การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน*

Development of Learning and Innovation Skills of Mathayomsuksa 5 Students on the Structure and Growth of Flower Plants by Using STEM Education Integrated with School Botanical Garden Task

[1]ทัชชญา ภัทราอัมฤทธิ์, [2]พิทักษ์ วงษ์ชาลี และ [3]กุลวดี สุวรรณไตรย์

[1]Tatchaya Pattraummarit, [2]Pithak Wongchalee and [3]Kulwadee Suwannatrai

[1,2]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

[3]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

[1,2]Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

[3]Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

[1]Corresponding Author's Email: tatchaya.1807@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จำนวน 31 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน 2) แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/8 1.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.73)

คำสำคัญ: ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม; สะเต็มศึกษา; งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

*Received October 31, 2022; Revised December 9, 2022; Accepted August 18, 2023

Abstract

The purpose of this research is to 1) construct lesson plans based on STEM education integrated with school botanical garden task on the structure and growth of flower plants to meet the criteria efficiency of 80/80, 2) compare students' learning and innovation skills before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the STEAM education combined with school botanical garden task. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 31 students from Mathayomsuksa 5/4 at Renunakhonwittayanukul School, in the second semester of the academic year 2022. The instruments included 1) constructed lesson plans based on STEAM education integrated with school botanical garden task, 2) learning and innovation skills test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics used for data collection were percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent samples.

The results were as follows: 1) the efficiency of the lesson plans STEAM education integrated with school botanical garden task on the structure and growth of flower plants resulted 82.80/81.50, which was satisfied the criterion efficiency, 2) the learning and innovation skills of the students after the intervention was higher than that of before at a statistical 0.1 level significance of, 3) the learning achievement of students after the intervention was higher than that of before at a statistical 0.1 level significance of, and 4) the satisfaction of the students toward the STEM education integrated with school botanical garden task was at the highest level ($\overline{X}$ = 4.73).

Keywords: Learning and Innovation Skills; STEM Education; School Botanical Garden Task

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพชีวิต เป็นการเพิ่มต้นทุนทางสังคมให้แก่ประเทศ มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา โดยเน้นให้เด็กเป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข และมีคุณธรรม อาศัยการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน บูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นสหวิทยาการ เพื่อให้การศึกษาสอดคล้องกับวิถีชีวิตความต้องการของผู้เรียนและชุมชนท้องถิ่นมากที่สุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทยที่มีหน้าที่หลักในการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีเป้าหมายพัฒนาเด็กไทยให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นฐานและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีความเหมาะสมในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมจะช่วยให้ประเทศไทยมีนวัตกรรมที่ช่วยสร้างนวัตกรรมใช้พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ประเทศและพัฒนาให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายในปี 2570 โดยวัดผลจากการสอบ Ordinary National Educational Test (O-Net) ซึ่งการจัดการศึกษาในประเทศไทยเป็นที่ทราบกันดีว่ากำลังประสบปัญหาเป็นอย่างมาก จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากหน่วยงานไม่ว่าจะเป็นการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ รวมถึงผลการประเมิน O-Net ทุกปีการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปี ย้อนหลัง

พบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 32.68, 29.20 และ 30.51 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นเพียงแต่การให้ความรู้มากเพื่อใช้ในการสอบแข่งขันแต่ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน (Suwannarong and Art-in, 2020) สำหรับโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล มีผลการประเมิน O-Net ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปี ย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2562 - 2564 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.28, 32.68 และ 28.65 ตามลำดับ จากคะแนนดังกล่าวจะสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นให้เด็กท่องจำเพียงอย่างเดียวจึงส่งผลให้เด็กขาดทักษะในการแก้ปัญหา ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนและบูรณาการความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวัน

สะเต็มศึกษา จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 เสริมสร้างผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้สติปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข ทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Klomin, 2016)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการเรียนการสอนจึงได้นำเอาแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โดยเน้นหลักโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ซึ่งเป็นโครงการที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสืบสานพระราชปณิธานในการอนุรักษ์ทรัพยากรของพระบาทสมเด็จพระปรมินทร-มหาภูมิพลอดุลยเดช โดยทรงให้ความสำคัญและเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ทรัพยากรและการสร้างจิตสำนึก ทรงสืบสานพระราชปณิธานต่อโดยมีพระราชดำริกับนายแก้วขวัญ วัชโรทัย เลขาธิการ-พระราชวัง ให้ดำเนินการอนุรักษ์พืชพรรณของประเทศโดยพระราชทานให้โครงการส่วนพระองค์ฯ สวนจิตรลดา นอกจากนี้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนจึงเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณค่าในการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม นักเรียนจะได้รับทั้งความรู้ ทักษะปฏิบัติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านจิตวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมจริยธรรม ตลอดจนหวงแหนพรรณไม้และทรัพยากรธรรมชาตินำไปสู่จิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและทรัพยากร (Manual for the operation of the Botanic Gardens School B.E., 2017) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะเป็นรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการลงมือปฏิบัติสอดคล้องกับการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติได้จริงสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมรวมทั้งเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนและความพึงพอใจในการเรียนรู้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาไปสู่การดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเพื่อสนองพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร แนวคิดทฤษฎี

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาภาคสนาม

สถานที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลาก โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน 16 ชั่วโมง พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นจัดพิมพแผนการจัดการเรียนรูที่สมบูรณพร้อมนำไปใชกับนักเรียนกลุ่มมตัวอย่าง

2) แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และผลการวิเคราะห์ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.67-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.44 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 1.00

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder - Richardson ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และผลการวิเคราะห์ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.61-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 1.00

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์ เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการวัดแบบลิเคิร์ท (Likert) จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล และนำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งได้เลขหนังสือรับรองโครงการวิจัย คือ 109/2565

2) จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้อำนวยการสถานศึกษา

3) ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนเข้าใจ

4) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก กับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5) เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน

6) ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้าง

และการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4) การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการศึกษาวิจัย และ การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผน และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

กระบวนการ/ผลลัพธ์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	31	280	231.84	14.42	82.80
ประสิทธิ์ภาพของผลลัพธ์ (E_2)	31	60	48.90	4.28	81.50

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 82.80 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 81.50 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.80/81.50 ซึ่งตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนรวม	t
ก่อนเรียน	31	30	การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา	3.45	1.59	17.18	7.54**
			การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ	5.48	2.27		
			การทำงานร่วมกับผู้อื่น	3.84	1.42		
			การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	4.41	2.45		
หลังเรียน	31	30	การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา	5.45	0.68	25.67	
			การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ	8.29	1.24		
			การทำงานร่วมกับผู้อื่น	5.48	0.51		
			การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	6.45	1.26		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 30 t_{30}= 2.45)

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.18 และ 25.67 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 7.54 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 30) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักศึกษามีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	31	30	10.06	2.84	28.73**
หลังเรียน	31	30	24.39	1.54	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 30 t_{30}= 2.45)

จากตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.06 และ 24.39 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่า 28.73 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 30 t_{30} = 2.45 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 1

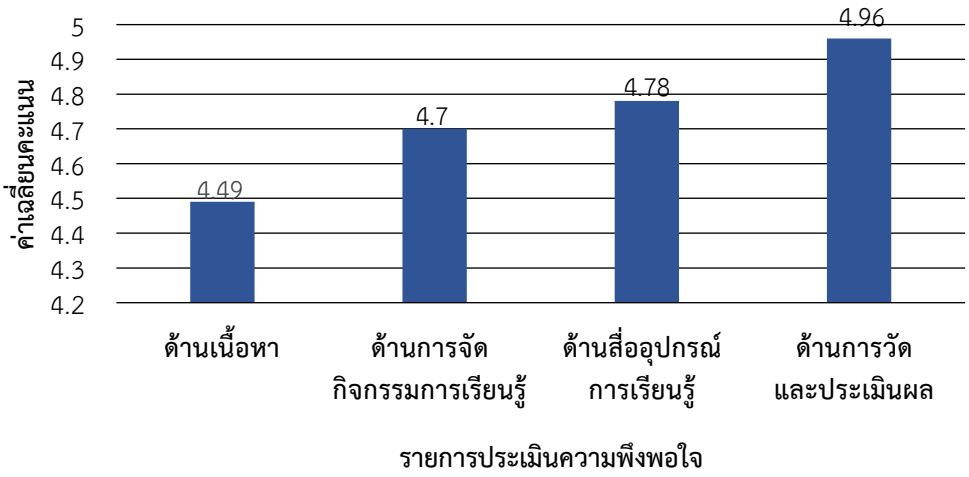

Figure 1: Satisfaction of Mathayomsuksa 5 Students on the Structure and Growth of Flower Plants by Using STEM Education Integrated with School Botanical Garden Task

จากรูปภาพที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ในด้านต่างๆ เรียงลำดับจากผลคะแนนเฉลี่ยมากไปน้อย ดังนี้ 1) ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 2) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 3) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และ 4) ด้านเนื้อหาสาระมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และมีค่าเฉลี่ยทุกด้าน เท่ากับ 4.73 แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.73)

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยออกแบบร่างชิ้นงานจนนำไปสู่การสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนการวางแผน สะเต็มศึกษาจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความรู้เกี่ยวกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนมาใช้ในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นมาสร้างชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนร่างชิ้นงานนักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชิงวิพากษ์และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และสมบูรณ์อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกการสื่อสารในการนำเสนอชิ้นงานและการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้ระบุคำตอบให้ได้มากที่สุดบนพื้นฐานของเหตุผลตามหลักงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมต่อเนื่อง ซึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน สรุปเป็นองค์ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ 6 ขั้น ดังนี้

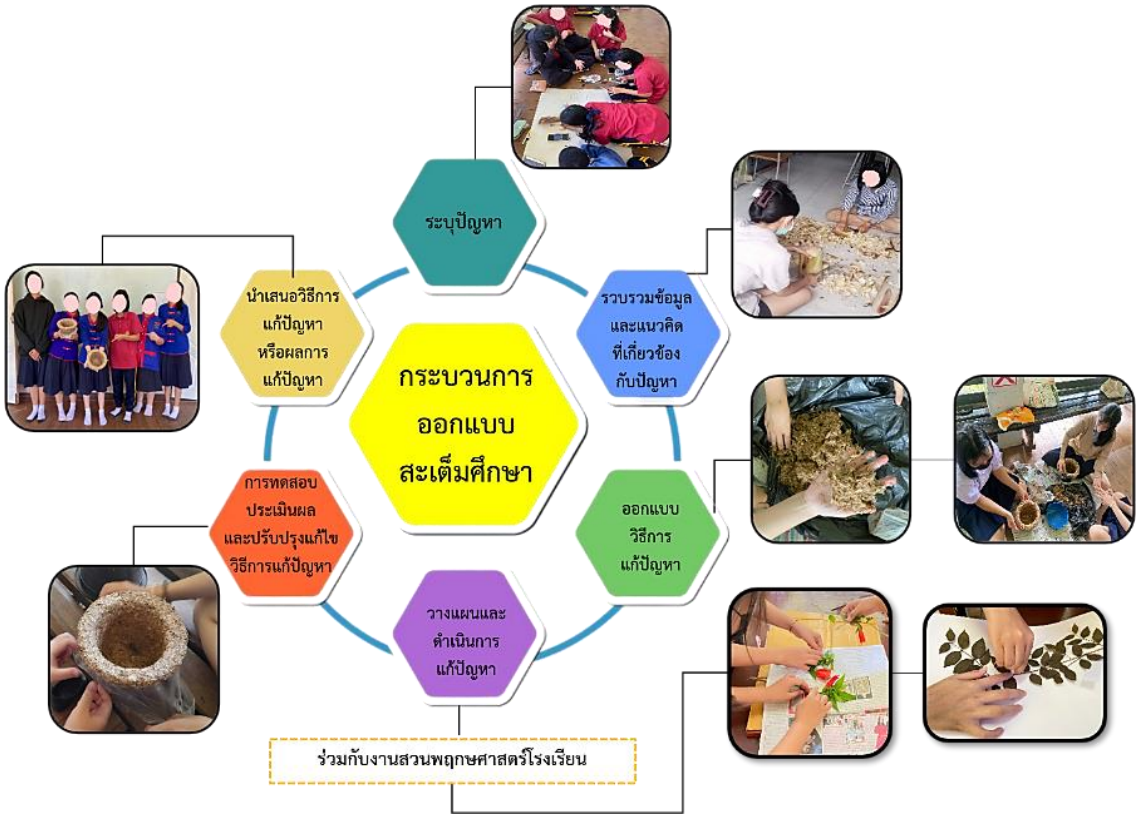

Figure 2: The New Body Knowledge to Development Skills of Learning and Innovation

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างให้นักเรียน และนักเรียนร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับปัญหา พร้อมระบุปัญหาจากสถานการณ์ โดยวิเคราะห์ปัญหา เงื่อนไข ข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะว่าปัญหาดังกล่าวมีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้าง มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมสืบค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่างๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนเขียนลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้วลงมือปฏิบัติเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยนำความรู้ทางด้านงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเข้ามาช่วยในการปฏิบัติวางแผน

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมิน ผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา นักเรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีและสามารถอธิบายเหตุและผลตามสถานการณ์ได้

2. การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องและสื่อสารได้ทุกบริบท การมีทักษะการพูด เขียนที่ดี

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น นักเรียนสามารถปรับตัวในสถานการณ์ต่างๆ ได้ และยอมรับความสามารถและความแตกต่างของบุคคลอื่นได้

4. การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม นักเรียนสามารถคิดนอกกรอบและนำมาต่อยอดชิ้นงานได้ มีกระบวนการคิดที่ดีสามารถต่อยอดไอเดียความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นรูปธรรม

Picture 3: Examples of Students' Work in the Design of Plant Stem Artifacts Learning Plan 3 on the Structure and Growth of Stems

จากรูปภาพที่ 3 เป็นตัวอย่างผลงานของนักเรียนในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ลำต้นพืช ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น พบว่านักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยนักเรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา เสนอวิธีการแก้ปัญหา และออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ (กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม) และคณิตศาสตร์ ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/81.50 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนได้มีการพัฒนาให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษาอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริง

เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมต่างๆ และเกิดแนวคิดใหม่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนทำให้ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากใบกิจกรรมชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน (E_1) และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนที่ได้จากการวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิ์ภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับ Suwannarong and Art-in (2020) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 81.65/78.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความคิดและความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ได้สื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน อยากที่จะเรียน ส่งผลให้มีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 17.18 และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 25.67 แสดงว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยบูรณาการความรู้จากศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นการออกแบบ วิธีแก้ปัญหา สะเต็มศึกษาจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความรู้เกี่ยวกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนมาใช้ในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นมาสร้างชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนร่างชิ้นงานนักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชิงวิพากษ์และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และสมบูรณ์อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกการสื่อสารในการนำเสนอชิ้นงานและการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้ระบุคำตอบให้ได้มากที่สุดบนพื้นฐานของเหตุผลตามหลักงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสูงขึ้น สอดคล้องกับ Bungbua (2020) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมอยู่ในภาพรวมระดับสูง และสามารถนำไปใช้ในการสอนแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ Klomin (2016) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.06 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.26 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็ม-ศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ ตั้งแต่การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมากขึ้น และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผล

การแก้ปัญหา นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีความกล้าแสดงออกทางความคิดพร้อมเสนอแนวทางในการพัฒนาชิ้นงานให้นำไปต่อยอด จากกิจกรรมสะเต็มศึกษานักเรียนได้ลงมือแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Chaumklang, Pilanthananond and Srisa-ard (2019) ซึ่งพบว่า STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการนำความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับ Honey, Pearson and Schweingruber (2014) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการทางานในอาชีพต่างๆ กล่าวคือ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และประกอบอาชีพได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอีกทักษะหนึ่งในศตวรรษที่ 21 อีกทั้ง Besa (2015) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.73 อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและร่วมกิจกรรมกลุ่ม คิดแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ตอบคำถาม อภิปรายอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษา Pitchayapusit and Lincharoen (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนแบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก และนักเรียนมีความสนุกสนานจากการทำกิจกรรมและได้ทำการทดลองวางแผน ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง

สรุป

จากผลการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืช โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.80/81.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 นอกจากนี้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน อยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ ตั้งแต่ขั้นระบุปัญหา ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย ขั้นรวบรวมข้อมูลช่วยในการแก้ไขปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่รวบรวมมาสร้างเป็นแบบร่างชิ้นงาน ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน ขั้นการทดสอบ ประเมินผล และขั้นการสรุปผล นำเสนอผลการแก้ปัญหาหรือผลการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความคิด ได้ลงมือแก้ไขปัญหาโดยใช้เหตุผลด้วยตนเอง และสามารถนำเสนอแนวทางในการพัฒนาชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม โดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ การเตรียมสื่อ การใช้คำถาม การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้กิจกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกทางความคิด การพูด การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ สามารถแสดงออกถึงผลงานแห่งการเรียนรู้ของตนเองได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนกับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

References

Besa, N. (2015). *Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students*. (Master's Thesis). Prince of Songkhla University, Pattani Campus. Pattani.

Bungbua, P. (2020). Learning Process as STEM Education to Promote Learning and Innovation Skills for High School Students. *Journal of MCU Peace Studies*, 8(3), 968-980.

Chaumklang, S., Pilanthananond, N., & Srisa-ard, S. (2019). Development of Appropriate Management Model for STEM Education in Thailand. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, 8(1), 1-12.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research (Vol. 500)*. Washington, D.C.: NAP.

Klomin, K. (2016). Learning Management Based on STEM Education for Student Teachers. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 334-348.

Manual for the Operation of the Botanic Gardens School B.E. 2017. *(2017). Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn.* Bangkok: Plant Genetic Conservation Project Office under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn.

Pitchayapusit, W., & Lincharoen, A. (2020). Development of Learning Activities on Chemistry Course on Rate of Chemical Reactions Using STEM Education Approach to Learning and Innovation Skills of Students for Grade 11 Students. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 15(3), 89-104.

Satapornsuk, N., & Art-in, S. (2020). The Study of 21st Century Learning and Innovation Skills and Learning Achievement on Information Technology of Grade 8 Students Using STEM

Education. *Journal of Education (Graduate Studies Research) Khon Kaen University*, 14(1), 23-31.

Suwannarong, C., & Art-in, S. (2020). Development of Mathayomsuksa 6 Students' Learning and Innovation Skills in the Physics Subject on the Topic of Hydrodynamics in STEM Education. *Journal of Graduate School*, 17(78), 71-80.