



รูปแบบการสอน IDEARR: กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสนใจในอาชีพสะเต็ม

IDEARR Model: A STEM Education Framework for Developing STEM Career Interest

ธีรภพ กาพย์ไกรแก้ว^{1*} อัสวานนทปกรณ ธารเนศวรภัทร²

Theeraphob Kapkraiakaew Atsawanonthapakorn Thanetweeraphat

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Faculty of Education, Chulalongkorn University

(Received 10/01/2026, Revised 20/06/2026, Accepted 25/06/2026)

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และอธิบายรูปแบบการสอน IDEARR (Initiating, Deconstruction, Explanation, Application, Review, Reporting) ในฐานะกรอบแนวคิดสำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และนำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบดังกล่าวในการส่งเสริมความสนใจในอาชีพด้านสะเต็มตามองค์ประกอบของแบบสำรวจความสนใจในอาชีพสะเต็ม (STEM-CIS) จากการวิเคราะห์เชิงแนวคิดชี้ให้เห็นว่าจุดเด่นสำคัญของรูปแบบ IDEARR คือ กระบวนการทบทวน (Review) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการเรียนรู้ โดยแทรกอยู่ในทุกชั้นของกระบวนการในลักษณะของวงจรแบบวนซ้ำ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบ ปรับปรุง และพัฒนาความเข้าใจของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง กระบวนการดังกล่าวช่วยเสริมสร้างการอธิบายเชิงเหตุผล การเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุป และการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ IDEARR ยังมีศักยภาพในการส่งเสริมปัจจัยทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความสนใจในอาชีพสะเต็ม โดยเฉพาะการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังต่อผลลัพธ์ผ่านการออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริง ลงมือปฏิบัติ และสะท้อนคิดอย่างต่อเนื่อง โดยสรุปรูปแบบการสอน IDEARR เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้สะเต็มและส่งเสริมความสนใจอาชีพของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม จึงเหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการสอน การพัฒนาหลักสูตร และงานวิจัยด้านการศึกษาต่อไป

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา รูปแบบการสอน IDEARR ความสนใจในอาชีพสะเต็ม

¹นิสิตปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Master's degree student in Science Education, Faculty of Education, Chulalongkorn University), E-mail : Theeraphob.ka@gmail.com

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Assistant Professor, Division of Science education, Faculty of Education, Chulalongkorn University), E-mail : Atsawanonthapakorn.T@chula.ac.th

*Corresponding Author



Abstract

This article aims to analyze and explain the IDEARR model (Initiating, Deconstruction, Explanation, Application, Review, Reporting) as a conceptual framework for STEM education and to propose guidelines for applying this model to enhance STEM career interest in accordance with the components of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). The conceptual analysis reveals that a distinguishing feature of the IDEARR model is the Review process, which functions as a central driving mechanism of learning by being embedded iteratively throughout every stage in a cyclical manner. This enables learners to continuously monitor, refine, and deepen their own understanding. Such a process reinforces causal reasoning, the connection between evidence and conclusions, and the systematic development of problem-solving approaches. Furthermore, instruction delivered through the IDEARR model demonstrates potential for enhancing the psychological factors associated with STEM career interest - particularly self - efficacy beliefs and outcome expectations - through the design of activities that afford learners opportunities to engage with authentic problems, participate in hands-on practice, and engage in sustained reflective thinking. In conclusion, the IDEARR instructional model represents a promising pedagogical approach capable of concretely elevating the quality of STEM learning and promoting learners' career interest. It is therefore well-suited for application in teaching practice, curriculum development, and future educational research.

Keywords: STEM education, IDEARR Model, STEM career interest

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกในศตวรรษที่ 21 ทำให้ระบบการศึกษาทั่วโลกต้องปรับตัวเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญที่สามารถเผชิญกับปัญหาซับซ้อนในชีวิตจริงได้ การศึกษาแบบบูรณาการในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในหลายประเทศระดับนโยบายและการปฏิบัติ (Bybee, 2010; National Research Council, 2011) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน นำไปสู่การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้จาก 4 สาขาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การแก้ปัญหา และการสร้างนวัตกรรม ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ และการประยุกต์ใช้ความรู้ข้ามศาสตร์เพื่อสร้างนวัตกรรมหรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ (Bybee, 2010) นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพราะส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (UNESCO, 2021) โดยช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการ



การวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อน สร้างสรรค์นวัตกรรม และประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อรับมือกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

