

Ms 126845

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
และการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



นายสามารถ มาศรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นายสามารถ มาศรี

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทร์หอม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแกลง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่)

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นายสามารถ มาศรี

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก
อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่

ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา และ (4) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 40 คน โดยเลือกการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ทดสอบสมมุติฐานใช้ Dependent sample t-test สหสัมพันธ์อย่างง่าย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 80.67/76.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช

มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็ม ศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Instructional Designing Inventory with STEM Education Method for Enhancing Integrated Science Process Skills and Learning Achievements on Lives of living things and the Environment and the living of plants Issue of Secondary Students at the 10th Grade

Author : Mr. Samart Masri

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assist.Prof. Somsanguan Passago Major Advisor
Dr. Wandee Rakrai Co-advisor

Year : 2019

ABSTRACT

The purposes of the research were (1) to develop a comprehensive Learning plans on Lives of living things and the Environment and the living of plants of students at the 10th Grade to meet the criteria of 70/70 ; (2) compare the scientific process skills, before and after studying of Secondary Students at the 10th Grade have been learning with STEM education ; (3) compare learning achievement on Lives of living things and the Environment and the living of plants before and after studying of Secondary Students at the 10th Grade have been learning with STEM education ; and (4) analyze the relationship between integrated Scientific process skills and learning achievement after receiving a learning management with STEM education of students at the 10th Grade. The sample group consisted of students at the 10th Grade Maha sarakham University Demonstration School (Secondary) number of 40 people by cluster sampling. The tools used in the research are learning management plans with STEM education integrated Science process skill measurement and achievement test. Statistics used in the research are Mean, Standard Deviation, Percentages and Dependent sample t-test

The research findings showed that (1) the efficiency of the learning management plans with STEM education of students at the 10th Grade is equal to 80.67 / 76.17 which is in accordance with the criteria ; (2) students received learning management with STEM education on Lives of living things and the Environment and the living of plants have an average score

integrated science process skills after studying higher than before ; (3) achievement test on Lives of living things and the Environment and the living of plants of students at the 10th Grade who have received learning management with a STEM education after studying higher than before with statistical significance at the level of .05 and ; (4) integrated science process skills and learning achievements of students have been learning to deal with themes reflecting the STEM education on Lives of living things and the Environment and the living of plants there is a statistical significance at the level of .05.

Keywords: Learning activity inventory, STEM education method, integrated science process skills, learning achievements



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย ความกรุณา และช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. วันดี รักไร่ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยรักษาการทำงานและให้กำลังใจในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก อาจารย์ ดร.นฤต กุดแดง ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ กรุณาให้คำแนะนำ และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณ วิไล ดอกไม้ ประธานสาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา ที่กรุณาประสานหาอาจารย์ช่วยสอนและดูแลช่วยเหลือในการศึกษาของผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ อติชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง คุณครูณิชาพัฒน์ จิรพันธ์กุลชาติ คุณครูทิพวรรณ พิลา ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้ งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย มหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุน ในการศึกษาของผู้วิจัยมา โดยตลอด รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมด ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณพระคุณ คณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ขอขอบคุณ เพื่อนๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดระยะเวลา ใน การศึกษา

นายสามารถ มาศรี

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	9
2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	11
2.3 แผนการจัดการเรียนรู้	21
2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	23
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	33
2.6 บริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)	38
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	47
3.1 ขอบเขตการวิจัย	47
3.2 เครื่องมือวิจัย	49
3.3 การสร้างและการหาคุณเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	60
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	61
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62

หัวข้อเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	66
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการวิจัย	75
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	76
5.3 ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	88
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	89
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย	125
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	142
ภาคผนวก ง คะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	163
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	174
การเผยแพร่ผลงาวิจัย	180
ประวัติผู้วิจัย	181

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และตัวบ่งชี้การเกิดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Competency indicator)	27
3.1	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา	51
3.2	ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ	54
3.3	ตัวอย่างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ	57
3.4	วิเคราะห์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	59
4.1	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	69
4.2	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาศึกษา	70
4.3	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาศึกษา	71
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	72
ก.1	มาตรฐานของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	94
ก.2	การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	104
ก.3	แบบประเมินคะแนนรายบุคคลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	107
ก.4	แบบบันทึกราคาต้นทุนการผลิตของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา	117
ก.5	แบบบันทึกกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง สยบวัชพืช นับล้านด้วยบหลักร้อย.....	118
ก.6	แบบประเมินชิ้นงานเรื่อง สยบวัชพืชนับล้านด้วยบหลักร้อย	119
ก.7	เกณฑ์การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ...	120
ก.8	แบบประเมินทักษะกระบวนการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	121
ก.9	เกณฑ์การให้คะแนนประเมินกระบวนการเรียนรู้แบบ Rubrics ของแบบประเมิน ทักษะกระบวนการเรียนรู้	122

ก.10	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา	123
ก.11	เกณฑ์การให้คะแนนประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์แบบ Rubrics ของแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	124
ข.1	แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	127
ค.1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	143
ค.2	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	149
ค.3	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการจำนวน 30 ข้อ	151
ค.4	วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการ จำนวน 30 ข้อ	153
ค.5	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	156
ค.6	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ	158
ค.7	วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เบื้องต้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 30 ข้อ	160
ง.1	คะแนนเก็บระหว่างเรียน คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .	164

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 การศึกษาของไทยนักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาแม่และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ โดยวิชาเหล่านี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยสอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาพื้นฐาน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับโลก ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี ความรู้ด้านสุขภาพ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่และสิ่งประดิษฐ์ใหม่โดยการให้กระบวนการทางปัญญา (กระบวนการคิด) กระบวนการทางสังคม (กระบวนการกลุ่ม) และให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ และมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถและความถนัดเน้นการบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆ ใช้หลากหลายวิธีการสอน หลากหลายแหล่งความรู้ เพื่อให้สามารถพัฒนาปัญญาได้อย่างหลากหลาย

การที่จะให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) เป็นสิ่งสำคัญด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนและผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนมีเหตุและมีผล อีกทั้งเพื่อส่งเสริมความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ

(สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2551) อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ เกิดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (ทิพวรรณ ไกรนรา, 2550)

จากการศึกษาสภาพการณ์ด้านการศึกษาของไทยในช่วงปีการศึกษา 2561 ที่ผ่านมา พบว่า ผลการประเมินผู้เรียนในโครงการ Programme for International Student Assessment (PISA) ปี 2558 ของนักเรียนไทย ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของโครงการ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ปี 2558 ที่ประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และคะแนนลดลงจากปีก่อนหน้า ทั้งนี้ได้มีผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ปัจจัยคุณภาพของครูผู้สอน เทคนิควิธีการสอนและการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดวิเคราะห์ ขาดรูปแบบวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมและขาดครูที่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอน (สำนักบริหารงานกรมมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. , 2558)

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แนวทางหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน โดยมีการเน้นการนำความรู้ ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาฯร่วมมือกัน เพราะในการทำงานในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลากหลาย

สาขาวิชาในการทำงาน การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียร ความรอบคอบ ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา และให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนในชั้นเรียนกับนวัตกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (กวิณ เชื้อมกลาง, 2556) อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการเรียน ผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และจะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ รวมทั้งสามารถนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน และไม่เบื่อหน่ายการเรียน (รักษพล ธนานวงค์, 2556)

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาอันเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ สามารถคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิต ของพืช ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้เป็นนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัฒมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนห้องเรียน 9 ห้องเรียน ดังนี้

ห้องเรียนที่ 1 จำนวนผู้เรียน 46 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตร Sci-Math Gifted)

ห้องเรียนที่ 2 จำนวนผู้เรียน 40 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 3 จำนวนผู้เรียน 43 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 4 จำนวนผู้เรียน 40 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 5 จำนวนผู้เรียน 30 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 6 จำนวนผู้เรียน 30 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตร ร.มว.)

ห้องเรียนที่ 7 จำนวนผู้เรียน 43 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)
 ห้องเรียนที่ 8 จำนวนผู้เรียน 53 คน แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - จีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส
 ห้องเรียนที่ 9 จำนวนผู้เรียน 55 คน แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - จีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส
 รวมผู้เรียนทั้งหมด 388 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน
 ชีววิทยาเบื้องต้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
 2561 จำนวนห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 40 คน ที่ได้มาด้วยวิธีการการสุ่มกลุ่ม (Cluster Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมเนื้อหาตามหนังสือวิชาชีววิทยาเบื้องต้น หน่วยการ
 เรียนรู้ที่ 3 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียบเรียงโดย
 อาจารย์ ณิชพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ อาจารย์กลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการทำวิจัยครั้งนี้ได้
 ดำเนินจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชีวิตกับ
 สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีววิทยาเบื้องต้น จำนวน 10 แผน
 และการประเมินผลใช้เวลาจำนวน 15 ชั่วโมง

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

1) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

1.4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

- 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.4 ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง
 อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.4.5 ขอบเขตด้านเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตในการดำเนินการจัดการเรียนรู้
 จำนวน 1 ภาคการศึกษา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา” หมายถึง การบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมคุณภาพทางการศึกษาของผู้เรียน โดยอาศัยองค์ความรู้จากแนวคิดการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา เป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหา โดยครูต้องยกสถานการณ์ เช่น การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพของสภาพจริงในชีวิตประจำวัน หรือเห็นภาพที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้คิดว่า ควรจะสร้างหรือมีนวัตกรรมที่จะช่วยให้การดำเนินการหรือการทำงาน และท้ายสุดให้นักเรียนเล่าหรือบอกเรื่องราวในชีวิตจริงของนักเรียน อาชีพของผู้ปกครอง ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นจากข่าว การเล่าเหตุการณ์ การฉายวิดีโอ ฯลฯ ดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นการค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ให้บรรลุกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกัน หรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนด้วยวิธีใดซึ่งในการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องเชิญผู้รู้หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอกมาคุยกับนักเรียน หรือนำนักเรียนไปศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและพัฒนา เป็นกระบวนการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้นักเรียนนำร่างแนวคิดที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการจะนำไปปฏิบัติไปจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน โดยขั้นตอนนี้ครูควรให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดและซักถามนักเรียนอย่างละเอียดเพื่อให้ข้อเสนอแนะหรือป้องกันอุปสรรคที่อาจเกิดจากการวางแผนที่ไม่รอบคอบเหมาะสม เนื่องจากบางกิจกรรมอาจต้องอยู่ในความดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบและประเมินผล เป็นกระบวนการตรวจสอบดูว่า มีความถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยในการทดสอบและประเมินผลจะทดสอบจากผลงานของนักเรียน ซึ่งผลงานนั้นต้องมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่

ขั้นที่ 5 ชี้นำเสนอผลลัพธ์ เป็นการนำเสนอนวัตกรรม โดยให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การวางแผน การปฏิบัติงาน อีกทั้งนักเรียนควรบอกผลลัพธ์สุดท้ายว่าเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ และประการสำคัญจะต้องให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

“ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้” หมายถึง ความสามารถของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทางด้านร่างกาย สมองอารมณ์ และสังคม ตลอดจนสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับผลสำเร็จตามเป้าหมายที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ โดยการวิจัยได้ใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยมีความหมาย ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยได้จากใบงาน ใบกิจกรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หลังจากผู้เรียน เรียนจบกระบวนการ โดยคิดคะแนนจากหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

“ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ” หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญ ในการคิดอย่างมีเหตุ มีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียน และผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น ประกอบด้วย 5 ทักษะ

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ
2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกต หรือวัดได้
4. ทักษะการทดลอง หมายถึง การทำปฏิบัติการด้วยวิธีใดๆ เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะ กระบวนการอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้แบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิต ของพืช ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง การสอนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ในการเรียนรู้วิชา ชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรของ สถานศึกษา และหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะนำมาใช้วัดก่อน และหลังการจัดการจัดกิจกรรมก่อนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นโดยใช้การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาหรือออกแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการสอนโดยใช้เทคนิคอื่นๆ

1.6.3 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็ม ศึกษาไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา
3. แผนการจัดการเรียนรู้
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. บริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งการพัฒนาต่อยอดคิดค้นผลิตภัณฑ์ขึ้น ใช้อำนวยความสะดวกในการพัฒนาคุณภาพในการดำรงชีวิต หากเหลือก็คิดกลยุทธ์การโฆษณาและจัดจำหน่ายกับกลุ่มที่มีบริบทเหมือนหรือใกล้เคียงกัน มิฉะนั้นคน หรือกลุ่มบุคคล ประชาชนในชาติ จะกลายเป็นผู้ซื้อและผู้บริโภค เสี่ยงถูกลูกทางเศรษฐกิจ และที่สำคัญคือถูกจงทางความคิดทางสติปัญญาเพราะคิดไม่เป็น ดังนั้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ จึงต้องเปลี่ยนจาก Passive Learning มาเป็น Active Learning ตามกระบวนการของ Five Steps ประกอบด้วย การสร้างประเด็นคำถาม และคาดเดาคำตอบการสืบค้นและรวบรวมความรู้ การสร้างกระบวนการและขั้นตอนลงมือปฏิบัติ การสรุปผลการเรียนรู้และนำเสนอ การเผยแพร่และใช้ประโยชน์ในสังคม การจัดกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ยึดหลักการเรียนรู้ จากสิ่งใกล้ตัวที่นักเรียนรู้จักและคุ้นเคยได้แก่ แหล่งเรียนรู้ทั้งด้านกายภาพ ชีวภาพ และวิถีชุมชน เป็นสถานการณ์กระตุ้นให้เกิดคำถามอยากรู้พร้อมคาดเดาคำตอบ โดยอาศัยทักษะการสังเกต ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ คือ ตา ดู หู ฟัง จมูกดมกลิ่น ลิ้นชิมรส กายสัมผัส เก็บข้อมูลที่ตีพิมพ์

รายละเอียดของข้อมูลเป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพต่อจากนั้น จัดกิจกรรมการสืบค้น อ่าน รวบรวม ความรู้ที่ยอมรับเป็นความรู้สากล เพื่อนำมาอภิปรายสร้างกระบวนการกลุ่ม นำความรู้สากลมา สนับสนุนคำตอบที่คาดเดาก่อนหน้าว่าเป็นที่ยอมรับถูกต้องเชื่อถือได้ หรือนำไปโต้แย้งคำตอบที่คาดเดาไว้ก่อนหน้าให้ตกลงไป รับเอาความรู้ใหม่มายึดถือแทน โดยอาศัยทักษะการพิสูจน์เชิงเหตุผล อธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตรับรู้มาแก้ปัญหา ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ความรู้ที่ได้จาก สืบค้น อ่าน รวบรวมความรู้มาใช้สนับสนุน หรือโต้แย้งการคาดเดาคำตอบนั้นนักเรียนยังได้ความรู้ เพิ่มเติมอื่นอีกมากมายนำไปสู่คำถามที่ค้างคาใจ หรือคำถามที่สงสัยลึกลงไปจากเดิมที่มีผลต่อการพัฒนา คุณภาพชีวิต เข้าสู่กระบวนการวิจัย ศึกษาอย่างลึกซึ้งเฉพาะทางที่ เรียกว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เกิดแรงบันดาลใจคิดค้น พัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยทักษะการออกแบบผลิตภัณฑ์ ตามหลักการวิศวกรรมศาสตร์ ที่ต้องศึกษา ค้นคว้าทดลอง หรือวิจัยเชิงคุณภาพตามความถนัดและ สนใจเฉพาะด้านของบุคคล นำผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมไปเผยแพร่ให้กลุ่มคนในสังคมใช้เพื่อพัฒนา คุณภาพชีวิตต่อไป ทั้งนี้ กระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนจะมีการประยุกต์นำเทคโนโลยี สื่อ สารสนเทศ มาช่วยการเข้าถึงแหล่งความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง (สำนักบริหารงานกรมมัธยมศึกษาตอน ปลาย สพฐ. , 2558)

ดังนั้น การให้การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ต้องเปลี่ยนแปลงทัศนะ (Perspectives) จาก กระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Tradition Paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ที่ให้โลก ของนักเรียนและโลกความเป็นจริงเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ไปไกลกว่า การได้รับความรู้แบบง่าย ๆ ไปสู่การเน้นพัฒนาทักษะและทัศนคติ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะองค์การ ทัศนคติเชิงบวก ความเคารพตนเอง นวัตกรรม ความสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะและค่านิยมทางเทคโนโลยี ความเชื่อมั่นในตนเอง ความยืดหยุ่น การจงใจตนเอง และความ ตระหนักในสภาพแวดล้อม และเหนืออื่นใด คือ ความสามารถใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งถือเป็น ทักษะที่สำคัญจำเป็นสำหรับการเป็นนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นสิ่งที่ท้าทายในการที่จะ พัฒนาการเรียนรู้เพื่ออนาคต ให้นักเรียนมีทักษะ ทัศนคติ ค่านิยม และบุคลิกภาพส่วนบุคคล เพื่อเผชิญ กับอนาคตด้วยภาพในทางบวก ที่มีทั้งความสำเร็จและมีความสุข

2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังนี้ ศิริชัย นามบุรี (2546) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา ว่าเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

พรทิพย์ ศิริภทรัชย์ (2556) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

ชลาริป สมหาหิโต (2558) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการการศึกษาศาสตร์วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน โดยจะเน้นให้ ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน โดยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับ การศึกษาปฐมวัยสามารถจัดสอนโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นการตั้งคำถาม ขั้นการสำรวจตรวจสอบขั้นตอบคำถามที่ตั้งขึ้น และขั้นนำเสนอ และสามารถจัดในรูปแบบ หน่วยหรือโครงการก็ได้

เจมวดี ฟงซานนท์ (2557) ได้ให้ความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่าเป็นการบูรณาการทั้งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และการรู้เรื่อง วิศวกรรม (Engineering Literacy) เข้าด้วยกัน และยังได้อธิบายความหมายแต่ละส่วนไว้ ดังนี้

1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเนื้อหา ในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ) ความสามารถที่จะ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชา และมีทักษะปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์

2. การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) หมายถึง ความเข้าใจ และความสามารถ ในการใช้งานจัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างคำอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกันรวมถึงบทบาททางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยใน การวินิจฉัยและการตัดสินใจได้

4. การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) หมายถึง ความเข้าใจในการพัฒนา หรือ การได้มาของเทคโนโลยีโดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม และความรู้วิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) เป็นแนวทางจัดการ เรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็น ในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศ สหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถ สร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำองค์ความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มา บูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจมีใช้เรื่องใหม่ เพราะกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาก เพียงแต่วิทยาศาสตร์

ต้องการผลลัพธ์เป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นชิ้นงานสำหรับใช้แก้ปัญหา

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษานี้ว่าเป็น การผนวก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกันนั้น ซึ่งกำลังเป็นที่สงสัยสำหรับ ผู้สอน ทั้งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยีว่าจะนำแนวทางนี้ไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างไร โดยนำเสนอรูปแบบการบูรณาการแนวคิดของสะเต็มศึกษาสู่การจัดการการเรียนรู้ในชั้นเรียน ที่สามารถบูรณาการได้หลากหลายแบบและจะได้นำเสนอหลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ด้วย

Koehler, et al. (2013) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ เกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเนื้อหาความรู้ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหา อย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี

Roberts (2013) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นวิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์ วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียวการหลอมรวมทำได้ โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design Based) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ (Exploratory Learning Strategies)

ดังนั้น จากความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความ เข้าใจ เกิดการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการปฏิบัติการ การออกแบบ การแก้ปัญหา และสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบทซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเอง และ ด้านเนื้อหาซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.2.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือ โครงการที่บูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2553) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของส่งเสริมศึกษาว่า ประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในส่งเสริมศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบเอกทิฟของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอน กำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

ชลธิป สมาหิโต (2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของส่งเสริมว่า ตัวอักษรตัวแรกของส่งเสริม (STEM) คือ S มาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นสาระที่ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว ประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสาระต่อไปนี้มีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

National Research Council (2011) กล่าวว่า ตัวอักษรตัวที่สองของ STEM คือ T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เรา ดังนั้น คำว่า เทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายความถึงเพียงแค่ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพ โทรศัพท์มือถือ เท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ตัวอักษรตัวที่สามของ STEM คือ E มาจากคำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งวิศวกรรมในที่นี้ หมายถึง การออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดย เป็นการใช้องค์ความรู้ต่างๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบ ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในส่งเสริมศึกษานี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียร ความรอบคอบ ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น จะต้องคำนึงถึง ดังนี้

1. ปัญหาความต้องการหรือความมุ่งหมาย
2. แนวทางการแก้ปัญหา
3. การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประเมินผล

ทั้งนี้ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะที่เป็นวงจรที่ย้อนกลับไปกลับมาโดยไม่เป็นไปตามลำดับขั้นก็ได้เนื่องจากในการออกแบบชิ้นงานจะต้องคำนึงว่าการออกแบบชิ้นงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งเมื่อลงมือปฏิบัติแล้วหากพบปัญหาจนทำให้ต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหานั้น แล้วนำมาทดสอบก็ได้

ดังนั้นจากลักษณะของคำว่าสะเต็ม (STEM) ที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สะเต็ม มาจากการรวมกันของ 4 สาขาวิชาอัน ได้แก่ อักษรตัว S มาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ จะเป็น เนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อักษรตัว T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี จะเป็นการพัฒนาสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ อักษรตัว E มาจาก คำว่า Engineering หรือ กระบวนการวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดเป็น นวัตกรรม และตัวสุดท้าย คือ อักษรตัว M มาจาก Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการวัด การคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.2.3 องค์ประกอบ 4 วิชาของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบสะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับ วิชาการหรือวิทยาการที่เป็น หลัก 4 วิชา ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบวิชาการ ทั้ง 4 กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย พบว่า สะเต็มศึกษา มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่มสาระฯ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ในการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้ วิทยาศาสตร์ (Science Literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math Literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (Technology Literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1. เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก ดาราศาสตร์ อวกาศ) สามารถเชื่อมโยง ความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิง วิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2. เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และมีความ สามารถในการใช้งาน ในการจัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

3. เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

4. เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ ผู้สอนทำการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกันรวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยที่ดี

2.2.4 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีวิธีการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกสาระการเรียนรู้หลัก เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐานสาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บ่งถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่องการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะเป็นส่วนรอง

2. เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

3. เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ผู้สอน จะต้องเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมี สาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียน บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์ และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด โดยผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการเรียนรู้รอง ให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านั้นไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก การจัดการเรียนรู้ อาจเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวิธีทัศน์เกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่พบในปัจจุบันทั้งที่ใกล้ตัวและไกลตัว จากนั้นจึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้

ออกแบบนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เช่น เนื้อหาเรื่องภูเขาไฟระเบิด สาเหตุของการเกิดคลื่นยักษ์สึนามิตำแหน่งหรือพื้นที่การเกิดแผ่นดินไหว แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แต่ละแผน/บทเรียน อาจไม่จำเป็นต้องให้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่า เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียน จะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชาตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้

5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมผู้สอนจัด กิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น สามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก

6. แก้ไขหรือปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ โดยผู้สอน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ อาทิ ระบบเตือนภัยพิบัติ หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ ผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียน จะต้องบันทึกข้อเสนอแนะ ของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ ผู้เรียน จะได้ฝึกการคิดวิจารณ์ ควบคู่ไปด้วย

7. ประเมินชิ้นงานการออกแบบ ซึ่งหลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานใน ขั้นที่ 6 ผู้สอน และผู้เรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

8. นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือผู้แสดงผลงาน ให้ผู้เรียน นำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำคอนท่ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

2.2.6 การบูรณาการสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม หรือ การทำโครงการ ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้สอนทั้งหลายอาจจะมี ความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่า จะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละ

ระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย โดยมีผู้ที่กล่าวถึงการบูรณาการสะเต็มศึกษา ดังนี้

เขมวดี พงศานนท์ (2557) ได้กล่าวว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา ลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของการบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา โดยกาบูรณาการสะเต็มศึกษามี ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก หรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ ผู้เรียน มองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงานช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้อง และสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่างๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการพัฒนานวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ในรูปแบบโครงการ หรือการพัฒนานวัตกรรมที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ หรือการพัฒนานวัตกรรมเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติฝึก

คิดวิเคราะห์ หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์ ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใจใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นจากการบูรณาการสะเต็มศึกษาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาการวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมสำหรับชั้นเรียนแต่ละชั้นนั้นอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงความพร้อมของผู้สอน ทั้งในด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ หรือความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ทั้ง 4 สาขาวิชา นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา ตลอดจนบริบทการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนด้วย

2.2.7 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

สำหรับประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษานั้น ได้มีนักวิชาการทางการศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ได้อธิบายไว้ดังนี้

เสกสรร สรรสรพิสุทธ์ (2558) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในชั้นเรียน อีกทั้งเป็นการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสถานการณ์ที่ครูกำหนดต้องสอดคล้องกับตัวชีวิตในระดับชั้นที่นักเรียนศึกษาอยู่และต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวัย

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาว่า เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งให้นักเรียนได้รู้จักการแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาว่า การสอนด้วยรูปแบบสะเต็มเป็นสิ่งสำคัญรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้มาในชั้นเรียน และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาให้บังเกิดผลเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

ดังนั้นจากประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้มีความรู้ในเนื้อหา และฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีหัวข้อหลัก ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

2.2.8 องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21

มีนักวิชาการทางการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษ ที่ 21 ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภทธรชย (2556) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษ ที่ 21 มีจุดเริ่มต้นมาจากการประชุมร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาในสหรัฐอเมริกาประชุมร่วมกัน โดยรัฐบาลต้องการพัฒนาคุณภาพของประชากรประเทศเพื่อยกระดับขีดความสามารถของประเทศกับนานาชาติและต้องการให้ประชากรนั้นมี คุณภาพและศักยภาพในสังคม สามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้องค์ประกอบในด้านต่างๆ ที่ควรเกิดขึ้นในผู้เรียนจากการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับสมอง และการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้เกิดกระบวนการทัศน์ทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณ์ญาณ ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณา การทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์ คุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียน

ต่อไปในชั้นสูงขึ้นไป เกิดการเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคต การเพิ่มมูลค่า และการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นเป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 แต่การจัดการเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาเป็นอย่างไรนั้น ในขณะนี้เชื่อว่าผู้อ่านหลาย ๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนคงจะมีประเด็นสนทนากันเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนกันอย่างกว้างขวาง คุณครูส่วนใหญ่คงจะมีความวิตกกังวล ไม่แน่ใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมักมีคำถามหลายประการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ซึ่งแน่นอนว่าครูในหลาย ๆ ประเทศก็มีข้อสงสัยในลักษณะเดียวกันกับครูไทยในช่วงระยะเริ่มต้นที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนั้นจะขอสรุปประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ในลักษณะของคำถาม และคำตอบสั้น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกทำความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลในการตอบคำถามนั้นได้มาจากการศึกษาและรวบรวมจากประสบการณ์ของผู้ที่เคยนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2560) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็น การบูรณาการระหว่างสาขาวิชา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานและความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากองค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชามาสร้างองค์ความรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ เพิ่มสมรรถนะ มีศักยภาพต่อการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้

2.3.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) เป็นวัสดุหลักสูตรที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ (UNIT PLAN) ที่กำหนด ไว้ เพื่อให้การจัดการสอบบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือนโครงร่าง หรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์การเรียนรู้ตามหัวข้อการจัดการเรียนรู้และกระบวนการวัดผลที่

สอดคล้องสัมพันธ์กัน ส่วนแผนการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียน (lesson) และ ประสิทธิภาพการเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นเครื่องมือ หรือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

กรมวิชาการ (2546) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้แก่ักเรียน โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้ แผนการวัดผลประเมินผลโดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา หรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดอันสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2549) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การเตรียมการสอนหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็น ลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

แสงศรี ศิลาอ่อน (2553) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นกิจกรรมการ สอนที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียน โดยมีการกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อตามจุดประสงค์ ที่ตั้งไว้แล้ว

จากความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการสอน เป็นเอกสารที่ครูหรือผู้สอน นุเคราะห์ทางการศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทาง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

2.3.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า การ วางแผนจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้สอนทราบว่า ในแต่ละสัปดาห์หรือแต่ละชั่วโมงผู้สอนควรจะสอน รายวิชาใด ขอบข่ายสาระการเรียนรู้ครอบคลุมเรื่องราวอะไรบ้าง รวมทั้งการสำรวจสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้และสามารถทำการประเมินผลผู้เรียนทำให้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ได้ตามเป้าหมาย

ระวีวรรณ ลำสัน (2552) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า แผนการ จัดการเรียนรู้มีความจำเป็น ผู้มีหน้าที่ให้การศึกษาเพื่อการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำ เทคนิควิธีการ สื่อและเทคโนโลยีตลอดจนจิตวิทยาการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยครูผู้สอนได้วางแผนไว้

ล่องหน้าและทำให้เกิดความมั่นใจเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรกำหนดไว้อย่างเกิดประสิทธิภาพ

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความจำเป็นสำหรับครูผู้สอนเพื่อวางแผน รวมทั้งเตรียมความพร้อม และเป็นการนำสื่อ วิธีการ เทคนิค และเทคโนโลยีตลอดจนจิตวิทยาในการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เป็นหัวใจสำคัญของการนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรกำหนดไว้

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิด อย่างมีเหตุ มีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียน และผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงกล้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา

ทิพวรรณ ไกรนรา (2550) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วย ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ และแก้ปัญหาดัง ๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง ไม่ใช่ ทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการต่าง ๆ

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเป็นความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้ปฏิบัติต้องเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดยต้องอาศัยทักษะ และองค์ความรู้ต่างๆ มาประกอบ

2.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งทั้งสองประเภทรวมเป็นทั้งหมด 13 ทักษะ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542)

2.4.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1) ทักษะการสังเกต (Observing) คือ เป็นการใช้อวัยวะรับสัมผัส ต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส
- 2) ทักษะการวัด (Measuring) คือ การหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง
- 3) ทักษะการคำนวณ (Using Number) คือ เป็นการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งการหาค่าเฉลี่ย
- 4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) คือ การแบ่งจำพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์
- 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา (Spacs / Spacs Reation and Space /Time Relation) คือ เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในประสบการณ์ โดยมีเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
- 6) ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) คือ เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการนำเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟสมการ หรือการเขียนบรรยาย
- 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) คือ เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยประสบการณ์เดิมมาช่วย
- 8) ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) คือ เป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ เป็นต้น

2.4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 1) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) คือ เป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้ง สมมติฐานหนึ่งๆ
 - 2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) คือ เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน
 - 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation) คือ เป็นการกำหนด ความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เกิดความเข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตได้หรือวัดได้ โดยให้คำตอบเกี่ยวกับการทดลอง และบอกวิธีวัด ตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น
 - 4) ทักษะการทดลอง (Experiment) คือ เป็นกระบวนการปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบ จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง
 - 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interperiting Data and Making) คือ เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูล ในบางครั้งอาจ ต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น
- จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสรุปความหมาย ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหา ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิตีและมิติกับเวลา ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจาก ข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รวมถึงความสามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และตัวบ่งชี้การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Competency indicator)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน		
1. การสังเกต	การสังเกต หมายถึง การใช้อวัยวะรับสัมผัส ต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการ มองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับประทาน และสัมผัสวัตถุ หรือ เหตุการณ์ต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูล รายละเอียดของสิ่ง นั้นๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึกรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจำแนกลักษณะของ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลลักษณะเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูล ของสิ่งที่ศึกษา	1. บ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพโดยใช้ 2. ประสาท สัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน 3. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการ กะ การประมาณได้
2. การวัด	การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือวัด เพื่อหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ	1. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 2. บอกวิธีวัดและวิธี ใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง 3. วัดปริมาณต่างๆ เช่น ความกว้าง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง 4. ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
3. ทักษะการคำนวณ	การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่นๆ	1. สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 2. บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้อย่างถูกต้องและแสดงวิธีการคำนวณได้
4. ทักษะการจำแนกประเภท	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษาประเภท	3. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 4. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ 5. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา	มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปมิติของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิด	1. วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 2. บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้ 3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ 4. บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุใดๆ ได้ 5. บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุหนึ่งกับวัตถุอื่นได้ 6. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล	การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจแสดงในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้ 3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้ 4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น 5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้นๆ	<ol style="list-style-type: none"> 6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
8. ทักษะการพยากรณ์	ข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่สามารถแสดงเป็นตารางหรือกราฟได้ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ศึกษา และการพยากรณ์ภายนอกของข้อมูลที่ศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การพยากรณ์ทั่วไป: ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 2. การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ: ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ		
9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ 2. ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผล เนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามด้วย 3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ส่งผลกระทบต่อ การทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน กัน จึงจะทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้	บ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้
10. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน	การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการ สังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
	สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ ล่วงหน้าส่วนใหญ่เป็นข้อความ ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้สมมติฐานที่ตั้ง ไว้อาจถูกหรือผิด ซึ่งจะทราบได้ ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้	
11. ทักษะการ กำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ใน ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถ สังเกตหรือวัดได้	กำหนดความหมายและขอบเขตของ คำศัพท์หรือตัวแปรต่างๆ ที่สามารถ สังเกตและวัดได้
12. ทักษะการ ทดลอง	การทดลอง หมายถึง การทำ ปฏิบัติการด้วยวิธีใดๆ เพื่อหา คำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ ทักษะนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อน ลงมือทดลองจริง	1. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรควบคุมได้ 2. วางแผนการทดลอง โดยระบุ ขั้นตอน อุปกรณ์เครื่องมือ และ สารเคมีที่ต้องใช้ได้ 4. ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ได้จน สำเร็จ 5. บันทึกผลการทดลองที่ได้ ถูกต้องและเที่ยงตรง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
	2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือทำ ปฏิบัติการทดลองจริง 3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต สํารวจ วัด หรือวิธีอื่นๆ	
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองได้	1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ 2. สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้อื่นได้

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา (Science Process Skills) สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งทั้งสองส่วนรวมเป็นทั้งหมด 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป

2.4.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) ได้อธิบายว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ

1. การประเมิน โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะง่ายต่อการวิเคราะห์ผล เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะง่ายต่อการคิดวิเคราะห์ผลการประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จะเหมาะสำหรับการจัดการความรู้ ความจำในเนื้อหาวิชาส่วนการวัดทักษะกระบวนการจะนิยมวัดจากสภาพจริงขณะนักเรียนปฏิบัติงานหรือชิ้นงานของนักเรียน

2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) เป็นการประเมินการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงซึ่งแบบประเมินจะมีหลายชนิดเช่นแบบทดสอบปลายเปิดแบบสังเกตพฤติกรรมแบบทดสอบประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นต้น

ชนินันท์ พฤษทรัพย์ (2557) ได้อธิบายว่าการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำการประเมินได้ทั้งแบบการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) และประเมินผลย่อย (Formative Assessment) โดยใช้กระบวนการดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือว่าเป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่แล้วซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้นจะเกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่หลากหลายและแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง Structured Observation และการสังเกตแบบการเล่าเรื่อง Narratives

2. การใช้คำถาม Question สามารถใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-Assessment Questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

3. การประเมินจากผลงานของนักเรียน (Looking at student work) สามารถใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากการตอบคำถามในใบงาน โครงการงาน (Project) ชิ้นงาน (Product) และการสาธิต (Demonstration) เป็นต้น

จากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมีความเที่ยงตรง อีกทั้งยังง่ายต่อการตรวจ และวิเคราะห์ผล

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนคาดหวังว่าจะให้เกิดกับผู้เรียน หลังจากที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยมีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถความสำเร็จและสมรรถภาพทางด้านต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน โดยเกิดจากการฝึกฝน จากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

พิมพ์พันธ์ เจริญกุล และเพียว ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้หรือทักษะที่ต้องใช้สติปัญญา และสมรรถภาพทางสมองที่ได้รับมาจากการสั่งสอนซึ่งแสดงออกมาในรูปของความสำเร็จสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย และใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน

2.5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, น. 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง แบบทดสอบวัดระดับความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถ และทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมนึก ภัททิพยธนี (2546, น. 78-82, อ้างอิงใน วัชรรา พงษ์เวียง, 2559, น. 42) แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง และแบบทดสอบมาตรฐาน พบว่ามีแบบทดสอบที่นิยมใช้มากที่สุด 6 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอัตนัย เป็นลักษณะที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และความคิดเห็น
2. ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีตัวเลือก โดยให้เลือกแบบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว
3. แบบทดสอบเติมคำ เป็นลักษณะข้อสอบที่เป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้ผู้ตอบเติมคำหรือข้อมูลให้ถูกต้องและสมบูรณ์
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แตกต่างกันคือจะเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ ลักษณะคำตอบที่ต้องการจะสั้น ๆ ได้ใจความ
5. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าคู่ใดบ้างมีความสัมพันธ์กัน
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนคำถามและตอนเลือก ข้อตัวเลือกจะคล้าย ๆ กัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีนำหนักถูกมาน้อยต่างกัน

สราวุธ วิเชียรลม (2554, น. 21) ได้อธิบายลักษณะของข้อสอบปลายเปิดคือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์ปลายเปิด ที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน เพื่อใช้กระตุ้นการคิดของนักเรียนมีความท้าทาย เป็นลักษณะข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนบรรยายแสดงความรู้สึกและความคิดเห็น โดยมีลักษณะที่สำคัญในการใช้คำถามแบบปลายเปิด คือ เป็นคำถามลักษณะเปิดกว้างซึ่งชวนให้ตอบอย่างอิสระ ไม่มีคำตอบว่าผิดหรือถูก เป็นคำตอบที่มีคำตอบอยู่อย่างหลากหลาย คำถามชนิดนี้ผู้ตอบต้องใช้สมองทำงานทั้งด้านความคิด ความรู้สึก และปัญญา ด้วยคำถามปลายเปิดนี้เป็นคำถามที่ไม่ต้องการคำตอบตายตัว มีประโยชน์อย่างยิ่งในการส่งเสริมให้เด็กกล้าคิด กล้าตอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2538, น. 53, อ้างอิงใน กมลทิพย์ ไยอารี, 2559, น. 31) ได้จำแนกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) คือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดและคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) คือแบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตัวตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการจำแนกอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นที่ใช้กลุ่มเปรียบเทียบ

จากการศึกษาลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักการศึกษาหลายท่านสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถทางการเรียนของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ และวัดทักษะของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะสามารถวัดได้ว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์มากน้อยเพียงใด

2.5.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดดูว่านักเรียนมีพฤติกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ มากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ไพศาล หวังวานิช (2526, น. 89) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสาารถและทักษะในการปฏิบัติของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในรูปแบบการกระทำจริง การวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)
2. การวัดเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสาารถเกี่ยวกับเนื้อหาของวิชา อันเป็นประสบการณ์และพฤติกรรมของผู้เรียนรวมทั้งความสาารถด้านต่าง ๆ การวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

เนื่องจากการวัดและการประเมินผลเป็นการพิจารณาถึงความสามารถของผู้เรียน ในการวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและการประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย (ธิตยา บุญเสนาะ, 2553, น. 25) สรุปได้ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้

2. ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและการดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกวิธี รวดเร็ว และมีความแม่นยำในขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติ วิธีวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยจะวัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลอง

3. ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คารินและซันด์ได้เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบที่เป็นมาตรฐานค่า ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง การสัมภาษณ์

จากแนวคิดของการการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการวัดผลทั้ง 3 ด้านคือ ด้านพุทธรพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย เป็นการวัดถึงความสามารถและสมรรถนะของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน ในงานวิจัยนี้ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

2.5.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น.64-77) ได้สรุปหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์และชัดเจนในเนื้อหา
2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และมีความเป็นปรนัย
3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัดไม่ควรถามเฉพาะความจำตามตำรา
4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ
5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง ให้รัดกุม และชัดเจนขึ้น
6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ ให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำถามที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปมาก
8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมดทุกข้อ และสรุปแน่นอนไม่ได้
9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียวและต้องสร้างข้อตัวลวงให้รัดกุม
10. เขียนตัวถูกและตัวผิดให้ถูกต้องตามหลักวิชา เช่น ให้สอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือ คำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญจะนำความเชื่อมาอ้างอิงไม่ได้

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งเป็นส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. อย่าแนะนำคำตอบให้มีหลายกรณี เช่น การใช้ข้อความคำตอบที่ถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2526, น. 21-30) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. พิจารณาถึงจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้ ซึ่งจำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนว่าเรานำแบบทดสอบไปใช้เพื่ออะไรและต้องสัมพันธ์กับการสอน เช่น การตรวจสอบความรู้เดิม เพื่อวินิจฉัยถึงข้อบกพร่อง และตรวจสอบความก้าวหน้าหลังเรียน

2. พิจารณาถึงเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันกับเนื้อหาที่เรียน เช่น การวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ ความยากง่ายของเนื้อหา

3. สร้างข้อสอบโดยศึกษาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์ เพื่อสร้างเป็นฉบับทดลอง

4. นำไปทดลองสอบเพื่อวิเคราะห์ประเมินผลของแบบทดสอบ เช่น ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบและสร้างแบบทดสอบฉบับจริง

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 59-61) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหา โดยการวิเคราะห์ดูว่ามีเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ แล้วพิจารณาว่าต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละไม่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เพราะเมื่อนำไปทดสอบและวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้วจะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก จะได้ไม่น้อยกว่าข้อที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. ตรวจสอบข้อสอบโดยการพิจารณาข้อคำถามและตัวเลือกอีกครั้ง โดยเฉพาะด้านความถูกต้องตามหลักวิชาและภาษาที่ใช้เขียน

6. นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ไม่ต่ำกว่า 3 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์

7. ทดลองใช้ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบแล้วนำไปปรับปรุง

8. สร้างแบบทดสอบฉบับจริง โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์มาสร้างเป็นแบบทดสอบฉบับจริงจากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษาผู้วิจัยสรุปขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา
2. สร้างแบบทดสอบสำรวจให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์
3. นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาคัดขีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
5. นำผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์มาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับที่ทดลองใช้ (Try Out)
7. นำแบบทดสอบฉบับทดลองใช้ (Try Out) ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
8. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
9. จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเป็นฉบับจริงเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.6 บริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตั้งอยู่ในเขตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ขามเรียง ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 สังกัดคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ขนาดกลาง จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2540

2.6.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2559

กระทรวงศึกษาธิการ ได้ทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อนำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสม ชัดเจน

ทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และกระบวนการนำ หลักสูตรไปสู่การปฏิบัติในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและ สถานศึกษา โดยมีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจนเพื่อเป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับนอกจากนั้นได้กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำ ของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละ ชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น อีกทั้งได้รับกระบวนการวัด และประเมินผู้เรียน เกณฑ์การจบการศึกษาแต่ละระดับ และเอกสารแสดงหลักฐานทางการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และมีความชัดเจน ในการนำ ไปปฏิบัติ ได้ประกาศใช้หลักสูตรเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 นี้ จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษา ได้นำไปใช้ประกอบและทิศทาง ในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และ ทักษะที่จำเป็น สำหรับการดำรงชีวิตในสังคม ที่มีความเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองต่อเนื่องตลอดชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ ช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในทุกระดับเห็นผลคาดหวังที่ต้องการใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียนที่มีความชัดเจนตลอดแนว ซึ่งจะสามารถช่วยให้หน่วยงานท้องถิ่นและสถานศึกษา ร่วมกันพัฒนา หลักสูตรได้อย่างมั่นใจทำให้การจัดทำ หลักสูตรในระดับสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้เกิด ความชัดเจนด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยแก้ปัญหาหาการเทียบโอนระหว่างสถานศึกษา ดังนั้นในการพัฒนา หลักสูตรในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับชาติจนกระทั่งถึงสถานศึกษา จะต้องสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเป็นกรอบทิศทางในการจัดการการศึกษาทุกรูปแบบ และครอบคลุม ผู้เรียนทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน การจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย ที่คาดหวังได้ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัว และบุคคลที่ต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำ งานอย่างเป็นระบบ และต่อเนื่อง ในการวางแผน การดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ฝ่ายงานทะเบียนและหลักสูตร โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) (2561)

2.6.2 วิสัยทัศน์

เป็นสถาบันการศึกษาขั้นพื้นฐานต้นแบบของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ ผู้เรียนมีทักษะการแสวงหาองค์ความรู้ ทักษะการคิด และทักษะการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

2.6.3 จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.6.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.6.3.2 มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.6.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.6.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.6.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.6.4 พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนิน การมีดังนี้

2.6.4.1 เป็นสถาบันต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.6.4.2 พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแผนการศึกษาของชาติ

2.6.4.3 ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้

2.6.4.4 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้

2.6.4.5 พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กรทั้งในและต่างประเทศ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

2.6.5 เป้าประสงค์

เป้าประสงค์หลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนิน การมีดังนี้

2.6.5.1 เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัยและลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2.6.5.2 เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้
อันเหมาะสมแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

2.6.5.3 เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการ
เรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์และนักเรียนให้นักเรียนเป็นผู้ ใฝ่รู้คู่คุณธรรมอย่างแท้จริง

2.6.5.4 เพื่อเป็นการบริการการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

2.6.5.5 เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2542) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
คือ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี และคะแนนเฉลี่ยสะสมวิชา เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ ซึ่งแปลงให้เป็นคะแนนที่ (T-Score)
เพื่อนำมาเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนที่ได้จาก
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มตัวอย่าง แต่ละโรงเรียนมาหาความสัมพันธ์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ
เพียร์สัน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักเรียนชาย กับกลุ่มนักเรียนหญิง แต่ละโรงเรียน
โดยวิธีการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับ
นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ชเนรินทร์ ศรีหาเศษ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณู
นคร จังหวัดนครพนม จำนวน 87 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1)
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.68 ค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.73 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85 (2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.77 ค่าความเชื่อมั่น

เท่ากับ 0.78 ซึ่งจากผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี อินตา (2558) ได้ทำการศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์อย่างพารา โดยใช้แนวการสอนด้วยรูปแบบสะเต็ม กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรม มหัศจรรย์อย่างพาราโดยใช้แนวการสอนแบบ STEM ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแม่จันวิทยาคม จังหวัดเชียงราย โดยผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนมีความพึงพอใจเมื่อได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าว โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก

สุภิญญา สุ โข (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ออกแบบขึ้นมีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 77.98/76.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ (2) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ออกแบบขึ้นมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร เปลี่ยนแปลงไปในทางที่สูงขึ้น (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด หมายความว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM สามารถทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM มากขึ้น

ณัฐชานันต์ เกตุศรีศักดา และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง จากโรงเรียน 2 แห่ง ๆ ละ 11 คน ในอำเภอสามเงา จังหวัดตาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบทักษะกระบวนการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติที่ ซึ่งจากการวิจัย

พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา ภูผาบาง (2559) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลกันยานุกูล จำนวน 52 คน จากการศึกษาของ นิตยา ภูผาบาง พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แผ่นฟิล์มจะมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสยังสูงขึ้น แต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวลดลง และเมื่อเพิ่มกลีเซอรอลในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังลดลงแต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงขึ้น และแผ่นฟิล์มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีเปอร์เซ็นต์การบวมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า กิจกรรมเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม และนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้น

วรรณชนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตรากำลังตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง จากการวิจัยพบว่า (1) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตรากำลังตรีโกณมิติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. (2) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และ (3) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จิตรา พลสุธรรม และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อความหมายของเด็กปฐมวัย กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเด็กชายและหญิงที่มีอายุระหว่าง 4 - 5 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นอนุบาลปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลด่านช้าง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 32 คน ผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อความหมายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและผลจากการสังเกตพฤติกรรมพบว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีทักษะ

การสื่อความหมาย ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการพูดบอกชื่อสิ่งของการพูดเล่าเรื่องตามลำดับเหตุการณ์และการวาดภาพให้ผู้อื่นรู้ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2560) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดายเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน จากผลการวิจัยพบว่า (1.) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2.) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

นุรอาซีกิน สาและคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา 10 แห่ง เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียนสำหรับศึกษาในห้องเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็ม จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีความสนใจที่จะสมัครเข้าเรียนในห้องที่ได้้นำการสอนแบบสะเต็มศึกษาเข้ามาจัดการเรียนการสอน มีความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ

Tseng, et al. (2013) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่อการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการเรียนรู้แบบโครงงาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง โดยผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่อการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากการสัมภาษณ์เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต และสามารถนำความรู้มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหา

ที่เกิดขึ้นได้จริง สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้ และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับ STEM ในภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Patricia, et.al. (2014) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน โดยใช้สะเต็มศึกษา ซึ่ง การศึกษาครั้งนี้จะตรวจสอบการออกแบบ และรูปแบบการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะ เต็ม อีกทั้งการออกแบบการเรียนการสอน รวมถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแรงบันดาลใจของผู้เรียน ซึ่งการศึกษาวิจัยมีการสนับสนุนนักเรียน และ ศึกษาถึงจุดอ่อนในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์กับชุมชน และเครื่องมือ ในการประเมินการจัดการเรียนรู้ โดยงานวิจัยนี้จะสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน และการพัฒนา ของครูในการพัฒนาและการถ่ายทอดความรู้ในชั้นเรียน

Samar (2015) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาโดยการนำวิธีการคิดคำนวณ ไปใช้ในการศึกษาแบบสะเต็ม โดยได้ศึกษากับนักเรียนทั้งหมด 700 คนที่เรียนในรายวิชา วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำความรู้ทางสะเต็มศึกษาใช้ในการศึกษาการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสะเต็ม (STEM) เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการ ทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งงานวิจัยนี้จะส่งเสริมทักษะ กระบวนการคิด ทักษะการคำนวณของนักเรียน อีกทั้งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้สนใจใน การคิดคำนวณและนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประยุกต์ใช้ในการศึกษา

Spillane (2015) ได้ศึกษาลักษณะของครูผู้สอนที่มุ่งเน้นการจัดการสอนด้วยรูปแบบสะเต็ม ซึ่ง ในงานวิจัยนี้ได้กล่าวว่า STEM เป็นรูปแบบการศึกษาที่มีการครอบคลุมเกือบทุกแขนง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยครูผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาด้ำนนั้นๆ แล้วนำมาบูรณาการ โดยใช้ รูปแบบ STEM เพื่อสนับสนุน และส่งเสริมการศึกษา อีกทั้งยังเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิง บูรณาการ และสามารถนำความรู้จากการเรียน STEM ไปปรับใช้ได้ในชีวิตประจำวันได้

Subramanian (2016) ได้ศึกษาความร่วมมือของโรงเรียนและมหาวิทยาลัย เพื่อส่งเสริมการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งงานวิจัยได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ในศตวรรษที่ 21 ที่จะส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนและนักศึกษา ทั้งทักษะการอ่าน ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งได้วิเคราะห์การ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และความร่วมมือระหว่างนักเรียน และนักศึกษา

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษามี ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี อีกทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติปัญญา และความสามารถในการแก้ปัญหา ที่สำคัญทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้นครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ และการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษายังทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วยเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบปกติ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิต ของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัย
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. แผนดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้เป็นนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนห้องเรียน 9 ห้องเรียนรวมทั้งหมด 388 คน แบ่งเป็นดังนี้

ห้องเรียนที่ 1 จำนวนผู้เรียน 46 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตร Sci-Math Gifted)

ห้องเรียนที่ 2 จำนวนผู้เรียน 40 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 3 จำนวนผู้เรียน 43 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)

ห้องเรียนที่ 4 จำนวนผู้เรียน 40 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)
 ห้องเรียนที่ 5 จำนวนผู้เรียน 30 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)
 ห้องเรียนที่ 6 จำนวนผู้เรียน 30 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตร รวม.)
 ห้องเรียนที่ 7 จำนวนผู้เรียน 43 คน แผนการเรียนวิทย์ - คณิต (หลักสูตรวิทย์ทั่วไป)
 ห้องเรียนที่ 8 จำนวนผู้เรียน 53 คน แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - จีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส
 ห้องเรียนที่ 9 จำนวนผู้เรียน 55 คน แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - จีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส
 รวมผู้เรียนทั้งหมด 388 คน

3.1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยเลือกการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) จำนวน 40 คน

3.1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นเนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาชีววิทยาเบื้องต้น รหัสวิชา ว 30142 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียบเรียงโดย อาจารย์ ณิชชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับชีววิทยา
2. กล้องจุลทรรศน์
3. กำเนิดสิ่งมีชีวิตและเซลล์
4. การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์
5. การรักษาสมดุลในร่างกาย
6. ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. การแบ่งเซลล์
2. สารพันธุกรรม
3. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
4. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
5. พันธุกรรมหมู่เลือดมนุษย์
6. พงศาวลี หรือ พันธุประวัติ
7. ความผิดปกติของโครโมโซม
8. เทคโนโลยีชีวภาพกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
9. วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
10. ความหลากหลายทางชีวภาพ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ประกอบด้วย
เนื้อหา ดังนี้

1. ระบบนิเวศ
2. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง
ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ระบบนิเวศ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเปลี่ยนแปลงและการแทนที่
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 วัฏจักรของสาร
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ปრაกฏการณ์เรือนกระจก
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สาเหตุปრაกฏการณ์เรือนกระจก
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ผลกระทบ และการป้องกันปრაกฏการณ์เรือนกระจก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการจัดการสิ่งแวดล้อม และ
ทรัพยากรธรรมชาติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 สยบวัชพืชนับล้านด้วยบหัทกร้อย

3.2.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ชีวิตกับ
สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช เป็นแบบวัดชนิดปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
ใช้เวลา 60 นาที

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ชีวิตกับ
สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช เป็นแบบวัดชนิดปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.3 การสร้างและการหาคุณเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็ม
ศึกษาต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความ
หลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ขอบข่ายเนื้อหา การวัดการ
ประเมินผล และศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อใช้เป็นรูปแบบในการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทร
วิชัย จังหวัดมหาสารคาม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบาย
รายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ โครงสร้างของเวลา ขอบข่ายด้านเนื้อหาและผลการเรียนรู้ตาม
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพและ
เทคโนโลยีชีวภาพกับสิ่งมีชีวิต แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้
จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดทำหน่วยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	การจัดกิจกรรม	เวลา (นาที)	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ				
				ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ทักษะการทดลอง	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
1	ระบบนิเวศ	แบบสะเต็มศึกษา	10					
		แบบสืบเสาะ	40	√	√	√	√	√
2	องค์ประกอบของ ระบบนิเวศ	แบบสะเต็มศึกษา	80					
		แบบสืบเสาะ	20	√	√	-	-	√
3	ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิต	แบบสะเต็มศึกษา	5					
		แบบสืบเสาะ	45	√	√	√	√	√
4	การเปลี่ยนแปลง และการแทนที่	แบบสะเต็มศึกษา	85					
		แบบสืบเสาะ	15	-	√	√	-	√

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

				ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ				
แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	การจัดกิจกรรม	เวลา (นาที)	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ทักษะการทดลอง	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5	วัฏจักรของสาร	แบบสะเต็มศึกษา	15					
		แบบสืบเสาะ	35	√	√	√	√	√
6	ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	แบบสะเต็มศึกษา	90					
		แบบสืบเสาะ	10	√	√	-	-	√
7	ปรากฏการณ์เรือนกระจก	แบบสะเต็มศึกษา	10					
		แบบสืบเสาะ	40	-	√	√	√	√
8	สาเหตุปรากฏการณ์เรือนกระจก	แบบสะเต็มศึกษา	80					
		แบบสืบเสาะ	20	√	√	-	-	√

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

				ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ				
แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	การจัดกิจกรรม	เวลา (นาที)	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ทักษะการตั้งสมมุติฐาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ทักษะการทดลอง	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
9	ผลกระทบและ การป้องกัน ปรากฏการณ์ เรือนกระจก	แบบสะสมเต็มศึกษา	5					
		แบบสืบเสาะ	45	✓	✓	✓	✓	✓
10	ปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียงและการ จัดการ สิ่งแวดล้อม และทรัพยากร ธรรมชาติ	แบบสะสมเต็มศึกษา	15					
		แบบสืบเสาะ	35	✓	✓	✓	✓	✓
11	สยบวัชพืชหน้า ด้านด้วยงบบหลัก ร้อย	แบบสะสมเต็มศึกษา	50	✓	✓	✓	✓	✓
รวม				9	11	8	7	11

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพ กับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้วิเคราะห์ได้ จำนวน 10 แผนการเรียน เวลา 15 ชั่วโมง

3.3.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 10 แผนการเรียน เวลา 15 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ออกแบบการเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นการค้นหานวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง ขั้นวางแผนและพัฒนา ขั้นทดสอบและประเมินผล และขั้นนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ให้คำแนะนำ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.1.5 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 7 ด้าน ตามวิธีของบุญชม ศรีสะอาด ดังตารางที่ 3.2 (ภาคผนวก ข หน้า 124-126)

