

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ด  
ในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
โรงเรียนมิชชั่นพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์


นางสาวกาญจนา อุ่นคำ



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2562

Development of a Learning Package Based on STEM Education  
Approach In the Science and Technology Learning Area On the Topic  
of Mushroom Cultivation Outstanding Building for Lower Secondary  
Students of Mechai Pattana School in Buriram Province



Miss Kanjana Unkham

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirath Open University

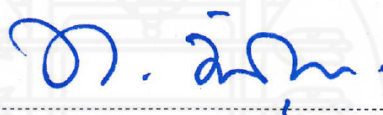
2019

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระ  
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ด  
ในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์

ชื่อและนามสกุล นางสาวกาญจนา อุ่นคำ  
แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2563

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อันธ์)



(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรินาถ แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์

**ผู้ศึกษา** นางสาวกาญจนา อุ้นคำ **รหัสนักศึกษา** 2612700985 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
(เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ  
**ปีการศึกษา** 2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ และ (3) ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับ เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพ 81.00/82.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

**คำสำคัญ** ชุดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา การเพาะเห็ด มัธยมศึกษาตอนต้น



**Independent Study title:** Development of a Learning Package Based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the Topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building for Lower Secondary Students of Mechai Pattana School in Buri Ram Province

**Author:** Miss Kanjana Unkham, **ID:** 2612700985;

**Degree:** Master of Education (Educational Technology and Communications);

**Independent Study advisor:** Dr. Taweewat Watthanakuljaroen, Associate Professor;

**Academic year:** 2019

### Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building for Lower Secondary Students of Mechai Pattana School in Buri Ram Province based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building; and (3) to study opinions of the students toward the learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building.

The research sample consisted of 39 Lower Secondary Students studying in the 2020 of Mechai Pattana School in Buri Ram Province, obtained by cluster sampling. Research instruments comprised (1) a learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building; (2) two parallel forms of a learning achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on student's opinions toward the learning from the learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area. Statistics employed for data analysis were the  $E_1/E_2$  efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed learning package based on STEM Education Approach in the Science and Technology Learning Area on the topic of Mushroom Cultivation in Outstanding Building was efficient at 81.00/82.33, thus meeting the pre-determined 80/80 efficiency criterion; (2) the students who learned from the learning package based on STEM Education Approach achieved learning progress significantly at the .05 level of statistical significance; and (3) the students had opinions that the learning package based on STEM Education Approach was appropriate at the highest level.

**Keywords:** Learning Package, STEM Education, Mushroom Cultivation, Lower Secondary Students

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยค้นคว้าอิสระ ที่กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงติดตาม การทำวิจัยเล่มนี้อย่างใกล้ชิดตลอดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.เขมณัฐ มิ่งศิริธรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และ นายศิริรินทร์ เวชวงษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ที่ให้ความกรุณาตรวจประเมินเครื่องมือวิจัย ให้คำชี้แนะ ปรับปรุง แก้ไขจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช โดยเฉพาะ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ และรองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ นับแต่เริ่มเข้ารับการศึกษาจนทำให้ผู้วิจัยได้มีความรู้ความเข้าใจ ในกระบวนการทำงานวิจัยเล่มนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดีทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ สามารถนำมาประกอบงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณกัลยาณมิตรทุกท่านในแขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดจากงานวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพ

กาญจนา อุ่นคำ

พฤศจิกายน 2563

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	6
สมมติฐานการวิจัย .....	6
ขอบเขตการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ .....	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	10
ชุดการเรียนรู้ .....	10
สะเต็มศึกษา .....	14
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) .....	22
การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ .....	28
โรงเรียนมีชัยพัฒนา .....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	35
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย .....	39
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	40
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	52
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	58
ตอนที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา .....	58
ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน .....	62
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของนักเรียน .....	63

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน .....	66
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา .....	67
ภาคที่ 2 รายละเอียดของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา .....	76
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	105
สรุปการวิจัย .....	105
อภิปรายผล .....	107
ข้อเสนอแนะ .....	110
บรรณานุกรม .....	111
ภาคผนวก .....	116
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	117
ข แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา .....	119
ค ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ .....	127
ง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .....	129
จ ตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพ .....	136
ฉ ตารางคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนว ทางสะเต็มศึกษา .....	142
ช แบบสัมภาษณ์แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบสอบถามความคิดเห็น .....	146
ซ ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน .....	149
ฅ แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา .....	153
ประวัติผู้วิจัย .....	155

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ .....	21
ตารางที่ 3.1 หัวข้อที่ศึกษาและแหล่งศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ด ในโรงเรือนอัจฉริยะ .....	40
ตารางที่ 3.2 ตารางการวิเคราะห์ผู้เรียน .....	42
ตารางที่ 3.3 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภทของเนื้อหา ในกลุ่มวิชาที่สอน ของโรงเรียนมีชัยพัฒนา อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ .....	43
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	48
ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน .....	50
ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	50
ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงวันและเวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม .....	53
ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และการ รวบรวมข้อมูล .....	54
ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3) .....	59
ตารางที่ 4.2 สรุปการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในการทดสอบแบบเดี่ยว .....	59
ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6) .....	60
ตารางที่ 4.4 สรุปการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบกลุ่ม.....	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบภาคสนาม (n = 30) .....	61
ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (n = 30) .....	62
ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในการทดลองแบบ ภาคสนาม (n = 30) .....	63



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 แผนผังการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ .....	44
ภาพที่ 3.2 แผนผังการจัดห้องเรียน (ห้องวิทยาศาสตร์) .....	52





# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 หมวด 4 มาตรา 22 กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพและกำหนดให้มีหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ได้แก้ไขและพัฒนามาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ตามแนวทางการปฏิรูปการจัดการศึกษา โดยยึดแนวทางการจัดการศึกษาเดิมและปรับปรุงพัฒนาวิสัยทัศน์ใหม่ คือมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพและเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพโรงเรียนจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ จะต้องจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดเนื้อหาสาระ สื่อการเรียนการสอน และแหล่งการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับ ความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4-8)

“สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงองค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) คำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า สะเต็ม ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การจัดการศึกษาในประเทศไทยในขณะนี้กำลังประสบปัญหาเป็นอย่างมาก เห็นได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ของหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น O-NET ที่จัดโดย สำนักงานรับรอง

มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) การทดสอบ Program for International Student Assessment หรือ PISA จากผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีซ้อนหลัง ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2560 ถึง 2562 คือ 36.62, 42.73, และ 37.88 ตามลำดับ และผลคะแนนปีล่าสุด 2562 ระดับโรงเรียนคะแนนเฉลี่ย 37.88 ระดับจังหวัดคะแนนเฉลี่ย 29.62 ระดับภาคคะแนนเฉลี่ย 29.58 และระดับประเทศคะแนนเฉลี่ย 30.07 ซึ่งเป็นผลคะแนนที่อยู่ในระดับพอใช้ ยังไม่ดีเท่าที่ควร ครูผู้สอนจึงเล็งเห็นปัญหาและสาเหตุจากตัวผู้เรียน ยังขาดทักษะการคิดเพราะการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นเพียงแต่การให้ความรู้มากเพื่อใช้ในการสอบ การสอนแบบท่องจำ และเน้นการจดบันทึก แต่ไม่ได้สอนให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิดที่จะทำให้เกิดเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งขัดแย้งกับความต้องการแรงงานในการพัฒนา ขับเคลื่อนประเทศในยุคศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงได้ผลักดันให้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหรือ STEM Education มาเป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนาการศึกษาไทยในทุก ระดับ โดยมุ่งหวังให้มีการขยายผลการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านสะเต็มให้กว้างขวางยิ่งขึ้นครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย แก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนตกต่ำ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี รวมถึงการพัฒนากำลังคนด้านสะเต็มเพื่อรองรับความต้องการในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วย สำนักทดสอบทางการศึกษา (2553)

### 1.1 สภาพที่พึงประสงค์

สภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครอบคลุม (1) ด้านวิธีการเรียนการสอน และ (2) ด้านสื่อการสอน

**1.1.1 สภาพที่พึงประสงค์ด้านวิธีการเรียนการสอน** กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีความสำคัญอย่างมากในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาได้มีการแนะนำให้สถานศึกษาเพิ่มโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาด้วยวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ และวิชาสะเต็มศึกษา เพื่อนำวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเข้ามาบูรณาการเป็นโครงการ ประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เมื่อเจอปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนก็จะสามารถแก้ไขปัญหาได้

**1.1.2 สภาพที่พึงประสงค์ด้านสื่อการสอน** กล่าวคือ สื่อการสอนที่ใช้ในการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาต้องประกอบด้วย (1) สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง สื่อที่ใช้ในรูปแบบการสื่อสารทางเดียว โดยผู้เรียนจะอ่านสิ่งพิมพ์ในเวลาใดก็ได้ การศึกษาสื่อสิ่งพิมพ์ผู้เรียนต้องมีทักษะในการอ่าน เขียน พูด และคิดเป็น มีประสบการณ์เดิมในการเชื่อมโยงความคิดกับสิ่งที่อ่านนั้น และมีความตั้งใจในการศึกษาด้วยตนเอง จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียน เพื่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ด้วยสื่อสิ่งพิมพ์ (กิดานันท์ มลิทอง, 2548, น. 297) และ (2) สื่อภาพและเสียงในรูปแบบสื่อ

อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย เนื้อหา ภาพ และเสียง เป็นสื่อที่ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียน คือ มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และการจัดแนวทางการเรียน สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรายบุคคล หรือแบบกลุ่ม เพราะนักเรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2546, น. 7)

## 1.2 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน

สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน ของการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ครอบคลุม (1) ด้านวิธีการเรียนการสอน และ (2) ด้านสื่อการสอน

**1.2.1 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้านวิธีการเรียนการสอน** กล่าวคือ ผู้เรียนขาดทักษะการคิดเพราะการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นเพียงแต่การให้ความรู้มากเพื่อใช้ในการสอบ การสอนแบบท่องจำ และเน้นการจดบันทึก แต่ไม่ได้สอนให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิดที่จะทำให้เกิดเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งขัดแย้งกับความต้องการแรงงานในการพัฒนา ขับเคลื่อนประเทศ ในยุคศตวรรษที่ 21

**1.2.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้านสื่อการสอน** กล่าวคือ สื่อที่ใช้ในปัจจุบันของโรงเรียนมีชัยพัฒนา เป็นสื่อประเภทข้อความและภาพถ่าย ได้แก่ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หนังสือแบบเรียน เอกสารประกอบการสอน ใบงาน ใบความรู้ และแบบฝึกหัดที่ผู้สอนผลิตขึ้น

## 1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ครอบคลุม (1) ด้านวิธีการเรียนการสอน และ (2) ด้านสื่อการสอน

**1.3.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นด้านวิธีการเรียนการสอน** กล่าวคือ ครูใช้วิธีการสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง ขาดวิธีการสอนที่เน้นกิจกรรม ไม่กระตุ้นความรู้สึกรักฟังพอใจของนักเรียน เป็นการเรียนแบบท่องจำมากกว่าเข้าใจ ครูมักสอนไปพร้อม ๆ กันทั้งชั้นเรียน ไม่ได้เน้นการสอนรายบุคคลและไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูส่วนใหญ่เป็นศูนย์กลาง ไม่ได้ปลูกฝังให้นักเรียนค้นคว้าศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง มักใช้วิธีบรรยาย อธิบาย วิพากษ์นักเรียนแต่ฝ่ายเดียว นักเรียนขาดความเข้าใจ ความถนัดและประสบการณ์

**1.3.2 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นด้านสื่อการสอน** กล่าวคือ เนื่องจากครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก ครูไม่ได้ผลิตสื่อการสอนใหม่ๆ อาจเป็นชุดการสอนรายบุคคล หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ชุดการสอนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อจากสังคมออนไลน์ ซึ่งสื่อการสอนที่ใช้ ได้แก่ หนังสือเรียนหรือแบบเรียน ที่โรงเรียนเป็นผู้กำหนด และแผ่นภาพ จึงไม่สามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระที่นักเรียนควรได้รับในลักษณะประสบการณ์ตรง สื่อการสอนภาษาอังกฤษไม่กระตุ้นความสนใจการเรียน ซึ่งการเรียน

ภาษาอังกฤษนั้น สิ่งสำคัญคือต้องอาศัยความเข้าใจและการฝึกฝน จึงเกิดผลสัมฤทธิ์ ทักษะทางภาษา และมีความพึงพอใจในการเรียน ทำให้นักเรียนสามารถใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงกล่าวได้ว่า ปัญหาด้านการขาดสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสมและช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระเป็นอย่างดีนำไปสู่การเกิดประสบการณ์ตรง สื่อภาพและเสียง และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบภาพและเสียง สไลด์คอมพิวเตอร์ ซึ่งให้การเรียนการสอนเป็นรูปธรรมและเห็นได้อย่างชัดเจน

จากปัญหาดังกล่าวนี้นำส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนไม่สัมฤทธิ์ผล ผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับชาติ นักเรียนกล้าแสดงออก มีความมั่นใจมาก แต่ยังคงขาดทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การสำรวจ การคำนวณ การคิดเลขเร็ว รวมถึงการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล

#### 1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ได้มีความพยายามในการแก้ปัญหาด้านการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ มีจัดอบรมการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยเน้นทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ในหลายๆวิชา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด วิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้จากการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงได้ผลักดันให้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหรือ STEM Education มาเป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนาการศึกษาไทยในทุกๆระดับ โดยมุ่งหวังให้มีการขยายผลการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านสะเต็มให้กว้างขวางยิ่งขึ้นครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย แก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนตกต่ำ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี รวมถึงการพัฒนากำลังคนด้านสะเต็มเพื่อรองรับความต้องการในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วย

ในส่วนของความพยายามในการแก้ปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มียานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียน อัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดบุรีรัมย์ แต่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 เรื่อง ในช่วงปีพุทธศักราช 2558 ถึง พุทธศักราช 2560 ดังนี้ (1) ภัสสร ดิตมา (2558) ได้วิจัยศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการ



จัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มสูงขึ้น (2) นำฝน คูเจริญไพศาล, กนกวรรณ ผิวเหมาะ, บุษพร โนนเปื่อย และ ประญา เหลืองแดง (2559) ได้วิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยเน้นกระบวนการคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบสฯ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด (3) นำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และ ลลิตา มาเอี่ยม. (2560) ได้วิจัยการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และ (4) รักษศิริ จิตอารี (2560) ได้วิจัยการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ชั้น 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 3) ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนเรื่อง วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 1.5 แนวทางที่ผู้วิจัยจะดำเนินการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนยังขาดความหลากหลาย ครูยึดครูเป็นศูนย์กลาง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ ผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับชาติ นักเรียนขาดทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์ การสังเกต การสำรวจ การคำนวณ การคิดเลขเร็ว รวมถึงการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา ฝึกการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพิ่มเติมรูปแบบการเรียนที่หลากหลาย โดยนำชุดการเรียนเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รับโอกาสในการคิดสร้างสรรค์ การออกแบบชิ้นงาน เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้อะไรและทบทวนการเรียนหรือพัฒนาได้ตามความต้องการ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดีขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

### 2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์

### 2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

2.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

## 3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความเห็นด้วยระดับมาก

## 4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง มีนักเรียนจำนวน 82 คน

4.3 ขอบข่ายเนื้อหาในการวิจัย เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ครอบคลุมเนื้อหา (1) แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน (2) การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด และ (3) ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

4.4.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

4.4.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

4.5 ระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

## 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง ชุดการเรียนรู้ที่มีการสอนประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5.2 สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการ



คิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

**5.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** หมายถึง กลุ่มของเนื้อหาที่เป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

**5.4 เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80** หมายถึง ระดับคุณภาพ/คะแนนของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ได้จากการประเมินกระบวนการและการประเมินผลลัพธ์ ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนร้อยละของประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากงานที่กำหนดให้ทำ ค่า 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนร้อยละของประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**5.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน** หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียน จากการใช้พัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในระดับพุทธศักราชของนักเรียนที่เรียนด้วยพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

**5.6 ความคิดเห็นของนักเรียน** หมายถึง ค่าน้ำหนักในการแสดงความรู้สึกรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย และเห็นด้วยน้อยที่สุด แบบสอบถาม ครอบคลุม ด้านคุณภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

**5.7 นักเรียน** หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์

**5.8 โรงเรียนมีชัยพัฒนา** หมายถึง สถานศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งอยู่ที่ 186 หมู่ 13 ตำบลโคกกลาง อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ 31130

## 6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

6.2 ใช้เป็นต้นแบบชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับการพัฒนาเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมิชชั่นพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุม (1) ชุดการเรียนรู้ (2) สะเต็มศึกษา (3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (4) แบบทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ (5) โรงเรียนมิชชั่นพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้ ครอบคลุม (1) ความหมายชุดการเรียนรู้ (2) ความเป็นมาและพัฒนาการของชุดการเรียนรู้ (3) คุณค่าของชุดการเรียนรู้ (4) ประเภทของชุดการเรียนรู้ และ (5) องค์ประกอบชุดการเรียนรู้

##### 1.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายชุดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 3) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ไว้ว่า ชุดการเรียนรู้ (Instructional Packages) หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับวิชาหน่วยการสอน และหัวข้อมาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่นิยมจัดไว้ในซองหรือกล่อง แบ่งเป็นหมวดหมู่ให้ผู้เลือกใช้ได้หยิบฉวยนำไปใช้ได้โดยสะดวกและจะต้องมีคู่มือการใช้ชุดดังกล่าวควบคู่กัน เพื่อเป็นแนวทางการในการใช้ชุดการเรียนการสอนนั้นด้วย

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, น. 91) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้หรือชุดการสอน มาจากคำว่า Instructional Package เป็นนวัตกรรมการศึกษาที่จัดเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multimedia) ซึ่งใช้สอนตั้งแต่สองชนิดรวมกันขึ้นไป เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้สำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับโดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2547, น. 1) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้เป็นสื่อประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดการเรียนรู้จึงเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้ไม่ใช่เป็นเพียงกล่องหรือหีบบรรจุสื่อการสอนเท่านั้น

หากแต่ต้องมีระบบการใช้ คือ กำหนดรายละเอียดของความสัมพันธ์และอำนวยความสะดวกในเรื่องของการใช้สื่อ การดำเนินกิจกรรมและการประเมินผลเบ็ดเสร็จอย่างสมบูรณ์ เพื่อผู้เรียนสามารถใช้ชุดการเรียนนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวโน้มใหม่ของการผลิตสื่อในชุดการเรียนคือ เปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยผู้สอนมาเป็นสื่อเพื่อช่วยผู้เรียน ดังนั้นลักษณะการใช้สื่อ ซึ่งผู้เรียนเรียนรู้จากการประกอบกิจกรรม และได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองนั้น การใช้สื่อการสอนจึงต้องเป็นไปในรูปแบบของสื่อประสม ซึ่งได้ผลดีกว่าการใช้สื่ออย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551, น. 14-5) กล่าวว่า ชุดการเรียน ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Instructional Packages เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน แม้ชุดการเรียนจะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่สำหรับบางคน แต่นักการศึกษาไทยได้มีแนวคิดในการทำชุดการเรียนมาเป็นเวลานานแล้ว แม้จะยังไม่มีคำว่า “ชุดการเรียน” ขึ้นมาก็ตาม ชุดการเรียนเป็นสื่อประสมที่ได้จัดระบบการผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเรียนมีประสิทธิภาพ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551, น. 14) กล่าวว่า ชุดการเรียนเป็นนวัตกรรมที่ครูใช้ประกอบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษาและใช้สื่อต่าง ๆ ในการเรียนที่ผู้สอนสร้างขึ้น ชุดการเรียนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอนเป็นระบบชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาชุดการเรียนด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ซึ่งในชุดการเรียนนั้นประกอบไปด้วย สื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาชุดการเรียนที่มีกิจกรรมเน้นฝึกการคิดเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต โดยสรุป ความหมายของชุดการเรียน เป็นนวัตกรรมที่ใช้สื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียน การประเมินผลให้สอดคล้องกับวิชา หน่วยการสอน และหัวเรื่อง โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาชุดการเรียนด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 1.2 ความเป็นมาและพัฒนาการของชุดการเรียน

วงการศึกษาค้นหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการศึกษาให้สูงขึ้นด้วยการค้น คิด ทดลอง และพัฒนาวิธีการสอนต่าง ๆ เพื่อให้การสอนเสียเวลาน้อยที่สุด ได้ผลดี และตรวจสอบได้ เป็นความพยายามที่ให้นักเรียนทุกคนมีโอกาส ได้รับการสอนและได้รับการเรียนรู้ที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันเกิดขึ้น วิธีหนึ่งก็คือ การสร้างชุดการเรียน (Instruction Package หรือ Instructional Kit) เพื่อให้ครูทุกคนดำเนินการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเท่าเทียม มีจุดมุ่งหมายเดียวกันด้วยวิธีการสอนที่วางแผนมาอย่างดี ใช้เวลาไม่มาก สำหรับนักเรียนเกิดขึ้นครั้งแรกที่โรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1930 โดย David Stansfield แห่ง

สถาบัน Ontario for Studies in Education เขาคิดกล่องอเนกประสงค์สำหรับใช้กับนักเรียนตามวัตถุประสงค์ของการสอนและประสบการณ์การเรียนรู้ในเรื่องของการสอนสำเร็จรูป กล่องที่เขาผลิตขึ้นนี้เรียกว่า Thirties Box หรือกล่องการสอนที่เรียกว่า The 1930 Multi Media Kit ซึ่งได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับของเด็ก ๆ เรียกว่ากล่องวิเศษ ต่อมาจึงพัฒนาเป็นชุดการสอนในที่สุด

สำหรับประเทศไทยได้เกิดโครงการลดเวลาการสอนเกิดขึ้นที่จังหวัด ลพบุรี (Reduced Instructional Time Project หรือ Rit) โครงการหนึ่งก็คือ โครงการสร้างชุดการสอน เป็นความพยายามสร้างชุดการสอนสำหรับวิชาต่าง ๆ โดยครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร สร้างเป็นชุดการสอนเอาไว้ให้ครูสามารถนำไปใช้สอนได้เลย ไม่ต้องเสียเวลาคิดค้นและออกแบบการสอน เพราะชุดการสอนที่ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพไว้แล้ว มีคำแนะนำในการใช้อย่างครบถ้วน ครูทุกคนสามารถดำเนินการสอนตามมาตรฐานเดียวกัน คุณภาพเดียวกัน ผลการเรียนรู้ย่อมเปรียบเทียบกันได้ทั่วประเทศ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ผู้ริเริ่มศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบบรรยายกับการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่แผนกโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับนิสิตปริญญาโท โดยยึดหลักการที่ว่า การเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาผู้สอนควรให้ผู้เรียน เรียนเพียง 1 ส่วน อีก 3 ส่วน ให้นักเรียนไปเสาะแสวงหาจากประสบการณ์ที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และเมื่อทดสอบหลังเรียนแล้ว 4 สัปดาห์ พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

โดยสรุป ความเป็นมาและพัฒนาการของชุดการเรียน คือ การคิด ค้น ทดลองหาวิธีการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการศึกษาให้สูงขึ้น มีการสอนที่เสียเวลาน้อยที่สุด ได้ผลดี และตรวจสอบได้ การสร้างชุดการเรียน จึงเป็นเครื่องมือเพื่อให้ครูทุกคนดำเนินการสอนอย่างมีคุณภาพเท่าเทียม มีจุดมุ่งหมายเดียวกันด้วยวิธีการสอนที่วางแผนมาอย่างดี

### 1.3 คุณค่าของชุดการเรียน

เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 6) กล่าวว่า คุณค่าของชุดการเรียนการสอน คือ

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีคุณลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดโดยการบรรยายได้ดี
2. ทำให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะผู้ผลิตชุดการเรียน คือผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น
3. ทำให้นักเรียนได้ความรู้ในแนวเดียวกันไม่ว่าครูคนใดสอน
4. ช่วยให้เราความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเอง
5. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน

6. ประหยัดเวลา แรงงานและรายจ่าย ครูไม่ต้องเตรียมงานสอนมากนัก ไม่ต้องจัดทำใหม่ สอนสบายไม่เหนื่อย ประหยัดเวลา ใช้สะดวก ใช้ได้นานหลายปี

7. แก้ปัญหาในโรงเรียนที่มีครูไม่ครบชั้น

8. ใช้ได้ทุกระดับการศึกษา

โดยสรุป คุณค่าชุดการเรียน ช่วยผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาประสบการณ์ ช่วยให้ผู้เรียนได้ความรู้ในแนวทางเดียวกัน ได้รับความสนใจ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม สร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน ประหยัดเวลา แรงงานและค่าใช้จ่าย ใช้ได้ทุกระดับการศึกษา สามารถหยิบใช้ได้ทันที ช่วยแก้ปัญหาครูไม่ครบชั้น

#### 1.4 ประเภทของชุดการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2551, น. 6-7) แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนได้ 4 ประเภทใหญ่ ดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทนชุดการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่า การสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2. ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียนชุดการเรียนการสอนรายบุคคลอาจออกมารูปของหน่วยการสอนย่อยหรือ “โมดูล”

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการ การศึกษา

โดยสรุป ประเภทของชุดการเรียน แบ่งออกเป็น (1) ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย (2) ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม (3) ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล และ (4) ชุดการเรียนการสอนทางไกล

#### 1.5 องค์ประกอบของชุดการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบของชุดการเรียนไว้ ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551, น. 18) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญของชุดการเรียน คือ



1. คำชี้แจงในการใช้ชุดการเรียนรู้ เป็นคำชี้แจงให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียน การศึกษาชุดการเรียนรู้และส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ เช่น ประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรปฏิบัติการบัตร เนื้อหา บัตรฝึกหัดและบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ
  2. บัตรคำสั่ง เป็นการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดการเรียนรู้ว่า ต้องปฏิบัติตาม ขั้นตอนอย่างไร
  3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ บางชุดการเรียนรู้อาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือ บัตรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ
  4. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนศึกษา สิ่งที่มีความจำเป็นบัตรเนื้อหาคือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย
  5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว
  6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด เมื่อผู้เรียนทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว สามารถตรวจสอบ ความถูกต้องจากบัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด
  7. บัตรทดสอบ เมื่อผู้เรียนได้ทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในหัวข้อที่ เรียนนั้น ๆ ต่อจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำบัตรทดสอบ
  8. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีค่าเฉลยของบัตรทดสอบที่ผู้เรียนได้ทำไปแล้ว เป็น การตรวจสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในการศึกษาชุดการเรียนรู้ นั้น
- โดยสรุป องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) คำชี้แจงในการใช้ชุดการเรียนรู้ (2) บัตรคำสั่ง (3) บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ (4) บัตรเนื้อหา (5) บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน (6) บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด (7) บัตรทดสอบ และ (8) บัตรเฉลยบัตรทดสอบ

## 2. สะเต็มศึกษา

การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ครอบคลุม (1) ความหมายของสะเต็ม (2) แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา (3) แนวคิดของการบูรณาการของสะเต็มศึกษาและการ จัดการเรียนรู้ (4) ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (5) การเปรียบเทียบแนวคิดและ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงองค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้ง 4 ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริง



ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (Hanover Research, 2011, p. 5) เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สาขาวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎี หรือกทงวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ทำทหายความคิดของนักเรียน และ (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชาจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวันสรุปเป็นความคิดเห็นของตนเอง โดยยึดคนที่มั่นใจและของคนอื่นเสริมเข้า

โดยสรุป ความหมายของสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ทำทหายความคิดของนักเรียน และ (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น

## 2.2 แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 49-56) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเกิดจากการรวมกันของ 4 วิชาตามอักษรย่อ STEM ในภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นการบูรณาการทั้ง 4 วิชา เข้าด้วยกันอย่างมีเป้าหมาย ดังนั้น การเข้าใจความหมายของสะเต็มศึกษา ควรเริ่มจากการพิจารณาแต่ละวิชาตามอักษรย่อแต่ละตัว เพื่อให้เข้าใจลักษณะของธรรมชาติของแต่ละวิชา และหลักการจัดการเรียนรู้ของวิชานั้น ๆ ก่อนที่จะนำมา บูรณาการ เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามเป้าหมายที่ต้องการ

1. S ย่อมาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ ถือว่าเป็นวิชาหลักของหลักสูตรการศึกษาในหลาย ๆ ประเทศ วิชา วิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาหลักของหลักสูตรระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในหลายประเทศ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาความเป็นไปของธรรมชาติ สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน ควรให้สอดคล้องกับ 5 ลักษณะสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ได้แก่ (1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ (2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐาน (3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามข้อมูล (4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายของตนกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือคำอธิบายอื่น ๆ และ (5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติมากหรือน้อย ได้ตามระดับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้เหมาะสมกับศักยภาพ และพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. T ย่อมาจาก Technology หรือ เทคโนโลยี หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้น จากพื้นฐานความเป็นธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ซึ่งมักจะทำให้มนุษย์มีความสะดวกสบายหรือปลอดภัยมากขึ้น เทคโนโลยีเป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า เทคโนโลยีศึกษา (Technology Education) มีเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องเทคโนโลยี Technological literacy ที่เป็นการอธิบายว่าเป็นความสามารถในการใช้จัดการ ประเมินและเข้าใจ เทคโนโลยี ปรัชญาหนึ่งของเทคโนโลยีศึกษา คือ การสอนให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาถือเป็นทักษะสำคัญในการดำรงชีวิต และนักเรียนจะได้ใช้ทักษะนี้มากในชีวิตประจำวัน ทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวข้องความสามารถในการหาทางออกของปัญหาที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ การมีเหตุผล และประสบการณ์ในอดีตของการเข้าถึง

ข้อมูล โดยวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักพื้นฐาน คือ ความรู้ในประเด็นนั้น การพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และการหาทางแก้ไขปัญหา สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีศึกษา เช่น การวิจัยและพัฒนา วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม การประดิษฐ์และนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของเทคโนโลยี คือ การจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการเทคโนโลยี โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการเทคโนโลยีทั้ง 7 ขั้นตอนในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักธรรมชาติของเทคโนโลยี รู้จักการใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ รู้จักการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและมีความคิดสร้างสรรค์ตามศักยภาพของผู้เรียน การจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการเทคโนโลยี ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (2) รวบรวมข้อมูลเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ (3) เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ (4) ออกแบบและปฏิบัติการ (5) ทดสอบ การใช้งานข้อบกพร่อง (6) ปรับปรุงแก้ไข และ (7) ประเมินผล หลังจากปรับปรุงแก้ไขจนใช้งานได้ดีตามวิธีการที่ออกแบบแล้ว ผู้เรียนนำสิ่งที่สร้างขึ้นมาประเมินผลโดยรวม โดยพิจารณาว่าสามารถแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้หรือไม่ ใช้ได้ตามความต้องการหรือไม่ และอาจพิจารณาถึงความสวยงามความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน และต้นทุนการผลิต หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่จะเอื้ออำนวยต่อการนำสิ่งที่สร้างขึ้นไปใช้ตามวัตถุประสงค์อื่น ๆ หรือพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

3. E ย่อมาจากคำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิทยาศาสตร์ ทักษะและความเชี่ยวชาญในการประยุกต์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคมและการนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง วิศวกรรมศาสตร์จึงเป็นการออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยเป็นการใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบหรือสร้างบางสิ่งขึ้นมาโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์เป็นความเชี่ยวชาญและการรวมกันของศาสตร์ที่สำคัญ ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสู่การออกแบบ การสร้าง การจำลอง จนเป็นเครื่องมือหรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น รถ ถนน สะพาน เป็นต้น ในการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐาน วิศวกรรมศาสตร์ถือว่าการเตรียมเยาวชนเพื่อการเป็นวิศวกรหรือการคิดอย่างนักวิศวกรในอนาคต ดังนั้น วิศวกรรมศาสตร์จึงไม่เป็นวิชาหลักที่ปรากฏในหลักสูตรระดับการศึกษาทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศไทยการออกแบบทางวิศวกรรม มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ และสามารถใช่วิธีการได้อย่างหลากหลายในการพัฒนา ทางการศึกษาเป้าหมายของการเรียนรู้วิศวกรรม เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ และเรียนรู้ว่าจะออกแบบอย่างไร กระบวนการออกแบบของวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ (1) กำหนดปัญหา หรือความต้องการ (2) หาแนวทางการแก้ปัญหา (3) ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา และ (4) ทดสอบและประเมินผล กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ จะมีขั้นตอนคล้ายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ว

วิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจจะไม่ใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จะช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียร ความรอบคอบ

4. M ย่อมาจาก คำว่า Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ หมายถึง ภาษาของจำนวน รูปร่างและปริมาณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 3 เรื่องหลัก คือ 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ได้แก่ การเปรียบเทียบ การการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ 3) การส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน คณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น คณิตศาสตร์ระยะแรก ๆ เกิดขึ้นและพัฒนาจากความจำเป็นในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างแท้จริง เช่น ความจำเป็นในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อขุดร่องน้ำทำฝายสร้างทำนบ แบ่งที่ดิน สำหรับการเพาะปลูกและการสร้างมาตราชั่ง ตวง วัด เพื่อใช้สำหรับการเก็บเกี่ยวพืชพันธุ์ธัญญาหาร เป็นต้น นักคณิตศาสตร์เริ่มต้นศึกษาค้นคว้าจากสิ่งที่น่าสนใจในธรรมชาติแล้วเรียบเรียงความคิดจากสิ่งนั้น นำมาสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อันประกอบด้วย อนิยาม นิยามและสัจพจน์ จากนั้นจึงใช้ตรรกศาสตร์สรุปผลจากแบบจำลองเป็นกฎหรือทฤษฎีแล้วนำกฎหรือทฤษฎีที่ได้นี้ไปประยุกต์ใช้ในธรรมชาติต่อไป คณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ เรียกว่า คณิตศาสตร์ประยุกต์ (Applied Mathematic) ในบางครั้งนักคณิตศาสตร์ไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติ แต่สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเอง แล้วค้นหากฎหรือทฤษฎีจากแบบจำลองนี้ โดยนักคณิตศาสตร์มิได้มุ่งที่จะนำทฤษฎีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในธรรมชาติแต่อย่างใด ถ้าสามารถนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในธรรมชาติได้ ถือว่าเป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น คณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ เรียกว่า คณิตศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Mathematic)

โดยสรุป การจัดการเรียนการรู้ของทั้ง 4 วิชา พบว่ามีส่วนที่เหมือนและมีความสัมพันธ์กันอยู่ ทุกวิชาต่างช่วยสนับสนุนให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาหลักทางด้านเนื้อหา และเป็นวิชาแกนหลักสูตรระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับเทคโนโลยีและวิศวกรรมเน้นเรื่องของกระบวนการ เพื่อการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ เพื่อการแก้ปัญหา สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวคิด



ของการบูรณาการทั้ง 4 วิชานี้ เข้าด้วยกัน โดยใช้แนวคิดทางวิชาการประยุกต์ในชีวิตจริงที่จะต้องอาศัยทั้ง 4 วิชาด้วยกันในสถานการณ์นั้น ๆ และก่อให้เกิดสังคมและการทำงานเป็นทีม

### 2.3 แนวคิดของการบูรณาการของสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 49-56) ได้กล่าวว่า แนวคิดของการบูรณาการทั้ง 4 วิชาตามสะเต็มศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตและประสบผลสำเร็จในการแข่งขันของตลาดแรงงานในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยใช้ความรู้และทักษะของทั้ง 4 วิชา ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมารวมกันในลักษณะของการเชื่อมโยงเติมเต็ม ประสาน และผสมผสานกันภายใต้กิจกรรมหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เป็นประสบการณ์ที่สอดคล้องกับความต้องการและการใช้ชีวิตในปัจจุบัน

2. การบูรณาการสามารถทำได้ทุกระดับชั้น สะเต็มศึกษาสามารถจัดการเรียนรู้ได้ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษา หรือแม้กระทั่งระดับอุดมศึกษาก็สามารถดำเนินการได้ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษาไปใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning และ Design-based Learning ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์และพัฒนาชิ้นงานได้ดี นอกจากนี้ถ้าสามารถบูรณาการเข้าไปในเด็กตั้งแต่เล็ก ๆ จะทำให้สามารถพัฒนาศักยภาพของเด็กได้ดีขึ้น

3. การบูรณาการการของ 4 วิชา จะเน้นถึงการบูรณาการทางด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นำไปใช้ประโยชน์ได้และเพิ่มโอกาสการทำงาน

4. การบูรณาการทั้ง 4 วิชาต้องสามารถทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะทางปัญญา คุณลักษณะที่พึงประสงค์ สมรรถนะต่าง ๆ ที่จำเป็น

โดยสรุป แนวคิดของการบูรณาการของสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) สามารถทำได้ทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษา หรือแม้กระทั่งระดับอุดมศึกษา การบูรณาการการของ 4 วิชา จะเน้นถึงการบูรณาการทางด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

## 2.4 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นำไปสู่การปฏิบัติจริงในห้องเรียน ในสถานศึกษาที่ประสบผลสำเร็จเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย ดังนี้ (Becker & Park, 2011, O'Neill, Yamagata & Togioka, 2012)

1. ครู ถือว่าเป็นบุคคลที่สำคัญที่สุดต่อความสำเร็จในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากเป็นผู้ที่นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้จริง จึงต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจแนวคิดหลักของสะเต็มศึกษา เข้าใจเป้าหมาย เข้าใจธรรมชาติและการจัดการเรียนรู้ของแต่ละวิชา และวิธีการบูรณาการทั้ง 4 วิชาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม ดังนั้น สิ่งสำคัญ คือ ครูต้องมีความแม่นยำในเนื้อหาวิชา โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความรอบรู้ รู้กว้าง มีเวลาในการวางแผนการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ และสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่มีประโยชน์เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะข้อมูลที่สามารถนำมาเชื่อมโยงเป็นสถานการณ์ที่จะให้นักเรียนได้ใช้ศาสตร์ทั้ง 4 วิชาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. นักเรียน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนควรมีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม มีความพยายามและอยากหาคำตอบด้วยตนเอง

3. ผู้บริหาร ควรให้การสนับสนุนในเรื่องของความช่วยเหลือต่าง ๆ ยกตัวอย่าง เช่น งบประมาณในการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การจัดเตรียมหาอุปกรณ์ในการที่จะเป็นสื่อในการใช้ในการจัดการเรียนรู้ของครูส่งเสริมบรรยากาศและจัดหาทุนสำหรับนักเรียนเพื่อใช้ในการประกวดหรือการแข่งขันในระดับโรงเรียน

4. หน่วยงานรัฐบาล ควรผลักดันตั้งแต่ในระดับนโยบาย โดยการกำหนดกรอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีความชัดเจน และกำหนดให้หน่วยงานในระดับโรงเรียนระดับเขต ระดับจังหวัดมีทิศทางในการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้ไปในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งสนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

5. ผู้ให้ความช่วยเหลือครู ควรร่วมมือกับมหาวิทยาลัยช่วยเหลือครูในการนิเทศติดตามครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพราะต้องใช้ความพยายามและระยะเวลาอย่างมากในการที่จะทำให้ครูปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง

6. การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยที่จะสนับสนุนครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามความต้องการ รวมทั้งการพัฒนาและความช่วยเหลือในขณะที่ครูนำไปใช้ในห้องเรียนจริงจะเป็นแนวทางการพัฒนาครูที่จะทำให้การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาประสบผลสำเร็จ

โดยสรุป ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 1) ครู 2) นักเรียน 3) ผู้บริหาร 4) หน่วยงานรัฐบาล 5) ผู้ให้ความช่วยเหลือครู และ 6) การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

## 2.5 การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

การกล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ อีก 4 ศาสตร์นั้น นำมาสู่ความพยายามในการอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 4 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557) ไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาทของ เทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายาม แก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งาน เทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยใน การคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยในการ คำนวณ	เข้าใจบทบาทของ เทคโนโลยีการพัฒนา	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมาย หรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ด้านวิทยาศาสตร์ และ วิศวกรรม	พยายามหาวิธีการและใช้โครงการ ในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการ ยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยัน แนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยีโดยพิจารณา	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถ วิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสาร แนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ถึงผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม	มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีใน การเหตุผล

ที่มา : Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics, p. 38.



โดยสรุป การอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 4 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สามารถบูรณาการเรียน การปฏิบัติ ทักษะของศาสตร์แต่ละศาสตร์ให้เชื่อมหากันได้และใช้ได้จริง

### 3. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 1-8) กล่าวว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ครอบคลุม (1) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2) เป้าหมายในวิทยาศาสตร์ (3) เรียนอะไรในวิทยาศาสตร์ (4) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ (5) คุณภาพผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**3.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551** นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยีมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์และสสารโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐาน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน เป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือ ศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้ วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูล หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญ ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครูสื่อประกอบการเรียน การสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระ การเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มี ความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และ ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับ นานาชาติ

โดยสรุป ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การเรียนรู้ ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยีมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระ เคมี สาระฟิสิกส์และสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ

### 3.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบ ความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การ ทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 3.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 3.2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
- 3.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 3.2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 3.2.5 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 3.2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 3.2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

โดยสรุป เป้าหมายที่สำคัญของวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี มีพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

รวมถึงการเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์

### 3.3 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการใน การสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

**3.3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

**3.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของ สาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

**3.3.3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### 3.3.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ใน สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกลงใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์มีการกำหนดสาระสำคัญ คือ 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ 3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ 4) เทคโนโลยี มีการออกแบบและเทคโนโลยี และ วิทยาการคำนวณ

### 3.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด พลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลง สถานของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

โดยสรุป สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มี 4 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี

### 3.5 คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.5.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์ และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

3.5.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

3.5.3 เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.5.4 เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

3.5.5 เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

3.5.6 เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทน และการใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย



3.5.7 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลง ของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้าง ผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้ง คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.5.8 นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูล และ สารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียน โปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อย่างรู้เท่าทันและ รับผิดชอบต่อสังคม

3.5.9 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐาน ที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือ ที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิง ปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

3.5.10 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ จากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และ สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อให้ ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

3.5.11 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการ ที่ให้ผล ถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของ ตนเอง รับฟังความ คิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูล และประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือ โต้แย้งจากเดิม

3.5.12 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดง ความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและ ด้านลบของการ พัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติม ทำโครงการหรือ สร้างชิ้นงานตามความสนใจ



3.5.13 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุล ของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

โดยสรุป คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาจากการเรียนทั้ง 4 กลุ่มสาระ และเรียนครบทุกตัวชี้วัด ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมถึงการตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต

#### 4. การทดสอบประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้

การทดสอบประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ ครอบคลุม (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิผล (2) ความจำเป็นในการทดสอบประสิทธิผล (3) เกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิผล (4) วิธีการคำนวณหาประสิทธิผล (5) การยอมรับประสิทธิผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิผล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7-20) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิผลของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิผล หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิผลใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิผลสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ (1) การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น (2) การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และ (3) การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

**4.1.1 การทดสอบประสิทธิผลใช้เบื้องต้น** เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิผลใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิผลของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

**4.1.2 การทดสอบประสิทธิผลสอนจริง** หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิผลใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมากการทดสอบ

ประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

โดยสรุป ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน ด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ 1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น 2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง และต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D)

#### 4.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการคือ

4.2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

4.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอนสื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดีในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้องสอนแทนครู(อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้นก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริงการทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนการทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

โดยสรุป ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ 1) สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน 2) สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน 3) สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน

#### 4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

4.3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว

เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของ สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ย่อมมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความ คลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำ กว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่า ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

**4.3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ** หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุด การสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจ ว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอน นักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการ ประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพ เป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของ กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและ กิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการ สอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของ ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมิน หลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$  ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิหิตพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิหิตพิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90 85/85 80/80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่

ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากระบบการสอนของไทยปัจจุบัน (2520) ได้กำหนดเกณฑ์ โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ 0/50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งาน หรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือ 50% ผลจึงปรากฏว่า คะแนนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา เช่น คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียง 51% เท่านั้น

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ มีดังนี้ 1) ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ 2) ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

#### 4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธีคือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา ก. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้  $E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

$A$  คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนรวมกัน

$N$  คือ จำนวนผู้เรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้  $E_2$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  คือ จำนวนผู้เรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

โดยสรุป การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า  $E_1/E_2$

#### 4.5 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนภาคสนามแล้ว เทียบค่า  $E_1/E_2$  ที่ทำได้จากสื่อหรือชุดการสอนกับ  $E_1/E_2$  ที่ตั้งเกณฑ์ไว้เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพ หรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวน 25–5% อาทินั้นคือประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5%อาทิเราตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:100 แล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 87.5/87.5เราก็สามารถยอมรับได้ว่าสื่อหรือชุดการสอน นั้นมีประสิทธิภาพ การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน มี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ (2) เท่าเกณฑ์ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน มี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ (2) เท่าเกณฑ์ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

### 5. โรงเรียนมีชัยพัฒนา

โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ครอบคลุม (1) ประวัตติโรงเรียน (2) วิสัยทัศน์ (3) พันธกิจ และ (4) เป้าหมายสถานศึกษา

#### 5.1 ประวัตติโรงเรียน

โรงเรียนมีชัยพัฒนา ตั้งอยู่เลขที่ 186 หมู่ที่ 13 ตำบลโคกกกลาง อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนเกิดจากการดำริ ของนายมีชัย วีระไวทยะ นายกสมาคมเยาวชนพัฒนาประชากรและชุมชน ที่ต้องการให้มีโรงเรียนที่เป็นแบบอย่างในการจัดกิจกรรมการสอน สร้างเยาวชนให้เป็นคนดีของประเทศ ให้เด็กในชนบทมีโอกาสดำเนินการศึกษามีคุณภาพเท่าเทียมกับเด็กในเมือง มูลนิธิมีชัย วีระไวทยะ เป็นผู้สนับสนุนในการก่อสร้างและดำเนินการโรงเรียนมีชัยพัฒนาได้เปิดสอนในปีการศึกษา 2552 เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2552 และเพิ่มขึ้นทีละชั้นเรียนจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แต่ละระดับชั้นมีจำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนมีชัยพัฒนาคัดเลือกเด็กจากเด็กทั่วไปในเขตอำเภอลำปลายมาศ และส่วนหนึ่งเป็นนักเรียนประจำที่มาจากต่างจังหวัด โครงสร้างของอาคารเรียนในโรงเรียนมีชัยพัฒนา เป็นอาคารไม้ไผ่ถือว่าเป็นลักษณะพิเศษของโรงเรียน เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า โดยไม้ไผ่ที่นำมาใช้ได้ผ่านการแช่น้ำยา Treat ที่สามารถกำจัดมอดได้ ซึ่งทำให้ไม้ไม่มีความแข็งแรง สามารถอยู่ได้นานมากกว่า 40 ปี

#### 5.2 วิสัยทัศน์

ภายในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีชัยพัฒนามุ่งมั่นจัดการศึกษาสู่มาตรฐานการศึกษา พัฒนาโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตของชุมชน ผู้เรียนเป็นคนดีที่ชาติต้องการ



### 5.3 พันธกิจ

สร้างเยาวชนคนรุ่นใหม่ให้เป็น “คนดี” ที่มี “ทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ” โดยสอนให้นักเรียนมีความคิดเชิงนวัตกรรม และคิดนอกกรอบ ถ้ามเป็น คิดเป็น คั้นคว่าเป็นมีทักษะชีวิต และทักษะอาชีพ และพัฒนาให้โรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคนในชุมชนและเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาคุณภาพชีวิต คุณภาพการศึกษาและรายได้ โดยมีโรงเรียนและนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ผ่านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนเป็น “คนดี” โดยให้นักเรียนและผู้ปกครองทำความดีเพื่อสังคม เช่น การจ่ายค่าตอบแทนด้วยการทำความดีและปลูกต้นไม้ (นักเรียนและผู้ปกครอง ทำความดีรวม 400 ชั่วโมงต่อปี และปลูกต้นไม้ รวม 400 ต้น)

5.3.2 ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนมี “ทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ” โดยการเปิดโอกาสให้หน่วยงานภาคี/เครือข่าย ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เข้าร่วมสนับสนุนโรงเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น สนับสนุนด้านวิชาการ สนับสนุนให้สถานที่ในการฝึกปฏิบัติงาน อบรมและดูงาน สนับสนุนด้านงบประมาณ และสนับสนุนด้านทรัพยากรบุคคล (เช่น อาสาสมัครจิตอาสา) จัดอบรมและสนับสนุนเงินกู้ให้กับนักเรียนสำหรับทำธุรกิจระหว่างการเรียน ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติงาน ฝึกอบรม และดูงานในหน่วยงานต่าง ๆ จัดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติงานในชุมชน เพื่อให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับครอบครัวในชุมชนบ้านเกิด และมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน และจัดตั้งวิสาหกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise) ของโรงเรียน ซึ่งมีหลากหลาย อาทิ ธุรกิจการเกษตร เช่น ปลูกผักสวนครัว เพาะเห็ด ปลูกเมล่อน เลี้ยงไก่ และเลี้ยงแพะ ธุรกิจอาหาร เช่น ทำเบเกอรี่ ไอศกรีม และแปรรูปเห็ด ธุรกิจซื้อขายไป ธุรกิจการผลิตไบโอดีเซล ธุรกิจกรีนเสื้อและแก้วกาแฟ ธุรกิจผลิตไฟฉายด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และธุรกิจผลิตกระดาษจากเศษพืชผัก เป็นต้น

5.3.3 ส่งเสริมนักเรียนให้มีทักษะความเป็นผู้นำ โดยสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการและดำเนินงานของโรงเรียน เช่น การต้อนรับและเป็นผู้ชี้แจงแก่ผู้มาเยี่ยมชมโรงเรียน การจัดซื้อและตรวจสอบ การดูแลนักเรียน การคัดเลือกนักเรียนและครู รวมถึงการประเมินผลครู

5.3.4 ส่งเสริมและสนับสนุนโรงเรียนให้เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ผู้ปกครองและชาวบ้านในชุมชนรอบโรงเรียน และเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาคุณภาพชีวิต พัฒนาการศึกษาและรายได้โดยมีโรงเรียนและนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (School-BIRD)

1) ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ปกครองทำธุรกิจ โดยจัดอบรมและสนับสนุนเงินกู้สำหรับทำธุรกิจให้แก่ผู้ปกครอง

2) ส่งเสริมและสนับสนุนการร่วมช่วยเหลือโรงเรียนและหมู่บ้านให้มีกิจกรรมสร้างรายได้ในเชิงวิสาหกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise) ของตนเองและช่วยให้โรงเรียนเหล่านั้นเป็นแหล่ง



เรียนรู้ตลอดชีวิตของทุกคนในชุมชนและเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาชุมชน (โดยร่วมมือกับภาคธุรกิจ เอกชน)

#### 5.4 เป้าหมายสถานศึกษา

เป้าหมายสถานศึกษาของโรงเรียนมีชัยพัฒนาได้มีการกำหนดให้สอดคล้องกับกลยุทธ์สถานศึกษา 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

5.4.1 เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเป็น “คนดี” ที่มีทักษะชีวิตและอาชีพสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 คือ

- 1) เตรียมคนดีสู่สังคม
- 2) ส่งเสริมการคิดแบบสร้างสรรค์และมินวัตกรรม
- 3) สร้างคนให้สอดคล้องกับศักยภาพและความเหมาะสมของนักเรียน
- 4) ผลิตคนให้สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและประเทศ
- 5) ปรับหลักคิดของนักเรียน โดยยึดหลัก คือ มีวินัย ซื่อสัตย์สุจริต โอบอ้อมอารี

เอื้อเพื่อแบ่งปัน มีสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคมและมีจิตสาธารณะ

6) ส่งเสริมให้นักเรียนทำธุรกิจแบบแบ่งปันเป็นและมีระบบการบริหารจัดการด้วยตนเอง

7) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล การดำเนินชีวิตเป็น ใช้จ่ายเงินเป็น

5.4.2 ยกระดับคุณภาพการศึกษา โดยมีโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตของทุกคนในชุมชน และเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและรายได้

5.4.3 ช่วยเหลือสมาชิกในชุมชนรอบ ๆ โรงเรียนให้มีคุณภาพชีวิต มีรายได้ที่ดีขึ้น และสามารถพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน และลดการทิ้งบ้านเกิด

5.4.4 ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงในโลกปัจจุบัน โดยเปิดโอกาส ให้ภาคี และภาคส่วนต่าง ๆ ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการสนับสนุนโรงเรียนในด้านต่าง ๆ

5.4.5 ผู้เรียนมีความสุข มีความคิดริเริ่ม และมีความสามารถในการแสวงหาคำตอบ

5.4.6 ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและจบหลักสูตรสถานศึกษาตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

5.4.7 ผู้เรียนรู้จักเคารพสิทธิผู้อื่น และส่งเสริมความเสมอภาค

5.4.8 ผู้เรียนมีสุขภาพะด้านร่างกาย สังคม อารมณ์ สติปัญญาสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างมีความสุข โดยยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล

5.4.9 สถานศึกษามีการดำเนินการตามวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายที่กำหนดชัดเจน

5.4.10 สถานศึกษามีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่เอื้อประโยชน์ต่อชุมชน

- 5.4.11 มีการส่งเสริมพัฒนาบุคลากรเพื่อเข้ารับการอบรม พัฒนาวิชาชีพอย่าสม่ำเสมอ
- 12) ครูจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบริหารจัดการชั้นเรียนเชิงบวก
- 5.4.12 พัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับผู้เรียน
- 5.4.13 รุ้มีการวัดและประเมินผู้เรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา
- โดยสรุป โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ครอบคลุม (1) ประวัติโรงเรียน (2) วิสัยทัศน์ (3) พันธกิจ และ (4) เป้าหมายสถานศึกษา

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครอบคลุม (1) งานวิจัยในประเทศ (2) งานวิจัยต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

### 6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในประเทศ มีดังนี้

ภัสสร ดิตมา (2558) ได้วิจัยศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียน จำนวน 48 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ที่ได้จากการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education (2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ (3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ ของชิ้นงานนักเรียน (4) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มสูงขึ้น

น้ำฝน คูเจริญไพศาล, กนกวรรณ ผิวเหมาะ, บุษพร โนนเป็อย และ ปรญา เหลืองแดง. (2559) ได้วิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยเน้นกระบวนการคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนวัดทองศาลางาม กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ( $X = 4.28$ ,  $S.D. = 0.40$ ) (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง สารละลายกรด-เบสฯ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ( $X = 4.54$ ,  $S.D. = 0.76$ )

น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และ ลลิตา มาเอี่ยม (2560) ได้วิจัยการวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุง คุณภาพน้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนน้ำมุด จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (2) แบบ ประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการสร้าง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์ก้างหันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์ก้างหันแบ่งปันความรู้ โดยผลการประเมินคุณภาพ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (2) ผลการ เรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

รักษ์ศิริ จิตอารี (2560) ได้วิจัยการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้าง ความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า (1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่ง ต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ชั้น (2) ผลการ ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.21, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.55) (3) ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่านักเรียนที่มีคะแนน เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกเป็นรายด้าน ด้านระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการใช้ประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป จากงานวิจัยในประเทศทั้ง 4 เรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนตาม แนวทางสะเต็มศึกษา ได้ผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้า ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ใน ระดับมาก

## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ มีดังนี้

Brown, Brown, Reardon, & Merrill (2011) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการรับรู้เรื่อง สะเต็ม โดยให้นักศึกษาที่ศึกษาในโปรแกรมการศึกษาสะเต็มและผู้นำทางด้านการศึกษาสะเต็ม (STEM Education and Leadership program) ของมหาวิทยาลัยรัฐอินเดียนา จำนวน 29 คนสัมภาษณ์ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และผู้บริหาร จำนวนมากกว่า 200 คน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นเรื่องการจัดการศึกษาสะเต็ม ผลการศึกษาพบว่า (1) คำว่าสะเต็มศึกษา ยังเป็นคำที่มีความคลุมเครือ ซึ่งการศึกษานี้ชี้ว่า ผู้บริหารน้อยกว่าครึ่งหนึ่งเข้าใจ หรือสามารถอธิบายแนวคิดสะเต็มได้ และครูที่สอนสะเต็มมีความเข้าใจในคำนี้ในระดับที่แตกต่างกัน (2) ถึงแม้ว่าครู และผู้บริหารตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็ม แต่แนวทางการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มยังไม่ชัดเจน และ 3) โรงเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ขาดการทำงานแบบร่วมมือ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังไม่มีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ต้องอาศัยการทำงานแบบร่วมมือ ซึ่งผลการสำรวจชี้ว่า 90% ของผู้เข้าร่วมวิจัยไม่มีการทำงานร่วมมือกับเพื่อนครูที่สอนวิชาที่เกี่ยวข้องสะเต็ม

Goodpaster, Adedokun, & Weaver (2012) ทำวิจัย เรื่อง การรับรู้ของครูในเรื่องการจัดการเรียนการสอนสะเต็มในชนบท การดูแลและรักษาครูที่สอนในชนบท งานวิจัยเชิงคุณภาพเป็นการวิจัยแนวปรากฏการณ์วิทยาที่ศึกษาประสบการณ์ชีวิตของครูที่สอนสะเต็มในชนบท โดยศึกษาการรับรู้ของครูในเรื่องข้อดีและประเด็นที่ท้าทายที่พบในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนชนบทและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นครูประจำการที่สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 6 คน ที่ทำงานในพื้นที่ชนบทของรัฐอินเดียนา เก็บข้อมูลโดยใช้การสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า ปฏิสัมพันธ์ในชุมชน การพัฒนาวิชาชีพครูและโครงสร้างของโรงเรียนชนบท เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับการดูแลและรักษาครู และปัจจัยเหล่านี้ส่งผลทั้งทางบวกและลบ

Adam, Miller, Saul & Pegg (2014) ทำวิจัยเรื่อง การส่งเสริมนักศึกษาครูที่สอนระดับประถมศึกษาให้มีความสามารถในการสอนสะเต็มศึกษาผ่านการสอนแบบการศึกษาอิงสถานที่(หรือจะใช้แหล่งเรียนรู้) และประสบการณ์การเรียนรู้ การวิจัยเชิงคุณภาพนี้เป็นศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมการจัดการศึกษาสำหรับครูที่ใช้การสอนแบบการศึกษาอิงสถานที่ที่บูรณาการเข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษา เพื่อส่งเสริมการพัฒนาของครูระดับประถมศึกษาให้เป็นครูสะเต็มศึกษา ผู้ร่วมวิจัยเป็นครูฝึกสอนระดับประถมศึกษาจำนวน 50 คน ที่เข้าร่วมในโปรแกรมบลิอิกิวิวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษาในปี การศึกษา 2012 ช่วงภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสนทนากลุ่มของครูฝึกสอนระดับประถมศึกษาจำนวน 2 ครั้ง บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ แบบบันทึกการสังเกตการสอน บทเรียนสะเต็ม รวมทั้งเอกสารในวิชา เช่นแผนการจัดการเรียนรู้ ผลงานเด็กที่ได้มาจากการฝึกสอนของครูฝึกสอน เพื่อใช้ศึกษาความรู้ของครูฝึกสอนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการมีส่วนร่วม

การวางแผน การจัดการเรียนการสอนผ่านการสอนสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับการสอนแบบการศึกษาอิงสถานที่ ผลการวิจัยพบว่าประสบการณ์การเรียนรู้และการสอนสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับการสอนแบบการศึกษาอิงสถานที่ส่งผลทางบวกต่อความเข้าใจของครูฝึกสอนในเรื่องการสอน ความสามารถในการรับรู้ และการออกแบบและใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับการศึกษาอิงสถานที่

Haden, Jant, Hoffman, Marcus, Geddes & Gaskins (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการสนทนาภายในครอบครัวและการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ของเด็กผ่านการใช้พิพิธภัณฑเด็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมการศึกษาของทางพิพิธภัณฑที่ส่งเสริมการสนทนาภายในครอบครัวและการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของเด็ก กลุ่มตัวอย่าง คือ ครอบครัวจำนวน 130 ครอบครัวที่มีเด็กอยู่ในช่วงอายุเฉลี่ย 6.42 ปี ที่เข้าร่วมเรียนรู้ในนิทรรศการที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ และแต่ละกลุ่มได้รับข้อชี้แจงเกี่ยวกับหลักวิศวกรรมและลักษณะการใช้คำถามที่แตกต่างกัน สถานการณ์โดยก่อนที่จะเริ่มสร้างสิ่งก่อสร้างผลการวิจัยพบว่า ครอบครัวที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการแนะนำการใช้รูปแบบการสนทนา มีการใช้คำถามที่ขึ้นต้นด้วย WH Question มากขึ้นเป็นสองเท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการแนะนำให้สนทนาในรูปแบบข้างต้น นอกจากนี้พบว่าการให้คำสั่ง เรื่องการก่อสร้างช่วยเพิ่มพูนการพูดคุยของผู้ปกครองและเด็กที่สะท้อนถึงสะเต็มศึกษา

โดยสรุป จากงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทั้ง 4 คน มีผลการศึกษาดังนี้ 1) ผลการศึกษาของ Brown, Brown, Reardon, & Merrill (2011) พบว่า (1) คำว่าสะเต็มศึกษา ยังเป็นคำที่มีความคลุมเครือ (2) ถึงแม้ว่าครูและผู้บริหารตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็มแต่แนวทางการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มยังไม่ชัดเจน และ 3) โรงเรียนส่วนใหญ่ยังขาดการทำงานแบบร่วมมือ ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่มีการทำงานร่วมมือกับเพื่อนครูที่สอนวิชาที่เกี่ยวข้องสะเต็มผลการศึกษาของ Goodpaster, Adedokun, & Weaver (2012) ผลการวิจัยพบว่าปฏิสัมพันธ์ในชุมชนการพัฒนาวิชาชีพครูและโครงสร้างของโรงเรียนชนบท เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับการดูแลและรักษาครู และปัจจัยเหล่านี้ส่งผลทั้งทางบวกและลบ ผลการศึกษาของ Adam, Miller, Saul, & Pegg (2014) ผลการวิจัยพบว่าประสบการณ์การเรียนรู้และการสอนสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับการสอนแบบการศึกษาอิงสถานที่ส่งผลทางบวกต่อความเข้าใจของครูฝึกสอนในเรื่องการสอน ความสามารถในการรับรู้ และการออกแบบและใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับการศึกษาอิงสถานที่ ผลการวิจัยของ Haden, Jant, Hoffman, Marcus, Geddes & Gaskins (2014) ผลการวิจัยพบว่า ครอบครัวที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการแนะนำการใช้รูปแบบการสนทนา มีการใช้คำถามที่ขึ้นต้นด้วย WH Question มากขึ้นเป็นสองเท่า



### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุม (1) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) เก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) วิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง มีนักเรียนจำนวน 82 คน

**1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 -3 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 39 คน วิธีการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

**1.2.1 สุ่มห้องเรียน** ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากจำนวน 3 ห้อง คือ 1 2 และ 3 โดยสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 1 ห้อง ได้นักเรียนแต่ละชั้น 1-3 จำนวน 39 คน

**1.2.2 จำแนกตามผลการเรียน** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 39 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ โดยจำแนกตามผลการเรียนของนักเรียนในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2562 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนดังนี้ คือ ผลการเรียนระดับ 3 และ 4 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนดี ระดับ 2 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนปานกลาง และระดับ 1 และ 0 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนอ่อน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนดีจำนวน 15 คน ปานกลางจำนวน 19 คน และอ่อนจำนวน 5 คน

**1.2.3 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** ได้แก่ การสุ่มอย่างง่ายจับสลากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมนักเรียนที่ใช้แบบทดสอบเดี่ยว จำนวน 3 คน



**1.2.4 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม** โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายจับสลากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน รวมนักเรียนที่ใช้ในการทดสอบแบบกลุ่มจำนวน 6 คน

**1.2.5 ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม** ได้นำนักเรียนจำนวน 30 คน ที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 10 คน ปานกลาง จำนวน 16 คน และอ่อนจำนวน 4 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

**2.1 ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา** กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบชิ้นงานดังนี้

**ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ และเนื้อหาเกี่ยวกับแนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยยึดหลักการผลิตชุดการเรียนแผนจุฬา และการสร้างชุดการเรียนของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 หัวข้อที่ศึกษาและแหล่งศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่มา
<b>1. ชุดการเรียน</b>	
1.1 ความหมายของชุดการเรียน	เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 3) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, น. 91) สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2547, น. 1)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา	แหล่งที่มา
	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551, น. 14-5) สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551, น. 14)
1.2 ความเป็นมาและพัฒนาการของชุดการเรียนรู้	
1.3 คุณค่าของชุดการเรียนรู้	เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 6)
1.4 ประเภทของชุดการเรียนรู้	ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2551, น. 6-7)
1.5 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้	สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551, น. 18)
<b>2. สะเต็มศึกษา</b>	
2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา	Hanover Research (2011, p. 5)
2.2 แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา	พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556)
2.3 แนวคิดของการบูรณาการของสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้	พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556)
2.4 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	Becker & Park (2011) O'Neill, Yamagata & Togioka (2012)
<b>3. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560)</b>	กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 1-8)
<b>4. การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้</b>	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7-20)
<b>5. โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์</b>	
5.1 ประวัติโรงเรียน	โรงเรียนมีชัยพัฒนา (2542)
5.2 วิสัยทัศน์	โรงเรียนมีชัยพัฒนา (2542)
5.3 พันธกิจ	โรงเรียนมีชัยพัฒนา (2542)
5.4 เป้าหมายสถานศึกษา	โรงเรียนมีชัยพัฒนา (2542)
<b>6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
6.1 งานวิจัยในประเทศ	ภัสสร ติดมา (2558) น้ำฝน คูเจริญไพศาล, กนกวรรณ ผิวเหมาะ, บุษพร โนนเปื่อย และ ประยูร เหลืองแดง. (2559)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่มา
	น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และ ลลิตา มาเอี่ยม (2560) รักษศิริ จิตอารี (2560)
6.2 งานวิจัยต่างประเทศ	Brown, Brown, Reardon, & Merrill (2011) Goodpaster, Adedokun, & Weaver (2012) Adam, Miller, Saul, & Pegg (2014) Haden, Jant, Hoffman, Marcus, Geddes & Gaskins (2014)

**ขั้นที่ 2 สร้างชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสื่อชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นแบบหนังสือเอกสาร มีขั้นตอนดังนี้

**2.1 วิเคราะห์ผู้เรียน** โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ได้แก่ อายุ ความรู้เดิม ความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัยของผู้เรียน

ตารางที่ 3.2 ตารางการวิเคราะห์ผู้เรียน

หัวข้อการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
1. อายุ	ระเบียนสะสม	อายุระหว่าง 13-16 ปี
2. ความรู้เดิม	ระเบียนสะสม	ผ่านการศึกษาวิชาโครงงาน วิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง
3. ความต้องการ	จากการสังเกตและสอบถาม	มีความต้องการเรียนรู้ STEM Education
4. ความสนใจ	จากการสังเกตและสอบถาม	สนใจในการเรียนวิชาโครงงาน วิทยาศาสตร์ STEM Education
5. ลักษณะนิสัย	จากการสังเกต	มีวินัย มีความรับผิดชอบ และรักการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

## 2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหารายวิชา กลุ่มวิชาที่สอน ของโรงเรียน มีชัยพัฒนา อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภท กลุ่มวิชาที่สอน ของโรงเรียนมีชัยพัฒนา อำเภอลำปลายมาศ  
จังหวัดบุรีรัมย์

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ประเภท
①	การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ	พุทธิพิสัย
2	ระบบรดน้ำผักโดยระบบควบคุมสมาร์ตฟาร์ม	พุทธิพิสัย
3	รถวิ่งตามเส้นอัจฉริยะ	พุทธิพิสัย
4	ไฟฉายแผงโซลาร์เซลล์	พุทธิพิสัย

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกหน่วยเนื้อหาเพื่อมาผลิตชุดการเรียนรู้ โดยเลือก  
เจาะจงในหน่วยที่ 1 เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ เพราะเนื้อหาเหมาะสมกับการจัดการเรียนตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษาครบทุกขั้นตอน แล้วทำการสรุปเนื้อหาจัดแบ่งเป็นหัวเรื่องได้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือน

ให้มีการเจริญเติบโต และได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป

เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)

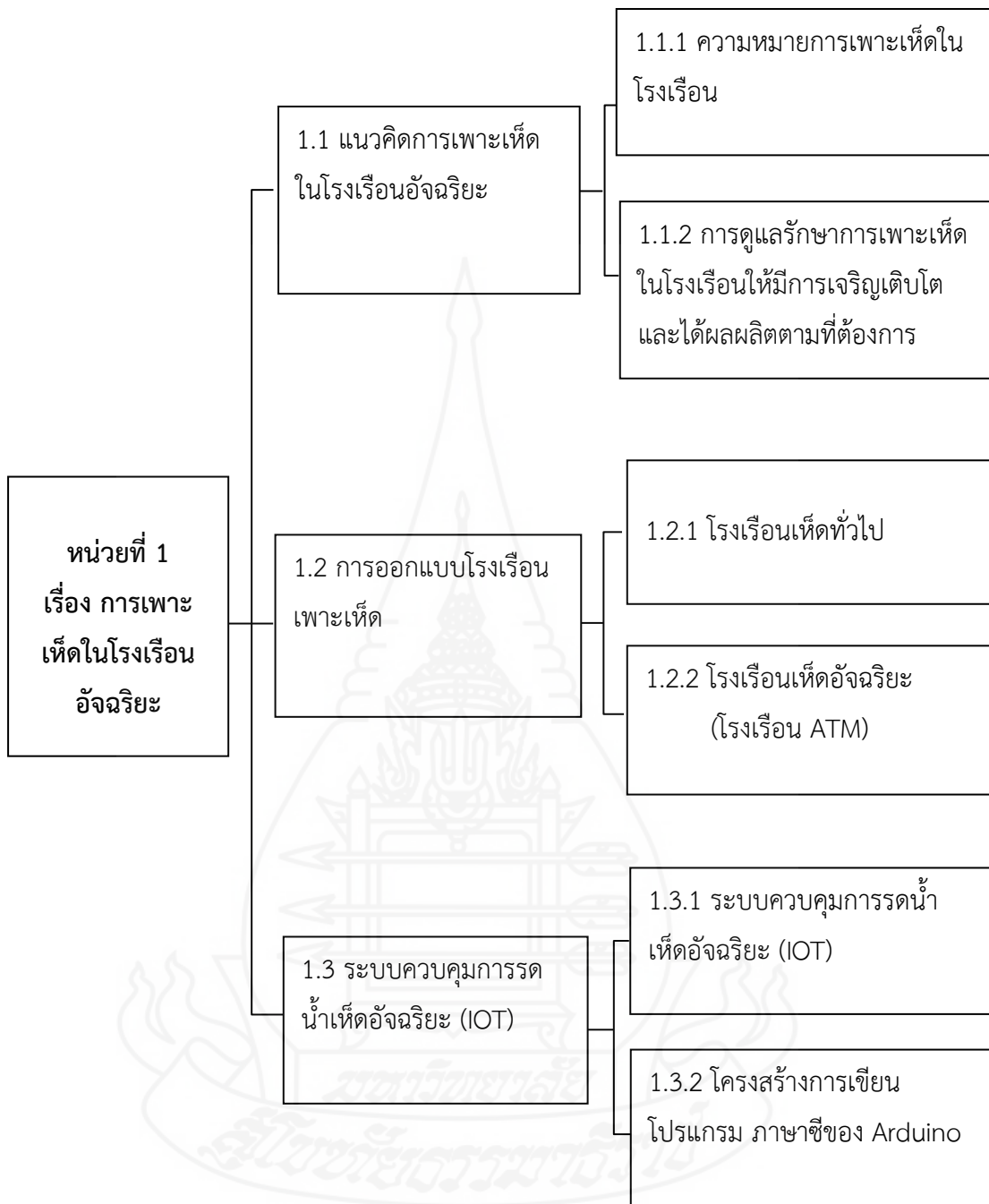
ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ

(IOT)

เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซี

ของ Arduino



ภาพที่ 3.1 แผนผังการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเผาไหม้ในโรงพยาบาลอัจฉริยะ

**2.3 เขียนแผนการเรียนรู้หรือแผนการสอน** ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และการประเมิน รายละเอียดต่าง ๆ แสดงในบทที่ 5 ต้นแบบชิ้นงาน



## 2.4 กำหนดรายละเอียดของชุดการเรียนรู้ ดังนี้

**2.4.1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้** ประกอบด้วย คำนำ สารบัญ คำอธิบาย รายวิชา วัตถุประสงค์ รายชื่อหน่วยการเรียนรู้ ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ คำแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียน สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม และการจัดห้องเรียน

**2.4.2 รายละเอียดของชุดการเรียนรู้** หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

**2.4.3 คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้** คำนำ สารบัญ ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ การเตรียมตัวของนักเรียน บทบาทของนักเรียน วิธีการใช้คู่มือชุดการเรียนรู้ แนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้

**2.4.4 แบบฝึกปฏิบัติ** คำนำ สารบัญ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกปฏิบัติ เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน และเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

**2.5 ร่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดการเรียนรู้** เพื่อให้ทราบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแต่ละหน้าของชุดการเรียนรู้ เช่น หน้าปก แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน แบบฝึกปฏิบัติ เป็นต้น

### ขั้นที่ 3 พัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ระบุปัญหา (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงาน (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (กระทรวงศึกษาธิการ 2551)

#### 3.1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

(1) ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ได้จากการเรียน STEM Education ในการเรียนที่ผ่านมา และแนวทางการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนาเพิ่มขึ้น

(2) ครูทบทวนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และกิจกรรม STEM Education

(3) ครูชี้แนะประเด็น “การเพาะเห็ดในโรงเรือน” โดยปัจจุบันพบปัญหาการดูแลเห็ดเป็นอย่างมาก เช่น ผลผลิตน้อย การเกิดโรค การกำจัดศัตรูเห็ด รวมไปถึงการศึกษาค้นคว้าที่จัดทำโครงการสิ่งประดิษฐ์ขึ้นเพื่อแก้ปัญหา

#### 3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

(1) นักเรียนดูภาพจากสไลด์คอมพิวเตอร์ “แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน”

(2) นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์ วิธีการเพาะเห็ดในโรงเรือน พร้อมครูอธิบาย การเพาะเห็ดในโรงเรือน ATM เพื่อศึกษาข้อมูลการเกิดปัญหาดังกล่าว และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

(3) แบ่งกลุ่มให้นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยี ในการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

(4) นักเรียนช่วยกันระดมความคิด การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือน ให้มีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

(5) นักเรียนนำเสนอ และอภิปรายร่วมกัน

### 3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

(1) ให้นักเรียนระดมความคิดและออกแบบโรงเรือนเห็ด โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” มาใช้ในการวาดเขียนแผนภาพลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอ

(2) นักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานของเพื่อน และเลือกแบบโรงเรือนที่ต้องการใช้ในการสร้างเป็นโมเดล 3 ชิ้นงาน

(3) ครูนำชม “โรงเรือนเห็ด ATM” ในโรงเรียนมีชัยพัฒนา และอธิบายหลักการออกแบบโรงเรือน พร้อมทั้งการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการดูแลเพาะเห็ดในโรงเรือน

### 3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

(1) แบ่งเป็นนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้นักเรียนสร้างโมเดลจากชิ้นงาน โดยให้อิสระในการหาวัสดุอุปกรณ์มาใช้ในการสร้างโมเดล รวมทั้งการเลือกเครื่องมือช่างมาใช้งาน

(2) ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้น พร้อมทั้งเขียนแผนผังสรุปงานที่จัดทำขึ้น ลงในกระดาษชาร์ต ตามหัวข้อดังนี้ ชิ้นงาน วัตถุประสงค์ วัสดุอุปกรณ์ วิธีดำเนินงาน ปัญหา/อุปสรรค และประโยชน์ที่ได้รับ

(3) ครูสอน เรื่อง “ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดในโรงเรือนทั่วไป”

(4) ครูสอนสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ โดยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้เรียนรู้จากสะเต็มศึกษา พร้อมลงมือปฏิบัติจริง

(5) แบ่งกลุ่มนักเรียน 4 กลุ่ม แล้วแจกอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ

### 3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

(1) ครูแนะนำให้นักเรียนนำไปทดลอง และสร้างเป็นชิ้นงานที่นำไปใช้ได้จริงในโรงเรือน

### 3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน(Presentation)

(1) ให้นักเรียนนำชิ้นงานที่ได้ออกแบบไปนำเสนอ และสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจต่อสาธารณชนในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์

**ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และ (3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผล (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ก) จากการตรวจสอบคุณภาพชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากแบบประเมินชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น พบว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแบบประเมินชุดการเรียนรู้ แสดงในภาคผนวก ข) ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ ดังนี้

**4.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา** ได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ โดยภาพรวมเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

**4.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา** ได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ (1) ควรทำแบบประเมินเป็น Word เพื่อให้ง่ายต่อการประเมิน (2) ตรวจสอบคำภาษาอังกฤษในขั้นตอนดำเนินกิจกรรม (7.2) คำภาษาไทยกับภาษาอังกฤษไม่ตรงกัน (3) ข้อ 7.2 ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา น่าจะเป็นการให้นักเรียนช่วยกันคิดปัญหาการเพาะเห็ดในโรงเรือนว่ามีอะไรบ้าง แล้วครูจึงชี้ประเด็นว่าปัญหามีอะไรบ้าง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิด (4) ในส่วนของการวัดและการประเมิน น่าจะมีแบบประเมินผลงาน แบบประเมินการใช้เทคโนโลยีเพิ่มเติม มากกว่าแบบสังเกตพฤติกรรม (5) แบบทดสอบ น่าจะมีแบบทดสอบที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ตามที่ผู้วิจัยทำ คือแบบ STEM มากกว่าความรู้และความเข้าใจ (ซึ่งส่วนใหญ่แบบทดสอบจะเป็นความรู้ความเข้าใจ)

**4.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผล** โดยภาพรวมวัดผลประเมินผลมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

**ขั้นที่ 5 ปรับปรุงคุณภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** ผู้วิจัยได้ปรับปรุงชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

**5.1 ด้านเทคโนโลยีการศึกษา** ผู้วิจัยได้ปรับแก้ ดังนี้ (1) แบบประเมินใช้โปรแกรม Word (2) ตรวจสอบคำภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ตรงกัน (3) ออกแบบกิจกรรมที่เน้นฝึกผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดเพิ่มมากขึ้น โดยครูชี้ประเด็นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์นั้น ๆ (4) เพิ่มแบบวัดและการประเมินผลงาน/แบบประเมินการใช้เทคโนโลยี (5) เพิ่มแบบทดสอบเน้นให้ผู้เรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.2 ด้านวัดและประเมินผล ผู้วิจัยได้ปรับแก้ ดังนี้ ปรับแก้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 5 ให้ตรงกับวัตถุประสงค์

### ขั้นที่ 6 ทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

6.1 การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปทดลองใช้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม แล้วนำผลการทดสอบที่ได้แต่ละครั้งมาปรับปรุงชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงในภาคผนวก จ)

ขั้นที่ 7 นำชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ นำชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีขั้นตอนการใช้ 5 ขั้นตอน คือ ทดสอบก่อนเรียน นำเข้าสู่บทเรียน ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ สรุป และทดสอบหลังเรียน

### 2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 10 ข้อ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยยึดรูปแบบการเรียนรู้ของเบนจามิน บลูม (Bloom, 1956) ที่ได้รับการปรับปรุงโดยแอนเดอร์สัน และคราธวอล (Anderson and Krathwohl, 2001) มี 6 ชั้น ได้แก่ (1) ความจำ (2) ความเข้าใจ (3) การประยุกต์ (4) การวิเคราะห์ (5) การประเมินค่า และ (6) ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 2 ชั้น คือ ความรู้ในระดับความจำ และความเข้าใจ ดังนี้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชื่อหน่วย	ด้านพุทธิพิสัย						รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	ความคิดสร้างสรรค์	
หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ	6	4	-	-	-	-	10

**ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและตำรา** เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

**ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน** การทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก เพื่อวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน

**ขั้นที่ 4 การสร้างแบบทดสอบ** ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบคู่ขนานชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

**ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ** โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ท่าน โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความถูกต้องของแบบทดสอบต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพอยู่ในภาคผนวก ข)

**ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ** นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (1) มีแบบทดสอบ 1 ข้อ ที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เปลี่ยนข้อความและตัวเลือกใหม่ เพราะไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

**ขั้นที่ 7 ทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบ** นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์มาแล้ว เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบ และนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เพื่อแบ่งกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน (Chung the Fan) คือ ให้ข้อที่ถูกต้องเป็น “1” ข้อที่ผิดเป็น “0” เมื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แล้วต้องเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ผลการวิเคราะห์เป็นรายชื่อของชุดการเรียนรู้ ข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ดังนี้



ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วย	แบบทดสอบ	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
		ที่นำมาใช้ต่ำสุด – สูงสุด	ที่นำมาใช้ต่ำสุด – สูงสุด
หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ด	ก่อนเรียน	0.27 - 0.80	0.27 - 0.73
ในโรงเรียนอัจฉริยะ	หลังเรียน	0.27 - 0.80	0.27 - 0.60

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วย	ค่าความเชื่อมั่น	
	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดใน โรงเรียนอัจฉริยะ	0.73	0.77

**ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์** โดยพิมพ์แบบทดสอบสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัจฉริยะ

**2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัจฉริยะ**

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัจฉริยะ เป็นแบบสอบถาม 2 ตอน คือ (1) ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ และ (2) ตอนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

**ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะถาม** สิ่งที่จะสอบถามมี 2 ด้าน คือ

**1.1 ด้านคุณภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน คำชี้แจง ความน่าสนใจของชุดการเรียนรู้ ภาพประกอบเนื้อหา การตรวจสอบความรู้ความสะดวกในการใช้งาน จำนวนปริมาณเนื้อหา แบบทดสอบหลังเรียน เป็นต้น

**1.2 ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** ได้แก่ นักเรียนเกิดความรับผิดชอบ แผนการสอนช่วยให้ นักเรียนได้เตรียมตัว กิจกรรมระหว่าง

เรียน ทักษะการทำงานเป็นทีม เนื้อหาที่มีความชัดเจน ความรู้ที่ได้รับ มีความมั่นใจ กล้าแสดงออก มีความกระตือรือร้น ความต้องการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นต้น

**ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสาร และตำราเกี่ยวข้อง** กับการสร้างแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

**ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม** มี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ของ ริกเกอร์ (Likert Rating Scale)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

**ขั้นที่ 4 สร้างแบบสอบถาม** แบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 20 ข้อ และ แบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ของ ริกเกอร์ (Likert Rating Scale) ในแต่ละคำถามมีน้ำหนักคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

ระดับคะแนน	การแปลความหมายความคิดเห็น
5	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	เห็นด้วยระดับมาก
3	เห็นด้วยระดับปานกลาง
2	เห็นด้วยระดับน้อย
1	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

**ขั้นที่ 5 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ** โดยนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จและผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา 1 ท่าน ตรวจสอบข้อคำถามว่า ครอบคลุม วัตถุประสงค์หรือสิ่งที่จะประเมินผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า แบบสอบถามความคิดเห็นอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้ได้ (รายละเอียดแบบประเมินแสดงในภาคผนวก ข)

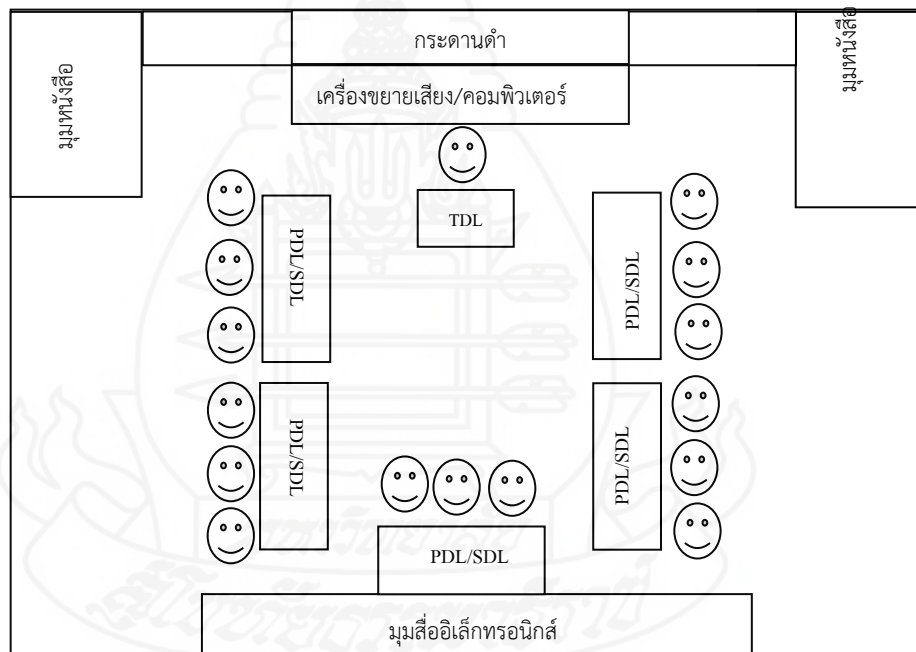
**ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบสอบถามและปรับปรุง** นำแบบสอบถามตามที่ปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน โดยการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าเข้าใจในคำถามและภาษาที่ใช้เป็นอย่างดี

**ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์** ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ (รายละเอียดของแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ข)

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ในการวิจัย (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ และ (3) ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียน

**3.1 การเตรียมสถานที่ในการวิจัย** การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่ที่โรงเรียนมีชัยพัฒนา ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ อาคารวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการจัดห้องเรียนดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนผังการจัดห้องเรียน (ห้องวิทยาศาสตร์)

**3.2 วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ** ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะไปทดสอบประสิทธิภาพ ในชั้นทดลองใช้ 3 ชั้นตอน ตามวันและเวลา ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงวันและเวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

แบบทดสอบประสิทธิภาพ	วัน/เดือน/ปี	เวลา
แบบเดี่ยว	13 สิงหาคม 2563	09.00 – 12.00 น.
แบบกลุ่ม	21 สิงหาคม 2563	09.00 – 12.00 น.
แบบภาคสนาม	27 สิงหาคม 2563	09.00 – 12.00 น.

### 3.3 ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

**3.3.1 การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน** ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะทำการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการอธิบายขั้นตอนวิธีการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การฝึกทักษะการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รู้จักอุปกรณ์ในการสร้างระบบควบคุมการรดน้ำ การออกแบบโรงเรือนโดยสร้างโมเดล โดยศึกษาข้อมูลจากชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นต้น

**3.3.2 ขั้นตอนก่อนใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ** ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังนี้

1) กำหนดชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยการกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อ 1 ชุดการเรียนรู้

2) ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และมีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ พร้อมทั้งแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ แจกคู่มือการเรียนรู้ และแบบฝึกปฏิบัติให้กับนักเรียน

**3.3.3 ขั้นตอนการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ** แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ และการรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	การรวบรวมข้อมูล
ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทำแบบทดสอบ	แบบทดสอบก่อนเรียนและนำมาทดสอบค่าที่
ขั้นที่ 2 ศึกษาบทเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	-
ขั้นที่ 3 ทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยนักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติท้ายบทเรียนและตรวจคำตอบ	ตรวจคะแนนเพื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพ $E_1$
ขั้นที่ 4 ประเมินหลังเรียนของนักเรียนหลังจากทำกิจกรรมระหว่างเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยการทำแบบทดสอบ	แบบทดสอบหลังเรียน และนำมาหาค่าประสิทธิภาพ $E_2$ และการทดสอบค่าที่

### 3.3.4 การเก็บข้อมูลจากการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

(1) เก็บข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (2) การสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และ (3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในภาคสนาม

1) การเก็บข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการทำกิจกรรมระหว่างเรียน จากการใช้ชุดการเรียนรู้ ในการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

2) การสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มจากชุดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน 3 คน ในการทดสอบแบบเดี่ยว แล้วนำมาปรับปรุง และการทดสอบแบบกลุ่ม 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุง (รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ฉ)

3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามด้วยตนเอง และได้รับแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์จากนักเรียนกลับคืนมาจำนวน 30 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

**4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ** การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556.)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้  $E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้  $E_2$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มี 3 เกณฑ์ คือ (1) เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด +2.5% และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด -2.5%

**4.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ** เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ

หลังเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างใน Glass, V. and Hopkins, Kenneth D., 1978, pp. 217-220) แล้วนำมาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที่

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, \text{ เมื่อ } df = n - 1$$

เมื่อกำหนดให้ t	คือ	ค่านัยสำคัญ
D	คือ	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน
n	คือ	จำนวนนักเรียน
$\sum D$	คือ	ผลรวมความแตกต่างของคะแนน
$\sum D^2$	คือ	ผลรวมความแตกต่างของคะแนนยกกำลังสอง

#### 4.3 วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียน

โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $Mean - \bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation - S.D.) (Best, John W. and Kahn, James V., 1986, pp. 181-182)

การหาค่าคะแนนเฉลี่ย  $\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$

เมื่อกำหนดให้ $\bar{X}$	คือ	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
f	คือ	จำนวนผู้เรียนที่ตอบคำถามในแต่ละข้อคำถาม
n	คือ	จำนวนคะแนนหรือจำนวนตัวอย่าง
x	คือ	คะแนน

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวคิดของ ริคเกอร์ (Likert Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 - 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 - 4.49	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 - 3.49	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 - 2.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation - S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้ (Lefferty, Peter and Rowe, Julain, 1995, pp. 561-562)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อกำหนดให้ S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$n \sum X^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน
$(\sum X)^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
n	คือ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ มีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

#### ตอนที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ มี 3 ขั้นตอน คือ การทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.1 - 4.4

1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวโดยคละกัน ระหว่างนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และ อ่อน 1 คน รวมทั้งหมดมี 3 คน โดยใช้สูตรหาการหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3)

ทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (E <sub>1</sub> )	ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน (E <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>
แบบเดี่ยว	78.89	80.00	78.89/80.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบเดี่ยว การทดสอบผลประสิทธิภาพ ได้แก่  $E_1/E_2 = 78.89/80.00$  ซึ่งค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์ (รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ฉ) หลังจากสัมภาษณ์แล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 สรุปการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในการทดสอบแบบเดี่ยว

สัมภาษณ์	ปรับปรุง
1. ปริมาณด้านเนื้อหาเยอะเกินไป	1. ลดปริมาณเนื้อหาลง
2. เพิ่มสีสันของภาพประกอบ	2. เพิ่มเติมภาพที่มีสีสันน่าสนใจ
3. คำอธิบายไม่ชัดเจน	3. ปรับคำอธิบายให้ชัดเจน เข้าใจง่ายขึ้น

1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม โดยคละกัน ระหว่างนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และ อ่อน 2 คน รวมทั้งหมดมี 6 คน โดยใช้สูตรหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.3



ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบกลุ่ม ( $n = 6$ )

ทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน ( $E_1$ )	ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )	$E_1/E_2$
แบบกลุ่ม	79.44	81.67	79.44/81.67

จากตารางที่ 4.3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบกลุ่มมีค่าการทดสอบผลประสิทธิภาพ ได้แก่  $E_1/E_2 = 79.44/81.67$  ซึ่งค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 6 คน (รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ฉ) หลังจากสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนมาปรับปรุง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 สรุปการปรับปรุงชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบกลุ่ม

สัมภาษณ์	ปรับปรุง
1. เนื้อหามากเกินไป	1. ปรับลดเนื้อหา ใช้เฉพาะเรื่องที่สำคัญ
2. ภาพประกอบน้อยเกินไป	2. ปรับลดเนื้อหาและเพิ่มเติมภาพให้มากขึ้น

1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม คละกันระหว่างนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 14 คน ปานกลาง 12 คน และอ่อน 4 คน รวมทั้งหมด 30 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบภาคสนาม ( $n = 30$ )

ทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน ( $E_1$ )	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )	$E_1/E_2$
แบบภาคสนาม	81.00	82.33	81.00/82.33

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการทดสอบแบบภาคสนาม การทดสอบผลประสิทธิภาพ ได้แก่  $E_1/E_2 = 81.00/82.33$  ซึ่งค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด



ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (n = 30)

หน่วยที่ 1 การ เพาะเห็ดใน โรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวทางสะ เต็มศึกษา	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน		t-test
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
ภาคสนาม	4.63	1.63	8.23	1.41	15.456*

\* P < 0.05 df = 29 t= 1.699\*

จากตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวน 30 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ในการทดลองแบบภาคสนาม (n = 30)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
<b>ด้านคุณภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา</b>				
1	แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4.60	.49	เห็นด้วยมากที่สุด
2	คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางในการเรียน	4.53	.50	เห็นด้วยมากที่สุด
3	จากกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนาน	4.43	.62	เห็นด้วยมาก
4	ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียน	4.60	.49	เห็นด้วยมากที่สุด
5	ภาพประกอบเนื้อหาที่มีความคมชัด	4.40	.61	เห็นด้วยมาก
6	ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของชุดการเรียนด้วยตนเอง	4.37	.60	เห็นด้วยมาก
7	นักเรียนมีความสะดวกในการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.43	.80	เห็นด้วยมาก
8	จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้ามีปริมาณที่เหมาะสม	4.23	.76	เห็นด้วยมาก
9	ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย	4.50	.56	เห็นด้วยมากที่สุด
10	แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง	4.59	.49	เห็นด้วยมากที่สุด
	<b>รวม</b>	<b>4.47</b>	<b>.59</b>	<b>เห็นด้วยมาก</b>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

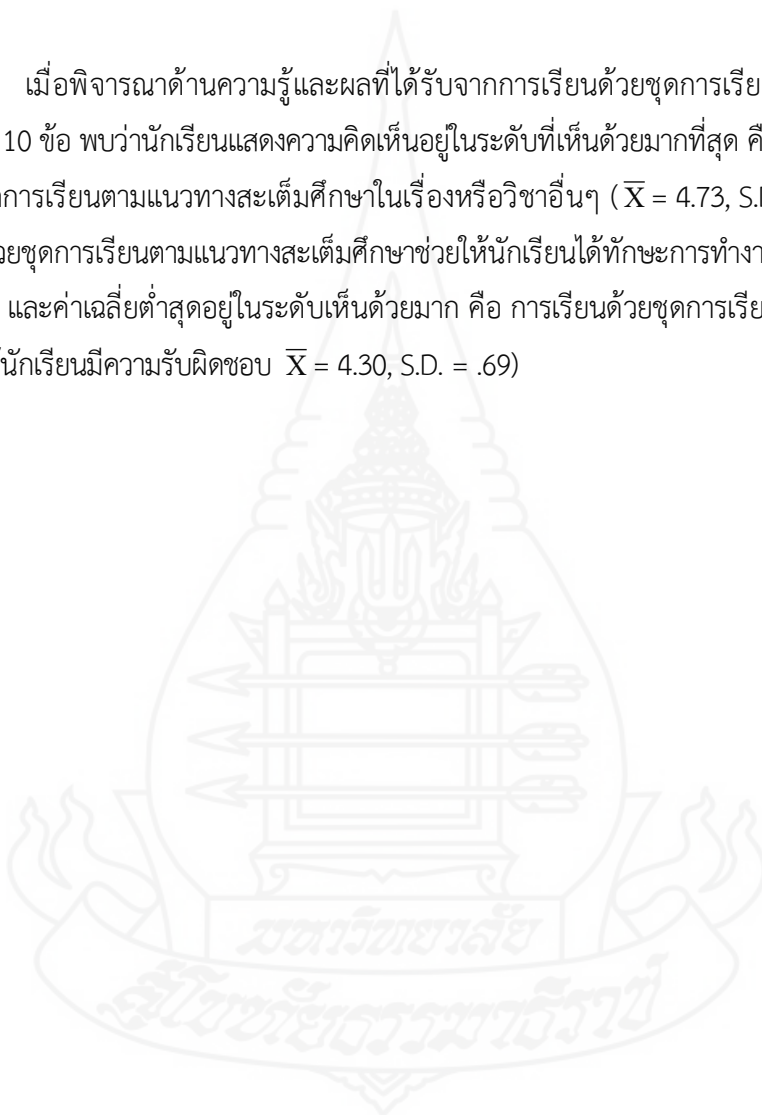
ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
<b>ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา</b>				
11	การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ	4.30	.69	เห็นด้วยมาก
12	แผนการสอนช่วยให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียน	4.37	.75	เห็นด้วยมาก
13	กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดแก้ปัญหา	4.57	.50	เห็นด้วยมากที่สุด
14	การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม	4.67	.47	เห็นด้วยมากที่สุด
15	เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4.53	.62	เห็นด้วยมากที่สุด
16	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มมากขึ้น	4.60	.49	เห็นด้วยมากที่สุด
17	นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	4.60	.61	เห็นด้วยมากที่สุด
18	นักเรียนมีกระตือรือร้นในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น	4.57	.50	เห็นด้วยมากที่สุด
19	นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.40	.76	เห็นด้วยมาก
20	นักเรียนต้องการให้มีการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องหรือวิชาอื่น ๆ	4.73	.44	เห็นด้วยมากที่สุด
<b>รวม</b>		<b>4.53</b>	<b>0.58</b>	<b>เห็นด้วยมากที่สุด</b>
<b>รวมทั้งหมด 20 ข้อ</b>		<b>4.50</b>	<b>.59</b>	<b>เห็นด้วยมากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้านคุณภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวม 10 ข้อ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = .59) และด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวม 10 ข้อ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = .58) โดยภาพรวมทั้ง 2 ด้าน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = .59)



เมื่อพิจารณาด้านคุณภาพของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา 10 ข้อ พบว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับที่เห็นด้วยมากที่สุด คือ แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = .49) รองลงมาคือ ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียน ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = .49) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก คือ จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้า มีปริมาณที่เหมาะสม ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = .76)

เมื่อพิจารณาด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวม 10 ข้อ พบว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับที่เห็นด้วยมากที่สุด คือ นักเรียนต้องการให้มีการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ( $\bar{X} = 4.73$ , S.D. = .44) รองลงมาคือ การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D. = .47) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก คือ การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D. = .69)



## บทที่ 5

### รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน

การวิจัยครั้งนี้เพื่อการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดบุรีรัมย์ รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน มีดังนี้

#### ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้

คำนำ

สารบัญ

คำอธิบายรายวิชา

วัตถุประสงค์

รายชื่อหน่วยการเรียนรู้

ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้

คำแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้

บทบาทของครูและนักเรียน

สิ่งที่ครู นักเรียนต้องเตรียม และการจัดห้องเรียน

#### ภาคที่ 2 รายละเอียดของชุดการเรียนรู้

##### หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

###### ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการ

เจริญเติบโตและได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

###### ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป

เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)

###### ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ

Arduino

# ภาคที่ 1

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



## คำนำ

ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นคู่มือสำหรับการสอนสำหรับครู เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ แล้วเข้าใจ ซึ่งชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้วมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้ผลิตชุดการเรียนหวังว่าคู่มือการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะเป็นประโยชน์ต่อครูเป็นอย่างมาก หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำ ขอน้อมรับเพื่อจะนำมาปรับปรุงพัฒนาต่อไป

กาญจนา อุ่นคำ  
ผู้ผลิต



## สารบัญ

	หน้า
คำอธิบายรายวิชา .....	70
วัตถุประสงค์ .....	71
ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา .....	72
บทบาทของครูและนักเรียน .....	74
แผนผังการจัดห้องเรียน .....	75



## คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา สืบค้นข้อมูล ระดมสมองและสรุปความรู้ เกี่ยวกับความสำคัญของกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบชิ้นงาน โรงเรือนเพาะเห็ดและออกแบบการรดน้ำระบบอัจฉริยะ โดยใช้ วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นและสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ สรุปความรู้เกี่ยวกับ การเขียนชุดคำสั่งภาษา C การใช้บอร์ดArduino Uno R3 ในการสร้างชิ้นงาน โรงเรือนเพาะเห็ดอัจฉริยะ การประเมินประสิทธิภาพ ของชิ้นงาน การออกแบบ การอภิปรายถึงการจะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจริงได้อย่างไรสร้าง ชิ้นงานโดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเรื่องต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต สำรวจ สืบค้น คาคคเน วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และตั้งสมมติฐานแก้ไขปัญหา การประดิษฐ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน การทางเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์วิจารณ์เพื่อให้ เข้าใจในการทำงานมีความคิดสร้างสรรค์ รับคำวิพากษ์วิจารณ์ มีทักษะการแก้ปัญหา มีทักษะการทำงาน ร่วมกัน ทักษะการจัดการทักษะการแสวงหาความรู้ มีลักษณะนิสัยในการทำงาน มีจิตสำนึกในการใช้ พลังงานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

### ผลการเรียนรู้

1. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. มีความรู้การออกแบบเชิงวิศวกรรม และวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
3. มีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาซีและการเขียนCoding ด้วยโปรแกรม Arduino IDE
4. มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย
5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน
6. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย



## วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นมา ความหมายและความสำคัญได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา “การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ” แล้ว นักเรียนสามารถใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบโมเดลโรงเรือนการเพาะเห็ดอัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา “การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ” แล้ว นักเรียนสามารถสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT) ให้ใช้งานได้จริง



## ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่ (1) การแนะนำชุดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบก่อนเรียน (3) บทเรียน (4) แบบทดสอบหลังเรียน และ (5) ข้อมูลผู้จัดทำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. การแนะนำชุดการเรียนรู้

เป็นการแนะนำชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ปก คำอธิบายรายวิชา สารบัญเค้าโครงเนื้อหา แนวคิด วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้

### 2. แบบทดสอบก่อนเรียน

เป็นขั้นตอนการทดสอบก่อนเรียน ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ และบันทึกลงในแบบฝึกปฏิบัติ

#### 1. บทเรียน

รายการสำหรับให้นักเรียนศึกษาบทเรียน ในหน่วยที่ 1 เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ประกอบด้วย เนื้อหา แบบฝึกปฏิบัติ กิจกรรมทำบทเรียน และเฉลย รายละเอียดของบทเรียน มีดังนี้

##### หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

##### ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการ

เจริญเติบโตและได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

##### ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป

เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)

### ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำให้พืชอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการรดน้ำให้พืชอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ Arduino

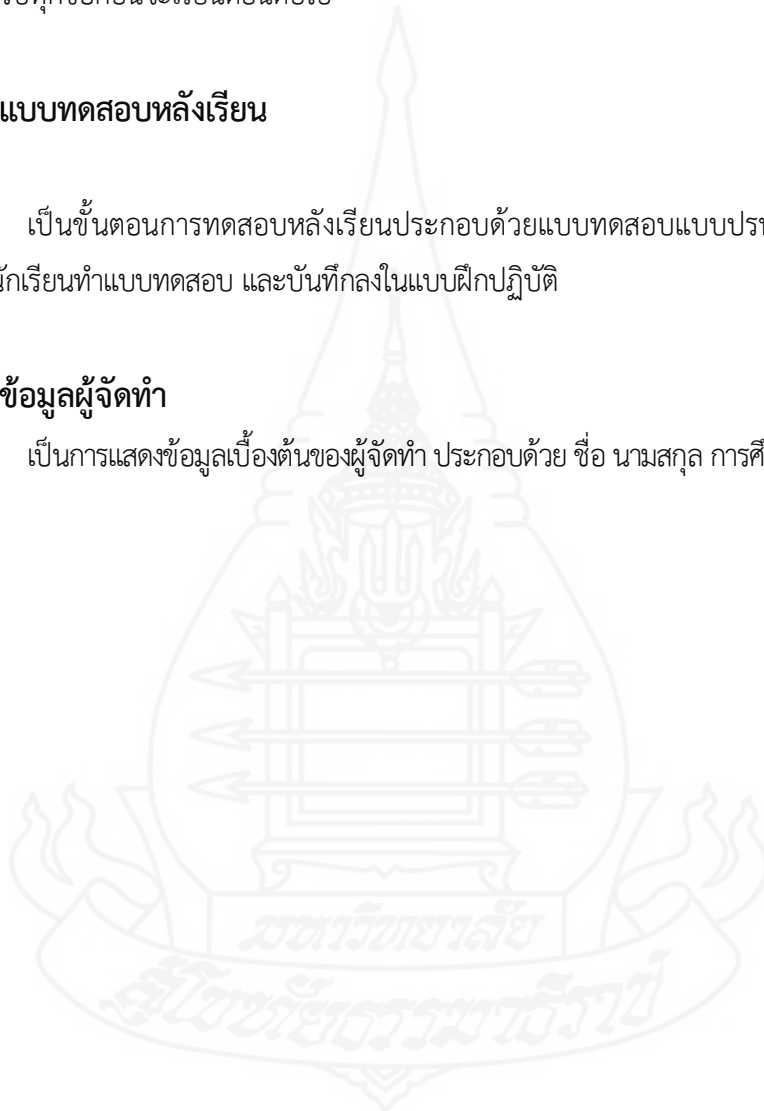
เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาทุกหัวเรื่องในแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ และนักเรียนต้องทำให้ครบทุกข้อก่อนจะเรียนตอนต่อไป

#### 1. แบบทดสอบหลังเรียน

เป็นขั้นตอนการทดสอบหลังเรียนประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ และบันทึกลงในแบบฝึกปฏิบัติ

#### 1. ข้อมูลผู้จัดทำ

เป็นการแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้จัดทำ ประกอบด้วย ชื่อ นามสกุล การศึกษา และการทำงาน



## บทบาทของครูและนักเรียน

### 1. บทบาทของครู

การสอนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้สอนมีบทบาทดังนี้

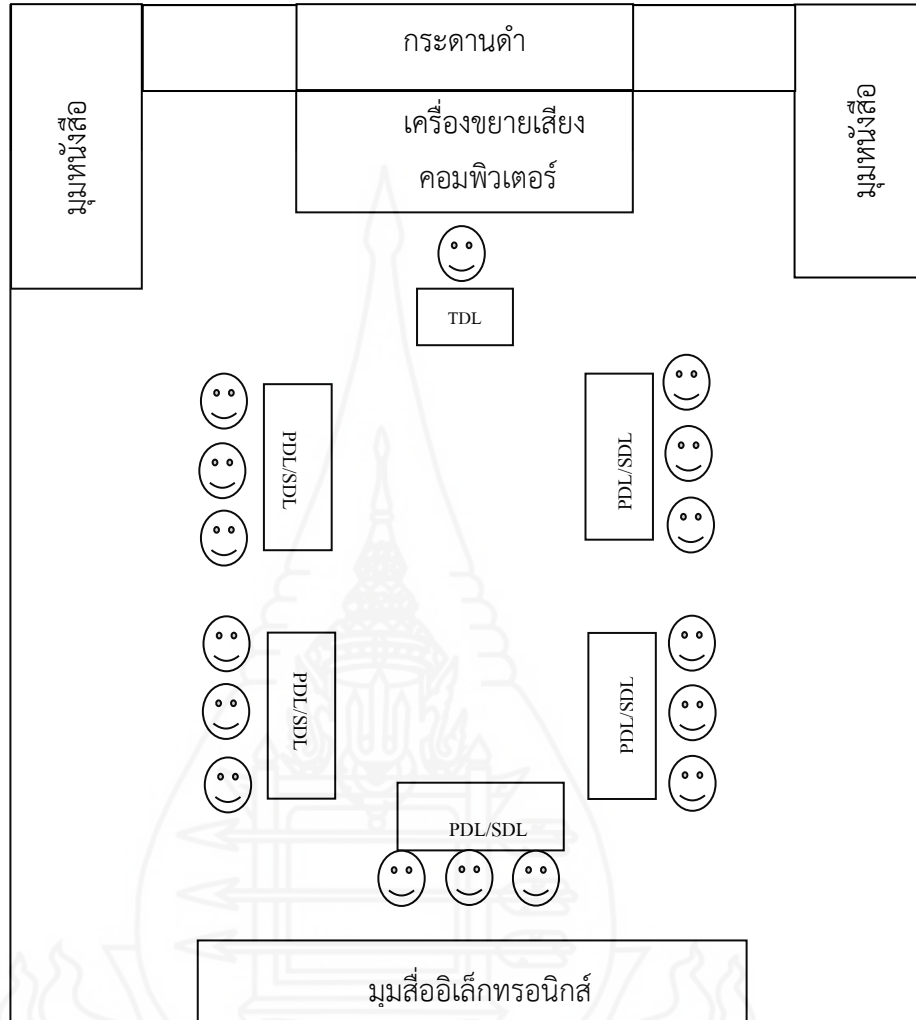
- 1.1 กำกับการเรียนให้นักเรียนเป็นผู้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง
- 1.2 กำกับดูแลการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้
- 1.3 ให้คำแนะนำปรึกษานักเรียน ในกรณีที่นักเรียนมีปัญหาในระหว่างเรียน
- 1.4 ตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
- 1.5 ประเมินผลการเรียนของนักเรียน

### 2. บทบาทของนักเรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ดังนี้

- 2.1 นักเรียนต้องศึกษาเนื้อหาในชุดการเรียนรู้อย่างตั้งใจ
- 2.2 ปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน ด้วยความตั้งใจและทำงานอย่างเต็มความสามารถ
- 2.3 ทำแบบทดสอบ ด้วยความตั้งใจและทำอย่างเต็มความสามารถ
- 2.4 มีความกระตือรือร้นในการเรียนและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
- 2.5 ไม่ควรรบกวนการเรียนของผู้อื่น
- 2.6 หากมีปัญหาให้ขอคำแนะนำจากผู้สอน

### แผนผังห้องเรียนวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 3.2 แผนผังการจัดห้องเรียน (ห้องวิทยาศาสตร์)

## ภาคที่ 2

รายละเอียดของชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา







ชุดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



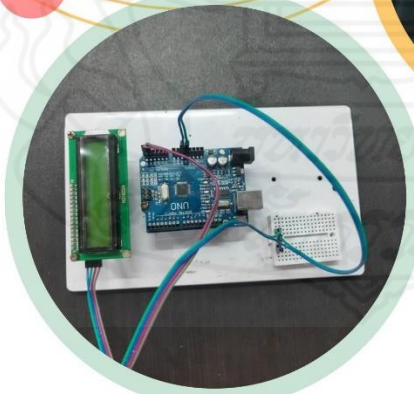
## กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเชื้อในโรงเรือนอัจฉริยะ

S

T

E

M



โรงเรียนมีชัยพัฒนา อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์  
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน



# หน่วยการเรียนรู้ที่ 1



## เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ



### 1. ผลการเรียนรู้

- 1.1 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.2 มีความรู้การออกแบบเชิงวิศวกรรม และวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.3 มีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาซีและการเขียน CODING ด้วยโปรแกรม ARDUINO IDE
- 1.4 มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย
- 1.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน
- 1.6 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 2.1 มีความรู้ความเข้าใจแนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง
- 2.2 ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบโมเดลโรงเรือนการเพาะเห็ดอัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 สามารถสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT) ให้ใช้งานได้จริง
- 2.4 ตระหนักถึงความสำคัญของการเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างถูกต้อง

### 3. ทักษะกระบวนการ

- 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 3.2 ทักษะการคิดเชิงระบบ
- 3.3 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.4 ทักษะการสื่อสาร
- 3.5 ทักษะการคิดสร้างสรรค์
- 3.6 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

### 4.สาระสำคัญ

การเพาะเห็ดในโรงเรือน คือการสร้างอาคารหรือโรงเรือนให้กับเห็ดเพื่อควบคุมปัจจัยที่ส่งผลให้เห็ดมีผลผลิตตามที่ต้องการและการดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการเจริญเติบโตมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ วัสดุเพาะคุณภาพของหัวเชื้อเห็ด ความชื้น อุณหภูมิ แสง อากาศ รวมทั้งการออกแบบโรงเรือน โดยโรงเรือนเพาะเห็ดทั่วไปส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกร ส่วนโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะหรือโรงเรือนเห็ด ATM เป็นการออกแบบโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ด โดยคำนึงถึงความสำคัญของการจัดตั้งโรงเรือนให้ใช้ "พื้นที่น้อย ใช้น้ำน้อย และใช้แรงงานน้อย" โดยมีการออกแบบระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT) และโครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ ARDUINO เพื่อนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ช่วยอำนวยความสะดวกและทันสมัยกับโลกยุคปัจจุบัน

### 5. สาระการเรียนรู้

- 5.1 ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน
  - เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน
  - เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตตามที่ต้องการ
- 5.2 ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด
  - เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป
  - เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)
- 5.3 ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)
  - เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)
  - เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ ARDUINO



## 6. สื่อประกอบการเรียน

- 6.1 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 6.2 ใบกิจกรรมที่ 1 โรงเรือนเพาะเห็ดอัจฉริยะ
- 6.3 ใบกิจกรรมที่ 2 วางแผนออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดและวัสดุอุปกรณ์สร้างโมเดลโรงเรือนเพาะเห็ดอัจฉริยะ
- 6.4 สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการบรรยาย
- 6.5 อุปกรณ์สำหรับสร้างโมเดลโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ
- 6.6 กระดาษชาร์จ กลุ่มละ 1 แผ่น
- 6.7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับออกแบบระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)
- 6.8 วิดีทัศน์ เรื่อง การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือน
- 6.9 วิดีทัศน์ เรื่อง เทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน

## 7. แนวทางในการจัดการเรียนรู้

### 7.1 ขั้นเตรียม

- 1) จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สื่อของจริง ชุดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบประเมิน
- 2) ทดสอบก่อน-หลังเรียน ปรนัย 10 ข้อ
- 3) เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ปรนัย 10 ข้อ

### 7.2 ขั้นดำเนินกิจกรรม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

#### 1. ระบุปัญหา (PROBLEM IDENTIFICATION)

- 1) ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ได้จากการเรียน STEM EDUCATION ในการเรียนที่ผ่านมา และแนวทางการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนาเพิ่มขึ้น
- 2) ครูทบทวนกระบวนออกแบบเชิงวิศวกรรม และกิจกรรม STEM EDUCATION
- 3) ครูชี้้นำประเด็น “การเพาะเห็ดในโรงเรือน” โดยปัจจุบันพบปัญหาการดูแลเห็ดเป็นอย่างมาก เช่น ผลผลิตน้อย การเกิดโรค การกำจัดศัตรูเห็ด รวมไปถึงการศึกษาคณะที่ได้จัดทำโครงการสิ่งประดิษฐ์ขึ้นเพื่อแก้ปัญหา

#### 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (RELATED INFORMATION SEARCH)

- 1) นักเรียนดูภาพจากสไลด์คอมพิวเตอร์ “แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน”
- 2) นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์ วิธีการเพาะเห็ดในโรงเรือน พร้อมครูอธิบายการเพาะเห็ดในโรงเรือน ATM เพื่อศึกษาข้อมูลการเกิดปัญหาดังกล่าว และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
- 3) แบ่งกลุ่มให้นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยี ในการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- 4) นักเรียนช่วยกันระดมความคิดการดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการเจริญเติบโต และได้ผลผลิตตามที่ต้องการ
- 5) นักเรียนนำเสนอ และอภิปรายร่วมกัน

### 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (SOLUTION DESIGN)

- 1) ให้นักเรียนระดมความคิดและออกแบบโรงเรือนเห็ด โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” มาใช้ในการวาดเขียนแผนภาพลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอ
- 2) นักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานของเพื่อนและเลือกแบบโรงเรือนที่ต้องการใช้ในการสร้างเป็นโมเดล 3 ชิ้นงาน
- 3) ครูนำชม “โรงเรือนเห็ด ATM” ในโรงเรียนมีชัยพัฒนาและอธิบายหลักการออกแบบโรงเรือน พร้อมทั้งการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการดูแลเพาะเห็ดในโรงเรือน

4

### 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (PLANNING AND DEVELOPMENT)

- 1) แบ่งเป็นนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้นักเรียนสร้างโมเดลจากชิ้นงาน โดยให้อิสระในการหาวัสดุอุปกรณ์มาใช้ในการสร้างโมเดลรวมทั้งการเลือกเครื่องมือช่างมาใช้งาน
- 2) ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้น พร้อมทั้งเขียนแผนผังสรุปงานที่จัดทำขึ้นลงในกระดาษชาร์ต ตามหัวข้อดังนี้ ชื่องาน วัตถุประสงค์ วัสดุอุปกรณ์ วิธีดำเนินงาน ปัญหา/อุปสรรค และประโยชน์ที่ได้รับ
- 3) ครูสอน เรื่อง “ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดในโรงเรือนทั่วไป”
- 4) ครูสอนสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะโดยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้เรียนรู้จากสะเต็มศึกษาพร้อมลงมือปฏิบัติจริง
- 5) แบ่งกลุ่มนักเรียน 4 กลุ่ม แล้วแจกอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ

### 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงาน (TESTING, EVALUATION AND DESIGN IMPROVEMENT)

- 1) ครูแนะนำให้นักเรียนนำไปทดลอง และสร้างเป็นชิ้นงานที่นำไปใช้ได้จริงในโรงเรือน

### 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (PRESENTATION)

- 1) ให้นักเรียนนำชิ้นงานที่ได้ออกแบบไปนำเสนอ และสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจต่อสาธารณชนในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์

### 8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ	1. ตรวจสอบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2	คะแนน 29- 49 หมายถึง ดี คะแนน 15-28 หมายถึง พอใช้
2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างในการสร้างโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ อย่างถูกต้องและปลอดภัย	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนน 1 – 14 หมายถึง ปรับปรุง ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ พอใช้ ขึ้นไปถือว่าผ่าน
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
4. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
5.ทักษะการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
6. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
7. ทักษะการคิดเชิงระบบ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
8. ทักษะความคิดสร้างสรรค์	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
9. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	

## เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

5

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมในการ สร้างโรงเรียนเทคอัจฉริยะ 1.1 การระบุปัญหา	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของ การสร้างชิ้นงานได้ตรงกับ สถานการณ์ที่กำหนด	ระบุปัญหาและเงื่อนไข ของการสร้างชิ้นงานได้ ตรงกับสถานการณ์ที่ กำหนดบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหาและ เงื่อนไขของการสร้างชิ้นงานได้ ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด บางส่วน
1.2 การรวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้อง กับแนวทางการแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้องครบถ้วน	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้อง กับแนวทางการแก้ปัญหา ได้บางส่วน	ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลที่ สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา
1.3 การออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	ออกแบบชิ้นงานได้ สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหาและเงื่อนไขที่ กำหนด โดยแสดง รายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์	ออกแบบชิ้นงานได้ สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหาและเงื่อนไขที่ กำหนดบางส่วน	ออกแบบชิ้นงานไม่สอดคล้อง กับแนวทางการแก้ปัญหาและ เงื่อนไขที่กำหนด
1.4 การวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	สร้างชิ้นงานโดยมีการ วางแผนในการทำงานและ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสม	สร้างชิ้นงานโดยมีการ วางแผนในการทำงานและ ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตาม ขั้นตอนหรือทำได้บางส่วน	สร้างชิ้นงานโดยไม่มี การวางแผนในการทำงานและ ปฏิบัติตามอย่างไม่เป็นขั้นตอน
1.5 การทดสอบ ปรับปรุง แก้ไขและประเมินผล 1.5.1 การกำหนด ประเด็นในการทดสอบ	กำหนดประเด็นในการ ทดสอบได้สอดคล้องกับ สถานการณ์ที่กำหนด และ บันทึกผลการทดสอบได้ อย่างละเอียดครบถ้วน	กำหนดประเด็นในการ ทดสอบได้สอดคล้องกับ สถานการณ์ที่กำหนด และ บันทึกผลการทดสอบแต่ ไม่ครบถ้วนขาด รายละเอียด	ไม่กำหนดประเด็นในการ ทดสอบ และบันทึกผลการ ทดสอบไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน



## เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

1.5.2 ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้วไม่มีความแตกต่างกัน	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้วแตกต่างกัน 1-3 รายการ	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้วแตกต่างกันมากกว่า 3 รายการ
1.6 การนำเสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม			
1.6.1 การนำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วน	นำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วน มีรายละเอียดขั้นตอนที่ชัดเจน และสมบูรณ์	นำเสนอขั้นตอนการทำงานได้มีรายละเอียดแต่ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถนำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วนตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.6.2 ความชัดเจนและความน่าสนใจในการนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้
2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างโรงเรือนที่อัจฉริยะ ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมกับวัสดุใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานได้
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน			
3.1 ความคงทน แข็งแรงของโรงเรือน	โรงเรือนเกิดความคงทนแข็งแรง	โรงเรือนเกิดความแข็งแรง แต่ไม่คงทน	ไม่มีความคงทน แข็งแรง
3.2 การรับน้ำหนักของโรงเรือน	โรงเรือนหัดรับน้ำหนักได้ดี	โรงเรือนหัดรับน้ำหนักได้ปานกลาง	โรงเรือนหัดรับน้ำหนักไม่ได้
3.3 ขนาดของชิ้นงาน	มีขนาดเท่ากับที่กำหนด	มีขนาดเล็กกว่าที่กำหนด	มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนด
3.4 การใช้งานระบบได้จริง	ระบบที่สร้างขึ้นใช้งานได้จริง	ระบบที่สร้างขึ้นใช้งานได้ 50%	ระบบที่สร้างขึ้นมีการปรับแก้ไขยังใช้งานไม่ได้

**แบบทดสอบก่อนเรียน**  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

7

**คำสั่ง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดย X ข้อที่เลือก (จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน)

1. การเพาะเห็ดในโรงเรือน คืออะไร (1 คะแนน)
  - ก. การเพาะเห็ดโดยใช้โรงเรือน หรือห้องเพาะเห็ด
  - ข. การเพาะเห็ดโดยทำห้องควบคุมให้อุณหภูมิสูงขึ้น
  - ค. การเพาะเห็ดโดยทำโรงเรือนให้ทึบแสงมากที่สุด
  - ง. การสร้างโรงเรือนให้กับเห็ดเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมได้
  
2. ปัจจัยใดที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเห็ด (1 คะแนน)
 

ก. อาหารสำหรับเห็ด	ข. ความชื้นของอากาศ
ค. อุณหภูมิ	ง. ถูกทุกข้อ
  
3. ในโรงเรือนเห็ดควรมีความชื้นส่วนใหญ่ ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ (1 คะแนน)
  - ก. 60 – 65 เปอร์เซ็นต์
  - ข. 65 – 70 เปอร์เซ็นต์
  - ค. 70 – 75 เปอร์เซ็นต์
  - ง. 70 – 80 เปอร์เซ็นต์
  
4. การสร้างโรงเรือนเห็ด ATM ช่วยเกษตรกรด้านใดบ้าง (1 คะแนน)
  - ก. ช่วยลดต้นทุนการผลิต
  - ข. ช่วยประหยัดแรงงาน
  - ค. ช่วยประหยัดพื้นที่การใช้งาน
  - ง. ช่วยเกษตรกรให้ใช้พื้นที่น้อย น้ำน้อย แร่ธาตุน้อย ได้ผลผลิตมาก
  
5. ในกระบวนการหายใจของเห็ด จะปล่อยก๊าซชนิดออกมา (1 คะแนน)
  - ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
  - ข. ก๊าซออกซิเจน
  - ค. ก๊าซไนโตรเจน
  - ง. ก๊าซมีเทน

6. ปัจจัยใดไม่เกี่ยวข้อง กับการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงเรียน (1 คะแนน)

- ก. ที่ดิน ควรไม่เป็นที่น้ำขัง
- ข. ตั้งโรงเรียนให้อยู่ห่างไกลชุมชนมากที่สุด
- ค. ใกล้แหล่งน้ำ เพราะเห็นต้องการความชื้น
- ง. ทิศทางลม ควรสร้างโรงเรียนให้ขนานกับทิศทางลม

7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออะไร (1 คะแนน)

- ก. มีลักษณะคล้ายบัตร ATM
- ข. บอร์ดที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูล
- ค. อุปกรณ์ขนาดใหญ่ คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์
- ง. อุปกรณ์ขนาดเล็กที่รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ตบรรจุไว้ในตัวเดียวกัน คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์

8. จุดเด่นของ ARDUINO คือข้อใด (1 คะแนน)

- ก. ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน
- ข. มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน
- ค. ราคาไม่แพง มี SOURCE CODE และวงจรแจกให้ฟรี
- ง. ถูกทุกข้อ

9. อุปกรณ์ตรวจจับตัวแรกๆที่ติดตั้งเพื่อศึกษา อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น ในโรงเรียนเห็นอัจฉริยะ คืออุปกรณ์ที่เรียกว่าอะไร (1 คะแนน)

- ก. DHT 11
- ข. เซนเซอร์
- ค. RELAY MODULE
- ง. LCD DISPLAY

10. DHT 11 เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในด้านใด (1 คะแนน)

- ก. ใช้เป็นจอแสดงผล
- ข. ใช้ตรวจจับระยะทาง
- ค. ใช้วัดอุณหภูมิโดยรอบ
- ง. ใช้วัดความเข้มของแสง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัจฉริยะ

1. ง 2. ง 3. ง 4. ง 5. ก 6. ข 7. ง 8. ง 9. ข 10. ค

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

9

**S T E M**

ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน

เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการเจริญเติบโตและได้  
ผลผลิตตามที่ต้องการ

ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป

เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)

ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)

เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ ARDUINO



## หน่วยการเรียนรู้ ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

10

### ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน

#### เรื่อง 1.1.1 ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน

การเพาะเห็ดในโรงเรือน คือการสร้างอาคารหรือโรงเรือนให้กับเห็ด ซึ่งเห็ดแต่ละชนิด มีวิธีการเพาะที่ต่างกัน โดยทั่วไปผู้เพาะเห็ดจะนำถุงเชื้อที่ผลิตเอง หรือซื้อนำไปเปิดดอกในโรงเรือน ที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ดังนั้นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดจึงมีความสำคัญในการเพาะเห็ดโดยจะต้องควบคุม สภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เห็ดจึงจะออกดอกและให้ผลผลิตดี จากการศึกษาโรงเรือนเพาะเห็ดที่เกษตรกร ปลุก พบว่ามีหลายขนาดด้วยกัน ขึ้นอยู่กับเหตุผลและแนวคิดของแต่ละคน ผู้สร้างโรงเรือนขนาดใหญ่ ให้เหตุผลว่า ดูแลสะดวก อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีความสม่ำเสมอ มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ส่วนผู้สร้าง โรงเรือนขนาดเล็ก มีเหตุผลสนับสนุนว่า สามารถป้องกันและกำจัดโรค แมลง และไรหรือศัตรูเห็ดได้ดีกว่า ถ้าเกิดการระบาดของโรคและแมลงจะสามารถควบคุมได้ไม่เสียหายทั้งหมด

**โดยสรุป** ความหมายการเพาะเห็ดในโรงเรือน คือการสร้างอาคารหรือโรงเรือนให้กับเห็ดเพื่อ ควบคุมปัจจัยที่ส่งผลให้เห็ดมีผลผลิตตามที่ต้องการ

#### เรื่อง 1.1.2 การดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือนให้มีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตเห็ด ตามที่ต้องการ

ปัจจุบันเห็ดที่นิยมนำมาประกอบอาหาร หรือนิยมรับประทานส่วนใหญ่จะเป็น เห็ดนางฟ้า ซึ่งเป็นเห็ดในสกุลเดียวกับเห็ดนางรมและเห็ดเป๋าฮื้อ มีลักษณะคล้ายเห็ดนางรมแต่ดอกมีสีขาว ถึงน้ำตาลอ่อน หมวกดอกหนาและแน่นกว่าเห็ดนางรมมักเจริญเติบโตอยู่ตามตอไม้ๆในบริเวณที่มีอากาศ ชื้นและเย็นแต่เมื่อนำมาเพาะเห็ดนางฟ้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีและเพาะได้ง่ายให้ผลผลิตเร็ว เห็ดนางฟ้า เจริญเติบโตได้ดีในช่วงหน้าร้อน ประมาณช่วงเดือนมีนาคม - พฤษภาคม ก่อนเห็ดจะมีอายุประมาณ 2-4 เดือน จึงจะหมดอายุ ปัจจัยที่ทำให้เกิดดอกเห็ดนอกเหนือไปจากชนิดวัสดุเพาะความเป็น กรด-ด่าง และคุณภาพของหัวเชื้อเห็ดแล้ว ยังแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความชื้นส่วนใหญ่อยู่ที่ ประมาณ 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตเห็ดตามที่ต้องการ สำนักวิจัยพัฒนา เทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร พุทธศักราช 2558 ชี้ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเห็ด ว่ามีอยู่ 6 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

1. อาหารสำหรับเห็ดมีอาหารแบบแห้งและอาหารแบบเปียก รวมทั้งอาหารเสริมต่าง ๆ
2. ความชื้น เนื่องจากเห็ดเป็นเชื้อราเส้นใยจึงต้องมีความชื้นเข้ามาเกี่ยวข้อง
3. อุณหภูมิ ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดนั้น ๆ
4. อากาศเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากเห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอากาศหายใจ
5. ความเป็นกรดเป็นด่างของอาหารเห็ด
6. แสงมีผลกระทบต่อสีของดอกเห็ด

## ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

### เรื่อง 1.2.1 โรงเรือนเห็ดทั่วไป

โรงเรือนเพาะเห็ดทั่วไปเกษตรกรจะสร้างให้มีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับความต้องการและกำลังความสามารถในการผลิตดอกเห็ด โรงเรือนเพาะเห็ดที่ดีจะต้องมีการเก็บรักษาความชื้นได้ดีมีการระบายอากาศได้ดี มีชั้นวางถาดเห็ดที่พอเหมาะสามารถทำงานได้สะดวกโรงเรือนในการเพาะเห็ดไม่ได้กำหนดกฎเกณฑ์ไว้ตายตัวว่าจะต้องมีลักษณะแบบใด แต่สิ่งสำคัญที่สุดคือจะต้องเก็บรักษาความชื้นได้และสามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก เพราะฉะนั้นขนาดของโรงเรือนขึ้นอยู่กับขนาดของกิจการถ้าเป็นธุรกิจขนาดเล็กอาจจะสร้างโรงเรือนกว้าง 4 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 2.30 เมตร หลังคาหน้าจั่วสูง 3.50 เมตร ก็สามารถเพาะเห็ดได้ โรงเรือนที่เหมาะสมกับการเพาะเห็ดมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) การระบายอากาศในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยเห็ดจะมีการหายใจปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเมื่อมีก๊าซชนิดนี้มาก ๆ จะมีผลต่อผลผลิตและรูปร่างของดอกเห็ดได้โรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการถ่ายเทไม่ดี ผลผลิตจะน้อยลง ดอกเห็ดบิดเบี้ยวดอกมีขนาดเล็ก ดังนั้นโรงเรือนจะต้องจัดให้มีการระบายอากาศทางด้านข้างเพื่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป

2) การเลือกทำเลและที่ตั้งของโรงเรือน ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตและทำให้เห็ดสามารถออกดอกได้ดี ซึ่งมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