เป้าหมายหลักของสะเต็มศึกษาตามแนวทางของ Next Generation Science (NGSS) ซึ่งเป็นมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาระดับขั้นพื้นฐานของสหรัฐอเมริกา ไม่ได้อยู่ที่การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการเพียงอย่างเดียว แต่ยังมุ่งเน้นการสร้างสมรรถนะของผู้เรียนและพัฒนาวิชาชีพครูไปพร้อมกัน โดยแบ่งเป็น 2 ระดับเป้าหมาย ได้แก่ 1. ระดับผู้เรียน (Goals for Students) การเรียนรู้สะเต็มมุ่งเพิ่มความสนใจ (Interest) การมีส่วนร่วม (Engagement) และความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกทั้งยังมุ่งพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (21st Competencies) เช่น การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การคิดอย่างเป็นระบบ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (NGSS Lead States, 2013) นอกจากการพัฒนาสมรรถนะทางวิชาการแล้ว สะเต็มศึกษายังมีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่โลกของการทำงาน โดยเฉพาะในกลุ่มอาชีพสะเต็ม (STEM Careers) ซึ่งหมายถึง อาชีพที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักพัฒนาซอฟต์แวร์ และนักวิเคราะห์ข้อมูล อาชีพเหล่านี้เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและนวัตกรรมของประเทศในศตวรรษที่ 21 (UNESCO, 2021) และ 2. ระดับครู (Goals for Teachers) เป็นการส่งเสริมให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาสะเต็ม (STEM Content Knowledge) รวมถึงพัฒนาทักษะในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Connected Curriculum) เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน ครูไม่ได้เป็นเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้แต่เป็นผู้ออกแบบและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Burrows et al. 2021) แนวทางของ National Research Council และ Next Generation Science ยังได้เน้นเป้าหมายสำคัญสามประการในเชิงสมรรถนะ คือ 1. การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Disciplinary Core Ideas: DCIs) 2. การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและแนวทางการคิดในลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร (Science and Engineering Practices: SEPs) และ 3. การสร้างความเข้าใจเชิงบูรณาการผ่านแนวคิดที่เชื่อมโยงทุกสาขาวิทยาศาสตร์ (Crosscutting Concepts: CCCs) (NGSS Lead States, 2013) ทั้งสามมิตินี้สะท้อนถึงความมุ่งหมายของสะเต็มศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ คิดอย่างเป็นระบบ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมความสนใจในอาชีพด้านสะเต็ม โดยสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจปัญหา ลงมือปฏิบัติ ทดลอง ออกแบบนวัตกรรม และเชื่อมโยงความรู้กับอาชีพได้จริง ผู้เรียนจึงได้รับประสบการณ์เชิงบวกจากการประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา และเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถในการทำงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นองค์ประกอบตามทฤษฎีปัญญาสังคมทางอาชีพ (Social Cognitive Career Theory: SCCT) ของ Lent, Brown and Hackett (1994) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่ใช้อธิบายการพัฒนาความสนใจ การตัดสินใจเลือกอาชีพ และพฤติกรรมทางอาชีพของบุคคล โดยเน้นปัจจัยทางจิตวิทยาและสังคมที่มีอิทธิพลต่อการเลือกอาชีพ ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) ความคาดหวังต่อผลลัพธ์ (Outcome Expectations) และเป้าหมายส่วนบุคคล (Personal Goals) โดยปัจจัยเหล่านี้พัฒนาได้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิดความสนใจและการเลือกอาชีพ (Lent, Brown, & Hackett, 1994) ด้วยเหตุนี้ การสอนสะเต็มที่มีคุณภาพจึงไม่ใช่เพียงเครื่องมือในการเพิ่มพูนความรู้เท่านั้น แต่ยังมีบทบาทในการสร้างแรงบันดาลใจและเส้นทางอาชีพให้แก่ผู้เรียนในอนาคต สะเต็มศึกษายังเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้และทักษะ



ที่สอดคล้องกับตลาดแรงงานยุคปัจจุบัน (UNESCO, 2021) การเรียนรู้ลักษณะนี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนพร้อมสู่โลกของอาชีพด้านสะเต็มเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสังคม และมีจิตสำนึกในฐานะพลเมืองโลก

แม้การจัดการเรียนรู้สะเต็มจะสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่เพียงพอในการส่งเสริมความสนใจในอาชีพสะเต็มของผู้เรียนอย่างยั่งยืน ผู้เรียนจำนวนมากยังมองว่าสะเต็มเป็นศาสตร์ที่ยาก ห่างไกลชีวิตจริง และไม่เชื่อมโยงกับตัวตนหรือเส้นทางอาชีพของตนเอง (พุทธชาต อังณะกูร และคณะ, 2563)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้สะเต็มจึงจำเป็นต้องอาศัยแนวทางการสอนที่เชื่อมโยงทฤษฎีการเรียนรู้ การบูรณาการความรู้ และการสร้างแรงจูงใจด้านอาชีพ เพื่อตอบสนองต่อทั้งเป้าหมายทางการศึกษาและความต้องการกำลังคนในศตวรรษที่ 21 ผ่านการบูรณาการความรู้ การส่งเสริมการปฏิบัติ และการพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านเทคโนโลยีและการแก้ปัญหา ตลอดจนการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของศาสตร์ด้านสะเต็มต่อเส้นทางอาชีพ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และอธิบายรูปแบบการสอน IDEARR และนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มที่มุ่งพัฒนาความรู้ ทักษะ และความสนใจในอาชีพสะเต็มของผู้เรียน

