

บทความวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่มีต่อ
ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภานุพงศ์ กรเกตู*, เพ็ญพนอ พ่วงแพ และชัยรัตน์ โตศิลา
หลักสูตรและวิธีสอน, การสอนสังคมศึกษา, ศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร
E-mail: konket_p@silpakorn.edu

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งสิ้น 15 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หลังการใช้การจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 17.4$, S.D. = 1.96) สูงกว่า ก่อนการใช้การจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 9.2$, S.D. = 1.86) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ ทักษะสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมไปใช้ได้เหมาะสมกับช่วงวัยของตนเอง โดยสามารถตั้งคำถามทางสิ่งแวดล้อม จากประเด็นปัญหาที่เป็นทั้งสถานการณ์ตัวอย่าง และสถานการณ์จากชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่ได้ที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพ และระบบนิเวศ สังคมวัฒนธรรม มีสมรรถนะในด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และสามารถสืบค้นข้อมูลหาหลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และสามารถนำเอาความรู้และสมรรถนะเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 2.36$, S.D. = 0.02)

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม, มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

Received: May 29, 2024, Revised: June, 11, 2024, Accepted: June, 13, 2024

* Corresponding author

EFFECTS OF USING STEM EDUCATION ON HUMAN AND SURROUNDING ENVIRONMENT ON ENVIRONMENTAL LITERACY OF SIXTH GRADE STUDENT

Panupong Konkhet, Phenphanor Phuangphae and Chairat Tosila*

^{1,2,3}Teaching Social Studies, Education faculty, Silpakorn University

Email : konkhet_p@silpakorn.edu

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare the environmental literacy of Grade 6 students who received learning according to the STEM education concept before learning and after learning according to the concept. STEM education 2) To study the environmental literacy of Grade 6 students who received learning management according to STEM education concepts. 3) To study the opinions of Grade 6 students regarding learning management. According to the concept of STEM education. The target group used in this research was 6th grade students totaling 15 people, obtained by purposive selection method. The tools used in the research: A lesson plan based on STEM education concepts., Environmental literacy test, Behavioral observation recording form and student learning log, and Opinion questionnaire Grade 6 students towards learning according to STEM concepts Statistical values used in data analysis include percentage, mean, standard deviation. and compare pre and post scores Using independent t-test statistics.

The results of the research found that 1) students' environmental literacy. After using concept-based learning management STEM education. (\bar{x} = 17.4, S.D. = 1.96) was higher than before using learning management according to STEM education concepts (\bar{x} = 9.2, S.D. = 1.86) with statistical significance at the .05 level. 2) The environment literacy It was found that most students were able to use knowledge. Use important environmental skills appropriate to your own age. By being able to ask environmental questions from issues that are both example situations and situations from the community in which they live that are consistent with their physical characteristics and ecological, social and cultural characteristics. Has good environmental performance. By being able to analyze environmental problems and can search for information and evidence from reliable sources and these knowledge and competencies can be applied in planning solutions to environmental problems that occur in daily life. And 3) opinions of Grade 6 students regarding learning management. According to the overall STEM education concept, it is at a high level. (\bar{x} = 2.36, S.D. = 0.02).

Keywords: STEM Education, Environmental literacy, Human and Environment

* Corresponding author

บทนำ (Introduction)

ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขยายตัวของประชากรที่เพิ่มขึ้น และการขยายตัวของเขตเมืองและอุตสาหกรรม ทำให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม มากขึ้นโดยเฉพาะปัญหาโลกร้อนและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์ (United Nations Environment Program; UNEP, 2012) ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญต่อการแก้ปัญหาอย่างยิ่ง ปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวนี้ส่วนมากเกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งอาจเกิดจากความไม่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรืออาจเจตนาทำเพื่อแสวงหาผลประโยชน์โดยขาดความตระหนัก ขาดคุณธรรมจริยธรรม ดังนั้นการให้ความรู้ด้านการศึกษาแก่ประชาชนจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำและควรทำอย่างมีระบบแบบแผน (ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ, 2561 ; 8-9)

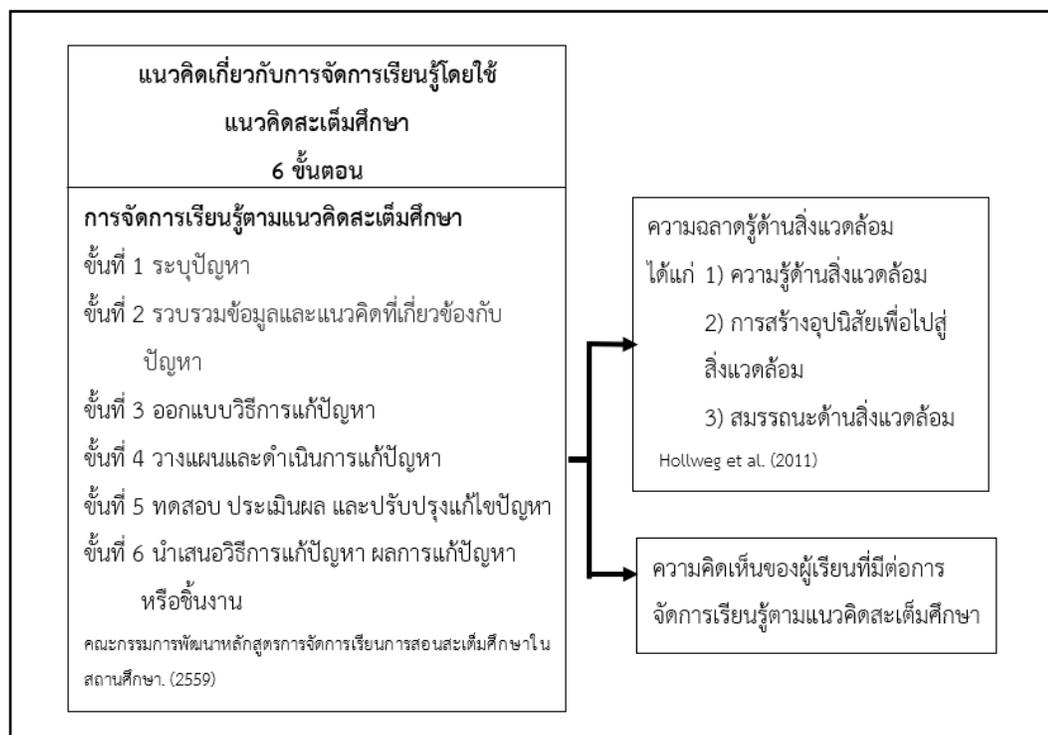
ทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดความตระหนักถึงเรื่องของปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถในการจัดการปัญหา และประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมในการตัดสินใจอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ และเกิดความเข้าใจและเชื่อมโยงทางสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเกิดเข้าใจถึงการกระทำของมนุษย์ในตัดสินใจของบุคคลหรือชุมชนที่จะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมยังเป็นทักษะที่ทำให้เกิดความตระหนักในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ความสามารถการเรียนรู้ ความเข้าใจในบริบทและรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั้งธรรมชาติ กายภาพ สังคม สามารถวิเคราะห์แปลความ ตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีทักษะทางปัญญาและจิตใจที่ดีที่จะใช้ทักษะเหล่านั้นในการมีส่วนร่วมทำงานด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Maryland Association for Environmental and Outdoor Education (MAEOE): ออนไลน์) ซึ่งมีหลากหลายหน่วยงานและองค์กรได้พยายามผลักดันให้มีการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและปกป้องสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความรู้และทักษะด้านสิ่งแวดล้อมของบุคคล ตลอดจนทัศนคติ ค่านิยม และพฤติกรรมที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (NAAEE, 2010 : 1) โดยมีแนวคิดเรื่องความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาบุคคลให้มีความรู้และมีแนวโน้มจิตินทรีย์ที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมที่จะพัฒนาให้เกิดเป็นสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมในการระบุ วิเคราะห์ ประเมินและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยอุปนิสัยด้านสิ่งแวดล้อม และยังส่งผลโดยตรงต่อการเกิดพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของมนุษย์อีกด้วย (Hollweg et al., 2011: 12-24)