- สภาพภูมิอากาศ เห็ดสามารถเพาะเลี้ยงได้ทุกภาคของประเทศไทยแต่จะออกดอกได้ดีเมื่อมีความชื้นสูง และอุณหภูมิจะต้องไม่หนาวเย็นเกินไป
  - ที่ดิน ควรเป็นที่ที่น้ำไม่ท่วมขัง เพราะไม่สะดวกแก่การปฏิบัติดูแลรักษา
  - ใกล้แหล่งน้ำ เพราะในโรงเรือนเห็ดต้องการความชื้น 70 - 80% - ขึ้นไป
- เห็ดจึงจะออกดอกได้ดี ซึ่งการสร้างโรงเรือนใกล้แหล่งน้ำสามารถนำน้ำมาใช้รดเห็ดได้สะดวก น้ำที่ใช้รดเห็ดควรมี PH (ความเป็นกรดด่าง) อยู่ระหว่าง 6.5 - 7.5 สำหรับน้ำประปาไม่ควรใช้รดเห็ดเพราะมีคลอรีนผสมอยู่ถ้าจะใช้ต้องกำจัดคลอรีนออกเสียก่อนโดยการนำน้ำใส่ภาชนะแล้วเปิดฝาดังทิ้งไว้ให้คลอรีนระเหยออก
- ทิศทางลม โรงเรือนควรสร้างขนานกับทิศทางลม เพื่อลดการสูญเสียความชื้น

ภายในโรงเรือน

- การคมนาคมสะดวก เพราะสามารถนำผลผลิตส่งตลาดได้สะดวก

3) การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ด การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ด มีดังนี้

3.1) โรงเรือนเปิดดอก ขนาดของโรงเรือนไม่ได้กำหนดไว้แน่นอนตายตัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของธุรกิจ เช่น อาจสร้างโรงเรือนกว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3.50 เมตร ซึ่งโรงเรือนออกดอกควร มีลักษณะดังนี้

1. วัสดุที่ใช้มุงหลังคาโรงเรือน ควรใช้จากหรือหญ้าคา ส่วนฝาดมุงของโรงเรือนอาจใช้จากหรือหญ้าคาสิ่งสำคัญคือจะต้องเก็บรักษาความชื้นไว้ภายในโรงเรือนได้ดี และสามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก

2. ชั้นวางถาดก้อนเชื้อ ควรใช้ไม้หรือไม้ไผ่ ส่วนลักษณะชั้นวางก้อนเชื้ออาจจะทำเป็นลักษณะคล้ายอัมพรรยาก็ได้โดยชั้นล่างสุดควรอยู่ห่างจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร



และการวางถุงก่อนเชื้อจะวางตะแคงให้ปากถุงหันเข้าในโรงเรือนเพื่อสะดวกในการออกดอก การวางถุงก่อนเชื้อจะวางซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ สูงพอที่จะใช้มือนำเก็บดอกเห็ดได้สะดวก

3. พื้นโรงเรือนออกดอก ควรเป็นพื้นทรายเพราะสามารถดูดเก็บความชื้นได้ดี



ภาพที่ 1 โรงเรือนเห็ดที่หลังคามุงด้วยใบจาก



ภาพที่ 2 โรงเรือนเห็ดมุงหลังคาด้วยใบจาก ด้านข้างและหน้าจั่วใช้ผ้าแสลดำแบบหนา



ภาพที่ 3 โรงเรียนเห็ดที่ใช้หญ้าคามุงทั้งโรงเรียน



ภาพที่ 4 โรงเรียนเห็ดที่มุงหลังคาด้วยหญ้าคา และล้อมโดยใช้พลาสติกอย่างหนา



ภาพที่ 5 โรงเรียนเห็ดที่มุงหลังคากระเบื้อง และผนังเป็นอิฐบล็อกปูน

### เรื่อง 1.2.2 โรงเรือนเห็ดอัญหริยะ (โรงเรือน ATM)

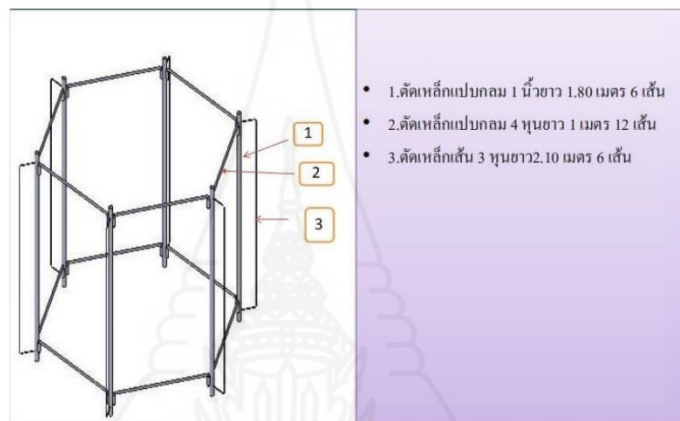
โรงเรือนเห็ดอัญหริยะ(โรงเรือนเห็ด ATM) เป็นการออกแบบโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ด โดยคำนึงถึงความสำคัญของการจัดตั้งโรงเรือนให้ใช้พื้นที่น้อย ใช้น้ำน้อย และใช้แรงงานน้อย แต่ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ และได้พิจารณาปัจจัยที่ต้องการควบคุมในการให้เห็ดออกดอกให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด

#### การสร้างโรงเรือนเห็ดอัญหริยะ มีรายการดังนี้

ที่	รายการ	จำนวน	ราคา	รวม
1.	เหล็กแปป ขนาด 1 1/4*1 1/4	6 เส้น	260	1,560
2.	เหล็กเส้น 4 ทุน	2 เส้น	120	240
3.	บุษประศู 6 ทุน	2 ชุด	40	80
4.	ลวดเชื่อม	1 กล่อง	150	150
5.	ใบตัด 14 นิ้ว	1 ใบ	120	120
6.	ใบเจียร์	1 ใบ	45	45
7.	เคเบิลไหม้ 10 นิ้ว	1 ถุง	120	120
8.	สแตนคำ 80 เบอร์.เซ็นต์	15 เมตร	50	375
9.	เชือกไนล่อน 2.5 มิลลิเมตร	2 ม้วน	120	120
10.	แป้นวางก้อนเห็ด	50 ชิ้น	50	250
11.	ร่มตลาด เบอร์ 50	1 อัน	700	700
12.	กรรไกร/คัตเตอร์	3 อัน	140	140
13.	สิกันสนิม	1 กระป๋อง	500	500
14.	หัวพันหมอก	4 ชุด	80	320
15.	ท่อ PE 6 ทุน	5 เมตร	60	60
16.	กาวทาท่อ	1 กระป๋อง	200	200
17.	บอลวาส้ว 4 ทุน	1 ตัว	12	12
18.	ท่อ PVC 4 ทุน	1 เส้น	45	45
19.	ท่อสามทาง PVC 4 ทุน	1 ตัว	5	5
20.	ข้องอ PVC 4 ทุน	1 ตัว	5	5
รวม				5,167 บาท

### วิธีการสร้างโรงเรือน

- 1) ขนาดของโรงเรือน กว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3.50 เมตร
- 2) วัสดุที่ใช้มุงหลังคาโรงเรือน คือ รมชายหาด หรือรมแม่ค้า ที่สามารถกันแดด กรองแสง และเก็บรักษาความชื้นไว้ภายในโรงเรือนได้ดี และสามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก
- 3) ชั้นวางถ่วงก้อนเชื้อ ใช้เชือกไนล่อนล่อนแขวนตามเหล็กและใส่แทนวางเห็ดเพื่อให้ชั้นก้อนเห็ดไม่ให้ซ้อนทับกันและรับน้ำหนักมากเกินไปโดยชั้นล่างสุดควรอยู่ห่างจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตรและการวางถ่วงก้อนเชื้อจะวางตะแคงให้ปากถ่วงหันเข้าไปในโรงเรือนเพื่อสะดวกในการออกดอก
- 4) พื้นโรงเรือนออกดอก ควรเป็นพื้นทรายเพราะสามารถดูดเก็บความชื้นได้ดี



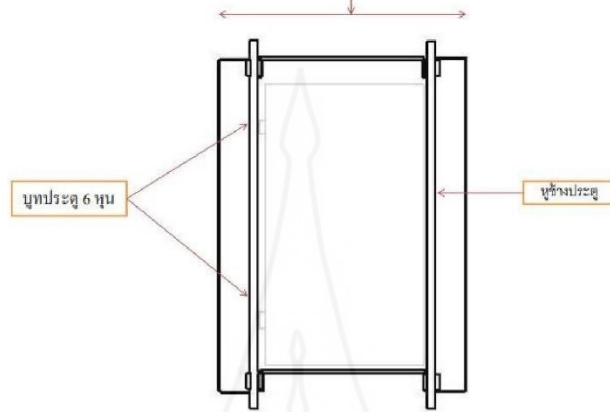
ภาพที่ 6 การสร้างโรงเห็ดอัญฉริยะ (โรงเรือน ATM)



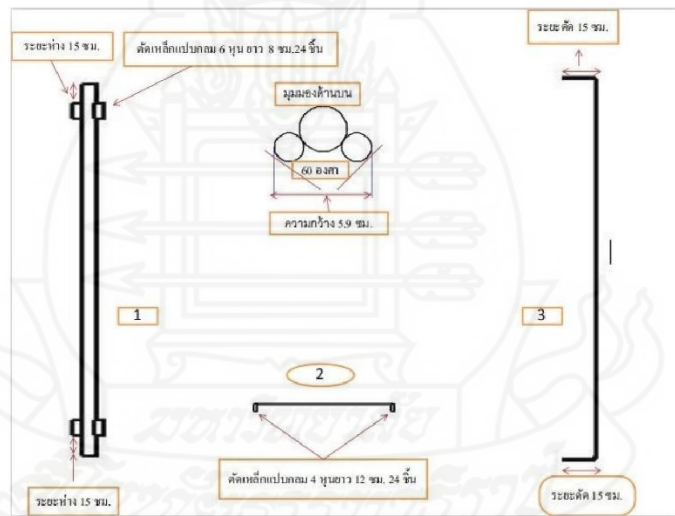
ภาพที่ 7 โครงเหล็กโรงเห็ดอัญฉริยะ (โรงเรือน ATM)



ขนาดประตูกว้าง 88 ซม.สูง 160 ซม.



ภาพที่ 8 ประตูโรงเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)



ภาพที่ 9 ระยะตัดเหล็กโรงเห็ดอัจฉริยะ (โรงเรือน ATM)



ภาพที่ 10 ปูพื้นด้วยอิฐบล็อกเพื่อโครงเหล็กให้โรงเรียนสม้าเสมอและแขวนเชือกเพื่อวางก้อนเห็ด



ภาพที่ 11 นำก้อนเชื้อเห็ดที่สมบูรณ์ใส่ในโรงเรียน



### ตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการร่น้ำที่อัจฉริยะ (IOT)

#### เรื่อง 1.3.1 ระบบควบคุมการร่น้ำที่อัจฉริยะ (IOT)

1. พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออุปกรณ์ขนาดเล็กที่บรรจุความสามารถซึ่งคล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอา ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกันโดยการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

2. รู้จักกับ ARDUINO เป็นภาษา อิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ OPEN SOURCE ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา OPEN SOURCE ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า WIRING แต่เนื่องจากโครงการ WIRING ใช้ AVR เบอร์ ATMEGA 128 ซึ่งมีจำนวนหน่วยความจำและ I/O ค่อนข้างมาก ที่สำคัญคือเป็นชิปที่มีตัวถังแบบ SMD และบอร์ดมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งเป็นอุปสรรคกับผู้ที่เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรใช้งานเอง จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร แต่หลังจากที่ทางทีมงาน ARDUINO นำ SOURCE CODE มาปรับปรุงใหม่ให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็กได้ จึงทำให้ได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น

#### 3. จุดเด่นของ ARDUINO

- ง่ายต่อการเรียนรู้และการใช้งาน
- ราคาไม่แพง เนื่องจากมี SOURCE CODE และวงจรแจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรใช้งานได้เอง
- มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน แต่สามารถนำไปใช้งานกับงานที่มีความซับซ้อนได้และยังสามารถสร้างคำสั่งและ LIBRARY ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานได้ เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นแล้ว
- มีการเปิดเผยวงจรและ SOURCE CODE ทั้งหมด ทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมได้สรุปผลของการทดลองตามความต้องการทั้ง HARDWARE และ SOFTWARE

4. พื้นฐานโปรแกรม ARDUINO IDE บอร์ด ARDUINO นั้นต้องเขียนด้วยโปรแกรม ARDUINO IDE (INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT) ซึ่งตัวโปรแกรมตัวนี้นั้นถูกพัฒนาต่อมาจากโปรแกรม OPEN SOURCE อย่าง PROCESSING และ WIRING นั้นถูกพัฒนาด้วยภาษา JAVA จึงทำให้สามารถงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ WINDOW, LINUX และ MAC OS ได้ตัวโปรแกรม ARDUINO IDE ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายสะดวกและลดความซับซ้อนของการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของภาษา C/C+ ให้ดูเรียบง่าย ไม่ซับซ้อนมีคำสั่งและไลบรารี เตรียมไว้ให้แล้ว ชนิดและประเภทของตัวแปร

- CHAR ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (CHARACTER) ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มได้ 256 ค่า
- INT ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเลขเป็นจำนวนเต็ม (INTEGER) ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มได้ 65536 ค่า
- FLOAT ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเลขทศนิยมแบบ SINGLE PRECISION
- DOUBLE ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นเลขทศนิยมแบบ DOUBLE PRECISION ซึ่ง สามารถเก็บค่าตัวเลขทศนิยมที่มีความละเอียดและถูกต้องของทศนิยมมากกว่าแบบ FLOAT ถึง 2 เท่า
- VOID ใช้เก็บตัวแปรที่ไม่มีค่า

### เรื่อง 1.3.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซีของ ARDUINO

โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของ ARDUINO ภาษาซี ของ ARDUINO จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชันและเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่าโปรแกรมโดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ ARDUINO นั้น ทุกๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชันจำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ SETUP () และ LOOP ()

- HEADER ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ถ้าต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ HEADER ได้แก่ ส่วนที่เป็น COMPILER DIRECTIVE ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม

- SETUP() ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรมถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอเพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียว ตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น

- LOOP() เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเช่นเดียวกับฟังก์ชัน SETUP () โดยฟังก์ชัน LOOP () นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำกันไปไม่รู้จบซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือฟังก์ชัน MAIN () นั่นเอง

อุปกรณ์สำหรับสร้างระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัตโนมัติ มีดังนี้

#### 1. เซนเซอร์ คืออุปกรณ์ตรวจรู้ตัวแรกในระบบการวัด ซึ่งใช้ตรวจจับหรือรับรู้การ

เปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความร้อน แสง สีเสียง ระยะทาง การเคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้เช่นให้สัญญาณออกมาเป็นแบบอนาล็อกสัญญาณแบบดิจิทัล ปัจจัยในการเลือกเซนเซอร์ใช้งานขึ้นอยู่กับปริมาณธรรมชาติของปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่าเป็นสำคัญรวมถึงเรื่องของราคา ความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่จะทำการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นที่ควรพิจารณาอีก เช่น ความเหมาะสมของเซนเซอร์ที่จะนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ

#### 2. DHT11 เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์

ยังสามารถวัดความชื้นได้อีกด้วย มีไลบรารีพร้อมใช้งานกับ ARDUINO สามารถใช้วัดค่าได้เที่ยงตรงกว่า NTC หรือ PTC มาก เพราะให้เอาต์พุตออกมาในรูปแบบของดิจิทัล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

#### 3. RELAY MODULE เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการ

ดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมายโมดูลรีเลย์ 2 ช่อง 5V (2 CHANNEL RELAY MODULE) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (MAXIMUM LOAD) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ ACTIVE LOW, กระแสขับรีเลย์ (DRIVE CURRENT) 15-20mA., มีการออกแบบให้เป็น ISOLATE

ด้วย OPTOCOUPLER, มี LED แสดงสถานะ RELAY สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน PLC CONTROL, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด RASPBERRY PI, ARDUINO, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL LOGIC

**4. LCD DISPLAY จอ LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)** เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่ยิมนำมาใช้งานกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า CHARACTER LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า GRAPHIC LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงานทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น จอ LCD 16X2 CHARACTER ที่นิยมวางจำหน่ายจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ LCD แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน (PARALLEL) และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรม (SERIAL) แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอมักมีลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น

#### 5. วัสดุอุปกรณ์

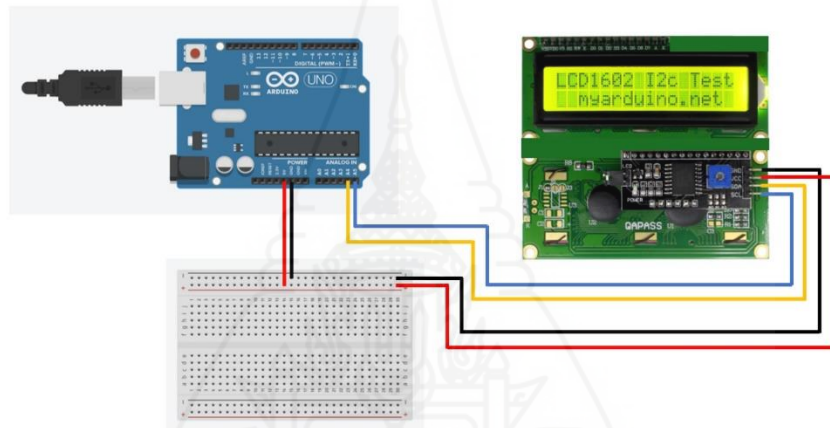
1. ปุ่มพุ่มหมอก GREEN 001
2. สายจี้ม (ผู้,ผู้) และ (ผู้,เมีย)
3. BREAD BOARD
- 4.จอแสดงผล LCD 16\*2
5. ARDUINO UNO R3
6. RELAY MODULE
7. DHT11
8. PCSMALE 5.5\*2.1 มม.
9. ท่อ PE ขนาด 6 มม.
10. หัวพุ่มหมอกขนาด 6 มม.
11. สาย USB ต่อ ARDUINO UNO R3
12. แบตเตอรี่สำรอง
13. ADAPTER 12V 3A

### การออกแบบระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติ

การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับหน้าจอแสดงผล LCD

1. ต่อช่อง SCL ของหน้าจอ LCD เข้ากับช่อง SCL ของบอร์ด ARDUINO UNO R3
2. ต่อช่อง SDA ของหน้าจอ LCD เข้ากับช่อง SDA ของบอร์ด ARDUINO UNO R3
3. ต่อช่อง VCC ของหน้าจอ LCD เข้ากับขั้วบวกของ BREAD BOARD
4. ต่อช่อง GND ของหน้าจอ LCD เข้ากับขั้วลบของ BREAD BOARD
5. ต่อขั้วบวกและขั้วลบของ BREAD BOARD เข้ากับช่อง 5V และช่อง GND

ของบอร์ด ARDUINO UNO R3

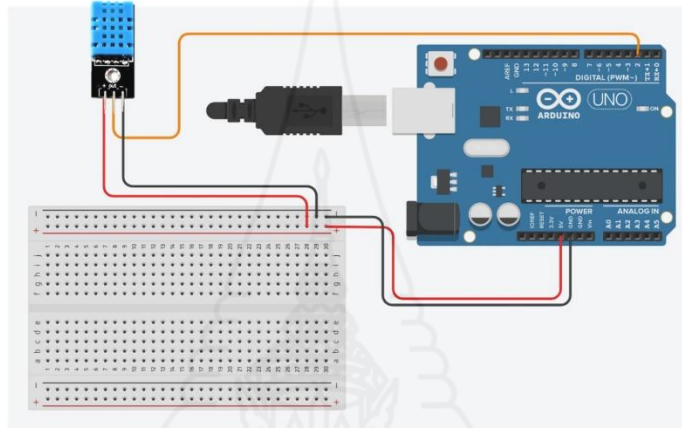


ภาพที่ 12 การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับหน้าจอแสดงผล LCD



### การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับ DHT11 SENSOR

1. ต่อขั้วบวกของ DHT11 เข้ากับขั้วบวกของ BREAD BOARD
2. ต่อขั้วลบของ DHT11 เข้ากับขั้วลบของ BREAD BOARD
3. ต่อขั้ว OUT ของ DHT11 เข้ากับช่อง 4 ของ ARDUINO UNO R3



ภาพที่ 13 การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับ DHT11 SENSOR

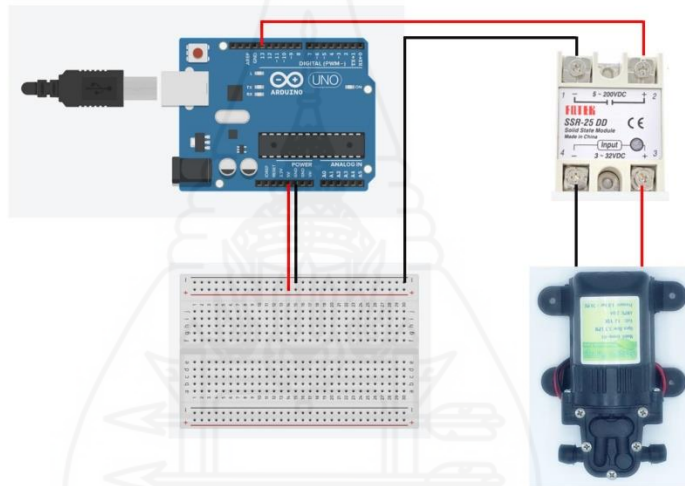


### การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับ RELAY MODUL 2 CHANEL

1. ต่อช่อง IN1 ของ RELAY MODUL เข้ากับช่อง 12 ของ ARDUINO UNO R3
2. ต่อช่อง IN2 ของ RELAY MODUL เข้ากับช่อง 13 ของ ARDUINO UNO R3
3. ต่อช่อง VCC ของ RELAY MODUL เข้ากับขั้วบวกของ BREADBOARD
4. ต่อช่อง GND ของ RELAY MODUL เข้ากับขั้วลบของ BREADBOARD
5. ต่อขั้วบวกและขั้วลบของ BREAD BOARD เข้ากับช่อง 5V และช่อง GND

ของบอร์ด ARDUINO UNO R3

6. ต่อช่อง NO1 ของ RELAY MODUL เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ ADAPTER 12V
7. ต่อช่อง COM1 ของ RELAY MODUL เข้ากับปั๊มพ่นหมอก GREEN-001



ภาพที่ 14 การต่อ ARDUINO UNO R3 เข้ากับ RELAY MODUL 2 CHANEL

### การเขียน CODE PROGRAM เพื่อสั่งงานในระบบ

1. ให้เปิดโปรแกรม ARDUINO IDE ขึ้นมาแล้วทำการเลือกบอร์ดที่ต้องการจะพัฒนาโปรแกรมโดยให้เลือกเป็น ARDUINO/GENUINO UNO
2. เลือก SERIAL PORT ที่ได้เชื่อมต่อบอร์ดไว้ คือ COM12 ซึ่งได้จากการติดตั้ง DRIVER ของบอร์ด ARDUINO UNO R3
3. ดาวน์โหลดไลบรารีของ DHT11 โดยให้เข้าไปที่ SKETCH > INCLUDE LIBRARY > MANAGE LIBRARIES แล้วพิมพ์ในช่องค้นหาว่า DHT.H จากนั้นทำการติดตั้ง
4. ดาวน์โหลดไลบรารีของ LCD 16 \* 2 โดยให้เข้าไปที่ SKETCH > INCLUDE LIBRARY > MANAGE LIBRARIES แล้วพิมพ์ในช่องค้นหาว่า LIQUIDCRYSTAL\_I2C.H จากนั้นทำการติดตั้ง
5. ทำการเขียน CODE PROGRAM เพื่อสั่งงานในระบบ โดยตัว CODE มีดังนี้

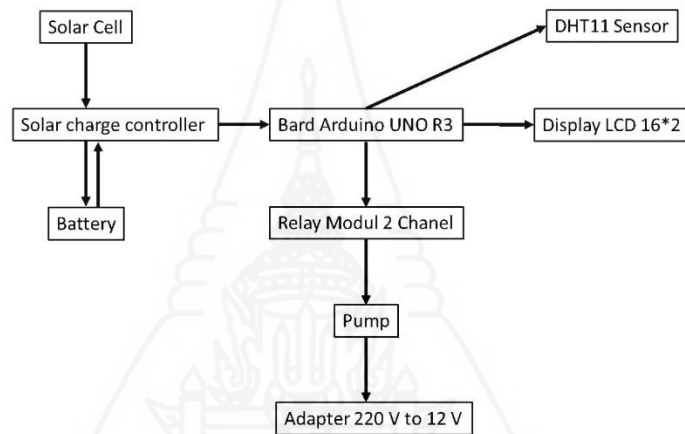
```
#INCLUDE <DHT.H>
#include <WIRE.H>
#include <LIQUIDCRYSTAL_I2C.H>
#define DHTPIN 4
#define LED_SCL
#define DHTTYPE DHT11
DHT DHT(DHTPIN, DHTTYPE);
LIQUIDCRYSTAL_I2C LCD(0X27,
16, 2);
INT RELAY1 = 12;
VOID SETUP()
{
PINMODE(LED,OUTPUT);
PINMODE(RELAY1,OUTPUT);
DHT.BEGIN();
LCD.INIT();
LCD.BACKLIGHT();
LCD.SETCURSOR(0, 0);
LCD.PRINT("HUMIDITY=");
LCD.SETCURSOR(0, 1);
LCD.PRINT("TEMP=");
SERIAL.BEGIN(9600);
DELAY(1000);
```

```
}  
VOID LOOP()  
{  
  FLOAT  
  H = DHT.READHUMIDITY();  
  FLOAT  
  T = DHT.READTEMPERATURE();  
  DIGITALWRITE(SCL,HIGH);  
  DIGITALWRITE(SCL,LOW);  
  LCD.SETCURSOR(10, 0);  
  LCD.PRINT(H + STRING("%"));  
  LCD.SETCURSOR(10, 1);  
  LCD.PRINT(T + STRING("C"));  
  IF(H <= 80, T > 30 )  
  {DIGITALWRITE(RELAY1, LOW);}  
  ELSE  
  {DIGITALWRITE(RELAY1, HIGH);}  
  DELAY  
  (1000);  
}
```



### หลักการการทำงานของระบบ

บอร์ด ARDUINO UNO R3 จะทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการให้ปั๊มพ่นหมอกทำงาน โดยมี RELAY MODUL ที่เปรียบเสมือนสวิตช์ ที่ทำหน้าที่เปิด - ปิดปั๊มพ่นหมอก โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้า DHT11 อ่านค่าความชื้นในอากาศได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ และอ่านค่าอุณหภูมิได้มากกว่า 30 องศาเซลเซียส ปั๊มพ่นหมอกจะทำงาน แต่ถ้านอกเหนือจากนี้ ปั๊มจะไม่ทำงาน โดยสามารถดูความชื้นของอากาศและอุณหภูมิของบ้านเห็นได้จากจอแสดงผล LCD 16 \* 2 ได้ซึ่งเป็นข้อมูลแบบ REAL- TIME



