

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะ
การอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**The Guideline for Evidence-Based Learning to Develop Sustainable
Coexistence with Living in the Harmony of Nature and Science
of 8th Grade Students on the world is changing Topic**

เจษฎา จี๋ก่อ และ สุริยา ชาปู้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Jedsada Jeekoi and Suriya Chapoo

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: jedsadaj64@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เมื่อจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณค่าทางสถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า และคำนวณค่าทางสถิติอันได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานควรเป็นประเด็นที่มาจากการสถานการณ์และประเด็นปัญหาที่เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย ใกล้ตัวนักเรียนและมีความน่าเชื่อถือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับรู้ถึงสภาพของหลักฐานและประเด็นปัญหาได้ เป็นการกระตุ้นการใช้แนวคิดของนักเรียนในการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน พบว่า นักเรียนมีระดับสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนเพิ่มจากระดับเริ่มต้นเป็นระดับเหนือความคาดหวัง โดยองค์ประกอบของสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนที่นักเรียนมีพัฒนามากที่สุดคือ

* วันที่รับบทความ : 28 เมษายน 2566; วันที่แก้ไขบทความ 28 พฤษภาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 29 พฤษภาคม 2566

Received: April 28 2023; Revised: May 28 2023; Accepted: May 29 2023

การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ รองลงมาคือการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน การสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีการสร้าง และใช้เทคโนโลยี และการมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติ และการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืน ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน; สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน

Abstracts

The purposes of the present study were 1) to explore the guideline of Evidence-Based Learning that could improve 8th grade students' sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science and 2) to explore the development of sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science of the students. The methodology was classroom action research. The participants of the study were 33 eighth graders in secondary school in Tak province. The study was conducted in the academic year of 2022. The research instruments utilized were evidence-based learning lesson plans, learning outcome reflection form, worksheets, and a sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science test. The data analysis employed the statistics of percentage and mean and the triangulation method of the content analysis and the reliability of qualitative data. The results of this study indicated that selecting evidenced-based learning should be related to the situation and problem issues that occurred in society and be accessible to the students with reliable sources for enhancing the perception of the problem condition and problem issue, allowing students to express their own knowledge. The development of sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science of the students was in high expectation level rising from the beginning level. The component of sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science that students developed the most was the understanding of phenomena happening on earth and the universe, followed by the connecting in relationship between mathematics and science, building, using and technology literacy, accessing and using technology wisely. Lastly, students' attributes in mathematics and science for understanding the nature system and living with sustainability, respectively.

Keywords: Evidence-Based Learning; Sustainable Coexistence with Living in the Harmony of Nature and Science

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เป็นเหตุที่ทำให้เกิดการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ในด้านต่างๆ สูงขึ้นและต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อม สอดคล้องกับข้อมูลกองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ (UNFPA) ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลกและความหลากหลายทางชีวภาพ (The United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2002 : Online) จึงเป็นวาระสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข

และป้องกันอย่างเร่งด่วน โดยส่งเสริมการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืน สนับสนุนการยกระดับคุณภาพ การเรียนและการศึกษาเพื่อพัฒนาที่ยั่งยืน (พัชรภรณ์ พุทธิกุล, 2558 : 160-161)

สำหรับการเตรียมพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงนี้คือการมุ่งเสริมสร้างให้นักเรียนมีสมรรถนะที่จำเป็น ภายใตกรอบหลักสูตรฐานสมรรถนะที่ใช้เป็นแม่บทในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ การแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางวิทยาศาสตร์ที่มีความท้าทายหรือเป็นปัญหาที่พบเจอ ในโลกชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 : ออนไลน์) โดยสมรรถนะการอยู่ ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน (Sustainable coexistence with living in the harmony of nature and science) เป็นสมรรถนะในหลักสูตรฐานสมรรถนะ โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ การเข้าใจ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ การสร้าง และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี และมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบ ธรรมชาติและการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564 : ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้ด้านธรรมชาติและวิทยาการต่างๆรอบตัวเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็น หลักฐานและข้อมูลสำคัญที่ครูสามารถนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติและวิทยาการทางวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน สอดคล้องกับ Petty (2009 : 256-258) ได้เสนอว่า การนำกระบวนการใช้หลักฐาน (Evidence-Based Learning) เป็นการใช้กระบวนการคิดอย่างมีชั้นเชิงที่ สามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ แนวทางการจัดการเรียนรู้ของ Eitel and Steiner (1999 : 506-512) กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานว่า การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการของการใช้หลักฐาน การพัฒนาสมรรถนะที่สัมพันธ์กับการพัฒนาทางด้านวิทยา การต่างๆนั้นจำเป็นต้องบูรณาการสิ่งที่เป็นปัจจุบันและอนาคต

การอยู่ร่วมกับธรรมชาติที่มุ่งเน้นไปที่พฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อ พัฒนามนุษย์ให้เกิดสมรรถนะอยู่ร่วมกันของมนุษย์กับธรรมชาติและวิทยาการต่างๆได้อย่างยั่งยืน การใช้ หลักฐานจึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายและส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ให้เกิดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับ ธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ประเด็นเกี่ยวกับโลกและการเปลี่ยนแปลงของโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (NAEE, 2011 : Online) ดังนั้นแนวการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หลักฐานจึงเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนโลกและการเปลี่ยนแปลง ที่ส่งผลต่อสมรรถนะ การอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยข้อมูลหลักฐานที่เป็นองค์ความรู้ ทำให้เกิดกระบวนการ จะเชื่อมโยงให้ผู้เรียนได้มีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านหลักฐานเชิงประจักษ์บูรณาการศาสตร์ ทักษะต่างๆ กระบวนการคิดขั้นสูงและมีการสะท้อนความคิดและการประยุกต์ใช้ความรู้ (Katayama, 2009 : 241-244)

จากการจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่ากิจกรรมในชั้นเรียน ประเด็นศึกษาและเหตุการณ์ขาดการนำหลักฐานต่างๆและบูรณาการจากข้อมูลอื่นๆ รวมถึงขาดการเชื่อมโยงกับการพัฒนาด้านธรรมชาติและวิทยาการต่างๆ ที่เน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน ประกอบกับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน จุดเน้นคือใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีมีความอยากรู้ เห็นคุณค่า สามารถแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์นวัตกรรมได้เพื่อการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 : ออนไลน์) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโลกและการเปลี่ยนแปลง ที่นักเรียนต้องเกิดความรู้ความตระหนักในด้านการเปลี่ยนแปลงของโลก ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มจากการพัฒนาระดับสมรรถนะจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนในหลักสูตรฐานสมรรถนะแก่สถานศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งส่งเสริมให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องตระหนักการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามขั้นตอนการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis (1988, อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557 : 149-152) โดยดำเนินการวิจัยตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 1.ขั้นการวางแผน 2.ขั้นการปฏิบัติการ 3.ขั้นการสังเกตการณ์ และ 4.ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ โดยในงานวิจัยนี้เป็นปฏิบัติการเป็นวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง น้ำท่วมและการแก้ปัญหาน้ำท่วม วงจร

ปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง แผ่นดินถล่มและการกัดเซาะชายฝั่ง และวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง หลุมยุบและแผ่นดินทรุด โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลายรูปแบบ โดยเรียงลำดับการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยแผนการเรียนรู้ 3 แผน ซึ่งศึกษาค้นคว้าและพัฒนาขึ้นตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน ตามแนวคิดของ Eitel and Steiner (1999 : 65) โดยขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ เริ่มศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน และรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน โดยใช้รูปแบบที่ปรับปรุงมาจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eitel and Steiner (1999 : 65) จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้จากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยของบุญชม ศรีสะอาด (2554 : 121) นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คำนวณหาค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.28 เปรียบเทียบเกณฑ์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา จากนั้นจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

2.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยและผู้สังเกตใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนแล้ว เพื่อบันทึกจุดเด่น จุดด้อยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ เริ่มจากกำหนดขอบเขตของแบบแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จากนั้นสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งลักษณะของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญ เขียนบรรยายข้อดี และข้อที่ควรพัฒนา จากการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญที่บันทึกหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น

2.3 ใบกิจกรรม เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน มีขั้นตอนเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับโลกและการเปลี่ยนแปลงท้องถิ่นและสังคมโลก จากนั้นสร้างใบกิจกรรม โดยมีสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น นำใบกิจกรรมให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ แก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษา นำใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการประเมินและสะท้อนผลถึงความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามของสมรรถนะ จากนั้นนำผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.58-1.00 และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และแก้ไขแบบประเมินสมรรถนะให้มีความสมบูรณ์ และจัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ เป็นเครื่องมือในการวิจัยและนำไปใช้ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำใบกิจกรรม

2.4 แบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เป็นแบบวัดที่กระบวนการจัดการภายใต้กรอบแนวคิดทั้ง 4 องค์ประกอบ ซึ่งใช้แบบวัดสมรรถนะก่อนและหลังจากทำการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพที่เริ่มจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการวัดและประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน จากนั้นสร้างแบบประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยศึกษาจากประเด็นปัญหาสถานการณ์ท้องถิ่นและสังคมโลกที่มีความใกล้ตัวนักเรียน ที่เป็นข้อคำถามปลายเปิด นำแบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หลักฐานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการประเมินและสะท้อนผลความสอดคล้อง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.62-1.00 ถือว่าสามารถนำไปประเมินสมรรถนะได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539 : 181) และจัดทำแบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้วัดนักเรียนก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้บันทึกโดยผู้สังเกตการณ์สอน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่บันทึกไว้ทั้งหมดมาวิเคราะห์จากนั้นดำเนินการตีความหมายข้อมูล เพื่ออธิบายถึงผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานในแต่ละขั้นตอน

2) การวิเคราะห์ผลการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จากใบกิจกรรม ของ วงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ และแบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยตรวจให้คะแนนที่ปรับปรุงจากกรอบหลักสูตรสมรรถนะ โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564 : ออนไลน์) แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับเริ่มต้น (คะแนน 0-25) นักเรียนขาดความเข้าใจ การจัดการข้อมูลและใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาของเหตุการณ์ทางธรรมชาติ ระดับกำลังพัฒนา (คะแนน 26-50) นักเรียนเข้าใจ การจัดการข้อมูลและใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูล ปัญหาของเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นที่ไม่ซับซ้อน ระดับสามารถ (คะแนน 51-75) นักเรียนเข้าใจ การจัดการข้อมูลและใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูล ปัญหาของเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นที่ซับซ้อน และออกแบบพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาภัยธรรมชาติ และระดับเหนือความคาดหวัง (คะแนน 76-100) นักเรียนเข้าใจ จัดการข้อมูลและใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูล ปัญหาของเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นที่ซับซ้อน และออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎี องค์ความรู้ที่อนุมานได้หลากหลายและน่าเชื่อถือ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานปรับปรุงจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eitel and Steiner (1999 : 65) ที่มีขั้นตอนการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน เป็นการใช้กระบวนการคิดอย่างมีชั้นเชิงที่สามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Petty, 2009 : 256-258) ส่งผลให้เกิดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน การสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี การสร้างและใช้เทคโนโลยี และการมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการทำงานอย่างยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 : ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน 6 ชั้น ขั้นที่ 1 การใช้แนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การใช้แนวคิดของกลุ่มในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การค้นหาหลักฐานที่ใช้ในการตัดสินใจ ขั้นที่ 4 การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ขั้นที่ 5 การประยุกต์ใช้ ขั้นที่ 6 ประเมินและสรุปผลโดยใช้หลักฐาน	สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน 4 องค์ประกอบ 1) การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ 2) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน 3) การสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีการสร้างและใช้เทคโนโลยี 4) การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการทำงานร่วมกันอย่างยั่งยืน
---	--

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในขั้นการใช้แนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหาของการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การใช้แนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา	สถานการณ์ที่นำมาใช้ไม่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนจึงทำให้การวิเคราะห์ประเด็นข่าว กระบวนการเกิดภัยพิบัติ ปัจจัยและสาเหตุที่	ครูใช้คำถามเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนในประเด็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก พบว่าบางความคิดเห็นของนักเรียน	ครูยกตัวอย่างจากเหตุการณ์ที่ศึกษาชัดเจน ประกอบกับการใช้คำถามและชี้แจงรายละเอียดและครบถ้วน โดยใช้เวลา

เกิดขึ้น แต่ยังไม่ตรงประเด็น และครอบคลุม และการ จัดการเวลานานกว่ากำหนด	ที่แตกต่างกัน และนักเรียน ใช้เวลาในการศึกษามาก เกินกำหนด	ในการอภิปรายและ นำเสนอที่กระชับมากขึ้น
--	--	---

จากการประเมินสถานการณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จึงมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการใช้แนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา หลักฐานข่าวที่นำมาเป็นกรณีศึกษาจะต้องเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถเข้าใจเหตุการณ์นั้น ใกล้ตัวนักเรียน ง่ายต่อการเข้าใจในเบื้องต้นของเหตุการณ์ และประเด็นส่งเสริมให้นักเรียนได้รับรู้ถึงสภาพของหลักฐานและประเด็นปัญหาได้ ควรกำหนดและการบริหารจัดการเวลาอย่างเหมาะสม และลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการอภิปรายและการนำเสนอ

ตารางที่ 2 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในชั้นการใช้แนวคิดของกลุ่มในการแก้ปัญหาของการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การใช้แนวคิด ของกลุ่มใน การแก้ปัญหา	ประเด็นที่นักเรียน ศึกษาสถานการณ์ใน ประเทศไทยแล้วมีเนื้อหาที่ ยากต่อการเข้าถึงและ หลักฐานที่ใช้กล่าวอ้างขาด ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	ครูกระตุ้นบรรยากาศ ชั้นเรียนและชี้แจงให้เกิด ความกระชับในการ วิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่าง จากเพื่อนในการร่วม อภิปราย	ครูยกแนวประเด็นที่ น่าสนใจ ให้นักเรียนเห็น ภาพของกระบวนการเกิด เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล มีความน่าเชื่อถือและตรง ความสนใจ

ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการใช้แนวคิดของกลุ่มในการแก้ปัญหา ประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่ข้อมูลหลักฐานจากแหล่งข่าวควรเป็นแนวประเด็นที่น่าสนใจ โดยใช้การนำตัวอย่างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของกระบวนการเกิดได้อย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และสร้างความสนใจในการสืบค้นข้อมูล และควรชี้แจงให้นักเรียนวางแผนก่อนลงมือทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่ส่งผลต่อการเกิดสมรรถนะได้ดีขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในขั้นการค้นหาหลักฐานที่ใช้ในการตัดสินใจของการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การค้นหา หลักฐานที่ใช้ ในการ ตัดสินใจ	นักเรียนไม่สามารถ วิเคราะห์หลักฐานที่ สนับสนุนได้ว่าข้อมูล ดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ หรือไม่ เมื่อนำข้อมูลมา ระดมความคิดหรืออภิปราย นักเรียนขาดการบันทึก ข้อมูลย่อย และเกิดข้อมูลที่ ซ้ำซ้อน	ครูใช้ประเด็นหลักฐาน สถานการณ์ที่ได้รับ มอบหมายมาเป็นกรณีใน การอธิบายให้เห็นภาพ และ ร่วมกันนำเสนอใน Mentimeter	ครูยกตัวอย่างหลักฐาน มาอภิปรายภายในกลุ่ม ถึง ข้อมูลหลักฐานจากแหล่งที่ มีความน่าเชื่อถือ และ ตรวจสอบว่าสามารถ อธิบายบนการกล่าวอ้างที่ น่าเชื่อถือของข้อมูล

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในขั้นการค้นหาหลักฐานที่ใช้ในการตัดสินใจ การจัดการเรียนรู้ระหว่าง
การสืบค้นข้อมูลควรมีพื้นที่ออนไลน์สำหรับลงแหล่งข้อมูลเพื่อแบ่งปันข้อมูลและขยายกรอบการค้นหาข้อมูล
ระหว่างกลุ่ม กำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกัน
ระดมความคิดของการปรับเปลี่ยนแนวคิด และแต่ละกลุ่มควรบันทึกข้อมูลไว้เพื่อให้สามารถตอบคำถามกับ
เพื่อนระหว่างกลุ่มได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในขั้นการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลของการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การประเมิน ความ น่าเชื่อถือของ ข้อมูล	ประเด็นของหลักฐาน นักเรียนนำเสนอพร้อมกับ กล่าวอ้างมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ไม่สามารถจำแนกความ แตกต่างระหว่างแนว ทางการเฝ้าระวังกับแนว	ครูชี้แนะแนวการ นำเสนอประเด็นที่แตกต่าง กันในแต่ละกลุ่มในด้านของ กระบวนการเกิด สาเหตุของ การเกิดภัยธรรมชาติที่ เกิดขึ้น ข้อมูลของการ	ครูใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนตรวจสอบประเด็น ของหลักฐานนักเรียน นำเสนอพร้อมกับกล่าวอ้าง หลักฐานพบว่าหลักฐานที่

ทางการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัยได้	นำเสนอครอบคลุมแต่ยัง ขาดการอธิบายให้ชัดเจน	นักเรียนนำมากล่าวอ้างมี ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
----------------------------------	---	---

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ครูมีการนำเหตุการณ์ใกล้ตัวมา ยกตัวอย่างและชี้แนะแนวทางการสร้างข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่นำมาสนับสนุน อีกทั้งควรมีคำอธิบายหรือ การยกตัวอย่างในหัวข้อ “แนวทางการเฝ้าระวัง” กับ “แนวทางการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย” โดยสถานการณ์มา เป็นกรณีตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพข้อมูล หลักฐานที่มีข้อมูลตรงครบถ้วนและประเด็น

ตารางที่ 5 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในชั้นการประยุกต์ใช้ ของการเรียนรู้ตามแนวคิด การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
การ ประยุกต์ใช้	นักเรียนไม่สามารถ บริหารเวลาที่กำหนดหรือ จำกัดรอบความคิด นักเรียนในการอธิบายจึงไม่ ครอบคลุม และการระดม ความคิดภายในกลุ่ม นักเรียนยังขาดการ สร้างสรรค์นวัตกรรม	ครูชี้แจงข้อมูลเพิ่มเติม เกี่ยวกับการเข้าใจ แนวนโยบายที่หน่วยงาน หรือองค์กรสร้างขึ้น แต่ เนื่องจากเป็นคำศัพท์ ทางการ หรือเนื้อความที่ ยากต่อการเข้าใจ	ครูยกตัวอย่างในการ ออกแบบ และใช้คำถาม กระตุ้นประสบการณ์เดิม จากการระดมความคิด ภายในกลุ่ม และหาข้อมูล เพิ่มเติม ให้สามารถพัฒนา แนวนโยบายได้

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการประยุกต์ใช้ ควรชี้แจงแนวทางการสร้างแผนภาพที่มีการปรับแก้ และนักเรียนอาจจะหวั่นหรือตัวอย่างหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือลงไปเพื่อให้เพื่อนได้สามารถเข้าถึงข้อมูล นั้นได้ ควรระบุคำชี้แจงลงในกิจกรรมให้ชัดเจน พร้อมกับทบทวนความเข้าใจแนวทางการสร้างแผนภาพทาง ความคิด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมการสร้างนวัตกรรมเพื่อป้องกันและแก้ปัญหา น้ำ ท่วม และผู้วิจัยให้นักเรียนทำความเข้าใจก่อน แล้วใช้คำถามตรวจสอบความเข้าใจของแนวนโยบาย ก่อนที่จะ ให้นักเรียนปรับปรุงแนวนโยบายที่ควรจะเป็น และควรสังเกตการณ์ระดมความคิดในกลุ่มของนักเรียน ผู้วิจัยใช้ คำถามเพื่อกระตุ้นการหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่กลุ่มของตนสร้างขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการในชั้นประเมินและสรุปผลโดยใช้หลักฐานของการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่		
	1	2	3
ประเมินและ สรุปผลโดยใช้ หลักฐาน	นักเรียนไม่สามารถแยก ประเด็นของแนวทางการ ป้องกันกับแนวทางการ ปฏิบัติตนให้ปลอดภัยได้ พิจารณาจากการให้เหตุผล ในการสนับสนุนแนว ทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับ การป้องกันภัยธรรมชาติ	ครูยกตัวอย่างประเด็นแนว ทางการแก้ไขและแนว ทางการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัยจากแผ่นดินถล่ม และการกักเซาะชายฝั่ง โดย นักเรียนมีการสรุปผลที่ตรง ประเด็น แต่ขาดการให้ เหตุผลที่ครอบคลุม	ครูทบทวนการยกตัวอย่าง แนวทางการแก้ไขและแนว ทางการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัย มีการสรุปผลที่ ตรงประเด็น ให้เหตุผล จาก หลักฐานเกี่ยวกับแนว ทางการปฏิบัติตนให้ ปลอดภัยได้ครอบคลุม

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในชั้นประเมินและสรุปผลโดยใช้หลักฐาน ควรการอภิปรายข้อสรุปจะต้องมีการนำเสนอพร้อมทั้งหลักฐานสนับสนุนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษา พร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลของแต่ละกลุ่มระหว่างที่นักเรียนอภิปรายก่อนสรุปข้อมูลลงใน Padlet เพื่อสร้างความเข้าใจและป้องกันความคลาดเคลื่อนของข้อมูลก่อนเผยแพร่ภายในห้องเรียน และหัวข้อแนวทางการป้องกันการเกิดภัยธรรมชาติกับแนวทางการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยได้ชัดเจน ควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบวัดสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน

องค์ประกอบของสมรรถนะ	คะแนน	คะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้			คะแนน
	ก่อน จัดการ เรียนรู้	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 1	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 2	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 3	หลังการ จัดการ เรียนรู้
1) การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบน โลกและในเอกภพ	25.37	57.78	73.80	86.87	82.20
2) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน	24.74	56.03	71.94	84.89	79.55
3) การสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการ เทคโนโลยี การสร้างและใช้เทคโนโลยี	23.86	54.53	71.53	84.11	73.86
4) การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบ ธรรมชาติและการทำงานร่วมกันอย่างยั่งยืน	24.49	53.70	66.61	82.55	74.49
รวมร้อยละคะแนนเฉลี่ย	24.62	55.46	70.79	80.79	77.52
ระดับการเรียนรู้ตามสมรรถนะ	เริ่มต้น	สามารถ	สามารถ	เหนือ ความ คาดหวัง	เหนือ ความ คาดหวัง

จากตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและ
วิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้โดยใช้
หลักฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่านักเรียนมีพัฒนาการสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและ
วิทยาการอย่างยั่งยืนผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน โดยพิจารณา
จากการเพิ่มขึ้นของผลการประเมินระดับสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนก่อนและ
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอแบ่งการอภิปรายผลออกเป็น 2 ส่วนได้ดังนี้

1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นที่ 1 การใช้แนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา พบว่าการใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ภัยธรรมชาติทั้งในประเทศไทยและพื้นที่ต่างๆ ที่แสดงให้เห็นภัยธรรมชาติต่าง ๆ ทำให้นำไปสู่กระบวนการค้นหาหลักฐานซึ่งเป็นเนื้อหาภัยพิบัติที่เกิดขึ้นบนโลกมาให้นักเรียนศึกษา ช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนในกิจกรรมเป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Herrington & Oliver (2002 : 58-60) ที่กล่าวถึงการระบุสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทจริง สามารถสร้างความรู้ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชีรดา หลงศิริ (2561 : 221-223) การนำสถานการณ์หรือเหตุการณ์ในท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนในกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การใช้แนวคิดของกลุ่มในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนค้นหาข้อมูลเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาจากสถานการณ์ภัยพิบัติต่างจากแหล่งข่าวได้ โดยนักเรียนจะต้องอภิปรายบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลก่อนที่จะนำหลักฐานมาสนับสนุนของกลุ่มหลังจากได้ข้อมูลสถานการณ์ ร่วมกันเสนอแนวคิดเกี่ยวกับภัยธรรมชาติที่เลือกไว้ตามประเด็นจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและตรงกับความต้องการของนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะเหตุการณ์สำคัญที่อยู่ใกล้ตัว จึงทำให้นักเรียนเกิดการสร้างแนวคิดริเริ่มจากการค้นหาหลักฐาน สอดคล้องกับ Petty (2009 : 256-258) ที่เกี่ยวข้องกับการนำหลักฐานหรือข้อมูลสถานการณ์มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Eitel and Steiner (1999 : 506-512) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง พัฒนาทักษะต่างๆที่จำเป็น และมีการรับข้อมูลย้อนกลับ

ขั้นที่ 3 การค้นหาหลักฐานที่ใช้ในการตัดสินใจ ขั้นที่ได้ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาตอบโจทย์ของประเด็นปัญหา โดยดำเนินการสืบค้นจากแหล่งต่างๆที่เชื่อถือได้ มาแลกเปลี่ยนในกลุ่ม หากเป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือและยอมรับในกลุ่มจะถูกนำไปใช้ในการใช้แก้ปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ศึกษาเพื่อเป็นที่ยอมรับในกลุ่มว่าเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ จึงทำให้นักเรียนเกิดการประมวลองค์ความรู้ เพื่อหาข้อสรุปจากหลักฐานอย่างมีวิจารณญาณและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ของ Sampson, Groom, and Witte (2013 : 643-670) ที่กล่าวถึงการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การใช้ข้อมูลในการตอบคำถามบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้

เหตุผล และสอดคล้องกับ Golding (2011 : 357-370) ที่กล่าวว่า การกล่าวอ้างของจากข้อมูลที่ มีหลักฐาน หรือเหตุผล ความเหมาะสมที่กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและดำเนินกิจกรรมนำไปสู่การค้นพบคำตอบ

ขั้นที่ 4 การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เป็นขั้นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยนำข้อมูลที่ค้นคว้าของแหล่งต่างๆ มาเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการกล่าวอ้างข้อสนับสนุน หรือหลักฐาน ที่นำมาประกอบประเด็นการแก้ปัญหาและอภิปรายร่วมกัน ระดมความคิดและหาข้อประเด็นอภิปรายเพิ่มเติม โดยมีการยกตัวอย่างแนวทางในการแก้ไขปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายแนวทางการแก้ไขปัญหาให้มีความครอบคลุมและครบถ้วนก่อนที่จะลงมือวิเคราะห์แนวทางที่แต่ละกลุ่มได้นำเสนอ สอดคล้องกับ McNeill, Lizotte and Krajcik (2005 : 354-362) ที่กล่าวเกี่ยวกับการอภิปรายอย่างเป็นองค์ประกอบของนักเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิด ที่เชื่อมโยงสู่การพัฒนาสมรรถนะได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การประยุกต์ใช้ ครูให้นักเรียนหาแนวนโยบายร่วมกัน จากนโยบายของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยใช้ข้อมูลที่ได้สรุปจากแนวคิดตนเองที่ผ่านการสืบค้นข้อมูลหลักฐานมาร่วมเสนอความเห็น นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางความคิดผ่านแผนภาพนวัตกรรมแก้ปัญหา นำเสนอแนวนโยบายและอภิปรายเปรียบเทียบแนวนโยบายที่สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง หลักฐานมาสนับสนุนการกล่าวอ้างในคำตอบช่วยให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ สมรรถนะในการใช้ข้อมูลเพื่อเป็นเหตุผลประกอบการตัดสินใจใน กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับชยการ ศิริรัตน์ (2562 : 31-47) โดยนักเรียนทำกิจกรรมโดยสร้างแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมหรือชิ้นงานจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 6 ประเมินและสรุปผลโดยใช้หลักฐาน นักเรียนสามารถระดมความคิดในการนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม สอดคล้องกับ อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 25-28) ที่กล่าวว่า คำถามมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน เป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาเทคนิคการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ได้ดี โดยนักเรียนมีการสรุปผลที่ตรงประเด็น ให้เหตุผล แนวคิดจากหลักฐานเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติได้อย่างครอบคลุม สอดคล้องกับ White and Frederiken (1998 : 3-118) ที่กล่าวว่า เมื่อให้นักเรียนสรุปผล ประเมินสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ เป็นการได้สะท้อนถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้จะเป็นการเพิ่มความรู้ความเข้าใจทั้งด้านแนวคิดและกระบวนการ

2) ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากผลการวิเคราะห์สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐาน โดยพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของผลการประเมินระดับสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบวัดสมรรถนะ

การอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน และผลของคะแนนสมรรถนะจากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ นักเรียนอธิบายสาเหตุและกระบวนการของปรากฏการณ์ภัยธรรมชาติโดยสมรรถนะประเมินอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะเหนือความคาดหวัง (ระดับ 4) ในเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ บังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องข้อสงสัยและหลักฐานที่รวบรวมได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่เป็นเหตุและผลของการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่างๆ ในระบบ ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ สอดคล้องกับ ภัทรชาติ มากมี (2554 : 103-108) ได้กล่าวว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับ ศุภกร สุขยิ่ง (2560 : 3-7) ได้กล่าวว่า เหตุการณ์และสถานที่ต่างๆที่เอื้อให้เห็นถึงความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกับประสบการณ์จริงของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่สถานการณ์อื่นๆได้

องค์ประกอบที่ 2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน นักเรียนเกิดสมรรถนะในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืนในระดับสมรรถนะเหนือความคาดหวัง (ระดับ 4) โดยนักเรียนระบุ วิเคราะห์ ปัญหาในเชิงระบบที่เชื่อมโยงกัน ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีวิจารณ์ญาณหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Darkwah (2006 : 332-336) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงในการแก้ไขสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้ จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

องค์ประกอบที่ 3 การสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีการสร้างและใช้เทคโนโลยี นักเรียนเกิดสมรรถนะในองค์ประกอบการสร้าง ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีการสร้างและใช้เทคโนโลยีในระดับสมรรถนะสามารถ (ระดับ 3) โดยนักเรียนสามารถออกแบบนวัตกรรมกรรม แผนภาพจำลองที่แสดงถึงสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ และเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อการแก้ปัญหาในท้องถิ่นหรือในสิ่งแวดล้อม ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลที่หลากหลาย โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องและมีจริยธรรม เข้าใจถึงสิทธิของตนเองและเคารพสิทธิของผู้อื่น สอดคล้องกับ วัชรพร เชนสุวรรณ (2560 : 183-197) ที่กล่าวว่าปัจจุบันข้อมูลและองค์ความรู้ที่หลากหลาย จำเป็นที่จะต้องตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยการสร้างหรือการพัฒนาทางด้านสื่อจะสามารถเข้าถึงข้อมูลและองค์ประกอบความรู้ที่ถูกต้องจากการเพิ่มการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร

องค์ประกอบที่ 4 การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการทำงานอย่างยั่งยืน นักเรียนเกิดสมรรถนะในองค์ประกอบการมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการทำงานอย่างยั่งยืนในระดับ

สมรรถนะสามารถ (ระดับ 3) ที่สะท้อนถึงความมุ่งมั่น อดทนในการหาความรู้ แก้ปัญหา หรือสร้างนวัตกรรม ยอมรับการอนุমানที่หลากหลายโดยใช้เหตุผล ที่แสดงออกมาผ่านการทำกิจกรรมและความรับผิดชอบในชั้นเรียน จึงทำให้เกิดพฤติกรรมบ่งชี้ในการใช้วิจารณ์ญาณเกี่ยวกับระบบธรรมชาติโดยบอกได้ว่าสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ สุนทร พลวงศ์ (2551 : 165-168) ที่กล่าวถึงการรับผิดชอบในการทำกิจกรรมร่วมกันให้เกิดประสิทธิภาพนั้น มาจากความรับผิดชอบต่อบุคคลตามความรู้ความสามารถ รวมถึงความถนัดของแต่ละบุคคล จะช่วยให้งานสามารถบรรลุเป้าหมายได้ นำไปสู่ความสำเร็จในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

จากวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป ดังนี้
ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ในการเลือกหลักฐานของเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในกิจกรรม ควรเป็นสถานการณ์ปัจจุบันที่ส่งเสริมให้การอภิปรายอย่างสมเหตุสมผลของผู้เรียนและเป็นสถานการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือมีแหล่งอ้างอิงชัดเจนตรวจสอบได้ มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและการอภิปรายร่วมกัน
2. การจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ในด้านของการรู้เท่าทันเทคโนโลยี ควรชี้แนะกระบวนการใช้เทคโนโลยีที่กว้างขวาง หลากหลาย กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีมาพัฒนานวัตกรรมเพื่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ภัยธรรมชาติให้เกิดประโยชน์

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานที่เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถใช้พัฒนานักเรียนในระยะยาว โดยศึกษาต่อเนื่องจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อประเมินสมรรถนะในระดับที่สูงขึ้นตามพฤติกรรมบ่งชี้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานที่เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนสามารถนำไปพัฒนาร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่นเพื่อพัฒนาพฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบในสมรรถนะให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ(Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 47 (2), 31-47.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิษณุโลก. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธีรดา หลงศิริ. (2561). การพัฒนาหลักสูตรสถานที่เป็นฐาน เรื่อง วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาสถานที่จังหวัดระยอง. *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 34 (2), 221-233.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- พัชรภรณ์ พุทธิกุล. (2558). *การพัฒนารูปแบบการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานและ การอิงสถานที่เพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของเด็กอนุบาล*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย คณะครุศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทราวดี มากมี. (2554). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย*. 11 (2), 103-108.
- วัชรพร เขยสุวรรณ. (2560). ความรอบรู้ด้านสุขภาพ: แนวคิดและการประยุกต์สู่การปฏิบัติการ. *วารสารแพทย์นาวิ*. 44 (3), 183-197.
- ศุภกร สุขยิ่ง. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่อง สภาพสมดุลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2565. แหล่งที่มา: <https://www.ipst.ac.th/news/28579/20220614-ipst-3i-2h.html> .
- สุนทร พลวงศ์. (2551). *การพัฒนาการทำงานเป็นทีมของบุคลากรในสังกัดกองการศึกษาเทศบาลตำบลท่าสะอาด อำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *กรอบหลักสูตรสมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน*. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2565 แหล่งที่มา: <https://cbethailand.com/>

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: โรงพิมพ์จุลติสการพิมพ์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์..
- Darkwah, V. A. (2006). *Undergraduate nursing students' level of thinking and self-efficacy in patient education in a context-base learning program*. University of Alberta, Canada: 332-336.
- Eitel, F.& Steiner, S. (1999). *Evidence-Based Learning*. Medical Teacher, 21, 506-512.
- Golding, C. (2011). *Educating for critical thinking: thought-encouraging questions in a community of inquiry*. Higher Education Research & Development. 30 (3), 357-370.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2002). *Authentic activities and online learning*. ECU Publications: Greenville, NC, USA, 58-60.
- Katayama. (2009). *Theory into practice in environmental education: Towards an Evidence-Based Approach*. Doctoral dissertation. Department of Education, University of Bath: 241-244.
- McNeill, K.L., Lizotte, D.J., and Krajcik, J. (2005). *Identifying Teacher Practices that Support Students' Explanation in Science*. The annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada, 354-362.
- NAAEE. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. Washington, DC: Author. Online : <https://cdn.naaee.org/sites/default/files/inlinefiles/devframeworkassessenvltonline.pdf>
- Petty, G. (2009). *Evidence base teaching: A practical approach (2nd ed.)*. UK: nelson Thornes: 256-258.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., and Witte, S. (2013). *Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas*. Science Education. 97 (5), 643-670.
- The United Nations Department of Economic and social affairs. (2002). *Breaking down the barriers to sustainable development: Report of the Nation University*. New York, NY: The United Nations Development of Economic and Social Affairs.
- White, B. Y. and Frederiksen, J, R. (1998). *Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students*. Cognition and Instruction. 16 (1), 3-118.