ตารางที่ 3.2

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.2 สามารถวัด/ประเมินผลได้					

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพของแผนการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีทั้งหมด 5 ท่าน คือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล วรรณคำ อาจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ อติชาติ อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

อาจารย์ ณิชชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

อาจารย์ ทิพวรรณ พิลา อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการเรียนรู้ โดยใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 102-103) ทำการประเมินแต่ละแผนการเรียนรู้โดยเกณฑ์การประเมินคะแนน ดังนี้

มีค่าเหมาะสมมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มีค่าเหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4
มีค่าเหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
มีค่าเหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2
มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

3.3.1.7 ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่มีต่อแผนการเรียนรู้ใช้เกณฑ์ของเบสท์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 102-103) ดังนี้

- 4.51 - 5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 3.51 - 4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก
- 2.51 - 3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 1.51 - 2.50 ความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1.00 - 1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เมื่อนำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ นำไปเทียบค่าเฉลี่ยพิจารณาความเหมาะสม ผลการวิเคราะห์พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.60 - 4.80 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.24 - 1.00 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ให้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้เสนอแนะเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี แล้วจัดพิมพ์เป็นแผนการเรียนรู้ฉบับจริง

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับตัวชี้วัด เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.3 ศึกษาหนังสือชีววิทยาพื้นฐานที่เรียบเรียงโดย อาจารย์ ณิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น รหัสวิชา ว 30142 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบวัดทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ตารางที่ 3.3

วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
อธิบายการจัดหมวดหมู่และจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตได้	5	3
สามารถเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มได้	5	4
สามารถศึกษา ทดลอง สำรวจสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นได้	5	3
สามารถสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้	5	4
เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสามารถออกแบบการศึกษาหรือแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้	10	8
สามารถทำปฏิบัติการศึกษาระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพได้	5	4
สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	4
รวม	40	30

1. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขอบข่ายจุดประสงค์ จำนวน 40 ข้อ (นำไปใช้จริง 30 ข้อ)

2. นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.2.5 แบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้วิธีการหาค่า IOC พบว่าข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 (ภาคผนวก ก หน้า 153) และทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ มีการปรับข้อคำถามให้มีความกระชับ เข้าใจง่าย เป็นข้อคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

3.3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 33 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืช เพื่อนำคะแนนมาหาดัชนีความยาก และค่าอำนาจจำแนก

3.3.2.7 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มาหาค่าความยากและอำนาจจำแนก พบว่าข้อสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.40-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.23-0.85 (ภาคผนวก ค หน้า 155) และคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้เก็บข้อมูลจำนวน 30 ข้อ จากแบบทดสอบทั้งหมด

3.3.2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร Lovett Reliability ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์แบบทดสอบ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ค หน้า 154-160)

3.3.2.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4.3.2 สร้างตารางวิเคราะห์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา ดังตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4

วิเคราะห์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ ที่สร้างขึ้น	จำนวนข้อสอบ ที่นำไปใช้จริง
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	12	6
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	12	6
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	12	6
ทักษะการทดลอง	12	6
ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	12	6
รวม	60	30

3.4.3.3 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามขอบข่ายของเนื้อหาในการวิจัยแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงจำนวน 30 ข้อ

3.4.3.4 แบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้วิธีการหาค่า IOC พบว่าข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 147-148) และทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ มีการปรับข้อคำถามให้มีความกระชับเข้าใจง่าย เป็นข้อคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

3.4.3.5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.4.3.6 นำผลที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ โดยให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2543: 103) จึงถือว่าเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ได้

3.4.3.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1 ห้อง รวม 38 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม และนำมาหาคูณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกจากสูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers. 1970) (ไพศาล วรคำ, 2559, น.308) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.32-0.78 (ภาคผนวก ค หน้า 149 - 150) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ

2. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีโลเวท (Lovett) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับยอมรับได้ (ไพศาล วรคำ, 2559, น.292) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.91 (ภาคผนวก ค หน้า 151 - 153)

3. จัดพิมพ์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 40 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แผนดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยใช้แบบวิจัยกลุ่มเดียวเก็บรวบรวมข้อมูลก่อน และเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง (One Group Pretest - Posttest Design)

$$O_1 - X - O_2$$

(3-1)

เมื่อ	O_1	หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลองใช้แผนจัดการเรียนรู้
	X	หมายถึง การได้รับการเรียนการสอนตามแผนจัดการเรียนรู้
	O_2	หมายถึง การทดสอบหลังการทดลองใช้แผนจัดการเรียนรู้

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.2.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4.2.2 ให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.4.2.3 ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 10 แผน 15 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง 4 สัปดาห์

3.4.2.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4.2.5 ให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หาประสิทธิภาพของแผน (E_1/E_2) ที่จัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยวิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ

3.5.2 เปรียบเทียบคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ

3.5.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบด้วยสถิติ Dependent sample t-test

3.5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้

สหสัมพันธ์ (Simple Correlation) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Multiple Correlation) และสมการ
แบบถดถอยหรือสมการรีเกรสชัน (Linear Regression Analysis)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, น. 323) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2) ร้อยละ (Percentages : %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, น. 321)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-3)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) โดยใช้สูตร (ไพศาล

วรรค้ำ, 2559, น. 325) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-4)$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	ค่าคะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดตัวแทนความคิด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเอนนิส (Index of Congruence : IOC) หาดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3-5)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	R	แทน	เป็นคะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.6.2.2 ค่าความยากของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

1) การหาค่าระดับความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรายข้อทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 298) ดังนี้

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-6)$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนเนน (Brennan) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 306) ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \quad (3-7)$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของเบรนนเนน

f_p แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์

f_F แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

n_p แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์

n_F แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.3 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 292) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2} \quad (3-8)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

3.6.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร t-test (Dependent - Sample) (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 349) ดังนี้

$$\frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}; \quad df = n-1 \quad (3-9)$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนนักเรียน)

3.6.3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการ

1) สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) เป็นการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว ใช้สัญลักษณ์ r (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 82) ดังนี้

$$r = \frac{\sum Z_x Z_y}{N} \quad (3-10)$$

เมื่อ r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และตัวแปร Y
Z_x	แทน	คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร X
Z_y	แทน	คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร Y
N	แทน	จำนวนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ X ค่าสหสัมพันธ์ R หาได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 126) ดังนี้

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_t} \quad (3-11)$$

เมื่อ R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
SS_{reg}	แทน	ผลรวมกำลังสอง (Sum of squares) ของ Y ที่เกิดจากการถดถอย

SS_T แทน ผลรวมของกำลังสองของทั้งหมดของ Y (Total sum
of square



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
$S.D$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้
r	แทน	ค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
β	แทน	ค่าแนวโน้มความถดถอย
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	ค่าสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาความมีนัยสำคัญจากการแจกแจงแบบ
sig	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
N	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

4.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการทำกิจกรรมและใบงานระหว่างเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังสิ้นสุดการทดลองและเก็บข้อมูล เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ปรากฏผลแสดงดัง ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	คะแนน เต็ม	จำนวน นักเรียน	\bar{X}	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	300	40	242	9.22	80.67
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	40	22.85	2.48	76.17
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.67/76.17					

จากตารางที่ 4.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า พบว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของกระบวนการได้จากใบงานเท่ากับ คิดเป็นร้อยละ 40 ใบกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 20 แบบทดสอบย่อยคิดเป็นร้อยละ 20 และแบบสังเกตพฤติกรรมคิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ 80.67และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ 76.17 (ภาคผนวก ง หน้า 155-163)

4.3.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาปรากฏผลแสดงดัง ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

ทักษะ	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		\bar{X}	S.D	ร้อยละ	\bar{X}	S.D	ร้อยละ
1. ทักษะการกำหนดและ							
ควบคุมตัวแปร	6	4.30	0.92	42.06	4.92	0.72	81.12
2. ทักษะการตั้ง							
สมมุติฐาน	6	5.48	0.84	44.37	5.87	0.33	86.76
3. ทักษะการกำหนดนิยาม							
เชิงปฏิบัติการ	6	3.14	1.89	42.68	4.72	0.98	80.36
4. ทักษะการทดลอง							
	6	4.67	0.96	42.54	5.78	0.72	81.21
5. ทักษะการตีความหมาย							
ข้อมูลและลงข้อสรุป	6	5.88	0.87	44.87	5.96	0.59	82.73
รวม	30	23.47	6.94	43.34	27.25	3.34	82.44

หมายเหตุ $N = 40$

จากตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการการแก้ปัญหาก่อนเรียนพบว่า ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีจำนวนร้อยละของคะแนนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 44.87 ($\bar{x} = 5.88$, S.D = 0.87) รองลงมา คือ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน คิดเป็นร้อยละ 44.37 ($\bar{x} = 5.48$, S.D = 0.84) และพบว่า ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีจำนวนร้อยละของคะแนนต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.06 ($\bar{x} = 4.30$, S.D = 0.92)

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการการแก้ปัญหาลังเรียน พบว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐาน มีจำนวนร้อยละของคะแนนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 86.76 ($\bar{x} = 5.87$, S.D = 0.33) รองลงมา คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 82.73 ($\bar{x} = 5.96$, S.D = 0.59) และพบว่า ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีจำนวนร้อยละของคะแนนต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80.36 ($\bar{x} = 5.87$, S.D = 0.33)

เมื่อพิจารณาความสามารถในการการแก้ปัญหาโดยรวมทั้ง 5 ทักษะ พบว่าก่อนเรียน นักเรียนทุกคนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการการแก้ปัญหาโดยรวมทั้ง 5 ทักษะ ($\bar{x} = 16.71$ คิดเป็น

ร้อยละ 41.79 ของคะแนนเต็ม) ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และหลังเรียนพบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทั้ง 5 ทักษะ ($\bar{x} = 32.46$ คิดเป็นร้อยละ 81.14 ของคะแนนเต็ม) ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4.3.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาปรากฏผลแสดงดัง ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาศึกษา

การทดสอบ	คะแนน	กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ					
				Degree of freedom (N-1)	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig.	
ผลสัมฤทธิ์เรียน	ก่อน	40	30	39	19.00	4.50	3.374***	.000	
	หลังเรียน	40	30	39	21.97	4.08			

หมายเหตุ. $N = 40, *p < .001$

จากตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาศึกษา จากจำนวนนักเรียน 40 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 19.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.50 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 21.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.08 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติ Dependent-Sample t-test มีค่าเท่ากับ 3.374 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (ภาคผนวก ง. หน้า 158)

4.3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช หลังได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาแสดงดัง ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวแปร	\bar{X}	S.D.	Simple Correlation (r)	Standardized Regression Validity (β)	Multiple Correlation (R)	Efficiency Predictive Value (R^2)
1. ทักษะการกำหนดและ						
ควบคุมตัวแปร	81.12	0.72	1.60	0.75	0.75	0.53
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	89.70	0.87				
2. ทักษะการตั้ง						
สมมุติฐาน	86.76	0.33	0.67	0.35	0.35	0.12
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	89.70	0.87				
3. ทักษะการกำหนด						
นิยามเชิงปฏิบัติการ	80.36	0.98	0.22	0.46	0.47	0.22
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	89.70	0.87				
4. ทักษะการทดลอง						
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	81.21	0.72	1.54	0.63	0.63	0.41
5. ทักษะการ						
ตีความหมายข้อมูลและ						
ลงข้อสรุป	82.73	0.59	0.67	.038	0.02	.00
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	89.70	0.87				

หมายเหตุ. $N = 40$, * $p < .05$

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (r) เท่ากับ 1.60 ค่าความถดถอยด้วยค่ามาตรฐาน (β) เท่ากับ 0.75 สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) เท่ากับ 0.7565 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์มากกว่า

ร้อยละ 70 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 75.65 เปอร์เซนต์ เมื่อพยากรณ์ของสองตัวแปรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.5324 นั่นคือ คะแนนความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 53.24 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น 53.24 เปอร์เซนต์

ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (r) เท่ากับ 0.67 ค่าความถดถอยด้วยค่ามาตรฐาน (β) เท่ากับ 0.35 สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) เท่ากับ 0.35 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 35.14 เปอร์เซนต์ เมื่อพยากรณ์ของสองตัวแปรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตั้งสมมุติฐานกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.12 นั่นคือ คะแนนความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีร้อยละ 12.26 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น 12.26 เปอร์เซนต์

ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (r) เท่ากับ 0.22 ค่าความถดถอยด้วยค่ามาตรฐาน (β) เท่ากับ 0.46 สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) เท่ากับ 0.47 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 47.87 เปอร์เซนต์ เมื่อพยากรณ์ของสองตัวแปรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.22 นั่นคือ คะแนนความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 22.04 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีเปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้น 22.04 เปอร์เซนต์

ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ (r) เท่ากับ 1.54 ค่าความถดถอยด้วยค่ามาตรฐาน (β) เท่ากับ 0.63 สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) เท่ากับ 0.63 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 27.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพยากรณ์ของสองตัวแปรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.41 นั่นคือ คะแนนความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีร้อยละ 41.30 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการทดลอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น 41.30 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (r) เท่ากับ 0.67 ค่าความถดถอยด้วยค่ามาตรฐาน (β) เท่ากับ 0.38 สหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) เท่ากับ 0.02 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 02.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพยากรณ์ของสองตัวแปรด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.00 นั่นคือ คะแนนความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีร้อยละ 00.06 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีเปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เพิ่มขึ้น 00.06 เปอร์เซ็นต์

จากผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีความสัมพันธ์น้อยที่สุดจากทั้ง 5 ด้าน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัย ได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏดังนี้

5.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.67/76.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

5.1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ด้าน (\bar{X} = 32.46 คิดเป็นร้อยละ 81.14 ของคะแนนเต็ม) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบประเด็นที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพของระหว่างการทำกิจกรรมในแต่ละแผนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80.67 และประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 75.27 ดังนั้นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 80.67/75.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สร้างแผนขึ้น มีกระบวนการจัดการตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการสร้างที่ชัดเจน โดยได้ศึกษาตามเอกสารเนื้อหาตามหลักสูตร คู่มือครู และใช้เทคนิคการสอนจากตำราที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการสร้าง และได้ผ่านการตรวจเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งผ่านการตรวจสอบและการประเมินความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ต่างๆ กับหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าประเมินผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ซึ่งเป็นแผนการเรียนรู้ที่เหมาะสมในระดับมาก สำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ในแต่ละขั้นจะมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรมการระดมสมองเพื่อสร้างนวัตกรรมในแต่ละกลุ่ม กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการเล่นเกมส์ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมดังที่กล่าวมาในข้างต้นทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้มาผสมผสานหรือรวบรวม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบการระดมสมองเพื่อให้ได้นวัตกรรมใหม่ๆ เกิดขึ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภิญญา สุโข (2558) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 77.98/76.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ เกศินี อินตา (2558) ที่ทำการวิจัยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์ยางพาราโดยใช้แนวการสอนแบบสะเต็ม กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

5.2.2 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทุกคนทุกคนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยรวมทั้ง 5 ทักษะ ($\bar{X} = 32.46$ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 81.14 ของคะแนนเต็ม) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างแผนขึ้นมีกระบวนการจัดการตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการสร้างที่ชัดเจน โดยได้ศึกษาตามเอกสารเนื้อหาตามหลักสูตร คู่มือครู และใช้เทคนิคการสอนจากตำราที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการสร้าง และได้ผ่านการตรวจเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งผ่านการตรวจสอบและการประเมินความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ต่างๆ กับหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระการเรียนรู้ และด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผู้ทดลองมีโอกาสดูฝึกฝน ทั้งด้านการปฏิบัติ และพัฒนาการคิดอย่างมีระบบ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการคิด ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และยังเป็น การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผ่านการจัดกิจกรรมที่มีองค์ประกอบ 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Active) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอน กำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต สำหรับลักษณะของสะเต็มศึกษา (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2553) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมในแนวทางนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2552) ที่กล่าวไว้ว่า ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งจะประสบความสำเร็จ หรือความล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาจะส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเกิดจากการค้นคว้า การทดลอง ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสดูฝึกฝนทั้งด้านการปฏิบัติ และพัฒนา การคิดอย่างมีระบบ อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2560) ได้ศึกษาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม

ศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณิชชานันต์ เกตุศรีศักดิ์ (2559) ที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องกับการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน จัดเวลาให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จนเกิดความเข้าใจและความชำนาญ สอดแทรกกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้สนุกกับการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมการเล่นเกมส์ กิจกรรมการระดมสมองเพื่อสร้างนวัตกรรมในแต่ละกลุ่ม กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการเล่นเกมส์ เป็นต้น ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 คือ ขั้นระบุปัญหา ครูจะเน้นการระบุปัญหา หรือสิ่งที่ต้องการศึกษา และกำหนดขอบเขตของปัญหา ขั้นที่ 2 คือ ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ครูจะเน้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเป็นการค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ให้บรรลุกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขั้นที่ 3 คือ ขั้นวางแผนและพัฒนา ครูจะให้ผู้เรียนได้ร่วมกันการวางแผนและพัฒนาเป็นกระบวนการกำหนดวัตถุประสงค์สิ่งที่จะต้องกระทำ เพื่อที่จะทำให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่กำหนด การวางแผนผังเป็นการตัดสินใจล่วงหน้าเกี่ยวกับงาน ขั้นที่ 4 คือ ขั้นทดสอบและประเมินผล ครูจะตรวจสอบกระบวนการในการตรวจสอบดูว่า ระบบที่พัฒนามาสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยมีการทดสอบกับข้อมูลจริงที่มีอยู่ โดยต้องได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตรงตามความต้องการทดสอบดังกล่าวควรทดลองในหลายๆกรณีและให้หลายๆคนช่วยกัน และขั้นที่ 5 คือ ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ ครูจะให้ผู้เรียนได้มีการนำเสนอนวัตกรรม แนวคิด หรือชิ้นงานที่ได้คิดค้นขึ้น เพื่อการตรวจสอบ และการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณ์ญาณ ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณา การทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนใน

ห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน (พรทิพย์ ศิริภัทรชัย, 2556) จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนุรออาซีกิน สามี (2560) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับที่วรรณชนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยีนง (2559) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการจัดกิจกรรมด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ การกำกับและตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียน และการประเมินปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนของตนเองเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสร้างลักษณะนิสัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ มีการวัดและการประเมินผลที่ครบทุกด้าน ซึ่งจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ในหลายๆ สาขาวิชาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนมีความเข้าใจสาระของเนื้อหาที่เรียนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น อีกทั้ง ทำให้นักเรียนมีความรู้ทางวิชาด้านเนื้อหา และทฤษฎีที่ถูกต้อง สามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่พัชรา เรืองรัมย์ (2524) กล่าวไว้ว่า ทักษะในด้านต่างๆ จะเกิดขึ้นโดยผ่านการทำ กิจกรรม หรือ การทำโครงการ ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี ซึ่งจากการศึกษาวิจัยของ รพีพรรณ พงษ์ปลื้ม (2557) พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะกิจกรรมดังกล่าวได้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจึงทำให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา และข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อจะได้ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้ทันทีที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ผกามาศ วรานุสันติกุล (2542) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 342 คน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของชนรินทร์ ศรีหาเศษ (2556) ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 ครูควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา อย่างละเอียด เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และครูสามารถออกแบบการจัดกิจกรรมที่มีความหลากหลาย โดยเฉพาะการสร้างบรรยากาศเพื่อการเตรียมสมองให้กับนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ครูควรเน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนทราบที่มาของเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งจะเป็ผลดีต่อการจัดการเรียนการสอน

5.3.1.2 ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ และเลือกบทบาทในการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ภาคปฏิบัติกิจกรรมดำเนินไปอย่างถูกต้องตามขั้นตอน และไม่ให้เกิดปัญหาของการสร้างบรรยากาศในการเรียน

5.3.1.3 ครูควรวางแผนการจัดการเวลาในการเรียนให้เหมาะสม โดยเฉพาะในขั้นของการทำกิจกรรม เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่อไปอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกิจกรรมในเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ส่วนใหญ่เป็นการทำปฏิบัติการร่วมด้วย ซึ่งต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมมาก และนักเรียนต้องมีเวลาในการสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

5.3.1.4 ครูควรแจกใบงานก่อนการเรียน และแจ้งวัตถุประสงค์ของการทำใบงานก่อนทุกครั้ง เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนอย่างมีเป้าหมาย และเป็นข้อมูลในการตอบคำถามโดยนักเรียนจะสามารถหาคำตอบของคำถามในใบงานระหว่างที่กำลังเรียนอยู่ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับตัวแปรที่เป็นทักษะอื่นๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ เป็นต้น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการทำทดลองที่ต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง มีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจดจำได้ดี ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

5.3.2.2 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้เทคนิคอื่นๆ เช่น การใช้เทคนิคเกมส์ การใช้เทคนิคการร้องเพลง เพื่อให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย และเป็นการสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมกับการเรียนรู้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- โครงการ PISA ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558).
บทสรุปเพื่อการบริหาร PISA 2015. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- โครงการ TIMSS ประเทศไทย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558)
สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. พิมพ์เผยแพร่.
- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษา
วิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 18.
- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). แนวการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กวิน เชื้ออมกลาง. (2556). กิจกรรมสะเต็มหรรรยา: ลูกโป่งน้ำบันจี้จัมปี . สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42 (185), 26-29.
- เกศินี อินตา. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “มหัศจรรย์อย่างพารา” โดยใช้แนวการสอน
STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วารสารครูพิบูล ฉบับที่ 1.
- เขมวดี พงสานนท์. (2557). STEM EDUCATION. การปฐมนิเทศผู้รับทุนโครงการ สกว. ระดับ
ปริญญาโททางการศึกษา (ประเภท Premium) ปีการศึกษา 2557.
- จิตรา พลสุธรรม และชลาธิป สมหาโต. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อความหมายของเด็กปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์
กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 32 (1).
- ณัฐยานันต์ เกตุศรีศักดิ์, เจษฎากร โนนินทร์, กิรติ ดันเรือน และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. (2559).
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.