### บรรณานุกรม

- THAIEASYELEC. “การใช้งาน CHARACTER LCD DISPLAY กับ ARDUINO”.(ออนไลน์). สืบค้นจาก[HTTPS://WWW.THAIEASYELEC.COM/ARTICLE-WIKI/REVIEW-PRODUCT-การใช้งาน CHARACTER LCD DISPLAY กับ ARDUINO.HTML](https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-การใช้งาน-character-lcd-display-กับ-arduino.html). เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2561
- บริษัท โค้ดโมบายส์ จำกัด. “2-CHANNEL 5V DC RELAY MODULE”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก[HTTP://WWW.ARDUINO.CODEMOBILES.COM/PRODUCT/14/2-CHANNEL-5V-RELAY-MODULE](http://www.arduino.codemobiles.com/product/14/2-channel-5v-relay-module). เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2561
- “ไมโครคอนโทรลเลอร์.....มันคืออะไร?”.2556.(ออนไลน์).สืบค้นจาก [HTTP://JUMPSTARTINNOVATION.BLOGSPOT.COM/2013/07/BLOG-POST.HTML](http://jumpstartinnovation.blogspot.com/2013/07/blog-post.html). เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2561
- “การใช้งาน DHT11 HUMIDITY AND TEMPERATURE SENSOR กับบอร์ด ARDUINO”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก [HTTPS://WWW.ARDUITRONICS.COM/B/13](https://www.arduitronics.com/b/13) เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2561
- “ARDUINO คืออะไร?”.(ออนไลน์).สืบค้นจาก [HTTPS://WWW.THAIEASYELEC.COM/ARTICLE-WIKI/BASIC-ELECTRONICS/บทความ-ARDUINO-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-ARDUINO.HTML](https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html). เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2561
- ลิขิตอ่านคำเพชร.“โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ”(ออนไลน์).สืบค้นจาก[JES.RTU.AC.TH/RTUNC2017/PDF/ORAL%20PRESENTATION/.../OST\\_93\\_FULL.PDF](http://jres.rtu.ac.th/rtunc2017/pdf/oral%20presentation/.../ost_93_full.pdf).เมื่อวันที่ 15สิงหาคม 2561
- คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช2551 สาระเทคโนโลยี(การออกแบบและเทคโนโลยี)ระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย**
- วิธีการสอนแบบ สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). กระทรวงศึกษาธิการ. (2557).หลักสูตรอบรม ศึกษานิเทศก์. กรุงเทพมหานคร.**
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสศ(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘).คู่มือกิจกรรมสะเต็ม ศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษา(ม.๑-๓).กรุงเทพมหานคร.**
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.).สกสศ(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘).ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม ศึกษา(ป.๑-ม.๖).กรุงเทพมหานคร.**
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. STEM EDUCATION กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ ๒๑. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)



## บทที่ 6

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วดำเนินการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

##### 1.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยและพัฒนา

##### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

1.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

##### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความเห็นด้วยระดับมาก

#### 1.4 การดำเนินการวิจัย

##### 1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง มีจำนวน 82 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 -3 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีชัยพัฒนา จำนวน 39 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

##### 1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภทได้แก่ (1) ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ จำนวน 1 หน่วย ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1.1 แนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน ตอนที่ 1.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด และตอนที่ 1.3 ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT) (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน เป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.73 และความเชื่อมั่นระหว่าง 0.73 - 0.77 และ(3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ เป็นแบบประเมินค่า จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 1 ข้อ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 ประเภท ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล

##### 1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ (1) เตรียมสถานที่ คือ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ อาคารวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมีชัยพัฒนา (2) วัน เวลา ในการทดสอบ ประสิทธิภาพใช้เวลา 3 ชั่วโมง/วัน เริ่มตั้งแต่ 09.00 – 12.00 น. รวมเป็นเวลา 5 วัน (3) แนะนำนักเรียนในการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (4) เตรียมความพร้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการแนะนำขั้นตอนการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (5) ขั้นตอนการเรียนประกอบด้วย ประเมินก่อนเรียน ศึกษาชุดการเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติโดยการบันทึกลงในแบบฝึกปฏิบัติ และประเมินหลังเรียน (6) เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการนำคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และคะแนนแบบฝึกปฏิบัติมาวิเคราะห์ข้อมูล และ (7) สัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นในการทดสอบแบบภาคสนาม แล้วนำมาปรับปรุงชุดการเรียนให้ดีขึ้น

#### 1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติหาค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  การทดสอบค่าที่ การหาค่าเฉลี่ย การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่ายากง่ายของแบบทดสอบ ( $p$ ) การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

#### 1.5 ผลการวิจัย

จากการวิจัยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์ สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ 81.00/82.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.5.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

## 2. อภิปรายผล

### 2.1 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากเหตุผล 3 ประการ คือ (1) การออกแบบชุดการเรียนรู้ในรูปแบบสื่อผสม (2) การทำกิจกรรมระหว่างเรียน และ (3) การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ

**2.1.1 การออกแบบชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** มีส่วนสำคัญในการช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา ทำให้นักเรียนสนใจเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้มีการออกแบบชุดการเรียนรู้ในด้านองค์ประกอบต่อไปนี้ สอดคล้องกับ สุคนธ์สินธพานนท์ (2551, น.18) (1) เนื้อหา มีการออกแบบเนื้อหาให้มีการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ (2) ภาพประกอบ เป็นภาพประกอบในเนื้อหาเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน (3) อธิบายเนื้อหาที่ทำให้นักเรียนเห็นภาพ และช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน

จากการสังเกตจะเห็นได้ว่า ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษามีการออกแบบเป็นสื่อประสมมีภาพ วิดีทัศน์ และตัวอักษรอธิบายเนื้อหา สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และวัตถุประสงค์ของเรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ทำให้นักเรียนสนใจอยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความเข้าใจเนื้อหาสาระ จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า จากกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.43$ , S.D. = .62) เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 3) กล่าวว่า ชุดการเรียน เป็นระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับวิชาหน่วยการสอนและหัวข้อมาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเสนอเนื้อหาสาระเฉพาะเรื่อง และมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียน ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = .49) ภาพประกอบเนื้อหา มีความคมชัด ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = .61) และแบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง ( $\bar{X} = 4.59$ , S.D. = .49)

**2.1.2 การทำกิจกรรมระหว่างเรียน** ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ แบบปฏิบัติ อยู่ในรูปของสื่อสิ่งพิมพ์และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ ออกแบบชิ้นงาน แก้ไขปัญหา และจดบันทึก เพื่อทบทวนความรู้ที่ได้เรียนจากบทเรียน ช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้มากขึ้น หลังจากเรียนจบในแต่ละตอนในบทเรียน ซึ่งเหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทบทวนความรู้ที่ได้ศึกษาไป

จากการสังเกตจะเห็นว่า การทำกิจกรรมระหว่างเรียน ช่วยในการทบทวน และทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนหลังผ่านการเรียนมาแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบฝึกปฏิบัติได้ถูกต้อง ในการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า แบบฝึกปฏิบัติช่วยทบทวนความรู้ ความจำ และความเข้าใจที่ได้เรียนจากบทเรียนที่เรียนมา ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของชุดการเรียนด้วยตนเอง ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.37$ , S.D. = .60) และการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D. = .47)

**2.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ** ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดสอบคุณภาพชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้ (1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพของชุดการเรียน ครั้งที่ 1 (2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม โดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 6 คน ที่มีผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพชุดการเรียน ครั้งที่ 2 และ (3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม โดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 30 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้ว

นำผลที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพชุดการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 ในประเด็นนี้ได้สอดคล้องกับ มี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบกลุ่ม แบบเดี่ยว และแบบภาคสนาม

จากเหตุผลที่กล่าวมาส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเป็นไปตามเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่กำหนดไว้ ทำให้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

## 2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการวิจัยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เป็นเพราะว่า (1) การศึกษาชุดการเรียนรู้ในรูปแบบสื่อประสม และ (2) การทำกิจกรรมระหว่างเรียน

จากเหตุผลที่กล่าวมาส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (1) ภัสสร ติตมา (2558) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, กนกวรรณ ผิวเหมาะ, บุษพร โนนเปื่อย และ ประญา เหลืองแดง. (2559) การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยเน้นกระบวนการคิด (3) น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และ ลลิตา มาเอี่ยม. (2560) การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ (4) รัชศิริ จิตอารี (2560) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตรงกันทั้ง 4 เรื่อง

## 2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = .59) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากเหตุผลที่กล่าวมาความคิดเห็นของนักเรียนด้านคุณภาพของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเองมากยิ่งขึ้น ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม มีความ



รับผิดชอบ กิจกรรมระหว่างเรียนทำให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

3.1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ในการเรียนการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะได้ผลดีและประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้นั้น ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนฝึกตั้งคำถาม ฝึกการคิดแก้ปัญหา และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ ฝึกการทำงานกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ

3.1.2 ในการจัดกิจกรรม ครูควรให้ความรู้พื้นฐานกับนักเรียนเกี่ยวกับการเพาะเห็ดในโรงเรือนแบบทั่วไป และสอนวิธีใช้เครื่องมือในการสร้างโรงเรือนเห็ด เพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องมือ

3.1.3 ครูผู้สอนควรวางแผนเนื้อหาและเวลาในกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนนั้น ๆ ตามศักยภาพของตนเอง

#### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การออกแบบกระบวนการทางวิศวกรรม และมีการสืบค้นข้อมูลการวิจัยอย่างละเอียด

3.2.2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรเพิ่มการออกแบบบทเรียน และกิจกรรมที่น่าสนใจ และมีการใช้เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น

3.2.3 ควรมีการพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับวิธีการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ เช่น วิธีการสอนแบบสืบเสาะ (5E) การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ครุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสทกรณ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2551). ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการ พัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 8). (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2546). *การผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.
- \_\_\_\_\_. (2551). *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- \_\_\_\_\_. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1).
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, กนกวรรณ ผิวเหมาะ, บุษพร โนนเป็อย และ ประญา เหลืองแดง. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยเน้นกระบวนการคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(16), 16-28.
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และ ลลิตา มาเอี่ยม. (2560). การพัฒนาชุดการกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพ น้ำ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 11(21), 23-38.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). *นวัตกรรมการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: เอส อาร์ พรินติ้ง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจกาญจน์ ใส่ละม้าย และ ชลาธิป สมานิติ. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็ก ปฐมวัยโดยผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 26(2).
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร Executive Journal*, 33(2), 49-56.

- เพ็ญศรี สร้อยเพชร. (2542). *บทเรียนสำเร็จรูป* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัสสร ติตมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*, 13(3), 71-76.
- รักษศิริ จิตอารี. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 202-213.
- วรรณารุ่งลักษณะมีศรี. (2551). ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์-และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). *มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2558). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม Science Technology Engineering and Mathematics Education ช่วงชั้นที่ 1- ช่วงชั้นที่ 4*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2547). *การผลิตชุดการสอน*. ราชบุรี: ธรรมรักษการพิมพ์.
- Adams, A. E., Miller, B. G., Saul, M., & Pegg, J. (2014). Supporting elementary pre-service teachers to teacher STEM through place-based teaching and learning experiences. *Electronic Journal of Science Education*, 18(5), 1-23.

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman.
- Becker & Park, (2011). Kiray & Kaptan, 2012; Thibaut, Knipprath. *STEM learning materials*. (O'Neill, Yamagata, Yamagata, & Togioka, 2012; Shernoff et al., 2017; Dare, Ellis, & Roehrig, 2018).
- Brown, Ryan, Brown, Joshua, Reardon, Kristin, Merrill, Chris, (2011). *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Gonzalez, H.B. and Kuenzi, J.J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Washington, DC: Congressional Research.
- Goodpaster, Kasey P. S.; Adedokun, Omolola A.; Weaver, Gabriela C. *Rural Educator*, 33(3), 9-22.
- Haden, C. A., Jant, E. A., Hoffman, P. C., Marcus, M., Geddes, J. R., & Gaskins, S. (2014). Supporting family conversations and children's STEM learning in a children's museum. *Early Childhood Research Quarterly*, 29(3), 333–344.
- Hanover Research, (2011). *District Administration Practice*. School Structures that Support 21st Century Learning.
- Maryland STEM: Innovation Today to Meet Tomorrow's Global Challenges. *STEM Education Frequently Asked Questions*. Retrieved January, 10, 2014, from [http://mdk12.org/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEM\\_Frequently\\_Asked\\_Questions.pdf](http://mdk12.org/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEM_Frequently_Asked_Questions.pdf).
- Meyrick, Kristy M. (2011). How STEM Education Improve & Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1).
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). *Advancing the "E" in K-12 STEM Education*. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Service. Greenwald, N.L. 2000. "Learning From Problems", *The Science Teacher*. n.p.
- Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.



Waitayangkoon, P. (2013). *STEM education: An important step of implementing STEM education for improving Thai education quality*. Retrieved from <http://www.daliynews.co.th/education>. (in Thai).





ภาคผนวก

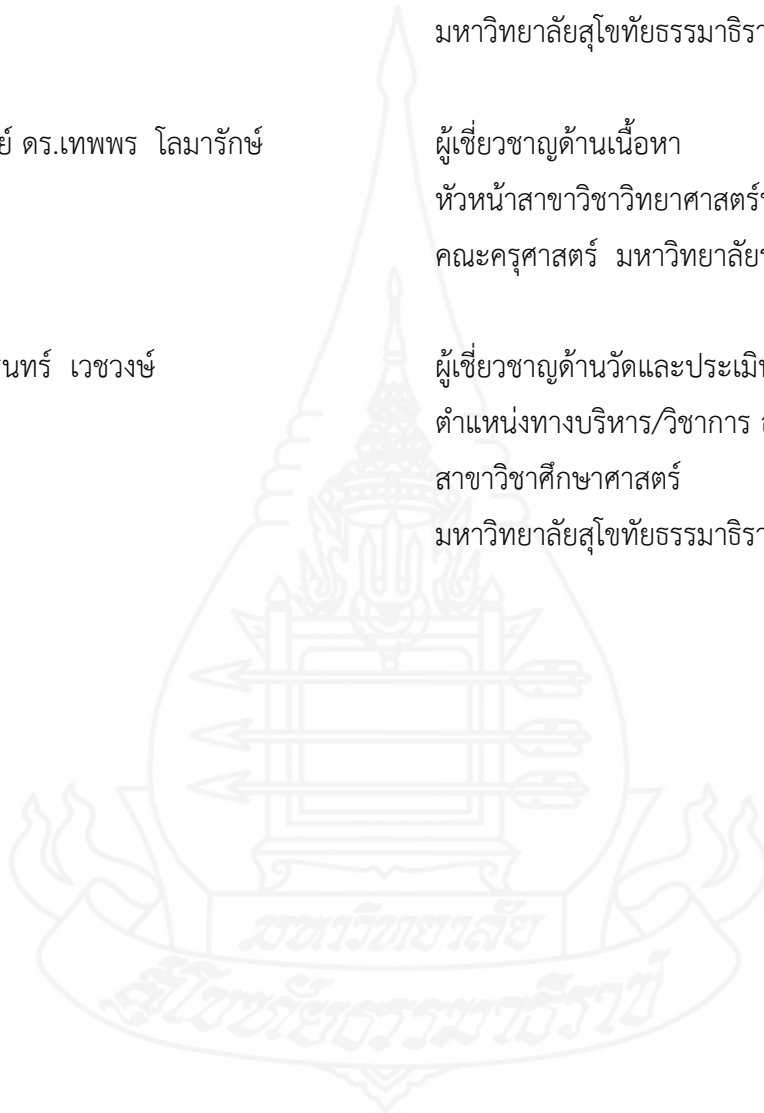
ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.เชมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา  
รองศาสตราจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
2. อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา  
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
3. นายศิรินทร์ เวชวงษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล  
ตำแหน่งทางบริหาร/วิชาการ อาจารย์  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช



**ภาคผนวก ข**

แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา





**แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับ ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดบุรีรัมย์  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา)**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าเนื้อหาสำหรับชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดบุรีรัมย์ มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย

✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<p><b>1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา</b></p> <p>1.1 มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ อ้างอิง แหล่งที่มาของเนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ</p> <p>1.2 เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมตามโครงสร้างรายวิชา และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน</p> <p>1.3 มีความสอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ</p> <p>1.4 เนื้อหา มีความทันสมัย</p> <p>1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน</p> <p>1.6 ปริมาณของเนื้อหาแต่ละตอนที่นำเสนอ มีความเหมาะสม</p> <p>1.7 การจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก มีความเหมาะสม</p>					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1.8 ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติและคุณธรรมจริยธรรม					
<b>2. ภาพประกอบเนื้อหา</b> 2.1 ภาพประกอบเนื้อหามีความชัดเจน 2.2 ภาพประกอบเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหา 2.3 คำอธิบายภาพมีความชัดเจนถูกต้อง					
<b>3. ด้านการใช้ภาษา</b> 3.1 ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย 3.2 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักภาษา 3.3 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ					

โดยภาพรวมเนื้อหาสำหรับว่าชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดใน  
โรงเรียนอัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ในจังหวัดบุรีรัมย์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก     ดี     ปานกลาง     ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(ดร.เทพพร โลมารักษ์)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา



### การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียน

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในจังหวัดบุรีรัมย์

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยให้นำหน้ากัดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง	1. การเพาะเห็ดในโรงเรือน คืออะไร ก. การเพาะเห็ดโดยใช้โรงเรือนหรือห้องเพาะเห็ด ข. การเพาะเห็ดโดยทำห้องควบคุมให้อุณหภูมิสูงขึ้น ค. การเพาะเห็ดโดยทำโรงเรือนให้ทึบแสงมากที่สุด <b>ง. การสร้างโรงเรือนให้กับเห็ดเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมได้</b> 2. ปัจจัยใดที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเห็ด ก. อาหารสำหรับเห็ด ข. ความชื้นของอากาศ ค. อุณหภูมิ <b>ง. ถูกทุกข้อ</b>				
2. นักเรียนสามารถเขียนแบบโมเดลโรงเรือนการเพาะเห็ดอัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง	3. ในโรงเรือนเห็ดควรมีความชื้นส่วนใหญ่มากี่เปอร์เซ็นต์ ก. 60 – 65 เปอร์เซ็นต์ ข. 65 – 70 เปอร์เซ็นต์ ค. 70 – 75 เปอร์เซ็นต์ ง. 70 – 80 เปอร์เซ็นต์				

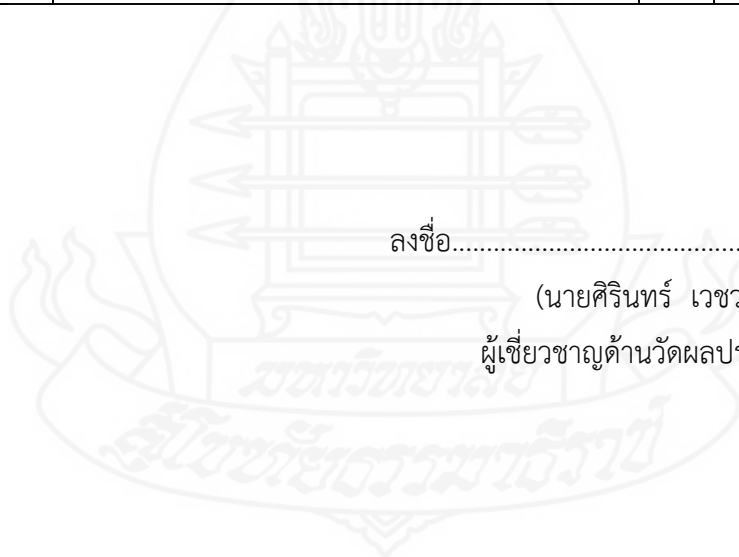
จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	น้ำหนัก			ข้อเสนอนะ
		-1	0	+1	
3. นักเรียนสามารถบอกวัสดุ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทำโรงเรือนเพาะเห็ดอัญริยะได้อย่างถูกต้อง	4. การสร้างโรงเรือนเห็ด ATM ช่วยเกษตรกรด้านใดบ้าง ก. ช่วยลดต้นทุนการผลิต ข. ช่วยประหยัดแรงงาน ค. ช่วยประหยัดพื้นที่การใช้งาน ง. ช่วยเกษตรกรให้ใช้พื้นที่น้อย น้ำน้อย แรงแน้อย ได้ผลผลิตมาก				
	5. ในกระบวนการหายใจของเห็ด จะปล่อยก๊าซชนิดออกมา ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข. ก๊าซออกซิเจน ค. ก๊าซไนโตรเจน ง. ก๊าซมีเทน				
	6. ปัจจัยใด <u>ไม่เกี่ยวข้อง</u> กับการเลือกทำเลและที่ตั้งของโรงเรือน ก. ที่ดิน ควรไม่เป็นที่น้ำขัง ข. ตั้งโรงเรือนให้อยู่ห่างไกลชุมชนมากที่สุด ค. ใกล้แหล่งน้ำ เพราะเห็ดต้องการความชื้น ง. ทิศทางลม ควรสร้างโรงเรือนให้ขนานกับทิศ ทางลม				
4. นักเรียนสามารถอธิบายระบบควบคุมการรดน้ำเห็ด อัจฉริยะได้อย่างถูกต้อง	7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออะไร ก. มีลักษณะคล้ายบัตร ATM ข. บอร์ดที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูล ค. อุปกรณ์ขนาดใหญ่ คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ง. อุปกรณ์ขนาดเล็กที่รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ตบรรจุไว้ในตัวถึงเดียวกัน คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์				
5. หลังจากศึกษา “ระบบควบคุมการรดน้ำเห็ด อัจฉริยะ” แล้ว นักเรียนสามารถสร้างระบบควบคุม	8. จุดเด่นของ Arduino คือข้อใด ก. ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน ข. มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน ค. ราคาไม่แพง มี Source code และวงจรแจกให้ฟรี ง. ถูกทุกข้อ				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	น้ำหนัก			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
การร่น้ำเห็น อัจฉริยะใช้ งานได้					
	9. อุปกรณ์ตรวจจับตัวแรกที่ติดตั้งเพื่อศึกษา อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น ในโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ คืออุปกรณ์ที่ เรียกว่าอะไร ก. DHT 11 <b>ข. เซนเซอร์</b> ค. Relay module ง. LCD Display				
	10. DHT 11 เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในด้านใด ก. ใช้เป็นจอแสดงผล ข. ใช้ตรวจจับระยะทาง <b>ค. ใช้วัดอุณหภูมิโดยรอบ</b> ง. ใช้วัดความเข้มของแสง				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายศิริินทร์ เวชวงษ์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล



**แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษา สำหรับชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา**  
**เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดบุรีรัมย์**  
**(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในจังหวัดบุรีรัมย์ มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. ลักษณะรูปล่มชุดการเรียน</b> 1.1 รูปล่มสวยงามน่าสนใจ 1.2 ขนาดของหนังสือมีความพอเหมาะ 1.3 การเข้าเล่มเปิดอ่านได้สะดวก 1.4 การเข้าเล่มมีความคงทน 1.5 การจัดหน้าสวยงาม					
<b>2. การจัดทำภาพประกอบ</b> 2.1 ภาพปกมีความสวยงาม 2.2 ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง 2.3 ภาพมีความสวยงาม ชัดเจนและสื่อความหมายได้ 2.4 ลักษณะภาพมีความเหมาะสมกับวัยผู้อ่าน 2.5 คำอธิบายภาพมีความชัดเจนถูกต้อง					



รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>3. เนื้อหาสาระ</b> 3.1 เนื้อหามีความถูกต้องสัมพันธ์กับชื่อเรื่อง 3.2 เนื้อหาสามารถเสริมสร้างความรู้ให้แก่ผู้อ่านได้ 3.3 จำนวนหน้าของหนังสือเหมาะสม					
<b>4. การใช้ภาษา</b> 4.1 ภาษามีความชัดเจนเข้าใจง่าย 4.2 ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม และชัดเจน 4.3 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยผู้อ่าน 4.4 การจัดเรียงตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ					

โดยภาพรวมเนื้อหาสำหรับชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในจังหวัดบุรีรัมย์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก   
  ดี   
  ปานกลาง   
  ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(รศ.ดร.เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา

**ภาคผนวก ค**

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการสร้างแบบทดสอบ



ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ

ข้อที่	วัตถุประสงค์	พุทธิพิสัย					
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	ความคิดสร้างสรรค์
1	นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดการเพาะเห็ดในโรงเรือน	(1) ✓					
2	นักเรียนสามารถอธิบายการดูแลรักษาการเพาะเห็ดในโรงเรือน	(2) (3) ✓					
3	นักเรียนสามารถอธิบายหลักแนวคิดของการออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดแบบทั่วไป	(4) ✓					
4	นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาในโรงเรือนเห็ดได้		(5) ✓				
5	นักเรียนสามารถอธิบายการสร้างโรงเรือนเห็ดอัจฉริยะ	(6) ✓					
6	นักเรียนสามารถอธิบายระบบควบคุมการรดน้ำเห็ดอัจฉริยะ (IOT)		(7) ✓				
7	นักเรียนสามารถอธิบายพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์	(8) ✓					
8	นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรม ภาษาซี Arduino		(9) ✓				
9	นักเรียนสามารถบอกหลักการทำงานของระบบ		(10) ✓				
<b>รวม</b>		<b>6</b>	<b>4</b>				



ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนก (r)

และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

มหาวิทยาลัย

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏ

**การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ** การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

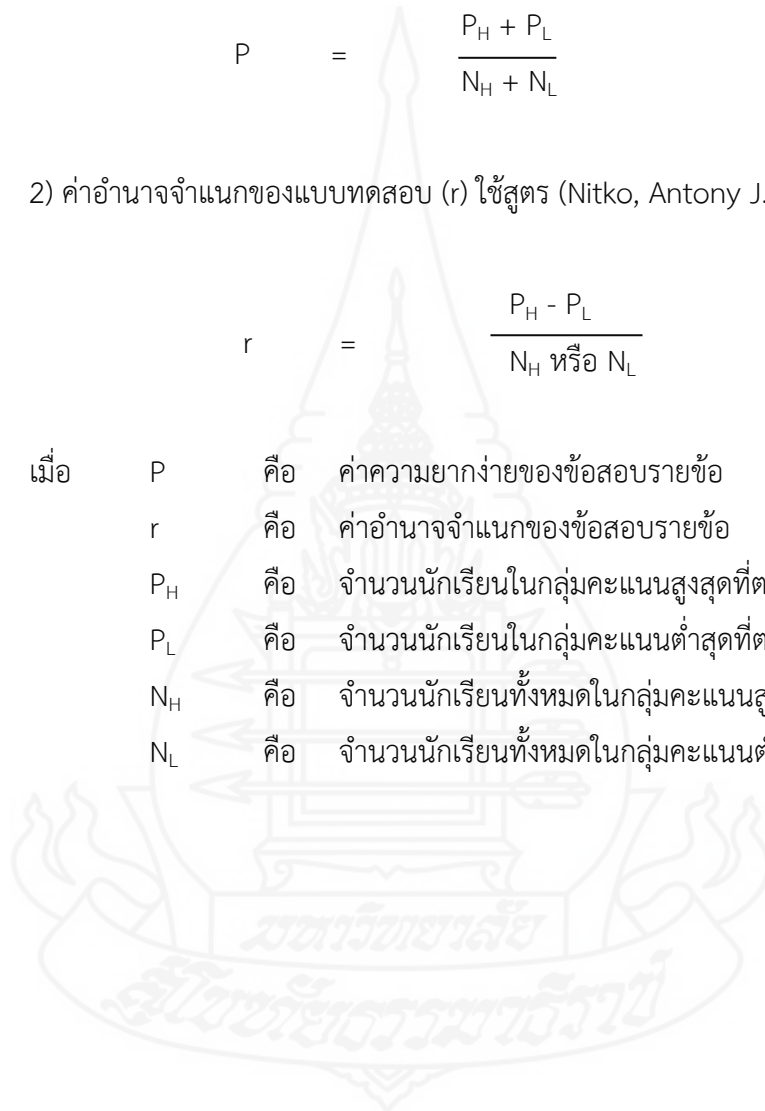
1) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) โดยใช้สูตร (Nitko, Antony J., 1996, pp. 310-313)

$$P = \frac{P_H + P_L}{N_H + N_L}$$

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) ใช้สูตร (Nitko, Antony J., 1996, pp. 310-313)

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อ	P	คือ	ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ
	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
	P <sub>H</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มคะแนนสูงสุดที่ตอบถูก
	P <sub>L</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มคะแนนต่ำสุดที่ตอบถูก
	N <sub>H</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง
	N <sub>L</sub>	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ



ตารางที่ 2 ค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

แบบทดสอบก่อนเรียน			วัตถุประสงค์ทางด้าน
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.30	0.33	ความจำ
2	0.80	0.40	ความจำ
3	0.27	0.27	ความจำ
4	0.57	0.60	ความจำ
5	0.53	0.67	ความเข้าใจ
6	0.37	0.73	ความจำ
7	0.60	0.27	ความเข้าใจ
8	0.70	0.33	ความจำ
9	0.80	0.40	ความเข้าใจ
10	0.80	0.40	ความเข้าใจ
แบบทดสอบก่อนเรียน			
ค่า P อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.80			
ค่า r อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.80			

แบบทดสอบหลังเรียน			วัตถุประสงค์ทางด้าน
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.50	0.60	ความจำ
2	0.80	0.40	ความจำ
3	0.27	0.27	ความจำ
4	0.57	0.60	ความจำ
5	0.50	0.60	ความเข้าใจ
6	0.57	0.60	ความจำ
7	0.63	0.60	ความเข้าใจ
8	0.73	0.27	ความจำ
9	0.77	0.33	ความเข้าใจ
10	0.80	0.40	ความเข้าใจ
แบบทดสอบหลังเรียน			
ค่า P อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.73			
ค่า r อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.60			



3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) โดยใช้สูตร คูเดอร์และริชาร์ดสัน หรือแบบ KR 20 (Kuder – Richardson Formula 20 /KR 20) ใช้สูตรดังนี้ (Frederic Kuder & M.W. Richardson 1937, pp. 151-160)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง
	$q$	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบผิดแต่ละข้อ ( $q = 1 - p$ )

แทน เครื่องหมายแสดงผลบวก ในที่นี้คือ  $\sum pq$

เป็นผลบวกของ  $pq$  ทุกข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนที่ถูกทดสอบทั้งหมด

หรือ แทนด้วย  $S_t^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$

$$1. \text{ แบบทดสอบก่อนเรียน } r_{tt} = \left( \frac{10}{10-1} \right) \left( 1 - \frac{2.06}{6.06} \right)$$

$$= 0.73$$

$$2. \text{ แบบทดสอบหลังเรียน } r_{tt} = \left( \frac{10}{10-1} \right) \left( 1 - \frac{2.11}{6.91} \right)$$

$$= 0.77$$

ตารางที่ 3 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัสสัมชัญ

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x	X <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
8	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
9	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	7	49
10	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	7	49
11	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	7	49
12	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7	49
13	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	7	49
14	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	6	36
15	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	6	36
16	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
17	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	5	25
18	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4	16
19	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	4	16
20	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	4	16
21	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	16
22	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	4	16
23	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	4	16
24	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	9
25	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	9
26	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	9
27	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	9
28	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	9
29	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4
30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4
$\Sigma$	9	24	8	17	16	11	18	21	24	24	172	1168
P	0.30	0.80	0.27	0.57	0.53	0.37	0.60	0.70	0.80	0.80		
q	0.70	0.20	0.73	0.43	0.47	0.63	0.40	0.30	0.20	0.20		
pq	0.21	0.16	0.20	0.25	0.25	0.23	0.24	0.21	0.16	0.16	2.06	

$$\begin{aligned}\Sigma pq &= 2.06 \\ S_t^2 &= 6.062 \\ \text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} &= 0.73\end{aligned}$$

ตารางที่ 4 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x	X <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
9	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8	64
10	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
11	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	64
12	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7	49
13	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	7	49
14	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	7	49
15	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	6	36
16	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6	36
17	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	6	36
18	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	5	25
19	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	5	25
20	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	4	16
21	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	16
22	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4	16
23	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	9
24	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	9
25	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	9
26	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	9
27	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	9
28	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	9
29	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	9
30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x	X <sup>2</sup>
Σ	15	24	8	17	15	17	19	22	23	24	184	1336
P	0.50	0.80	0.27	0.57	0.50	0.57	0.63	0.73	0.77	0.80		
q	0.50	0.20	0.73	0.43	0.50	0.43	0.37	0.27	0.23	0.20		
pq	0.25	0.16	0.20	0.25	0.25	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	2.11	

$$\Sigma pq = 2.11$$

$$S_t^2 = 6.91$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} = 0.77$$





**ภาคผนวก จ**

ตารางทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) มีดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556, น.7-20)

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

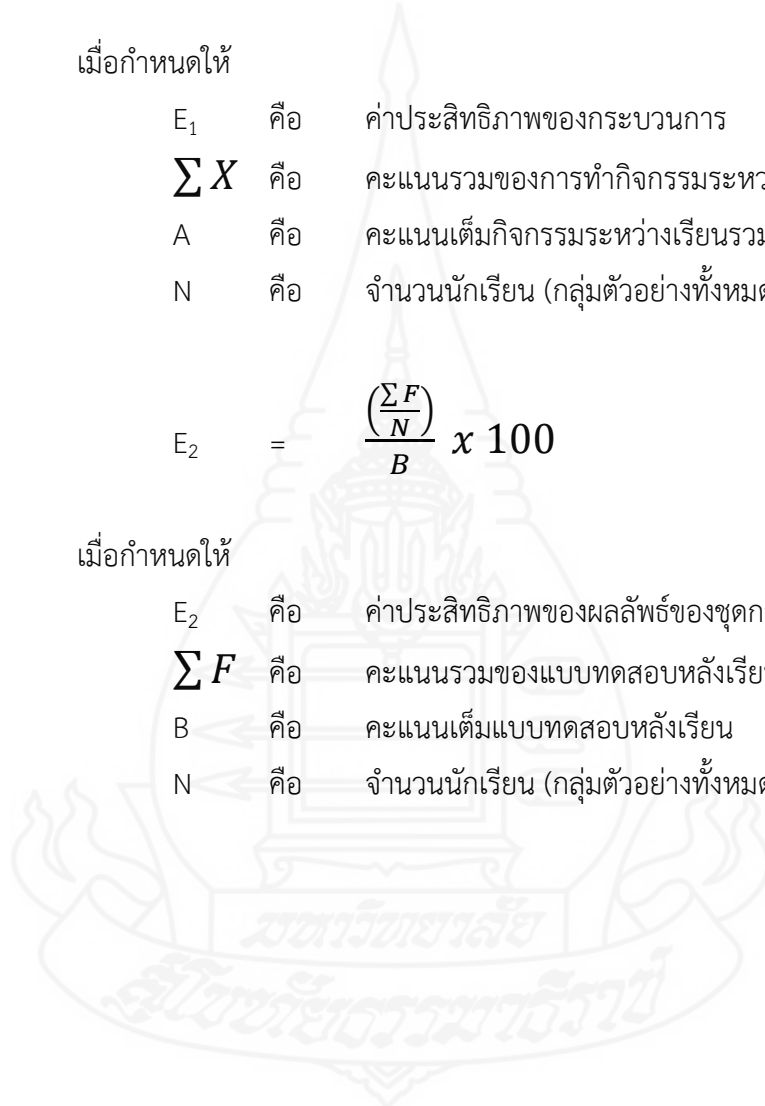
เมื่อกำหนดให้

$E_1$	คือ	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
$A$	คือ	คะแนนเต็มกิจกรรมระหว่างเรียนรวมกัน
$N$	คือ	จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

$E_2$	คือ	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของชุดการเรียนรู้
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
$B$	คือ	คะแนนเต็มแบบทดสอบหลังเรียน
$N$	คือ	จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)





ตารางที่ 5 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียนจากชุดการเรียน  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัสสัมชัญ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	6	26	10
2	4	24	8
3	3	21	6
$\sum x$	13	71	24
ค่าเฉลี่ย	4.33	23.67	8.00
ประสิทธิภาพ		$E_1 = 78.89$	$E_2 = 80.00$

$E_1$	$= \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$	$E_2$	$= \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$
$E_1$	$= \frac{\left(\frac{71}{3}\right)}{30} \times 100$ $= 78.89$	$E_2$	$= \frac{\left(\frac{24}{3}\right)}{10} \times 100$ $= 80.00$
$E_1/E_2 = 78.89/80.00$			

ตารางที่ 6 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เรียนจากชุดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หน่วยที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัสสัมชัญ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	7	28	10
2	8	26	9
3	4	24	9
4	5	23	8
5	2	22	8
6	6	20	5
$\sum X$	32	143	49
ค่าเฉลี่ย	5.33	23.83	8.17
ประสิทธิภาพ		$E_1 = 79.44$	$E_2 = 81.67$

$E_1$	$= \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$	$E_2$	$= \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$
$E_1$	$= \frac{\left(\frac{143}{6}\right)}{30} \times 100$ $= 79.44$	$E_2$	$= \frac{\left(\frac{49}{6}\right)}{10} \times 100$ $= 81.67$
$E_1/E_2 = 79.44/81.67$			

ตารางที่ 7 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของนักเรียนจำนวน 30 คน ที่เรียนจากชุดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	8	24	10
2	7	26	10
3	7	24	10
4	7	25	9
5	6	25	9
6	5	25	9
7	6	26	8
8	5	26	9
9	4	25	10
10	4	26	8
11	7	27	9
12	6	25	9
13	5	25	10
14	6	22	7
15	4	26	8
16	5	20	10
17	5	25	8
18	4	22	7
19	3	24	6
20	4	25	10
21	4	24	7
22	3	25	9
23	3	20	8
24	5	20	8
25	3	22	6
26	3	27	6
27	3	25	8
28	3	26	7
29	2	25	6

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
30	2	22	6
$\sum X$	139	729	247
ค่าเฉลี่ย	4.63	24.30	8.23
ประสิทธิภาพ		$E_1 = 81.00$	$E_2 = 82.33$

$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$	$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$
$E_1 = \frac{\left(\frac{729}{30}\right)}{30} \times 100$ $= 81.00$	$E_2 = \frac{\left(\frac{247}{10}\right)}{10} \times 100$ $= 82.33$
$E_1/E_2 = 81.00/82.33$	



**ภาคผนวก ฉ**

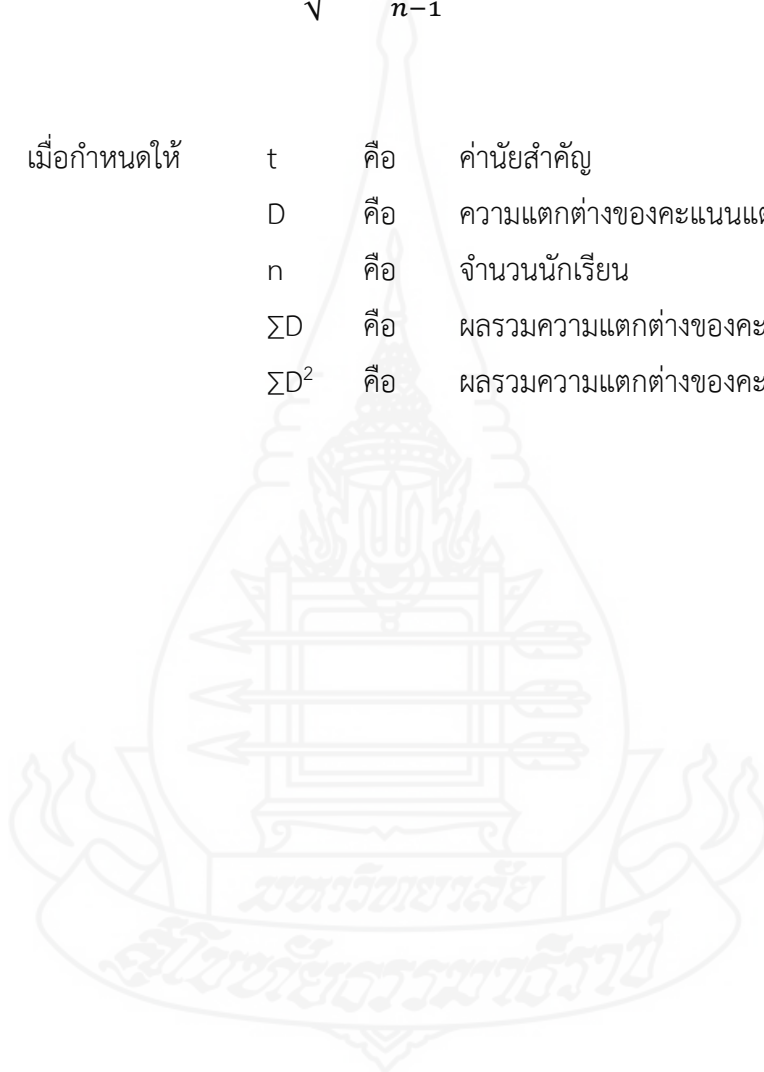
ตารางคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพ  
ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
(William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างถึงใน Glass, V. and Hopkins, Kenneth D.,  
1978, pp. 217-220)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, df = n - 1$$

เมื่อกำหนดให้	t	คือ	ค่านัยสำคัญ
	D	คือ	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน
	n	คือ	จำนวนนักเรียน
	$\sum D$	คือ	ผลรวมความแตกต่างของคะแนน
	$\sum D^2$	คือ	ผลรวมความแตกต่างของคะแนนยกกำลังสอง





ตารางที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัสสัมชัญ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)	ความก้าวหน้า (D)	D <sup>2</sup>
1	8	10	2	4
2	7	10	3	9
3	7	10	3	9
4	7	9	2	4
5	6	9	3	9
6	5	9	4	16
7	6	8	2	4
8	5	9	4	16
9	4	10	6	36
10	4	8	4	16
11	7	9	2	4
12	6	9	3	9
13	5	10	5	25
14	6	7	1	1
15	4	8	4	16
16	5	10	5	25
17	5	8	3	9
18	4	7	3	9
19	3	6	3	9
20	4	10	6	36
21	4	7	3	9
22	3	9	6	36
23	3	8	5	25
24	5	8	3	9
25	3	6	3	9
26	3	6	3	9
27	3	8	5	25
28	3	7	4	16
29	2	6	4	16

30	2	6	4	16
$\Sigma \sum X$	139	247	108	436
ค่าเฉลี่ย	4.63	8.23		
ค่า S.D	1.63	1.41		

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} \quad df = n - 1$$

เมื่อ

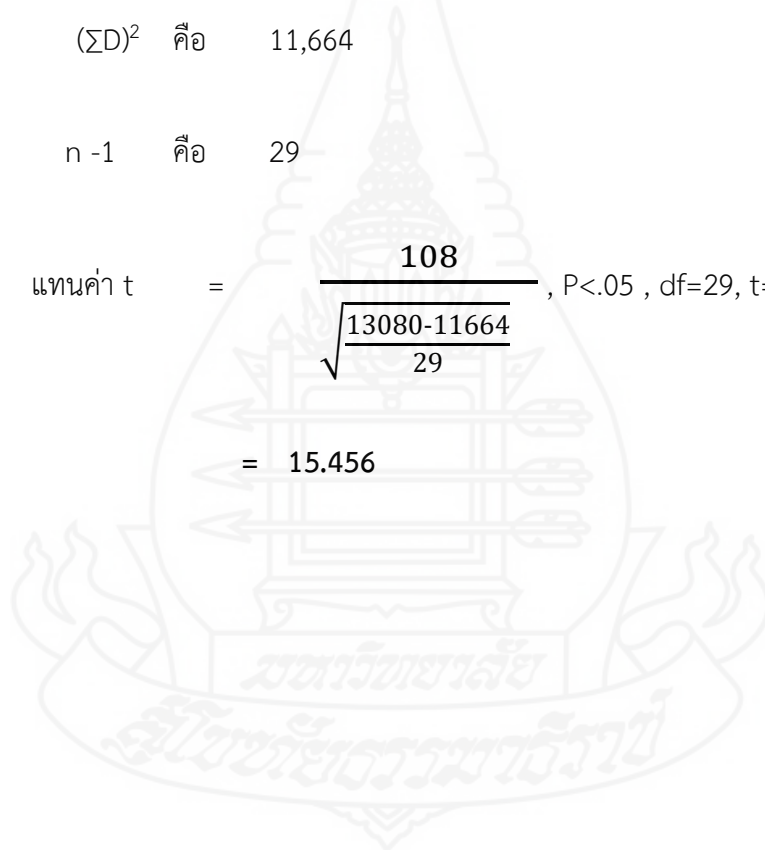
$$\Sigma D \quad \text{คือ} \quad 108$$

$$n \Sigma D^2 \quad \text{คือ} \quad 13,080$$

$$(\Sigma D)^2 \quad \text{คือ} \quad 11,664$$

$$n - 1 \quad \text{คือ} \quad 29$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t &= \frac{108}{\sqrt{\frac{13080 - 11664}{29}}}, P < .05, df = 29, t = 1.699 \\ &= 15.456 \end{aligned}$$



**ภาคผนวก ช**

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา



แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านคุณภาพของชุดการเรียนรู้</b>					
1.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
1.2 คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางในการเรียน					
1.3 จากกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน					
1.4 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียนรู้					
1.5 ภาพประกอบเนื้อหามีความคมชัด					
1.6 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
1.7 นักเรียนมีความสะดวกในการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
1.8 จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้ามีปริมาณที่เหมาะสม					
1.9 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย					

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
1.10 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง					
<b>2. ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการเรียน</b>					
2.1 การเรียนด้วยชุดการเรียนทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ					
2.2 แผนการสอนช่วยให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียน					
2.3 กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดแก้ปัญหา					
2.4 การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม					
2.5 เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
2.6 นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มมากขึ้น					
2.7 นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น					
2.8 นักเรียนมีกระตือรือร้นในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น					
2.9 นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
2.10 นักเรียนต้องการให้มีการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องหรือวิชาอื่น ๆ					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

เมื่อทำเสร็จแล้วขอให้ส่งแบบสอบถามคืนที่ครูผู้สอนหรือผู้วิจัย

## ภาคผนวก ซ

ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของ  
ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา





วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $Mean - \bar{X}$ ) และ  
 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation – S.D.) (Best, John W. and Kahn, James V.  
 1986, pp. 181-182)

$$\text{การหาค่าคะแนนเฉลี่ย} \quad \bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อกำหนดให้	$\bar{X}$	คือ	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	f	คือ	จำนวนผู้เรียนที่ตอบคำถามในแต่ละข้อคำถาม
	n	คือ	จำนวนคะแนนหรือจำนวนตัวอย่าง
	x	คือ	คะแนน

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ ตามแนวคิดของ ริคเคอร์ (Likert Rating  
 Scale ) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 - 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 - 4.49	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 - 3.49	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 - 2.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation  
 – S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้ (Lefferty, Peter and Rowe, Julain, 1995, pp. 561-562)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อกำหนดให้	S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$n \sum X^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน
	$(\sum X)^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	n	คือ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

ตารางที่ 10 แสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของชุดการเรียนรู้ตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเพาะเห็ดในโรงเรียนอัสสัมชัญ

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย					ค่าเฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1		
<b>1. ด้านคุณภาพของชุดการเรียนรู้</b>							
1.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	18	12	-	-	-	4.60	.49
1.2 คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางในการเรียน	16	14	-	-	-	4.53	.50
1.3 จากกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนาน	15	13	2	-	-	4.43	.62
1.4 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ตามชื่อเรื่องของชุดการเรียนรู้	18	12	-	-	-	4.60	.49
1.5 ภาพประกอบเนื้อหามีความคมชัด	14	14	2	-	-	4.40	.61
1.6 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	13	15	2	-	-	4.37	.60
1.7 นักเรียนมีความสะดวกในการใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	18	8	3	1	-	4.43	.80
1.8 จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้ามีปริมาณที่เหมาะสม	12	14	3	1	-	4.23	.76
1.9 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย	16	13	1	-	-	4.50	.56
1.10 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง	23	16	-	-	-	4.59	.49
<b>2. ด้านความรู้และผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้</b>							
2.1 การเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ	12	16	1	1	-	4.30	.69
2.2 แผนการสอนช่วยให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียน	15	12	2	1	-	4.37	.75

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย					ค่าเฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1		
2.3 กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดแก้ปัญหา	17	13	-	-	-	4.57	.50
2.4 การเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนได้ทักษะการทำงานเป็นทีม	20	10	-	-	-	4.67	.47
2.5 เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	18	10	-	-	-	4.53	.62
2.6 นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มมากขึ้น	18	12	-	-	-	4.60	.49
2.7 นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	20	8	2	-	-	4.60	.61
2.8 นักเรียนมีกระตือรือร้นในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น	17	13	-	-	-	4.57	.50
2.9 นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	17	8	5	-	-	4.40	.76
2.10 นักเรียนต้องการให้มีการใช้ชุดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องหรือวิชาอื่น ๆ	22	8	-	-	-	4.73	.44
<b>เฉลี่ยรวม</b>						<b>4.50</b>	<b>0.59</b>

## ภาคผนวก ฅ

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม  
 ชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. บทเรียนของชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1 ปริมาณด้านเนื้อหา .....

.....

1.2 ความเข้าใจในเนื้อหา .....

.....

2. การออกแบบชุดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1 ตัวอักษร .....

.....

2.2 ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง .....

.....

2.3 ลักษณะภาพมีความเหมาะสมกับวัยผู้อ่าน .....

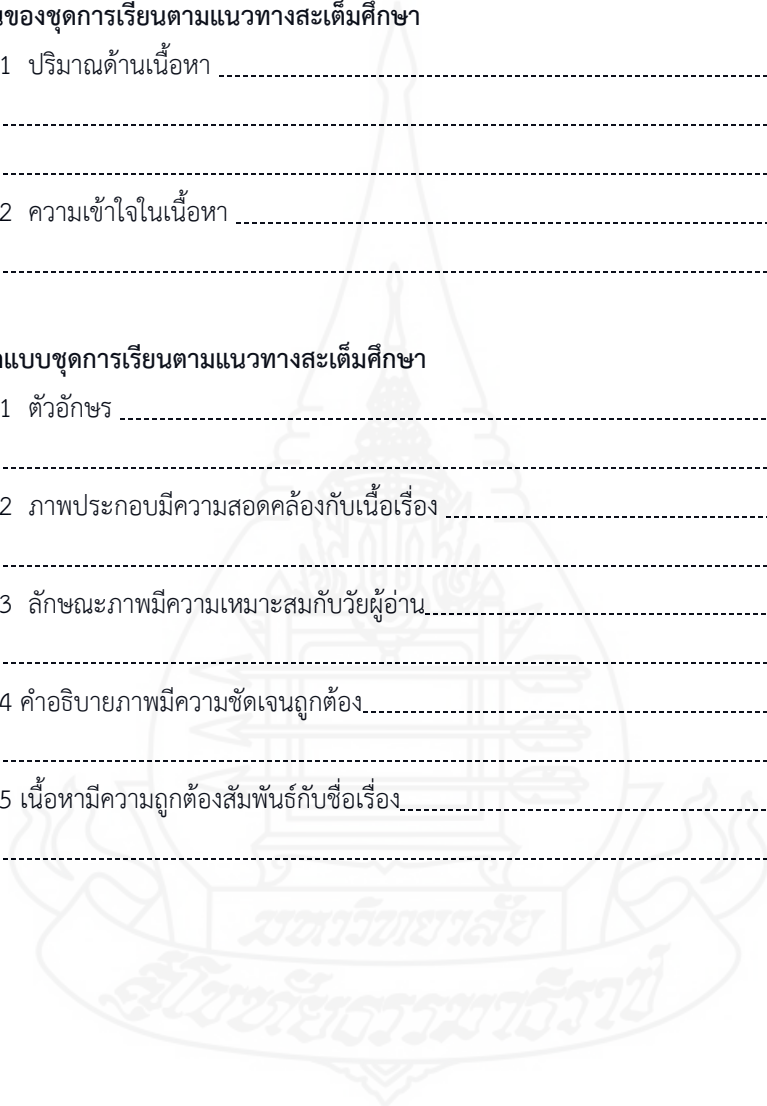
.....

2.4 คำอธิบายภาพมีความชัดเจนถูกต้อง .....

.....

2.5 เนื้อหามีความถูกต้องสัมพันธ์กับชื่อเรื่อง .....

.....



## ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวกาญจนา อุ่นคำ
วัน เดือน ปีเกิด	23 ตุลาคม 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์ทั่วไป (ค.บ.) ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมีชัยพัฒนา จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่ง	ครู