ประเทศไทยเริ่มมีการให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ที่เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่ไปกับการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2533 พบการบรรจุเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในหลักสูตรการเรียนการสอนระดับประถม (จิระวรรณ เกษสิงห์, 2561 : 1-4) ต่อมาในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 ได้มีการส่งเสริมให้มีการศึกษา และแก้ปัญหาประเด็นทางสิ่งแวดล้อมในระดับภูมิภาคและท้องถิ่นเพิ่มขึ้น (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2530 : 133-144) นอกจากนี้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ที่ได้มีการวางกรอบเป้าหมายการพัฒนาคนให้เหมาะกับโลกยุคใหม่ที่มีทักษะความรู้ พฤติกรรมและบรรทัดฐานให้มีสอดคล้องกับตลาดแรงงาน นอกจากนี้ยังมีการผลักดันและส่งเสริมการใช้นวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาสังคมยุคใหม่ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ควบคู่ไปกับการผลักดันการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565)

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการออกแบบนวัตกรรมเพื่อให้ผู้เรียน นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ที่สามารถใช้ในการดำเนินชีวิตจริง และสามารถประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพ ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้การความรู้และ ทักษะที่หลากหลายจากศาสตร์วิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา โดยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่บูรณาการความรู้ ความเข้าใจ และ ใช้ทักษะด้านสาขาวิชาของสะเต็มศึกษาทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อให้ได้นวัตกรรม ซึ่งใช้ในการแก้ปัญหาหรือเพื่อตอบสนองความต้องการในการดำเนิน ชีวิต (National Research Council, 2012 : 4-5) และการจัดการกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่ใช้ใน กิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือการประกอบอาชีพในอนาคต (ศูนย์สะเต็มศึกษา, 2558: 1)

จากความสำคัญและปัญหาผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญถึงการจัดสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญในการเรียนรู้ จนนำไปสู่การเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติที่ต้อง คำนึงถึงความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งถือว่าเป็นอีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิต โดยครูจะต้องเปลี่ยนจากนั้น สอนหรือสั่งสอน ไปทำหน้าที่จุดประกายความสนใจใฝ่รู้โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นใกล้ตัวของนักเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน ค้นหาคำตอบและแนวทางแก้ปัญหาไปสู่การลงมือปฏิบัติ และเรียนรู้เป็นทีมร่วมกับเพื่อน เน้นให้เกิดความฉลาดรู้ทาง สิ่งแวดล้อม และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้จัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มความ ฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective of the Research)

1. เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

วิธีวิจัย (Research Methodology)

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดเกาะแก้ว อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 รวมนักเรียนทั้งหมด 15 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยใช้เนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในเนื้อหาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระภูมิศาสตร์ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว

1) ธรรมชาติกับสังคมไทย

2) สิ่งแวดล้อมในชุมชนของเรา

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว จำนวน 2 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

5.2 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 1. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2. ด้านการสร้างอุปนิสัยเพื่อไปสู่สิ่งแวดล้อม 3. สมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม จำนวนด้านละ 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5.3 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ประกอบด้วยแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมเป็นการบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้โดยครูใน 4 ประเด็นประกอบด้วย 1) การสังเกตการลงมือปฏิบัติงานของผู้เรียน 2) การปฏิบัติตามสรวนทางสิ่งแวดล้อม 3) ออกแบบเพื่อชิ้นผลงานที่ตอบสนองต่อประเด็นทางสิ่งแวดล้อมและ 4) ปัญหาที่พบในการดำเนินการ และแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นแบบบันทึกแบบอรรถนัยประกอบด้วยคำถาม 1) วันนี้ได้เรียนรู้อะไรบ้าง 2) การเรียนรู้วันนี้มีประโยชน์อย่างไร และนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดได้บ้าง 3) การเรียนรู้วันนี้ทำให้คิดถึงสิ่งใดบ้าง และ 4) ความรู้สึกต่อกิจกรรมในวันนี้เป็นอย่างไร

5.4 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้มาตราส่วนมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ประกอบด้วย 1) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว จำนวน 2 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ที่ผ่านการประเมินตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ซึ่งมีค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 และนำผลไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.2 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ใช้ทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pretest – Posttest) ประกอบด้วยเนื้อหา 2 เรื่อง 1) ธรรมชาติกับสังคมไทย 2) สิ่งแวดล้อมในชุมชนของเรา มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) การสร้างอุปนิสัยเพื่อไปสู่สิ่งแวดล้อม และ 3) สมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนภูมิศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 และนำผลไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

6.3 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้ เป็นการบันทึกการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยจะรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการทำกิจกรรมและประเมินการทำกิจกรรมของผู้เรียนโดยผู้สอน และแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นแบบบันทึกแบบอรรถนัย เพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดหลังการเรียนรู้หรือการทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 และนำผลไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.4 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ 2) ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และ 3) ด้านประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดช่วงความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง และเห็นด้วยน้อย และตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิดเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความคิดเห็น จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องและนำผลการประเมินมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

7. การดำเนินการทดลอง

7.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

1) ดำเนินการสร้างเครื่องมือ คือ แผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว แบบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมก่อนเรียน (Pre-test) และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2) จัดเตรียมภาพ ข่าว และวีดิทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในประเทศไทย และในจังหวัดเพชรบุรี เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลทำการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเกาะแก้ว

7.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

1) ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบวัดผลความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมก่อนเรียน เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ก่อนเรียน และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อวัดความรู้พื้นฐานและเก็บผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้หลังเรียน

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตามแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ ที่ได้สร้างขึ้นไว้ทั้ง 3 แผน และเริ่มทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

3) ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว หลังเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

7.3 ขั้นหลังการทดลอง

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลมาเปรียบเทียบผลการทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่า หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นหรือไม่ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับใด จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัยตามลำดับ

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล (Research Conclusions and Discussion)

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามในการวิจัยข้อที่ 1 และสมมติฐานการวิจัยความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่อง ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามตามกระบวนการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	จำนวนผู้เรียน (n)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	T	Sig. (1-tailed)
ก่อนเรียน	15	9.2	1.86	12.43	.00
หลังเรียน	15	17.47	1.96		

$P \leq .05$

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเป้าหมาย ก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ $\bar{X} = 9.2$, S.D. = 1.86 และหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ $\bar{X} = 17.47$, S.D. = 1.96 เมื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า หลังการใช้ปฏิบัติการกิจกรรมตามกระบวนการสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการปฏิบัติการกิจกรรมตามกระบวนการสะเต็มศึกษาสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลจากการศึกษาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับกระบวนการตามกิจกรรมสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผลการตรวจแบบทดสอบ และการตอบคำถามในชั้นเรียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการปฏิบัติการสอนรวมทั้งปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบบันทึกของครู เพื่อหาข้อสรุปและประเมินคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการสะเต็มศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา สืบค้นข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ทดลองปฏิบัติจริง สรุปการดำเนินงาน และนำเสนอข้อมูลจากการดำเนินงาน สรุปภาพรวมจากการศึกษาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะเห็นได้ว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของสะเต็มศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ ทักษะสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม และสามารถนำไปใช้ได้ไปในแนวทางที่ดีและเหมาะสมกับช่วงวัยของตนเอง กล่าวคือ นักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม จากประเด็นปัญหาที่เป็นทั้งสถานการณ์ตัวอย่าง และสถานการณ์จากชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่ได้ ที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพ และระบบนิเวศ สังคมวัฒนธรรม รวมไปถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มีสมรรถนะในด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และสามารถสืบค้นข้อมูลหาหลักฐาน หรือคำอธิบายจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และสามารถนำเอาความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ และยังสามารถนำเอาความรู้และการสมรรถนะไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับตนเอง หรือตอบสนองต่อความต้องการทางสิ่งแวดล้อมได้

1.3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสนองมติฐานการวิจัยความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่าความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้

รายการ	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับความ คิดเห็น	อันดับที่
รวมเฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2.35	0.09	มาก	3
รวมเฉลี่ยด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	2.36	0.16	มาก	2
รวมเฉลี่ยด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้	2.39	0.09	มาก	1

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดการเรียนรู้ ในภาพรวมอยู่ในระดับ มาก (\bar{X} = 2.36, S.D. = 0.02) เพื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับ มาก ในทุกด้านเช่นกัน โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 1) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ (\bar{X} = 2.39, S.D. = 0.09) 2) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ (\bar{X} = 2.36, S.D. = 0.16) และ 3) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (\bar{X} = 2.35, S.D. = 0.09) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะจากความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อกระบวนการกิจกรรมสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนเสนอแนะให้ผู้สอนเพิ่มเวลาในขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 2) นักเรียนเสนอแนะให้มีการทดลองให้มากขึ้น และ 3) นักเรียนเสนอให้ผู้เพิ่มความหลากหลายของสื่อให้มากขึ้น

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลที่สรุปการวิจัยครั้งนี้มีประเด็นอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

2.1 ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ผลการวิจัยพบว่า ความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มเป้าหมาย หลังกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้ อาจเนื่องมาจากหลักการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยได้ส่งเสริมองค์ประกอบที่ส่งผลให้เกิดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมได้ กล่าวคือ หลักการสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่นักเรียนต้องเป็นนักแก้ปัญหาโดยจะต้องเป็นผู้ที่สามารถตั้งคำถาม ระบุปัญหา ออกแบบแนวทางการรวบรวม ประยุกต์ใช้ความรู้ และต้องสามารถใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาออกแบบสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยต้องมีความรู้ถึงความต้องการของสังคมมาเป็นพื้นฐานในการเพื่อใช้ในการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างแท้จริง และบูรณาการร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มโดยให้ผู้เรียนสังเกตและระบุปัญหาจากบริบทสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวของผู้เรียน หรือชุมชนที่นักเรียนต้องพบในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เผชิญปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว ประสบการณ์โดยตรงของผู้เรียน ได้เป็นผู้สืบค้นข้อมูล ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา หรือสร้าง

นวัตกรรมชิ้นผลงาน และลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เป็นการอิงบริบทสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวหรือการจัดการเรียนการสอนที่อิงสถานที่ (Placed-Based Education) (ธีรดา หลงศิริ, 2561) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบท ชุมชนของตนเองและมีความตระหนักถึงผลเสียของสิ่งแวดล้อมดังกล่าวต่อชุมชน บริบทรอบตัวเอง เป็นจุดเน้นและนำไปสู่การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context Based learning) เพื่อพัฒนาเจตคติและจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม (พัชรินทร์ ศรีคำ, 2559) โดยรวมแล้วการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมให้สูงขึ้นได้ด้วยเหตุผลคือสามารถพัฒนาการตั้งประเด็นปัญหาที่สนใจ สืบค้นข้อมูลในการแก้ปัญหา มีการวางแผนการปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และมีการสรุปผลการปฏิบัติ ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปนำเสนอต่อไป โดยสะท้อนจากผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบสูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้ กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่าความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ ทักษะสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมไปใช้ได้ ในแนวทางที่ดีและเหมาะสมกับช่วงวัยของตนเอง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมตามกรอบแนวคิดที่ได้เสนอไว้ โดย Hollweg et al. (2011) ที่กล่าวว่าบริบทในท้องถิ่นมีความสำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมได้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ต่างกันมีความแตกต่างที่หลากหลายของบริบท ระดับท้องถิ่น แต่ทุกคนสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน โดยในวิจัยนี้มีการกำหนดในบริบทของชุมชน และประเทศไทยเกี่ยวกับปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ และสภาพปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการวิถีชีวิตของมนุษย์ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของลักษณะภูมิประเทศและความเป็นอยู่ในชุมชนกลาย มาเป็นปัญหาที่กระทบต่อชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ต้องเผชิญ ความพยายามแก้ไขปัญหาดังกล่าว นั้นจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเล็งเห็นถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของตนเอง นำไปสู่การอยากมีส่วนร่วมหรือเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาและยังส่งเสริมพฤติกรรมมารับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย สอดคล้องกับ Simmons et al. (2019) ที่ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่าความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับการเป็นส่วนหนึ่งของการประยุกต์ทักษะและความรู้ในการทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ดีขึ้น โดยเริ่มต้นจากความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวของนักเรียน โดยสอดคล้องกับการกรอบแนวคิดองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (NAAEE) ที่ได้เสนอไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม การสร้างอุปนิสัยเพื่อไปสู่สิ่งแวดล้อม และสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

จากประเด็นปัญหาที่เป็นทั้งสถานการณ์ตัวอย่าง และสถานการณ์จากชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่ได้ที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพ และระบบนิเวศ สังคมวัฒนธรรม รวมไปถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มีสมรรถนะในด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และสามารถสืบค้นข้อมูลหาหลักฐาน หรือคำอธิบายจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และสามารถนำเอาความรู้เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นได้ และยังสามารถนำเอาความรู้และการสมรรถนะไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของตนเอง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการส่งเสริมให้เกิดความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนที่นำกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาใช้นั้นมีขั้นที่ส่งเสริมตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของแต่ละองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมทำให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ด้วยตัวนักเรียนเอง ใน

ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้มีขั้นตอนหลายขั้นที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นการทำความเข้าใจในสิ่งที่ เป็นปัญหาที่เป็นความรู้ทางสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเป็นการให้นักเรียนต้องพิจารณาปัญหาโดยใช้ความรู้ ความเข้าใจในระบบกายภาพ ระบบนิเวศ สังคม วัฒนธรรม การเมือง ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น และสมรรถนะในด้านการระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมและการตั้งประเด็นคำถามด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อจำแนกบ่งชี้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนขอบเขต และผลกระทบที่เกิดขึ้นในมุมมองที่หลากหลาย ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้สืบค้นแนวคิด จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมผ่านการวิเคราะห์สาเหตุ ผลกระทบ ความเหมาะสมกับเงื่อนไขของปัญหา ในการพิจารณาปัญหาทางสิ่งแวดล้อม สาเหตุทางประวัติศาสตร์ ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนการดำเนินการ โดยกำหนดขั้นตอนในการทำงานอย่างชัดเจน และออกแบบต้นแบบของนวัตกรรมผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิด หรือใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งจะเป็นการสรุป ตัดสินใจในการใช้ข้อมูล หลักฐานที่ได้สืบค้นมาในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการทดลอง ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนา หรือลงมือปฏิบัติ นวัตกรรมผลผลิตที่จะใช้ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เป็นการส่งเสริมการแสดงออกทางความคิดของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม รวมทั้งใช้ทักษะทางสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ชิ้นผลงานการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมบรรลุเป้าหมาย ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบนวัตกรรมหรือแนวคิดที่นักเรียนได้สร้างสรรค์ขึ้นจากการสืบค้นและได้ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการใช้นวัตกรรมในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังได้มีการนำผลการทดลองมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ชิ้นนวัตกรรมหรือแนวคิดในการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองนวัตกรรมหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยออกแบบวิธีการที่นำเสนอข้อมูลให้เข้าใจง่าย และน่าสนใจ โดยได้จัดทำให้รูปแบบของโปสเตอร์ความรู้ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

พฤติกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ ตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของพรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2556: 50) ที่ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะและการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการใช้กระบวนการในการคิดปรับปรุงและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ วิศวกรรมศาสตร์เป็นการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ และคณิตศาสตร์เป็นการคิดคำนวณ การจำแนกจัดกลุ่ม การจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Megan Alece Heitkamp (2016) และธนา เครือวงศ์ (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยจากงานวิจัยได้ว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีสมรรถนะการรู้สิ่งแวดล้อมและ พฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูง และมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอรอนงค์ เตชโยธิน และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา พบว่า หลังจากเรียนด้วยการสอนแบบโครงการนักเรียนเกิดผล การเรียนรู้หลังเรียนที่สูงขึ้น และนักเรียนเกิดความตระหนักสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และ Febriasari and Supriatna (2017) ได้ศึกษาการเพิ่มพูนความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมผ่านการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเพื่อปรับปรุงนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้านสิ่งแวดล้อมในบังคุง ประเทศอินโดนีเซียซึ่งพบว่าความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ผ่านการเรียน ในห้องเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ การวางแผนการเรียนรู้ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมและรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การเรียนรู้ตามปัญหา เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพประสิทธิผลและได้ผลลัพธ์สูงสุด

2.2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่าความคิดเห็นของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายหลังการจัดกระบวนการตามกิจกรรมสะเต็มศึกษาในทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับ มาก และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่าความคิดเห็นของนักเรียนที่มากที่สุดคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับความรู้ ทักษะ และ กระบวนการที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เกิดความสามัคคี ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานกลุ่ม สามารถ นำกระบวนการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสิ่งแวดล้อม และสามารถเชื่อมโยง กับเนื้อหาในรายวิชาอื่น ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ National Research Council (2012) ที่กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนการเรียนรู้แก่ผู้เรียนเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โดยจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาคือ การบูรณาการแนวคิดในการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการกระบวนการเรียนรู้และความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะในศาสตร์ ต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ตั้งประเด็นที่สนใจหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และ Honey และคณะ (2014) ที่ กล่าวถึงเป้าหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า ผู้เรียนควรมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการแนวความคิดจากวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือในการทำงานต่าง ๆ ได้ ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณะ ปัดชา (2559) และ อับดุลยามิน หะยีฮาเดร์ (2560) ที่ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยจากงานวิจัย ดังกล่าวพบว่า ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นและระดับความพึงพอใจของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีระดับความพึงพอใจต่อการ จัดการเรียนรู้ในระดับมาก ซึ่งคาดว่าจะเป็นมาจากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติจริงและมีการแก้ปัญหาด้วย ตนเอง

องค์ความรู้ใหม่ (New body of Knowledge)

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ที่ผ่าน กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถเกิดผลความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ที่มีกระบวนการและ กิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนสนใจด้วยตนเอง จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาอย่างเหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน ทั้งได้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม สำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคน เพื่อพัฒนาแนวทางในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และ

วัฒนธรรม สามารถนำผลการวิจัยและองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน และการวิจัยนี้สามารถสะท้อนให้เห็นถึงแนวทางหรือกระบวนการในการเสริมสร้างองค์ความรู้และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ตรงตามสภาพจริงของกลุ่มเป้าหมาย ตลอดจนช่วยยกระดับการศึกษาในประเทศไทยให้มีคุณภาพ และพัฒนาไปสู่ทางที่ดียิ่งขึ้น โดยอาจมีการให้การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสื่อที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป เช่น ทัศนภาพเหตุการณ์ปัญหาจริง เพื่อให้ให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาที่ต้องแก้ปัญหา และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความฉลาดรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนต้องแก้ไข ต้องใช้กระบวนการคิด การออกแบบชิ้นงานและสร้างขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนต้องคิดชิ้นงานใหม่จนได้เป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจ การที่นักเรียนคิดหาคำตอบของปัญหาจาก สถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย แปลกใหม่ พิจารณาวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลบนเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่นำไปสู่การพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง (References)

- ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี. (2559). *ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย "สะเต็มศึกษา" กระทรวงศึกษาธิการ*. เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564. เข้าถึงได้จาก ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี. เข้าถึงได้จาก <https://www.moe.go.th/websm/2016/may/218.html>
- จิระวรรณ เกษสิงห์. (2561). *สิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: วิสต้า อินเตอร์พรีนซ์.
- ธนา เครือวงศ์. (2561). *การพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้แนวคิดกรีนสะเต็มศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธีรดา หลงศิริ. (2561). *การพัฒนาหลักสูตรสถานที่เป็นฐาน เรื่อง วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาสถานศึกษาจังหวัดระยอง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขุฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิติกร อ่อนโยน และคณะ. (2561). *การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย*. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*. 14(2), 20 – 41.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2558). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564. เข้าถึงได้จาก วารสารนักบริหาร https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/april_june_13/pdf/aw07.pdf
- พิรุณ ศิริศักดิ์. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตามแนวคิดการศึกษาอิงสถานที่เพื่อส่งเสริมสัมพันธภาพด้านสถานที่และการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุขุฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2561). *40 กิจกรรมกับสิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊ค.
- ลินดา การภักดี. (2561). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมสิ่งแวดล้อมนำรู้เพื่อเสริมสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุขุฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูส่งเสริมศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf.pdf>.
- สมชาย อุ่นแก้ว. (2561). *วิธีการสอนแบบส่งเสริมศึกษา (STEM Education)*. เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564. เข้าถึงได้จาก http://www.kids.ru.ac.th/community_km.asp
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่3) พ.ศ.2553*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564*. เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564. เข้าถึงได้จาก สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. เข้าถึงได้จาก <http://www.royalthaipolice.go.th/downloads/plan12.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม พ.ศ. 2566 – 2570*. เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2567. เข้าถึงได้จาก <https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=plan13>
- สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2559). *Academic Focus ส่งเสริมศึกษา*. เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564. เข้าถึงได้จาก <http://dl.parliament.go.th/handle/lirt/493008>
- สิขเรศ อำไพ. (2558). *การพัฒนาแบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรอนงค์ เดชโยธิน. (2560). *การพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การ สอนแบบโครงการที่เน้น การคิดแก้ปัญหา*. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อับดุลยามีน หะยีชาเดร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางส่งเสริมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- C.H. Swanepoel, C.P. Loubser and C.P.C. Chacko. (2002). Measuring the environmental literacy of teachers. *South African Journal of Education*. 22(4), 282 – 285.
- Campaign for Environmental Literacy. (2007). *Why Is Environmental Education Important?*. Accessed June 30. Available from <http://www.fundee.org/campaigns/nclb/whyee.htm>.
- Chepesiuk, C. (2007). *Environmental Literacy: Knowledge for a Healthier Public*. Environ Health Perspect. 115(10): A494–A499.
- Disinger, J. F., & Roth, C. E. (1992). *Environmental Literacy*. Accessed August 27. Available from. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED351201.pdf>
- Heitkamp, M.A. (2016). *The Impacts of Classroom Stem Themed Environmental Investigations On Middle School Environmental Literacy*. School of Education Student Capstone Theses and Dissertations.

- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., & Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. from Washington, DC: North American Association for Environmental Education.
- Honey, M.A. & Pearson, G. & Schweingruber, H.. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- International Technology and Engineering Educators Association. (2007). *Standard for Technology literacy: Content for the Study of Technology third Edition*. Accessed August 27. Available from. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767>.
- Irene Cheng, N & Mui So, W. (2014). *Teachers' environmental literacy and teaching - Stories of three Hong Kong primary school teachers*. International Research in Geographical and Environmental Education 24(1).
- Loubser, CP. (2001). *Concept formulation for environmental literacy. Concept formulation for environmental literacy*. South African Journal of Education 21(4), 317-323.
- National Science Teachers Association. (2003). *NSTA Position Statement on Environmental Education*. August 28. Available from. https://static.nsta.org/pdfs/PositionStatement_EnvironmentalEd.pdf
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Accessed May 30. Available from. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165.
- North American Association for Environmental Education (NAAEE). (2011). *Developing a Framework for Assessing Environmental Literacy: Executive Summary*. Accessed May 30. Available from. <https://naaee.org/sites/default/files/inline-files/envliteracyexesummary.pdf>.
- Rhode Island Environmental Education Association. (2019). *Assessment of Environmental Literacy Project*. June 28. Available from. <http://rieea.org/wp-content/uploads/2019/07/Assessing-Environmental-Literacy-Project-Final-Report-2019.07.29.pdf>
- Simmons, D. (1995). *The NAAEE Standards Project: Papers on the Development of Environmental Education Standards*. August 15. Available from. <https://eric.ed.gov/?id=ED406177>.