- ชนินันท์ พุกภัยประมูล. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *วารสารสุทธิปริทัศน์*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, หน้า 28 (8) หน้า 56-63.
- ชลธิป สมาหิโต. (2558). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 (2).
- ชนรินทร์ ศรีหาเศษ. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*. นครพนม : มหาวิทยาลัยนครพนม 3 (3).
- ทิพวรรณ ไกรนรา. (2550). ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิตยา ภูผาบาง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2. *วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา*. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นุรอาซีกัน สา, ณัฐนิ โมพันธ์ และ มัสดี แวดราแมกู. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์*. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์, 4 (1), 42-53.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตร และการสอน)*. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- พิมพ์ันท์ เตชะคุปต์ และและพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- รพีพรรณ พงษ์ปลื้ม. (2557). การพัฒนาชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*, 4 (7), 11-24.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เฑชะคุปต์. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการสำหรับครู.

กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพ์นธ์ เฑชะคุปต์. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ :

เดอมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม็นท์.

ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ระวีวรรณ ลำตัน. (2552). การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องชีวิตสัมพันธ์ โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยอิสาน.

รักษพล รัตนวงษ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 41 (182), 15-16.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนา

คุณภาพวิชาการ.

วรรณชนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตรส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ,*

นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (9) 3.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2553). หนังสือคู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา. กรุงเทพมหานคร:

โรงครูสถาลาดพร้าว.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). หนังสือคู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการ

สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ.

ศิริชัย นามบุรี. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

และการใช้สารสนเทศวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้. ยะลา : สถาบันราชภัฏยะลา.

เสกสรร สรรสรพิสุทธิ์. (2558). การเสวนาวิชาการสะเต็มศึกษา:เรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาพัฒนานวัตกรรม

นำสู่อาชีพ. สืบค้นจากจาก <http://www.stemedthailand.org/>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย 2546. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). หนังสืออ่านประกอบสำหรับครู

การออกแบบและเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี.

กรุงเทพมหานคร: โรงครูสถาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม (พิมพ์ครั้งที่1).

กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2551. ยุทธศาสตร์การพัฒนาคณาภพการศึกษา: *วารสารระเบียบวาระแห่งชาติ (พ.ศ. 2551 – 2555)*. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2558). แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 8.
- สุกัญญา มงคล. (2556). การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างการจัดวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์* ปีที่ 8.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42. (186).
- สุกัญญา สุโข. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เรื่อง ปฏิบัติเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองผึ้งวิทยาคาร ตำบลหนองแวง อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27. สืบค้นจาก <http://supinyasukho.blogspot.com/>.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- แสงศรี ศิลอ่อน. (2553). ผลการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วิทยานิพนธ์ กศ.ม.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)*.
พระนครศรีอยุธยา : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 8 (1), 13-20.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17 (2).
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์*. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17 (3).
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2560). สะเต็มศึกษา (STEM Education). สไลด์แนะนำความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สไลด์ 1-27.

- เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2545). กระบวนการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา แนวคิดสู่ปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: บัณฑิตโพยท์.
- ธีรวดี หังสเนตร. การออกแบบชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน จำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 6 (1), 23-40.
- Akinbobola, A.O., & Afolabi, F. (2010). Analysis of science process skills in West African senior secondary school certificate physics practical examinations In Nigeria. *American Eurasian Journal of Scientific Research*, 5 (4), 234-240.
- Bryanna Fox (2017). It's nature and nurture: Integrating biology and genetics into the social learning theory of criminal behavior. *Journal of Criminal Justice*, 22–31.
- Deniz Saribas and Hale Bayram. (2009). Is it possible to improve science process skills and attitudes towards chemistry through the development of metacognitive skills embedded within a motivated chemistry lab?: a self-regulated learning approach. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 61–72.
- Koehler, C., Faraclas, E., Giblin, D., Moss, D., and Kazerounian, K. (2013). The Nexus Between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 13(5), 40-45.
- Nancy Kay Spillane (2015). Teacher Characteristics and School-Based Professional Development in Inclusive STEM focused High Schools: A Cross-case Analysis, 10 (4), 1-14.
- National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, D.C.: *National Academies Press*. 7 (5), 10-20.
- Padilla, M. J. (1990). The science process skills. "Research Matters to the Science Teacher." *National Association for Research in Science Teaching*, 80-94.
- Patricia L. Hardre, Chen Ling, Randa L. Shehab, Jason Herron, Mark A. Nanny, Matthias U. Nollert, Hazem Refai, Christopher Ramseyer and Ebisa D. Wollega. (2014). Designing and evaluating a STEM teacher learning opportunity in the research university. *Evaluation and Program Planning* 43, 73 – 82.

- Rajarajan Subramanian and Shirley Clark. (2016). The partnership of University, Industry and K-12 Schools to improve awareness of STEM fields. *ASEE Mid-Atlantic Section Conference*, 10 (7), 6-15.
- Robert, A. (2013). STEM is here. Now what? *Technology and Engineering Teacher*.
- Samar I. Swaid. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Procedia Manufacturing* 3, 3657 – 3662.
- Scott, C. (2015). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S. and Chen, W. (2013) Attitudes toward Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a project-based Learning Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 87-102.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว 30142
ภาคเรียนที่ 1/2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช

เรื่อง สยบวัชพืชนับล้านด้วยบพหัลกร้อย

จำนวน 15 ชั่วโมง

ผู้สอน นายสามารถ มาศรี

ครูพี่เลี้ยง อ.ณิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ

1 มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.2 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ อธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษา ค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้าง แบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกว่าวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจ ตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้าง คำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิมซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1.2 คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.3 เทคโนโลยี

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ม.4-6/4 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต

2. ตารางมาตรฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<p>มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน</p>	<p>มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน</p>

3. สารสำคัญ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity หรือ Biological Diversity) คือ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ทั้งระบบนิเวศบนบก ระบบนิเวศในน้ำ เป็นต้น ความหลากหลายทางชีวภาพ มาจาก 2 คำ รวมกัน ได้แก่ Biological หมายถึง ชีวภาพ และ Diversity หมายถึง ความหลากหลาย ดังนั้น Biological Diversity จึงหมายถึงความหลากหลายทางชีวภาพ โดยความหลากหลายทางชีวภาพนั้นสามารถแบ่งย่อยได้ 3 ระดับ คือ 1. ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetics diversity) ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมนั้นเป็นผลมาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม จึงอาจทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะแตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกันตามยีนที่ได้รับการถ่ายทอดมา 2. ความหลากหลายของระบบนิเวศหรือตามแหล่งที่อยู่อาศัย (Ecological system diversity หรือ Habitat diversity) ซึ่งความหลากหลายของระบบนิเวศหรือความแหล่งของที่อยู่อาศัย ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพได้ และ 3. ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Species diversity) ซึ่งความหลากหลายทางชนิดพันธุ์บนโลกของเรามีจำนวน 2-30 ล้านชนิด ซึ่งมีทั้งพืช สัตว์ เป็นต้น โดยความหลากหลายทางชีวภาพนั้นส่งผลดีและผลเสีย เช่น ผลดี คือ มนุษย์เราสามารถใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น การนำพืชผักมาทำเป็นอาหาร การใช้ธรรมชาติบำบัดธรรมชาติ การผลิตสารกำจัดวัชพืชด้วยพืช เป็นต้น ส่วนผลเสีย คือ การที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันแล้วเกิดผลกระทบต่อธรรมชาติ เช่น การเจริญของสาหร่ายที่มากเกินไปในแม่น้ำลำคลองทำให้น้ำเน่าเสียได้ เพราะ แสงแดดไม่สามารถผ่านได้ จึงทำให้ค่าของออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดต่ำลง ทำให้น้ำเน่าเสียได้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถนำความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เช่นกัน เช่น การนำผักตบชวามาเป็นอาหารสัตว์พวกสุกร เป็นต้น

เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) คือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์ โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นรากฐาน โดยปัจจุบันมนุษย์มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ได้แก่ ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านอาหาร ด้านอุตสาหกรรม ด้านนิติเวชศาสตร์ รวมถึงด้านการอนุรักษ์ ซึ่งประโยชน์เทคโนโลยีชีวภาพช่วยให้ได้พืชสายพันธุ์ใหม่ๆ รวมถึงให้ได้ปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การตัดต่อยีน การเพาะเลี้ยงเซลล์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์บางชนิด อาทิ *Agrobacterium* sp. เป็นต้น เทคโนโลยีชีวภาพยังรวมไปถึงการโคลนสิ่งมีชีวิต โดยการโคลน คือ การคัดลอก การทำซ้ำ โดยไม่อาศัยการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ สเปิร์ม กับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ เซลล์ไข่ ในประเทศไทยนั้นมีการโคลนวัวเนื้อเกิดขึ้น ชื่อ “นิโคล” และมีการโคลนวัวนมชื่อ “อิง”

โดยอิงเป็นวัฏจักรแรกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยอิงเกิดจากการโคลนที่ใช้เซลล์ใบหูเป็น เซลล์ต้นแบบ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากกระบวนการโคลนนั้นจะมีอายุสั้นกว่าสัตว์ทั่วไป

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความรู้เรื่องความหลากหลายชนิดของพืชได้ (K)
2. นำความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของพืชมาอธิบายหลักการที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ (K)
3. อธิบายหลักการในผลิตสารกำจัดวัชพืชใช้เองได้ รวมทั้งวางแผน แก้ปัญหา จากการปฏิบัติกิจกรรม (P)
4. นำความรู้เกี่ยวกับการผลิตสารกำจัดวัชพืชเพื่อทำให้เกิดรายได้ หรือนำไปต่อยอดเพื่อให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (P)
5. ใช้โปรแกรมออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้ (P)
6. ใช้ทักษะการสืบค้นข้อมูล ทักษะการแก้ปัญหา และการอภิปรายนำเสนอผลงาน (P)
7. มีความตรงต่อเวลา สนใจใฝ่เรียนรู้ มีระเบียบ และมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

5. สาระการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- การดำรงชีวิตของพืช

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

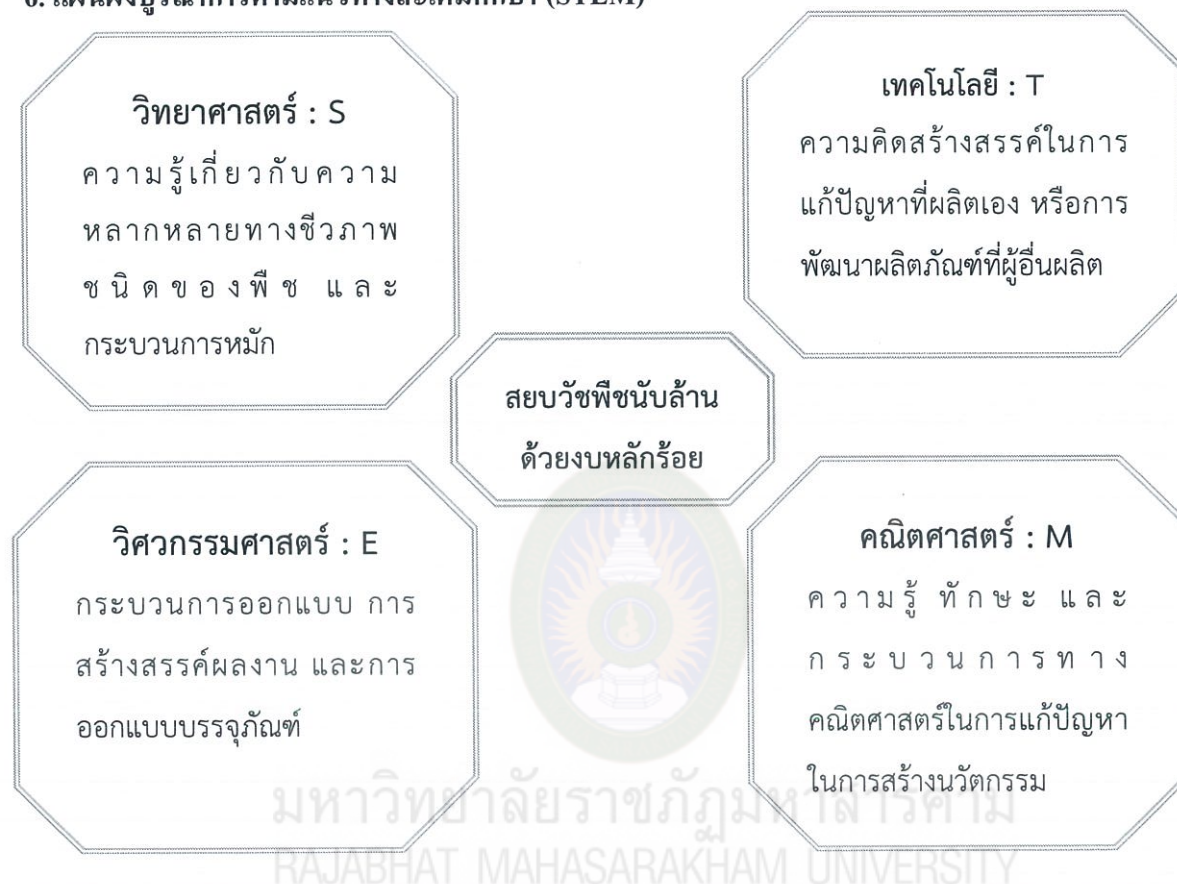
- ทักษะการสืบค้นข้อมูล
- ทักษะการคำนวณ
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการแก้ปัญหา
- การอภิปรายและนำเสนอผลงาน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีความตรงต่อเวลา
- มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- มีความมุ่งมั่นในการเรียน
- หมั่นแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา

- สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

6. แผนผังบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM)



7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (1 ชั่วโมง)

ครูถามนักเรียนว่า หากเราเดินเข้าห้างสรรพสินค้า ร้านขายของชำ จะเห็นแผงวางพืชผัก และตู้แช่ที่มีผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของอาหารสำเร็จมากมายที่มีส่วนประกอบของผักหลายยี่ห้อ และหลากหลายรูปแบบในการบรรจุภัณฑ์เพื่อดึงดูดความต้องการของลูกค้า คนไทยเรานิยมรับประทานผักเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากกระแสสุขภาพ แต่นักเรียนรู้หรือไม่ว่าต้องกินผักปริมาณมากเท่าใดถึงจะเพียงพอและทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งราคาพืชผักค่อนข้างสูง และครูเล่าต่ออีกว่าผักบางชนิดใบสวยสีเขียว ลำต้นอวบ น่ารักรับประทาน เราจะทำอย่างไรให้มีผักที่สวยงามนั้นไว้รับประทานเองในครอบครัว ในราคาที่ประหยัดและมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย อีกทั้งครูเล่าถึงการที่ผักสวยงามนั้นไม่จำเป็นที่จะใช้สารเคมีเพื่อกำจัดวัชพืช หรือแมลงศัตรูพืชเสมอไป ในบางที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพ ที่เราทำขึ้นมาเอง เพื่อช่วยให้พืชเขียว กรอบ นุ่ม

รับประทาน นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ถ้าเราจะทำสารกำจัดวัชพืชไว้ใช้เองนั้นต้องมีส่วนประกอบของอะไรบ้าง และสารกำจัดวัชพืชไปมีผลต่อวัชพืชอย่างไร

ครูอธิบายต่อเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเข้าใจมากขึ้น ว่าสารกำจัดวัชพืช จะไปมีผลต่อกระบวนการคายน้ำของพืช ซึ่งจะไปทำให้ปากใบของพืชเปิดนานกว่าเดิม ดังนั้นพืชจึงคายน้ำออกมาเยอะ เมื่อพืชขาดน้ำ พืชก็จะเหี่ยวเฉา และตายไปในที่สุด

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas)

ครั้งที่ 1 ความหลากหลายทางชีวภาพ (2 ชั่วโมง)

ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า นักเรียนทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพหรือไม่ แล้วให้นักเรียนบอกความหลากหลายทางชีวภาพ (คำตอบเป็นไปอย่างอิสระ) จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่จะทำในวันนี้ นั่นคือ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน
2. ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวภาพ โดยให้นักเรียนเขียนสรุปลงกระดาษที่ครูได้กำหนดให้
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
4. ครูสรุปผลจากการทำกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ ครูนัดหมายล่วงหน้าในการเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพในชั่วโมงถัดไป
 - ครูตรวจใบงานที่ 1
 - ครูให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

ครั้งที่ 2 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต (2 ชั่วโมง)

ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า นักเรียนทราบถึงสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง แล้วครูถามต่ออีกว่าสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนยกตัวอย่างนั้นอยู่ในอาณาจักรใด มีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานอย่างไร แล้วจากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่จะทำในวันนี้ นั่นคือ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน
2. ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปลงกระดาษที่ครูได้กำหนดให้
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
4. ครูสรุปผลจากการทำกิจกรรม

- เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ ครูนัดหมายล่วงหน้าในการเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพในชั่วโมงถัดไป

- ครูตรวจใบงานที่ 2
- ครูให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

ครั้งที่ 3 ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละอาณาจักร (2 ชั่วโมง)

จากที่เรียน เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ไปแล้วนั้นครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าสิ่งมีชีวิตในแต่ละอาณาจักรมีความแตกต่างกันอย่างไร แล้วมีความแตกต่างกันอย่างไร (คำตอบโดยการใช้ความรู้ที่เรียนผ่านมา โดยสิ่งที่นักเรียนตอบไม่กำหนดว่าผิดหรือถูก) แล้วครูถามต่ออีกว่าสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนยกตัวอย่างนั้นอยู่ในอาณาจักรใด มีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานอย่างไร แล้วจากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่จะทำในวันนี้ นั่นคือกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละอาณาจักร ดังนี้

- 1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน
- 2 ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละอาณาจักร จากนั้นให้นักเรียน

เขียนสรุปลงกระดาษที่ครูได้กำหนดให้

- 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
- 4 ครูสรุปผลจากการทำกิจกรรม
- 5 เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ ครูนัดหมายล่วงหน้าในการเรียนเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากความ

หลากหลายทางชีวภาพ ในชั่วโมงถัดไป

- 6 ครูตรวจใบงานที่ 2
- 7 ครูให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

ครั้งที่ 4 การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ (1 ชั่วโมง)

ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า นักเรียนทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพหรือไม่ แล้วให้นักเรียนบอกถึงการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ (คำตอบเป็นไปอย่างอิสระ) จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่จะทำในวันนี้ นั่นคือ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน

- ครูให้แต่ละกลุ่มศึกษาถึงประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยให้นักเรียนเขียนสรุป

ลงกระดาษที่ครูได้กำหนดให้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มว่ามีแนวคิดอย่างไร
- ครูสรุปผลจากการทำกิจกรรม
- เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ ครูนัดหมายล่วงหน้าในการเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนเกี่ยวกับ

เทคโนโลยีชีวภาพในชั่วโมงถัดไป

- ครูตรวจใบงานที่ 3
- ครูให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

ครั้งที่ 5 เทคโนโลยีชีวภาพ (2 ชั่วโมง)

ครูตั้งคำถามเพื่อเร้าความสนใจกับนักเรียนว่า นักเรียนชอบกินของหมักดองหรือไม่ (คำตอบเป็นไปอย่างอิสระ) แล้วถามต่อว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า อาหารหมักดองที่นักเรียนชอบรับประทานนั้น มีกระบวนการอย่างไร จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่จะทำในวันนี้ นั่นคือ กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ฮอว์โมนปลีกกล้วย ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

- ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยกำหนดอัตราส่วน ปริมาตร และอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ดังนี้

ทดลอง ดังนี้

- หัวปลีกกล้วย
- นมเปรี้ยว
- น้ำตาลทรายแดงไม่ขัดสี
- กากน้ำตาล
- น้ำเปล่าสะอาด

- ให้นักเรียนสับปลีกกล้วยโดยไม่ต้องละเอียดมาก
- นำปลีกกล้วยที่สับแล้วลงในถังหมัก เติมน้ำตาลทรายแดงที่ไม่ขัดสีที่ละลายน้ำไว้แล้ว

เติม

กากน้ำตาล เติมนมเปรี้ยว (ยาลูลท์) และเติมน้ำเปล่าสะอาด โดยปริมาตร และอัตราส่วนนั้นให้นักเรียนกำหนดเอง

- ใช้ไม้พายคนไปในทิศทางเดียวกัน จากนั้นปิดฝาถังหมักให้สนิท หมักเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ใน

บริเวณที่ร่ม โดยในทุกๆวันต้องหมั่นคนฮอว์โมนที่ผลิตขึ้น

5 เมื่อครบ 1 สัปดาห์ ใช้ตะแกรงกรองเอาเฉพาะส่วนน้ำใส่ไว้ในบรรจุภัณฑ์

6 ครูสรุปผลจากการทดลอง และแนะนำการติดตามผลการทดลอง

- เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ ครูนัดหมายล่วงหน้าในการเตรียมอุปกรณ์ในการทำสารกำจัดวัชพืชชีวภาพในชั่วโมงถัดไป
- ครูตรวจใบงานที่ 4
- ครูให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and develop) (2 ชั่วโมง)

ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสร้างนวัตกรรมว่า “นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำฮอร์โมนปลีกกล้วยที่ได้ผลิตไว้แล้วนั้นมาทำสารกำจัดวัชพืชได้หรือไม่ได้หรือไม่อย่างไร ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจ

1. ครูอธิบายวิธีการและขั้นตอนการทำสารกำจัดวัชพืช โดยรายละเอียดอยู่ในใบกิจกรรม STEM เรื่อง สยบหญ้านับล้านด้วยราคาหลักร้อย เพื่อเป็นแนวทางในการทำสารกำจัดวัชพืชให้นักเรียน
- 2 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน ช่วยกันออกแบบ วางแผนวิธีการผลิตสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพ
- 3 นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการทำสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพที่ร่วมกันออกแบบวางแผนไว้ และครูให้คำแนะนำวิธีการทำสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพที่ถูกต้อง เพื่อเป็นแนวทางในการทำสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพของนักเรียน
- 4 ในการทำกิจกรรมให้นักเรียนวางแผนในเรื่องของต้นทุนการผลิต ราคาขายให้ได้กำไรมากที่สุดด้วย รวมทั้งให้นักเรียนออกแบบขวด และฉลากบรรจุภัณฑ์

นักเรียนคิดออกแบบวิธีแก้ปัญหา ดังนี้

- 1 ให้นักเรียนเลือกชนิดของพืช ส่วนประกอบของพืชเพื่อใช้ในการทำสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพ
- 2 ให้นักเรียนเลือกหัวเชื้อของจุลินทรีย์ที่จะใช้ รวมทั้งปริมาณที่ใช้
- 3 ให้เลือกชนิดของน้ำตาล เพื่อเป็นแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์
- 4 ศึกษาเทคนิคหรือกรรมวิธีการหมัก เวลาที่ใช้ในการหมักสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพที่ดีที่สุด
- 5 เลือกขนาดบรรจุภัณฑ์ พร้อมทั้งออกแบบบรรจุภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืชจากชีวภาพที่มีปริมาณเหมาะสมแล้วกำหนดราคา และประมาณของการใช้ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) (1 ชั่วโมง)

1. ครูให้นักเรียนตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชของนักเรียนว่ามีสีอย่างไร มีกลิ่นอย่างไร มี
ฝ้าของจุลินทรีย์เกาะบริเวณด้านบนของส่วนที่หมักหรือไม่

2. ครูให้นักเรียนตรวจสอบว่าน้ำสารกำจัดวัชพืชของนักเรียนมีสีเข้มไป หรือมีกลิ่นที่
แรงไปหรือ

เปล่า จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม

3. ครูตรวจสอบขวดบรรจุภัณฑ์ ฉลากบรรจุภัณฑ์ วิธีการคำนวณราคา และราคาว่า
สมเหตุสมผล

หรือไม่ หรือมีราคาแพงกว่าต้นทุนที่ครูกำหนด

4 นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขผลงาน

5 นักเรียนเตรียมนำเสนอนวัตกรรมและผลการดำเนินงาน

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) (2 ชั่วโมง)

1 เมื่อนักเรียนผลิตสารกำจัดวัชพืชสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ
ผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียนในรูปแบบของโครงการ โดยครูมีหน้าที่ประเมินทักษะของนักเรียน
ในด้านต่าง ๆ รวมถึงผลงานที่นักเรียนนำมาเสนอ

2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบการใช้สารกำจัดวัชพืช ว่ามีประสิทธิภาพอย่างไร
โดยการนำสารกำจัดวัชพืชไปผสมน้ำ ฉีดพ่นด้วยกระบอกฉีดพ่นขนาดเล็ก แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้

3 นักเรียนสรุปผลลัพธ์ที่ได้ รวมถึงนำเสนอระยะเวลาที่หญ้าตาย

8. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1 ใบความรู้ที่ 1-3
- 2 ใบกิจกรรมที่ 1-3
- 3 ใบกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา
- 4 ใบบันทึกกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1 เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2 ห้องสมุดโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
- 3 ครู
- 4 เพื่อนนักเรียน
- 5 อินเทอร์เน็ต



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

9. ตารางการวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพมาอธิบายผลที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ (K)	ใบบันทึกกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนออกแบบการทำสารกำจัดวัชพืชที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมภายใต้วัสดุ อุปกรณ์ และเวลาที่กำหนด (K)	ใบบันทึกกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนวางแผนการผลิตสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ต้นทุนต่ำ แต่สร้างรายได้สูงโดยการกำหนดราคาวัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทำสารกำจัดวัชพืชและกำหนดราคาขาย (K)	ใบบันทึกกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดราคาขาย คำนวณต้นทุนกำไรในการขายสารกำจัดวัชพืช (K)	ใบบันทึกกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ความสำเร็จของชิ้นงาน (P)	แบบประเมินชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ใช้ทักษะการสืบค้นข้อมูล ทักษะการแก้ปัญหา และการอภิปรายนำเสนอผลงาน (P)	แบบประเมินทักษะกระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
มีความตรงต่อเวลา และมุ่งมั่นในการทำงาน (A)	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

การวัดผล / ประเมินผล

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

บันทึกท้ายแผน

ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

ลงชื่อ.....

(นางณิชภาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ)

ครูพี่เลี้ยง

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

.....

ลงชื่อ.....

(ดร. ฉันทชัย จันทะเสน)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความเห็นของรองผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....

(ดร. วุฒิศักดิ์ บุญแน่น)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย

ความเห็นของผู้บริหารโรงเรียน

.....

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณ แก้วมัน)

ผู้อำนวยการโรงเรียน

แบบประเมินคะแนนรายบุคคล

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น รหัสวิชา ว 30142

ภาคเรียนที่ 1/2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช

เวลา 15 ชั่วโมง

ชั้น วันที่/...../..... คาบที่

สอนโดย นายสามารถ มาศรี

ครูพี่เลี้ยง อ.ณิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ

ม. 4/...

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				
		ใบงาน (9 คะแนน)	ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม (12 คะแนน)	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)	คะแนนเก็บ (3 คะแนน)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นายสามารถ มาศรี)

กิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง ศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวภาพ จากนั้นเขียนสรุปในรูปแบบ Mind mapping ลง
กระดาษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



กิจกรรมที่ 2

เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง ศึกษาถึงอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต และการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต จากนั้นเขียนสรุปใน
รูปแบบ Mind mapping ลงกระดาษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



กิจกรรมที่ 3

เรื่อง การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง ศึกษาถึงการ ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ จากนั้นเขียนสรุปในรูปแบบ

Mind mapping ลงกระดาษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



กิจกรรมที่ 4

เรื่อง ฮอร์โมนปลื้มด้วย

คำชี้แจง ศึกษากระบวนการหมักของจุลินทรีย์ จากนั้นเขียนสรุปในรูปแบบ Mind Mapping ลง
กระดาษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



การนำไปประยุกต์ใช้ / การนำไปต่อยอด

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



สรุปและอภิปรายการทำกิจกรรม

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

เรื่อง สยบพิษนับล้านด้วยงบหลักร้อย

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. หน่อกล้วยสด | 15. ขวดบรรจุภัณฑ์ |
| 2. เปลือกสับปะรด | 16. ฉลากติดบรรจุภัณฑ์ |
| 3. นมเปรี้ยว (ยาคูลท์) | 17. ก่องบรรจุภัณฑ์ |
| 4. ลูกแป้งข้าวหมาก | 18. มีด |
| 5. เกลือแกง | 19. กระจกตวง 100 มิลลิลิตร |
| 6. น้ำส้มสายชู | 20. บีกเกอร์ |
| 7. ปู่ยงเรีย | 21. แท่งแก้วคนสาร |
| 8. ออร์โมนปลีกกล้วยเข้มข้น | 22. เครื่องชั่งดิจิตอล |
| 9. น้ำยาล้างจาน | 23. ผ้าปิดจมูก |
| 10. น้ำตาลทรายแดงที่ไม่ขัดสี | 24. ถังมือยาง |
| 11. กากน้ำตาล | 25. ถังดำขนาดใหญ่ |
| 12. น้ำเปล่าสะอาด | 26. กระจกตวงน้ำอัดลม หรือ ฟ็อกกี้อัดลมด้วยมือ |
| 13. ถังหมักขนาดความจุ 100 ลิตร | 14. ไม่พ่าย |

วิธีการทำ

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรม
2. แต่ละกลุ่มทำการออกวิธีการผลิตสารกำจัดวัชพืชจากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้
3. สับหน่อกล้วยและเปลือกสับปะรดให้มีลักษณะชิ้นเล็กพอประมาณ
4. เตรียมอุปกรณ์ในการหมักสารกำจัดวัชพืช
5. ละลายย้าตาลทรายแดงที่ไม่ขัดสีในบีกเกอร์ให้น้ำตาลละลาย
6. ผสมส่วนผสมลงในถังหมัก ได้แก่ หน่อกล้วย เปลือกสับปะรด ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นมเปรี้ยว ลูกแป้ง สอร์โมนปลีกกล้วย เกลือแกง น้ำส้มสายชู ปู่ยงเรีย น้ำยาล้างจาน กากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดงที่ไม่ขัดสีที่ละลายน้ำแล้ว น้ำสะอาด ลงในถังหมัก
7. ปิดฝาถังหมัก นำไปไว้ในที่ร่ม มีอากาศถ่ายเท
8. ทำการหมักไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์
9. หมั่นเปิดฝาถังหมักสารกำจัดวัชพืชแล้วคนคนทุกเย็น

ใบบันทึกกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
เรื่อง สยบวัชพืชนับล้านด้วยบหลักร้อย

1. ขวดที่บรรจุมีปริมาตร ลิตร
2. พืชที่ใช้ในการทำการกำจัดวัชพืช.....
.....
.....
.....

จากตารางให้วิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดให้ว่าเป็นพืชประเภทใด โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องว่าง

สิ่งมีชีวิต	ประเภทของสิ่งมีชีวิต			
	ไม้ยืนต้น	ไม้ล้มลุก	ไม้เลื้อย	ไม้พุ่ม
กล้วย				
หน่อไม้				
อ้อย				
ส้มโอ				
ใบเตย				
ตะไคร้หอม				
ทานตะวัน				
ขนุน				
บานบุรีสีเหลือง				
ยี่โถ				

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....
.....
.....
.....

แบบประเมินชิ้นงาน

เรื่อง สยบวัชพืชนับล้านด้วยบหัทกร้อย

เกณฑ์การให้คะแนน 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	9 – 12	คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน	5 – 8	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน	1 – 4	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

กลุ่มที่.....

รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	3	2	1	
1.อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของพืชชนิดต่างๆได้ และการต่อยอดจากองค์ความรู้ที่มีอยู่				
2.การคำนวณหาต้นทุน กำไร				
3.การเลือกใช้วัสดุคิปในการทำสารกำจัดวัชพืช และมีความคิดสร้างสรรค์				
4.ความสำเร็จของชิ้นงาน				
รวมคะแนน				

ลงชื่อ

(นายสามารถ มาศรี)

ผู้ประเมิน

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1.อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต	อธิบายความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง	อธิบายความรู้เกี่ยวกับสิ่งความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตได้	ไม่สามารถอธิบายความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตได้
2.การคำนวณหาต้นทุน กำไร	คำนวณหาต้นทุน กำไรได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีทำโดยละเอียด	คำนวณหาต้นทุน กำไรได้อย่างถูกต้อง	ไม่สามารถคำนวณหาต้นทุน กำไรได้
3.การเลือกใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์	เลือกใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แปลกใหม่	เลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้วัตถุดิบได้	เลือกวัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์ ที่ไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
4.ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดชิ้นงานไว้ได้ดีที่สุด	สร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์หรือชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้ ปานกลาง	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ได้

แบบประเมินทักษะกระบวนการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมและการทดลองโดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 12 คะแนน

1 – 8 คะแนน ประเมินว่า “ไม่ผ่านเกณฑ์”

9 – 12 คะแนน ประเมินว่า “ผ่านเกณฑ์”

ประเด็นการประเมิน

1. การสืบค้นข้อมูล
2. ทักษะการคิดแก้ปัญหา
3. รูปแบบการนำเสนอผลงาน

กลุ่มที่ (เลขที่)	ประเด็นการประเมินข้อที่ / (น้ำหนัก)			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3		
	(4)	(4)	(4)	(12)	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ลงชื่อ

(นายสามารถ มาศรี)

ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินกระบวนการเรียนรู้แบบ Rubrics

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน / คุณภาพ			
	4	3	2	1
1.การสืบค้น ข้อมูล	อุปกรณ์การเรียน ครบตั้งใจทำงาน ตามที่ได้รับมอบ หมายดีมาก ผลงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	อุปกรณ์การเรียน ครบตั้งใจ ทำงานตามที่ ได้รับมอบหมาย ดีผลงานเสร็จ ตามเวลาที่ กำหนด	อุปกรณ์การเรียน ไม่ครบตั้งใจ ทำงานตามที่ ได้รับมอบหมาย พอใช้ผลงาน เสร็จตามเวลาที่ กำหนด	อุปกรณ์การเรียน ไม่ครบไม่ตั้งใจ ทำงานตามที่ ได้รับมอบหมาย ผลงานไม่เสร็จ ตามเวลาที่กำหนด
2.ทักษะการ คิดแก้ปัญหา	สามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องโดยไม่ ต้องรับคำแนะนำ จากครู	สามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องโดย รับคำแนะนำ จากครูเพียง เล็กน้อย	สามารถแก้ปัญหา ได้ถูกต้องโดยรับ คำแนะนำจากครู หลายครั้ง	ไม่สามารถ แก้ปัญหาได้
3.รูปแบบการ นำเสนอ ผลงาน	รูปแบบการ นำเสนอผลงาน ครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์	รูปแบบการ นำเสนอผลงาน ครบถ้วน ถูกต้อง	รูปแบบการ นำเสนอผลงาน ครบถ้วน แต่มี ข้อผิดพลาด	รูปแบบการ นำเสนอผลงาน ไม่ครบถ้วน และ มีข้อผิดพลาด

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1 – 5 คะแนน ประเมินว่า “ไม่ผ่านเกณฑ์”

6 – 10 คะแนน ประเมินว่า “ผ่านเกณฑ์”

ประเด็นการประเมิน

1. มีความตรงต่อเวลา
2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

กลุ่มที่ (เลขที่)	ประเด็นการประเมินข้อที่ / (น้ำหนัก)		รวม	ระดับ
	1	2	คะแนน	คุณภาพ
	(4)	(4)	8	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				


ลงชื่อ

(นายสามารถ มาศรี)

ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์แบบ Rubrics

ประเด็น การประเมิน	ระดับคะแนน / คุณภาพ			
	4	3	2	1
1.ความตรงต่อ เวลา	เข้าเรียนตรงต่อ เวลา	เข้าเรียนสายโดยมี เหตุจำเป็น	เข้าเรียนสายโดยไม่ มีเหตุจำเป็น	ลากิจ ลาป่วย
2.มีความ รับผิดชอบ	อุปกรณ์การ เรียนครบ ตั้งใจทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมายดี มาก ผลงาน เสร็จตาม เวลาที่ กำหนด	อุปกรณ์การ เรียน ครบตั้งใจทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมายดี ผลงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	อุปกรณ์การเรียนไม่ ครบตั้งใจทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมายพอใช้ ผลงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	อุปกรณ์การ เรียนไม่ครบ ไม่ตั้งใจ ทำงานตามที่ ได้รับมอบ หมายผลงาน ไม่เสร็จตาม เวลาดำหนด
3.สามารถ ทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ได้	มีความสามัคคี สามารถ ทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ได้ดีมาก	มีความสามัคคี สามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ได้ดี	มีความสามัคคี สามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ได้ ค่อนข้างดี	ขาดความ สามัคคี และ ไม่สามารถ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลาที่ใช้

สอน.....ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่ามีความสอดคล้องต่อแผนการจัดการเรียนรู้ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

- | | |
|---|-------------|
| รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด | ให้ 5 คะแนน |
| รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก | ให้ 4 คะแนน |
| รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง | ให้ 3 คะแนน |
| รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย | ให้ 2 คะแนน |
| รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด | ให้ 1 คะแนน |

เกณฑ์การประเมิน

- | | | |
|-----------|---------|---|
| 4.51-5.00 | หมายถึง | รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3.51-4.50 | หมายถึง | รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก |
| 2.51-3.50 | หมายถึง | รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 1.51-2.50 | หมายถึง | รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย |
| 1.00-1.50 | หมายถึง | รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.3 แสดงความคิดหลัก ได้ชัดเจนครอบคลุม					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)					
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด และเกิดพัฒนาการด้าน สมองตามวัยของผู้เรียน					
4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์					
4.5 สามารถวัดและประเมินผล					
5. เนื้อหา					
5.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง					
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
5.3 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					

(ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
5.4 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและแหล่งการเรียนรู้					
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
6.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 สอดคล้องครอบคลุมกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
7.2 กำหนดเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน					
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย					
7.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ

1. “การใช้ความรู้เดิมจากวิชาเคมีเพื่อตรวจหาค่า pH ของน้ำหน้าโรงเรียน พบว่า มีค่า pH เท่ากับ 6.5” เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ (ทักษะการทดลอง)

- ก. เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ข. ไม่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ค. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

2. นักวิทยาศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะนิสัยเป็นเช่นไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป)

- ก. เป็นคนที่เรียนเก่ง
- ข. เป็นคนที่เรียนได้เกรดเฉลี่ย 4.00
- ค. เป็นคนที่อ่านหนังสือได้นาน
- ง. เป็นคนอยากรู้อยากเห็นและชอบตั้งข้อสงสัย

ตารางต่อไปนี้ แสดงข้อมูลเกี่ยวกับส่วนสูงของ เด็กชาย โนบิตะ เมื่ออายุต่างกัน

อายุ (ปี)	ความสูง (เซนติเมตร)
8	125
10	135
12	145

3. เมื่อ เด็กชาย โนบิตะ สูง 155 เซนติเมตร เขาควรมีอายุเท่าไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. อายุ 13 ปี
- ข. อายุ 14 ปี
- ค. อายุ 15 ปี
- ง. อายุ 16 ปี

4. “การเผาถ่านเอาน้ำส้มควันไม้เพื่อนำไปใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกมะนาว” เป็นทักษะใดทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการทดลอง)

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| ก. ทักษะการประยุกต์ใช้ | ข. ทักษะการเรียนรู้ |
| ค. ทักษะการทดลอง | ง. ทักษะการตั้งสมมติฐาน |

คำชี้แจง จากข้อสงสัยต่อไปนี้จึงตอบคำถามข้อ 5-8

เด็กหญิงชัชวาลย์สงสัยว่านาข้าวที่ใช้สารเคมี กับนาข้าวที่ใช้ปุ๋ยพืชสด แล้วปุ๋ยชนิดใดทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน

5. ตัวแปรต้นของข้อสงสัยนี้คืออะไร (ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| ก. ขนาดของต้นข้าว | ข. น้ำหนักของต้นกล้า |
| ค. ชนิดของปุ๋ยที่ใส่ในนาข้าว | ง. ระยะเวลาในการเพาะปลูก |

6. ตัวแปรตามของข้อสงสัยนี้คือข้อใด (ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- ก. สายพันธุ์ของข้าวที่นำมาปลูก
 ข. การเจริญเติบโตของต้นข้าว
 ค. ชนิดของปุ๋ยที่ใส่ในนาข้าว
 ง. สภาพอากาศในบริเวณที่เพาะปลูก

7. ตัวแปรควบคุมของข้อสงสัยนี้คืออะไร (ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- ก. สายพันธุ์ของข้าวที่นำมาปลูก
 ข. การเจริญเติบโตของต้นข้าว
 ค. ปุ๋ยพืชสดที่ใส่ในนาข้าว
 ง. ความสูงและการแตกกอของต้นข้าวในนา

8. หากนักเรียนต้องการนำเสนอข้อมูลแนวโน้มของการเจริญเติบโตของข้าวที่ใช้ปุ๋ยแตกต่างกัน ควรใช้การนำเสนอในรูปแบบใด (ทักษะการทดลอง)

- ก. เสนอโดยกราฟแท่ง
 ข. เสนอโดยแผนภูมิรูปภาพ
 ค. นำเสนอโดยกราฟเส้น
 ง. นำเสนอโดยแผนภูมิวงกลม

12. หากต้องการวัดความสูงของต้นพืชเพื่อติดตามการเจริญเติบโตโดยต้นพืชยังสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติควรเลือกวิธีการเจริญเติบโตแบบใด (ทักษะการทดลอง)

- ก. ใช้ไม้บรรทัดวัดข้างขวดโดยตรง
- ข. ใช้ไม้เมตรวัดข้างขวดโดยตรง
- ค. ใช้สายวัดรอบเอววัดด้านข้างขวดเพื่อหาความสูงโดยตรง
- ง. ใช้เส้นเชือกทาบข้างขวดแล้วนำมาวัด โดยไม้บรรทัดอีกครั้งเพื่อหาความสูง

13. หากนักเรียนต้องการนำเสนอข้อมูลแนวโน้มของการเจริญเติบโตของต้นพืช นักเรียนจะใช้นำเสนอในรูปแบบใด (ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป)

- ก. นำเสนอข้อมูลแนวโน้มของการเจริญเติบโตของต้นพืชด้วยภาพถ่ายของต้นพืชในแต่ละระยะ
- ข. นำเสนอข้อมูลแนวโน้มการเจริญเติบโตของต้นพืชด้วยกราฟแท่ง
- ค. นำเสนอข้อมูลแนวโน้มของการเจริญเติบโตของต้นพืชด้วยกราฟเส้น
- ง. นำเสนอข้อมูลแนวโน้มของการเจริญเติบโตของต้นพืชแผนภูมิวงกลม

14. ถ้าเพาะเลี้ยงกล้วยหอมทองในอาหารสูตร MS ที่ความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินสูงขึ้นและฮอร์โมนไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่ำลงต้นกล้วยจะมีลักษณะการเจริญเติบโตอย่างไร (ทักษะการทดลอง)

- ก. ต้นกล้วยหอมทองจะตาย
- ข. ต้นกล้วยหอมทองจะหยุดการเจริญเติบโต
- ค. ต้นกล้วยหอมทองจะมีการเจริญของรากได้ดี
- ง. ต้นกล้วยหอมทองจะมีการแตกใบได้ดียิ่งขึ้น

15. ถ้านักเรียนพบเห็นสัตว์ 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างกันนักเรียนสามารถตั้งสมมุติฐานได้อย่างไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. อาจเป็นสัตว์ชนิดเดียวกัน
- ข. อาจเป็นสัตว์ต่างชนิดกัน
- ค. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำชี้แจง ศึกษารูปภาพแล้วตอบคำถามข้อ 16



16. จากภาพข้อใดเป็นการตีความหมายและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง (ทักษะการตีความหมาย และลงข้อสรุป)

- ก. การเกิดอุทกภัยทำให้ปลาชุกชุม
- ข. การเกิดอุทกภัยก่อให้เกิดความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำ
- ค. การเกิดอุทกภัยก่อให้เกิดความหลากหลายของชนิดของพืชน้ำ
- ง. พายุทำให้เกิดอุทกภัย

17. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณสมบัติของไวรัส (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ไวรัสไม่ถูกทำลายโดยยาปฏิชีวนะที่ใช้รักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรีย
- ข. โรคพิษสุนัขบ้าเป็นผลมาจากเชื้อไวรัส
- จ. ไวรัสมีขนาดเล็กมาก
- ง. ไวรัสมักกรดนิวคลีอิก 2 ชนิด คือ DNA กับ RNA



อดีต



ปัจจุบัน

22. ระหว่างหมีกับปลาใครได้ประโยชน์ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป)

- ก. หมี เป็นผู้ได้ประโยชน์
- ข. ปลา เป็นผู้ได้ประโยชน์
- ค. หมี และ ปลา ได้ประโยชน์ร่วมกัน
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

23. ข้อใดเป็นคู่ความสัมพันธ์เดียวกันกับภาพ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. เหาคลามกับปลาคลาม
- ข. พยาธิในร่างกายมนุษย์
- ค. กวางกับเสือ
- ง. หมัดในลำตัวสุนัข

24. “การลดน้ำหนักด้วยวิธีควบคุมอาหารร่วมกับการออกกำลังกายช่วยลดน้ำหนักได้ดีกว่าการควบคุมอาหารอย่างเดียว” จากคำกล่าวในข้างต้นคือทักษะใดทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. ทักษะการสุ่ม
- ข. ทักษะการมอง
- ค. ทักษะการทดลอง
- ง. ทักษะการตั้งสมมติฐาน



คำชี้แจง จากข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 25-26

ถ้าใส่ใบพืชที่มีกลิ่นฉุนต่างๆ ลงในถังข้าวสารจะทำให้มอดในถังข้าวสารลดลง

25. ตัวแปรต้นของข้อความนี้คืออะไร (ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- ก. ใบพืชที่มีกลิ่นฉุนชนิดต่างๆ ที่ใส่ในถังข้าวสาร
- ข. ปริมาณข้าวสาร
- ค. ถังที่ใส่ใส่ข้าวสาร
- ง. ปริมาณมอดที่เพิ่มขึ้น

26. ตัวแปรตามของข้อความนี้คือข้อใด (ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

- ก. ปริมาณมอดที่ลดลง
- ข. ปริมาณมอดที่เท่าเดิม
- ค. ปริมาณมอดที่เพิ่มขึ้น
- ง. ถังที่ใส่ใส่ข้าวสาร

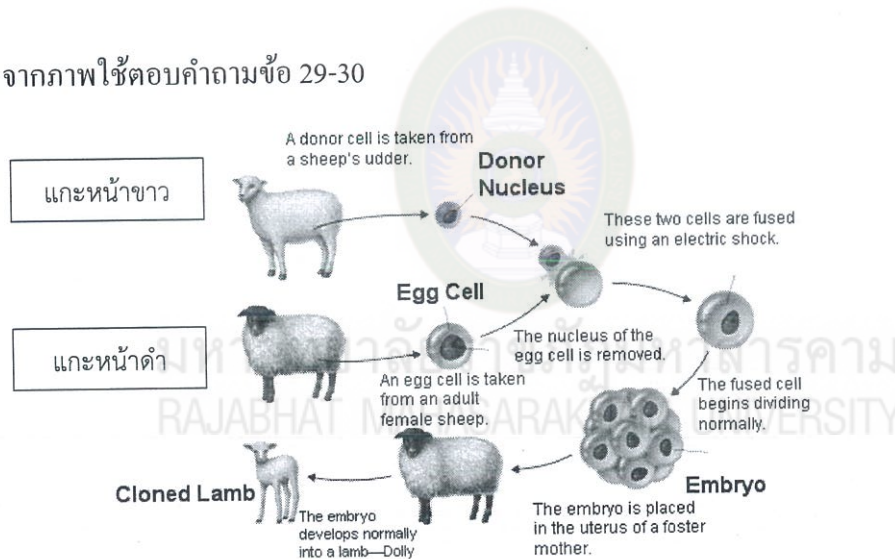
27. ข้อใดเป็นทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการทดลอง)

- ก. สมศรีทำการปลูกถั่วเขียวในที่มืดและที่สว่างเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- ข. สมหญิงทำน้ำหมักชีวภาพโดยหมักไว้เป็นเวลา 14 วัน สังเกตเห็นฟองแก๊สเกิดขึ้น
- ค. สมชายนำน้ำในคลองไปวิเคราะห์หาค่า pH
- ง. ถูกทุกข้อ

28. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปลงพันธุกรรม (การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ฝ้าย ข้าวโพด มะละกอ มนุษย์มีการดัดแปลงพันธุกรรมจนกลายเป็นพืช GMO
- ข. มนุษย์ที่มีลักษณะสีผิวต่างกันเป็นผลมาจากการดัดแปลงพันธุกรรม
- ค. ปลาแซลมอนถูกมนุษย์ดัดแปลงพันธุกรรมให้ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน
- ง. ถูกทุกข้อ

คำชี้แจง จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 29-30



29. จากภาพเป็นขั้นตอนใดทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะการตั้งสมมุติฐาน)

- ก. การโคลนนิ่ง
 - ข. การย้ายตัวอ่อน
 - ค. การปฏิสนธิของสัตว์
 - ง. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
30. สิ่งมีชีวิตที่เกิดจากแผนภาพดังกล่าวมีชื่อว่าอะไร (ทักษะการตั้งสมมุติฐาน)

- ก. คอลล่า
- ข. คอลลี
- ค. ลูซี่
- ง. นิโคล

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ

- การกระทำในข้อใดเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
 - ปลูกหญ้าแฝกบริเวณริมตลิ่ง
 - ตัดต้นไม้ในป่าเพื่อสร้างบ้านพักตากอากาศ
 - เก็บเมล็ดไม้นำมาปลูกที่บ้าน
 - ปลูกป่าทดแทนพื้นที่ป่าเดิม
- ข้อใดจัดเป็นผู้ผลิต
 - ต้นไม้
 - ก้อนหิน
 - ปลา
 - น้ำ

จากแผนภาพใช้ตอบคำถามข้อที่ 3-4



- ถ้าปลาตายหมด อาจคาดคะเนว่าจะเกิดเหตุการณ์ในข้อใด
 - กุ่มมีปริมาณเท่าเดิม
 - ไชน้ำและไร่น้ำมีปริมาณคงเดิม
 - กุ่มมีปริมาณมากขึ้น ไร่น้ำมีปริมาณลดลง
 - กุ่มมีปริมาณมากขึ้น ไร่น้ำมีปริมาณมากขึ้น
- จากเหตุเหตุการณ์ในข้างต้นเรียกว่าอะไร
 - ผู้ล่า
 - สัตว์กินสัตว์
 - ห่วงโซ่อาหาร
 - สายใยอาหาร
- ความสัมพันธ์ระหว่างผีเสื้อและดอกไม้เป็นความสัมพันธ์แบบใด
 - ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล
 - ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน
 - ภาวะที่ต้องพึ่งพา
 - ภาวะเป็นกลาง
- ความสัมพันธ์ปูเสฉวนกับดอกไม้ทะเลเป็นความสัมพันธ์แบบใด
 - ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล
 - ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน
 - ภาวะที่ต้องพึ่งพา
 - ภาวะปรสิต

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับวัฏจักรของสาร
- เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารหนึ่ง ไปอีกสารหนึ่ง
 - วัฏจักรของดินเป็นวัฏจักรของสาร
 - เป็นวัฏจักรการเคลื่อนย้ายธาตุที่มีแหล่งสำรองส่วนใหญ่อยู่บ่อก
 - วัฏจักรของน้ำไม่ถือว่าเป็นวัฏจักรของสาร
8. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับวัฏจักรน้ำ
- มีการหมุนเวียนของน้ำโดยไม่ผ่านสิ่งมีชีวิตเกิดจากการระเหยของน้ำ
 - เกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นฝนตกลงมา
 - การคายน้ำของพืชไม่จัดว่าเป็นวัฏจักรของน้ำ
 - การขับเหงื่อจัดว่าเป็นวัฏจักรของน้ำ
9. “เป็นธาตุที่สำคัญสำหรับชีวิตโดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน” จากคำกล่าวเป็นธาตุชนิดใด
- ไนโตรเจน
 - ไนโตรเจน
 - ฟอสฟอรัส
 - ออกซิเจน
10. “เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นองค์ประกอบของ โพรโทพลาซึม ฟอสโฟลิพิด และกรดนิวคลีอิก” จากคำกล่าวเป็นธาตุชนิดใด
- ไนโตรเจน
 - ไนโตรเจน
 - ฟอสฟอรัส
 - ออกซิเจน
11. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับวัฏจักรฟอสฟอรัส
- มีการถ่ายทอดพลังงานและพันธุกรรม
 - วัฏจักรของฟอสฟอรัส มีทิศทางการเคลื่อนย้ายไปทางหลายทิศทาง
 - ฟอสฟอรัสในน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต
 - มีบทบาทเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต
12. ฟอสฟอรัสในน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบประเภทใด
- สารละลายอินทรีย์
 - สารละลายอินทรีย์
 - ออร์โทฟอสเฟต
 - ไนโตรจีนัสเบส

13. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่
- ไฟป่า พายุ น้ำท่วม เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่อย่างรวดเร็ว
 - ป่าที่ถูกตัดโค่นเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่
 - การทำไร่เลื่อนลอยเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่
 - การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทฤษฎีภูมิใช้เวลามากกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ
14. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทั่วไปมีประมาณเท่าใด
- 0.4 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร
 - 0.5 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร
 - 0.6 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร
 - 0.7 มิลลิกรัมในน้ำ 1.5 ลิตร
15. ข้อใดไม่ใช่ปฏิกิริยาในวัฏจักรไนโตรเจน
- Nitrification
 - Nitrogen Cycle
 - Nitrogen fixation
 - Ammonification
16. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการผันกลับของไนเตรต
- ผันกลับให้เกิดไนโตรเจนด้วยกระบวนการออกซิเดชัน
 - กระบวนการเหล่านี้ยังมีมากความอุดมสมบูรณ์ของดินก็จะลดลง
 - กระบวนการเหล่านี้ยังมีมากความอุดมสมบูรณ์ของดินก็จะเพิ่มขึ้น
 - บาซิลลัสเป็นแบคทีเรียพวกนี้ใช้เกลือไนเตรตแทนออกซิเจนในกระบวนการหายใจ
17. ข้อใดเป็นผลกระทบจากวัฏจักรไนโตรเจนในตรังสอออกไซด์
- ตะกอนดินที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูง ยังช่วยเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายตามชายฝั่ง
 - ระดับน้ำที่ลดลงอย่างมากของเขื่อนในหน้าแล้ง ทำให้มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้า
 - ปริมาณแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นจะเร่งการเจริญเติบโตของพืช
 - ทำให้สัตว์และพืชต่างๆไม่ต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด
18. ข้อใดไม่ใช่ผลกระทบจากภาวะเรือนกระจก
- เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ
 - เพิ่มอุณหภูมิของอากาศทำให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพและอนามัยของมนุษย์
 - มีสาเหตุมาจากการตัดไม้ทำลายป่าในเขตร้อนชื้น
 - อุณหภูมิของโลกไม่เปลี่ยนแปลง
19. ข้อใดเป็นการการป้องกันภาวะเรือนกระจก
- ลดระยะทางที่ใช้สำหรับการขนส่ง
 - ลดระดับการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - นำกระดาษ กลับไปใช้ใหม่
 - การไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ปลูกพืชอย่างเดียว

ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

คำเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	1 ผู้ประเมิน	2 ผู้ประเมิน	3 ผู้ประเมิน	4 ผู้ประเมิน	5 ผู้ประเมิน	6 ผู้ประเมิน	7 ผู้ประเมิน	8 ผู้ประเมิน	9 ผู้ประเมิน	10 ผู้ประเมิน	11 ผู้ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	4.8	4.5	4	4	4.5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด														
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	5	4.3	5	4	4	4	3.7	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	3	3.6	4	4	3.7	4	3.5	4	3.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4	4.5	4	4.5	4	4	4	4	4	4.6	5	4.33	0.24	เหมาะสมมาก
2. ด้านสาระสำคัญ														
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	3	3	3	4.6	3	4	3	3	3.60	0.89	เหมาะสมมาก
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	5	4.6	4.5	4.5	4	5	4.5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	I ผู้เรียน	2 ผู้เรียน	3 ผู้เรียน	4 ผู้เรียน	5 ผู้เรียน	9 ผู้เรียน	7 ผู้เรียน	8 ผู้เรียน	6 ผู้เรียน	10 ผู้เรียน	11 ผู้เรียน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (มัธยมศึกษาปีที่ 4) เฉลี่ยรวมค่าที่ 2	4	3.5	4	3	3.6	4	3.2	4	3.5	4	5	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้	4	3.8	4	5	4	5	3.2	4	3	4	4	4.00	0.24	เหมาะสมมาก
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4	3.6	4	3.6	5	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	3.4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (มัธยมศึกษาปีที่ 4)	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4	4	4	3	3.5	4	3.5	4	3	4.3	3	3.60	0.89	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมค่าที่ 3	4	4	4.5	4	4	3.5	4	4.5	4	4	4	4.05	0.27	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	I ผู้สอน	2 ผู้สอน	3 ผู้สอน	4 ผู้สอน	5 ผู้สอน	9 ผู้สอน	7 ผู้สอน	8 ผู้สอน	6 ผู้สอน	01 ผู้สอน	II ผู้สอน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
4. ด้านสื่อ/แหล่งการเรียนรู้														
4.1 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	3.9	4	3.6	4	3.9	4	3.8	4	5	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
4.2 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	3.8	4	4	4	4	3.4	4	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
4.3 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	3.7	4	4	5	5	4.4	5	4.3	5	4	4	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4	5	4	4.5	4	4	4	3.8	4.7	5	4	4.27	0.76	เหมาะสมมาก
5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้														
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ และกาวัดประเมินผล	5	4.2	5	4	3.5	3.5	4	4.5	4	4	4.5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	I ผู้ประเมิน	2 ผู้ประเมิน	3 ผู้ประเมิน	4 ผู้ประเมิน	5 ผู้ประเมิน	6 ผู้ประเมิน	7 ผู้ประเมิน	8 ผู้ประเมิน	9 ผู้ประเมิน	10 ผู้ประเมิน	11 ผู้ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4	4	5	4.6	4	5	5	5	5	5	4	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	3.7	4	5	4	5	4	3.7	5	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	4.4	5	4.3	5	4	4	3.7	4	4	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมกระบวนการคิด การคาดเดา และการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม	4	3.4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3	3	3	4.8	5	4	4	5	4	4	3.80	0.84	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	I ผู้สอน	2 ผู้สอน	3 ผู้สอน	4 ผู้สอน	5 ผู้สอน	6 ผู้สอน	7 ผู้สอน	8 ผู้สอน	9 ผู้สอน	10 ผู้สอน	11 ผู้สอน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
5.7 กำหนดชิ้นงาน/ภาระงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	5	4	3.5	5	4	4	4	4	4	5	4.5	4.26	0.48	เหมาะสมมาก
6. การวัดและประเมินผล														
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและการเรียนรู้	4	5	4	3	5	4	3.5	4	4	3.5	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	3	4	4.2	3	4	4	3.4	3	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	4	3.5	4	3	3.6	4	3.2	4	4	4	5	3.80	0.84	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 -ดีมาก	2 -ดีมาก	3 -ดีมาก	4 -ดีมาก	5 -ดีมาก	6 -ดีมาก	7 -ดีมาก	8 -ดีมาก	9 -ดีมาก	10 -ดีมาก	11 -ดีมาก	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
6.4 ระบุเกณฑ์การประเมินผล	4	3.4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
อย่างชัดเจน	4	3.7	4	5	4	5	3.2	3	3.6	4	4	3.95	0.45	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	5	4	4	5	4	5	3.6	4	3	4	4	4.15	0.15	เหมาะสมมาก

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ทั้งหมด 11 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 หมายความว่า แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ	แปล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		สอดคล้อง	ความหมาย
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	0	3	0.80	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ	แปล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		สอดคล้อง	ความหมาย
22	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00

ตารางที่ ค.3

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
1	0.57	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.49	ใช้ได้	0.78	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.49	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.40	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.46	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.43	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.40	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.66	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.49	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.69	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.46	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.49	ใช้ได้	0.78	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.43	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.49	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.46	ใช้ได้	0.73	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.60	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.54	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.54	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.46	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.43	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.60	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.40	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
23	0.43	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.57	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.46	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.54	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.51	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.49	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.37	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.40	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.37-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.32-0.78 ในการคัดเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้งหมด 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ก.4

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	10	100	5	25
2	19	361	4	16
3	23	529	8	64
4	12	144	-3	9
5	28	784	13	169
6	25	625	10	100
7	23	529	8	64
8	24	576	9	81
9	26	676	11	121
10	8	64	-7	49
11	9	81	-6	36
12	9	81	-6	36
13	29	841	14	196
14	17	289	2	4
15	27	729	12	144
16	2	4	13	169
17	14	196	1	1
18	26	676	11	121
19	25	625	10	100
20	5	25	10	100
21	21	441	6	36
22	6	36	-9	81
23	5	25	-10	100

(ต่อ)

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
24	9	81	-6	36
25	9	81	-6	36
26	3	9	-12	144
27	4	16	-11	121
28	5	25	-10	100
29	6	36	-9	81
30	11	121	4	16
31	17	289	2	4
32	22	484	7	49
33	8	64	7	49
34	8	64	7	49
35	13	169	-2	2
36	10	100	5	25
37	12	144	3	9
38	23	529	8	64
39	21	441	6	36
40	12	144	3	9
รวม	586	11234	102	2652

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
 k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(586) - 11234}{(30 - 1)(2652)}$$

$$r_{cc} = 1 - (0.083)$$

$$r_{cc} = 0.91$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เท่ากับ 0.91



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.5

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	ค่าความ	แปล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		สอดคล้อง	ความหมาย
1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
3	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
4	0	1	0	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
5	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
10	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
16	1	0	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ	แปล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		สอดคล้อง	ความหมาย
23	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
24	0	1	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
28	1	1	0	0	1	3	0.60	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
33	1	1	0	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
34	0	1	0	1	1	3	0.60	สอดคล้อง
35	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
39	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
40	0	1	1	1	1	4	0.80	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ตารางที่ ค.6

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
1	0.51	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.72	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.33	ใช้ได้	0.82	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.67	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.53	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.63	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.49	ใช้ได้	0.85	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.67	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.63	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.53	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.53	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.51	ใช้ได้	0.81	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.72	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.53	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.42	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.72	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.72	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.51	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.51	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.60	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.67	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.74	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.56	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
24	0.77	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.74	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.51	ใช้ได้	0.81	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.56	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.40	ใช้ได้	0.81	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.79	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.65	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.58	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.67	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.56	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.40	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.60	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.63	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.63	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.77	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.56	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.44	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.40-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.23-0.85 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 40 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.7

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยาเบื้องต้น เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 30 ข้อ

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	17	289	2	4
2	20	400	5	25
3	15	225	0	0
4	25	625	10	10
5	23	529	8	64
6	18	324	3	9
7	18	324	3	9
8	19	361	4	16
9	11	121	-4	16
10	13	169	-2	2
11	10	100	-5	25
12	12	144	-3	9
13	23	529	8	64
14	21	441	6	36
15	12	144	-3	9
16	12	144	-3	9
17	25	625	10	100
18	22	484	7	49
19	12	144	-3	9
20	20	200	5	25
21	20	200	5	25
22	10	100	-5	25
23	12	144	-3	9

(ต่อ)

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
24	25	625	10	100
25	14	196	-1	1
26	21	441	6	36
27	18	324	3	9
28	19	361	4	16
29	26	676	11	121
30	22	441	6	36
31	25	625	10	100
32	15	225	0	0
33	18	324	3	9
34	23	529	8	64
35	23	529	8	64
36	19	361	4	16
37	19	361	4	16
38	24	579	9	81
39	21	441	6	36
40	25	625	10	100
รวม	747	14429	146	1354

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด
 c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ
 x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(747) - 14429}{(30 - 1)(1354)}$$


$$r_{cc} = 1 - (0.203)$$

$$r_{cc} = 0.80$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.80



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

คะแนนของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนที่ระหว่างเรียน คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวนการกระเรียนก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้ด้วยรูปแบบส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่
	26 (30)	27 (30)	28 (30)	29 (30)	30 (30)
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
1	8	8	10	7	10
2	7	9	10	8	10
3	8	8	9	8	10
4	7	7	8	7	10
5	7	9	10	8	8
6	6	9	9	8	9
7	6	6	8	7	9
เลขที่	ไบบท	ไบบท	ไบบท	ไบบท	ไบบท
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10
	7	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	6	8	7	9
	8	10	10	8	10
	7	10	10	8	10
	8	8	9	6	8
	7	10	8	6	7
	9	9	10	8	8
	6	8	9	8	9
	6	10	8	9	8
	8	8	10	7	10

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 26		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 27		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 28		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 29		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 30		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 31	
	ใบงานที่ 25 (9)	ใบกิจกรรมที่ 25 (12)	ใบงานที่ 26 (9)	ใบกิจกรรมที่ 26 (12)	ใบงานที่ 27 (9)	ใบกิจกรรมที่ 27 (12)	ใบงานที่ 28 (9)	ใบกิจกรรมที่ 28 (12)	ใบงานที่ 29 (9)	ใบกิจกรรมที่ 29 (12)	ใบงานที่ 30 (9)	ใบกิจกรรมที่ 30 (12)
26	8	8	8	10	7	9	7	8	8	8	5	10
27	8	10	9	9	8	8	7	10	8	10	9	9
28	9	9	9	10	9	10	5	9	8	9	9	11
29	9	8	9	9	6	10	5	10	9	8	7	11
30	9	10	7	8	7	9	7	10	7	10	7	10
31	5	9	7	9	6	9	8	8	6	9	6	9
32	7	8	9	9	9	10	7	8	7	11	5	8
33	9	9	9	11	9	9	7	9	7	11	6	10
34	7	10	6	10	7	9	7	8	7	9	8	9

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่		แผนการจัดการเรียนรู้ที่		แผนการจัดการเรียนรู้ที่		แผนการจัดการเรียนรู้ที่	
	26	27	28	29	30	31		
	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)	(30)		
	ใบงานที่ 25 (9)	ใบงานที่ 26 (9)	ใบงานที่ 27 (9)	ใบงานที่ 28 (9)	ใบงานที่ 29 (9)	ใบงานที่ 30 (9)		
	ใบกิจกรรมที่ 25 (12)	ใบกิจกรรมที่ 26 (12)	ใบกิจกรรมที่ 27 (12)	ใบกิจกรรมที่ 28 (12)	ใบกิจกรรมที่ 29 (12)	ใบกิจกรรมที่ 30 (12)		
	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)		
35	7	9	8	7	8	10	7	8
36	6	9	8	8	9	9	8	8
37	6	10	8	8	5	8	8	7
38	7	9	8	9	9	10	8	7
39	7	9	9	9	9	9	9	9
40	6	10	7	7	8	8	7	8
รวม	291	355	283	298	370	298	300	291
\bar{X}	7.3	8.9	7.1	7.5	9.3	7.5	7.5	9.1
S.D.	1.3	0.9	1.2	1.2	1.1	1	1.4	0.8
								1.2
								0.9
								1.1
								1.1
								1
								7.4
								9.1
								362
								308
								294
								366
								313
								305
								371
								307
								7.7
								9.3
								7.6
								1.2
								0.9
								1.1
								1.1
								1.2
								1.2

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35				รวมคะแนนกิจกรรม (E1) (300)	(ต่อ)
	ใบงานที่ 31 (9)	ใบกิจกรรมที่ 31 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 32 (9)	ใบกิจกรรมที่ 32 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 33 (9)	ใบกิจกรรมที่ 33 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 34 (9)	ใบกิจกรรมที่ 34 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 35 (9)	ใบกิจกรรมที่ 35 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)			
1	7	10	9	7	9	8	5	9	8	7	10	7	7	10	7	240	22	
2	9	10	7	8	8	9	7	8	9	10	10	7	8	10	7	253	23	
3	5	10	8	8	10	8	7	10	8	9	9	8	8	9	8	246	25	
4	6	10	8	8	9	7	7	9	7	9	9	6	9	9	6	234	27	
5	7	8	8	7	8	7	8	8	7	8	7	7	8	7	7	238	25	
6	7	9	9	9	10	9	5	11	9	10	10	9	9	10	9	250	20	
7	6	9	9	8	10	6	5	11	6	10	10	9	9	10	9	234	22	
8	6	8	9	8	9	7	9	9	7	9	9	7	7	9	7	243	23	
9	7	8	7	7	9	8	9	9	8	9	9	7	7	9	7	240	22	
10	7	8	7	6	10	9	7	11	9	10	10	9	9	10	9	227	24	

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35			รวมคะแนนกิจกรรม (E1) (300)	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (30)	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (30)
	ใบงานที่ 31 (9)	ใบกิจกรรมที่ 31 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 32 (9)	ใบกิจกรรมที่ 32 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 33 (9)	ใบกิจกรรมที่ 33 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 34 (9)	ใบกิจกรรมที่ 34 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)					
11	6	10	9	6	10	9	7	11	9	5	10	7	248	21	20	18	22
12	8	11	8	6	9	8	8	9	8	9	9	7	242	23	25	19	25
13	9	11	7	5	9	8	8	9	8	8	9	8	253	22	23	23	23
14	7	9	7	6	10	8	7	9	6	7	10	7	238	23	25	21	21
15	8	8	7	7	10	9	7	8	7	6	10	8	214	15	20	13	17
16	8	10	8	7	10	8	6	10	7	7	10	8	234	14	20	20	21
17	8	9	9	7	9	7	6	9	7	9	10	8	248	24	24	25	24
18	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	9	226	17	22	22	20
19	9	10	8	5	10	9	7	10	5	8	9	9	236	15	26	15	20
20	9	10	9	5	10	6	6	10	5	6	9	7	237	23	28	20	20

(ต่อ)


ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35						
	ใบงานที่ 31 (9)	ใบกิจกรรมที่ 31 (12)	ใบงานที่ 32 (9)	ใบกิจกรรมที่ 32 (12)	ใบงานที่ 33 (9)	ใบกิจกรรมที่ 33 (12)	ใบงานที่ 34 (9)	ใบกิจกรรมที่ 34 (12)	ใบงานที่ 35 (9)	ใบกิจกรรมที่ 35 (12)	ใบงานที่ 36 (9)	ใบกิจกรรมที่ 36 (12)	ใบงานที่ 37 (9)	ใบกิจกรรมที่ 37 (12)					
21	7	9	9	9	8	9	7	9	8	9	7	9	8	9	255	22	26	20	23
22	7	9	9	9	8	9	8	8	9	8	8	7	8	9	249	24	28	26	27
23	9	10	8	7	10	9	9	8	10	8	7	6	8	7	233	17	19	15	23
24	6	10	6	7	10	9	9	9	10	7	6	6	10	9	248	21	24	25	23
25	8	9	7	8	11	8	6	7	9	8	7	7	11	7	246	23	26	18	20
26	8	9	7	7	11	8	6	9	9	8	9	9	11	7	239	20	24	21	25
27	7	9	6	7	10	8	6	6	10	8	7	7	9	8	246	21	25	19	20
28	8	8	7	8	9	9	7	8	10	9	7	7	8	9	256	25	27	23	20
29	8	10	7	8	10	8	7	7	10	8	6	6	10	8	242	20	23	26	23
30	8	9	7	8	9	7	7	7	10	7	6	6	9	7	241	25	26	22	20
31	9	8	8	9	8	7	8	7	8	7	7	7	8	7	224	16	18	25	22

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 32			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 33			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 34			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 35			รวมคะแนนกิจกรรม (E1) (300)
	ใบงานที่ 31 (9)	ใบกิจกรรมที่ 31 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 32 (9)	ใบกิจกรรมที่ 32 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 33 (9)	ใบกิจกรรมที่ 33 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	ใบงานที่ 34 (9)	ใบกิจกรรมที่ 34 (12)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (9)	
32	9	10	5	9	11	9	5	9	9	7	10	9	253
33	9	10	5	9	11	6	5	9	6	6	10	6	243
34	7	9	9	7	9	7	9	8	7	8	9	7	240
35	7	9	9	7	9	8	9	8	8	8	9	8	246
36	9	10	7	9	10	9	7	8	9	8	10	9	253
37	6	10	7	6	10	9	7	10	9	9	10	9	244
37	6	10	7	6	10	9	7	10	9	9	10	9	244
38	7	9	8	8	9	8	8	11	8	7	9	8	252
39	7	9	8	8	9	8	8	11	7	7	9	8	250
40	8	10	7	8	11	8	9	10	8	7	11	8	248

(ต่อ)



ภาคผนวก จ
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คส. ว ๓๕๕/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย


เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ

ด้วย นายสามารถ มาศรี รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๓๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
ด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ว่าที่ร้อยโท 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นักวิจัย จันทนัม)
คณบดีคณะครุศาสตร์
RAJABHAT SAKON NAKHON UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ศส. ว ๓๕๕/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ด้วย นายสามารถ มาศรี รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๓๐๕๐๐๓๓๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณีกรุชัย จันทุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๖/ว ๕๓๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ อติชาติ

ด้วย นายสามารถ มาศรี รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๓๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
 ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทนุมา)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๓๗๒๒๑๑๘
www.edumu.org



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๕๓๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ นิชาพัฒน์ จิรพันธ์กุลชาติ

ด้วย นายสามารถ มาศรี รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๑๓๓๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น ปุณณการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
 ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นักวิจัย จินทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๓๗๒๒๑๑๘
www.edurmu.org



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว ๕๓๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๑๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ทิพรพรรณ พิลา

ด้วย นายสามารถ มาศรี รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๐๐๓๓๐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามกำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
 ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์ชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๓๒๒๑๑๘
www.edurmu.org

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

สามารถ มาศรี, สมสงวน ปัสสาโก และวันดี รักไร่ (2562). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2562. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, หน้า 327-333.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นายสามารถ มาศรี
วัน เดือน ปี เกิด 17 ตุลาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 32 หมู่ 7 ตำบลสีสุก อำเภอแก้งสนามนาง
จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30440

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2562 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY