

Development of Pre-service Science Teachers' Environmental Literacy through Active Learning Modules on Environment

Jeerawan Ketsing*

Doctor of Philosophy (Science Education), Associate Professor

Division of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Pongprapan Pongsophon

Doctor of Philosophy (Science Education), Associate Professor

Division of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Chatree Faikhamta

Doctor of Philosophy (Science Education), Associate Professor

Division of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Boonsatien Boonsoong

Doctor of Philosophy (Biology), Associate Professor

Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University

Tongta Somchaipeng

Doctor of Philosophy (Science and Technology Education), Assistant Professor

Division of Teaching Mathematics, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

*Corresponding author: fedujwk@ku.ac.th

Received: June 27, 2023/ Revised: March 23, 2024/ Accepted: March 29, 2024

Abstract

This study aims to develop Environmental literacy (EL) for pre-service science teachers by using environmental active learning modules designed to actively engage the learners in the learning activities in four dimensions: physical, intellectual, emotional, and social engagements. The study was undertaken under a Research & Design model. The participants were six pre-service science teachers who enrolled in the environmental education course at a public university in Bangkok. The active learning modules include the STEM BCG learning approach, game-based learning with board games, socio-scientific issue-based learning, and place-based learning. Data were collected from an environmental literacy test. Analyze the data by calculating the average EL score for all students and determining the standard deviation. Compare the average scores before and after class, then categorize students' scores into EL levels. Findings show that all participants had a high and moderate level of EL after learning from the modules, and the mean score on the EL after experiencing the four modules was higher than the mean score before the learning. Though the pre-service teachers' EL level tends to improve, the areas that have limited improvement are environmental behavior and basic knowledge about the environment.

Keywords: Active Learning, Environmental Literacy, Pre-Service Science Teacher, Environmental Education

การพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม

จีระวรรณ เกษสิงห์*

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา), รองศาสตราจารย์
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา), รองศาสตราจารย์
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาติรี ฝ่ายคำตา

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา), รองศาสตราจารย์
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญเสถียร บุญสูง

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ชีววิทยา), รองศาสตราจารย์
 ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้องตา สมใจเพ็ง

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ผู้ประสานงาน: fedujwk@ku.ac.th

วันรับบทความ: 27 มิถุนายน 2566/ วันแก้ไขบทความ: 23 มีนาคม 2567/ วันตอบรับบทความ: 29 มีนาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ที่ได้รับออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้ใน 4 มิติ คือ ทางกาย ทางสติปัญญา ทางอารมณ์ และทางสังคม การศึกษานี้ดำเนินการภายใต้แบบแผนการวิจัยและพัฒนา กลุ่มที่ศึกษาคือนิสิตครูวิทยาศาสตร์จำนวน 6 คนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ของมหาวิทยาลัยรัฐแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มปีซีจี การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยสื่อบอร์ดเกม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตทุกคน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนของนิสิตมาแปลงค่าเป็นระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ผลจากวิจัย พบว่านิสิตครูทุกคนมีระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง หลังเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และนิสิตมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมหลังได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากต้นแบบทั้งสิ้น สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ แม้ว่าระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตมีแนวโน้มพัฒนาดีขึ้น แต่ด้านที่พัฒนาได้อย่างจำกัด คือพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม และความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม นิสิตครูวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมศึกษา

บทนำ

การรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Environmental literacy) เป็นหนึ่งในเป้าหมายปลายทางของการเป็นพลโลกในยุคศตวรรษที่ 21 เมื่อพิจารณาตามเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 ประการ (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ (UNESCO, 2015) พลเมืองที่มีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมคือผู้ที่มีความห่วงใยในสิ่งแวดล้อม มีเจตคติเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม มีความรู้ที่เพียงพอเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีทักษะการลงมือปฏิบัติ และมีความมุ่งมั่นที่จะลงมือปฏิบัติเพื่อสิ่งแวดล้อม (Roth, 1992; UNESCO-UNEP, 1978) โดยเหตุที่ทั่วโลกให้ความสำคัญกับการพัฒนาพลเมืองที่เป็นผู้รู้เรื่องสิ่งแวดล้อม เพราะโลกกำลังเผชิญปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง ดังจะเห็นได้จากข่าวความรุนแรงและความถี่ของการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ อันเป็นผลจากที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้น อาทิ ปรากฏการณ์บอมบ์ไฮโดรเจนในประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา และเม็กซิโก (Thai PBS, 2022) พายุหมุนไฮโดรเจนเขตร้อนเอลลีส์ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมหนักในรอบ 100 ปีในออสเตรเลีย (Spring news, 2023) และเหตุการณ์คลื่นความร้อนที่ทำให้สภาพอากาศอบอุ่นในฤดูหนาวในยุโรป (MGRonline, 2023) สำหรับประเทศไทยพบความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน อาทิ ชยะพลาสติกในทะเลและมลพิษทางอากาศ PM 2.5 (Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, 2022)

จากวิกฤตดังกล่าว การจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมจึงมีความสำคัญ และไม่อาจปฏิเสธได้ว่า “ครู” คือผู้มีบทบาทสำคัญในการเตรียมเยาวชนให้เป็นผู้รู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Liu et al., 2015; World Commission on the Environment and Development, 1987) ด้วยเหตุนี้การเตรียมครูวิทยาศาสตร์ให้มีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม จึงมีความจำเป็นและนับเป็นความรับผิดชอบหลักของสถาบันผลิตครู (Ketsing, 2558, 2559; Liu et al., 2015; Saribas et al., 2017) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาชี้ว่าหลักสูตรผลิตครูยังไม่ประสบความสำเร็จในการเตรียมนิสิตนักศึกษาครูให้เป็นผู้รู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Ketsing, 2559; Saribas et al., 2017; Yavetz et al., 2009) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา

การรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ผ่านต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ที่คณะนักวิจัยออกแบบขึ้น ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM BCG 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) 3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (SSI based learning) และ 4. การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ (Place-based learning) โดยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ครอบคลุมเรื่องเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมในเนื้อหาเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืน ระบบนิเวศ ปรากฏการณ์เรือนกระจก ทรัพยากรธรรมชาติ ความหลากหลายทางชีวภาพ มลพิษทางอากาศ ชยะ และสารเคมีตกค้าง ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารยังไม่พบงานวิจัยในไทยที่พัฒนานิสิตนักศึกษาครูในเรื่องนี้ งานวิจัยที่พบใกล้เคียง อาทิ Oonnang (2021) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาชีพครูของนักศึกษาวิชาชีพครู และ Khaopray & Keawurai (2020) ศึกษาผลของการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครู ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศที่ทำการศึกษานิสิตครูหรือครูประจำการเรื่องการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ไม่พบงานที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามกรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ งานวิจัยก่อนหน้าทำในลักษณะการสำรวจระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูก่อนและหลังเข้าศึกษาในหลักสูตรผลิตครู (อาทิ Pe'er et al. (2007) Yavetz et al. (2009)) การสำรวจการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของครูประจำการ (Liu et al., 2015) และการศึกษาผลของกิจกรรมการเข้าร่วมนิทรรศการด้านสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู (Saribas et al., 2017)

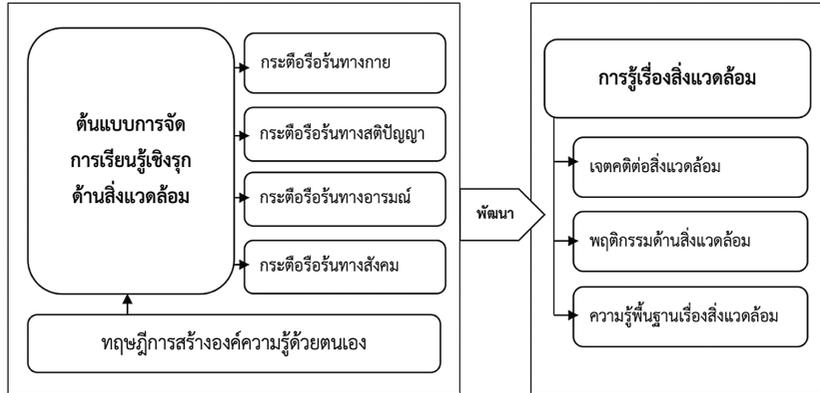
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



จากภาพประกอบ 1 มีรายละเอียดดังนี้

การเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม

การเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Environmental literacy) นับเป็นหนึ่งในเป้าหมายสูงสุดของสิ่งแวดล้อมศึกษา หรือ การจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีกรอบแนวคิดที่ได้รับการยอมรับตรงกันในหมู่นักวิชาการว่าหมายถึง การที่บุคคลมีความตระหนักและห่วงใยในเรื่องสิ่งแวดล้อม และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ เจตคติที่ดี และมีความมุ่งมั่นที่จะอุทิศตนในการทำงานเพื่อหาทางออกให้แกปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งในปัจจุบัน และที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต (Roth, 1992; UNESCO-UNEP, 1978) โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ความรู้ (Knowledge) คือ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อม และบทบาทความรับผิดชอบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม
- 2) เจตคติ (Attitude) คือ การเห็นคุณค่ามีความรู้สึกห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม และมีแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นเพื่อป้องกันและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม
- 3) ความตระหนัก (Awareness) หมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจ สภาพจิตใจที่แสดงถึงความอ่อนไหว ใส่ใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม รู้สึกรับผิดชอบ และเกิดความไม่สบายใจเมื่อได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการลดลงหรือความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- 4) ทักษะ (Skill) คือ การที่บุคคลมีทักษะในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

5) การมีส่วนร่วม (Participation) คือ การแสดงออกที่แสดงถึงความรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม การมีความมุ่งมั่นในการมีส่วนร่วมช่วยปกป้องและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถเลือกใช้วิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

สำหรับการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมที่พบในงานวิจัยส่วนใหญ่ เป็นการวัดแบบแยกองค์ประกอบ โดย องค์ประกอบที่นิยมวัดได้แก่ ความรู้ (Tanma, Sawangmek & Nangngam, 2020; Khaikeaw, 2014; Detyothin, Singsriwo & Suksringarm, 2017 and Lloyd-Strovas et al., 2017) เจตคติ (Ketsing, 2015; Khaikeaw, 2014 and Lloyd-Strovas et al., 2017) ความตระหนัก (Detyothin, Singsriwo & Suksringarm, 2017 and Kaya & Elster, 2018) และพฤติกรรมหรือการปฏิบัติ (Behavior/action) (Ketsing, 2015; Khaikeaw, 2014; Kaya & Elster, 2018 and Lloyd-Strovas et al., 2017) โดยมักเป็นการวัดที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินตนเองจากกระทงคำถามที่กำหนดให้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากองค์ประกอบที่เหลือ ได้แก่ ทักษะและการมีส่วนร่วมนั้นวัดได้ยาก ต้องใช้การสังเกตเป็นระยะเวลานาน และมักไม่สามารถสังเกตเห็นได้ในชั้นเรียน

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการวัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรม โดยมีนิยามศัพท์เฉพาะดังนี้

ความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม คือการที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในแนวคิดหลัก (Conceptual knowledge) เรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืน ระบบนิเวศ ปรากฏการณ์เรือนกระจก และทรัพยากรธรรมชาติ และมีความรู้ในข้อเท็จจริง (Factual knowledge) ในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศ ปรากฏการณ์เรือนกระจก มลพิษทางอากาศ ชยะ และสารเคมีตกค้าง

เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม คือคุณลักษณะทางจิตใจสภาพจิตใจที่บุคคลแสดงถึงความพอใจ สนใจ เอาใจใส่รับผิดชอบในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเกิดความไม่สบายใจเมื่อได้รับประสบการณ์ที่จะก่อให้เกิดการลดลงหรือเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม โดยเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 มิติ ได้แก่ ความห่วงใย (Environmental concern) อารมณ์ความรู้สึก (Affective component) และความรับผิดชอบทางวาจา (Verbal commitment)

พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม คือการที่บุคคลแสดงถึงการมีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเองที่อาจส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และมีความมุ่งมั่นในการลงมือปฏิบัติเพื่อปกป้องและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การเรียนรู้เชิงรุก

การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) คือกระบวนการทางสมองของผู้เรียนที่มีเป้าหมายเพื่อการสร้างองค์ความรู้ภายในตนเอง (Brame, 2016, Cambridge Assessment International Education [CAIE], 2020) โดยผู้เรียนทำการไตร่ตรองข้อมูลหรือแนวคิดใหม่ที่ได้รับเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิมของตน (CAIE, 2020) ผ่านการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2020; Edwards, 2015) ภายใต้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง คิดวิเคราะห์และทำความเข้าใจสิ่งที่ปฏิบัติ (Brame, 2016) รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นในลักษณะชุมชนการเรียนรู้ร่วมกัน (Edwards, 2015)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning instruction) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้สอนออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน

มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2020; Edwards, 2015) ผู้เรียนได้ฝึกการคิดขั้นสูง มีการอภิปรายระดมสมองและสะท้อนความคิดร่วมกัน รวมทั้งได้ฝึกตรวจสอบความคิด ความรู้สึก และการให้คุณค่าของตนเอง (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2020) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกยังมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การอภิปราย การส่งเสริมการคิดขั้นสูง และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน (Gifkins, 2015)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนับเป็นแนวการสอนที่สอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่พัฒนาการนิยม ซึ่ง John Dewey ได้นำเสนอแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือกระทำ หรือการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (Learning by Doing) ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้คิดและลงมือทำตามที่ดี แล้วจึงสร้างองค์ความรู้ขึ้นมา และยังสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่ให้ความสำคัญกับประสบการณ์ที่บุคคลได้รับ และเชื่อว่าการสร้างความหมายต่อประสบการณ์นั้นของแต่ละบุคคลเกิดขึ้นภายในสมองของบุคคลนั่นเอง ตามทัศนะของทฤษฎีนี้ การเรียนรู้ คือการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) ที่อยู่ในสมองของผู้เรียน ผ่านการจัดระเบียบใหม่ (Reorganization) ซึ่งนับเป็นกลไกการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (Adaptation) ของสิ่งมีชีวิต โดย Piaget (1961) เชื่อว่าแต่ละบุคคลสร้างความหมายของประสบการณ์ใหม่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของตนเอง ผ่านการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่นั้นเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว สำหรับ Vygotsky (1978) ผู้เสนอทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม (Social constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากข้อตกลงร่วมกันของคนในสังคมผ่านเครื่องมือ ได้แก่ การสื่อสาร (Speech) และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) ดังนั้นการเรียนรู้ของผู้เรียนจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาระดับเขavnปัญญาไปถึงระดับศักยภาพสูงสุดที่สามารถพัฒนาได้ ซึ่งเป็นไปตามหลักคิดเรื่องพื้นที่รอยต่อพัฒนาการทางเขavnปัญญา

(Zone of proximal development) ของ Vygotsky (Ketsing, 2016)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก บทบาทของผู้เรียนคือผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ปฏิบัติ และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ขณะที่ผู้สอนมีบทบาทในการออกแบบและจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น

โดยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ ได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น 4 ด้าน ตามกรอบแนวคิดที่ปรับมาจาก Office of the Education Council, Ministry of Education (2020) และ Edwards (2015) ได้แก่ ด้านกายภาพ (Physically active) ด้านสติปัญญา (Intellectually active) ด้านอารมณ์ (Emotionally active) และด้านสังคม (Socially active) มีรายละเอียดดังนี้

การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นทางกาย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยการเคลื่อนไหวร่างกายในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายและประสาทรับรู้ของผู้เรียนมีความกระตือรือร้น พร้อมทั้งจะเรียนรู้ และคงความสนใจในการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การปฏิบัติภาคสนาม กิจกรรมเกมกระดาน (Board games) การสร้างวิดีโอ ล้วนมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (Campbell, 2014)

การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นทางสติปัญญา คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญาหรือสมอง ฝึกใช้ความคิด สร้างความหมายทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ กิจกรรมควรมีความท้าทาย และมีความหมายต่อผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความผูกพันทางการคิดในเรื่องที่เรียน ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกต้องการให้ผู้เรียนก้าวไปสู่ระดับการคิดหรือระดับสติปัญญาที่อยู่ปลายบนของอนุกรมวิธานของ Bloom ที่ระบุว่าผู้เรียนต้องสามารถคิดวิเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์ได้ ดังนั้นการสอนจะมีประสิทธิภาพเมื่อครูสามารถเชื่อมโยงเรื่องที่สอนกับธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนได้

การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นทางอารมณ์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีอารมณ์ความรู้สึกร่วมกับกิจกรรมหรือเนื้อหาที่เรียน การมีอารมณ์ร่วมนี้มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน (Pekrun, 2014) โดยเฉพาะเรื่องสิ่งแวดล้อม เพราะปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อสิ่งแวดล้อม คือ แรงจูงใจ ความอ่อนไหวด้านสิ่งแวดล้อม และการมีอารมณ์ร่วมเรื่องสิ่งแวดล้อม (Chawla, 1998) ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้จึงควรได้รับการออกแบบให้กระทบอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียนในทางที่เอื้อต่อการเรียนรู้

การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นทางสังคม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อมรอบตัว ผู้เรียนได้นำเสนอความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ได้รับข้อมูลย้อนกลับ ได้ตรวจสอบความคิดของตนเอง และเรียนรู้จากผู้อื่น ซึ่งการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นทางสังคมเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียนให้กว้างขึ้น ซึ่งอาจทำโดยการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเรื่องที่สอน หรือทำโครงการร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก (Edwards, 2015)

โดยการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นของผู้เรียน 4 ด้าน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นทั้ง 4 ด้าน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2020; Edwards, 2015) อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้สอนต้องเข้าใจจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ตนเองหรือหลักสูตรต้องการให้เกิดกับผู้เรียน โดยทุกกิจกรรมควรนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน และเป้าหมายการเรียนรู้ควรเป็นการเพิ่มขีดความสามารถให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดขั้นสูง และเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

ดังนั้นต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ จึงได้รับการออกแบบตามกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่นำเสนอข้างต้น โดยเน้นการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นของผู้เรียนในทั้ง 4 มิติ ภายใต้หลักคิดของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการภายใต้แบบแผนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) หรือ R&D (Kanjanawasee, 2016) โดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนการดำเนินงานที่เริ่มด้วยการวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ในกรณีของงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความต้องการจำเป็นของสถาบันผลิตครูในเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม โดยผลการวิจัยส่วนนี้ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วใน Ketsing et al. (in press, 2025) จากนั้นคณะนักวิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีเป้าหมายสำคัญสองประการ คือ เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครุวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้ นิสิตมีทักษะการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ซึ่งผลการวิจัยในส่วนนี้ของทักษะการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตได้แสดงไว้ใน Ketsing et al. (in press, 2025)

กลุ่มที่ศึกษาและสถานที่ดำเนินการวิจัย คือนิสิตครุวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และแขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ในปีการศึกษา 2565 ของมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร มีจำนวนทั้งสิ้น 6 คน อายุระหว่าง 20-21 ปี เป็นชาย 4 คน หญิง 2 คน ที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

ภาพประกอบ 1

ตัวอย่างต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม



การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยสื่อบอร์ดเกม เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงซีปะชาว



การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ เรื่องการออกแบบเมืองที่ยั่งยืน

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม คือเครื่องมือวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานิสิตครุวิทยาศาสตร์ด้านการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม และทักษะการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตในโรงเรียน ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM BCG เรื่องผ้าย้อมใจเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียวและความยั่งยืนของชุมชน 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) ด้วยสื่อบอร์ดเกม เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงซีปะชาว ดชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ 3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (SSI based learning) เรื่องไมโครพลาสติก และ 4. การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ (Place-based learning) เรื่องการออกแบบเมืองที่ยั่งยืน นักวิจัยทำการสอนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม โดยจำลองประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนนิสิตเป็นนักเรียนในโรงเรียน หลังจากที นิสิตได้เรียนรู้ด้วยการสอนแต่ละหัวข้อแล้ว จึงมีกิจกรรมการอภิปรายสะท้อนความคิดร่วมกัน เพื่อให้ นิสิตถอดบทเรียนจากประสบการณ์ที่ได้รับ และปรับมุมมองใหม่ในฐานะผู้สอน ซึ่งเนื้อหาที่สอนเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ใช้เวลาในการสอนหัวข้อละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ตัวอย่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงใน QR code ด้านล่าง ส่วนผลของต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมในส่วนนี้ของทักษะการจัดการเรียนรู้ของนิสิตแสดงไว้ใน Ketsing et al. (in press, 2015)

กระบวนการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และแขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา คำอธิบายรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษา การรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม การพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้และชั่วโมงสอนของต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม (R1)

2. ศึกษาความต้องการจำเป็นของสถาบันผลิตครูในการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้และความต้องการจำเป็นด้านการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาของอาจารย์ในสถาบันผลิตครู (R1)

3. คณะนักวิจัยร่วมกันกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลที่ได้จากข้อ 1 และ 2 ได้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมออกมาเป็น 4 หัวข้อ จากนั้นนักวิจัยแต่ละคนรับผิดชอบออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม 1 หัวข้อตามความเชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วัสดุ/อุปกรณ์ ใบกิจกรรม และเอกสารประกอบการสอน โดยออกแบบให้สอดคล้องตามหลักการของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่นิยามไว้ในงานวิจัยนี้ (D1)

4. คณะนักวิจัยประชุมร่วมกันเพื่อวิพากษ์ความเหมาะสมของต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทั้ง 4 หัวข้อ จากนั้นนักวิจัยผู้รับผิดชอบหลักทำการแก้ไขปรับปรุงต้นแบบฯ ตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ (D1)

5. เชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา 3 คน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 คน และด้านการสอนสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน 1 คน ร่วมประชุมวิพากษ์ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 หัวข้อ แบบพบหน้ากัน จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงต้นแบบฯ (D1)

โดยข้อวิพากษ์สำคัญที่ได้รับ มีดังนี้

- ควรใช้สถานการณ์จริง หรือตัวอย่างจริงมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนในทุกโมดูล ให้นิสิตสังเกตและอภิปรายร่วมกัน

- Bioeconomy, Circular economy และ Green economy คืออะไร ต้องชัดเจนว่า บีซีจี ที่เข้าไปอยู่ในการสอนสะเต็มอย่างไร ในขั้นตอนใด ผู้สอนและนิสิตควรอภิปรายจุดนี้ให้ชัดเจน เพื่อให้นิสิตเกิดความเข้าใจและนำไปใช้ได้

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยสื่อบอร์ดเกม ตัวเนื้อหาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงซีปะขาว กติกา และอุปกรณ์การเล่น มีรายละเอียดมาก ต้องลำดับการสอนให้ดี การนำเข้าสู่บทเรียนสอนควรให้นิสิตได้ทำปฏิบัติการย่อยโดยสังเกตแมลงและจำแนกสิ่งมีชีวิตที่พบในน้ำดีและน้ำเสีย กติกาการเล่นไม่จำเป็นต้องอธิบายทั้งหมดแต่แรก เพราะจดจำได้ยาก ระหว่างเล่นเกม นิสิตจะค่อย ๆ เข้าใจกติกาการเล่นและได้เรียนรู้เนื้อหาไปเอง

- การช่วยให้นิสิตเกิดการโต้แย้งในกิจกรรมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยาก หากทุกคนมีความคิดเห็นเช่นเดียวกันจะเกิดการโต้แย้งได้อย่างไร นิสิตควรได้เรียนรู้ว่าหลักการในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ดีควรเป็นเช่นไร ควรอภิปรายร่วมกับนิสิตให้มีความชัดเจน

- การจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ เป็นการสอนที่ต้องพานิสิตออกไปเรียนรู้ในสถานที่จริง หากเป็นไปได้ ควรให้นิสิตได้ทำกิจกรรมและมีการอภิปรายในสถานที่นั้นเลย ส่วนเกมการสร้างเมืองที่ยั่งยืน ควรปรับสถานการณ์ท้าทายที่นิสิตต้องเผชิญในการสร้างเมืองและคะแนนให้มีความเหมาะสม กำหนดพื้นที่ในเมืองให้ชัดเจน และก่อนเล่นเกม ควรเปิดโอกาสให้นิสิตได้นำเสนอแนวคิดของพวกเขาในการสร้างเมืองก่อนการเล่นเกมด้วย

6. คณะนักวิจัยเสนอต้นแบบที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านพิจารณาอีกครั้งแบบพบหน้ากัน จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงต้นแบบฯ จนมีความสมบูรณ์ในระดับที่ยอมรับได้ (D1)

7. นักวิจัยผู้รับผิดชอบหลักนำต้นแบบฯ ไปทดลองสอนกับนิสิตครูระดับปริญญาตรีหรือปริญญาโท ผลการทดลองใช้ต้นแบบพบว่าควรมีการปรับสถานการณ์ท้าทายในกิจกรรมเกมที่อยู่ในการจัดการเรียนรู้แบบอิงสถานที่ และควรมีการปรับวัสดุอุปกรณ์การเล่นและเวลาในการเล่นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยสื่อบอร์ดเกม ส่วนการจัดการเรียนรู้หัวข้ออื่น ๆ สามารถดำเนินการได้ จากนั้นจึงนำผลที่ได้

มาปรับปรุงต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมอีกครั้ง (R2 & D2)

8. นักวิจัยผู้รับผิดชอบหลักนำต้นแบบฯ มาสอนกับนิสิตกลุ่มที่ศึกษา ใช้เวลาในการสอนหัวข้อย่อย 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง เป็นจำนวน 4 สัปดาห์ โดยมีนักวิจัยที่เหลืร่วมสังเกตการสอน และให้ข้อเสนอแนะหลังจากสอนเสร็จในแต่ละครั้ง จากนั้นนำผลการวิจัยที่ได้มาปรับปรุงต้นแบบฯ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป (R3 & D3)

เครื่องมือวิจัยในการตอบคำถามวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัย คือ แบบวัดความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ที่มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรม ตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ “กรอบแนวคิดการวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง” แบบวัดแบ่งออกเป็น 4 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด จำนวน 8 ข้อ เป็นแบบตรวจสอบรายการและเติมข้อความ ครอบคลุมเรื่อง เพศ ชั้นปีที่ศึกษา อายุ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง การเป็นสมาชิกขององค์กรหรือชุมนุมด้านสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์การทำกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์การเรียนรายวิชาด้านสิ่งแวดล้อม และแหล่งที่มาของข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ ตอนที่ 2 เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม จำนวน 14 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าของ Likert มีการแสดงความคิดเห็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยข้อคำถามของแบบวัดตอนที่ 2 ปรับมาจาก Ketsing (2015) และ Spiropoulou et al. (2007) ตอนที่ 3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 14 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าของ Likert มีระดับการแสดงพฤติกรรม 4 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง ไม่เคยปฏิบัติเลย โดยปรับข้อคำถามมาจาก Ketsing (2015) และ Idros (2006) และ ตอนที่ 4 ความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบปรนัย ครอบคลุมความรู้ที่เป็นแนวคิดหลัก (Conceptual knowledge) และความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง (Factual knowledge) โดยปรับมาจาก Idros (2006) และ Spiropoulou et al. (2007) และสร้างขึ้นเองบางส่วน การเรียงลำดับตอนต่าง ๆ ในแบบวัดพิจารณาจากความยากง่ายในการตอบแบบวัด โดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ซึ่งการเรียงลำดับเช่นนี้เป็นผลจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษา

ตอนปลายก่อนหน้า

แบบวัดได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เดิมกับการตรวจต้นแบบการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบวัดเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.60-1.00 จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์ จำนวน 184 คน และทำการหาคุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรม R ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 0.94 ด้านพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 0.82 ส่วนด้านความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม ทำการหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อคำถาม แล้วเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.25-0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.59 ได้จำนวน 15 ข้อ เสร็จแล้วคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดในด้านนี้ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach จากสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 จากนั้นจึงนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยขอให้ นิสิตจำนวน 6 คนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ทำแบบวัดความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ในคาบเรียนแรกของรายวิชา ซึ่งนับเป็นการวัดก่อนเรียน และเมื่อนิสิตเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 หัวข้อแล้ว จึงขอให้ นิสิตทำแบบวัดความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมฉบับเดิมอีกครั้ง การเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งทิ้งระยะห่างกันราว 14 สัปดาห์ ก่อนทำแบบวัด ผู้วิจัยชี้แจงแก่นิสิตว่าการทำแบบวัดนี้ไม่มีผลต่อคะแนนในรายวิชา นิสิตใช้เวลาทำแบบวัดแต่ละครั้งประมาณ 40 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อค้นหาระดับการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 คน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตอนที่ 1 โดยหาค่าความถี่และร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อ วิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2, 3, 4 ร่วมกันเพื่อบ่งชี้คะแนนและระดับการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู โดยคำนวณคะแนนรวมของนิสิตรายบุคคลในทั้งสามตอน และมีการถ่วงน้ำหนักคะแนนส่วนของเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม จากคะแนนดิบ 70 คะแนน เป็นคะแนนสุทธิ 14 คะแนน ถ่วงน้ำหนักคะแนนส่วนของ

พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม จากคะแนนดิบ 56 คะแนน เป็นคะแนนสุทธิ 14 คะแนน ส่วนคะแนนความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมไม่ได้ทำการถ่วงน้ำหนักคะแนน เนื่องจากมีจำนวนข้อคำถาม 15 ข้อ คิดเป็นคะแนนสุทธิ 15 คะแนน ดังนั้นคะแนนรวมทั้งสามตอนสูงสุดคือ 43 คะแนน คะแนนต่ำสุดคือ 6.30 คะแนน จากนั้นคำนวณคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตทุกคน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน สุดท้ายนำคะแนนของนิสิตมาแปลงค่าเป็นระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ของ Best (1977) จากสูตร การจัดช่วงระดับคะแนน = (คะแนนสูงสุด - คะแนนต่ำสุด) / จำนวนชั้น ทำให้ได้ระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม 3 ระดับ และมีคะแนนแต่ละระดับ ดังนี้ ระดับต่ำ 6.30 - 18.53 คะแนน ระดับปานกลาง 18.54 - 30.77 คะแนน และระดับสูง 30.78 - 43.00 คะแนน

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนและระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

กลุ่มที่ศึกษาคือนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน 6 คน มีอายุระหว่าง 20-21 ปี เป็นชาย 4 คน (ร้อยละ 66.67) หญิง 2 คน (ร้อยละ 33.33) ทั้งหมดเป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 คน (ร้อยละ 83.33) และแขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา 1 คน (ร้อยละ 16.67) นิสิตเกือบทั้งหมด (ร้อยละ

83.33) เป็นหรือเคยเป็นสมาชิกองค์กรหรือชุมนุมเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นิสิตทุกคนเคยเรียนรายวิชาเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แต่ในรอบ 2 ปีที่ผ่านมา นิสิตส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83.33) ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับแหล่งข้อมูลหลักที่ นิสิตทุกคนได้รับเกี่ยวกับเรื่องสิ่งแวดล้อม มาจากสื่อสังคมออนไลน์

คะแนนและระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู

ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิต ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่า หลังเรียน ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.63 ± 2.91 คะแนน จากคะแนนเต็ม 43 คะแนน ขณะที่ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.21 ± 2.30 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของนิสิตรายบุคคล พบว่า นิสิตครู 5 คน (ร้อยละ 83.33) มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อแปลงคะแนนเป็นระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม พบว่า ก่อนเรียน นิสิตครูทั้งหมดมีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 24.00 - 30.70 คะแนน จากคะแนนเต็ม 43 คะแนน และหลังเรียนพบนิสิต 3 คน เปลี่ยนเป็นมีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 31.55 - 32.15 คะแนน ขณะที่นิสิตที่เหลือ ยังคงมีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลางเช่นเดิม โดยมีคะแนนระหว่าง 25.80 - 30.65 คะแนน ทั้งนี้ไม่มีนิสิตคนใดที่มีระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1

คะแนนและระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดลอมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม

รหัส	คะแนนการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ก่อนเรียน				ระดับ การรู้ เรื่องสิ่ง แวดลอม	คะแนนการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม หลังเรียน				ระดับ การรู้ เรื่องสิ่ง แวดลอม
	เจตคติ (14)	พฤติกรรม (14)	ความรู้ (15)	รวม (43)		เจตคติ (14)	พฤติกรรม (14)	ความรู้ (15)	รวม (43)	
1	10.00	9.00	5.00	24.00	ปานกลาง	9.80	10.00	6.00	25.80	ปานกลาง
2	9.20	8.75	8.00	25.95	ปานกลาง	11.60	10.00	10.00	31.60	สูง
3	10.40	10.75	6.00	27.15	ปานกลาง	9.80	10.25	6.00	26.05	ปานกลาง
4	11.20	10.50	9.00	30.70	ปานกลาง	11.80	11.75	8.00	31.55	สูง
5	10.00	10.75	6.00	26.75	ปานกลาง	11.40	11.75	9.00	32.15	สูง
6	11.20	10.50	7.00	28.70	ปานกลาง	11.40	10.25	9.00	30.65	ปานกลาง
$M = 27.21 (S.D.=2.30)$					$M = 29.63 (S.D.=2.91)$					

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ด้วยต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังเรียน นิสิตครูทั้งหกคนมีระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง และพบคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยเฉพาะด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่า หลังเรียน รายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา หรือหลังเรียนด้วยหลักสูตรผลิตครูที่เน้นเรื่องสิ่งแวดล้อม นักศึกษามีเจตคติเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Ketsing, 2015; Saribas et al., 2017; Yavetz et al., 2009) และมีการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมโดยภาพรวมพัฒนาขึ้น (Saribas et al., 2017; Yavetz et al., 2009) แม้ว่าผลของงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ แต่สิ่งที่งานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ คือไม่มีงานวิจัยเรื่องใดที่ทำการพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อม ผ่านวิธีสอนที่หลากหลายเช่นในงานวิจัยนี้

สำหรับเหตุผลที่ต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ ช่วยส่งเสริมการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู อาจเป็นเพราะต้นแบบฯ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และการสะท้อนความคิด

เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ปฏิบัติ (Reflection on action) มีวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่ล้วนเปิดโอกาสให้นิสิตได้ระดมสมอง อภิปรายและสะท้อนความคิดร่วมกัน เน้นการเรียนแบบร่วมมือกัน และฝึกการคิดขั้นสูง รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกตรวจสอบความคิด ความรู้สึก และการให้คุณค่าของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่เสนอโดย Office of the Education Council, Ministry of Education (2020) ที่ระบุว่ากำจัดการเรียนรู้เชิงรุกควรประกอบด้วยการกระตือรือร้นของผู้เรียนในสี่ด้าน คือ ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khialueang, Kijkuakul & Nakkuntod (2019) ที่พัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่ประสบความสำเร็จ ผู้สอนควรเลือกใช้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียนโดยตรง เพราะจะกระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้นด้วยตนเอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ในหัวข้อแนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM BCG เรื่องฝ้ายอ้อมใจเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียวและความยั่งยืนของชุมชน และหัวข้อการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นฐาน เรื่องไมโครพลาสติก ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็น สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวนิสิต กิจกรรมมีลักษณะช่วยให้ผู้เรียน เกิดอารมณ์ร่วมไปกับกิจกรรม และผู้เรียนมีโอกาสได้ โต้แย้งแสดงจุดยืนของตนเกี่ยวกับแนวทางการจัดการ กับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สนใจร่วมกัน

นอกจากนี้อีกสาเหตุหนึ่งอาจมาจาก หลังจากที่ นิสิตเรียนผ่านต้นแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้าน สิ่งแวดล้อมแต่ละเรื่องแล้ว ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นิสิต รายบุคคลพูดสะท้อนความคิดเพื่อถอดบทเรียนสิ่งที่ได้ เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้น ๆ ในฐานะ ผู้เรียน และในฐานะครูที่จะนำประสบการณ์เหล่านี้ไปใช้ สอนจริงในโรงเรียน ซึ่งการได้สะท้อนความคิดและ แลกเปลี่ยนกับเพื่อนคนอื่นและผู้สอน เป็นกิจกรรมทาง สังคมที่ช่วยให้ นิสิตครูได้เรียนรู้ผ่านมุมมองที่แตกต่าง หลากหลาย ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ของ ผู้เรียนให้กว้างขึ้น (Edwards, 2015) อีกทั้งสอดคล้อง กับข้อค้นพบของงานวิจัยก่อนหน้าที่ว่า การสะท้อน ความคิดเป็นกุญแจสำคัญในการเรียนรู้และพัฒนา วิชาชีพครูของนิสิต (Larrivee, 2008; Ketsing et al., 2020) และการสะท้อนความคิดที่มีโครงสร้าง (Structured reflective practice) ของคำถามหรือการสนทนาที่ชัดเจน มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนิสิตครู (Ketsing et al., 2020; Lotter & Miller, 2017)

อย่างไรก็ดี ผลการวิจัยนี้พบว่ายังมีข้อจำกัด ในการพัฒนาการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู โดยแม้ว่า ระดับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครูทั้งหมดมีแนวโน้ม ดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าด้านที่มีคะแนน สูงขึ้นคือด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนด้านที่ยังพัฒนา ได้อย่างจำกัดคือ พฤติกรรมสิ่งแวดล้อม และความรู้ พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ Saribas et al. (2017) ที่พบว่านักศึกษาครูมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ด้านสิ่งแวดล้อม การรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และความเชื่อ แห่งตน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังเรียนรายวิชา สิ่งแวดล้อมศึกษา แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติของนักศึกษาครูในด้านความรู้เรื่อง สิ่งแวดล้อม ในทำนองเดียวกับ Ketsing (2016) ที่พบว่า แม้หลังเรียนรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา นิสิตครูยังคง

มีพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง และ Liu et al. (2015) ที่พบว่าครูประจำการทั่วไต้หวัน มีความรู้และทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมในระดับที่ยอมรับได้ แต่มีการปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยนี้ที่พบว่านิสิตบางคนมีระดับ พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมไม่คงทน จึงเสนอแนะว่า สาเหตุหนึ่งอาจเพราะข้อจำกัดของแบบวัด ที่มีรายการ พฤติกรรมให้นิสิตเลือกที่จำกัด นิสิตอาจไม่มีโอกาส แสดงพฤติกรรมในบางรายการ เนื่องจากความไม่สะดวก หรือขาดโอกาสในการแสดงพฤติกรรม ในอนาคตอาจเพิ่ม การบันทึกอนุทินหรือการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูล เชิงลึกมากขึ้น

2. จากผลการวิจัยนี้ที่พบว่านิสิตมีคะแนน ความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อมน้อย โดยเฉพาะมิติความรู้ ที่เป็นข้อเท็จจริง อาจปรับการสอนโดยให้นิสิตค้นคว้า และนำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงด้านสิ่งแวดล้อมมาวิพากษ์ ร่วมกันในชั้นเรียนมากขึ้น หรือมีสื่อการเรียนรู้ให้นิสิต ศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองนอกเวลาเรียน

3. จากงานวิจัยนี้ที่มีข้อจำกัดเรื่องการศึกษา การรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ที่ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ความรู้พื้นฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม งานวิจัยต่อยอดอาจ ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมตัวแปร อื่น ๆ ประกอบด้วย อาทิ การควบคุมตนเอง (Locus of control) ความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental sensitivity) และความสามารถในการตัดสินใจ (Decision-making) เป็นต้น

4. จากข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ที่ไม่มีกิจกรรม การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นิสิตได้ทำงานร่วมกับคนในชุมชน เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในท้องถิ่น จึงเสนอแนะว่างานวิจัยต่อยอดอาจจัดประสบการณ์ เพิ่มเติมในส่วนนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

References

- Best, J. W. (1977). *Research in Education*. (3rd ed.). Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- Brame, C. (2016). *Active learning*. Vanderbilt University Center for Teaching. <https://cft.vanderbilt.edu/active-learning/>
- Cambridge Assessment International Education. (2020). *Active Learning*. <https://www.cambridgeinternational.org/Images/271174-active-learning.pdf>
- Campbell, K. (2014). Get your students moving. *AMLE Magazine*, 1(7), 12–14.
- Chawla, L. (1998). Significant life experiences revisited: A review of research on sources of environmental sensitivity. *The Journal of Environmental Education*, 29(3), 11-21
- Detyothin, O., Singsriwo, A., & Suksringarm, P. (2017). The development of environmental literacy of Mattayomsuksa 3 students using the project-based teaching with problem-solving thinking. *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 305-317. [in Thai]
- Edwards, S. (2015). Active learning in the middle grades. *Middle School Journal*, May 2015, 26-32.
- Gifkins, J. (2015). *What Is 'Active Learning' and Why Is It Important?.* <https://www.e-ir.info/2015/10/08/what-is-active-learning-and-why-is-it-important/>
- Idros, S. N. S. (2006). Exploring environmental behaviours, attitudes, and knowledge among university students: Positioning the concept of sustainable development within Malaysian education. *Journal of Science and Mathematics Education in South East Asia*. 29(1), 79-97.
- Kanjanawasee, S. (2016). Research and development for Thai education. *Silpakorn Educational Research Journal*, 8(2), 1-18. [in Thai]
- Kaya, V. H. & Elster, D. (2018). German students' environmental literacy in science education based on PISA data. *Science Education International*, 29(2), 75-87.
- Ketsing, J. (2015). Preservice science teachers' environmental attitudes and behaviors. *Kasetsart Journal (Social Sciences)*, 36(2), 297-307. [in Thai]
- Ketsing, J. (2016). Environmental education course for improving pre-service science teachers' environmental attitudes and behaviors. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, 22(2), 215-252. [in Thai]
- Ketsing, K., Pongsophon, P., Faikhanta, C., Boonsoong, B., & Somchaipeng, T. (2025). Development of per-service science teachers' teaching skills through active learning modules on environment. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 19(1). in press. [in Thai]
- Ketsing, J., Inoue, N., & Buczynski, S. (2020). Enhancing pre-service teachers' reflective quality on inquiry-based teaching through a community of practice. *Science Education International*, 31(4), 367-378.
- Khaikeaw, S., Haemprasith, S., Chaivisuthangkura, P., & Kanyaprasit, K. (2014). The development of integrated environmental education curriculum with emphasis on outdoor learning resources in Phuket province to promote environmental literacy of upper secondary school students. *Journal of Education Burapha University*, 25(1), 50-63. [in Thai]
- Khaopray, A. & Keawurai, W. (2020). The curriculum development based on authentic instruction to enhance the ability in environmental education instruction of teacher students in Rajabhat university. *Journal of Education Naresuan University*, 22(3), 308-323. [in Thai]

- Khiaolueang, W., Kijkuakul, S., & Nakkuntod, M. (2019). Using science technology society and environment (STSE) approach to enhance environmental literacy in human and environmental sustainability for twelfth grade students. *Journal of Education Naresuan University*, 23(2), 257-268. [in Thai]
- Larrivee, B. (2008). Meeting the challenge of preparing reflective practitioners. *The New Educator*, 4(2), 87-106.
- Liu, S-Y, Yeh, S-C, Liang, S-W, Fang, W-T & Tsai, H-M (2015). A national investigation of teachers' environmental literacy as a reference for promoting environmental education in Taiwan. *The Journal of Environmental Education*, 46(2), 114-132.
- Lloyd-Strovas, J., Moseley, C., & Arsuffi, T. (2017). Environmental literacy of undergraduate college students: Development of the environmental literacy instrument (ELI). *School Science and Mathematics*, 118, 84-92.
- Lotter, C. R., & Miller, C. (2017). Improving inquiry teaching through reflection on practice. *Research in Science Education*, 47, 913-942.
- MGRonline. (2023). *European winter heatwave! Warning signs of extreme weather events in 2023*. <https://mgronline.com/greeninnovation/detail/9660000001777>
- Office of the Education Council, Ministry of Education. (2020). *Competency-based Active Learning*. 21 Century Print Press. [in Thai]
- Oonnang, K. (2021). Effects of using active learning management on learning achievement, learning management skill and attitude towards teaching profession. *CMU Journal of Education*, 5(2), 15-24. [in Thai]
- Pe'er, S., Goldman, D., & Yavetz, B. (2007). Environmental literacy in teacher training: Attitude, knowledge, and environmental behavior of beginning students. *The Journal of Environmental Education*, 39(1), 45-59.
- Pekrun, R. (2014). *Emotions and Learning*. *Educational Practices Series*. International Academy of Education.
- Phengsawat, W. (2009). Research and development. *Sakon Nakhon Rajabhat University Journal*, 1(2), 1-12. [in Thai]
- Piaget, J. (1961). The genetic approach to the psychology of thought. *Journal of Educational Psychology*, 52(6), 275-281.
- Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. (2022). *Thailand State of Pollution Report 2021*. Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. [in Thai]
- Roth, C. E. (1992). *Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED348235.pdf>
- Saribas, D., Kucuk, Z. D., & Ertepinar, H. (2017). Implementation of an environmental education course to improve pre-service elementary teachers' environmental literacy and self-efficacy beliefs. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(4), 311-326.

- Spiropoulou, D., Antonakaki, T., Kontaxaki, S., & Bouras, S. (2007). Primary teachers' literacy and attitudes on education for sustainable development. *Journal of Science Education Technology*, 16, 443-450.
- Spring news. (2023). *Australia experiences worst flooding in 100 years from Tropical Cyclone Ellie*. <https://www.springnews.co.th/keep-the-world/834148>
- Tanma, S., Sawangmek, S., & Nangngam, P. (2020). Developing problem-based learning approach with role playing for encourage environmental literacy in Photosynthesis Matthayomsuksa 5 students. *Journal of Education Naresuan University*, 22(4), 268-279. [in Thai]
- Thai PBS. (2022). *The United States faces unprecedented snowstorms* | *New Day Thai PBS*. <https://www.youtube.com/watch?v=eKVP3WAWuDA>
- UNESCO. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- UNESCO-UNEP. (1978). The Tbilisi declaration. *Connect*, 3(1), 1-8.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Harvard University Press.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oxford University Press.
- Yavetz, B. Goldman, D. & Pe'er, S. (2009). Environmental literacy of pre-service teachers in Israel: A comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental Education Research*, 15(4), 393-415.