrell, 2010) ดังนั้นในบทความวิจัยนี้ จึงได้ทำการรวมตัวแปรพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน และทักษะการรู้คิดเข้าไว้ด้วยกัน ใน 2 ทางเลือก ได้แก่

(1) รวมตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็น first order construct และ (2) รวมโครงสร้างตัวแปรพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน และทักษะการรู้คิดเข้าไว้ด้วยกันเป็น second order construct เพื่อพิจารณาความเหมาะสมที่สุดของแบบจำลองทางเลือก 2 ทางเลือกดังกล่าวสำหรับการใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของอิทธิพลสภาพแวดล้อม การเรียนการสอนที่ส่งผ่านคุณภาพการสอนของผู้สอนที่จะเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ซึ่งจะเป็นการดำเนินการในขั้นที่ 5

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model) ได้นำมาใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย หลังจากที่ได้ประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และประเมินความตรงเชิงจำแนกของตัวแปรต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยรายงานผลการวิเคราะห์แยกเป็น 2 ส่วน ตามผลที่ได้จากขั้นที่ 4 ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model): โครงสร้างลำดับที่หนึ่ง (first order construct) กรณีรวมตัวแปรสังเกตได้ของการวัดผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้งหมดเข้าด้วยกันดัง (Figure 5)



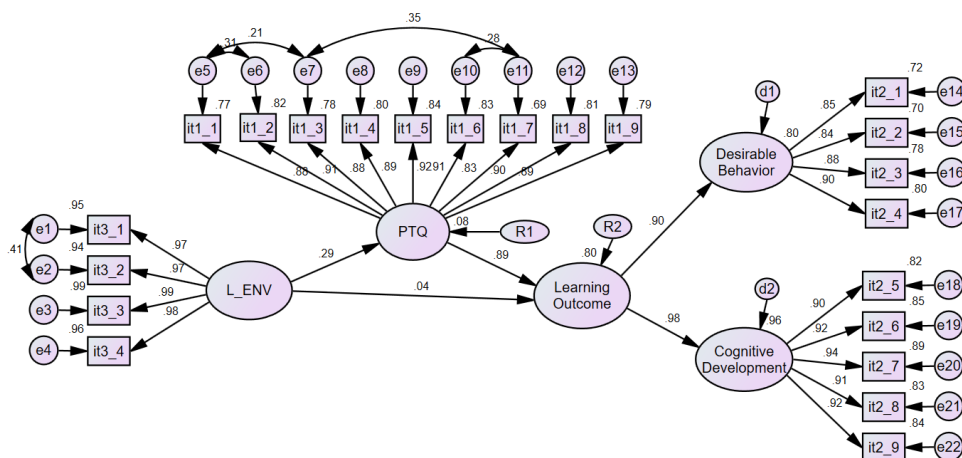
Chi-square = 580.733, df. = 198, Chi-square/df. = 2.933,

CFI = 0.970, TLI = 0.965,

RMSEA = 0.070, RMR = 0.021

Figure 5 Structural model testing to combine items into one overall measure: First-order construct.

5.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model): โครงสร้างลำดับที่สอง (second order construct) กรณีรวมโครงสร้างตัวแปร พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน และทักษะการรู้คิดเข้าไว้ด้วยกัน ดัง (Figure 6)



square = 588.080, df. = 199, Chi-square/df. = 2.955,

CFI = 0.969, TLI = 0.964,

RMSEA = 0.071, RMR = 0.023

Figure 6 Structural model testing to combine constructs into second order construct: Higher order SM.

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง เพื่อมุ่งทดสอบสมมติฐานการวิจัย ดัง (Figure 5-6) ผลพบว่า จาก (Figure 6) มีผลลัพธ์ที่เฉพาะ (specific) มากกว่าผลที่ได้ดัง (Figure 5) กล่าวคือ เมื่อทราบว่า สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนส่งผลทางบวกต่อ คุณภาพการสอนของผู้สอนและส่งผลมายังผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว จะทราบว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากที่สุด คือ ผลด้านทักษะการรู้คิด ($\lambda = 0.98$) และกระทบต่อพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน ($\lambda = 0.90$) เป็นลำดับที่สอง แต่ถ้าพิจารณา (Figure 5) จะทราบเพียงว่าสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนส่งผลทางบวกต่อคุณภาพการสอนของผู้สอนและส่งผลมายังผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งความเฉพาะที่จะสามารถ

อธิบายเชิงลึกเพิ่มเติมว่ากระทบต่ออะไรมาก-น้อยนั้น จะขาดความชัดเจนกว่าผลที่ได้ดัง (Figure 6)

นอกจากนั้นแล้ว ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง โครงสร้างดัง (Figure 5-6) มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยที่ (Figure 5) ผ่านการปรับแต่งแบบจำลองจำนวน 8 ครั้ง ซึ่งใช้ปริมาณการปรับแต่งแบบจำลองมากกว่าผลที่ปรากฏ ดัง (Figure 6) ที่ปรับแต่งจำนวน 5 ครั้ง จึงปรากฏว่ามีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นจึงสะท้อนว่าแบบจำลอง ดัง (Figure 6) มีความเหมาะสมในการใช้อธิบายปรากฏการณ์การวิจัยในครั้งนี้ได้ดีกว่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ผลการวิเคราะห์ดัง (Figure 6) มาอธิบายปรากฏการณ์การวิจัยในครั้งนี้ได้ดัง (Table 4)

Table 4 Hypothesis testing.

hypothesis of direct effect	β	b	S.E.	t-test	p-value	results
L_ENV $\rightarrow$ PTQ	.29	.16	.03	5.71	<.001	support
L_ENV $\rightarrow$ learning outcome	.04	.02	.01	1.28	.199	not support
PTQ $\rightarrow$ learning outcome	.86	.80	.05	16.70	<.001	support
hypothesis of indirect effect	95%CI			Zobel test		
	β	LB	UB	test statistic	p-value	results
L_ENV $\rightarrow$ PTQ $\rightarrow$ learning outcome	.25	5.38	0.11	0.38	<.001	support

จากสมมติฐานการวิจัยที่ต้องการทดสอบว่า คุณภาพการสอนของผู้สอนเป็นตัวแปรคั่นกลาง ระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่ง Baron, & Kenny (1986) ได้เสนอแนะขั้นตอนการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรคั่นกลางว่า จะต้องทดสอบอิทธิพลทางตรงระหว่างตัวแปรแต่ละตัวก่อน เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของการมีหรือไม่มีตัวแปรคั่นกลางที่ต้องการทดสอบ ดังนั้นผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1-3 ที่ปรากฏ

ดัง (Table 4) แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีอิทธิพลทางตรงต่อคุณภาพการสอนของผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 คุณภาพการสอนของผู้สอนมีอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีอิทธิพลทางตรงต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทดสอบอิทธิพลทางอ้อมของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน

ที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้วิธีการ bootstrapping ที่กำหนดตัวอย่างสุ่ม 5,000 ครั้ง และประมาณค่าอิทธิพลทางอ้อมในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Hayes, 2009) ผลการวิเคราะห์ยืนยันว่า ตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ผลการวิจัยในส่วนนี้จึงบ่งชี้ว่า คุณภาพการสอนของผู้สอนเป็นตัวแปรคั่นกลางระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นตัวแปรคั่นกลาง

ชนิดเต็มรูปแบบ (full mediation) แสดงว่า การส่งอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนไปยังผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาได้ จำเป็นจะต้องมีตัวแปรคั่นกลางซึ่งในงานวิจัยนี้ คือ คุณภาพการสอนของผู้สอน จึงจะทำให้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนส่งผลถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นที่ 6 การแยกประเภทอิทธิพลของตัวแปรสาเหตุที่มีต่อตัวแปรผล เพื่อให้เห็นความสำคัญของตัวแปรสาเหตุแต่ละตัว ผลการแยกอิทธิพล ดัง (Table 5)

Table 5 Direct, indirect, and total effect

cause variables	endogenous variables					
	PTQ			learning outcome		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE
L_ENV	.29***	-	.289**	.04	.25***	.29**
PTQ	-	-	-	.89***	.	.89**
R ²		.08			.80	

** p-value < .01

*** p-value < .001

ผลการแยกประเภทอิทธิพลดัง (Table 5) แสดงชัดเจนว่า คุณภาพการสอนของผู้สอนมีอิทธิพลโดยรวมสูงสุดต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (TE = .89) ทั้งนี้ คุณภาพการสอนของผู้สอนเป็นตัวแปรที่ได้รับอิทธิพลทางตรงจากสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน และคุณภาพการสอนของผู้สอนร่วมกับสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ร้อยละ 80.00 ($R^2 = .80$)

อภิปรายผล

1. ผลการวิจัย พบว่า สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา โดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรคุณภาพการสอนของผู้สอน ซึ่งเป็นการยืนยันแนวคิดที่เกี่ยวกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา (Phra Kru Baidika Monthon Khamago (Chutosri), 2019) ซึ่งกล่าวไว้ว่าสภาพแวดล้อมในสถานศึกษา เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อ

การเรียนรู้และการจัดการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพราะการจัดสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยมีความสำคัญต่อบรรยากาศและความรู้สึกของครู นักเรียน นักศึกษา รวมทั้งคนอื่น ๆ ที่มีอยู่ในมหาวิทยาลัยที่จะก่อความรู้สึกดี ๆ ให้เกิดขึ้นกับกระบวนการเรียนการสอนนั่นเอง อีกทั้งการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ดีจัดเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อผู้สอนที่ทำให้ผู้สอนมีความกระตือรือร้นในการสอน ทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจะเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้สนใจเกิดการเรียนรู้และมีการพัฒนานตนเองไปสูเป้าหมายที่ต้องการได้ ดังจะเห็นได้จากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนและคุณภาพการสอนของผู้สอนที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากถึงร้อยละ 80.00 โดยเฉพาะทักษะการวัดคิด

2. ผลการวิจัยที่มุ่งนำเสนอแนวทางและขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง 6 ขั้นตอนดังกล่าว เป็นขั้นตอนที่เพิ่มเติมรายละเอียดให้มีความเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจในการใช้แนวทางที่นำเสนอไปสำหรับการวิเคราะห์งานวิจัยของตนเอง อย่างไรก็ตามมีนักวิชาการต่างประเทศได้เสนอแนวทางการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างที่มีการอ้างอิงถึงกันอย่างแพร่หลายอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ Anderson, & Gerbing (1988) ได้เสนอไว้ 2 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์แบบจำลองแบบจำลองเอกมิติ (unidimensional model) หรือเรียกว่า congeneric measurements (Jöreskog, 1971) เพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงแต่ละตัวสามารถใช้วัดตัวแปรแฝงได้กลมกลืนกัน

ดีหรือไม่เพียงใด รวมถึงพิจารณาความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (composite reliability) ความตรงเชิงลู่เข้า (convergent validity) และความตรงเชิงจำแนก (discriminant validity) ของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) และ (2) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model) เพื่อทดสอบสมมติฐานวิจัย กลุ่มที่สอง คือ Mulaik, & Millsap (2000) ได้เสนอไว้ 4 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์แบบจำลองไร้ข้อจำกัด (the unrestricted model) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis: EFA) (2) การวิเคราะห์แบบจำลองการวัด (measurement model) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) (3) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model) และ (4) การทดสอบสมมติฐานวิจัย

ทั้งสองแนวทางที่ได้นำเสนอไว้ (2 ขั้นตอน และ 4 ขั้นตอน) ดังกล่าวข้างต้น ยังมีปัญหาในแนวทางปฏิบัติเนื่องจากผู้วิจัยที่ไม่ใช่บุคลากรในสายการวัดและประเมิน และ/หรือนักสถิติจะไม่เข้าใจกระบวนการทำงานที่แท้จริง เช่น การประเมินการแจกแจงปกติ การพิจารณาประเด็นที่ทำให้เกิดปัญหาข้อมูลไม่แจกแจงปกติ รวมถึงกรณีที่มีปัญหาเกิดความตรงเชิงจำแนกระหว่างตัวแปรแฝง ซึ่งงานวิจัยที่นำเสนอในวารสารต่าง ๆ มักไม่ได้ให้รายละเอียดของการแก้ปัญหา และการชี้ให้เห็นถึงข้อดี-ข้อเสียของการแก้ปัญหาแต่ละแนวทาง ดังนั้นบทความนี้จะนำเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างแบบเจาะจง ที่ควรประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การประเมินค่าผิดปกติของข้อมูล โดยใช้วิธี Mahalanobis d-square สำหรับทดสอบความแตกต่างของข้อมูลตัวอย่างรายเคสกับค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล (centroid) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพื่อพิจารณาตัดข้อมูลตัวอย่างเคสที่มีความผิดปกติออกจากชุดข้อมูลก่อนการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง

2) การประเมินการแจกแจงปกติของตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งถ้าตัวแปรแต่ละตัวมีข้อมูลที่มีค่าความเบ้ (skewness) และความโด่ง (kurtosis) อยู่ใกล้ 0 ก็สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลจากตัวแปรแต่ละตัวมีการแจกแจงแบบปกติและนำไปสู่การสรุปได้ว่าข้อมูลจากตัวแปรสังเกตได้มีการแจกแจงแบบปกติเชิงพหุ (multivariate normality) (Kline, 2005; Blunch, 2008; Stevens, 2009; El-Basyouny, & El-Bassiouni, 2013, as cited in Ingard, 2022)

3) การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝง ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) แบบ Congeneric measurements

4) การประเมินความตรงเชิงจำแนก ด้วยวิธีการ AVE-SV (Fornell, & Larcker, 1981) และ/หรือ HTMT₈₅ (Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือพิจารณาทั้งสองอย่างในกรณีที่มีวิธีใดวิธีหนึ่งตัดสินใจได้ไม่ชัดเจนเพื่อพิจารณาประกอบกัน

5) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง (structural model) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ซึ่งควรทดสอบให้ชัดเจนทั้งอิทธิพลทางตรง (direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) เพื่อให้ได้คำตอบการวิจัยอย่างชัดเจน

6) การจำแนกประเภทอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลโดยรวม เพื่อหาข้อสรุปว่าตัวแปรสาเหตุตัวใดที่มีอิทธิพลโดยรวมสูงสุดต่อตัวแปรตามในงานวิจัยที่ทำ เพื่อใช้ในการเขียนข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ได้อย่างเห็นได้เป็นรูปธรรม

สรุป

วัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 สรุปได้ว่า

1) นักศึกษาเห็นว่าคุณภาพการสอนของผู้สอนอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยรายการที่ได้รับการประเมินสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ อาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา อาจารย์มีการเตรียมการสอน มีความตั้งใจในการสอน และอาจารย์สอนครบถ้วนตามแผนการสอน ตามลำดับ ส่วนรายการประเมินที่มีค่าต่ำสุด คือ อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการสอนที่กระตุ้นความสนใจ ดังนั้นประเด็นนี้นำไปสู่การเสนอแนะว่าอาจารย์ผู้สอนควรมีการพัฒนาวิธีการสอนที่กระตุ้นความสนใจให้นักศึกษาให้มากขึ้น โดยอาจจะอบรม หรือเข้าร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนกับอาจารย์ผู้สอนคนอื่น ๆ ที่มีวิธีการสอนที่ทันสมัย หรือวิธีการสอนเชิงรุกที่จะทำให้วิธีการสอนที่น่าสนใจเพิ่มขึ้นได้

2) นักศึกษาประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของตนเองอยู่ในระดับมาก โดยมีการพัฒนาด้านทักษะการรู้คิดสูงกว่าด้านพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในห้องเรียน ในส่วนของทักษะการรู้คิด พบว่า นักศึกษามีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบสูงสุด รองลงมา คือ ทักษะการวิเคราะห์

เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในส่วนของการพัฒนาพฤติกรรมกาพิงประสงค์ ในห้องเรียน พบว่า นักศึกษามีการเข้าเรียนตรงเวลา และสม่ำเสมอสูงสุด รองลงมา คือ การทบทวนและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการมีส่วนร่วมในการซักถามและอภิปรายในชั้นเรียน สำหรับข้อบ่งชี้ที่ได้รับคะแนนต่ำสุด คือ การพัฒนาด้านคุณธรรม-จริยธรรม ดังนั้นในประเด็นนี้จึงมีข้อเสนอแนะสำหรับอาจารย์ผู้สอนว่า ควรเพิ่มเติมผลลัพธ์ด้านนี้ให้แก่นักศึกษาให้มากขึ้น ซึ่งอาจจะทำในลักษณะหลากหลายวิธี เช่น การทำตนเป็นแบบอย่าง การยกตัวอย่างบุคคลต้นแบบทางคุณธรรม-จริยธรรม ด้านใดด้านหนึ่ง และฝึกฝนการมีวินัย เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ต่อเพื่อนและอาจารย์ เป็นต้น

3) นักศึกษาประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่ได้รับการประเมินด้วยคะแนนสูงสุด คือ การจัดให้มีเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในห้องเรียน รองลงมา ได้แก่ โสตทัศนูปกรณ์ประจำห้องเรียน เครื่องมือวัสดุ/ครุภัณฑ์ประกอบการเรียนการสอน และ สภาพแวดล้อมของห้องเรียน ได้แก่ ขนาดห้องเรียน การป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก และแสงสว่าง

วัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 สรุปได้ว่า

1) คุณภาพการสอนเป็นตัวแปรคั่นกลางแบบเต็มรูป (full mediation) ระหว่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

2) คุณภาพการสอนส่งอิทธิพลโดยรวมถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ได้สูงกว่าสภาพแวดล้อมการเรียน

การสอน และสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีเพียงอิทธิพลทางอ้อมต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษา

3) สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนและคุณภาพการสอนร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาได้ร้อยละ 80.00

ดังนั้นจากผลการวิจัยที่ได้ จึงมีข้อเสนอแนะว่า ผู้บริหารทั้งระดับสถาบันและระดับคณะ ตลอดจนอาจารย์ผู้สอนควรให้จัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้เหมาะสมสอดคล้องกับบริบทการเรียนของแต่ละรายวิชา เนื่องจากเป็นตัวแปรสาเหตุที่ช่วยให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอนได้ดีมีคุณภาพแล้วจะส่งผลต่อไปยังผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดี อย่างไรก็ตามแม้จะจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนได้ดีแล้วแต่ถ้าหากอาจารย์ผู้สอนไม่มีการเตรียมการสอนที่ดีรวมทั้งไม่มีทักษะการสอนที่จะทำให้นักศึกษาคุณภาพการสอนในห้องเรียนดี ก็ยากที่สภาพแวดล้อมการเรียนการสอนจะช่วยให้นักศึกษาได้ ดังนั้นผู้บริหารจึงควรสนับสนุนให้อาจารย์ผู้สอนได้มีการเพิ่มพูนทักษะการจัดกิจกรรมการสอน ทักษะการเตรียมการสอนที่สอดคล้องกับบริบทสังคมดิจิทัล เช่น การอบรมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เทคนิคการกระตุ้นความสนใจเรียนแก่นักศึกษา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ไม่ได้วัดตัวแปรตามทฤษฎีและมีตัวแปรในแบบจำลองเพียง 4 ตัวแปร ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์จริงที่ว่าเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีผลมาจากหลากหลายสาเหตุ ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเป็นการศึกษาจากแนวคิด

ทฤษฎีที่ครอบคลุมกับปรากฏการณ์จริง และใช้วิธีการศึกษาจากข้อมูลปฐมภูมิ

วัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 จากการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ สามารถสรุปข้อเสนอแนะสำหรับแนวทาง ขั้นตอน และแนวทางการแก้ปัญหาของการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง ได้ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางและขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างแบบเจาะจง 6 ขั้นตอน

(1) การประเมินค่าผิดปกติของข้อมูล

(2) การประเมินการแจกแจงปกติของตัวแปรแต่ละตัว

(3) การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝง

(4) การประเมินความตรงเชิงจำแนก

(5) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง

(6) การจำแนกประเภทอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลโดยรวม

2) ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการแก้ปัญหาของการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง

(1) การแก้ปัญหากรณีพบว่ามีค่าผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกิดขึ้น ให้ตัดข้อมูลรายนั้นออกจากชุดข้อมูลและวิเคราะห์ซ้ำ ๆ จนมั่นใจว่าไม่เหลือข้อมูลผิดปกติอีกแล้ว จึงนำไปดำเนินการขั้นต่อไป

(2) การแก้ปัญหากรณีพบว่ามีตัวแปรแฝงความตรงเชิงจำแนก

(2.1) กรณีที่ตัวบ่งชี้ระหว่างตัวแปรแฝงสามารถนำมาไว้เป็นตัวแปรแฝงเดียวกันได้ ก็ให้นำมาไว้รวมกัน ซึ่งอาจจะทำได้ 2 กรณี ได้แก่ ทำเป็นโครงสร้างลำดับที่หนึ่ง (first order construct) ดัง (Figure 5)

และทำเป็นโครงสร้างลำดับที่สอง (second order construct) ดัง (Figure 6) แล้วพิจารณาว่า การแก้ปัญหาแบบใดที่ได้ผลที่เหมาะสมกว่า

(2.2) กรณีที่ตัวบ่งชี้ระหว่างตัวแปรแฝงไม่สามารถนำมาไว้เป็นตัวแปรแฝงเดียวกันได้เนื่องจากเป็นตัวแปรแฝงที่ต่างกัน หรือไม่มีความข้องเกี่ยวกับกรณีนี้ผู้วิจัยต้องเลือกให้เหลือตัวแปรแฝงใดตัวแปรแฝงหนึ่งไว้ในแบบจำลองการวิจัย หรือกล่าวได้ว่าในแบบจำลองการวิจัยจะต้องไม่มีตัวแปรแฝงที่จะเกิดความตรงเชิงจำแนกต่อกัน

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological bulletin*, 103(3), 411-423.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen, & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- Farrell, A. M. (2010). Insufficient discriminant validity: A comment on Bove, Pervan, Beatty, and Shiu (2009). *Journal of Business Research*, 63(3), 324-327.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). New York, NY: Pearson.
- Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication monographs*, 76(4), 408-420.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999) Cutoff Criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Iamkhongsi, S. (2018). *Classroom management in the 21st Century*. Bangkok: Triple education. (in Thai)
- Ingard, A. (2022). *Principles theories and practices: structural equation modeling*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Jöreskog, K. G. (1971). Simultaneous factor analysis in several populations. *Psychometrika*, 36(4), 409-426.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York, NY: The Guilford Press.
- Mulaik, S. A., & Millsap, R. E. (2000). Doing the four-step right. *Structural Equation Modeling*, 7(1), 36-73.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Office of the Education Council. (2017). *National education plan*. Bangkok: Prig Whan Grafftic. (in Thai)
- Ongardwanich, N. (2016). 21st century skills assessment guidelines. *Journal of Education Thaksin University*, 16(2), 1-11. (in Thai)
- Panich, W. (2012). *Ways to create learning for students in the 21st century*. Bangkok: Tathata Publication. (in Thai)
- Phra Kru Baidika Monthon Khamago (Chutosri). (2019). Environmental influence of contributing learning for development of tertiary students. *Journal of Yanasangvorn Research Institute Mahamakut Buddhist University*, 10(1), 192-200. (in Thai)
- Henseler, J., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43, 115-135.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.