

การใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน จากแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ (ป่าชุมชน : เขาน้อย)

Using the iNaturalist application to promote science learning outside the classroom through a natural learning resource (Community Forest: Khao Noi)

จุฬารัตน์ แสนแก้ว¹ และดวงสุดา โชคเฉลิมวงศ์^{1*}
Jurarat Saenkaew¹ and Duangsuda Chokchaloemwong^{1}*

รับบทความ 13 กรกฎาคม 2568/ ปรับแก้ไข 30 ตุลาคม 2568/ ตอรับบทความ 4 พฤศจิกายน 2568
Received: July 13, 2025/ Revised: October 30, 2025/ Accepted: November 04, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาตินอกห้องเรียน “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ในการสำรวจและเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ “สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” ที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการปฏิบัติจริงในพื้นที่ธรรมชาติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดข้าฝักแพว จำนวน 31 คน โดยการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist สำรวจและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยจากการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาตินอกห้องเรียน “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” จากการประเมินจากครูและบุคลากรจำนวน 21 คน พบว่า กิจกรรมดังกล่าว มีความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.19, SD = 0.50) โดยเฉพาะด้านความหลากหลายทางชีวภาพและความสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ในระดับ “เห็นด้วย” ($\bar{X}$ = 3.17, SD = 0.61) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 17.62$, $p < 0.05$) ดังนั้น การพัฒนาแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัลจัดเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่เหมาะสมกับเยาวชนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบริบทนอกห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีดิจิทัล iNaturalist แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ

¹สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
School of Science Education, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
*Corresponding Author E-mail; duangsuda.c@nrru.ac.th

Abstract

This research aimed to 1) develop an outdoor natural learning resource at "Phu Khao Noi Community Forest"; 2) examine students' satisfaction with the use of the iNaturalist application for exploring and learning about biodiversity; and 3) study students' academic achievement in the unit "Living Things and the Environment," which integrates classroom learning with hands-on experiences in natural settings. The sample group consisted of 31 lower secondary students from Wat Cham Phak Phaeo School. The study utilized the iNaturalist application as a tool for exploring and developing the learning resource, along with lesson plans, pre- and post-tests, and a satisfaction questionnaire. The results revealed that the outdoor learning resource "Phu Khao Noi Community Forest" was rated as highly appropriate for educational activities by 21 teachers and staff ($\bar{X}$ = 4.19, SD = 0.50), particularly in terms of biodiversity and its alignment with science content. Students' satisfaction with the use of iNaturalist was rated at the "agree" level ($\bar{X}$ = 3.17, SD = 0.61), and their post-test scores were significantly higher than their pre-test scores (t = 17.62, p < 0.05). The findings suggest that integrating natural learning resources with digital technology is a practical approach to promoting modern science education, fostering positive attitudes, and enhancing students' scientific process skills in outdoor learning contexts.

Keywords: Science Learning, Digital Technology, iNaturalist, Natural Learning Resources

บทนำ

พื้นที่ป่าชุมชน ภูเขาน้อย ตำบลข้าฝักแพว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เคยทำหน้าที่เป็น “ห้องเรียนธรรมชาติ” ที่สำคัญของโรงเรียนและชุมชน เนื่องจากมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและอยู่ไม่ไกลจากสถานศึกษา อย่างไรก็ตามเส้นทางศึกษาและสื่อความหมายถูกปล่อยทิ้งร้างตามกาลเวลา ส่งผลให้ศักยภาพในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ลดลง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าวให้กลับมาเหมาะสมต่อการเรียนรู้ โดยปรับปรุงเส้นทางเดินศึกษา ติดตั้งป้ายสื่อความหมาย และกำหนดจุดบันทึกข้อมูลที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้เพื่อให้การเรียนรู้ภาคสนามสอดคล้องกับยุคดิจิทัล จึงบูรณาการ iNaturalist ซึ่งเป็นเป็นหนึ่งในแพลตฟอร์ม Citizen Science ด้านชีววิทยา ซึ่ง Citizen Science เป็นกระบวนการเปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปมีส่วนร่วมในการเก็บและแบ่งปันข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แอปพลิเคชัน iNaturalist จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่ทำให้ประชาชน นักเรียน ครู และนักวิจัยสามารถเชื่อมโยงเข้ามามีส่วนร่วมในแพลตฟอร์ม Citizen Science ด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน (ดวงใจ สระทอง, 2564) ทั้งนี้ งานวิเคราะห์โครงข่ายโดย Liu & Jiralerspong (2023) ยังแสดงให้เห็นว่า ชุมชนผู้ใช้ iNaturalist มีลักษณะการเชื่อมโยงแบบเครือข่ายที่เข้มแข็ง ช่วยสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลและยืนยันคุณภาพขององค์ความรู้ที่ได้จากผู้ใช้จำนวนมาก ผู้ใช้สามารถสำรวจ บันทึก จำแนก และแบ่งปันข้อมูลสิ่งมีชีวิตได้อย่างเป็นระบบผ่านเทคโนโลยี GPS กล้องถ่ายภาพ และ AI จำแนกภาพถ่าย ทั้งนี้ งานวิจัยของ Nugent et al. (2022) ชี้ว่า iNaturalist ช่วยเพิ่มความสนใจ ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ชีววิทยาในบริบทจริงได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Silvertown et al. (2021) ยังระบุว่า การใช้แพลตฟอร์มดังกล่าวส่งเสริมทักษะการสังเกตและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอีกด้วย ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ร่วมกับการใช้ การ iNaturalist เพื่อให้ตอบโจทย์การจัดการเรียนการสอนยุคใหม่ประเมินประสิทธิภาพของการบูรณาการ iNaturalist ผ่านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน โดยผลการวิจัยนี้จะนำไปสู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนที่ยั่งยืน และตอบสนองบริบทท้องถิ่นได้อย่างแท้จริง

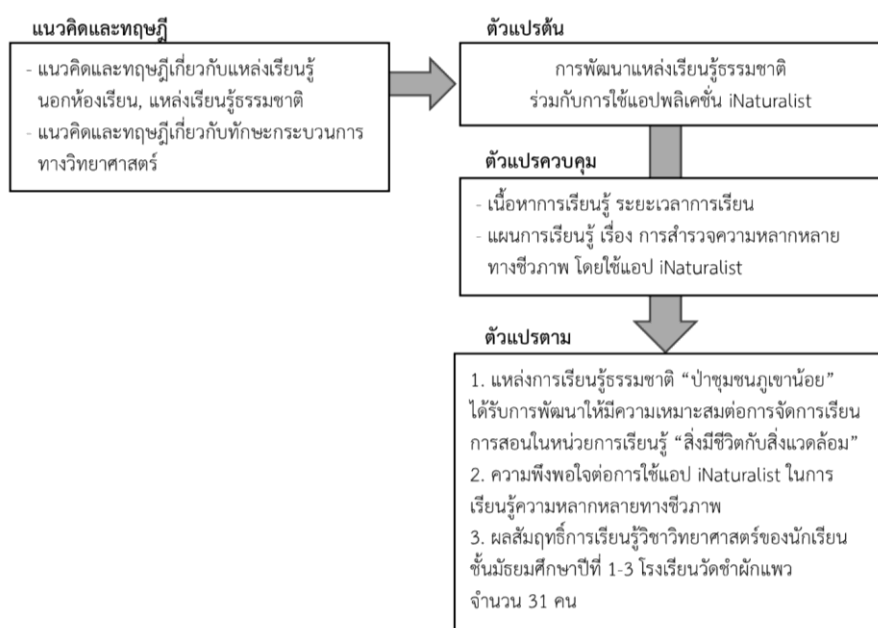


รูปที่ 1 แผนที่ google map และภาพถ่ายทางอากาศ พื้นที่ของป่าชุมชน “ภูเขาน้อย”
ที่มา : บันทึกภาพเมื่อวันที่ 19/01/2568

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติในพื้นที่ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย”
2. ศึกษาความพึงพอใจของการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ในการสำรวจและเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียน
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ “สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” กับการปฏิบัติจริงในแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติในพื้นที่ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย”

กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จัดเป็น การวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ตามแนวทางของ Borg & Gall (1989) และ Richey & Klein (2007) ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา โดยผ่านกระบวนการศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ ทดลองใช้ และปรับปรุง เพื่อให้ได้แหล่งเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติในโรงเรียน โดยใช้ ป่าชุมชนเขาน้อย เป็นแหล่งเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน iNaturalist เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (วิจารณ์ ภาควิจิต, 2566) และศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รวมถึงความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ รายละเอียดของการ ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้การทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดก่อนและหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) โดยศึกษาผลของการใช้แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติร่วมกับแอปพลิเคชัน iNaturalist ผ่าน 3 ด้านหลัก คือ

1. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ใช้รูปแบบทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการใช้แผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ในหน่วย "สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม"
2. การประเมินความพึงพอใจใช้แบบสอบถามหลังเรียน (Single Group Posttest Design) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน iNaturalist และการพัฒนาแหล่งเรียนนอกห้องเรียน
3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนวัดชำผักแพว ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติร่วมกับแอปพลิเคชัน iNaturalist

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนวัดชำผักแพว จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 63 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนจำนวน 31 คน เลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติและแอปพลิเคชัน iNaturalist

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แอปพลิเคชัน iNaturalist การวิจัยใช้เครื่องมือ 3 ชุด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์, แบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาจากมาตรฐาน ว 1.1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเน้นกิจกรรมภาคสนามและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนก และการลงข้อสรุป มีการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) หรือ ค่า IOC (Index of Item-Objective Congruence) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป จึงจะอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544)

2. การเรียนรู้ธรรมชาติด้วยแอปพลิเคชัน iNaturalist โดยการใช้งาน เริ่มจากการติดตั้งแอปพลิเคชัน iNaturalist และสมัครใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน เพื่อเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนออนไลน์ จากนั้นนักเรียนจะออกไปสำรวจสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ธรรมชาติ โดยการถ่ายภาพควบคู่กับการบันทึกพิกัด GPS และเวลาอัตโนมัติ ทั้งนี้ระบบ AI ของแอปจะช่วยจำแนกชนิดสิ่งมีชีวิตเบื้องต้นให้นักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุดได้ ต่อมา ข้อมูลดังกล่าวจะผ่านการตรวจสอบและยืนยันโดยชุมชนผู้เชี่ยวชาญ ก่อนที่จะถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลโลก GBIF (Global Biodiversity Information Facility) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลสากลด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่รวบรวมข้อมูลสิ่งมีชีวิตจากทั่วโลก (นันทพงศ์ พิชิตชัย, 2564) และนักเรียนสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้กลับมาใช้ในการเรียนรู้ เพื่อการวิเคราะห์ การอภิปราย และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ สร้างตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert Scale) 5 ระดับ ประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ เนื้อหา สื่อ กิจกรรม และการนำไปใช้ โดยตรวจสอบความเหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และใช้ค่า IOC เป็นเกณฑ์พิจารณาความสอดคล้อง

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ค่าความเชื่อมั่น มีค่าระหว่าง 0.60 ถึง 1.0 หากค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ศูนย์ ยังมีค่าความเชื่อมั่นมาก (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555) และต้องมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.50

$$R_t = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ R_t คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

K คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

P คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด

Q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ



รูปที่ 3 สาธิตการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ให้นักเรียนชั้น ม.1-3 และการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยการให้นักเรียนติดตั้งและสมัครใช้งานแอปพลิเคชัน iNaturalist บนสมาร์ตโฟน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหลักในการสำรวจสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ป่าชุมชนเขาน้อย นักเรียนได้ออกภาคสนามเพื่อถ่ายภาพสิ่งมีชีวิต ซึ่งระบบจะบันทึกข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) และเวลาโดยอัตโนมัติ จากนั้นข้อมูลถูกตรวจสอบและยืนยันโดยชุมชนผู้เชี่ยวชาญ ก่อนบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูลกลาง ผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และอภิปรายในชั้นเรียน พร้อมทั้งดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน รวมถึงแบบสอบถามความพึงพอใจภายหลังการจัดกิจกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน และวิเคราะห์คำร้อยละความพึงพอใจของผู้เรียน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ (Percentage) และสถิติเชิงอนุมานโดยการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน

ผลการวิจัย

การวิจัยการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนจากแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ (ป่าชุมชน : เขาน้อย) มุ่งเน้นเพื่อ (1) พัฒนาแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอน (2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ในการสำรวจและเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ และ (3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ในหน่วย “สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” กับการปฏิบัติจริงในพื้นที่ธรรมชาติ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติในพื้นที่ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” จากการประเมินความเหมาะสมของแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” โดยครู บุคลากร และผู้บริหารจำนวน 21 คน พบว่า ผลการพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ มีความเหมาะสมต่อการเป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ “มาก” ($\bar{X}$ = 4.19, S.D. = 0.50) รายการที่ได้คะแนนสูงสุด ได้แก่ ความหลากหลายทางชีวภาพที่สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ($\bar{X}$ = 4.8) ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมโดยรวม ($\bar{X}$ = 4.7) ขณะที่รายการที่ได้คะแนนต่ำสุดคือความปลอดภัยของพื้นที่ ($\bar{X}$ = 3.7) ซึ่งอยู่ในระดับมากเช่นกัน อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการปรับปรุงเพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีความปลอดภัยสูงสุด (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจต่อการพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติ “ป่าชุมชนเขาน้อย” ผู้บริหารโรงเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษาภายในและภายนอกโรงเรียน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพของ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	0.53	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการเข้าถึงและใช้พื้นที่ของ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” เพื่อการจัดการเรียนรู้	4.1	0.43	มาก
3. ความปลอดภัยของพื้นที่สำหรับนักเรียนและครูที่เข้าไปใช้แหล่งเรียนรู้	3.7	0.64	มาก
5. ความเหมาะสมของกิจกรรมที่ออกแบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	4.2	0.53	มาก
6. ความสามารถของแหล่งเรียนรู้ในการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์	4.2	0.53	มาก
7. ความสามารถของแหล่งเรียนรู้ในการส่งเสริมการสังเกตและตั้งคำถามของนักเรียน	4.3	0.45	มาก
8. ความสามารถของแหล่งเรียนรู้ในการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถทดลองและรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	4.0	0.37	มาก
9. ความสามารถของแหล่งเรียนรู้ในการส่งเสริมการวิเคราะห์และสรุปผลทางวิทยาศาสตร์	4.1	0.56	มาก
10. ความพึงพอใจโดยรวมต่อแหล่งการเรียนรู้ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย”	4.2	0.39	มาก
รวม	4.19	0.50	มาก

จากผลการประเมินความเหมาะสมของแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ พบว่าพื้นที่ ป่าชุมชนเขาน้อย มีศักยภาพในการเป็นแหล่งเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับสาระวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม การที่นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ (ทรงพล พวงทอง, 2564) ทำให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งสะท้อนถึงคุณค่าของพื้นที่ดังกล่าว ขณะเดียวกัน ครู บุคลากร และผู้บริหารจำนวน 21 คน ได้ร่วมลงพื้นที่และประเมินความเหมาะสมโดยใช้แอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลจริง ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ทั้งด้านความหลากหลายทางชีวภาพและความสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อีกทั้งการใช้ iNaturalist ยังช่วยเชื่อมโยงการเรียนรู้ภาคสนามกับการเรียนในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นภัสสร ชาญสงค์, 2566) ผลลัพธ์นี้ยืนยันว่า ป่าชุมชนเขาน้อย มีศักยภาพสูงในการเป็นแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติที่ยั่งยืนและสามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง (ชัชวาลย์ สุนทรสวัสดิ์, 2566) (ดังรูปที่ 4)



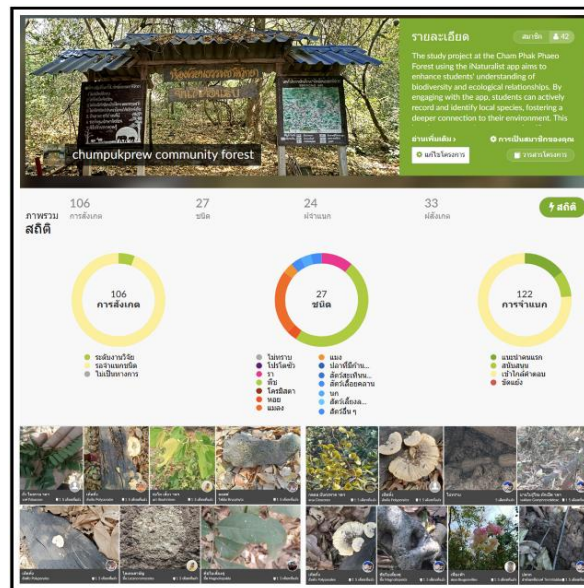
รูปที่ 4 จัดทำป้ายข้อมูลพันธุ์ไม้ รูปแบบใหม่ที่มีคิวอาร์โค้ดเชื่อมโยงข้อมูล iNaturalist

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้อแอปพลิเคชัน iNaturalist ผลการประเมินจากนักเรียนจำนวน 31 คน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้อแอปพลิเคชัน iNaturalist ในการเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพในระดับ “เห็นด้วย” ($\bar{X} = 3.17$, S.D. = 0.61) รายการที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความสามารถในการติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง ($\bar{X} = 3.50$) การเห็นว่าแอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ธรรมชาติ ($\bar{X} = 3.48$) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าแอปพลิเคชัน iNaturalist มีความเหมาะสมและสามารถเสริมสร้างแรงจูงใจและในการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติจริงในธรรมชาติ (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้อแอปพลิเคชัน iNaturalist ในการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ฉันสามารถติดตั้งและใช้งานแอป iNaturalist ได้อย่างถูกต้อง	3.50	0.56	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ฉันเข้าใจวิธีการบันทึกข้อมูลสิ่งมีชีวิตในแอป iNaturalist	3.39	0.55	เห็นด้วย
3. ฉันสามารถสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตได้	2.90	0.65	เห็นด้วย
4. ฉันรู้สึกว่าการใช้งานแอป iNaturalist ง่ายและสะดวก	2.94	0.76	เห็นด้วย
5. ฉันสามารถใช้แอป iNaturalist เพื่อศึกษาระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.21	0.67	เห็นด้วย
6. ฉันรู้สึกว่าการใช้แอป iNaturalist มีประโยชน์ในการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ	3.48	0.56	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ฉันสามารถนำข้อมูลจากแอปไปวิเคราะห์และสรุปผลได้อย่างถูกต้อง	3.06	0.62	เห็นด้วย
8. ฉันสามารถใช้งานแอปร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ดี	3.13	0.49	เห็นด้วย
9. ฉันรู้สึกสนุกและมีความกระตือรือร้นในการใช้อแอป iNaturalist	3.10	0.59	เห็นด้วย
10. ฉันต้องการใช้อแอป iNaturalist ในการเรียนรู้เพิ่มเติมนอกห้องเรียน	3.03	0.66	เห็นด้วย
รวม	3.17	0.61	เห็นด้วย

ผลการประเมินดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่า iNaturalist ไม่เพียงแต่เป็นเครื่องมือที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ง่าย แต่ยังส่งเสริมและมีประโยชน์ในการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของการเรียนรู้นอกห้องเรียน (ศิริภา สุกุลมานะ, 2565) (ดังรูปที่ 5)



รูปที่ 5 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ป่าชุมชนภูเขาน้อย โดยใช้ iNaturalist

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติจริงในพื้นที่ธรรมชาติจากการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.55$, S.D. = 2.62) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 16.68$, S.D. = 1.85) ผลการทดสอบทางสถิติ (Dependent t-test) พบว่าค่าทดสอบ $t = 17.62$ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. = 0.000) แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาในหน่วย "สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม" กับการสำรวจจริงในธรรมชาติผ่านแหล่งเรียนรู้และแอปพลิเคชัน iNaturalist ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติร่วมกับแอปพลิเคชัน iNaturalist

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.(2-tailed)
ก่อนเรียน	31	10.55	2.62	17.62	0.000
หลังเรียน	31	16.68	1.85		

อภิปรายผล

ผลการวิจัยสะท้อนภาพรวมเชิงบูรณาการของการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติและ การใช้เทคโนโลยี iNaturalist ต่อประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนยุคดิจิทัลอย่างชัดเจน ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ “เห็นด้วย” ต่อการใช้ iNaturalist ($\bar{X} = 3.17$) พร้อมคะแนนย่อยด้านความสะดวกและประโยชน์สูงสุด แสดงว่าแพลตฟอร์ม citizen science นี้ตอบสนองผู้เรียนทั้งด้านการใช้งานจริงและการจูงใจให้สำรวจธรรมชาติ สอดคล้องกับ รายงานการศึกษาของ Nugent et al. (2022) ซึ่งระบุว่า การใช้ iNaturalist สามารถเพิ่มความสนใจ ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ชีววิทยาในบริบทจริงได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ Toral et al. (2022) ที่ยืนยันว่า iNaturalist มีศักยภาพในการดึงดูดผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา และช่วยส่งเสริมผลลัพธ์ทางการศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม ในทำนองเดียวกัน Forti (2023) พบว่าผู้ใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist จัดเป็น “ผู้ร่วมสร้างองค์ความรู้” ผ่านการเก็บข้อมูลจริงในธรรมชาติ โดยใช้เทคโนโลยีร่วมสมัย ซึ่งไม่เพียงเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังสนับสนุนการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ในระดับชุมชนหรือประเทศ เครื่องมือนี้อย่างสร้างทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมเชิงบวกและเพิ่มการมีส่วนร่วมกับระบบนิเวศ (Ballard et al., 2017) ขณะเดียวกัน Echeverria et al. (2021) ชี้ว่า iNaturalist สามารถใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้เชิง

ร่วมมือ (collaborative learning tool) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมัธยมศึกษาเรียนรู้ความหลากหลายทางพืชพันธุ์ในบริบทธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง Herodotou et al. (2023) เน้นว่า iNaturalist สามารถใช้เป็นกรอบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (blended learning framework) ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของเยาวชนในการติดตามความหลากหลายทางชีวภาพอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของแพลตฟอร์มนี้ในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและยั่งยืนในกลุ่มผู้เรียนรุ่นใหม่สำหรับบริบทประเทศไทย การศึกษาของโครงการ School Beyond the Horizon (2566) ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (active learning) และการตระหนักรู้ทางนิเวศวิทยา (ecological awareness) ผ่านกิจกรรม Citizen Science โดยเฉพาะในโรงเรียนชนบท พบว่าการบูรณาการ iNaturalist เข้ากับกิจกรรมภาคสนามได้รับการตอบรับเชิงบวก ทั้งในด้านความสนุกสนานและการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

การประเมินศักยภาพ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” อยู่ในระดับ “เหมาะสมมาก” ($\bar{X} = 4.19$) สะท้อนความพร้อมของพื้นที่สู่แหล่งเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่เชื่อมโยงหลักสูตรได้ครบถ้วน ผลนี้สอดคล้องกับรายงาน Schools for Nature ของ World Wide Fund for Nature (WWF) ปี 2024 (Donnelly, 2024) ซึ่งระบุว่าการจัดเส้นทางศึกษาและป้ายสื่อความหมายช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมและความเข้าใจเชิงระบบของผู้เรียน อีกทั้ง Rickinson et al. (2022) ชี้ว่าการปรับปรุงแหล่งธรรมชาติให้สอดคล้องหลักสูตรวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และจิตสำนึกสิ่งแวดล้อมของนักเรียน และผลในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการสนับสนุนความพร้อมด้านความหลากหลายทางชีวภาพและความปลอดภัยของพื้นที่ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($t = 17.62, p < .05$) สอดคล้องกับกรณีศึกษา Villaseñor et al. (2020) ที่รายงานว่า การผนวก iNaturalist กับบทเรียนภาคสนามช่วยเพิ่มคะแนนชีววิทยาอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ งานทบทวนวรรณกรรมของ Price et al. (2024) ยืนยันว่าประสบการณ์เรียนรู้ผ่าน citizen-science สามารถเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริง ดังนั้น การบูรณาการแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติกับเทคโนโลยีดิจิทัลภายใต้บริบทท้องถิ่นจึงเป็นแนวทางที่เสริมผลสัมฤทธิ์ ความพึงพอใจ และทักษะวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ

ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การบูรณาการแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist สามารถพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างครอบคลุม ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสามารถนำไปปรับใช้หรือขยายผลในระดับชั้นหรือสถานศึกษาอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติในพื้นที่ป่าชุมชนภูเขาน้อย และส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist เป็นเครื่องมือหลักในการสำรวจและบันทึกข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่จริง ผลการวิจัย มีดังนี้

การพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติในพื้นที่ “ป่าชุมชนภูเขาน้อย” พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ นักเรียนสามารถสำรวจสิ่งมีชีวิตได้หลากหลาย ทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ผ่านการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาได้อย่างเหมาะสม การประเมินจากผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา พบว่ามีระดับความเห็นด้วยในระดับมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ในลักษณะนี้ได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าในเชิงการศึกษาด้านความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้แอปพลิเคชัน iNaturalist พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านความน่าสนใจของกิจกรรมและความเข้าใจง่ายของเนื้อหา ซึ่งสะท้อนว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ iNaturalist เป็นเครื่องมือที่ช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติในรูปแบบที่เข้าถึงได้ง่ายและทันสมัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติร่วมกับแอปพลิเคชัน iNaturalist พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.99 ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิผลของกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวในการเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่อง “สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” รวมถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท และการอธิบายอย่างมีเหตุผล กิจกรรมในแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติช่วยให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับสิ่งมีชีวิตและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้

สรุปผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การนำเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างแอปพลิเคชัน iNaturalist มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติในชุมชน มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เชื่อมโยงบริบทของผู้เรียนกับการพัฒนาความรู้ เจตคติ และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

ควรขยายการนำแอปพลิเคชัน iNaturalist ไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนภาคสนามที่หลากหลายระดับของกลุ่มผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง พร้อมทั้งพัฒนาทักษะการสังเกต วิเคราะห์ และการใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ ควรพัฒนาแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติภายในโรงเรียน เช่น ป่าชุมชนภูเขาน้อย ให้มีความปลอดภัยและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดูแลและพัฒนา เพื่อเสริมสร้างความรู้สึกร่วมเป็นเจ้าของและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ควรสนับสนุนงบประมาณและนโยบายที่ส่งเสริมการเรียนรู้นอกห้องเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมที่บูรณาการทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคู่กับบริบทท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ควรมีกกลุ่มตัวอย่างของผู้เรียนในระดับชั้นอื่นหรือกลุ่มที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของกิจกรรมและแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย นอกจากนี้ ควรมีฐานข้อมูลการใช้แอป iNaturalist ในระยะยาวของการใช้ เพื่อประเมินพัฒนาการของทักษะด้านวิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืน และศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีร่วมกับแหล่งเรียนรู้จริงกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ด้านวิชาการจากคณาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ซึ่งได้ให้คำแนะนำและแนวทางในการดำเนินงานวิจัยอย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และบุคลากรทางการศึกษา โรงเรียนวัดช้างค้ำแกว อำเภอก่งค้อย จังหวัดสระบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสาร บทความ และตำราทุกท่านที่ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชัชวาลย์ สุนทรสวัสดิ์. (2566). โครงการ Explore: เครือข่ายการวิจัยด้านการจัดการภูมิทัศน์ป่าไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 19(2), น.60-75.
- ดวงใจ สระทอง. (2564). การศึกษาแนวทางการใช้ iNaturalist ในการเรียนการสอนในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์การศึกษา*, 23(4), น.98-112.
- ทรงพล พวงทอง. (2564). การศึกษาความรู้และการใช้งานแอป iNaturalist สำหรับการเรียนการสอน. *วารสารเทคโนโลยีการศึกษา*, 13(1), น.50-65.
- นภัสสร ชาญสงค์. (2566). การใช้แหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียนเพื่อเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. *วารสารวิทยาศาสตร์การศึกษา*, 21(3), น.76-85.
- นัทธพงศ์ พิธิชัย. (2564). การประยุกต์ใช้ iNaturalist ในการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อม. *วารสารวิจัยทางธรรมชาติ*, 18(2), น.95-104.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). *การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ ภาควิจิต. (2566). ป่าชุมชนในฐานะแหล่งเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์. *วารสารการศึกษาศาสตร์*, 21(4), น.50-66.

- ศิริภา สกฤตมานะ. (2565). ผลของการใช้แอป iNaturalist ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์. *วารสารการเรียนรู้ การสอน*, 20(1), น.89-98.
- School Beyond the Horizon. (2566). รายงานโครงการ *School Beyond the Horizon: การส่งเสริมการเรียนรู้เชิง ปฏิบัติและการตระหนักรู้ทางนิเวศวิทยาผ่านกิจกรรม Citizen Science* ในโรงเรียนชนบทประเทศไทย. page facebook ห้องเรียนสุดขอบฟ้า. https://www.facebook.com/HorizonHomeschool?_rdc=1&_rdr#
- Ballard, H. L., Dixon, C. G. H., & Harris, E. M. (2017). Youth-focused citizen science: Examining the role of environmental science learning and agency for conservation. *Biological Conservation*, 208, pp.65-75.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational research: An introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Donnelly, D. (2024). *Biodiverse Thailand: Conservation for Species at Risk*.
https://www.academia.edu/118001856/Biodiverse_Thailand_Conservation_for_Species_at_Risk
- Echeverria, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., & Gonzalez, E. M. (2021). Learning Plant Biodiversity in Nature: The Use of the Citizen–Science Platform iNaturalist as a Collaborative Tool in Secondary Education. *Sustainability*, 13(2), pp.1-12. <https://doi.org/10.3390/su13020735>
- Forti, L. R. (2023). Connecting science education to biodiversity and conservation with citizen science and project-based learning in Brazil. *Journal of Environmental Education Research*, 29(1), pp.15-30.
- Herodotou, C., Ismail, N., Benavides Lahnstein, A. I., Aristeidou, M., Young, A. N., Johnson, R. F., Higgins, L.M., Khanaposhtani, M. G., Robinson, L. D., & Ballard, H. L. (2023). Young people in iNaturalist: A blended learning framework for biodiversity monitoring. *International Journal of Science Education, Part B*, 14(2), pp.129-156.
- Liu, Y. L., & Jiralerspong, T. (2023). Network analysis of the iNaturalist citizen science community. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.10693>
- Nugent, A., Clemmer, M., & Kennedy, L. (2022). Engaging students with biodiversity: Using the iNaturalist platform in environmental education. *Journal of Environmental Education*, 53(1), pp.1-12.
- Price, C. A., Lee, H.-S., & Malatesta, K. (2014). Driving student interest and engagement in citizen science: Exploring the impact of features and motivations. *Science Education*, 98(4), pp.663-685.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rickinson, M., Severin, T., & Hall, G. (2022). School-based outdoor learning in natural environments: A global review of effectiveness. *Environmental Education Review*, 18(4), pp.322-338.
- Stevenson, R., Merrill, C., & Burn, P. (2021). Useful biodiversity data were obtained by novice observers using iNaturalist during college orientation retreats. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6(1), p.27.
- Toral, S. L., Banos, R., & Martinez, E. (2022). Using iNaturalist to engage students in environmental science and ecology: A study of educational outcomes. *International Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), pp.215-229.
- Villaseñor, N. R., Porter, A. T., & Lara, R. J. (2020). Enhancing biology education through field-based use of the iNaturalist app. *Science Education International*, 31(4), pp.328-337.