Journal of Education and Innovative Learning, 6(2), 599-613

Research Article

A Meta-analysis of Research Related to Learning Model Efficiencies in Affecting Development of Student's Scientific Reasoning at Basic Educational Level

Thatsaniya Rantong[1*] and Rattikan Sarnkong[1]

Received: August 1, 2025 Revised: September 29, 2025 Accepted: October 4, 2025

Abstract

The objectives of the study were to 1) analyze the basic characteristics of research studies, and 2) compare the effect sizes of different methods of learning on the development of scientific reasoning. The sample of studies was selected according to the PRISMA 2020 guidelines. The study used 27 out of 55 full-text theses published in the Thai language, which were searched in the TDC database for years from 2003 to 2024. The research instrument was a form used to record study characteristics. The data were analyzed using a statistical package with descriptive statistics and a meta-analysis with the random effects model. The assessment of publication bias showed asymmetry in the funnel plot, and Egger's test confirmed its statistical significance (6.738, $p<.05$). The Trim and Fill approach was used, but no further research was cited. The total effect size after adjustment was 2.44 (95% CI [1.73, 3.15]). The heterogeneity analysis showed significant differences ($Q=376.96$, $p<.001$), with $\tau^2=3.36$ (REML) and $I^2=97.65\%$, confirming statistically significant differences between the studies. The results of the omnibus moderation test showed that $F=3.477$ ($p=0.042$) with statistical significance. Meta-regression revealed that the inquiry-based and argument learning groups showed bigger effect sizes than the problem, context, and social learning groups, with a 95% confidence level.

Keywords: Scientific Reasoning; Research Synthesis; Meta-analysis

[1] Educational Research and Evaluation Program, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University
* Corresponding Author e-mail: r.thatsaniya@kkumail.com

วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้, 6(2), 599-613

บทความวิจัย

การวิเคราะห์อภิมานเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ทัศนียา ร้านทอง[1*] และ รัตติกาล สารกอง[1]

รับบทความ: 1 สิงหาคม 2568 แก้ไขบทความ: 29 กันยายน 2568 รับตีพิมพ์: 4 ตุลาคม 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามระเบียบวิธี PRISMA 2020 โดยใช้วิทยานิพนธ์ฉบับภาษาไทยที่เผยแพร่บนฐาน TDC ตั้งแต่ พ.ศ. 2546-2567 เกี่ยวกับด้านการเรียนรู้จำนวน 27 เรื่อง จากทั้งหมด 55 เรื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยายและการวิเคราะห์อภิมานแบบจำลองอิทธิพล สุ่มด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป พบว่า การพิจารณา publication bias ด้วย Funnel Plot ได้กราฟไม่สมมาตร และผล Egger's test เท่ากับ 6.738 ($p<.05$) พบนัยสำคัญ ตรวจสอบและปรับแก้ด้วยวิธี Trim and Fill แล้วไม่มีการเติมงานวิจัยเพิ่มเติม ค่าขนาดอิทธิพลรวมที่ปรับแล้วเท่ากับ 2.44 (95% CI [1.73, 3.15]) ซึ่งมีผลความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Q เท่ากับ 376.96, $p<.001$) โดยค่า τ^2 เท่ากับ 3.36 (REML) และค่า I^2 เท่ากับร้อยละ 97.65 แสดงว่ามีความแตกต่างสูงมากระหว่างงานวิจัย และผล Omnibus Moderation Test มีค่า F เท่ากับ 3.477 ($p=0.042$) และผล Meta-regression พบว่า กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้งมีแนวโน้มส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลมากกว่ากลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคมที่ค่าร้อยละ 95 ของความเชื่อมั่น

คำสำคัญ: การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์; การสังเคราะห์งานวิจัย; การวิเคราะห์อภิมาน

[1] สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
* อีเมลผู้ประสานงานหลัก: r.thatsaniya@kkumail.com

บทนำ

การศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยมนุษย์ดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวัน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ทักษะการประมวลผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่สังเกตกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อคาดคะเนถึงสิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้ (Zulkipli et al.,2020) โดยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์ที่เคยได้รับมา (Khunliang et al., 2022) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีเหตุผล นำมาซึ่งการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้า โดยก้าวทันสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงทางสังคมโลกอย่างรอบด้านไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ นักเรียนต้องได้เผชิญกับปัญหาในสถานการณ์จริง การเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนและการร่วมกันคิดหาแนวทางการแก้ปัญหา จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน และพัฒนากระบวนการต่าง ๆ อันจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Art-in, 2021)

งานวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง ซึ่งการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แต่ละเล่มมีความแตกต่างกันในผลการศึกษา และระเบียบวิธีที่จะส่งเสริมนักเรียน ในประเทศไทยโรงเรียนชนบทหลายแห่งขาดงบประมาณ ห้องปฏิบัติการ และครูวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้การเรียนการสอนยังเน้นการบรรยายและจำกัดโอกาสพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Suyaprom & Manmee, 2018) ซึ่งทำให้ยากที่จะสรุปได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน งานวิจัยมีอยู่อย่างกระจัดกระจาย การใช้กลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มหรือคนละระดับชั้น ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดดีกว่าแบบใด แม้ว่าเป็นการศึกษาจากปัญหาวิจัยเดียวกัน ส่งผลให้ครูผู้สอนที่นำข้อมูลผลการวิจัยไปใช้เกิดความสับสน อาจก่อให้เกิดความลำเอียงในผลการวิจัย

การวิเคราะห์อภิมานเป็นวิธีหนึ่งของการสังเคราะห์ผลการวิจัยปฐมภูมิ สำหรับประเทศไทยการวิจัยแบบนี้นิยมทำกันในวงการแพทย์และพยาบาล (Sukamonson, 2023) แต่ในวงการศึกษา โดยเฉพาะด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังมีจำนวนน้อย การวิเคราะห์อภิมานจะช่วยลดความลำเอียงของผลข้อมูล รวมถึงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เกิดความชัดเจนในการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นถึงทิศทางและขนาดค่าขนาดอิทธิพล ซึ่งเป็นประโยชน์มากในการตัดสินเลือกการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยมีงานวิจัยแต่ละเรื่องเป็นหน่วยในการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปของค่าขนาดอิทธิพลที่ได้จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์แต่ละเรื่อง ที่สามารถให้คำตอบในการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจศึกษา (Thanakwang, 2010) สอดคล้องกับ Moonseekaew and Sawangboon (2020) กล่าวว่า การวิเคราะห์อภิมานทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนที่เป็นระบบ มีความชัดเจน และเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ยังไม่มีการสังเคราะห์งานวิจัยในประเด็นดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการสังเคราะห์งานวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อภิมานในการค้นหาคำตอบ เพื่อเป็นข้อมูลเชิงลึกสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้าน

การศึกษาใช้ตัดสินใจที่เกี่ยวกับการออกแบบหลักสูตรและเลือกรูปแบบการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์อภิมานในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์แบบจำลองอิทธิพลสุ่ม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้น และเพื่อเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิทยานิพนธ์ฉบับเต็มภาษาไทยที่พิมพ์เผยแพร่บนฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย TDC (Thai Digital Collection) ให้ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงลึกกำหนดทิศทางการศึกษาไทยในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทนักเรียนและสถานศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำถามการวิจัย

1. คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร
2. ความแตกต่างระหว่างค่าขนาดอิทธิพลของตัวแปรกำกับกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่

การทบทวนวรรณกรรม

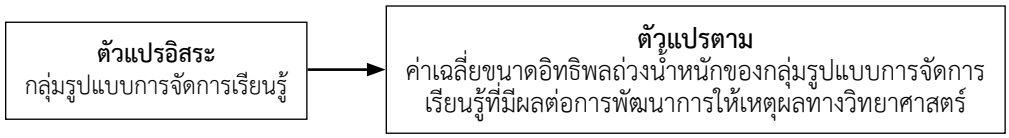
1. การวิเคราะห์อภิมาน หมายถึง วิธีการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำงานวิจัยหลาย ๆ เรื่องทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาข้อสรุปหรือข้อยุติของงานวิจัยที่ศึกษาปัญหาเดียวกัน (Thanakwang, 2010; Phusee-orn, 2005) มักใช้กับกรณีงานวิจัยเป็นเชิงปริมาณที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยที่มีระบบเป็นปรนัย มีความทันสมัย และมีความถูกต้องสูง มีหน่วยการวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ของการวิเคราะห์อภิมาน คือ งานวิจัยแต่ละเรื่อง (Office of the Education Council, 2009) โดยการวิเคราะห์อภิมานครั้งนี้มีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์อภิมานตามระเบียบวิธี PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสากลสำหรับการทบทวนอย่างเป็นระบบ (Page et al., 2021; Borenstein et al., 2009) จุดประสงค์ของการวิเคราะห์อภิมาน เพื่อสังเคราะห์สร้างข้อสรุปและสามารถอธิบาย ทำนายงานวิจัย รวมถึงแก้ปัญหาข้อขัดแย้งระหว่างงานวิจัยได้ มีงานวิจัยทางการศึกษาที่นำการวิเคราะห์อภิมานมาใช้เพื่อสังเคราะห์องค์ความรู้ในมิติที่หลากหลาย เช่น ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน (Surin & Dumrongpanit, 2024) การวิเคราะห์อภิมานจะคำนวณขนาดอิทธิพลตามรูปแบบของการออกแบบการวิจัย ซึ่งทำการปรับค่าให้อยู่ในหน่วยมาตรฐานเดียวกันก่อนนำมาสังเคราะห์ผล

2. ขนาดอิทธิพล (Effect Size: d) หมายถึง ดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยสำหรับการวิเคราะห์อภิมาน ค่าสถิติเป็นหน่วยมาตรฐานเดียวกัน บอกถึงขนาดอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม โดยงานวิจัยที่

ศึกษาก่อนและหลังเรียนมีกลุ่มควบคุม คำนวณโดยใช้สูตรของ Hedges' g_ppc (Morris, 2008) งานวิจัยที่ศึกษาก่อนและหลังเรียนไม่มีกลุ่มควบคุมใช้สูตรของ Standardized Mean Change (g_av) ร่วมกับค่าสหสัมพันธ์ (Morris & DeShon, 2002) และงานวิจัยที่มี 2 กลุ่มศึกษาหลังเรียน ใช้สูตรของ Hedges' g ที่ปรับแก้ไขข้อจำกัด small-sample bias (Hedges, 1981) ด้วยโปรแกรมทางสถิติทดสอบสำเร็จรูป นำค่าขนาดอิทธิพลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลที่สรุปเกี่ยวกับข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัย

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) หมายถึง กระบวนการคิดของนักเรียนในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากหลักฐานหรือประจักษ์พยาน รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎีมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานของตน ซึ่งนำไปสู่การได้มโนทัศน์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Silamom & Chusanachoti, 2019; Somparn et al., 2022) การให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐานและข้อมูลที่มีการประมวลผล มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) ข้อสรุป 2) หลักฐาน 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน และ 4) ประเมินและตรวจสอบเพื่อสนับสนุนคำตอบ

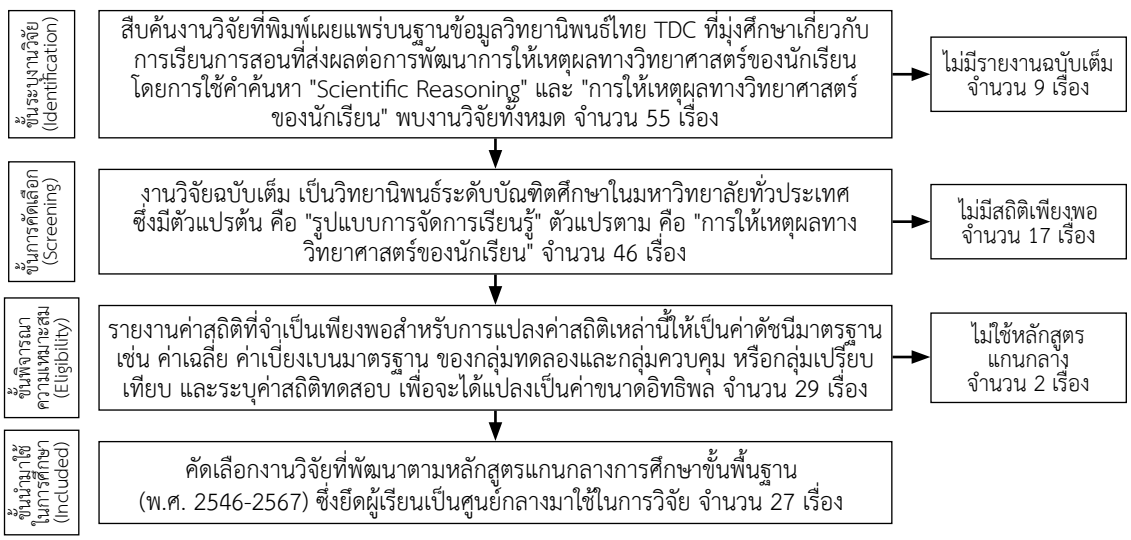
กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Populations and Sample) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาจากประชากรจำนวน 55 เรื่อง งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เป็นรายงานฉบับเต็มภาษาไทยที่มีการรายงานค่าสถิติที่จำเป็นเพียงพอสำหรับการแปลงค่าสถิติเหล่านี้ให้เป็นค่าดัชนีมาตรฐาน เพื่อแปลงเป็นค่าขนาดอิทธิพล จำนวน 27 เรื่อง โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยสำหรับการวิเคราะห์อภิมานตามระเบียบวิธี PRISMA 2020 ดังนี้



ภาพที่ 2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามระเบียบวิธี PRISMA 2020

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย โดยมีส่วนประกอบของคุณลักษณะงานวิจัยและรหัสสำหรับการบันทึกค่าของแต่ละตัวแปรตามที่กำหนดไว้ในสมุดรหัส (Code Book) เพื่อสรุปลักษณะรายละเอียดของงานวิจัย ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 13 ตัวแปร ดังนี้ สาระที่ใช้ในการวิจัย ปีที่พิมพ์รูปเล่ม ระดับชั้นของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย วิธีจัดการเรียนรู้ที่ศึกษา แบบแผนการวิจัย การชักกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรควบคุมในงานวิจัย การตั้งสมมติฐานการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแบบวัด สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน และระดับนัยสำคัญที่ระบุในสรุปผลการวิจัย ซึ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้านความครอบคลุมตัวแปรของคุณลักษณะงานวิจัย ความเหมาะสมของภาษา มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60–1.00 จากนั้นตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินในผลการประเมินของแต่ละข้อ การประเมินคุณภาพงานวิจัยระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย 1 คนจากงานวิจัยจำนวน 2 เล่ม โดยวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coeficient: ICC) การประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกต (Inter-rater Reliabiliy) มีความสอดคล้องร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงถือว่าแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยนั้นมีความเชื่อมั่น (Mungto, 2016) โดยนำข้อมูลจากการบันทึกของทั้ง 2 คน มาวิเคราะห์ได้ค่าร้อยละที่บันทึกตรงกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล โดยเก็บข้อมูลรายชื่องานวิจัย ดาวน์โหลดรายงานฉบับเต็มเป็นภาษาไทยที่ต้องการสังเคราะห์ เก็บในรูปไฟล์เอกสาร pdf จากนั้นอ่านบทคัดย่องานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับด้านการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่มีการรายงานค่าสถิติและระบุค่าสถิติทดสอบ เพื่อจะได้แปลงเป็นค่าขนาดอิทธิพล มีการรายงานค่าสถิติครบถ้วนและสอดคล้องกับการคัดเลือกงานวิจัยตามระเบียบวิธี PRISMA 2020 จำนวน 27 เรื่อง บันทึกข้อมูลจากงานวิจัยลงในแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย ตรวจสอบผลการประเมินและความสมบูรณ์เพื่อเตรียมวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ตอนเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลระหว่างกลุ่มการวิเคราะห์จำแนกตามคุณลักษณะงานวิจัย

ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการศึกษากลุ่มย่อยของตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นตัวแปรดัมมี่ จากนั้นพิจารณาวิธีการทดสอบว่าควรใช้วิธีการทดสอบอิทธิพลสุ่มหรืออิทธิพลคงที่ ซึ่งมีการวิเคราะห์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) พิจารณา publication bias จาก (1) funnel plot ถ้ากราฟไม่สมมาตร (Asymmetric) กระจายเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง แสดงว่างานวิจัยที่นำมาใช้เกิด publication bias (2) การตรวจสอบ Egger's Test ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวอย่างงานวิจัยที่นำมาใช้เกิด publication bias

2) พิจารณา sensitivity ด้วยการทดสอบ Casewise Diagnostics (Leave-one-out) เป็นการทดสอบความมั่นคง (Robustness) ของผลการวิเคราะห์อภิมาน ถ้าพบว่ามีงานวิจัยบางเรื่องเป็น Outlier แสดงว่ามีผลกระทบต่อค่าขนาดอิทธิพลรวมอย่างชัดเจน

3) คำนวณค่าขนาดอิทธิพล จากสูตรที่แตกต่างกันตามระเบียบวิธีที่กำหนดไว้ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

ทดสอบสำเร็จรูป จากนั้นพิจารณาประเมินค่าขนาดอิทธิพลออกเป็น 6 ระดับ คือ อิทธิพลน้อยมาก (ES≤0.15) อิทธิพลน้อย (0.15<ES≤0.40) อิทธิพลปานกลาง (0.40<ES≤0.75) อิทธิพลสูง (0.75<ES≤1.10) อิทธิพลสูงมาก (1.10<ES≤1.45) และอิทธิพลสูงมากที่สุด (1.45<ES) (Yohannes et al., 2021) พิจารณาความไม่เป็นเอกพันธ์ (Heterogeneity Test) โดยนำค่าขนาดอิทธิพลของทดสอบด้วย 1) Residual Heterogeneity Test (Q-test) ถ้าพบว่าค่า Q-test พบนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่างานวิจัยมีความไม่เป็นเอกพันธ์ (Heterogeneity) ใช้การทดสอบรูปแบบอิทธิพลสุ่ม (Random Effects Model) และ 2) τ^2 test และ I^2 Statistic โดยค่า τ^2 test ใช้เพื่อระบุค่าประมาณความแปรปรวนระหว่างงานวิจัย (Between-study Variance) และ I^2 Statistic ใช้เพื่อระบุค่าสถิติที่แสดงถึงร้อยละของค่าความแปรปรวนที่สังเกตเห็นได้ต่อความแปรปรวนทั้งหมดของค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัยที่นำมาศึกษาที่ไม่ได้เกิดจากความคลาดเคลื่อน ถ้าพบว่ามีค่ามากกว่าร้อยละ 75 แสดงว่ามีความแปรปรวนที่ต้องพิจารณา (Higgins & Thompson, 2003, as cited in Sukamonson, 2023) จากนั้นนำกลุ่มตัวแปรกำกับกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 3 กลุ่มคือ 1. กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง 2. กลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคม และ 3. กลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสาน ทำการทดสอบภาพรวมด้วยวิธี Omnibus Moderation Test ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าตัวแปรกลุ่มการจัดการเรียนรู้ที่จัดสามารถอธิบายความแตกต่างของขนาดอิทธิพลได้ จากนั้น ทดสอบ Meta-regression เพื่อทำการเปรียบเทียบตัวแปรกำกับกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลกับตัวแปรจัดประเภทด้วยค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Meta-regression Coefficient) ทดสอบว่า ค่าขนาดอิทธิพลแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ และใช้ตัวแปร intercept เป็นฐานในการเปรียบเทียบ ถ้าพบตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรนั้นมีผลต่อค่าขนาดอิทธิพล

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสังเคราะห์ (Research Synthesis) โดยใช้ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เผยแพร่แล้วในแหล่งข้อมูลสาธารณะ คือ วิทยานิพนธ์ ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากมนุษย์โดยตรง ใช้เฉพาะข้อมูลที่เผยแพร่โดยชอบธรรม และสามารถเข้าถึงได้ตามหลักจริยธรรม มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลทุกกรณีเพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ หากแหล่งข้อมูลต้นทางมีข้อมูลที่สามารถระบุตัวบุคคลได้ จะไม่นำเสนอข้อมูลดังกล่าวเพื่อป้องกันการละเมิดความเป็นส่วนตัว โดยไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถระบุตัวตนได้ และไม่ใช้ข้อมูลในลักษณะที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเจ้าของข้อมูลต้นทางหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง การดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามข้อกำหนดด้านจริยธรรมของสถาบันที่นักศึกษาสังกัดอยู่

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของงานวิจัยจำแนกตามคุณลักษณะงานวิจัยเป็นตัวแปรจัดประเภท

ตัวแปร	ระดับของตัวแปร	จำนวน (เล่ม)	ร้อยละ
สาระที่ใช้ในการวิจัย	1) วิทยาศาสตร์ทั่วไป	9	33.33
	2) ฟิสิกส์	3	11.11
	3) เคมี	3	11.11
	4) ชีววิทยา	12	44.44

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวแปร	ระดับของตัวแปร	จำนวน (เล่ม)	ร้อยละ
ปีที่พิมพ์รูปเล่ม	1) พ.ศ. 2546–2550 (ก่อนปรับปรุงหลักสูตร พ.ศ. 2551)	2	7.41
	2) พ.ศ. 2551–2559 (ระหว่างใช้หลักสูตร พ.ศ. 2551)	7	25.93
	3) พ.ศ. 2560–2567 (ปรับปรุงหลักสูตร พ.ศ. 2560)	18	66.67
ระดับชั้นของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	1) ประถมศึกษา (ป.1-6)	1	3.70
	2) มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3)	7	25.93
	3) มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-6)	19	70.37
วิธีจัดการเรียนรู้ที่ศึกษา	1) กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง	13	48.15
	2) กลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคม	12	44.44
	3) กลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสาน	2	7.41
แบบแผนการวิจัย	1) แบบกลุ่มเดียว โดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง	8	29.63
	2) แบบกลุ่มเดียว โดยไม่มีการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง	7	25.93
	3) แบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่ม วัดหลังการทดลอง	1	3.70
	4) แบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง	7	25.93
	5) แบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยไม่มีการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง	4	14.81
การชักกลุ่มตัวอย่าง	1) แบบอาศัยความน่าจะเป็น	18	66.67
	2) แบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น	9	33.33
ตัวแปรควบคุมในงานวิจัย	1) มีตัวแปรควบคุม	4	14.81
	2) ไม่มีตัวแปรควบคุม	23	85.19
การตั้งสมมติฐานการวิจัย	1) ไม่มีสมมติฐาน	6	22.22
	2) สมมติฐานแบบมีทิศทาง	21	77.78
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	1) แบบวัด/แบบทดสอบ/แบบสอบ อย่างเดียว	20	74.07
	2) แบบวัด/แบบทดสอบ/แบบสอบ, แบบสังเกต	3	11.11
	3) แบบวัด/แบบทดสอบ/แบบสอบ, อื่นๆ	4	14.81
สถิติพื้นฐาน	1) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11	40.74
	2) ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	16	59.26
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแบบวัด	1) ความตรง/ความเที่ยงตรง	2	7.41
	2) ความตรง/ความเที่ยงตรง, ความเชื่อมั่น/ความเที่ยง	1	3.70
	3) ความตรง/ความเที่ยงตรง, ความยาก, อำนาจจำแนก	1	3.70
	4) ความตรง/ความเที่ยงตรง, ความเชื่อมั่น/ความเที่ยง, ความยาก, อำนาจจำแนก	22	81.48
	5) ใช้เครื่องมือของผู้อื่น	1	3.70
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน	1) t-test	21	77.78
	2) t-test และ ANCOVA	1	3.70
	3) t-test และ ANOVA	1	3.70
	4) Wilcoxon test	2	7.41
	5) อื่น ๆ	2	7.41
ระดับนัยสำคัญที่ระบุในสรุปผลการวิจัย	1) 0.01	3	11.11
	2) 0.05	22	81.48
	3) ไม่แตกต่างกัน/ไม่ระบุระดับนัยสำคัญ	2	7.41

จากตารางที่ 1 พบว่า สาระที่ใช้ในการวิจัยมากที่สุด (ร้อยละ 44.44) คือ สาระชีววิทยา มีการตีพิมพ์รูปเล่มเผยแพร่มากที่สุด (ร้อยละ 92.59) คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2560–2567 (ปรับปรุงหลักสูตร พ.ศ. 2560) ระดับชั้นของกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยมากที่สุด (ร้อยละ 70.37) คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวิธีการจัดการการเรียนรู้ที่ศึกษามากที่สุด (ร้อยละ 48.15) คือ กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง วัตถุประสงค์ของงานวิจัยมากที่สุด (ร้อยละ 40.74) คือ เพื่อศึกษาและเพื่อเปรียบเทียบ แบบแผนการวิจัยที่ใช้มากที่สุด (ร้อยละ 29.63) คือ แบบกลุ่มเดียว โดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างพบมากที่สุด (ร้อยละ 37.04) คือ แบบอาศัยความน่าจะเป็นด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ตัวแปรควบคุมในงานวิจัยศึกษา (ร้อยละ 85.19) คือ ไม่มีตัวควบคุม การตั้งสมมติฐานการวิจัยมากที่สุด (ร้อยละ 77.78) คือ สมมติฐานแบบมีทิศทาง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลมากที่สุด (ร้อยละ 74.07) คือ การใช้แบบวัด/แบบทดสอบ/แบบทดสอบเพียงอย่างเดียว การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมากที่สุด (ร้อยละ 81.48) คือ ความตรง/ความเที่ยงตรง, ความเชื่อมั่น/ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก สถิติพื้นฐานมากที่สุด (ร้อยละ 59.26) คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานมากที่สุด (ร้อยละ 77.78) คือ t-test และระดับนัยสำคัญที่ระบุในสรุปผลการวิจัยมากที่สุด (ร้อยละ 81.48) คือ 0.05

ตารางที่ 2 สถิติบรรยายของตัวแปรงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์จำแนกตามตัวแปรต่อเนื่อง

ตัวแปร	N	$\bar{X}$	S.D.	Min	Max	R	Skewness (Sk)	Kurtosis (Ku)
จำนวนหน้าไม่รวมภาคผนวก	27	115.41	41.61	61	238	177	1.66	3.27
ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากงานวิจัย	27	0.73	0.27	0	0.995	0.995	-2.28	4.15
จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้	27	6.67	2.19	3	12	9	0.56	-0.18
ระยะเวลาการใช้ในการวิจัย (ระบุเป็นชั่วโมง)	27	16.07	5.55	9	29	19	0.95	-0.16

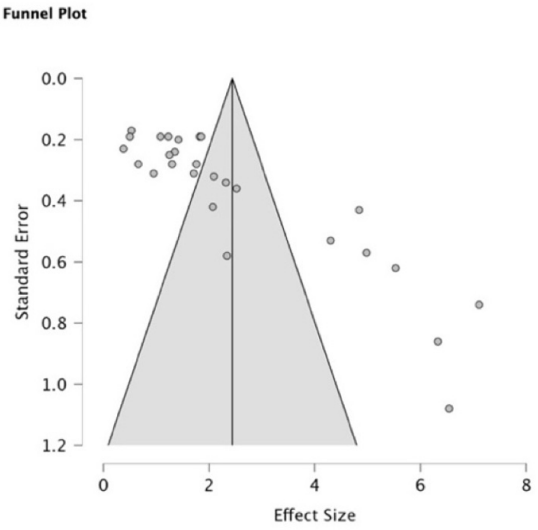
จากตารางที่ 2 พบว่า ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง จำนวน 4 ตัวแปร พบว่า จำนวนหน้าไม่รวมภาคผนวกโดยเฉลี่ย เท่ากับ 115 หน้า ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากงานวิจัยโดยเฉลี่ย เท่ากับ 0.73 จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้โดยเฉลี่ย เท่ากับ 16.07 แผน และระยะเวลาการใช้ในการวิจัยโดยเฉลี่ย เท่ากับ 16.07 ชั่วโมง ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวา ได้แก่ จำนวนหน้าไม่รวมภาคผนวก จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการใช้ในการวิจัย (ระบุเป็นชั่วโมง) และค่าความโด่งของตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยมีสัมประสิทธิ์ความโด่งมีค่าเป็นบวก หรือมีการโค้งแจกแจงโด่งมาก ได้แก่ จำนวนหน้าไม่รวมภาคผนวก และค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากงานวิจัย

ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

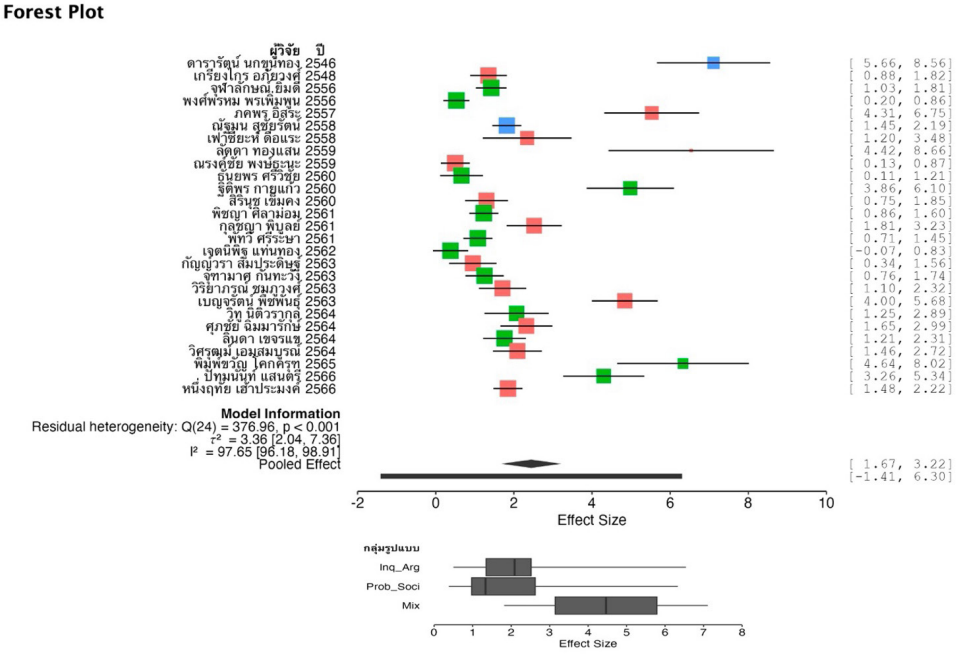
ผู้วิจัยพบค่าขนาดอิทธิพลจำนวน 37 ค่า จากงานวิจัยทั้งหมด 27 เรื่อง จึงทำการลดการพึ่งพาข้อมูลจากงานวิจัย (Multiple Effect Size Per Study) (Borenstein et al., 2009) ด้วยการเฉลี่ยค่าขนาดอิทธิพลภายในงาน (Averaging Per Study) ได้ค่าขนาดอิทธิพลจำนวน 27 ค่า ทำให้ค่าขนาดอิทธิพลเป็นอิสระต่อกัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์อภิมาน มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ผลการพิจารณา publication bias ด้วย Funnel Plot พบว่า กราฟไม่สมมาตร มีความเบ้ของข้อมูลการทดสอบ Egger's test เท่ากับ 6.738 ($p<.05$) พบนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่างานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ในครั้งนี้เกิด publication bias จึงรายงานผลการตรวจสอบดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตีความผลการวิจัย

และชี้ให้เห็นข้อจำกัดว่า ผลการสังเคราะห์อาจได้รับอิทธิพลจากความเอนเอียงในการตีพิมพ์ จึงควรพิจารณาและตีความผลการศึกษาด้วยความระมัดระวัง จากนั้นตรวจสอบและปรับแก้ publication bias โดยอาศัยลักษณะของ funnel plot ด้วยวิธี Trim and Fill พบว่า ไม่มีการเติมงานวิจัยเพิ่มเติม (Missing Studies เท่ากับ 0) ค่าขนาดอิทธิพลรวมที่ปรับแล้ว (Adjusted ES) เท่ากับ 2.44 (95% CI [1.73, 3.15], p<.001) แสดงว่าผลการวิเคราะห์ไม่ถูกบิดเบือนจากอคติในการตีพิมพ์



ภาพที่ 3 Funnel Plot ระหว่างค่าขนาดอิทธิพลและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพที่ 4 Forest Plot ของทุกงานวิจัยและตามกลุ่มโมเดล

2) ผลการพิจารณา Sensitivity ด้วยวิธี Casewise Diagnostics พบว่า เมื่อถอดงานวิจัยออกทีละเรื่อง พบว่า มีงานวิจัย 2 เรื่องอาจเป็น Outlier ต่อผลการวิเคราะห์อภิมาน โดยเมื่อถอดงานวิจัยดังกล่าวออก ค่าขนาดอิทธิพลรวมและความแปรปรวนระหว่างงานเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าผลลัพธ์ของการวิเคราะห์มีความไวต่อข้อมูล จากนั้นพิจารณา Sensitivity Analysis เปรียบเทียบผลทั้งในกรณีรวมทุกงานวิจัย และกรณีตัดงานดังกล่าวออก พบว่า ผลการวิเคราะห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อรวมทุกงานวิจัยเข้าด้วยกัน ผลลัพธ์ยังคงมีความสอดคล้องและสามารถใช้ในการตีความได้

3) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลโดยใช้ตัวแปรกำกับกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์อภิมานด้วยแบบจำลองอิทธิพลสุ่ม ใช้การเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยวิธี inverse-variance weighting ประมาณค่าความแปรปรวนระหว่างการศึกษา (τ^2) ด้วยวิธี REML และได้ตรวจสอบความเสี่ยงอคติ (Risk of Bias) นำตัวแปรดังกล่าวเข้าวิเคราะห์ร่วมใน meta-regression เพื่ออธิบายความแตกต่างของค่าขนาดอิทธิพล

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรกำกับกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้

กลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้	ค่าขนาดอิทธิพล			ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนัก	ประเมินค่าขนาดอิทธิพล	Residual Heterogeneity Test		Omnibus Moderation Test	
	N	$\bar{d}$	S.D.			Q-test	P-value	F	P-value
1) กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง	13	2.603	1.855	2.503	ระดับสูงที่สุด	376.96	<.001	3.477	0.042
2) กลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคม	12	2.166	1.944	2.076	ระดับสูงที่สุด				
3) กลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสาน	2	4.465	3.741	4.280	ระดับสูงที่สุด				
τ^2=3.36 (REML)									
I^2=97.65%									

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับสูงที่สุด โดยมีผลการทดสอบความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Residual Heterogeneity) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Q เท่ากับ 376.96, p<.001) ใช้การทดสอบรูปแบบอิทธิพลสุ่ม โดยค่า τ^2 เท่ากับ 3.36 (REML) และค่า I^2 เท่ากับร้อยละ 97.65 แสดงว่ามีความแตกต่างสูงมากระหว่างงานวิจัย และผลการทดสอบ Omnibus Moderation Test มีค่า F test เท่ากับ 3.477 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งขึ้นสามารถอธิบายความแตกต่างของขนาดอิทธิพลได้

ตารางที่ 4 ผลวิธีการทดสอบ Meta-regression

ตัวแปรกำกับ	β	SE	t	df	p-value	95% CI		95% PI	
						Lower	Upper	Lower	Upper
intercept (กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง)	2.503	0.412	7.535	24	<.001	2.267	3.942	-1.440	6.446
กลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคม	-1.451	0.646	-2.246	24	0.031	-2.765	-0.138	-1.877	6.030
กลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสาน	-1.894	0.979	-1.934	24	0.061	-3.885	0.096	-0.468	9.027

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มอ้างอิง มีค่าขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนัก (Estimate) เท่ากับ 2.503 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=<.001) กลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคม มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนักต่ำกว่ากลุ่มอ้างอิง 1.451 หน่วย มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.031) และกลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานมีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนักต่ำกว่ากลุ่มอ้างอิง 1.894 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าสามารถสรุปได้ว่าผลของตัวแปรกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้งมีแนวโน้มส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลมากกว่ากลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคมที่ค่าร้อยละ 95 ของความเชื่อมั่น

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลวิเคราะห์คุณลักษณะงานวิจัยเบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การตีพิมพ์รูปเล่มเผยแพร่มากที่สุด คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2560–2567 (ปรับปรุงหลักสูตร พ.ศ. 2560) ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 โดยหลักสูตรกำหนดให้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิด ผ่านตัวชี้วัดทั้งระหว่างทางและปลายทาง อันเป็นแนวทางสำคัญที่ส่งผลให้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยให้สอดคล้องกับทิศทางของหลักสูตรแกนกลางมากขึ้น จึงก่อให้เกิดงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระดับชั้นของกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยมากที่สุด คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากมีช่วงอายุระหว่าง 16–18 ปี อยู่ในพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ Piaget ที่สามารถคิดเชิงนามธรรม และการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบได้อย่างซับซ้อน จึงเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบสอบและการสร้างข้อโต้แย้งจะสามารถนำไปใช้ได้ในทุกระดับชั้น แต่ระดับความซับซ้อนของการคิดย่อมแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงวัย ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าจะพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในระดับประถมศึกษาน้อยกว่าอันเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไม่ได้ถูกกล่าวถึงหรือเน้นย้ำอย่างชัดเจนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สอดคล้องกับ Piyasangtong (2012) ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้วยการวิเคราะห์อภิมานตามแนวทางของ Glass et al. (1981) โดยตัวแปรช่วงชั้นที่มากที่สุดคือ ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) การพัฒนาการคิดขั้นสูงนั้นต้องใช้ความรู้พื้นฐานที่สะสมมาตั้งแต่ช่วงชั้นที่ผ่านมา อาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่สู่การจัดลำดับขั้นตอนในการพัฒนาการคิดได้ดี มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษามากที่สุด คือ กลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้ง อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้สืบสอบ (Inquiry) และสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) มีกระบวนการที่เน้นคิดระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การให้เหตุผล และการประเมินหลักฐาน ในขั้นตอนการอภิปรายและลงข้อสรุป อีกทั้ง เปิดโอกาสผู้เรียนมีอิสระทางการคิดและผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมได้หลากหลายรูปแบบ สอดคล้องกับ Furtak et al. (2012) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์อภิมาน โดยการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้มีค่าเฉลี่ยอิทธิพลในระดับปานกลางถึงสูง แสดงว่า การเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ส่งผลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับแบบแผนการวิจัยที่ใช้มากที่สุด คือ แบบกลุ่มเดียว โดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง เนื่องมาจากการวิจัยที่พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีข้อจำกัดหลายประการ ทำให้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว เป็นแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน และยังเหมาะกับการศึกษาที่ต้องการประเมินความเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อทราบพัฒนาการทางการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

มากที่สุด คือ การใช้แบบทดสอบเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีการจัดการเรียนรู้หรือมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนในการตั้งสมมติฐานการวิจัย มีตัวแปรต้นที่เลือกใช้ส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นได้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบวัดเพียงอย่างเดียว อาจเพราะต้องการมุ่งเน้นให้เห็นในเชิงปริมาณที่ชัดเจน โดยผลการจัดการเรียนรู้สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีการทางสถิติ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมมากที่สุดคือ แบบวัด สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมากที่สุด คือ ความตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก สถิติพื้นฐานมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานมากที่สุด คือ t-test อาจเนื่องจากงานวิจัยที่พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนงานวิจัยส่วนใหญ่ทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยมีแบบวัดหรือแบบสอบหรือแบบทดสอบเป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล จึงมีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทั้งความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก จนเกิดความมั่นใจว่าเครื่องมือนี้สามารถวัดตัวแปรได้ และมีการใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อธิบายข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้เกิดความชัดเจน มีระดับนัยสำคัญที่ระบุในสรุปผลการวิจัยมากที่สุด คือ 0.05 เนื่องจากงานวิจัยที่พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งค่ามาตรฐานที่นิยมใช้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ .05 โดยเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในงานวิจัยด้านการศึกษา ซึ่งความคลาดเคลื่อนจากการสรุปผลในระดับที่ยอมรับได้ ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง จำนวนหน้าไม่รวมภาคผนวกเฉลี่ย 115 หน้า แสดงให้เห็นว่างานวิจัยมีรายละเอียดที่ครอบคลุมในทางวิชาการ ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีระดับความน่าเชื่อถือของอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป คือ มีความเชื่อมั่นในระดับเหมาะสม จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้และระยะเวลาการดำเนินการวิจัย (ระบุเป็นชั่วโมง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07 อาจเนื่องจากลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่นักเรียนต้องดำเนินการสำรวจและค้นหา สืบค้นข้อมูล เลือกแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้

2. ผลการเปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพลของกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งค่าขนาดอิทธิพลถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับสูงที่สุด และจากการวิเคราะห์อภิมานด้วยแบบอิทธิพลสุ่มของตัวแปรกำกับกลุ่มการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการทดสอบ Meta-regression พบว่า กลุ่มอ้างอิงกับกลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.031$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มการจัดการเรียนรู้ผสมผสาน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าผลของตัวแปรกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้งมีแนวโน้มส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลมากกว่ากลุ่มการจัดการเรียนรู้สถานการณ์จำลอง ประเด็นปัญหาและบริบททางสังคมที่ค่าร้อยละ 95 ของความเชื่อมั่น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม รวบรวมหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายผลในเชิงตรรกะ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ การหาคำตอบของปัญหา การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลจากการสร้างข้อโต้แย้ง สู่การสร้างข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Aripin et al. (2021) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลของทักษะการวิจัยที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์อภิมาน สรุปว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทำให้นักเรียนมีทักษะการวิจัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ควรได้รับการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ในครั้งนี้มีงานวิจัยที่มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ระหว่างงานวิจัยสูง และข้อจำกัดของการศึกษา ได้แก่ งานวิจัยส่วนใหญ่คือวิทยานิพนธ์ภาษาไทย ซึ่งในหลายการวิจัยไม่มีกลุ่มควบคุม ทำให้การตีความผลลัพธ์มีความไม่แน่นอน ไม่สามารถขยายบริบทและกลุ่มตัวอย่างให้หลากหลาย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้งมีแนวโน้มต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงที่สุด สามารถนำข้อค้นพบดังกล่าวไปปรับประยุกต์ใช้กับนักเรียนได้ และต้องศึกษาเงื่อนไข ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ก่อนที่จะนำไปใช้กับนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

2. ครูผู้สอนควรมีการศึกษาความเหมาะสมของเนื้อหา ระยะเวลา และพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนอย่างถี่ถ้วนก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ในกลุ่มการจัดการเรียนรู้สืบสอบและสร้างข้อโต้แย้งโดยจุดเริ่มต้นการเรียนรู้เกิดจากคำถามสำคัญที่จะนำนักเรียนสำรวจและค้นหา ไปสู่การอภิปรายและลงข้อสรุป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์ในภาพรวม ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นทางหนึ่งในการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และแนวทางการวัดผลและประเมินผลในแต่ละระดับชั้น

2. งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเพียงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ควรศึกษาโดยใช้งานวิจัยเชิงทดลองที่มีกลุ่มควบคุม ขยายบริบทและกลุ่มตัวอย่างให้หลากหลาย และศึกษาปัจจัยตัวแปรกำกับที่อาจส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านอื่น ๆ เพิ่มเติมหรือได้รายละเอียดที่ลึกขึ้น เช่น ด้านองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

Aripin, I., Hidayat, T., Rustaman, N., & Riandi. (2021). The effectiveness of science learning research skills: A meta-analysis study. Scientiae Educatia, 10(1), 40-47. http://doi.org/10.24235/sc.educatia.v10i1.8486

Art-in, S. (2021). The art and science of 21st-century learning management (4th ed.). Faculty of Education, Khon Kaen University. **[in Thai]**

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). Introduction to meta-analysis. John Wiley & Sons. https://www.agropustaka.id/wp-content/uploads/2020/04/agropustaka.id_buku_Introduction-to-Meta-Analysis.pdf

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi- experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. Review of Educational Research, 82(3), 300–329. http://doi.org/10.3102/0034654312457206

Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. Journal of Educational Statistics, 6(2), 107-128. https://doi.org/10.2307/1164588

Khunliang, K., Supautumporn, N., & Saowsupa, S. (2022). The development of scientific reasoning. Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning, 13(2), 333-343. https://doi.org/10.14456/jstel.2022.24 **[in Thai]**

Moonseekaew, M., & Sawangboon, T. (2020). The synthesis of research on teaching and learning using philosophy of sufficiency economy by meta–analysis. Journal of Educational Measurement, 37(101), 171–185. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/JEMEPTB/article/view/244484 **[in Thai]**

Morris, S. B. (2008). Estimating effect sizes from pretest–posttest–control group designs. Organizational Research Methods, 11(2), 364-386. https://doi.org/10.1177/1094428106291059

Morris, S. B., & DeShon, R. P. (2002). Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. Psychological Methods, 7(1), 105-125. https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.105

Mungto, D. (2016). A synthesis of research on the relationship of English language learning achievement and related variables by using meta-analysis. [Unpublished master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University. **[in Thai]**

Office of the Education Council. (2009). Synthesis of research on the quality of Thai education: A meta-analysis. Chulalongkorn University Press. **[in Thai]**

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Phusee-orn, S. (2005). Meta analysis: Principle and practice. Journal of Educational Measurement Mahasarakham University, 11, 25-42. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/view/154919 **[in Thai]**

Piyasangtong, E. (2012). Meta-analysis of thinking developmental research for basic education students. [Unpublished master's thesis]. Kasetsart University. **[in Thai]**

Silamom, P., & Chusanachoti, R. (2019). Effects of socio-scientific issues based-learning on scientific reasoning ability of lower secondary school students. Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 10(3), 101-111. https://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/jote/article/view/3591 **[in Thai]**

Somparn, I., Kongsema, M., & Ketsing, J. (2022). The development of tenth graders' scientific reasoning ability through argument-driven inquiry in biology course. Journal of Rangsit University: Teaching & Learning, 16(1), 33-49. https://jrtl.rsu.ac.th/volume/16/number/1/article/302 **[in Thai]**

Sukamonson, S. (2023). New developments of meta-analysis. Academic Journal Buriram Rajabhat University, 15(1), 1-26. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/bruj/article/view/264754 **[in Thai]**

Surin, S., & Dumrongpanit, S. (2024). A meta-analysis of the effective learning activities model on students' problem-solving thinking: Propensity score matching. Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University, 30(1), 294-310. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/view/268863 **[in Thai]**

Suyaprom, S., & Manmee, T. (2018). Education reform in Thailand 4.0: A true story or a soap opera. Asian Political Science Review, 2(2), 3304838. https://doi.org/10.2139/ssrn.3304838

Thanakwang, K. (2010). Meta-analysis: Concept and application to nursing research. Thai Journal of Nursing Council, 25(4), 10-22. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TJONC/article/view/2630 **[in Thai]**

Yohannes, Juandi, D., & Tamur, M. (2021). The effect of problem-based learning model on mathematical critical thinking skills of junior high school students: A meta-analysis study. JP3I (Jurnal Pengukuran Psikologi dan Pendidikan Indonesia), 10(2), 142-157. https://doi.org/10.15408/jp3i.v10i2.17893

Zulkipli, Z. A., Yusof, M. M. M., Ibrahim, N., & Dalim, S. F. (2020). Identifying scientific reasoning skills of science education students. Asian Journal of University Education, 16(3), 275-280. https://www.researchgate.net/publication/345669942_Identifying_Scientific_Reasoning_Skills_Of_Science_Education_Students