2. รูปแบบการสอน IDEARR

รูปแบบการสอน IDEARR (Initiating, Deconstruction, Explanation, Application, Review, Reporting) เป็นกรอบแนวคิดเชิงกระบวนการที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดย Aguilera et al. (2024) ได้เสนอรูปแบบนี้บนพื้นฐานของกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ครอบคลุมทั้งด้านญาณวิทยา (Epistemological) และด้านการจัดการเรียนรู้ (Pedagogical) ในด้านญาณวิทยา รูปแบบ IDEARR มีพื้นฐานมาจากแบบจำลองการสร้างองค์ความรู้ทางการศึกษา (Model of Educational Reconstruction: MER) และทฤษฎีระบบทั่วไป (General System Theory) ซึ่งมองการเรียนรู้เป็นระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ระบบเนื้อหา (disciplinary system) ระบบสังคม (social system) และระบบโรงเรียน (school system) ที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจและการแก้ปัญหาในบริบทจริง ในด้านการจัดการเรียนรู้ โมเดลนี้ตั้งอยู่บนแนวคิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Situated Learning) ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริง และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม รวมถึงแนวทางการสอนแบบร่วมมือ (Co-teaching) ที่เปิดโอกาสให้ครูจากหลากหลายสาขาวิชาร่วมกันออกแบบและจัดการเรียนรู้ เพื่อสนับสนุนการบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ นอกจากนี้ IDEARR ยังมีพื้นฐานทางวิธีวิทยาจากแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่มีคำตอบตายตัว (ill-defined problems) และใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบในการค้นหาคำตอบ โดยเน้นการแก้ปัญหาเป็นแกนกลางของการเรียนรู้ จากพื้นฐานแนวคิดดังกล่าว Aguilera et al. (2024) จึงได้พัฒนาเป็นรูปแบบการสอน IDEARR ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ขั้นตอนรูปแบบการสอน IDEARR

ขั้นตอน	คำอธิบาย
ขั้นกำหนดปัญหา (Initiating)	ขั้นเริ่มต้นที่มุ่งกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจน (ill-defined problem) ระบุสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้ พร้อมเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของตนเองกับบริบทของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบริบทของปัญหา และเกิดความต้องการเรียนรู้
ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Deconstruction)	ขั้นผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา แยกองค์ประกอบของสถานการณ์ออกเป็นประเด็นย่อย เช่น สาเหตุ ข้อจำกัด เงื่อนไข และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ผู้เรียนจะใช้ทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับองค์ความรู้ในสาขาเพิ่มเติม เพื่อกำหนดประเด็นการเรียนรู้ (Learning Issues) ที่ต้องไปค้นคว้า และสร้างแผนปฏิบัติการ (Action Plan) เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
ขั้นอธิบาย (Explanation)	ขั้นที่ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากการค้นคว้า ทดลอง และใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการความรู้จากศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายว่าปัญหานั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และเพราะเหตุใด รวมทั้งเชื่อมโยงคำอธิบายดังกล่าวไปสู่การพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา
ขั้นประยุกต์ใช้ (Application)	ขั้นของการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริง ผู้เรียนจะดำเนินการตามแผนและสร้าง ผลิตภัณฑ์ (Product) หรือต้นแบบ (Prototype) ของวิธีแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้นมา เพื่อตอบโจทย์ปัญหาให้เป็นรูปธรรม
ขั้นทบทวน (Review)	ขั้นนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งและมีลักษณะเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการ (Cross-cutting) ผ่านการทบทวนย่อยที่แทรกอยู่ในขั้นการกำหนดปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การอธิบาย และการประยุกต์ใช้ เพื่อสะท้อนคิด และประเมินผล ระหว่างการดำเนินกิจกรรม ขณะเดียวกันขั้นทบทวน (Review) ยังทำหน้าที่เป็นการสังเคราะห์และประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวม โดยตรวจสอบกระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์หรือต้นแบบที่สร้างขึ้น และระบุข้อจำกัดหรือข้อบกพร่อง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
ขั้นนำเสนอ (Reporting)	ขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสื่อสารผลลัพธ์ นักเรียนจะต้องนำเสนอทั้งกระบวนการทำงาน ตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหา การค้นคว้าหาความรู้ ไปจนถึงการสร้างต้นแบบ และนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ได้จากการแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นได้รับทราบ

ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ในรูปแบบ IDEARR กระบวนการทบทวน ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญ เนื่องจากเป็นกลไกที่ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ ตระหนักถึงคุณภาพของงานที่กำลังสร้างหรือพัฒนา และวิเคราะห์ว่าควรปรับปรุงอย่างไรเพื่อให้ผลงานสอดคล้องกับข้อมูล หลักฐาน หรือเงื่อนไขที่จำเป็น (Kolb, 1984; Schön, 1987)

กระบวนการทบทวน (Review) ในรูปแบบการสอน IDEARR เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาของผู้เรียน โดย Aguilera et al. (2024) อธิบายว่าการดำเนินการเรียนรู้ในรูปแบบ IDEARR มีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับและปรับปรุงได้อย่างต่อเนื่องผ่านการตรวจสอบ การประเมิน และการปรับแก้ความเข้าใจ แนวคิด และวิธีการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ การทบทวนจึงปรากฏใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การทบทวนย่อยที่แทรกอยู่ในขั้นกำหนดปัญหา (Initiating) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา



(Deconstruction) ชั้นอธิบาย (Explanation) และชั้นประยุกต์ใช้ (Application) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบและปรับปรุงการเรียนรู้ระหว่างดำเนินกิจกรรม และ 2) การทบทวนหลักในชั้นทบทวน (Review) ซึ่งมุ่งสังเคราะห์ผลการเรียนรู้ ประเมินข้อจำกัด และกำหนดแนวทางพัฒนา ก่อนเข้าสู่ขั้นนำเสนอ (Reporting) โดยสามารถอธิบายให้เห็นในแต่ละขั้นได้ ดังนี้

1. ในขั้นกำหนดปัญหา การทบทวนเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนกลับไปสำรวจและตีความสถานการณ์ปัญหาใหม่อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น เมื่อครูกำหนดสถานการณ์ว่าพื้นที่รอบโรงเรียนมีปัญหาฝุ่น PM2.5 และให้ออกแบบแผ่นกรองฝุ่น นักเรียนอาจเข้าใจในช่วงแรกว่าปัญหาหลักคือ ฝุ่นมีปริมาณมาก แต่เมื่อค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอาจพบว่าปัญหาที่สำคัญกว่าคือ ฝุ่นสามารถเข้าสู่อาคารเรียนได้ง่าย ผู้เรียนจึงต้องย้อนกลับมาทบทวนและปรับความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้ชัดเจนมากขึ้น การทบทวนในขั้นนี้จึงมุ่งตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและขอบเขตของปัญหาที่กำลังศึกษา

2. ในขั้นวิเคราะห์ปัญหา การทบทวนเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตรวจสอบว่าประเด็นการเรียนรู้ (Learning Issues) และแผนปฏิบัติการ (Action Plan) ที่กำหนดไว้สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจตั้งคำถามเบื้องต้นว่า ฝุ่น PM2.5 คืออะไร และวัสดุชนิดใดสามารถดักจับฝุ่นได้ดีที่สุด แต่เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมอาจพบว่ายางขาดคำถามเกี่ยวกับ วิธีวัดประสิทธิภาพของแผ่นกรอง จึงต้องกลับมาปรับประเด็นการเรียนรู้และแผนการดำเนินงานให้ครอบคลุมมากขึ้น การทบทวนในขั้นนี้จึงมุ่งตรวจสอบความเหมาะสมของคำถามและแนวทางการศึกษา

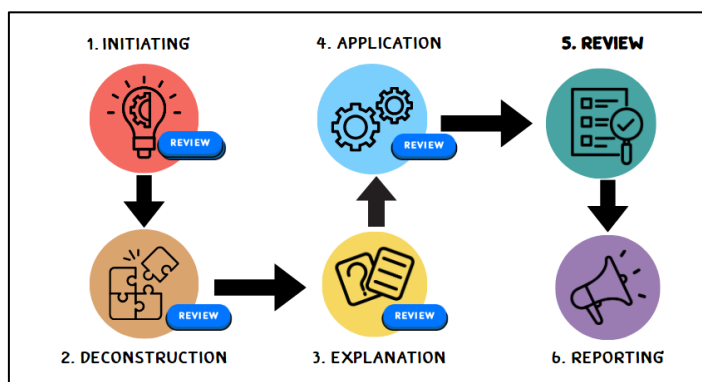
3. ในชั้นอธิบาย การทบทวนเกิดขึ้นจากการตรวจสอบว่าคำอธิบายที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐานหรือไม่ ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจอธิบายว่า ผ้าใยสังเคราะห์สามารถกรองฝุ่นได้ดีกว่าผ้าฝ้ายเพราะมีช่องว่างระหว่างเส้นใยน้อยกว่า จากนั้นผู้เรียนต้องเปรียบเทียบคำอธิบายดังกล่าวกับข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือผลการทดลอง หากพบว่าหลักฐานยังไม่เพียงพอหรือคำอธิบายยังไม่สมบูรณ์ ผู้เรียนจะต้องปรับปรุงคำอธิบายให้มีความถูกต้องมากขึ้น การทบทวนในขั้นนี้จึงมุ่งตรวจสอบความสมเหตุสมผลและความน่าเชื่อถือของคำอธิบายที่สร้างขึ้น

4. ในชั้นประยุกต์ใช้ การทบทวนเกิดขึ้นจากการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนสร้างแผ่นกรองฝุ่นจากวัสดุที่เลือกแล้ว อาจทดลองเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่ผ่านแผ่นกรองแต่ละชนิด หากพบว่าแผ่นกรองยังไม่สามารถลดปริมาณฝุ่นได้ตามเป้าหมาย นักเรียนจะต้องวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เช่น การเลือกวัสดุไม่เหมาะสมหรือโครงสร้างแผ่นกรองยังไม่มีประสิทธิภาพ ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงต้นแบบใหม่ การทบทวนในขั้นนี้จึงมุ่งตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีแก้ปัญหาและนำไปสู่การพัฒนาเพิ่มเติม

5. แม้ว่าการทบทวนจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นอธิบาย และชั้นประยุกต์ใช้ แต่ในรูปแบบ IDEARR ยังมี ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นเฉพาะที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ผลการเรียนรู้จากทุกขั้นที่ผ่านมา ตัวอย่างเช่น ในกิจกรรมการออกแบบแผ่นกรองฝุ่น นักเรียนจะนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ปัญหา คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และผลการทดสอบต้นแบบมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินว่าต้นแบบสามารถตอบโจทย์ปัญหาฝุ่น PM2.5 ได้ดีเพียงใด มีข้อจำกัดอะไร และหากดำเนินการต่อควรปรับปรุงหรือพัฒนาในประเด็นใด ขั้นทบทวนในลักษณะนี้จึงทำหน้าที่เป็นการสะท้อนคิดในภาพรวมของกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด ไม่ใช่เพียงการตรวจสอบผลลัพธ์เฉพาะกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

6. ในขั้นนำเสนอ (Reporting) ขั้นนี้ไม่มีกระบวนการทบทวน (Review) ที่มุ่งปรับปรุงวิธีแก้ปัญหาภายในวงจรการเรียนรู้เดียวกัน เนื่องจากผู้เรียนได้ดำเนินการตรวจสอบ ปรับปรุง และประเมินผลงานมาแล้วในขั้นก่อน ตัวอย่างเช่น ในกิจกรรมการออกแบบแผ่นกรองฝุ่น PM2.5 ผู้เรียนได้นำผลการทดสอบต้นแบบมาปรับปรุงและพัฒนาแผ่นกรองจนได้รูปแบบที่เหมาะสมแล้ว เมื่อเข้าสู่ขั้นนำเสนอ ผู้เรียนจึงทำหน้าที่สื่อสารสถานการณ์ปัญหา แนวทางการศึกษา หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กระบวนการพัฒนาต้นแบบ และผลการทดสอบที่ได้รับแก่ผู้อื่น โดยไม่ย้อนกลับไปปรับปรุงต้นแบบภายในกระบวนการเรียนรู้รอบเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะหรือคำถามที่ได้รับจากผู้ฟังอาจนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ในอนาคตได้

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ากระบวนการทบทวน (Review) ในรูปแบบการสอน IDEARR มิได้ปรากฏเฉพาะในขั้นทบทวน (Review) เท่านั้น แต่ยังแทรกอยู่ในขั้นกำหนดปัญหา (Initiating) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Deconstruction) ขั้นอธิบาย (Explanation) และขั้นประยุกต์ใช้ (Application) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบ ปรับปรุง และพัฒนาความเข้าใจของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกัน ขั้นทบทวน (Review) ยังทำหน้าที่เป็นการสังเคราะห์และประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวมก่อนเข้าสู่ขั้นนำเสนอ (Reporting) ลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการสอน IDEARR เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1 รูปแบบการสอน IDEARR (ปรับจาก Aguilera et al., 2024)

3. แนวทางการใช้รูปแบบการสอน IDEARR เพื่อพัฒนาความสนใจในอาชีพสะเต็ม

การประยุกต์ใช้รูปแบบการสอน IDEARR ในบริบทการจัดการเรียนรู้สะเต็ม สามารถส่งเสริมความสนใจอาชีพด้านสะเต็มของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยออกแบบเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ลงมือปฏิบัติจริง สะท้อนคิดอย่างต่อเนื่อง และเห็นคุณค่าของความรู้ต่อเส้นทางอาชีพในอนาคต โดยเฉพาะการพัฒนาความสนใจด้านอาชีพสะเต็ม ตามองค์ประกอบของแบบสำรวจความสนใจในอาชีพสะเต็ม (STEM-CIS) ที่พัฒนาโดย Meredith W. Kier และคณะ (Kier et al., 2014) ซึ่งมีทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-efficacy: SE) ความเชื่อมั่นของผู้เรียนในความสามารถของตนเองที่จะประสบความสำเร็จในกิจกรรมสะเต็ม 2. ความคาดหวังในผลลัพธ์ (Outcome Expectations: OE) การรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสะเต็ม 3. เป้าหมายส่วนบุคคล (Personal Goals: PG) ความตั้งใจของนักเรียนที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมสะเต็ม 4. ความสนใจด้านสะเต็ม (Interest in STEM: ISTEM)



ความชอบ ความสนุก ความสนใจ และแรงจูงใจภายในที่ผู้เรียนมีต่อกิจกรรมหรือเนื้อหาสาระเพิ่มเติม 5. การสนับสนุนจากบริบท (Contextual Support: CS) การรับรู้ของนักเรียนต่อการสนับสนุนที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมทางสังคม เช่น ครอบครัว ครู เพื่อน และโรงเรียน ในการเรียนรู้เพิ่มเติม และ 6. ลักษณะส่วนบุคคล (Personal Inputs: PI) ปัจจัยพื้นฐานของนักเรียน เช่น ทักษะ ความสามารถ และประสบการณ์ก่อนหน้านี้ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านเพิ่มเติม ซึ่งทั้ง 6 องค์ประกอบนี้มีความสำคัญในการกำหนดทิศทางการเรียนรู้และแนวทางการเลือกอาชีพในอนาคตของผู้เรียน

การส่งเสริมความสนใจในอาชีพเพิ่มเติมของผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้กับบริบทของการทำงานจริง รวมถึงได้พัฒนาทั้งความเข้าใจเชิงเนื้อหาและประสบการณ์ในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนทั่วไปยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้เป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชากับอาชีพเพิ่มเติมได้อย่างชัดเจน บทความนี้จะนำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอน IDEARR เพื่อเป็นกรอบในการออกแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการเผชิญปัญหาจริง การสร้างคำอธิบาย และการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตัวอย่างกิจกรรมที่นำเสนอในบทความนี้ออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีลักษณะเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนในการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมในห้องเรียน ทั้งนี้ หัวข้อกิจกรรมดังกล่าวเป็นหัวข้อที่ผู้เขียนเคยนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process: EDP) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนออกแบบ พัฒนา และสร้างต้นแบบหรือชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด

อย่างไรก็ตาม ในบทความนี้ได้มีการปรับแนวทางการจัดกิจกรรมดังกล่าวให้อยู่ภายใต้กรอบของรูปแบบการสอน IDEARR ซึ่งมีความครอบคลุมมากขึ้นในด้านการวิเคราะห์ปัญหา การสร้างคำอธิบายเชิงบูรณาการ และการทบทวนปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของรูปแบบการสอนนี้ในการส่งเสริมทั้งการเรียนรู้เพิ่มเติมและความสนใจในอาชีพเพิ่มเติมของผู้เรียน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเพิ่มเติม ในรูปแบบการสอน IDEARR หัวข้อมลพิษทางอากาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การทบทวน	องค์ประกอบที่พัฒนาความสนใจอาชีพ
ขั้นกำหนดปัญหา (Initiating)	นำเสนอสถานการณ์จริงเกี่ยวกับมลพิษทางฝุ่น พร้อมทั้งภาพข่าว หรือผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อสร้างความตระหนักและแรงจูงใจ จากนั้นกำหนดโจทย์โดย “ให้ผู้เรียนออกแบบและสร้างแผ่นกรองฝุ่นที่มีประสิทธิภาพจากวัสดุที่กำหนดให้”	ผู้เรียนจัดกลุ่ม และสำรวจสถานการณ์ฝุ่น รวบรวมความรู้เดิม เกี่ยวกับฝุ่น มลพิษทางอากาศ และการกรองอากาศ	ผู้เรียนทบทวนการตีความสถานการณ์ปัญหา โดยตรวจสอบว่าความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหามีความถูกต้องและครอบคลุมเพียงพอหรือไม่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบความรู้เดิมของแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อปรับความ	ISTEM - ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในปัญหาที่พบจริงในชีวิต PI - ผู้เรียนได้นำประสบการณ์ส่วนตัวมาประยุกต์ใช้ ทำให้รู้สึกเชื่อมโยงกับเนื้อหาและบริบทของงานเพิ่มเติม



ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การทบทวน	องค์ประกอบที่พัฒนาความสนใจอาชีพ
			เข้าใจให้สอดคล้องกันก่อนเข้าสู่ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	
ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Deconstruction)	กระตุ้นให้นักเรียนใช้การคิดเชิงวิเคราะห์เพื่อแยกส่วนปัญหาเป็นประเด็นย่อย ๆ เช่น 1) ฝุ่นคืออะไร (วิทยาศาสตร์) 2) การออกแบบแผ่นกรองต้องคำนึงถึงอะไร (วิศวกรรม) 3) วัสดุที่ใช้มีสมบัติอย่างไร (เทคโนโลยี/วิทยาศาสตร์) 4) จะวัดประสิทธิภาพการกรองอย่างไร (คณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์) และอธิบายเงื่อนไขและข้อจำกัดในการสร้างต้นแบบ	ตั้งประเด็นการเรียนรู้ (Learning Issues) ที่ต้องไปค้นคว้า เช่น กลไกการกรองของวัสดุต่าง ๆ คืออะไร และสร้างแผนปฏิบัติการ (Action Plan) ที่ชัดเจนว่าต้องทำอะไร ศึกษาอะไร และจะสร้างต้นแบบอย่างไร	ผู้เรียนทบทวนความเหมาะสมของประเด็นการเรียนรู้และแผนปฏิบัติการ โดยตรวจสอบว่าคำถามที่ตั้งไว้สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้หรือไม่ และแผนที่วางไว้สอดคล้องกับข้อจำกัดของสถานการณ์หรือไม่ หากพบข้อบกพร่องจะต้องปรับปรุงให้เหมาะสม	SE - ช่วยเสริมความเชื่อมั่นในความสามารถของผู้เรียนผ่านการคิดวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาด้วยตนเอง PG - ช่วยให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการสำรวจเพิ่มเติมอย่างมีทิศทาง OE - ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักว่าการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในการแก้ปัญหา
ขั้นอธิบาย (Explanation)	แนะนำแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและให้คำปรึกษาผู้เรียนในการสร้างคำอธิบาย	ค้นคว้าและสร้างคำอธิบายเชิงบูรณาการเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ โดยใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น อธิบายว่าทำไมผ้าใยสังเคราะห์จึงดักจับฝุ่นได้ดีกว่าผ้าฝ้าย (วิทยาศาสตร์) และนำหลักการนั้นไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างแผ่นกรอง (วิศวกรรม)	ผู้เรียนทบทวนความถูกต้องของคำอธิบายโดยเปรียบเทียบคำอธิบายที่สร้างขึ้นกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและการทดลอง พร้อมทั้งตรวจสอบว่าคำอธิบายสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นและเหตุผลที่เกิดขึ้นได้อย่างสอดคล้องตามหลักการหรือไม่	OE - ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้รู้ว่าการอธิบายที่ดีนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ดีขึ้น CS - ผู้เรียนรับรู้ถึงการสนับสนุนจากครูและเพื่อนร่วมกลุ่มในการสร้างคำอธิบายที่ถูกต้อง



ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การทบทวน	องค์ประกอบที่พัฒนาความสนใจอาชีพ
ขั้นประยุกต์ใช้ (Application)	อำนวยความสะดวกให้นักเรียนในการออกแบบและทดสอบต้นแบบ เช่น จัดหาวัสดุให้ จัดสถานที่ และวิธีการทดสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำด้านการสร้างและการทดสอบ	ลงมือสร้างแผ่นกรองฝุ่นตามแผนและหลักการที่ได้ศึกษาในชั้นอธิบายและทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น ของต้นแบบที่สร้างขึ้น	ผู้เรียนทบทวนผลการทดลองหรือการใช้งานของต้นแบบ โดยประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อจำกัดและจุดบกพร่องของผลงานเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงหรือพัฒนาเพิ่มเติม	SE - ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นจากการลงมือสร้างต้นแบบและทดลองด้วยตนเอง OE - ผู้เรียนเข้าใจว่าการปรับปรุงผลงานตามข้อมูลจริงเป็นทักษะสำคัญของงานวิศวกรรมและอาชีพ STEM - ผู้เรียนมีแรงจูงใจ และความสนใจมากขึ้นจาก การทดลองจริงและเห็นผลลัพธ์ของงานที่ทำ PG - ผู้เรียนตั้งเป้าหมายการพัฒนาต้นแบบให้ดีขึ้นในรอบถัดไป
ขั้นทบทวน (Review)	จัดการชั้นเรียนให้มีการสะท้อนคิดและประเมินในแต่ละกลุ่ม เพื่อสะท้อนถึงการเลือกปัญหา การรวบรวมข้อมูล การสร้างคำอธิบาย และการสร้างตัวต้นแบบ	เปรียบเทียบผลการทดสอบกับเกณฑ์สรุปจุดแข็งและจุดอ่อน ของแผ่นกรอง และตัดสินใจว่าจำเป็นต้องทำซ้ำชั้นอธิบายหรือขั้นประยุกต์ใช้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นหรือไม่	ผู้เรียนสังเคราะห์ผลการเรียนรู้จากทุกขั้นที่ผ่านมา โดยสะท้อนถึงแนวคิด วิธีการ และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น วิเคราะห์จุดแข็งและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหา และกำหนดแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดในอนาคต	SE - ผู้เรียนเสริมความเชื่อมั่นจากการเห็นพัฒนาการและจุดแข็งของตนเอง OE - ผู้เรียนเห็นว่ากระบวนการสะท้อนคิดช่วยพัฒนาผลลัพธ์ของงานในอนาคต PG - ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายใหม่ได้จากการสะท้อนคิด



ลำดับกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การทบทวน	องค์ประกอบที่พัฒนาความสนใจอาชีพ
ชั้นนำเสนอ (Reporting)	อำนวยความสะดวกในการนำเสนอผลงานของนักเรียน เช่น จัดงาน STEM day ให้นักเรียนได้แสดงผลงาน หรือสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเพื่อนำเสนอผลงานต่อสังคม	นำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ อธิบายแนวคิดกระบวนการและผลจากการเรียนรู้ รวมทั้งตอบคำถามและรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น	-	SE - ผู้เรียนเกิดความมั่นใจจากการนำเสนอผลงานด้วยข้อมูลจริงและหลักฐาน CS - ผู้เรียนรับรู้การสนับสนุนและกำลังใจจากครู เพื่อน และผู้ชม ซึ่งช่วยเสริมแรงจูงใจในการทำงานด้านสะเต็ม

หมายเหตุ. การทบทวนในรูปแบบการสอน IDEARR มิได้ปรากฏเฉพาะในขั้นทบทวน (Review) เท่านั้น แต่ยังแทรกอยู่ในขั้นกำหนดปัญหา (Initiating) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Deconstruction) ขั้นอธิบาย (Explanation) และขั้นประยุกต์ใช้ (Application) ในลักษณะของการทบทวนย่อย เพื่อสนับสนุนการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ขณะที่ขั้นทบทวนหลัก ทำหน้าที่สังเคราะห์และประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวมก่อนเข้าสู่การนำเสนอผลลัพธ์

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอน IDEARR ที่นำเสนอในตาราง จะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ ตัวอย่างเช่น ในขั้นกำหนดปัญหา ผู้เรียนจะเริ่มจากการวิเคราะห์สถานการณ์และตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่พบ เมื่อเข้าสู่ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนจะร่วมกันกำหนดประเด็นการเรียนรู้และวางแผนการแก้ปัญหา จากนั้นในขั้นอธิบาย ผู้เรียนจะค้นคว้าและสร้างคำอธิบายโดยใช้หลักฐานและเหตุผลสนับสนุน ก่อนนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาวิธีแก้ปัญหาในขั้นประยุกต์ใช้ ในระหว่างกระบวนการดังกล่าว ผู้เรียนจะมีการทบทวนและปรับปรุงแนวคิดอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้คำอธิบายและแนวทางแก้ปัญหามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และเมื่อเข้าสู่ชั้นนำเสนอ ผู้เรียนจะสามารถสื่อสารแนวคิด กระบวนการ และผลลัพธ์ของตนเองได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาทั้งด้านความรู้และทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ

นอกจากนี้ กระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบ IDEARR ยังมีศักยภาพในการส่งเสริมเจตคติ (Attitude) และความสนใจในอาชีพสะเต็มของผู้เรียน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสถานการณ์ในโลกการทำงาน ได้ลงมือปฏิบัติและเห็นผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) และการรับรู้ถึงคุณค่าของความรู้สะเต็มในการนำไปใช้จริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้สะเต็ม และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาความสนใจในอาชีพสะเต็มในอนาคต



4. องค์ความรู้ที่ได้

การจัดกิจกรรมเพิ่มเติมตามรูปแบบการสอน IDEARR ไม่ได้เพียงพัฒนาความรู้เฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเท่านั้น แต่ยังเกิดการเรียนรู้เชิงกระบวนการที่เป็นรากฐานสำคัญของสะเต็ม เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การสะท้อนคิดอย่างมีเหตุผล และการสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนทักษะด้านความร่วมมือและความเป็นผู้นำ โดยลักษณะการเรียนรู้ที่มีการกำหนดปัญหาจากบริบทจริงและให้ผู้เรียนมีโอกาสดลอง ออกแบบ ปรับปรุง และสะท้อนผลอย่างต่อเนื่อง ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เชิงลึก ที่ส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนสะเต็ม และความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) ผ่านความสำเร็จและความผิดพลาดที่ผู้เรียนได้เผชิญด้วยตนเอง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยพัฒนาความสนใจและทัศนคติที่ดีต่ออาชีพด้านสะเต็มของผู้เรียน โดยผู้เรียนอาจเริ่มเห็นว่าคุณสมบัติการใช้ความรู้เพิ่มเติมในการแก้ปัญหาและอธิบายปรากฏการณ์ได้จริง ประกอบกับการมีเจตคติที่ดีจากการได้ลงมือทำจริง นำไปสู่ความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง และมองเห็นคุณค่าของการศึกษาต่อหรือความสนใจในอาชีพในสายสะเต็มในอนาคต

5. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

5.1 แม้ว่ารูปแบบการสอน IDEARR จะเน้นกระบวนการสะท้อนคิด (Review) เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ แต่การดำเนินการให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีเครื่องมือสนับสนุน เช่น แบบบันทึกการสะท้อนคิด หรือคำถามชี้แนะ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลและเชื่อมโยงหลักฐานได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ครูผู้สอนควรมีการพัฒนาทักษะการสะท้อนคิดควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้คำถามชี้แนะและแบบสะท้อนคิด เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงลึกของผู้เรียน

5.2 แนวทางการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการสอน IDEARR ที่นำเสนอในบทความนี้มีลักษณะยืดหยุ่น และสามารถปรับให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมของแต่ละโรงเรียนได้ โดยครูสามารถเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวผู้เรียน หรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน เพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เช่น การใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือบริบทชุมชนเป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรม

5.3 บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอน IDEARR ในบริบทสะเต็มศึกษา โดยมุ่งเน้นการอธิบายกระบวนการและศักยภาพของรูปแบบในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้ในบริบทจริง ทั้งนี้ การศึกษาต่อยอดในอนาคตอาจนำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ชั้นเรียนโดยเฉพาะรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในบริบทของสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในบริบทที่หลากหลาย

6. บทสรุป

จากการพิจารณาแนวคิด และหลักฐานทางทฤษฎีที่สนับสนุนรูปแบบการสอน IDEARR สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนนี้เป็นกรอบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีความเป็นระบบและมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน ความโดดเด่นของรูปแบบนี้อยู่ที่การให้ความสำคัญกับกระบวนการทบทวน (Review) ซึ่งทำหน้าที่ทั้งในลักษณะของการทบทวนย่อยที่แทรกอยู่ในขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นอธิบาย และขั้นประยุกต์ใช้ ตลอดจนการทบทวนหลักในขั้นทบทวน ก่อนเข้าสู่การนำเสนอผลลัพธ์



กระบวนการดังกล่าวเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ ปรับปรุง และพัฒนาความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการแก้ปัญหาในบริบทเพิ่มเติมที่ต้องอาศัยการปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

ในมิติด้านความสนใจในอาชีพเพิ่มเติม รูปแบบการสอน IDEARR อาจนำมาใช้เป็นกรอบแนวทางสำหรับออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับบริบทของอาชีพเพิ่มเติมได้ โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ค้นหาหาความรู้ สร้างคำอธิบาย พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา และสะท้อนคิดต่อกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ประสบการณ์ดังกล่าวอาจช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ที่เรียนกับการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ตลอดจนตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ต่อการศึกษาค้นคว้าและการประกอบอาชีพในอนาคต

นอกจากนี้ รูปแบบการสอน IDEARR ยังสามารถนำไปใช้เป็นกรอบแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย โดยครูสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับระดับผู้เรียน เนื้อหา และบริบทของสถานศึกษา อย่างไรก็ดี เนื่องจากบทความนี้เป็นกรณีศึกษาเชิงแนวคิดบนพื้นฐานของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาต่อยอดในอนาคตควรนำรูปแบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาในบริบทจริง เพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นต่อการเรียนรู้ ทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และความสนใจในอาชีพเพิ่มเติมของผู้เรียนต่อไป



บรรณานุกรม

- พุทธชาต อังณะกูร, จิตา ทับพันธ์, และเสมอภาญจน์ โสภณศิริรักษ์. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(2), 105-125.
- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M. (2024). IDEARR model for STEM education-A framework proposal. *Education Sciences*, 14(6), 638. <https://doi.org/10.3390/educsci14060638>
- Burrows, A. C., Borowczak, M., Myers, A., Schwartz, A. C., & McKim, C. (2021). Integrated STEM for teacher professional learning and development: “I need time for practice.” *Education Sciences*, 11(1), 1-23. <https://doi.org/10.3390/educsci11010021>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461– 481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79–122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- National Research Council. (2011). *Successful K–12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. The National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States*. The National Academies Press.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. Jossey-Bass.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO.