

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัย  
แห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2563

**The Effects of Using Inquiry Instruction (7E) Together with STAD Technique on  
Learning Achievement and Scientific Reasoning Ability of Grade 10  
Students at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis**

**Miss Benjarat Puetpan**



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

**ชื่อและนามสกุล** นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธ์ุ

**วิชาเอก** วิทยาศาสตร์ศึกษา

**สาขาวิชา** ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

**อาจารย์ที่ปรึกษา** 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา  
2. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์)



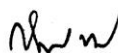
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

(๓)

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

**ผู้วิจัย** นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธ์ุ รหัสนักศึกษา 2612000048 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา (1)** รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา (2) รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป **ปีการศึกษา** 2563

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และ (3) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร 2 ห้องเรียน จำนวน 74 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จากนั้นสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (3) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ** การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เทคนิค STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

**Thesis title:** The Effects of Using Inquiry Instruction (7E) Together with STAD Technique on Learning Achievement and Scientific Reasoning Ability of Grade 10 Students at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis

**Researcher:** Miss Benjarat Puetpan; **ID:** 2612000048;

**Degree:** Master of Education (Science Education)

**Thesis advisors:** (1) Dr. Duongdearn Suwanjinda, Associate Professor;

(2) Dr. Jurarat Thammaprateep, Associate Professor; **Academic year:** 2020

### Abstract

The purposes of this research were to (1) compare learning achievement of grade 10 students at Islamic College of Thailand who learned by using inquiry instruction (7E) together with STAD technique with that of the students who learned by using traditional instruction, (2) compare scientific reasoning ability before and after learning of the students learning by using inquiry instruction (7E) together with STAD technique, and (3) compare scientific reasoning ability of the students who learned by using inquiry instruction (7E) together with STAD technique with that of the students who learned by using traditional instruction.

The research sample was 74 grade 10 students in two intact classrooms in the first semester of the academic year 2020 at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis. The sample was obtained by cluster random sampling and then randomized. One group was an experimental group of 40 students while the other group was a control group of 34 students. Research instruments were (1) the lesson plans of inquiry (7E) together with STAD technique, (2) a learning achievement test, and (3) a scientific reasoning ability test. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and t-test.

The research findings showed that (1) learning achievement of the students learning by using inquiry instruction (7E) together with STAD technique was significantly higher than that of the students learning by using traditional instruction at the .05 level of statistical significance, (2) scientific reasoning ability of the students after learning by using inquiry instruction (7E) together with STAD of the students was significantly higher than that of their before learning at the .05 level of statistical significance, and (3) scientific reasoning ability of the students learning by using inquiry instruction (7E) together with STAD technique was significantly higher than that of the students learning by using traditional instruction at the .05 level of statistical significance.

**Keywords:** Inquiry Instruction (7E), STAD Technique,  
Learning Achievement, Scientific Reasoning Ability

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเอาใจใส่ให้คำปรึกษา คำแนะนำจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา ซึ่งเป็นทั้งที่ปรึกษาหลัก วิทยานิพนธ์ และที่ปรึกษาคอยช่วยเหลือให้กำลังใจมาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมผู้ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับผู้วิจัย รวมทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.กมลวัฒน์ นาคะสรรค์ อาจารย์ ดร.พีรวิษณุ พานิชย์วรกุล อาจารย์บุญญาธิสา ป้อมขุนพรหม และอาจารย์ศิริพันธ์ จันใด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ คณะผู้ใหญ่ และผู้บริหาร อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่ให้ความอนุเคราะห์ส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้พัฒนาตนเอง ขอขอบคุณคณะกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และทดลองใช้เครื่องมือเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมคิด คุณแม่ทองหล่อ พี่ชพันธ์ ที่ให้ชีวิตและวางรากฐานการศึกษา ขอคุณนางสาวนงลักษณ์ สุขเกษม ที่คอยให้กำลังใจ ขอขอบคุณเพื่อนครูผู้คอยให้กำลังใจ พร้อมทั้งเพื่อนในชั้นเรียนระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจให้กัน และกันเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนตลอดจนผู้ที่สนใจโดยทั่วไป

เบญจรัตน์ พิชพันธ์

เมษายน 2564

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	7
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	7
สมมติฐานการวิจัย .....	9
ขอบเขตของการวิจัย .....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	10
ประโยชน์ที่ได้รับ .....	12
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	13
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E .....	14
เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ .....	29
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ .....	41
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	71
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	84
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	85
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	89

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ .....	89
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD .....	90
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ .....	91
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	92
สรุปการวิจัย .....	92
อภิปรายผล .....	96
ข้อเสนอแนะ .....	99
บรรณานุกรม .....	100
ภาคผนวก .....	110
ก ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....	111
ข แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD .....	116
ค ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ .....	132
ง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยผลของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ .....	139
จ ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ .....	148
ฉ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	151
ช ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ .....	165



ณ

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ซ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	167
ประวัติผู้วิจัย .....	171



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1	แบบแผนการทดลอง ..... 9
ตารางที่ 2.1	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) .... 25
ตารางที่ 2.2	การกำหนดคะแนนการพัฒนาตนเองของแต่ละบุคคลเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนฐาน ..... 39
ตารางที่ 2.3	คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยและการได้รับการยกย่องของกลุ่ม ..... 40
ตารางที่ 3.1	ความสอดคล้องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ..... 74
ตารางที่ 3.2	เนื้อหาและจำนวนคาบในรายวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ ... 77
ตารางที่ 3.3	วิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ..... 79
ตารางที่ 3.4	แสดงทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษา และจำนวน 6 ข้อสอบ ..... 83
ตารางที่ 4.1	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ ..... 90
ตารางที่ 4.2	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ..... 90
ตารางที่ 4.3	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ ..... 91

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	8
ภาพที่ 2.1 วงจรการเรียนรู้ของ Karplus .....	19
ภาพที่ 2.2 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ .....	22
ภาพที่ 2.3 การเพิ่มขึ้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ชั้นเป็น 7 ชั้น .....	23



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยร่วมกันสร้างรูปแบบและแนวปฏิบัติในการเสริมสร้าง ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นที่องค์ความรู้ทักษะความเชี่ยวชาญ และสมรรถนะที่เกิดกับตัวผู้เรียนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันได้ (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 14-15) สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มุ่งจัดการศึกษาให้คนไทยทุกคนสามารถเข้าถึง โอกาสและความเสมอภาคในการศึกษาที่มีคุณภาพ พัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ พัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในการทำงานที่รองรับกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ เพื่อนำประเทศไทยก้าวข้ามกับดัก ประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และความเหลื่อมล้ำภายในประเทศ ลดลง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579, 2560)

การปรับหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (หลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการต่างๆ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะการคิดระดับสูง ทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจ ทักษะกระบวนการสำหรับการออกแบบ และเทคโนโลยีทักษะการเรียนรู้ร่วมกันและการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่พลเมืองแห่งศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องเรียนรู้ เป้าหมายของการปรับหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมพลเมืองในอนาคตของชาติสำหรับการประกอบอาชีพ และดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด (ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, 2560)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาระหว่างเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-Operation and Development หรือ OECD) ได้ดำเนินการโครงการประเมินผล นักเรียนนานาชาติ (Program for

International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระบบการศึกษาของประเทศในการเตรียมตัวนักเรียนอายุ 15 ปีที่จบการศึกษาภาคบังคับพร้อมที่จะเรียนรู้และเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในอนาคตได้ดีหรือไม่เพียงใดจากผลการสอบวัดผล PISA ปี 2012 พบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยอยู่อันดับ 48 จาก 65 ประเทศทั่วโลก มีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 444 คะแนน ผลการสอบวัดผล PISA ปี 2015 พบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยอยู่อันดับ 54 จาก 72 ประเทศทั่วโลกมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 421 คะแนน ลดลงจากเดิม 23 คะแนน และการประเมินผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ TIMSS) ปี 2011 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 พบว่าเด็กไทยได้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ 451 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 500 คะแนน ผลการประเมิน TIMSS ปี 2015 พบว่าเด็กไทยได้ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน ต่ำกว่า ค่าเฉลี่ย 500 คะแนน จากคะแนนการสอบวัดผล PISA ปี 2012 และปี 2015 และผลการประเมิน TIMSS ปี 2011 และ ปี 2015 พบว่าเด็กไทยอ่อนวิชาศาสตร์สะท้อนภาพการเรียนการสอนของประเทศไทยที่ยังมีจุดอ่อนต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, น. 7-8)

การรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยมีผลการทดสอบวิทยาศาสตร์ที่ลดลง โดยผลการทดสอบของปีการศึกษา 2560 และ 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 29.31 และ 26.03 ตามลำดับซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่ผ่านครึ่งของคะแนนเต็ม โดยเมื่อพิจารณาในค่าสถิติแยกตามสาระวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า ทุกสาระในวิชาวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศจากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนของอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 มีนักเรียนประจำหอพักและไป-กลับ และนักเรียนที่มีความหลากหลายเป็นสังคมพหุวัฒนธรรมทั้งทางด้านเชื้อชาติ ศาสนาและภาษาและมีชื่อเสียงทางด้านกีฬาพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรที่ผ่านมามีหลายสาเหตุที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งด้านผู้เรียนเอง และด้านครูผู้สอนใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมโดยมีครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้สอนแบบท่องจำ บรรยายให้ความรู้เน้นเนื้อหาการสอน ทำให้ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะผู้เรียนน้อยลง และในด้านผู้เรียนนั้น จากการสอบถามและจากผลการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคลของครูผู้สอนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อวิชาวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่ยาก นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้และทำแบบฝึกหัดแบบเดิมคำหรือเขียนอธิบายได้เนื่องจากขาดความรู้พื้นฐานทางการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้ขาดความพยายาม

ความมุ่งมั่นในการเรียนส่งผลให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนนอกจากนี้จากสภาพบริบทของโรงเรียนที่กล่าวข้างต้นทำให้นักเรียนบางคนขาดการเข้าชั้นเรียน เพราะต้องเป็นตัวแทนทำกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนจึงส่งผลกระทบต่อทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่ำลง และพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ 4 ทางการเรียนต่ำมากที่สุดจากทุกระดับชั้นจากรายงานการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของงานทะเบียนและวัดผลอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเท่ากับ 1.85 จะเห็นว่านักเรียนสมควรได้รับการพัฒนาโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มโดยใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนปรับเปลี่ยนบทบาทครูผู้สอนให้เป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ ฝึกทักษะกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นให้เกิดแก่ผู้เรียนซึ่งเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการให้เหตุผลเนื่องจาก การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพื่อนำไปใช้ในการอธิบาย และขยายความรู้ต่อไปได้ (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, เศษฐ ศิริสวัสดิ์, เสาวลักษณ์ โรมมา, 2557) การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในความสามารถที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสำเร็จให้แก่ผู้เรียน เพราะความสามารถในการให้เหตุผลนั้นเปรียบเสมือนความสามารถในการเดินจากจุด ก ที่เป็นปัญหาไปยังจุด ข ที่เป็นคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผลมีทิศทางมากกว่าการเดาสุ่มอย่างไร้ทิศทาง

ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและอ้างเหตุผลย่อมเกิดผลดีเพราะนอกจากการตั้งคำถาม และถกเถียงกับเรื่องเนื้อหาวิชาการจะเป็นการฝึกความคิดที่ดีมากแล้ว ยังเป็นการกระตุ้นความสนใจต่อเนื้อหาที่เรียนอยู่ด้วยรวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเป็นคุณลักษณะสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (ปราณี คำภีระ, 2563, น.56)

ปัญหาการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนปกติครูมักจะเน้นการสอนแบบบรรยายซึ่งเป็นการสอนที่ไม่สนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายด้วยตนเองส่งผลให้เมื่อครูถามคำถามนักเรียนมักตอบเป็นคำสั้นๆ ไม่เรียงเป็นประโยค และคำตอบของนักเรียนมักไม่มีเหตุผลที่ชัดเจนโดยมาก

มาจากการใช้ความรู้สึกส่วนตัว หรือนำเอาความรู้จากเนื้อหาอื่นๆ มาตอบซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ตีรณา ชุมแสง, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับ (พอหทัย พิพัฒน์ชัยภูมิ, สุรีย์พร สว่างเมฆ, ปราณี นางงาม, 2559) กล่าวว่า ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนนักเรียนขาดการให้เหตุผลในการอธิบายองค์ความรู้ นักเรียนขาดการให้เหตุผลในการอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากปัญหาการเรียนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลดังงานวิจัยของ (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสืบสวนส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และนำความรู้ไปใช้ในบริบทอื่น จากการให้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนได้ฝึกการแสดงถึงความเข้าใจของตนเอง และอธิบายให้ผู้ฟังอย่างสมเหตุ สมผล โดยการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งทำให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองอย่างชัดเจนจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น.156-157) กล่าวถึงข้อดีของการจัดเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ทำให้ครูทราบพื้นฐานเดิมของเด็กและครูสามารถวางแผนได้ว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนหลังในเนื้อหา บทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ตามที่ ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, p. 57-59) กล่าวว่ารูปแบบการสอน โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

งานวิจัยของ (ศิวพร ศรีเจริญ, 2559) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารได้ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) สอดคล้องกับจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐาน ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยยู่ให้ผู้เรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน

และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง และวิธีการนำเสนอของครู จะต้องส่งเสริม ให้ผู้เรียนรู้จักคิดมีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ดังงานวิจัยของ (วรรณพร ยิ้มฉาย, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์, 2558) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกันได้ และงานวิจัยของ (วรรณุณี ศรีโพธิ์, 2558) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอน และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้ เดิมของนักเรียนก่อนที่จะเรียนในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมี ประสิทธิภาพ

จันทร์ดา ดันติพงศานุรักษ์ (2543, น. 37) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกันโดยแต่ละคนมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้

ข้อดีของการจัดเรียนรู้แบบการเรียนแบบเทคนิค STAD ตามแนวคิดของ Slavin (1990, น. 128) คือ การเรียนแบบร่วมมือโดยจัดให้สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความ รับผิดชอบในการทำงานกลุ่มช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีสำหรับสมาชิกทุกคน และช่วยให้สมาชิกมี โอกาสแสดงความคิดเห็นและลงมือปฏิบัติร่วมกัน

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, น. 26) ได้ให้ความหมายไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการ ตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของ เด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่ง จะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และวิชาชีววิทยาของผู้วิจัย เองพบว่าการสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย แขวงทุ่งครุ เขตทุ่งครุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาค่อนข้างต่ำ (คะแนนเฉลี่ย 2.3 จากระดับคะแนนเต็ม 4) ตามรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของ งานทะเบียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562 และในปีการศึกษาที่ผ่านมาโดยเฉพาะ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ หากนักเรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนที่ เหมาะสมจะส่งผลให้นักเรียนได้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์สามารถนำความรู้ไปใช้ในการอธิบาย



เนื้อหาบทเรียนได้อย่างสมเหตุสมผลรวมถึงส่งผลให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ช่วยกันคิดช่วยกันแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามจากการตรวจเอกสารพบว่าที่เยาวชนไทยประสบปัญหาในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อาจเกิดจากวิธีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่เน้นการบรรยายเป็นหลัก (ลือชา ลดาชาติ และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2551) หรืออาจเกิดจากห้องเรียนที่มีกิจกรรมการทดลองเพื่อใช้ในการยืนยันองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการตีความ และลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลองทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นสิ่งที่มีความหมายในตัวเองไม่ต้องอาศัยคนหรือนักวิทยาศาสตร์ไปให้ความหมาย ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐานได้ (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล, 2555) หรืออาจเกิดจากในกิจกรรมการเรียนรู้อาจไม่ได้มุ่งเน้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดย 1) แนะนำให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ชี้แจงบทบาทและความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3) เป็นต้นแบบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 4) เชื่อมโยงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับการให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน (McNeil and Krajcik, 2008)

ด้วยเหตุผล และความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐาน ลงมือสำรวจตรวจสอบ หาข้อมูลแล้วนำมาคิดวิเคราะห์หาเหตุผลอย่างสมเหตุสมผลรวมถึงการแสดงความคิดเห็นผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นทีมในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมยังช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันอีกด้วย

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

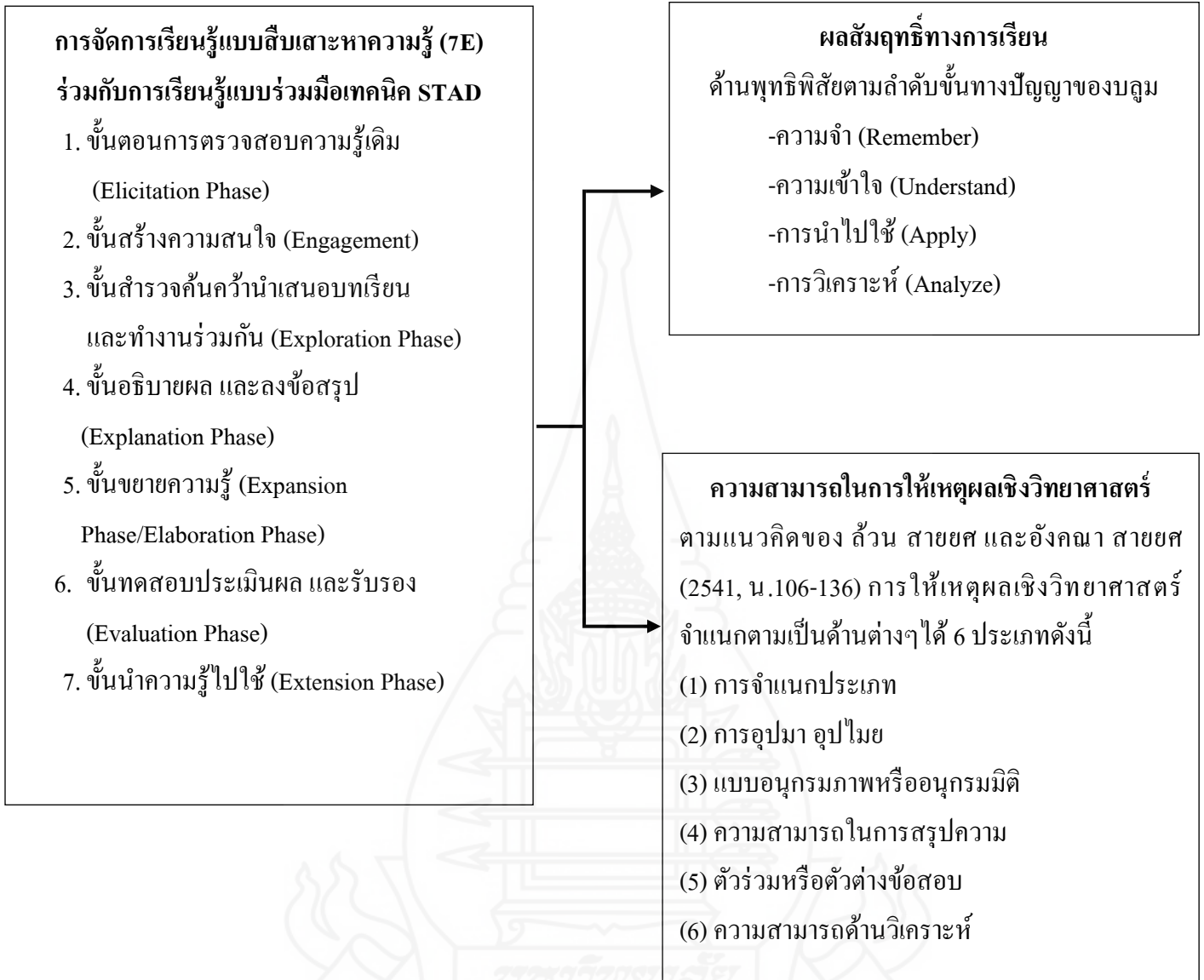
2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อการพัฒนาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์ และการทำงานของเซลล์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อวัดความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคล โดยใช้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ด้านพุทธิพิสัยตามลำดับขั้นทางปัญญาของบลูมที่ได้มีการปรับปรุงใหม่ (Revised Bloom 's Taxonomy) โดย Anderson & Krathwohl (2001) เริ่มจาก ความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การนำไปใช้ (Apply) การวิเคราะห์ (Analyze) และวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความสามารถของแต่ละบุคคล โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 106-136) กล่าวถึงการวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามเป็นด้านต่างๆได้ 6 ประเภทดังนี้ (1) การจำแนกประเภท (2) การอุปมา อุปไมย (3) แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ (4) ความสามารถในการสรุปความ (5) ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ (6) ความสามารถด้านวิเคราะห์ สามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1.1

## ตัวแปรต้น

## ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

#### 4. สมมติฐานการวิจัย

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 5. ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental research) โดยใช้แบบแผน Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design โดยกำหนดรูปแบบการวิจัยดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, น. 219)

ตารางที่ 1.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การสอน	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
C	T <sub>1</sub>	-	T <sub>2</sub>

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)

C หมายถึง กลุ่มควบคุม (Control group)

T<sub>1</sub> หมายถึง การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง (Pretest)

X หมายถึง การจัดกระทำ (Treatment)

T<sub>2</sub> หมายถึง การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง (Posttest)

**5.2 กลุ่มที่ศึกษา** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 120 คน ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนโดยจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม ใช้นักเรียนแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 74 คน

**5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา** ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาที่ประกอบด้วยแนวคิดเรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 6 เรื่อง ดังนี้

- 5.3.1 แนวคิดเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์
- 5.3.2 แนวคิดเรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์
- 5.3.3 แนวคิดเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน
- 5.3.4 แนวคิดเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน
- 5.3.5 แนวคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- 5.3.6 แนวคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

#### 5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

**5.4.1 ตัวแปรอิสระ** คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

**5.4.2 ตัวแปรตาม** ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

**5.5 ระยะเวลาในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้** ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ระหว่างกรกฎาคม ถึง กันยายน 2563 จำนวน 18 ชั่วโมง คาบละ 50 นาที

## 6. นิยามศัพท์เฉพาะ

**6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 2-3 คน และระดับอ่อน 1 คน สมาชิกในกลุ่มจะศึกษาและทำความเข้าใจบทเรียนร่วมกัน จะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ประการดังนี้

**6.1.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน** โดยตรวจสอบความรู้เดิมเป็นรายบุคคล ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

**6.1.2 ขั้นสร้างความสนใจ** ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วอายุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

**6.1.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอเปรียบเทียบ และทำงานร่วมกัน** โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 2-3 คน และระดับอ่อน 1 คน และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

**6.1.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป** ครูส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลมีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน

**6.1.5 ขยายความเข้าใจ** ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

**6.1.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผลการทดสอบ** ในระหว่างทำการทดสอบนักเรียนในกลุ่มไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกัน ทุกคนจะทำด้วยความสามารถของตนเอง กลุ่มแต่ละกลุ่มจะได้รับผลการประเมินและร่วมกันรับรองผล หรือได้รับรางวัลต่างๆ ก็ต่อเมื่อสามารถทำคะแนนของกลุ่มได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**6.1.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้** ครูส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

**6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งจะมีการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย รวมถึงการนำประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากผลการ

ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

**6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์** จำแนกตามความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลออกเป็นด้านต่างๆ ได้ 6 ประเภท ดังนี้ (1) การจำแนกประเภท (2) การอุปมาอุปไมย (3) แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ (4) ความสามารถในการสรุปความ (5) ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ (6) ความสามารถด้านวิเคราะห์ สามารถวัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

## 7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเป็นข้อมูลตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่ต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคนที่มีความใฝ่เรียนรู้ทำงานร่วมกันกับเพื่อนได้ มีความช่วยเหลือและการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

7.2 ครูผู้สอนวิชาชีววิทยา และผู้เกี่ยวข้อง ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7E ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ไปใช้ในพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร” ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle)
  - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)
  - 1.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)
  - 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)
  - 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)
  - 1.5 ข้อจำกัด และอุปสรรคของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)
2. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
  - 2.1 ความหมายของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD
  - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD
  - 2.3 รูปแบบการจัดการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD
  - 2.4 รูปแบบการสอนเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ( STAD )
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.3 แนวทางการวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
  - 3.5 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



- 4.2 ประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 4.3 แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 4.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

## 1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นหาคำความรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง (Eisenkraft, 2003, pp. 56-59)

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2549) ได้ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เป็นวิธีสอนรูปแบบหนึ่งของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งใช้กระบวนการสอนที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การตั้งคำถามการสาธิตการทำงานเป็นกลุ่มการสำรวจศึกษา และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แล้ว ครูและนักเรียนสามารถจะเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ใหม่ได้หรือหากยังดำเนินการจัดการเรียนรู้ไม่ครบวงจรก็สามารถขึ้นต้นวัฏจักรใหม่เพื่อสืบเสาะเรื่องใหม่ที่ซ่อนอยู่ในวัฏจักรเดิมได้ เนื่องจากในชีวิตจริงมีเรื่องที่ชวนสงสัยและน่าศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุด

Renner and Stafford (1973, p. 19) กล่าวว่าวัฏจักรการเรียนรู้ 7E หมายถึงรูปแบบการทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกตการวัดตีความหมายของข้อมูล ทดลอง ทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

Lawson (1995, p. 424) กล่าวว่าวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการหาความรู้ที่นักการศึกษาหลายท่านเรียกว่าวิธีการสอนแบบสืบสอบ วิธีการสอนแบบสืบสอนสอบสวนแต่ในทั้งนี้มาจากภาษาอังกฤษคือคำว่า Inquiry Method ซึ่งถ้ากล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นสามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามแล้วใช้กระบวนการคิดในรูปแบบต่างๆ คิดหาข้อเท็จจริงไม่ว่าจะเป็นการคิดแก้ปัญหาหาเหตุและผล หรือคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทั้งนี้ นักเรียนจะต้องลงมือในการสืบสอบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมหรือคอยชี้แนวทางในการค้นหาข้อเท็จจริง และสามารถนำความรู้และประสบการณ์นั้นมาประยุกต์ใช้ต่อไปได้ (ชัยวงศ์ พรหมวงษ์, 2523; ชาตรี เกิดธรรม, 2545; ทิสนา แคมมณี, 2550; พิมพ์พันธ์ุ เฉชะคุปต์ และ เพยาว์ ยินดีสุข, 2557)

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) หมายถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรจะละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมจะทำให้ครูได้ค้นพบว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่มี และเป็นกระบวนการเรียนที่เน้นให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองนอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

## 1.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

การนำความรู้ประสบการณ์ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆจะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นปัญหาหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) สรุปได้ตามแนวคิดดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับ และซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาการเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา แคมมณี, 2545, น. 90-91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548)

Carin (1989, p. 19) กล่าวว่า “แนวความคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า บุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลก โดยสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์”

Slavin (1994, pp. 224-225) กล่าวว่า “แนวความคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเองโดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิมกระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น”

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิมซึ่ง Atkinson และ Shiffrin (Mintzes & Mei-Hung 1977, p. 421) สนับสนุนตอนของการสร้างความรู้ดังนี้

1) เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัสและต้อง การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็วกระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่างคือ การรู้จักและการใส่ใจ

2) การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาวการจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่าย มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลงมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3) การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิมในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาวโดยการเชื่อมโยงนั้นเป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้าดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ ซึ่งเริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาได้ร่วมประชุมปรึกษา เพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนนักเรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้นักเรียนค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ช้าจึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (วิรุทธ วิเชียร โชติ , 2521, น.43)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมหรือสั้วประสบการณ์เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิดแล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมรวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ และมีความคงทนของความรู้ยิ่งขึ้น (Hemmerich , Martin, Ormdo, Shepardson, 1997, p. 873)

นักการศึกษาหลายท่าน Lawson, Hemmerich, and Rosen (1995, p. 163) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ดังนี้

1. ทบทวนความรู้เดิมจะทำให้ผู้สอนได้รับรู้ถึงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน
2. ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง
3. แม้ว่าผู้เรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่การทบทวนความรู้เดิมโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ๆ จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้นๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อยๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นเน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนสมบูรณ์ขึ้น

### 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) คือการสืบเสาะหาความรู้รูปแบบหนึ่งที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากการสอนแบบสืบสอบมีลำดับความเป็นมาดังนี้

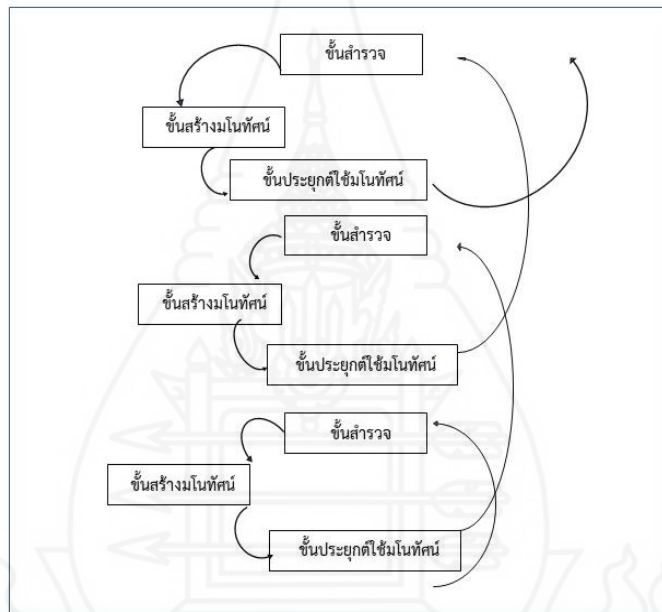
#### วัฏจักรที่ 1: วัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น (3E Learning Cycle)

คาร์พลัส (Karplus, 1967 cited in Lawson, 1995) ได้นำเสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง หลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

- 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)
- 2) ขั้นสร้าง (Formation Phase)
- 3) ขั้นค้นพบ (Discovery Phase)

จากการพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นของคาร์พลัส ยังไม่เป็นที่ประสบความสำเร็จเนื่องจากยังมีครูจำนวนมากไม่เข้าใจใน 2 ขั้นตอนหลังคือ“ขั้นสร้าง”และ“ขั้นค้นพบ”

บาร์แมน และโกตาร์จึงได้ปรับเปลี่ยนเป็น “ขั้นสำรวจ” “ขั้นแนะนำมโนทัศน์” และ “ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์” ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนชื่อเรียกจาก “ขั้นแนะนำมโนทัศน์” เป็น “ขั้นแนะนำคำสำคัญ” ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำและอธิบายให้คำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียนแต่มีใช้ แนะนำมโนทัศน์ให้นักเรียนเพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองแต่อย่างไรก็ตามได้มีการปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น (Carin, 1993) ได้ปรับเป็นชื่อ “ขั้นสร้างมโนทัศน์” (Concept Formation) ส่วน (Abruscato, 1996) ได้ปรับเปลี่ยนเป็น “ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์”



ภาพที่ 2.1 วงจรการเรียนรู้ของ Karplus (1967 cited in Lawson, 1995, p.138)

1) **ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)** เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ทำการจดบันทึกโดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มครูมีบทบาทเป็นผู้ควบคุมอำนวยความสะดวก สังเกตพฤติกรรม ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะทางการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2) **ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์/ ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Term introduction /Concept formation/Concept acquisition Phase)** เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทมากโดยจะตั้งคำถามกระตุ้น และชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจครูจะแนะนำและ

อธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนจัดเรียงความคิดใหม่ขั้นตอนนี้จะเกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อค้นหาโน้ตทัศน์จากข้อมูล และการสังเกตในขั้นสำรวจ

**3) ขั้นการขยายความคิด (Elaboration)** ในขั้นการขยายความคิดควรเป็นขั้นที่ยืดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และเป็นขั้นที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มเป้าหมายของขั้นนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้จัดการประสบการณ์เดิมที่คล้ายกัน เพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดระหว่างประสบการณ์เดิม และข้อค้นพบใหม่เป้าหมายเพื่อจะให้นักเรียนสามารถจินตนาการตามแนวความคิด ไปให้ไกลที่สุดครูจะต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือสัญลักษณ์ของแนวคิดใหม่ เพื่อว่าพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของตน จุดนี้เป็นจุดที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้โดยการขยายตัวอย่าง หรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียนการสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการ และตระหนักด้านอาชีพขั้น การขยายนี้สามารถนำไปสู่การสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวัฏจักรต่อเนื่องสำหรับการ เรียนการสอนจึงถูกสร้างขึ้นมาในขั้นนี้ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิดของตนเอง โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสำคัญกับความคิดที่สร้างขึ้นในขั้นนี้จะเพิ่มความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตของความต้องการสำหรับเด็ก

**4) ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป้าหมายของขั้นนี้เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นผลการเรียน ไม่ใช่การสิ้นสุดของบท หรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ และเพื่อช่วยกระตุ้นสร้างแนวความคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการการประเมินผลรวมถึงในแต่ละขั้นของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่จัดทำเฉพาะสุดท้าย

### วัฏจักรที่ 2: วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle)

ในปี ค.ศ.1992 นักพัฒนาหลักสูตรจากโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับปรุงวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือที่เรียกย่อว่า 5E ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ประกอบด้วยขั้นดังต่อไปนี้ (Bybee, 2002; Charles, Shedd, 1992; Lawson, 1995)

- 1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)**
- 2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)**
- 3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)**

#### 4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)**

#### 5) **ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)**

รายละเอียดของแต่ละขั้นมีดังต่อไปนี้

1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างความสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเกิดจากการอภิปรายกันระหว่างครู และนักเรียน ระหว่างนักเรียนในกลุ่มด้วยกันจากเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงนั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้วสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาหรือในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ หรือครูจะกระตุ้นด้วยการให้โจทย์กับนักเรียนก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนปฏิบัติหรือยอมรับกับสิ่งที่ครูสนใจนักเรียนจะเป็นผู้ยอมรับเป็นประเด็นที่ต้องการศึกษานั้นด้วยตนเอง จากนั้นจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจมากขึ้น โดยมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจอย่างหลากหลาย

2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนต้องกระทำ ต่อมาเมื่อนักเรียนได้ทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วจึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ จากนั้นลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยาย สรุปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูปเป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทางขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ของนักเรียนแต่ละคน แต่ผลที่ได้รับคือนักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง

4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความรู้ที่ได้จากค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง กับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) **ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)** คือ ขั้นตอนในการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้เป็นอย่างไรมากน้อยเพียงใดขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในทั้ง 4 ขั้นว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อย



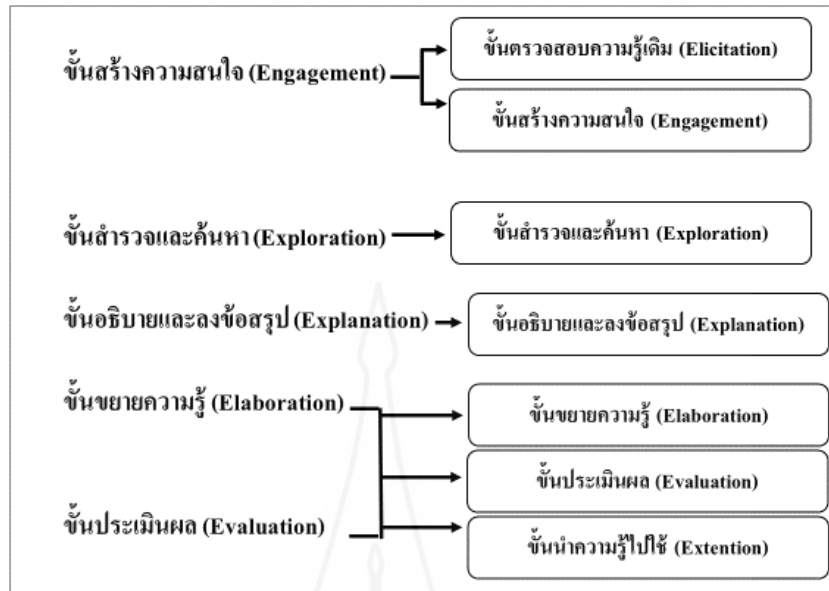
เพียงใด รวมทั้งการประเมินของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ และในรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)



ภาพที่ 2.2 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้

### วัฏจักรที่ 3: วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E Learning Cycle)

Eisenkraft (2003, pp. 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน Eisenkraft ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่องจึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอดดังกล่าว



ภาพที่ 2.3 การเพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น  
(Eisenkraft, 2003, น. 57)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจกระตุ้น ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวก้าว หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียน ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตารางกราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิด ด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

5. ขยายความรู้ (Elaborate) ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6. ประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้ง การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่ นักเรียน จะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการ ประเมิน

7. ขยายความคิดรวบยอด (Extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิด รวบยอด หรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและ กระตุ้นให้ นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

ผู้วิจัยสรุปว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เกิดขึ้นอย่าง ต่อเนื่องในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้แก่นักเรียนนำ ความรู้ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดการ สอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการ เรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำให้ครูค้นพบว่า นักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้แก่นักเรียนเกิด การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

#### 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ไปใช้ผลลัพธ์ที่ครู ต้องการคือนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพหรือการทำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้อง มีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) โดยที่ผู้วิจัยได้ ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทบาท ครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) สรุปได้ดังนี้

Alberta Learning (2004) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนแบบสืบสอบที่มีพื้นฐานมาก จากการศึกษาวิจัยจากทั่วทุกมุม โลกมาเป็นเวลา 30 ปี ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. กิจกรรมการสะท้อนกระบวนการ    | 2. นักเรียน             |
| 3. ครู                          | 4. กิจกรรมที่จำลองปัญหา |
| 5. กิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น | 6. การประเมินผลผลิต     |

Lim (2004) ได้นำเสนอองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ได้แก่

1. ครู
2. นักเรียน
3. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
4. เว็บไซต์โปรแกรมหรือแหล่งข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา
5. กิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน</li> <li>2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ</li> <li>2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน</li> </ol>
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สร้างความสนใจ</li> <li>2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> <li>4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจากสถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูลต่างๆ ด้วยความสนใจและอยากเรียนรู้</li> <li>2. แสดงความสนใจ</li> </ol>
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ</li> <li>2. ตั้งเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</li> <li>3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน</li> <li>4. ให้ความเวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ</li> <li>5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต</li> <li>2. ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน</li> <li>3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ</li> <li>4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>5. ลงข้อสรุป</li> </ol>

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	<ol style="list-style-type: none"> <li>ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง</li> <li>ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง</li> <li>ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ</li> <li>ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้</li> <li>ฟังคำบรรยายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์</li> <li>ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย</li> <li>ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย</li> <li>อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติตามแล้ว</li> <li>ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย</li> </ol>
5. ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)	<ol style="list-style-type: none"> <li>คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ</li> <li>ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมาแล้ว</li> <li>ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>นำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความคำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถามกำหนดจุดประสงค์ และออกแบบการทดลอง</li> <li>ลงข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏ</li> <li>บันทึกการสังเกตและอธิบาย</li> <li>ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ</li> </ol>

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6. ขั้นประเมินผล (Evaluate)	<ol style="list-style-type: none"> <li>สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์</li> <li>ประเมินความรู้และทักษะ</li> <li>หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ</li> <li>ถามคำถามปลายเปิดเช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับ</li> <li>แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> <li>ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป</li> </ol>
7. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)	<ol style="list-style-type: none"> <li>สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน</li> <li>ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ol>

ที่มา: Bybee & Landes., 1990; cited in Lawson, 1995, pp. 164-165; Eisenkraft, 2003, p. 57

ผู้วิจัยได้ศึกษาบทบาทครู และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนและครูเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถาม จุดมุ่งหมายปลายทางคือนักเรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็น พูดยุติแสดงความคิดเห็น อภิปราย ในเรื่องที่เรียนสามารถสรุปความรู้

ได้ด้วยตนเองโดยที่ครูต้องใช้เทคนิคการใช้คำถามอย่างรัดกุม และเหมาะสมที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้

### 1.5 ข้อจำกัด และอุปสรรคของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

1.5.1 ต้องใช้เวลาเพื่อการสอน และแหล่งเรียนรู้มากดังนั้นครูควรเตรียมความพร้อมในทุกด้าน (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 157; สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547)

1.5.2 ครูต้องจัดตั้งอำนวยความสะดวกที่จะใช้ดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ให้ครบถ้วน (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และ จินตนา วีรเกียรติสุนทร, 2545, น. 200) รวมทั้งต้องมีความรู้ในเรื่องอุปกรณ์การทดลองและต้องเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองให้เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว (อำพร ศิริกันทา, 2549)

1.5.3 การแบ่งกลุ่มแบบคละชายหญิงในช่วงแรกนักเรียนอาจไม่ยอมรับเพื่อนต่างเพศและไม่ร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนครั้งต่อไปเมื่อครูอภิปรายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มและคอยเสริมแรงในการปฏิบัติกิจกรรมจะทำให้พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าวหมดไป (กิตติชัยสุชาติโนบล, 2542)

1.5.4 ถ้าครูขาดทักษะในการตั้งคำถามจะทำให้การสอนไม่เกิดประสิทธิภาพและอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการสืบเสาะเพื่อหาคำตอบของผู้เรียนได้ ดังนั้นครูจะต้องคิดคำถามมาล่วงหน้าก่อนดำเนินการสอน และจะต้องใจกว้าง ยอมรับฟังคำถามและความคิดเห็นของผู้เรียน รวมทั้งต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการให้คำแนะนำหรือส่งเสริมกำลังใจให้ผู้เรียนเกิดความคิดสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเอง (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และ จินตนา วีรเกียรติสุนทร, 2545, น. 200)

1.5.5 ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสนใจ หรือใช้วิธีสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลงและอาจเกิดความเบื่อหน่าย หรือถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทในการสอนวิธีนี้โดยมุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้ นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 157)

1.5.6 นักเรียนที่ยังเล็กหรือมีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยากจะทำให้ นักเรียนขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 157)

จากการศึกษาผู้วิจัยพบข้อจำกัด และอุปสรรคของการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ดังนี้การเรียนการสอนแบบนี้ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง อาจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อ และขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหา ประกอบกับถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ชวนสงสัยก็จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายบทเรียน จะทำให้การสอนแบบนี้ไม่ได้ผล

เท่าที่ควรครูผู้สอนต้องเตรียมสื่อการสอน และเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองให้เหมาะสมกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน

## 2. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

### 2.1 ความหมายของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, น. 23) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD เป็นเทคนิคที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญาและด้านสังคมนอกจากนี้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสติปัญญาให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุดได้โดยมีเพื่อนในวัยเดียวกันกลุ่มเดียวกัน เป็นผู้คอยแนะนำหรือช่วยเหลือทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่อยู่ในวันเดียวกันย่อมจะมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจง่ายกว่าครูผู้สอน

กรมวิชาการ (2545, น. 4) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยส่งเสริมให้นักเรียนทำงานแบบร่วมมือโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความหมายตรงกันข้ามกับการเรียนที่เน้นการแข่งขันและการเรียนตามลำพัง

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545, น. 51) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD เป็นวิธีการที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยแต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และความสำเร็จของกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อน สมาชิกต้องรับผิดชอบต่อผลการเรียนของตนเองและของกลุ่ม และร่วมรับความสำเร็จของกลุ่มด้วย

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2550, น. 134-135) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD คือการจัดการเรียนรู้โดยจัดให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ระยะเวลาความสามารถ การรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยกันรับผิดชอบทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย



ปริสา ลมงาม (2551, น. 16) ได้ให้ความหมายว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD เป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือกันรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มเพื่อให้ตนเองและสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2551, น. 92) ให้ความหมายว่าการเรียนแบบร่วมมือ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ยึดหลักให้นักเรียนช่วยกันเรียนรู้โดยพึ่งพากันมีปฏิสัมพันธ์กัน ใช้ทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกันมีการวิเคราะห์การทำงานกลุ่ม และมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

Johnson (1991, p. 55, อ้างใน ชัยยา โพธิ์แดง, 2540, น. 7) ได้กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD หมายถึงการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์กับภายในกลุ่มนักเรียนเช่นมีการอภิปรายร่วมกันการช่วยเหลือกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

Kley (1991, อ้างใน วรธนทิพา รอดแดงคำ, 2541, น. 45) ได้กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD หมายถึงการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในการทำงานช่วยเหลือเกื้อกูลสนับสนุนความสำเร็จของกันและกัน โดยที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีความรับผิดชอบงานของตนทำงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียนแต่ละคนจะมีการตรวจสอบและการนำผลการทำงานเสนอในกลุ่ม กลุ่มจะทำหน้าที่ช่วยเหลือว่าใครอ่อนด้านใดคนที่เก่งจะช่วยเหลือด้านนั้นซึ่งจะทำให้การทำงานเข้มแข็งขึ้น

ผู้วิจัยสรุปความหมายของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD เป็นเทคนิคที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญาและด้านสังคม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยส่งเสริมให้นักเรียนทำงานแบบร่วมมือโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ทุกคนต้องรับผิดชอบทั้งในส่วนของตนเองและส่วนรวม ร่วมกันมีการวิเคราะห์การทำงานกลุ่ม และมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเพื่อให้ตนเองและกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้

### แบบร่วมมือ STAD

Johnson and Johnson (1994, p. 31-37) กล่าวว่าเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ได้ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการโดยสรุป ดังนี้

2.2.1 สร้างความรู้สึกร่วมกัน (Positive Interdependence) โดยวิธีการดังต่อไปนี้ กำหนดเป้าหมายร่วมกันของกลุ่มคือทุกคนต้องเรียนรู้เหมือนกัน (Mutual Goal) การให้รางวัลรวม

โดยยึดผลงานของกลุ่ม (Joint Rewards) การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Share Resources) เช่น ครูแจกเอกสารการเรียนรู้ 1 ชุด สมาชิกแต่ละคนจะต้องช่วยกันศึกษาโดยแบ่งเอกสารออกเป็นส่วนตัว เพื่อที่จะทำงานให้สำเร็จ และการกำหนดบทบาทของสมาชิกแต่ละคนในการทำงานกลุ่ม (Assigned Roles) ให้สมาชิกทุกคนมีหน้าที่รับผิดชอบต่อกัน

2.2.2 จัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน (Face - to - face Interaction) ให้ นักเรียนทำงานด้วยกันภายใต้บรรยากาศของความช่วยเหลือและส่งเสริมซึ่งกันและกัน

2.2.3 จัดให้มีความรับผิดชอบในส่วนบุคคลที่จะเรียนรู้ (Individual Accountability) เป็นการทำให้นักเรียนแต่ละคนตั้งใจเรียน และช่วยกันทำงานครูอาจทำการประเมินผลโดยการสุ่มสมาชิกในกลุ่มให้ตอบคำถามหรือรายงานผลการทำงานเป็นระยะ ๆ ซึ่งจะ เป็นวิธีการกระตุ้นทุกคนให้ตั้งใจเรียน และเตรียมพร้อมที่จะเป็นตัวแทนของกลุ่ม

2.2.4 ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะสังคม (Social Skills) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ นักเรียนต้องมีทักษะทางสังคม ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การสร้างความไว้วางใจ การสื่อสาร และทักษะการจัดการกับข้อขัดแย้งอย่างสร้างสรรค์

2.2.5 จัดให้มีกระบวนการกลุ่ม (Group Processing) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ประเมินการทำงาน ของสมาชิกในกลุ่ม ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน และหาทางปรับปรุงการทำงาน กลุ่มให้ดีขึ้น

ทิสนา แชมมณี (2551, น. 99) ได้สรุปแนวคิดทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้ด้วย เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ว่าการจัดการเรียนรู้โดยส่วนใหญ่ เรามักมองข้าม ความสัมพันธ์หรือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน แต่เรามักจะให้ความสำคัญกับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับบทเรียน ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียนกับนักเรียนจึงเป็นมิติที่มักจะถูกละเลยทิ้ง ๆ ที่มีผลการวิจัยชี้ชัดว่าความรู้สึกต่อตนเองต่อ นักเรียน ต่อโรงเรียน ครูและเพื่อนร่วมชั้น มีผลต่อการเรียนรู้มาก ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กแบ่ง ได้ 3 แบบดังนี้ แบบที่ 1 ลักษณะแข่งขันกันในการเรียนรู้ แบบที่ 2 ลักษณะต่างคนต่างเรียน คือแต่ละคนก็รับผิดชอบดูแลตนเองให้เกิดการเรียนรู้ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น และแบบที่ 3 ลักษณะร่วมมือกัน หรือช่วยกันในการเรียนรู้คือแต่ละคนต่างก็รับผิดชอบในการเรียนการร่วมมือกัน

จากการศึกษาแนวคิดและหลักการของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ STAD สามารถสรุปได้ว่าเรียนรู้เป็นเทคนิคที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญา และ ด้านสังคมทั้งนี้เพราะว่ามนุษย์เป็นสัตว์สังคมย่อมมีความสัมพันธ์อันดีระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันเรียนรู้นอกจากนี้เทคนิคการเรียนรู้ยัง ช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสติปัญญาให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุดได้โดยมี

เพื่อนในวัยเดียวกันกลุ่มเดียวกันเป็นผู้คอยแนะนำหรือช่วยเหลือ ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่อยู่ในวัยเดียวกันย่อมจะมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจง่ายกว่าครูผู้สอน และในขณะที่เดียวกันก็ต้องช่วยให้สมาชิกคนอื่นเรียนรู้ด้วย

### 2.3 รูปแบบการจัดการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็นเวลานานและได้รับการพัฒนาเพื่อความเหมาะสมกับการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ การเรียนแบบร่วมมือกันเป็นกลุ่ม (Student Team Learning) ได้รับความสนใจและมีการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบต่างๆ จากการวิจัยและทดลองมากมายซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถดัดแปลงและนำไปใช้ในการสอนหลายๆวิชา ซึ่ง Robert E. Slavin (1980, pp. 71-128 อ้างถึงในพันทิพา ทับเที่ยง, 2550, น. 40) ได้พัฒนารูปแบบที่น่าสนใจไว้ได้แก่การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams-Achievement Division หรือ STAD) การเรียนแบบร่วมมือแบบการแข่งขันเป็นกลุ่ม (Teams-Games-Tournaments หรือ TGT) การเรียนแบบร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw II) ซึ่ง 3 รูปแบบนี้สามารถใช้ได้กับหลายวิชาที่มีวัตถุประสงค์แน่นอนชัดเจนการเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (Teams Assisted Individualization หรือ TAI) การเรียนแบบร่วมมือแบบผสมผสาน การอ่านและการเขียน (Cooperative Integrated Reading and Composition หรือ CIRP) เป็นรูปแบบการเรียนที่ใช้ได้กับรายวิชาการอ่านและการเขียนทางด้านภาษา และการเรียนแบบกลุ่มสืบค้น ซึ่งทั้ง 5 รูปแบบนี้ต่างก็รวมเอาแนวคิดโดยเน้นที่การมีจุดมุ่งหมายของการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความร่วมมือกันของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม และโอกาสประสบความสำเร็จที่เท่าเทียมเข้าไว้ด้วยเสมอเพียงแต่การนำมาใช้ในแนวทางที่ต่างกันดังต่อไปนี้

1) การเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD โดยการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Student Teams Achievement Division หรือ STAD) เป็นรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นการจัดสมาชิกกลุ่มละ 4-5 คนแบบละความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศโดยครูจะทำการเสนอบทเรียนให้นักเรียนแล้วให้แต่ละกลุ่มทำงานตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอนเมื่อสมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกหัดและทบทวนบทเรียนจบแล้วครูจะให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบประมาณ 15-20 นาที คะแนนที่ได้จากการทดสอบจะถูกแปลงเป็นคะแนนของแต่ละกลุ่ม ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) อาจนำไปใช้ได้กับทุกวิชานับตั้งแต่คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ การเรียนแบบร่วมมือนี้จะเหมาะสมมากที่สุดกับวิชาประเภทที่มีจุดประสงค์ที่ระบุเอาไว้อย่างชัดเจน

2) การเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มการแข่งขัน (Teams- Games Tournament หรือ TGT) เป็นการเรียนที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน แบบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ ภาระงานของกลุ่มคือหลังจากที่ครูนำเสนอบทเรียนทั้งชั้นแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานตามที่ครูกำหนด และแต่ละกลุ่มเตรียมสมาชิกแต่ละคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขันตอบคำถาม โดยปกติจะมีการแข่งขันสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ประกอบด้วยคำถามสั้นๆเกี่ยวกับเนื้อหาที่ครูแจกให้การตอบคำถามใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที ในการแข่งขันครูจะจัดให้นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเดียวกันแข่งขันกัน คะแนนที่สมาชิกตอบคำถามได้จะนำมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่มเมื่อจบการแข่งขันในแต่ละครั้ง ครูจะประกาศคะแนนผู้ได้คะแนนสูงสุดและกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด

3) การเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (Team Assisted Individualization หรือ TAI) เป็นการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนแบบร่วมมือ และการเรียนการสอนรายบุคคลเข้าด้วยกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนที่มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน โดยมีการวัดความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศเน้นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้นักเรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถจากแบบฝึกทักษะ และส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยการกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทำงานร่วมกัน มีการทดสอบก่อนเรียนเพื่อให้นักเรียน ณ จุดเริ่มต้นที่แตกต่างกันตามพื้นฐานของนักเรียนในเวลาเรียนต้องร่วมมือกัน การทดสอบนักเรียนต่างคนต่างทำแต่คะแนนทดสอบของนักเรียนจะนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการสอนจากครูรวมทั้งชั้นเมื่อครูสอนบทเรียนจบนักเรียนเข้ากลุ่ม และทำแบบฝึกทักษะของตนเอง ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วจะช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนอ่อนกว่า และจะมีการทดสอบโดยไม่มีการช่วยเหลือจากเพื่อน และตรวจให้คะแนนโดยเพื่อนในกลุ่มในแต่ละสัปดาห์ครูจะรวมจำนวนบทเรียนที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเรียนสำเร็จ และจะให้รางวัลแก่กลุ่มที่สามารถทำคะแนนเพิ่มหรือมีพัฒนาการตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด และมีการให้คะแนนพิเศษสำหรับนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดถูกทุกข้อหรือทำได้สมบูรณ์ นักเรียนมีความรับผิดชอบในการช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทำงานที่ครูกำหนดให้ ครูจะเรียกเด็กที่มีความสามารถเท่ากันมาสอบเป็นกลุ่มย่อยจากนั้นปล่อยนักเรียนเข้าทำงานกลุ่มเดิมทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เด็กที่เรียนล้าหน้าไปจะช่วยเด็กที่เรียนล้าหลังในการทำงานและตรวจแบบฝึกหัดให้ นักเรียนจะสนับสนุนและช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเพราะนักเรียนต้องการให้กลุ่มของตนประสบความสำเร็จ นักเรียนจะเกิดความรับผิดชอบเพราะนักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบด้วยตนเองโดยไม่มีการช่วยเหลือจากเพื่อนและมีโอกาสจะประสบความสำเร็จ

เท่าเทียมกันเพราะนักเรียนต้องแข่งขันกับตัวเองโดยทำคะแนนให้สูงกว่าระดับความสามารถเดิมของนักเรียน

4) การเรียนแบบร่วมมือผสมผสานการอ่านและการเขียน (Cooperative Reading and Composition หรือ CIRC) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไป เพราะการจัดการเรียนรู้นี้มีรูปแบบดังกล่าวนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านพอสมควร และสามารถตัดสินใจได้ในขณะปฏิบัติกิจกรรมครูผู้สอนแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มโดยความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์แต่ละเพศ สมาชิกในกลุ่มประมาณ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มจะจับคู่กันทำกิจกรรมการเรียนตามลำดับคือการอ่านกับเพื่อน การเขียน โครงร่างของเนื้อหาเรื่อง การอ่านออกเสียง การให้ความหมายของคำ การเล่าเรื่องใหม่และการสะกดคำ ในกิจกรรมการเรียนประกอบด้วย การเรียนทั้งชั้น และการฝึกกับคู่ของตน ในการเรียนร่วมในชั้นเรียน ครูจะแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนให้นักเรียนทราบและทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้วอธิบายและนำเสนอเนื้อหาใหม่ และนักเรียนจะเรียนเป็นกลุ่มย่อยแบบจับคู่ เพื่อฝึกทักษะการฟัง การพูด การอ่านและการเขียน หลังจากการเรียนนักเรียนจะได้รับการทดสอบคะแนนที่ได้จากการทดสอบของนักเรียนทุกคนจะนำมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม และประกาศคะแนนกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุดให้นักเรียนทราบทุกคน

การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD มีองค์ประกอบสำคัญ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, น. 134-135) ดังนี้

1) การมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในทางบวก (Positive Interdependence) หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มมีการทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการแข่งขันมีการใช้วัสดุอุปกรณ์ และข้อมูลต่างๆ ร่วมกันมีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน รวมทั้งได้รับผลประโยชน์หรือรางวัลโดยเท่าเทียมกัน

2) การปฏิบัติสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างการทำงานกลุ่ม (Face to Face Promotion Interaction) เป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกันและกัน

3) การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) เป็นกิจกรรมที่ตรวจเช็คหรือทดสอบให้มั่นใจว่าสมาชิกมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่เพียงใด โดยสามารถที่จะทดสอบเป็นรายบุคคล เช่น การสังเกต การทำงาน การสุ่มถามปากเปล่า

4) การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Group Skills) ในการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้เพื่อให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ ผู้เรียนควร

จะได้รับการฝึกฝนทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำทักษะการตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม

5) กระบวนการกลุ่ม (Group Process) เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผน ประเมินผลงานและปรับปรุงงานร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่กล่าวมาสามารถนำมาปรับใช้ในการสอนชีววิทยาได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยและความเหมาะสมเช่น พิจารณาถึงระดับความสามารถของนักเรียน หรือจำนวนนักเรียน โดยครูจัดให้กับนักเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มมีระดับความสามารถต่างกันคือเก่ง ปานกลาง และอ่อน สมาชิกมีการเรียนแบบร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม ช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีสำหรับสมาชิกทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นลงมือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนกำหนดจะสามารถช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้นมีโอกาสพัฒนาความสามารถในด้านการคิดมากขึ้น และเกิดการพัฒนาอย่างรอบด้าน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ที่กระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้น และช่วยเหลือให้นักเรียนมีทักษะความรู้ตามที่ครูสอนเน้นการแข่งขันกับตนเอง และความสำเร็จของกลุ่มที่เกิดจากผลการเรียนรายบุคคล ซึ่งได้จากการทดสอบหลังเรียน นักเรียนจึงต้องมีความเข้าใจเรื่องที่เรียน และช่วยเหลือกัน และกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนได้ฝึกการเรียนรู้ เน้นความสามัคคีและความสำเร็จร่วมกัน และระบบประชาธิปไตยภายในกลุ่มจึงนำเสนอหลักการ และขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD

#### 2.4 รูปแบบการสอนเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)

การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทำให้กระบวนการเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผลซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีนักวิชาการได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ไว้หลายท่านดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, น. 37-38) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจใช้การสอนโดยตรง เช่นแผ่นใส รูปภาพ

- 2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกัน มีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ
- 3) แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
- 4) ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
- 5) ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียนนำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
- 6) กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้ คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

"วาสนา ไตรวัฒนชงไชย (2543, น. 40-43) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ช้่นนำไปสู่บทเรียนและแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นการสร้างความสนใจและความพร้อมของนักเรียนในการเรียนโดยใช้การสนทนาหรือใช้เกม

- 2) ช้่นกิจกรรมการเรียนการสอน

- (1) ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1: 3: 1 สมาชิกจะทำหน้าที่ต่างกันดังนี้

- ก. ผู้นำกลุ่มทำหน้าที่ควบคุมดูแลการทำงานให้ลุล่วง กระตุ้นเตือน และให้กำลังใจสมาชิกรับเอกสารจากครู และรวบรวมงานส่งครู

- ข. ผู้บันทึกทำหน้าที่จดบันทึกข้อตกลง สรุปผลการทำงานและรายงานผล

- ค. ผู้ชี้แนะทำหน้าที่ขยายความรู้เพิ่มเติมความคิด

- ง. ผู้ตรวจสอบทำหน้าที่ตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนของสมาชิกให้ทุกคนสามารถอธิบายได้เหมือนกัน

- (2) นำเสนอบทเรียน โดยครูสอนความรู้ให้แก่นักเรียนทั้งชั้นด้วยวิธีการสอนตรงประกอบสื่อการสอนเช่น แผ่นใส บัตรคำ รูปภาพ เป็นต้น และให้นักเรียนฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับบทเรียนที่นำเสนอโดยแนะแนวทางให้

- (3) นักเรียนทำงานกลุ่มจะใช้เวลา 1 คาบในการเรียนบทเรียนหนึ่งๆ นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยศึกษาจากใบงานร่วมกับสมาชิกทุกคนต้องเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ให้เข้าใจและช่วยกันทำงานตามบทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

- 3) ช้่นสรุปครูใช้วิธีสุ่มนักเรียนบางกลุ่มรายงานผลหรือซักถามเพื่อสรุปความเข้าใจ

- 4) ช้่นวัดผลและประเมินผล

- (1) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินผลการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบสังเกต
- (2) นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อยเมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละบท
- (3) ครูตรวจผลการสอบและพิจารณาผลเป็นคะแนนรายบุคคลและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

5) **ขั้นสร้างความประทับใจครูประกาศคะแนนของกลุ่มให้รู้พร้อมคำชม รางวัล หรือประกาศนียบัตรให้กับกลุ่มที่ทำคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็นการจูงใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่ม**

Slavin and Lakeet (1990, pp. 22-28 อ้างถึงใน ถิยานา ประทีปวัฒนพันธ์, 2558, น. 48) ได้คิดค้นและพัฒนาขึ้นเป็นแบบที่ง่าย และแพร่หลายที่สุดเหมาะสมสำหรับครูผู้สอนที่เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในระยะแรกมีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 **ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)**

ขั้นที่ 2 **ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย (Team Study)**

ขั้นที่ 3 **ขั้นการทดสอบย่อย (Test)**

ขั้นที่ 4 **คะแนนในการพัฒนาตนเอง (Individual Improvement Scores)**

ขั้นที่ 5 **กลุ่มที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ (Team Recognition)**

ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการสอนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์อธิบายได้ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น** เนื้อหาของบทเรียนจะถูกเสนอต่อ นักเรียนทั้งห้องโดยครูผู้สอนซึ่งครูผู้สอนต้องใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมตามลักษณะของเนื้อหา บทเรียน โดยใช้สื่อการสอนประกอบคำอธิบายของครูเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียน

**ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย** ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ซึ่ง สมาชิกกลุ่มจะมีความแตกต่างกันในเรื่องเพศและระดับสติปัญญาซึ่งหน้าที่สำคัญของกลุ่มก็คือการ เตรียมสมาชิกของกลุ่มให้สามารถทำแบบทดสอบ ได้ดีกิจกรรมของกลุ่มจะอยู่ในรูปการอภิปราย หรือการแก้ปัญหา ร่วมกันการแก้ความเข้าใจผิดของเพื่อนร่วมกลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อช่วย สมาชิกแต่ละคนของกลุ่ม กลุ่มจะต้องสอนเพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนซึ่งการทำงานกลุ่ม จะเน้นความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่มการนับถือตนเอง (Self-Esteem) และการยอมรับเพื่อนที่ เรียนอ่อนสิ่งที่นักเรียนควรคำนึงถึงในการศึกษากลุ่มย่อย มีดังนี้

- 1) นักเรียนต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มให้รู้เนื้อหาอย่างถ่องแท้
- 2) นักเรียนไม่สามารถศึกษาเนื้อหาจบคนเดียวโดยที่เพื่อนในกลุ่มไม่เข้าใจ
- 3) ถ้าหากไม่เข้าใจควรปรึกษาเพื่อนในกลุ่มก่อนปรึกษาครู



4) ไม่ควรจบการศึกษากลุ่มย่อยจนกว่าจะแน่ใจว่าเพื่อนในกลุ่มทุกคนพร้อมที่จะทำข้อสอบได้

5) การอธิบายคำตอบซึ่งกันและกันก่อนตรวจคำตอบกับบัตรเฉลยคำตอบในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มย่อยควรควรสนับสนุนดังนี้

- (1) ให้โอกาสผู้เรียนในการตั้งชื่อกลุ่ม
- (2) นักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายโต๊ะเก้าอี้ภายในกลุ่มหรือที่ทำงานของกลุ่มได้ภายในชั้นเรียน
- (3) แนะนำให้ผู้เรียนทำงานเป็นคู่หรือ 3 คนก็ได้โดยให้มีการตรวจผลงานซึ่งกันและกันเมื่อมีข้อผิดพลาดเพื่อนในกลุ่มต้องช่วยกันอธิบาย
- (4) ระหว่างผู้เรียนทำกิจกรรมควรควรเดินรอบๆ ห้องเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสปรึกษาหารือได้สะดวก และเป็นการเสริมกำลังใจให้แก่ผู้เรียน

**ขั้นที่ 3 ขั้นการทดสอบย่อย** หลังจากเรียนไปแล้ว 1-2 ชั่วโมง นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบซึ่งในการทดสอบนักเรียนทุกคนทำข้อสอบตามความสามารถของตนเองไม่ให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

**ขั้นที่ 4 คะแนนในการพัฒนาตนเอง** ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนที่สอบได้กับคะแนนฐาน โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนซึ่งนักเรียนจะทำได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความขยันที่เพิ่มขึ้นมากกว่าบทเรียนก่อนหรือไม่นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุดเพื่อช่วยเหลือกลุ่มหรืออาจจะไม่ได้เลยถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนฐานเกิน 10 คะแนน

**ขั้นที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องและการยอมรับกลุ่ม** จะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้จัดระดับของกลุ่มเพื่อรับรางวัลเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มเก่งการเตรียมการก่อนสอนการเตรียมกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามหลักการของรูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ ควรมีขั้นตอนการเตรียมการดังนี้

1) วัสดุอุปกรณ์ครูต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานกลุ่มประกอบด้วยบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม และบัตรเฉลย รวมทั้งข้อสอบสำหรับการทดสอบนักเรียนแต่ละคนหลังจากเรียนบทเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2) การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน กลุ่มหนึ่งมีสมาชิก 4-5 คนสมาชิกจะแบ่งออกเป็นคนที่มีความรู้สูงสุด 1 คน คะแนนปานกลาง 2-3 คน และคะแนนอ่อน 1 คน

3) การกำหนดคะแนนฐานเบื้องต้นการหาคะแนนฐานของนักเรียนในการสอบแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ครูผู้สอนจะต้องทราบคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนเพื่อพัฒนาปรับปรุงการเรียนให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้ทราบผลการเรียนของแต่ละคนว่ามีความก้าวหน้าขึ้นหรือไม่เพียงใด และเป็นฐานในการคำนวณคะแนนพัฒนาและคะแนนความก้าวหน้าต่อไป คะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนอาจได้จากผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาในช่วงนั้นหรือจากคะแนนในกลุ่มวิชานั้น ๆ ในปีการศึกษาที่ผ่านมาแต่ถ้าเป็นคะแนนตลอดปีการศึกษาควรเฉลี่ยคะแนนก่อนตั้งตัวอย่างเด็กหญิงเล็กสอบได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อปีการศึกษาที่ผ่านมา 2 ภาคเรียนได้คะแนนดังนี้ คะแนนภาคเรียนที่ 1 ได้ 78 คะแนน (เต็ม 100) คะแนนภาคเรียนที่ 2 ได้ 76 คะแนน (เต็ม 100) รวม 154 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของเด็กหญิงเล็กคือ 77 คะแนน ดังนั้นคะแนนฐานของเด็กหญิงเล็ก คือ 77 คะแนนคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทุกครั้งถ้ามีการทดสอบย่อยโดยคำนวณครั้งล่าสุดให้เป็นคะแนนฐานในครั้งต่อไปที่สำคัญคะแนนฐานกับคะแนนสอบต้องแปลงคะแนนเต็มให้เป็น 100

4) คะแนนการพัฒนาค้นเองนักเรียนจะทำคะแนนให้กับกลุ่มของเขานพื้นฐานของระดับคะแนนสอบส่วนที่เกินกว่าฐานคะแนนเป็นคะแนนพัฒนาค้นเอง Slavin and Lakeet (1990, pp. 22-28 อ้างถึงใน ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์, 2558, น. 48) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การกำหนดคะแนนการพัฒนาค้นเองของแต่ละบุคคลเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนฐาน

คะแนนจากการทดสอบย่อย	คะแนนการพัฒนาค้นเอง
ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานเกินกว่า 10 คะแนน	0
ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 0 ถึง 10 คะแนน	10
คะแนน	20
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานตั้งแต่ 0 ถึง 10 คะแนน	30
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานเกินกว่า 10 คะแนน	30
ได้คะแนนสอบเต็ม (ไม่ต้องคูณฐานคะแนน)	

จุดประสงค์ของกำหนดฐานคะแนนและคะแนนการปรับปรุงค้นเอง คือ เพื่อให้ทำให้นักเรียนทุกคนมีแรงจูงใจในการทำคะแนนสูงสุดให้แก่กลุ่มไม่ว่านักเรียนจะเคยมีผลการเรียนในอดีตเป็นอย่างไรก็ตามนักเรียนจะเข้าใจดีว่าเป็นการยุติธรรมที่จะเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนด้วยผลการเรียนในอดีตของนักเรียนเอง

5) คะแนนของกลุ่มการคำนวณคะแนนของกลุ่มให้นำคะแนนการพัฒนาตนเองของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในกลุ่มนั้นคะแนนของกลุ่มขึ้นอยู่กับคะแนนพัฒนาตนเองแทนที่จะเป็นคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบย่อย

6) การให้รางวัลของกลุ่มการให้รางวัล มี 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่ม Slavin and Lakeet (1990, pp. 22-28 อ้างถึงใน ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์, 2558, น. 48) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยและการได้รับการยกย่องของกลุ่ม

คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่ม	การยกย่อง
15-19 คะแนน	กลุ่มระดับเก่ง (Good Team)
20-24 คะแนน	กลุ่มระดับเก่งมาก (Great Team)
25 คะแนนขึ้นไป	กลุ่มระดับยอดเยี่ยม (Super Team)

ทุกคนมีสิทธิ์ได้รับการยกย่องทั้งนั้นเพราะเป้าหมายสำคัญของกลุ่มคือคะแนนในการพัฒนาตนเองซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้องมีแรงจูงใจในการทำให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน และสามารถทำ คะแนนสอบในแต่ละสาระย่อยให้ได้คะแนนเกินกว่าคะแนนฐานและมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มสูงสุด โดยครูจะยกย่องกลุ่มที่ได้คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยของกลุ่มเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยนั่นคือ กลุ่มระดับยอดเยี่ยม กลุ่มระดับเก่งมาก กลุ่มระดับเก่ง สำหรับกลุ่มที่ได้กลุ่มระดับยอดเยี่ยมอันดับหนึ่งครูจะให้รางวัลพร้อมทั้งเกียรติบัตรเพื่อเป็นแรงจูงใจและยกย่องให้นักเรียนรู้จักการช่วยเหลือเพื่อนและภูมิใจในตนเอง

7) การแจกแบบทดสอบชุดแรกเมื่อแจกแบบทดสอบย่อยชุดแรก (พร้อมด้วยคะแนนฐาน) ครูต้องอธิบายระบบคะแนนพัฒนาตนเองให้นักเรียนฟังและในการอธิบายควรเน้นสิ่งต่อไปนี้

(1) จุดประสงค์หลักของระบบคะแนนพัฒนาตนเองคือการให้คะแนนขั้นต่ำสุดแก่ทุกๆ คนเพื่อให้นักเรียนพยายามเอาชนะและเพื่อเป็นคะแนนฐานขั้นต่ำจากผลการเรียนในอดีตซึ่งนักเรียนจะได้รับโอกาสเท่าเทียมกันในการเดินไปสู่ความสำเร็จ ถ้าเขามีความก้าวหน้าและมีคะแนนในการพัฒนาเพิ่มขึ้น

(2) นักเรียนจะต้องตระหนักว่า คะแนนของทุกคนในกลุ่มมีความสำคัญซึ่งสมาชิกทุกคนสามารถทำ คะแนนสูงสุดให้แก่กลุ่มได้

(3) ระบบคะแนนการพัฒนาตนเองเป็นระบบที่ยุติธรรมเพราะทุกคนเพียงแต่แข่งขันกับตัวเอง (ด้วยการพยายามพัฒนาผลการเรียนของตน) โดยไม่ต้องคำนึงว่าเพื่อนร่วมชั้นคนอื่น ๆ จะได้คะแนนเท่าไร

8) การปรับฐานคะแนนใหม่ในทุกๆ ช่วงเวลา (จะบ่อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับครู) ครูจะคำนวณคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทุกครั้ง แล้วปรับฐานคะแนนใหม่ให้กับนักเรียน

จากการศึกษารูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยแบบคละความสามารถมีครูเป็นผู้นำเสนอบทเรียนให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหาที่ได้รับมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาข้อสงสัยสร้างความเข้าใจร่วมกัน แล้วจึงทำการทดสอบเป็นรายบุคคลเพื่อนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนพัฒนาการของแต่ละคน และของกลุ่มกลุ่มไหน ได้คะแนนพัฒนาการมากที่สุดกลุ่มนั้น ได้รางวัลซึ่งจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของทุกคนที่กล่าวมา

### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน และจัดกิจกรรมการเรียนรวมทั้งวัดผลประเมินผลได้ถูกต้องมีนักการศึกษาให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เศษะคุปต์ (2545, น. 109) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน”

Klopfer (1971, pp. 565-580) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน อันเกิดจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะแสดง พฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ 3) ด้านการนำองค์ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 4) ด้านทักษะการใช้งาน (Manual Skills) 5) ด้านเจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และ 6) ด้าน การปฐมนิเทศ (Orientation) เป็นต้น”

Nolen (2003, pp. 347-348, 354-355) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากระบบการจัดการเรียนการสอน

โดยมุ่งเน้นไปที่ สิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ และพัฒนาองค์ประกอบในด้านความสามารถในการอ่านจับใจความ (reading comprehension ability)

Waugh and Gronlund (2013, pp. 1-3) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ อันเกิดจากการจัดการเรียนการสอนที่จำเป็นต้องมีทั้งภาระงานในภาคปฏิบัติ (ในชีวิตจริง) และแบบสอบ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญและเกี่ยวเนื่องกันใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ และด้านทักษะการเขียน เป็นต้น”

กรมวิชาการ (2546) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการ ได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

ประหยัด แสงวิชัย (2544, น. 19) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หมายถึงความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมวัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วยด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจากข้อมูลข้างต้น พอที่จะสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งพัฒนาองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ เป็น ต้น

ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์เพื่อใช้วัดผลสำเร็จที่เกิดหลังจากระบวนการจัดการเรียนการสอน

### 3.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จาก องค์การและนักการศึกษา พบว่าได้มีการจำแนกองค์ประกอบไว้ ดังนี้

สสวท. (2547, น. 11) ได้นำเสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความคิด ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน โดยมีองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำคือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรู้ข้อเท็จจริงจำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศ
2. ด้านความเข้าใจคือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. ด้านการนำไปใช้คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. ด้านการวิเคราะห์คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแยกแยะแนวคิดหลักที่ซับซ้อน ออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย
5. ด้านการสังเคราะห์คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. ด้านการประเมินค่าคือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการตัดสินใจเลือก

Bloom (อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2548) จำแนก วัตถุประสงค์การเรียนรู้การสอนซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านปัญญา คือความรู้และการคิดเรียงตามลำดับดังนี้ ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านความรู้สึกตัว ความสนใจ เจตคติ ความซาบซึ้ง การปรับตัว เป็นต้น
3. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านทักษะคือ ความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงานเช่น การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ

The National Society for the Study of Education (1947 อ้างถึงใน Chiappetta & Koballa, 2010, p. 17) หรือหนังสือสังคมแห่งชาติเพื่อศึกษาทางการศึกษาได้นำเสนอการวัดผล ลัพธ์ที่ได้จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถสรุป ได้ดังนี้

1. ด้านความรู้ คือ มีความสามารถในการรับรู้ในข้อเท็จจริงต่าง ๆ

2. ด้านความเข้าใจ คือมีความสามารถในการเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านทักษะ คือ มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านเจตคติ คือ มีการปรับเปลี่ยนเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. ด้านความสนใจ คือ มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

6. ด้านความชื่นชม คือ ให้การสนับสนุน และชื่นชมต่อคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

Klopfer (1971, pp. 565-580) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อันเกิดจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการที่นักเรียนได้รับรู้และมีความจำเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และสามารถแสดงให้เห็นถึงการนำความรู้ที่ได้รับไปจัดกระทำกับบริบทใหม่ได้โดยจะแบ่งพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจออกเป็น 11 ด้าน ซึ่งด้านที่ 1 ถึง 9 จัดอยู่ในด้านของความรู้ และด้านที่ 11 และ 12 จัดอยู่ในด้านของความเข้าใจ ซึ่งได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ 2) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะ 3) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 4) ความรู้เกี่ยวกับแบบแผนนิยม 5) ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอนตามเหตุและผล 6) ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทการจัดประเภทและเกณฑ์ 7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคกระบวนการ และการจัดประเภททางวิทยาศาสตร์ 8) ความรู้เกี่ยวกับกฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ 9) ความรู้เกี่ยวกับสูตรที่เป็นนามธรรมทางวิทยาศาสตร์ 10) ความเข้าใจเกี่ยวกับการระบุมโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีในบริบทใหม่และ 10) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปล หมายความว่า มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีเป็นต้น

2. ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงให้เห็นถึงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และสำรวจตรวจสอบธรรมชาติในโลกโดยอาศัยกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ 1) การสังเกตและการวัด 2) การพิจารณาปัญหาและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การตีความหมายข้อมูลและกำหนดสูตรโดยทั่วไป และ 4) การสร้างการทดสอบ และการปรับแก้ไขแบบจำลองเชิงทฤษฎี เป็นต้น

3. ด้านการนำองค์ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้หมายถึงพฤติกรรมที่นักเรียนนำองค์ความรู้ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี และทักษะการสืบสอบตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้โดยสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ 3 ประเภท ได้แก่ 1) การนำไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขา

เดียวกัน 2) การนำไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่ๆในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาที่แตกต่างกัน และ3) การนำองค์ความรู้และทักษะการสืบสอบไปใช้แก้ปัญหาในสาขาวิชาที่นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาข้อมูลขั้นต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพซึ่งจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านเสนอองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากทฤษฎีของบลูมที่ได้มีการปรับปรุงใหม่ (Revised Bloom 's Taxonomy) โดย Anderson & Krathwoh (2001) 6 ระดับเริ่มจากความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การประยุกต์ใช้ (Apply) การวิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) สร้างสรรค์ (Create) เพื่อมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ 3 ด้านคือ ความรู้ ความจำ กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ นอกจากนี้ Klopfer (1971) เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ขยายความกว้างขึ้นเป็น 6 ด้านซึ่งสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1) ความรู้ ความเข้าใจ ได้แก่ด้านความรู้และความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ ด้านทักษะการลงมือปฏิบัติ 3) เจตคติ ได้แก่ด้านเจตคติและความสนใจ และด้านการกำหนดเป้าหมาย เช่นเดียวกับ Thurber and Collette (1964) ที่จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนฐานของพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ความเข้าใจที่มาจากการเรียนรู้และการนำความรู้ที่มาจากการเรียนรู้และการปฏิบัติภาระงานไปใช้ 2) กระบวนการเรียนรู้ที่มาจากการปฏิบัติภาระงานและทักษะการเรียนรู้ 3) การปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จสามารถตรวจสอบได้จากการประเมินภาระงานที่ส่ง

### 3.3 แนวทางการวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาเสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้ Thurber and Collette (1964) ได้จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. การเรียนรู้สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวรวมถึงการให้ความหมายการแสดงหลักการ การประยุกต์ความรู้ และการแก้ปัญหาการเรียนรู้ยากที่จะวัดถึงความเข้าใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อน และความเข้าใจนี้ไม่ใช่เป็นการนำคำพูดหรือเนื้อหาที่อยู่ในหนังสือการประเมินค่าและเจตคติมาอธิบายเท่านั้น
2. ทักษะสามารถวัดได้จากการแสดงออกทักษะในที่นี้หมายถึงทักษะการอ่านทักษะที่ใช้ร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะที่ใช้ร่วมกับการอ่านหนังสือทักษะทางเครื่องมือ และอุปกรณ์ การวัดทักษะที่ค่อนข้างยุ่งยากคือทักษะในการแก้ปัญหา



3. การปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จสามารถตรวจสอบได้จากการประเมินภาระงานที่ส่งเช่น รายงานการทดลองแบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ และแบบฝึกหัดในชั้นเรียน เป็นต้น

4. มุมมองที่มีต่องานที่ได้รับมอบหมายโดยรายงาน และโครงการงานของนักเรียนที่มีครูเป็นผู้ควบคุม สามารถประเมินได้ในรูปแบบผลงานที่สำเร็จและในรูปแบบของกระบวนการทำงานซึ่งเป็นการยากในการตัดสินคุณค่าของผลงานที่มีต่อนักเรียน

5. ผลสรุปที่ชัดเจนที่ได้จากการทำงานผลงานที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและโครงการงานสามารถประเมินได้ ซึ่งไม่รวมถึงการทำงานในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียนผลสรุปดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งครูไม่สามารถประเมินได้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดสอบมีหลายแนวทาง เช่นการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบที่นักวิจัยสร้างขึ้นการใช้แบบทดสอบภายใต้กรอบอ้างอิง การอธิบายความหมายของคะแนน หรือการใช้แบบทดสอบตามวิธีการสอบ (Meredith D, Gall, Joyce , Borg , & Walter R, 2007, pp. 208-213)

อุษาวดี จันทรสนธิ (2561, น.8-13) เสนอมาตรฐานของการดำเนินการสอบ และการให้คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบจำแนก เป็น 2 แบบ คือ

1. การวัดโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน และ การวัดโดยใช้แบบทดสอบที่นักวิจัยสร้างขึ้น

1.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นโดยสำนักพิมพ์เพื่อการค้าหรือโดยองค์กร กระบวนการในการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือการสร้างแบบทดสอบ และการพัฒนาแบบทดสอบ ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหาที่จะวัดและผลการเรียนรู้พร้อมกำหนดคำอธิบายขอบเขตเนื้อหา และผลการเรียนรู้จากนั้นจึงสร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการกำหนดประเภทของคำถาม และจำนวนข้อ คำถาม ตลอดจนการเขียนตัวคำถามให้เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะเนื้อหา และผลการเรียนรู้ นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา คณะผู้จัดทำแบบทดสอบปรับปรุงแบบทดสอบ จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มขนาดเล็กที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะใช้จริง เพื่อรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับเวลาในการตอบ และข้อสงสัยเกี่ยวกับคำถามนำข้อมูลจากการทดลองใช้แบบทดสอบมาปรับปรุง แบบทดสอบอีกครั้ง สำหรับขั้นตอนในการพัฒนาแบบทดสอบ เริ่มจากการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับ กลุ่มขนาดใหญ่เพื่อนำผลการสอบมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

ในด้าน ความยากอำนาจจำแนก และปรับปรุง ข้อคำถามที่ยังใช้ไม่ได้ การปรับปรุงข้อคำถามต้องอิงตารางโครงสร้างแบบทดสอบ และอาจทำหลายครั้งจน ไม่มีข้อคำถามใดที่ต้องปรับปรุง จึงวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบ เมื่อพัฒนาแบบทดสอบไปถึงขั้นที่ ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบมีค่าสูงๆ แล้วจึงหาเกณฑ์ปกติ (test norms) เพื่อช่วยให้การใช้แบบทดสอบ การแปลความหมายคะแนนทำได้สะดวก และสามารถเปรียบเทียบผลไปยังประชากร เนื่องจากเกณฑ์ปกติเป็นคะแนนมาตรฐานและค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนนสอบที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ มากซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของการใช้แบบทดสอบนี้ แบบทดสอบที่พัฒนาจนถึงขั้นนี้แล้ว ผู้สร้างจะเขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยหัวข้อ แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบ ตารางโครงสร้าง ของแบบทดสอบ ตัวแบบทดสอบ การสรุปผลคุณภาพของแบบทดสอบ และ วิธีการใช้และแปลผลคะแนน

สอบแบบทดสอบมาตรฐานเป็นแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินการสอบและการ ให้คะแนนเป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกสถานการณ์ของการสอบแบบทดสอบมาตรฐานมีข้อเด่นในเรื่อง คุณภาพรายข้อในด้าน ความยากและอำนาจจำแนก คุณภาพทั้งฉบับในด้าน ความตรงและความเที่ยง ข้อ ค้อยของแบบทดสอบมาตรฐาน คือ คะแนนสอบไม่อาจสะท้อนประสบการณ์เฉพาะที่แตกต่างกันของบุคคล เช่น ประสบการณ์ด้านการเรียนการสอนที่ได้รับ รูปแบบการเรียนรู้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การออกแบบแบบ ทดสอบมาตรฐานมุ่งหมายให้ใช้แบบทดสอบกับกลุ่มขนาดใหญ่ เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานจึงมีสหสัมพันธ์สูงกับสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียน แต่มีสหสัมพันธ์ต่ำกับตัวชี้วัดต่างๆ ด้านการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ (English, 1992)

1.2 แบบทดสอบที่นักวิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบมาตรฐาน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครอบคลุม ขอบเขตเนื้อหากว้างขวาง แต่การวิจัยของนักวิจัยอาจต้องการศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหา ที่เฉพาะเจาะจง นักวิจัยจึงจำเป็นต้องพัฒนาแบบทดสอบขึ้นเอง โดยต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ของแบบทดสอบก่อนนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย การวิจัยที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับกลุ่มเล็กๆ เช่น นักเรียนหนึ่งห้องในโรงเรียนถ้าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนที่นักวิจัยสร้างขึ้น ไม่อยู่บนข้อตกลงว่า ประชากรมีขนาดใหญ่และมีการแจกแจงปกติด้านผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในเรื่องที่ศึกษา นักวิจัยควรสร้างแบบทดสอบอิงจุดประสงค์การเรียนรู้ของเรื่องนั้น และเลือก ใช้วิธีตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบตามแนวคิดการวัดแบบอิงเกณฑ์การใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ควรใช้สถิตินั้นพาราเมตริก (Cohen, Manion, & Morrison, 2007, pp. 414-415)

2. การใช้แบบทดสอบภายใต้กรอบอ้างอิงการอธิบายความหมายของคะแนน ถ้ายึดเกณฑ์กรอบอ้างอิงการอธิบายความหมายของคะแนน (referenced test score) การวัด โดยใช้แบบทดสอบมี 3 แบบ คือ การวัดอิงกลุ่ม (norm-referenced measurement) การวัดอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced measurement) และการวัดอิงบุคคล (Individual-referenced measurement) Gall, Meredith D, Gall, Joyce P & Borg, 2007, pp. 208-213)

2.1 การวัดอิงกลุ่มการใช้แบบทดสอบภายใต้แนวคิดการวัดอิงกลุ่มมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายคะแนน สอบของผู้เรียนคนหนึ่งๆ ว่ามีความรู้ความสามารถในเรื่องที่ถูกวัดด้วยแบบทดสอบนั้นมากกว่าหรือน้อยกว่า นักเรียนคนอื่นๆ ในกลุ่มที่ถูกวัดด้วยแบบทดสอบเดียวกันเพียงใดการอธิบายความหมายของคะแนนจึงขึ้น อยู่กับลักษณะของกลุ่มเป็นสำคัญวิธีอธิบายความหมายของคะแนน เช่นการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน เปอร์เซนต์ไทล์หรือคะแนนมาตรฐานแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้แนวคิดการวัดอิงกลุ่ม มุ่งเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างบุคคล จึงต้องสร้างแบบทดสอบให้สามารถจำแนกความแตกต่างของความรู้ความสามารถระหว่าง บุคคลได้ ข้อคำถามที่ทุกคนตอบถูกหมดหรือทุกคนตอบผิดหมด จึงไม่นำมาใช้ในการทดสอบ แบบทดสอบ จึงต้องประกอบด้วยข้อคำถามจากง่ายไปยาก ขอบเขตเนื้อหาที่วัดต้องครอบคลุมได้อย่างกว้างขวาง เพื่อให้ คะแนนสอบมีการกระจาย การหาความเที่ยงของแบบทดสอบอิงกลุ่มใช้แนวคิดของวิธีการหาสหสัมพันธ์ ระหว่างผลการสอบสองครั้ง ข้อดีของแบบทดสอบอิงกลุ่ม คือ คะแนนสอบไม่อาจให้รายละเอียดที่ชี้เฉพาะ ของความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2 การวัดอิงเกณฑ์การใช้แบบทดสอบภายใต้แนวคิดการวัดอิงเกณฑ์มุ่งหมายอธิบายคะแนนสอบของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนที่สร้างขึ้นโดยใช้แนวคิดการวัดอิงเกณฑ์จะวัดเนื้อหาหรือทักษะที่เฉพาะเจาะจง เช่น แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวกจำนวนนับที่มีค่าไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จุดประสงค์ของการวัดอิงเกณฑ์เพื่อบ่งชี้อย่างชัดเจนว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถ หรือไม่มีความสามารถในประเด็นใดบ้างที่ถูกวัดด้วยแบบทดสอบนั้นข้อคำถามในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ต้อง สอดคล้องและครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เช่น รูปแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (mastery learning models of instruction) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เช่น เมื่อกำหนด โจทย์ปัญหาการบวกจำนวนนับที่มีค่าไม่เกิน 100 สามจำนวน นักเรียนทุกคนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ถูก ต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะสรุปว่าการสอนประสบผลสำเร็จ การอธิบายความหมายคะแนนผลสัมฤทธิ์ของ นักเรียนเป็นรายบุคคลจะอธิบายตามเกณฑ์ที่กำหนด สมมติว่าแบบทดสอบที่ใช้เป็น

ประเภทอัตราจำนวน 10 ข้อนักเรียนที่รอบรู้ต้องทำถูกต้อง 8 ข้อขึ้นไป และการสอนจะประสบผลสำเร็จเมื่อนักเรียนทุกคนทำแบบ ทดสอบถูกต้อง 8 ข้อขึ้นไป

2.3 การวัดอิงตัวบุคคล การใช้แบบทดสอบภายใต้แนวความคิดวัดอิงตัวบุคคลเกี่ยวข้องกับ การเปรียบเทียบคะแนนของผู้เรียนคนหนึ่งซึ่งถูกวัดด้วยแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ณ เวลาต่างๆ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนคนนั้นอันเนื่องมาจากวิธีการเฉพาะอย่างหนึ่งที่นักวิจัยนำเข้าไปแทรก เป็นช่วงๆ อย่างต่อเนื่องการวัดอิงตัวบุคคลถูกนำไปใช้ในการวิจัยประเภท single-Case experiment หรือ เรียกอีกชื่อว่า time-series experiment ตัวอย่างการวิจัยที่ใช้การวัดอิงตัวบุคคล เช่นการใช้หนังสือการ์ตูน กับนักเรียนที่มีความบกพร่องด้านการอ่านและการเขียนภาษาไทย โรงเรียนการุณวิद्या กรุงเทพมหานคร หน่วยตัวอย่างเป็นนักเรียนของโรงเรียนนี้ที่มีความบกพร่องด้านการอ่านและการเขียนภาษาไทย นักวิจัยวัดความสามารถด้านการอ่านและการเขียนภาษาไทย แล้วใช้การอ่านหนังสือการ์ตูนเป็นวิธีการทดลองที่สอดคล้อง เป็นช่วงๆ สิ้นสุดการทดลองแต่ละช่วงนักเรียนถูกวัดด้วยแบบทดสอบฉบับเดิม นักวิจัยรวบรวมข้อมูล คะแนนสอบของนักเรียน แล้วรายงานผลการเปลี่ยนแปลงความสามารถด้านการอ่านและการเขียนภาษาไทย โดยมากนิยมนำเสนอด้วยกราฟเส้น

กล่าวโดยสรุปจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะมีแนวทางการทดสอบผลสัมฤทธิ์หลายแนวทาง เช่นการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบที่นักวิจัยสร้างขึ้น การใช้แบบทดสอบภายใต้กรอบอ้างอิง การอธิบายความหมายของคะแนน หรือการใช้แบบทดสอบตามวิธีการสอบ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาโดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน จึงวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในด้านพุทธิพิสัยเท่านั้น เนื่องจากการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัยสามารถวัดได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

#### 3.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการ ได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอนหรือการสืบเสาะแสวงหาความรู้จากการเรียนการสอนโดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้โดยใช้แบบวัดผลการเรียนด้านความรู้

ประทุม อัดชู (2547, น. 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุม ทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถจำแนก พฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดหลักการ และทฤษฎีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สมมติฐาน มโนคติ อนุমান + จินตนาการ หรือความคิดสร้างสรรค์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการอธิบายจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

คอลลอฟเฟอร์ (Kolpfer, 1971 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2545, น. 110 - 113) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมีความจำในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ – ความจำแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริงวิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริงคำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

2.3 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น
- 3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

Anderson and Krathwohl (2001) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ แล้วจัดกลุ่ม พฤติกรรมได้ 3 หมวดหมู่ เรียกว่าจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Education Objectives) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมเพื่อการศึกษาเป็นสื่อให้นักพัฒนาหลักสูตร และครูผู้สอนมีความเข้าใจตรงกันสามารถยึดถือเป็นแนวกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้อย่างสอดคล้องกันทุกระดับ ดังนี้ 1) ด้านพฤติกรรมพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นกลุ่มพฤติกรรมด้านสมองเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจดจำแนกประสบการณ์ต่างๆ และระลึกเรื่องราวนั้นๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลความหลักตีความได้ สรุปใจความสำคัญได้ การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และ วิธีดำเนินการต่างๆ ของเรื่องที่ได้รู้มานำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ การวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นกระบวนการนำส่วนต่างๆ ของการเรียนรู้มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านการกระบวนการอย่างเป็นทางการ ประเมินผล (Evaluating) ตัดสิน เลือก การตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของ เหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด การสร้างสรรค์ (Creating) ในระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงให้รูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือ โครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผนและการสร้างหรือการผลิ้อย่างเหมาะสม

2) ด้านพฤติกรรมจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นกลุ่มพฤติกรรมที่เกิดจาก ความรู้สึกนึกคิด หรือ

ความรู้สึกทางจิตใจ 3) ด้านพฤติกรรมทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นกลุ่มพฤติกรรมที่เกิดจากการใช้กล้ามเนื้อและประสาทสัมผัส หรือพฤติกรรมจากการได้ลงมือปฏิบัติจริงการจำแนกจากศึกษาเอกสารที่กล่าวมาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านพุทธิพิสัยตามลำดับขั้นทางปัญญาของบลูมที่ได้มีการปรับปรุงใหม่ (Revised Bloom 's Taxonomy) โดย Anderson & Krathwolh (2001) เริ่มจาก ความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การนำไปใช้ (Apply) การวิเคราะห์ (Analyze) การประเมินผล (Evaluating) การสร้างสรรค์ (Creating) และใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์

### 3.5 ขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

รอสส์และสแตนลีย์ (Ross & Stanley, 1967 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรูญ, 2547, น. 96) ได้ให้ความหมายว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการเช่นแบบสอบวิชาเลขคณิต แบบสอบวิชาพีชคณิต เป็นต้น

กรอนลันด์ (Gronlund, 1993 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรูญ, 2547, น. 96) ให้แนวคิดว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นกระบวนการเชิงระบบเพื่อการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

อุทุมพร จามรมาน (2540, น. 27) กล่าวถึงการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบนั้นมีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุจำนวนจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การทำน้ำหนักร
5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน
7. การเขียนข้อสอบ
8. การตรวจสอบข้อเขียนที่เขียนขึ้น
9. การทดลองใช้แก้ไขปรับปรุง

พิชิต ฤทธิจรูญ (2544, น. 99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้การวางแผนสร้างแบบทดสอบว่าจะสร้างแบบสอบว่าจะสร้างแบบทดสอบอย่างไรจุดประสงค์ของการนำแบบทดสอบไปใช้อาจจำแนกเป็น 4 จุดประสงค์ ดังนี้

- 1) ใช้ตรวจสอบความรู้เดิมจะทำการสอบก่อนที่จะเริ่มต้นการสอนเพื่อพิจารณา
- 2) ใช้ตรวจสอบความก้าวหน้าและปรับปรุงการเรียนการสอน
- 3) ใช้วินิจฉัยผู้เรียน
- 4) ใช้สรุปผลการเรียน

ขั้นที่ 2 การเตรียมงานและเขียนข้อสอบ เมื่อวางแผนการสร้างแบบทดสอบโดยการสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตรเรียบร้อยแล้วต้องเตรียมงาน และเขียนข้อสอบต่อไป

ขั้นที่ 3 การทดลองสอบเมื่อเขียนข้อสอบและจัดพิมพ์เรียบร้อยแล้วนำไปทดลองสอบ

ขั้นที่ 4 การประเมินผลแบบทดสอบ การประเมินผลแบบทดสอบ เป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพหรือไม่โดยพิจารณาตามคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบซึ่งมีอยู่ 10 ประการ คือ

- 1) ความแม่นยำหมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดพฤติกรรมได้ตรงตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์ และตามที่ทำการสอนจริง
- 2) ความเชื่อมั่นหมายถึง แบบทดสอบให้ผลการสอบสอดคล้องตรงกันทุกครั้ง
- 3) อำนาจจำแนกหมายถึง ข้อสอบที่แบ่งแยกคนเก่งอ่อนออกจากกันได้กล่าวคือคนเก่งจะตอบถูก คนอ่อนจะตอบผิด
- 4) ความยากง่าย หมายถึง จำนวนเปอร์เซ็นต์ผู้ตอบถูกทั่วไปแล้วความยากง่ายที่เหมาะสมจะมีจำนวนครั้งหนึ่งตอบถูก
- 5) ความเป็นปรนัยหมายถึง ข้อสอบที่มีคำถามชัดเจน และการให้คะแนนชัดเจน
- 6) ความเฉพาะเจาะจงหมายถึง ข้อสอบที่มีคำถามชัดเจนและการให้คะแนนชัดเจน
- 7) ประสิทธิภาพหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลานั้นประหยัดเวลาการสร้างการดำเนินการสอบ การตรวจให้ คะแนนแต่ให้ผลการสอบถูกต้อง
- 8) ความสมดุลหมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์และเนื้อหาที่มีสัดส่วนจำนวนข้อสอบสอดคล้องตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- 9) ความยุติธรรมหมายถึง แบบทดสอบมีความชัดเจนไม่คลุมเครือและเปิดโอกาสให้ทุกคนมีโอกาสที่จะตอบถูกได้เท่ากัน
- 10) ความเหมาะสมของเวลา หมายถึง แบบทดสอบได้กำหนดเวลาให้ได้อย่างเพียงพอในการตอบข้อสอบจนเสร็จ



จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงวิธีการแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยมีขั้นตอนขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ขั้นตอนคือขั้นที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ขั้นที่ 2 การเตรียมงานและเขียนข้อสอบ ขั้นที่ 3 การทดลองสอบเมื่อเขียนข้อสอบและจัดพิมพ์เรียบร้อยก็นำไปทดลองสอบขั้นที่ 4 การประเมินผลแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบในงานวิจัยของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

กัญญา ลินทรัตนศิริกุล (2561, น.9-47- 9-52) กล่าวว่า การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เครื่องมือวิจัยจะต้องสอดคล้องกับตัวแปรที่นักวิจัยมุ่งวัดเพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือวิจัยมีลักษณะคุณภาพรวม 5 ลักษณะคือ 1. ความเที่ยง (reliability) 2. ความตรง (validity) 3. ความเป็นปรนัย (objectivity) 4. ความครอบคลุม (Comprehensiveness) 5. ความสามารถนำไปปฏิบัติได้ (practicability) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความเที่ยง หรือความเชื่อมั่น หมายถึงความคงที่ของการวัดนั้นคือเมื่อนำเครื่องมือใดๆ ไปวัดแล้วผลที่ได้จากการวัดควรจะเหมือนเดิม เช่น ถ้านำไม้เมตรไปวัดความยาวของห้องในวันนี้ได้ความยาวเท่ากับ 6 เมตร ในทำนองเดียวกัน ถ้านำไม้เมตรไปวัดความยาวของห้องเดียวกันในวันพรุ่งนี้ก็ควรจะได้ความยาวเท่ากับ 6 เมตรเช่นเดียวกันหากเป็นเช่นนี้แสดงให้เห็นว่าการวัดมีความเที่ยง

2. ความตรง คือความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อก้าวถึงความตรงมัก จะสนใจเกี่ยวกับคำถามที่ว่า เครื่องมือวัดคุณลักษณะอะไรและวัดได้อย่างไร ข้อคำถามของเครื่องมือวัด เป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดหรือไม่ เพราะฉะนั้นการที่จะถามว่าเครื่องมือวัดมีความตรงหรือไม่ จะต้อง ถามว่าตรงกับอะไรและตรงกับใคร (Valid for What and for Whom) เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดเชิง เสมียนจะเป็นแบบทดสอบที่มีความตรงไม่เพียงแต่วัดเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะทางเสมียนหรือหลักการเกี่ยวกับ เสมียนเท่านั้นยังจะต้องวัดเกี่ยวกับความคล่องแคล่วในการใช้คอมพิวเตอร์ด้วยแบบทดสอบดังกล่าวนี้ จะมีความตรงถ้านำไปใช้กับผู้ทำหน้าที่เสมียนและจะไม่มี ความตรงถ้าแบบทดสอบดังกล่าววัดเกี่ยวกับบุคลิกภาพ และนำไปใช้กับพนักงานขาย

3. ความเป็นปรนัย เป็นลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเครื่องมือวิจัยกล่าวคือ ข้อคำถามใน เครื่องมือวิจัยจะต้องชัดเจนผู้ถาม และผู้ตอบจะต้องเข้าใจความหมายของข้อคำถาม ตรงกัน ผู้ตอบแต่ละคนจะต้องเข้าใจข้อคำถามที่ถูกถามตรงกันว่าถามอะไร รวมทั้งการตรวจให้ คะแนนและการแปลความหมาย ของคะแนนจะต้องชัดเจนนั่นคือใครอ่านก็ตรวจให้คะแนนได้ ตรงกันไม่ว่าจะตรวจเวลาใดก็ตาม และทุกคนจะแปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

4. ความครอบคลุม เครื่องมือวิจัยจะต้องมีความยาวเพียงพอมีจำนวนข้อคำถาม และกำหนด ชนิดของข้อคำถาม ได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด สมมติว่านักวิจัยต้องการศึกษา ความคิดเห็นของ นักเรียนต่อร้านอาหารแห่งหนึ่งใน โรงเรียนก่อนที่นักวิจัยจะเขียนข้อคำถาม นักวิจัยควรเข้าไปสำรวจในร้าน อาหารและดูรายการอาหารที่จำหน่ายในการถามรายการอาหาร นักวิจัยอาจสุ่มถามรายการอาหารบางรายการ สมมติว่าในรายการอาหารมีอาหารประเภทต่างๆ แบ่ง ออกเป็น 3 ประเภทที่แตกต่างกัน นักวิจัยก็ควรจะสุ่ม รายการอาหารทั้ง 3 ประเภทมาเขียนข้อคำถาม แต่ถ้านักวิจัยสุ่มอาหารเพียงประเภทเดียวมาเขียนข้อคำถาม นักวิจัยก็จะไม่แน่ใจว่ารายการอาหาร ทั้ง 2 ประเภทที่เหลือจะดีหรือไม่ อย่างไร

5. ความสามารถนำไปปฏิบัติได้ เครื่องมือวิจัยจะต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้ กล่าวคือ

5.1 ง่ายต่อการนำไปใช้ เครื่องมือวิจัยจะต้องมีค่าชี้แจงที่สามารถนำไปใช้ได้ง่าย และชัดเจนไม่ ยุ่งยากแก่ผู้ตอบ

5.2 กำหนดเวลาที่ใช้การตอบให้เหมาะกับจำนวนข้อคำถามในเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้ผลที่ได้จากการวัดมีความเชื่อถือได้และมีความตรง

5.3 ง่ายต่อการตรวจให้คะแนน หากเครื่องมือวิจัยมีค่าชี้แจงที่ชัดเจนสามารถ ทำให้ตรวจให้ คะแนนได้ง่าย

5.4 ง่ายต่อการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากการตอบหรือการวัด จากการศึกษาเอกสารพบว่าการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การนำเครื่องมือไปทดสอบหา ความเที่ยง (reliability) ความตรง (validity) ความเป็นปรนัย (objectivity) ความครอบคลุม (Comprehensiveness) และความสามารถ นำไปปฏิบัติได้ (practicability โดยหลังจากตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยเสร็จแล้วจะต้องนำไปใช้ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์

## 4. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

### 4.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลอว์สัน (Lawson, 1985, p. 571) อธิบายไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือการให้เหตุผลแบบนามธรรมซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการค้นหาและประเมินหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน”

Lawson (2009) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง การคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาคำตอบหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้”

ฟรีดเดอร์ และคณะ Friedler Y, Nachmias R, and Linn (1990, p. 173) อธิบายไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์ และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และนำไปใช้เพื่อทำนายผลสถานการณ์อื่นต่อไป”

Giere (1991, p. 2) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงการคิดที่เกิดจากการประมวลผลการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตัวอย่างนั้น ๆ ได้”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, น. 71) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยให้เหตุให้ผลใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

Hogan (1999) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือทักษะการใช้เหตุผลอันเกิดจากกระบวนการการทำทนายให้สร้างการนำเสนอ ข้อความการใช้เหตุผล และการทดสอบ จนนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบได้แก่ การฝึกใช้ความคิด การขยายมโนทัศน์ การสร้างคำถาม ความเป็นเหตุเป็นผล การอธิบาย และการสะท้อนการรู้คิด”

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่บุคคลใช้เพื่อหาแนวคิดสำหรับเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ หรือเป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการประมวลความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้ข้อมูล หรือหลักฐานที่สามารถนำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน

#### 4.2 ประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ซึ่งมีความต่างกัันดังนี้

Lawson (2009) แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ได้แก่

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากเปรียบเทียบกับสมมติฐานของตนเองโดยอาศัยความรู้เชิงปัจจัย (Declarative Knowledge) ที่ตนมีอยู่
2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction การทดสอบสมมติฐานที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction เป็นครั้งแรกโดยอาศัยการอนุมาน
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องในการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยผลที่ได้จะเป็นสิ่งยืนยันว่าสมมติฐานนั้นมีความถูกต้อง
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง

กิริติ บุญเจือ (2550) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือการแสดงผลออกของการอ้างเหตุผลอย่างตรงๆ ที่ต้องม้องค์ประกอบเป็น 3 ประโยคจรรกวิทยาที่จะมีมากหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้เพราะการอ้างเหตุผลครั้งหนึ่งๆ ในมโนทัศน์จะต้องมีการตัดสินใจอยู่ก่อน 2 ครั้ง ซึ่งในการตัดสินใจทั้งสองครั้งนี้จะต้องมีมโนทัศน์เดียวกันอยู่ส่วนหนึ่ง นั้นหมายความว่า การตัดสินใจเดิม 2 ครั้ง นั้นมีมโนทัศน์อยู่ 3 หน่วยไม่มากน้อยกว่านั้นครั้งตัดสินใจครั้งที่ 3 ก็เอามโนทัศน์อีก 2 หน่วยที่เหลือมาตัดสินใจไม่ได้มีมโนทัศน์ใหม่เพิ่มขึ้นโดยที่สองประโยคแรกที่มาจากการตัดสินใจ 2 ครั้งดั้งเดิม เรียกว่า ประโยคอ้าง ส่วนประโยคที่สามมาจากการตัดสินใจสุดท้ายเรียกว่าประโยคสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or inductive Reasoning) คือการพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุน ข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวจำนวนมากแล้วปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้าน เหมือนต้นไม้อื่นๆ เราก็อนุมานเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542, น. 71-75) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป ไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรกะนั้นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือ ความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือการคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐาน โดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้อาจสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไรเป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปไปสู่เรื่องเฉพาะตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

ซัชชัย คุ่มทวีพร (2539, น. 14-15) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปก็จำเป็นต้องเป็นจริงด้วยหรืออาจกล่าวสั้นๆ ว่าการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้างการให้เหตุผลแบบอุปนัยคือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุป

เพียงบางส่วนดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างจริงทุกข้อแต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วนดังนั้นข้อสรุปจึงยังมีโอกาสที่จะเป็นเท็จได้หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจะมีโอกาสเป็นจริงสูง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 106-136) กล่าวถึงการวัดความสามารถ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สรุปว่าในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล จำแนกตามความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลออกเป็นด้านต่างๆได้ 6 ประเภทดังนี้

1. การจำแนกประเภทเป็นความสามารถทางการแยกแยะหรือวิเคราะห์ คุณลักษณะสิ่งต่างๆ การสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการจำแนกประเภท นิยมสร้างทั้งด้าน ภาษาเป็นสื่อ และรูปภาพเป็นสื่อ เช่น แบบกำหนดตัวเร้าให้เป็นชุดให้หาสิ่งที่ต่างจากพวก แบบให้หาตัวเหมือน ตัวเร้าที่กำหนด ภาพเหมือนไม่เข้าพวก ภาพเหมือนเข้าพวก เป็นต้น

2. การอุปมา อุปไมย เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ผู้ที่มีความสามารถด้านอุปมาอุปไมยจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมองความหมายเหมือน หรือต่างของคำต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว และยังจัดกลุ่มพวกของคำหรือมโนภาพนั้น ๆ ได้อย่างดีจึงสามารถนำเอามาเปรียบเทียบกับอุปมาอุปไมยได้แก่การอุปมาอุปไมยมีทั้งภาษา และแบบภาพตามสิ่งแวดล้อม เช่น ความหมายเหมือนกัน ความหมายตรงข้าม เป็นเหตุเป็นผลกัน เป้าหมายหรือหน้าที่ของกลุ่มสัมพันธ์กัน เป็นต้น

3. แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ ข้อสอบลักษณะนี้เป็นอนุกรมที่เป็นแบบภาพ ซึ่งคล้ายๆ กับอนุกรมคณิตศาสตร์แบบสัมพันธ์กัน อนุกรมแบบภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศเดียว แต่ถือว่า การวัดเหตุผลเหมือนกัน อนุกรมภาพอีกแบบหนึ่งเป็นประเภทความสัมพันธ์ของอนุกรมภาพทั้งแนวตั้งและแนวนอน เมื่อสามารถจับแนวโน้มได้แล้วการหาคำตอบจะง่ายขึ้นเนื่องจากต้องคิดหลายมิติแบบนี้จึง เรียกว่า อนุกรมมิติ

4. ความสามารถในการสรุปความ การออกข้อสอบแบบนี้เป็นข้อสอบมุ่งวัดเหตุผลเป็นการวัดความสัมพันธ์ และเป็นข้อสอบเหตุผลชนิดหนึ่งที่ค่อนข้างยาก ถึงแม้ว่าข้อสอบแบบนี้จะใช้ภาษาเป็นส่วนใหญ่แต่เป็นการใช้ภาษาเพื่อไล่เรียงหาเหตุผล เรียกตามแบบทดสอบว่า Verbal reasoning โครงสร้างของตัว คำถามเป็นแบบคณิตศาสตร์แนวหนึ่งที่เรียกว่า ตรรกวิทยา นั่นคือการเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่ และเหตุย่อยเมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงข้อสรุปได้ว่าเป็นอย่างไ

5. ตัวร่วม หรือตัวต่างข้อสอบ ประเภทนี้จะยกสิ่งต่างๆ มาให้พิจารณาส่วนใหญ่ เป็นคำหรือจะใช้ภาพแทนก็ได้ เมื่อยกมาแล้วให้ผู้สอบพิจารณาคิดว่าร่วมว่าน่าจะเป็นอย่างไร ก่อนจะสามารถหาตัวร่วมหรือมโนภาพนี้จำเป็นจะต้องวิเคราะห์ทุกๆ คำให้ดีอาจจะใช้จินตนาการ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแต่ละสิ่งอย่างดีแล้ว นำมาผสมผสานกลมกลืนเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถ เกิดขึ้นและรับรู้เข้าใจตรงกัน วิธีการเขียนจึงแยกออกเป็น 2 วิธีคือหาตัวร่วม โดยตรงกับหาตัวที่ทำ ให้สิ่งนั้นแตกต่างกัน

6. ความสามารถด้านวิเคราะห์ ความจริงการวิเคราะห์ก็คือ เหตุผลนั่นเองแต่การ ออกข้อสอบที่ใส่ชื่อเฉพาะลงไปอย่างนี้มีจุดประสงค์จะเป็นข้อสอบให้ผู้ตอบคิดหาความสัมพันธ์ เกี่ยวกับตัวแปรจากเหตุการณ์ที่สมมติขึ้นมา การสร้างสถานการณ์จึงต้องเขียนให้มีความเกี่ยวข้อง กัน ชับซ้อนมากน้อยมิฉะนั้นผู้อ่านก็ไม่ได้ใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์ การถามจะใช้ความรู้ พื้นฐานหรือทักษะพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีนักวิชาการนักการศึกษา ได้แบ่งประเภทไว้แตกต่างกันซึ่งโดยส่วนมากนั้นจะแบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยสำหรับ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันผู้เรียน ได้แสดงออก ถึงพฤติกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541) ที่จำแนกตามความสามารถทางด้านต่าง ๆ ได้ 6 ประเภท ดังนี้ การจำแนก ประเภท การอุปมา อุปไมย อนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ ความสามารถในการสรุปความ การหาตัว ร่วมหรือตัวต่าง และความสามารถด้านวิเคราะห์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ

#### 4.3 แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ใน ข้างต้น พบว่า การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ Lawson (2009, p. 338) ระบุว่า “การช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการให้เหตุผลและการลงข้อสรุปของ นักวิทยาศาสตร์เป็น องค์ประกอบที่สำคัญของการรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากนี้ ยังพบอีกว่านัก การศึกษาได้ให้แนวทางในการ วัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Bao (2009, p. 586) ได้ใช้แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's

Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) ซึ่งแบบวัดนี้แบ่งเป็น 2 ตอน (Lawson, 1995, pp. 436-445) ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์พร้อมทั้งมีข้อมูลรูปภาพประกอบ เพื่อวัด ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยข้อสอบสามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกได้แก่ข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก และ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอน 1 โดยในแต่ละข้อคำถามมีลักษณะในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อซึ่งควรจะได้ คะแนนทั้งคำตอบที่ถูกต้องหรือคำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมดก็ตามเมื่อครูพิจารณาถึงคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยที่คำอธิบายอื่นๆ ที่ นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและสามารถให้คะแนน ถูกต้องได้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนสามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้ (Lawson, 1995, p. 445)

(1) ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking)

(2) ได้คะแนน 5-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐานอุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

(3) ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

PISA (2003) อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, น. 68-92) หรือ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment) ที่มุ่งเน้นการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หรือการประยุกต์ใช้ ความรู้มากกว่าการประเมินความรู้ความจำในเนื้อหาสาระของวิชา โดย PISA ได้จำแนกการ ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) การ รู้มโนทัศน์ และสาระเนื้อหา และ 3) การรู้จักใช้ ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงเข้ากับ ชีวิตจริง โดยกรอบการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีการวัดและประเมินการใช้ หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบสอดคล้องกับการวัดและประเมิน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็น ดังนี้ 1) การตีความ แปลความหลักฐาน และลงข้อสรุป 2) การให้เหตุผลสนับสนุนหรือ คัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป



3) สื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็น ดังนี้ 1) การตีความ แปลความหลักฐานและลงข้อสรุป 2) การให้เหตุผล สนับสนุนหรือ คัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป 3) สื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมิน โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบอธิบายเป็นข้อคำถามที่เป็นการกำหนดสถานการณ์หนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้เขียนตอบแบบอธิบายจำนวนหลายข้อ

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบถูกหรือผิดเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยที่ลักษณะของสถานการณ์อาจเป็นข้อความตารางข้อมูล แผนภาพ หรือแผนภูมิ ทั้งนี้ สถานการณ์ดังกล่าวต้องเป็นสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันสถานการณ์ที่ประชาชนกำลังให้ความสนใจเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

TIMSS (2011 อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) หรือ โครงการศึกษาแนวโน้มในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study, 2007, TIMSS, 2007) ที่มีวัตถุประสงค์ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่ง TIMSS ได้กำหนดขอบเขตการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อันประกอบไปด้วย 2 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะครอบคลุม 3 เรื่อง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ส่วนเนื้อหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะครอบคลุม 4 เรื่อง ได้แก่ ชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี และวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยกัน 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ซึ่งจะเหมือนกันทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทั้งนี้ TIMSS ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมิน โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบายโดยเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์โดยมี 4 ตัวเลือก

กล่าวโดยสรุปจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะมีแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Bao (2009, p. 586) ซึ่งใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนซึ่งแบบวัดนี้แบ่งเป็น 2 ได้แก่ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์พร้อมทั้งมีข้อมูลรูปภาพประกอบ ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผล

#### 4.4 การสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

กัญญา ลินทร์ตนศิริกุล (2561, น.9-34- 9-39) ในการสร้างเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลให้เหมาะสมกับปัญหาวิจัยเครื่องมือวิจัยมีหลายลักษณะและหลายประเภท เพราะฉะนั้นหลักการสร้างเครื่องมือวิจัย นักวิจัยพิจารณาจาก 1. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา 2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 3. ผู้ให้ข้อมูล

1. ตัวแปรที่ต้องการศึกษาในการสร้างเครื่องมือวิจัย นักวิจัยต้องทราบว่าตัวแปรที่ต้องการศึกษา คืออะไร โดยการพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยสำหรับการวิจัยทางด้านหลักสูตรและการสอนตัวแปร ที่นักวิจัยสนใจศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1.1 ตัวแปรเกี่ยวกับการวัดความสามารถทางการคิด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาต่างๆ ความถนัดทางการเรียน การคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนความคงทนในการเรียน วิชาต่างๆ เป็นต้น

1.2 ตัวแปรเกี่ยวกับการวัดความรู้สึกและอารมณ์ ส่วนใหญ่เป็นความคิดเห็นในเรื่องใด เรื่องหนึ่ง ค่านิยม เจตคติต่อสิ่งต่างๆ เช่น เจตคติต่อวิชาที่เรียน เจตคติต่อการสอนของครู

1.3 ตัวแปรเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการปฏิบัติ ส่วนใหญ่เป็นทักษะด้านต่างๆ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการขีดเส้น ทักษะการพูด ทักษะกีฬา ตลอดจนความสามารถด้านต่างๆ เช่น ความสามารถด้านการเชื่อมโลหะ การแกะสลักไม้ เป็นต้น

1.4 ตัวแปรภูมิหลัง เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของผู้ตอบ เช่น เพศ อาชีพ

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิจัยจะต้องพิจารณาว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร กล่าวคือเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบการสอบถามการสัมภาษณ์ การสังเกต ซึ่งเครื่องมือวิจัยจะต้องสอดคล้อง กับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ผู้ให้ข้อมูลนักวิจัยจะต้องพิจารณาว่าผู้ให้ข้อมูลมีลักษณะอย่างไรมีขนาดหรือจำนวนเท่าไรโดยมีแนวทางในการพิจารณาดังนี้

3.1 ลักษณะของผู้ให้ข้อมูลถ้าผู้ให้ข้อมูลยังไม่สามารถอ่านและเขียนได้ เช่น กรณีศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับเด็กปฐมวัย นักวิจัยจะต้องใช้วิธีการสัมภาษณ์ เพราะฉะนั้นเครื่องมือวิจัย คือแบบสัมภาษณ์

3.2 ขนาดหรือจำนวนผู้ให้ข้อมูล ถ้าจำนวนผู้ให้ข้อมูลมีจำนวนมากและอยู่กระจัดกระจายเช่น การศึกษาความคิดเห็นของครูมัธยมศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นว่าผู้ให้ข้อมูลมีจำนวนมาก และอยู่กระจัดกระจายทุกภาคทุกจังหวัดของประเทศ ในกรณีนี้ นักวิจัยจะต้องใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์แทนที่จะใช้วิธีการสัมภาษณ์ เนื่องจากเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลมากนอกจากนี้ในการวิจัยเชิงทดลองที่มีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลองในกรณีที่ใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวิจัยในการสร้างแบบทดสอบทั้งก่อน เรียนและหลังเรียน มีแนวทางในการสร้าง ดังนี้ (Cohen, Manion, & Morrison, 2007, p.432)

3.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนควรมีข้อคำถามที่แตกต่างกันในรูปแบบ (form) หรือคำที่ใช้ และแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ต้องวัดเนื้อหาเดียวกันนั่นคือต้องเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในรูปของฟอร์มเทียบเท่า (equivalent form)

3.2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

3.2.3 แบบทดสอบหลังเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

3.2.4 การสร้างแบบทดสอบหลังเรียนต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้ข้อคำถามในแบบทดสอบง่ายที่ทำให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบเสร็จก่อนอีกกลุ่มหนึ่ง

3.2.5 ระดับความยากของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับต้องเท่ากันกระบวนการสร้างเครื่องมือวิจัยโดยทั่วไปมีหลายขั้นตอนขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) วิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะที่ต้องการวัดคืออะไร โดยการพิจารณาจากวัตถุประสงค์การวิจัยหรือสมมติฐานการวิจัยว่าตัวแปรที่ต้องการวัดคืออะไร กล่าวคือ เป็นความสามารถทางด้านความคิด ความรู้สึกรู้สีกหรืออารมณ์หรือความสามารถในการปฏิบัติ

2) กำหนดความหมายหรือนิยามคุณลักษณะ เมื่อทราบคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการวัดแล้วจะต้องกำหนดความหมายหรือให้คำนิยามว่าคืออะไรหรือหมายความว่าอย่างไร และถ้าจะวัดคุณลักษณะนั้นจะมีเนื้อหาครอบคลุมอะไรบ้าง

3) เลือกวิธีการ และชนิดของเครื่องมือวิจัย เมื่อนิยามคุณลักษณะที่ต้องการวัดแล้วขั้นตอนต่อมา คือ ต้องเลือกวิธีการและชนิดของเครื่องมือวิจัยว่าควรใช้วิธีการใดและเครื่องมือวิจัยอะไรจึงจะสามารถวัดคุณลักษณะนั้นๆ ได้เหมาะสมที่สุด

4) สร้างเครื่องมือ/เขียนข้อคำถาม เมื่อเลือกวิธีการและชนิดของเครื่องมือวิจัยแล้วจะต้องสร้าง เครื่องมือ/เขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัด เพราะฉะนั้นก่อนที่จะสร้างเครื่องมือ/เขียนข้อคำถามจะต้องกำหนดลักษณะของเครื่องมือว่าจะใช้เครื่องมือประเภทใด

5) พิจารณาทบทวนข้อคำถาม เมื่อสร้างเครื่องมือ/เขียนข้อคำถามแล้ว จะต้องพิจารณาว่าข้อ คำถามที่สร้างขึ้น ได้ครอบคลุมเนื้อหาตามที่นิยามหรือให้ความหมายไว้หรือไม่หากยังไม่ครอบคลุมจะต้องปรับจนกว่าจะครอบคลุมและครบถ้วนตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด

6) จัดทำต้นฉบับของเครื่องมือวิจัย เมื่อพิจารณาทบทวนข้อคำถามแล้วและแน่ใจว่าได้เขียน ข้อคำถามครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อคำถามทั้งหมดมาจัดเป็นฉบับเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

7) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพ

8) ทำคู่มือการใช้เครื่องมือวิจัยหลังจากได้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยแล้วจะต้องจัดทำคู่มือ หรือคำแนะนำการใช้ซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมายการสร้างเครื่องมือวิธีการใช้เครื่องมือ และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ได้สำหรับการวิจัยโดยทั่วไป

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้น ไปตรวจสอบคุณภาพซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยก่อนนำไปทดลองใช้เป็นการพิจารณาความสอดคล้อง ของข้อคำถามกับคุณลักษณะ หรือตัวแปรที่ต้องการวัด ตามที่ได้นิยามไว้ว่าครอบคลุมหรือไม่ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยในขั้นตอนนี้สามารถทำได้กับบุคคลต่อไปนี้

(1) นักวิจัยร่วมเพื่อพิจารณาว่าเครื่องมือวิจัยบรรลุตามเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาหรือไม่

(2) ผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ในเนื้อหาที่จะถามในเครื่องมือวิจัยเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามในด้านเนื้อหา ตลอดจนการตรวจสอบข้อคำถาม

2) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการนำไปทดลองใช้ เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวิจัย ในการนำเครื่องมือวิจัยไปทดลองใช้เป็นการพิจารณาว่าผู้ตอบแต่ละคนแปลความหมาย

ของข้อคำถามเหมือนกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อคำถามอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่การจัดลำดับคำถาม คำชี้แจง ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการตอบ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยในขั้นตอนนี้จะนำผลที่ได้จากการตอบไปตรวจให้คะแนนแล้วนำมาหาคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

กล่าวโดยสรุปว่าการสร้างเครื่องมือเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยมีหลักการสร้างเครื่องมือวิจัย โดยที่นักวิจัยจะพิจารณาจาก 1. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา 2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 3. ผู้ให้ข้อมูล และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไป ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยก่อนนำไปทดลองใช้เป็นการพิจารณาความสอดคล้อง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาว่าผู้ตอบแต่ละคนแปลความหมายของข้อคำถามเหมือนกันหรือไม่นำผลที่ได้จากการตอบไปตรวจให้คะแนนแล้วนำมาหาคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการอ้างอิงถึงการนำรูปแบบคู่สถานการณ์ไปใช้สามารถส่งผล ต่อตัวแปรตามได้ดังต่อไปนี้

ภัสราภรณ์ พริกขุผล (2561) ศึกษาการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักร ของน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดภูเก็ต ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเฉพาะด้านการให้เหตุผลแบบสมมติษย์ และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (2) หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเฉพาะ ความใจกว้าง ความเพียรพยายามมุ่งมั่น ความร่วมมือช่วยเหลือ และการมีเจตนาที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (3) แนวปฏิบัติที่ดีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้ (3.1) การสร้างคำถามสำคัญที่มีประสิทธิภาพสามารถกระตุ้นการโต้แย้งของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้ (3.2) การฝึกนักเรียนให้นำเหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ร่วมในการอธิบายสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายที่เหมาะสมต่อสมมติฐานหรือคำตอบนั้นได้ (3.3) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการสืบค้นข้อมูลและออกแบบกิจกรรมการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะ

การสังเกตและรวบรวมข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจใช้ข้อมูลที่เหมาะสมได้ (3.4) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นทีมในการวิเคราะห์ข้อมูลรายกลุ่มสู่การนำเสนอและสร้างข้อสรุปของห้องเรียน สามารถส่งเสริมนักเรียนในด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย และ (3.5) การจัดกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อลงข้อสรุปสามารถส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่เหมาะสมได้

ชัยชนก โหน่งกุดหลด (2554) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานมีความสามารถในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขวัญฤทัย วงษ์พิทักษ์, นवलจิตต์ ชาวศิริพิทักษ์, สุทธิศา จำรัส (2562) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการรู้คิด ก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการรู้คิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการรู้คิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยาเรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์

## 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7E ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Bao (2009) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน โดยใช้แบบสอบประเภทรายบุคคล (Stand-alone tests) หรือแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's Classroom Taste of Scientific Reasoning (LCTSR) และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์โดยใช้แบบสอบมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัยเป็นฐาน (Research-based standardized tests) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 5,760 คน ในวิชาฟิสิกส์ซึ่งนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เป็นเวลาต่อเนื่อง 5 ปีซึ่งมีการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 6 ด้านได้แก่ 1) การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning) 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย (deductive and inductive reasoning) 3) การควบคุมตัวแปร (control of variables) 4) การให้เหตุผลแบบความน่าจะเป็น (probability reasoning) 5) การให้เหตุผลแบบสหสัมพันธ์ (correlation reasoning) และ 6) การประเมินสมมุติฐาน (hypothesis evaluation) เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้นอกจากนี้การศึกษาด้านเนื้อหาของ STEM (วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) ยังส่งผลกระทบต่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบองค์ความรู้ด้านเนื้อหาฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนนั้น พบว่ามีความแตกต่างแต่อย่างไรก็ตามพบว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนไม่มีความแตกต่างกัน

Somer (2005, อ้างถึงในพฤกษ์ โปร่งสำโรง, 2549) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ในการสอนสิ่งแวดล้อมการศึกษาเรื่องพีชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

Ozlem (2006) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบ 7E Learning cycle model และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 46 คน จาก 2 ห้องเรียน ที่มีครูวิทยาศาสตร์คนเดียวกันสอน ซึ่งสุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองสอนโดย 7E Learning cycle model และกลุ่มควบคุมสอนแบบดั้งเดิมทำการ Pre-test และ Post-test นักเรียนโดยใช้ Cornell conditional reasoning Test พร้อมทั้งตรวจสอบปัจจัยเพศ และรายได้ครอบครัวของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่า Covariance โดยใช้ F-test พบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ส่วนเพศและรายได้ของครอบครัวพบว่าไม่แตกต่างกัน

Rowley (2007) ได้ศึกษาผลการใช้ความคิดและวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บนความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อการหมุนอย่างอิสระในแนวราบ การศึกษานี้เป็นวิธีการที่ผสมกันระหว่างวิธีการทิ้งทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การหาคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพ การรวบรวมและการทดสอบจากการรวบรวมข้อมูลด้านการศึกษาโดยใช้ไคสแควแมกเวลสจีวิตในการประเมินสถิติการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในการหมุนในแนวราบโดยใช้ความคิดและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการหมุนและกฎของนิวตันได้อย่างสมบูรณ์โดยใช้ความคิดและวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพและการประเมิน โดยใช้ไคสแควแมกเวลสจีวิตพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการหมุนและกฎของนิวตัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้ความคิดและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดวิทยาศาสตร์มากขึ้น

(Somer, 2005) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น วิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องพีชชายฝั่งของทะเลหลุยส์เซียน่า ประเทศสหรัฐอเมริกา ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวในต่างประเทศผลการวิจัยสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ทางการเรียนรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชามีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์



### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ซึ่งการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 120 คน ซึ่งโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียนๆ ละ 40 คน และ 34 คน รวม 74 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วจับสลากให้ห้องหนึ่ง เป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้อย่างร่วมมือ STAD และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### 2.3 แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และขอบข่ายของเนื้อหาชีววิทยาเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2.1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้จากคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 2-3 คน และระดับอ่อน 1 คน สมาชิกในกลุ่มจะศึกษาและทำความเข้าใจบทเรียนร่วมกันจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ประการ ดังนี้

1) ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยตรวจสอบความรู้เดิมเป็นรายบุคคล ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่

2) ขั้นสร้างความสนใจ ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวกหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3) ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน โดยแบ่งนักเรียน ออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 2-3 คน และระดับอ่อน 1 คน และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเช่นการ สังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

4) ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป ครูส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูล มาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ ของข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่ม โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการ ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลมีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน

5) ขยายความเข้าใจครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบ คำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6) ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผลการทดสอบ ในระหว่างทำการ ทดสอบนักเรียนในกลุ่มไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกัน ทุกคนจะทำด้วยความสามารถของตนเอง กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับผลการประเมินและร่วมกันรับรองผล หรือได้รับรางวัลต่างๆ ก็ต่อเมื่อสามารถ ทำคะแนนของกลุ่มได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ครูส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงความคิด รวบรวมหรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

ตารางที่ 3.1 ความสอดคล้องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

ข้อ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน								
3	<b>แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 E</b> 3. สำรวจค้นหา (explore)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- ตั้งเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน</li> <li>- ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> <li>- ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทาง</li> <li>- นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปราย</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้</li> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์</li> </ul>								
	<b>การจัดการเรียนรู้แบบ STAD</b> 2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน โดยให้สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน</li> <li>- ให้ผู้เรียนจัดที่นั่งเป็นกลุ่ม โดยมีช่องว่างระหว่างกลุ่มที่ผู้สอนสามารถเดินดูการทำงานของกลุ่ม</li> <li>- ชี้แจงบทบาทของผู้เรียน เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และกิจกรรมภายในกลุ่ม</li> <li>- เป็นที่ปรึกษาของทุกกลุ่มย่อย ติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของกลุ่มและสมาชิกในกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สมาชิกแต่ละคนจะต้องได้รับมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบ-ทุกคนต้องให้เกียรติและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มสามารถวิจารณ์ความคิดเห็น ของเพื่อนได้ แต่ไม่วิจารณ์ตัวบุคคลและควรวิจารณ์ในลักษณะที่ทำให้ชัดเจนขึ้น</li> <li>- ทุกคนรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและสมาชิกในกลุ่ม</li> </ul>								
	ต	๑	ร	๑	ง	ที่	3.1	(	ต	อ	)

ข้อ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4	แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 E	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ นำความคิดรวบยอดไปใช้	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้
6	4. อธิบาย (explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนไปใช้ความคิดรวบยอดที่ระดมความคิดกันเองของนักเรียน - ให้นักเรียนอภิปรายกับคู่หูหรือกลุ่มเพื่อน หรือเหตุการณ์หรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่สนใจเกี่ยวกับผลบ่งชี้หรือระดับที่สังเกตเห็นได้ - ให้นักเรียนอภิปรายกับคู่หูหรือกลุ่มเพื่อนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตเห็น	- ร่วมทำหาคำอธิบายของสิ่งที่อธิบายที่อธิบายได้ - คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ และประเมินสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามของคู่หูหรือสิ่งที่สังเกตเห็นที่คู่หูไม่ได้สังเกตเห็น - ร่วมประเมินผลของคำตอบที่เพื่อนนำเสนอ
	3. ขั้นทดสอบย่อย	- ครูทำการทดสอบย่อยนักเรียน โดยนักเรียนต่างคนต่างทำ เพื่อเป็นการประเมินความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมา สิ่งนี้จะเป็นตัวกระตุ้นความรับผิดชอบของนักเรียน	- นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน
5	๖		
7	5		
	7. นำความรู้ไปใช้ (extend)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามตามประเด็น ที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็น องค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน
	๕. ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่ม	- สร้างบรรยากาศที่เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน จะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม	- นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีจะได้รับคำชมเชย

2.1.5 สร้างแผนการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ใช้สำหรับสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์จำนวน 6 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 18 คาบ โดยแต่ละแผนประกอบด้วย สารมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาและจำนวนคาบในรายวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	กิจกรรมที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เวลา
1	โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	วิเคราะห์โครงสร้างเซลล์	3
2	การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	สรุปการลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์	3
3	การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน	เปรียบเทียบกระบวนการหายใจระดับเซลล์ แบบให้ออกซิเจนกับการทำงานของเครื่องยนต์ของรถ	3
4	การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน	จำแนกประเภทชนิดของอาหารที่มีกระบวนการการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน	3
5	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	วิเคราะห์การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีกระบวนการใดที่เหมือนกันการบวนการใดที่ต่างกัน	3
6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	จัดเรียงภาพการแบ่งเซลล์แต่ละขั้นตอน	3
	รวม		18

2.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาประเมินความเหมาะสม และเปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ด้วยเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก ระดับ 4 หมายถึง ดี ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง ระดับ 2 หมายถึง น้อย ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น.117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้นซึ่งจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.50 -1.0 และการวัดผลความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนในแผนจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า โดยภาพรวมมีคุณภาพในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ ) สามารถนำแผนจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้จริง

2.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่ให้เพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนรู้ และบันทึกข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้จริงต่อไป

## 2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบ

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ เพื่อใช้ในการเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อวัดความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนรู้ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลโดยใช้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ด้านพุทธิพิสัยตามลำดับขั้นทางปัญญาของบลูมที่ได้มีการปรับปรุงใหม่



(Revised Bloom 's Taxonomy) โดย Anderson & Krathwohl (2001) เริ่มจาก ความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การนำไปใช้ (Apply) การวิเคราะห์ (Analyze)

2.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยวิเคราะห์จากสาระการเรียนรู้ และ จุดประสงค์การเรียนรู้โดยครอบคลุมการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์

จุดประสงค์	ความรู้ /จำ	ความ เข้าใจ	นำ ไปใช้	วิเคราะห์	รวม
1. บอกวิธีการเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงได้	-	1	-	-	1
2. วัดขนาดโดยประมาณจากภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้	-	-	1	1	2
3. บอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้องได้อย่างถูกต้อง	-	-	2	-	2
4. เลือกใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ได้อย่างถูกต้อง	1	-	1	-	2
5. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้	-	2	-	-	2
6. บอกหน้าที่ของออร์แกเนลล์ได้	4	-	-	-	4
7. อธิบายหลักการ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ตได้	-	-	-	3	3
8. เปรียบเทียบความแตกต่างของการลำเลียงสารด้วย การแพร่ ออสโมซิสการแพร่แบบ ฟาซิลิเทต และ แอกทีฟทรานสปอร์ต ได้อย่างถูกต้อง	-	-	-	1	1
9. อธิบายการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส และการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิสได้	2	-	-	-	2

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

จุดประสงค์	ความรู้ /จำ	ความ เข้าใจ	นำ ไปใช้	วิเคราะห์	รวม
10. อธิบายขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนได้	-	1	-	-	1
11. สรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนได้	-	-	-	1	1
12. อธิบายขั้นตอนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้	-	1	-	-	1
13. เปรียบเทียบขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอได้	-	1	-	1	2
14. อธิบายกระบวนการหมักได้	-	1	-	-	1
15. วิเคราะห์การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสจาก ตัวอย่างได้	-	-	-	1	1
16. บอกขั้นตอนการการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสได้	1	-	-	-	1
17. อธิบายการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสจากตัวอย่าง ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์ได้	-	1	-	-	1
18. บอกความหมายการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้	1	-	-	-	1
19. อธิบายการขั้นตอนการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสได้	-	1	-	-	1
รวม	9	9	4	8	30

2.2.4 สร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบให้มี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและมีคำตอบที่ลวงอีก 3 กำหนดให้คำตอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา กับจุดประสงค์และระดับพฤติกรรมจากค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ (IOC: Item Objective Congruence) ตลอดจนความชัดเจนและความถูกต้องใน

การใช้ภาษา และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ  
แบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด

เมื่อผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาแล้วก็นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อมาหาค่าดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) จากสูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดย IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

R หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคนในแต่ละข้อสอบ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.50-1.0 แสดงว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์และระดับพฤติกรรม

2.2.6 คัดเลือกเอาแบบทดสอบที่มีค่าดัชนี IOC ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไปเมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์และระดับพฤติกรรม (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.75-1.0

2.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยการแก้ไขภาษาที่ใช้ในคำถาม และนำข้อสอบปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายโดยทดลองกับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จำนวน 34 คน ที่เคยเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์

2.2.8 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) สูตร KR-20

2.2.9 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีความยาก (p) ของแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 - 0.80 และได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ของ

แบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.82 จำนวน 25 ข้อ และมีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ที่ไม่สามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อนได้จึงตัดข้อสอบออกจำนวน 5 ข้อ เหลือข้อสอบที่นำไปใช้จริงจำนวน 25 ข้อ และนำไปหาค่าความเที่ยง (Reliability KR-20) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้เท่ากับ 0.80

2.2.10 นำแบบทดสอบจำนวน 25 ข้อไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

### 2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ศึกษาหลักการทฤษฎี ขั้นตอนการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากหนังสือ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะรูปแบบแนวคิดของ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541, น. 106-136) กล่าวถึงการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามเป็นด้านต่างๆ ได้ 6 ประเภทดังนี้ (1) การจำแนกประเภท (2) การอุปมา อุปไมย (3) แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ (4) ความสามารถในการสรุปความ (5) ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ (6) ความสามารถด้านวิเคราะห์

2.3.2 กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ แนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 106-136)

- 1) ศึกษาความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) ศึกษาหลักการ และลักษณะของแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 3) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดตามการวัดแต่ละแบบและกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบแต่ละแบบ 6 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษา  
และจำนวน 6 ข้อสอบ

ทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	แบบวัดข้อที่
การจำแนกประเภท	1
การอุปมา อุปไมย	2
แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ	3
ความสามารถในการสรุปความ	4
ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ	5
ความสามารถด้านวิเคราะห์	6
รวม	6

2.3.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ข้อสอบแต่ละข้อมีข้อความเกี่ยวกับรูปแบบแนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 106-136) โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้อาจมีบทความรูปภาพหรือคำอธิบายประกอบภาพเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ซึ่งนำไปสู่ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3.4 นำแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา ความครอบคลุมรูปแบบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

2.3.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขโดยคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลการศึกษา จำนวน 4 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รวมถึงความถูกต้องทางเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลการศึกษา จากนั้นพิจารณาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5 – 8.0 ถือว่าเป็นข้อสอบผ่านเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.0 ถือว่าเป็นข้อสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 ข้อ

2.3.6 นำแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย

กรุงเทพมหานคร จำนวน 34 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนแล้ววิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง ซึ่งมีค่าความยาก ( $p$ ) 0.59 - 0.80 และอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.36 - 0.82 และหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) จากการพิจารณาข้อสอบมีค่าดัชนีความเที่ยงเท่ากับ 0.83

2.3.7 กำหนดคะแนนในแบบวัดทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน คำตอบของนักเรียนถูกต้องและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ แต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนให้ 2 คะแนน คำตอบของนักเรียนมีเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ให้ 1 คะแนน คำตอบของนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดให้ 0 คะแนน ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 18 คะแนน

2.3.8 นำแบบทดสอบจำนวน 6 ข้อไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ จำนวน 1 คาบ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คาบ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

3.2 ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

3.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดการสอนทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ จำนวน 1 คาบ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คาบ ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

3.4 ทำการตรวจให้คะแนนแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

##### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.1.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คำนวณจากสูตร(กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554, น.9-53)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.1.2 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อคำนวณจากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553, น.9-58)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p คือ ดัชนีความยากของข้อสอบ  
 R คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง  
 N คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด

4.1.3 การหาค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบอัตนัย) คำนวณจากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553, น.9-59)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2}$$

$$\text{โดยที่ } P_H = \frac{\Sigma H}{T_H}$$

$$\text{เมื่อ } P_L = \frac{\Sigma L}{T_L}$$

$p$  คือ ดัชนีความยากของข้อสอบ  
 $\Sigma H$  คือ รวมคะแนนกลุ่มสูง  
 $\Sigma L$  คือ รวมคะแนนกลุ่มต่ำ  
 $T_H$  คือ รวมคะแนนเต็มกลุ่มสูง  
 $T_L$  คือ รวมคะแนนเต็มกลุ่มต่ำ

4.1.4 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายชื่อคำถามจากสูตร (กัญญา ลินทร์ตนศิริกุล, 2553, น.9-60)

$$r = \frac{H - L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ  $r$  คือ ค่าอำนาจจำแนก  
 $H$  คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก  
 $L$  คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

4.1.5 วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน(กัญญา ลินทร์ตนศิริกุล, 2553, น.9-74) จำนวนจากสูตร

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

เมื่อ  $r_{tt}$  คือ ความเที่ยง  
 $k$  คือ จำนวนข้อคำถาม  
 $p$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบแต่ละข้อคำถามถูก  
 $q$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบแต่ละข้อคำถามผิด  
 $s^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4.4.6 หาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha- coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) - \left( 1 - \frac{\Sigma s_i^2}{s^2} \right)$$



เมื่อ $\alpha$	คือ	ความเที่ยงของแบบสอบถาม
K	คือ	จำนวนข้อคำถาม
$\sum s_i^2$	คือ	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
$s^2$	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

#### 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน

4.2.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ, 2551, น. 269) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย X
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

4.2.2 วิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ, 2551, น.273) คำนวณจากสูตร (กัญญา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2553, น.9-72)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4.3.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน โดยใช้ t-test for Independent samples คำนวณจากสูตร (กัญญา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2553, น.9-54)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

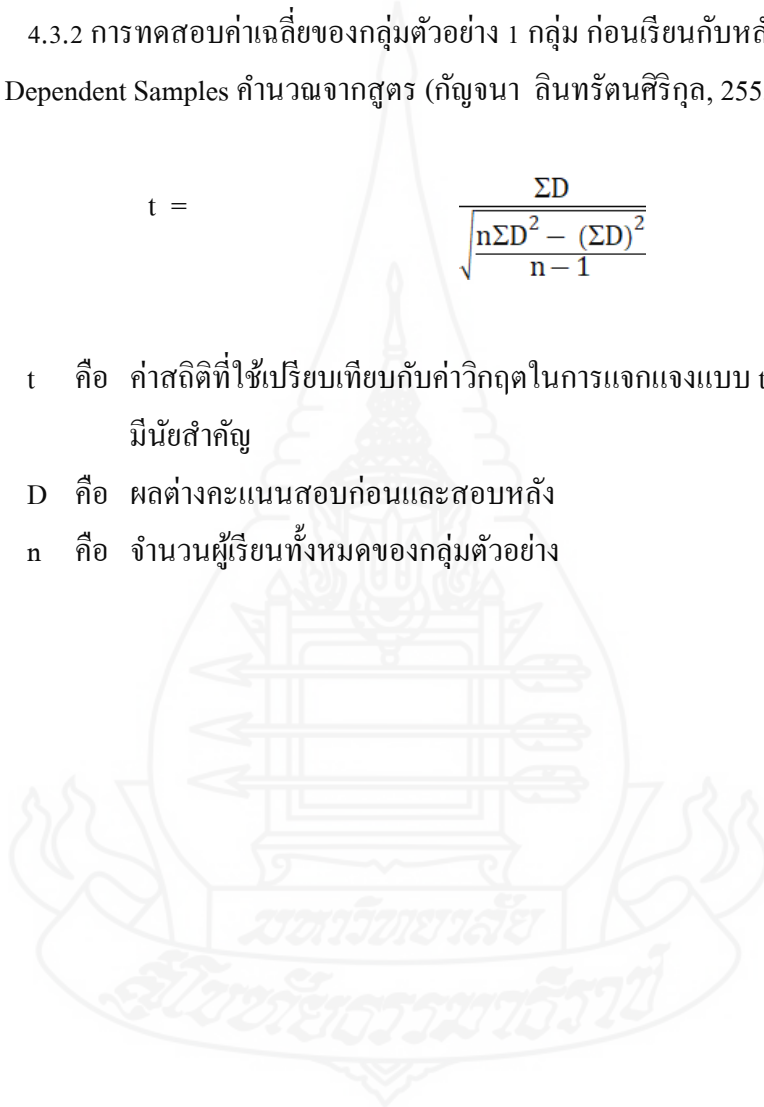
$$\text{โดยที่ } df = n_1 + n_2 - 2$$

- เมื่อ  $\bar{X}_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง  
 $\bar{X}_2$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม  
 $n_1$  คือ จำนวนตัวอย่างกลุ่มทดลอง  
 $n_2$  คือ จำนวนตัวอย่างกลุ่มควบคุม  
 $S_p$  คือ ความแปรปรวนร่วม

4.3.2 การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้  
 t – test for Dependent Samples คำนวณจากสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553, น.9-54)

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

- เมื่อ  $t$  คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ  $t$  เพื่อทราบความ  
 มีนัยสำคัญ  
 $D$  คือ ผลต่างคะแนนสอบก่อนและสอบหลัง  
 $n$  คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษา เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	40	19.23	2.99	18.47*	0.01
กลุ่มควบคุม	34	8.24	2.10		

\*p<.05

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 19.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.99 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 8.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.10 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD**

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	5.23	1.73	-27.71*	0.00
หลังเรียน	40	13.98	1.94		

\*p<.05

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.73 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 13.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.94 ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้อยู่โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และ นักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	40	13.98	1.94	19.57*	0.01
กลุ่มควบคุม	34	5.59	1.74		

\* p<.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 13.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.94 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 5.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.74 ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้อยู่โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้อยู่โดยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีสาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

##### 1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

##### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 *ระเบียบวิธีวิจัย* รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง โดยใช้แบบแผนวัดก่อนและหลังการทดลอง มีกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม The Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design

1.3.2 *ประชากร* ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 120 คน

1.3.3 *กลุ่มตัวอย่าง* ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 74 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม

1.3.4 *ตัวแปรในการวิจัย* ได้แก่

1) *ตัวแปรต้น* คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

2) *ตัวแปรตาม* คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

### 1.4 เครื่องมือในการวิจัย

1.4.1 *เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย* ประกอบด้วย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 7E เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ จำนวน 6 แผนรวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ที่วัดความรู้ด้านสติปัญญาตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ด้านพุทธิพิสัยซึ่งใช้ในการวัด 4 ลำดับขั้นคือ ความจำ (Remember) ความเข้าใจ (Understand) การนำไปใช้ (Apply) และการวิเคราะห์ (Analyze) เป็นแบบวัดความสามารถด้านความรู้ความคิด เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ เป็นวัดแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

3) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดความสามารถที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยข้อสอบแบบอัตนัยแต่ละข้อมีข้อความเกี่ยวกับรูปแบบ

แนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 106-136) โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้มีบทความ รูปภาพหรือคำอธิบายประกอบภาพเกี่ยวกับสถานการณ์โดยที่ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามเป็นด้านต่างๆ ได้ 6 ประเภท ดังนี้ (1) การจำแนกประเภท (2) การอุปมา อุปไมย (3) แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ (4) ความสามารถในการสรุปความ (5) ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ (6) ความสามารถด้านวิเคราะห์ จำนวนข้อสอบ 6 ข้อ

**1.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ดังมีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

2) ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ จำนวน 1 คาบ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คาบ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

3) ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์ โดยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติซึ่งเวลาในการทดลอง กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม

#### **1.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ**

1) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัดของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) วิเคราะห์ค่าความยาก ( $p$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ

3) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ



4) วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน และหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha- coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)

5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานของสมมติฐานข้อที่ 1 โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และการทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples) สมมติฐานข้อที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD โดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample) สมมติฐานข้อที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และการทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

### 1.5 สรุปผลการวิจัย

1.5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ผลที่ได้คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตามสมมติฐานที่กำหนดผลดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ถึงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์

สมมติฐานที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติผลการวิจัยพบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD เป็นกระบวนการเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเป็นการจัดประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนคิด และค้นคว้าด้วยตนเองมีบทบาทในการทำกิจกรรมรู้จักการวางแผนในการทำกิจกรรมอีกทั้งได้ลงมือปฏิบัติจริงจนสามารถสรุปผลของกิจกรรมได้ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 3) ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase/Elaboration Phase) 6) ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรอง (Evaluation Phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) และด้วยบริบทของอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เป็นโรงเรียนพักนอนประจำทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบการจัดการเรียนที่เหมาะสมสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องด้วยนักเรียนมีเวลาส่วนใหญ่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มแบบร่วมมือเทคนิค STAD และใช้การสืบเสาะหาความรู้ (7E) ในการแสวงหาความรู้ร่วมกัน สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 56-57) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุดการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นหาคำความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ดังกล่าวเป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญต่อการเรียนการสอนซึ่งวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของแนว

Constructivism เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองความรู้ที่ได้จะคงถาวร อยู่ในความจำระยะยาว โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้รูปแบบการสอนดังกล่าวด้วยการสะท้อนคำถามให้กับผู้เรียน กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนซึ่งในการสอนจะเริ่มจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยมีการทบทวนความรู้เดิมและเร้าความสนใจให้กับผู้เรียนสอดคล้องกับ วุฒิชัย จารุกัทรกุล (2559, น. 85-86) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) ผลการศึกษาดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุมาจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนทำให้ครูค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ รูปแบบการสอนนี้มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้ผู้เรียนได้คิดค้นคว้าหาข้อมูลนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ และมีขั้นขยายความรู้ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมขยายกรอบความรู้ให้กว้างและลึกซึ่งมากขึ้น นอกจากนี้รูปแบบการสอนนี้ยังเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียน ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนส่งผลให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นสอดคล้องกับ งานวิจัยนุชนาถ อัมพันเสน (2561, น. 89) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค STAD ที่เป็นวิธีการที่ได้จากการนำเอารูปแบบทั้ง 2 แบบคือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มาผนวกรวมกันโดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจและนำเสนอสิ่งที่ต้องเรียนรู้ 3) ขั้นสำรวจ ค้นหา และทำงานกลุ่ม 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผลและรับรองผลงานกลุ่ม และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ดีกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เนื่องจากการที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ที่คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้นอกจากนี้ยังสอดคล้องผลการวิจัยของ หัตยา โรจน์วิรัตน์ (2559) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พบว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สมมติฐานที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสมมติฐานที่ 3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัย พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 2 ข้อ เพราะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการให้เหตุผลเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบโดยงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น.106-136) จำแนกตามความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ออกเป็นด้านต่างๆ ได้ 6 ประเภท ดังนี้ (1) การจำแนกประเภท (2) การอุปมา อุปไมย (3) แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ (4) ความสามารถในการสรุปความ (5) ตัวร่วมหรือตัวต่างข้อสอบ (6) ความสามารถด้านวิเคราะห์ สามารถวัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีเจริญ (2559) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และเพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พบว่าการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ ปราณิ คำภีระ (2562) ทำการศึกษาวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาแบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก

3.1.2 ควรเลือกกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.1.3 ครูผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ครูควรมีการเสริมแรงที่หลากหลายและเหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจให้ทุกคนได้ร่วมคิดร่วมปฏิบัติร่วมแสดงออกทางความคิดให้มากที่สุด

#### 3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การจัดกลุ่มนักเรียนตามเทคนิค STAD โดยกำหนดให้นักเรียนในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันเป็นการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนในการทำวิจัยครั้งต่อไป เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อาจกำหนดให้นักเรียนจัดกลุ่มตามเทคนิค STAD ผ่านระบบออนไลน์

3.2.2 ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD บูรณาการร่วมกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรต่าง ๆ เช่น การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นต้น เพราะเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.2.3 ควรเลือกเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่สอดคล้องกับวัดชี้วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น.106-136) ทั้ง 6 ด้าน เพื่อให้ นักเรียนเกิดทักษะในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น



**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- \_\_\_\_\_. (2546). *แนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่*. กรุงเทพฯ: สำนักงานการทดสอบการศึกษา.
- กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล. (2554). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- กิตติชัย สุชาติโนบล. (2542). *ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กිරติ บุญเจือ. (2550). *ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญฤทัย วงษ์พิทักษ์ นวลจิตต์ เขาวกิตติพงษ์ และ สุทธิดา จำรัส. (2562). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จันทร์ตา ดันติพิศานุกรักษ์. (2543). การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning). *วารสารวิชาการ*, 3(12), 37-45.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยขงค์ พรหมวงศ์. (2523). *เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยชัย คุ่มทวีพร. (2539). *ตรรกวิทยา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและผลิตตำรามหาวิทยาลัยเกริก.
- ชัยยา โพธิ์แดง. (2540). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษารายวิชาเอเซียตะวันออกเฉียงใต้ ในโลกปัจจุบันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยการเรียนแบบร่วมมือ กันเป็นกลุ่มกับการเรียนตามปกติรายงานการวิจัยผลงานทางวิชาการ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม นนทบุรี*.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ พิมพ์ครั้งที่ 1 (พ.ศ.2560). สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2563.
- ติรณา ชุมแสงดร, เอกภูมิ จันทระจันดี, และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2560). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมมูลกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทิสนา แยมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2550). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2551). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญชนก โหน่งกุดหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- นุชนาถ อัมพันแสน. (2561). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวังน้ำเย็นวิทยาคม จังหวัดสระแก้ว. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.



- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, และเสาวลักษณ์ โธมา. (2558). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, นครปฐม.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25-29.
- ประทุม อัครชู. (2547). *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรีสา ลมงาม. (2551). *การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องการบอกการลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD*. (สารนิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ปราณี คำภีระ. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาแบบสืบเสาะหาความรู้ (7Es) เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อส่งเสริมความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 3(7), 54-65.
- พฤกษ์ โปร่งสำโรง. (2549). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- พอหทัย พิพัฒน์ชัยภูมิ, สร้อยพร สว่างเมฆ, และปราณี นางงาม. (2559). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต*. รายงานการสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17.
- พิจิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือราชภัฏพระนคร.
- \_\_\_\_\_. (2544). *การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ*. กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- \_\_\_\_\_. (2547). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.).
- \_\_\_\_\_. (2545). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2557). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พันทิพา ทับเที่ยง. (2550). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ).
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัศราภรณ์ พริกขุผล. (2561). *การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักร ของน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดภูเก็ต*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). *หลักเกณฑ์การใช้เครื่องหมายวรรคตอนและเครื่องหมายอื่น ๆ หลักเกณฑ์การเว้นวรรค หลักเกณฑ์การเขียนคำย่อ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนห้องเรียน สสวท.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี).
- ลือชา ลดาชาติ และลลภา ลดาชาติ. (2561). *จากการรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะสู่สะเต็มศึกษา และการออกแบบ*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(1), 246-257.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- \_\_\_\_\_. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟ .
- วาสนา ไตรวัฒน์ชงไชย. (2543). *การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านและความรับผิดชอบต่อการเรียนภาษาไทยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือตามวิธี STAD กับวิธีการสอนตามคู่มือครู*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และลือชา ลดาชาติ. (2540). *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา).
- \_\_\_\_\_. (2541). *การเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณพร ยิ้มฉาย. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 95-107.
- รวุฒิ ศรีโพธิ์. (2558). *การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506702 นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). *จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน*. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์.
- วุฒิชัย จารุภัทรกุล. (2559). *การศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาชีววิทยาและ พฤติกรรมการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ศิวพร ศรีจรรย์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning management)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2560, จาก [www.bps.sueksa.go.th](http://www.bps.sueksa.go.th).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย โครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: สำนักงานปฏิรูปการศึกษา (องค์การมหาชน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2547). *การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ*. กรุงเทพฯ. \_\_\_\_\_.(2557). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตคูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุรจิตา เศรษฐภักดี. (2547). *ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรเดช ม่วงนิกร. (2551). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนผสมผสานระหว่าง 5E กับ STAD*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). *นวัตกรรมการศึกษา ชุด 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- หัตยา โรจน์วีระรัตน์. (2559). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

- อำพร สิริกันทา. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวของเชเลนกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อุทุมพร จามรมาน. (2540). *ข้อสอบ: การสร้างและการพัฒนา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พินนี่.
- อุษาวดี จันทรสุนธิ. (2553). การรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.
- Anderson, L. W, & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Abruscato, J. (1996). *Teaching children science: A discovery approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bao, et al. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Education Forum*, 323.
- Bybee, R. W. (2002). *Learning Science and the Science of Learning: Science Educators' Essay Collection*. Arlington, Va: National Science Teachers Association.
- Carin, A. A. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. New York: Macmillan Publishing.
- \_\_\_\_\_. (1989). *Teaching science through discovery*. Ontario: Macmillan Publishing.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 7Es Instructional Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- \_\_\_\_\_. (2003). Expanding the 5E Model a proposed 7E model emphasizes transfer of learning and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- \_\_\_\_\_. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 57-59.
- English, F.W. (1992). *Deciding What to Teach and Test*. Newbury Park, CA: Corwin. Meredith D. Gall,
- Joyce, B.R., Weil, M., and Calhoun, E. (2007). *Model of teaching*. 8<sup>th</sup> ed. USA: Pearson Education, Inc. Friedler, Y., Nachmias, R., and Linn, M. C. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 173-191.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Florida: Holt, Rinehart and Winston.

- Johnson, D. W. and A. Johnson. (1994). *Circle of learning: Cooperation in the classroom*. Washington, DC: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Hemmerich, H., Lim, W. and Neel, K. (1997). *Primetime!: Strategies for lifelong learning in mathematics and science in the middle and high school grades*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hogan, K. (1999). Thinking Aloud Together: A Test of an Intervention to Foster Students' Collaborative Scientific Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1085-1109.
- Karplus, W. J. (1967). Analog methods: computation and simulation [by] Walter J. Karplus [and] Walter.
- W. Soroka. United States, North America: New York, McGraw-Hill.
- Klopfer, L.E. 1971. Evaluation of Learning in Science, *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw – Hill Book Company, 574 – 580.
- Lawson, A. E. (1985). A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 569-617.
- \_\_\_\_\_. (1995). *Science Teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth Publishing.
- \_\_\_\_\_. (2009). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Journal of Research in Science Teaching*, 94, 336-364.
- Learning A. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*.
- Lim, B.-R. (2004). Challenges and Issues in designing inquiry on the web. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 627-643.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. and Novak, J.D. (1997). Meaningful Learning in Science: The Human Constructivist Perspective in Phye, G.D. *Handbook of academic learning: construction of knowledge*. 445-447. Ca: Academic.
- Nolen-Hoeksema, S. (2007). *Abnormal Psychology*. McGraw Hill Higher Education.

- Ozlem, M. (2006). *The Effect of 7E Learning Cycle Model on the Improvement of Fifth Grade Students' Critical Thinking Skills*. Doctoral dissertation, Science Education, Middle East Technical University.
- Renner, J. W., & Stafford, D. G. (1973). *Teaching science in the elementary school*. NY: Harper & Row.
- Rowley, E. N. (2007). The Effects Conceptual Chang Coupled-inquiry Cycle Investigation on Student Understanding of the Independence of Mass in Rolling Motion on Incline Plan. *Dissertation Abstract International*, 68(01).
- Slavin, R. E., Madden N. A., and Steven, R. J. (1990). Cooperative Learning Models for the 3R's. *Education Leadership*, 47(4), 22-28.
- \_\_\_\_\_. (1990). *Cooperative Learning*. New Jersey: Prentice-Hall. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research and Practices Massachusetts*. New Jersey: Prentice-Hall.
- \_\_\_\_\_. (1994). *Educational psychology theory and practice*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Somers, R.L. (2005). Putting down roots in environmental literacy: A study of middle school student' participation in Louisiana sea grant's coastal roots project. [Online] Available from: [http:// etd.lsu.edu/docs/available/etd04142005-104733/unrestricted/Somers\\_thesis.pdf](http://etd.lsu.edu/docs/available/etd04142005-104733/unrestricted/Somers_thesis.pdf). [2012, December 15].
- Thurber, W.A. and Collette, A.T. (1966). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. 2<sup>nd</sup> ed. New Delhi: Prentice – Hall of India.
- Waugh, N.C., & Norman, D.A. (1965). Primary memory. *Psychological Review*, 72(2), 89-104.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ



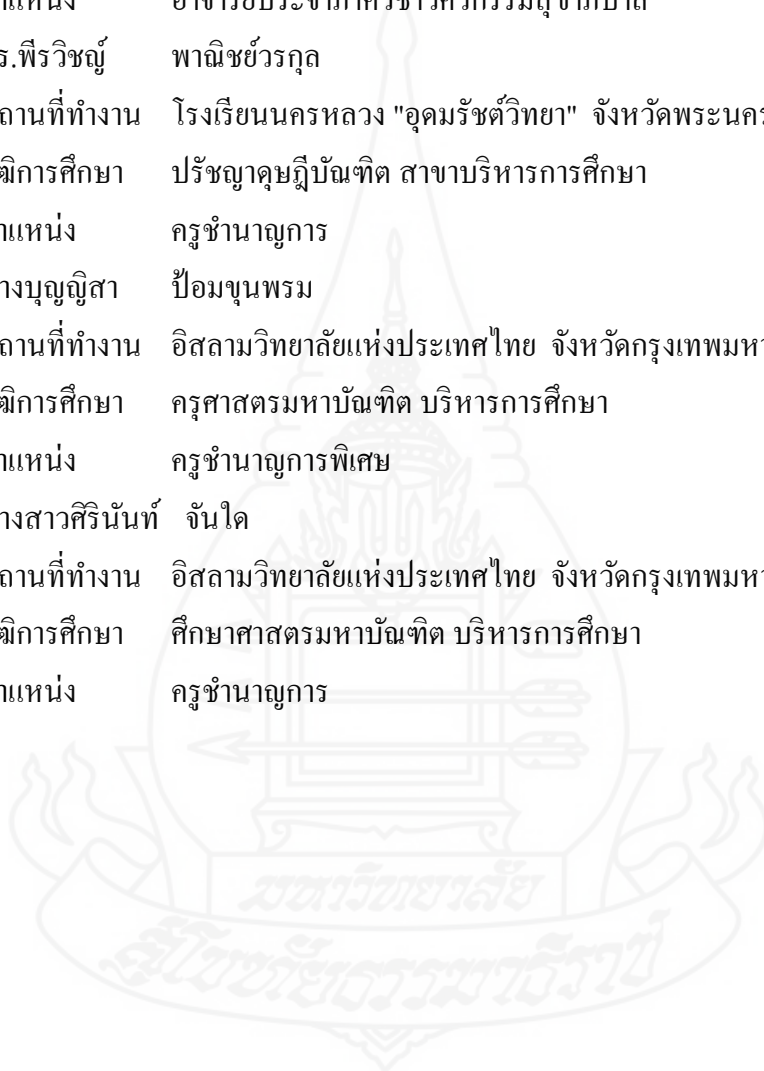


ภาคผนวก ก

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.กมลวัฒน์ นาคะสรรค์  
 สถานะที่ทำงาน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล  
 วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรนานาชาติ)  
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
2. ดร.พีรวิชญ์ พาณิชยวรรกุล  
 สถานะที่ทำงาน โรงเรียนนครหลวง "อุดมรัชต์วิทยา" จังหวัดพระนครศรีอยุธยา  
 วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
3. นางบุญญาธิสา ป้อมขุนพรหม  
 สถานะที่ทำงาน อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต บริหารการศึกษา  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
4. นางสาวศิรินันท์ จันได  
 สถานะที่ทำงาน อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
 วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บริหารการศึกษา  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการ





ที่ อว ๐๖๐๒.๑๖ (บ)/๓๑๐

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.กมลวัฒน์ นาคะสรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๗E ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานครตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๓-๕๒๙-๗๗๕๕



ที่ อว ๐๖๐๒.๑๖ (บ)/๓๑๐

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย  
เรียน ว่าที่ร้อยตรี ดร.พรวิชญ์ พาณิชยร์กุล  
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเบญจรัตน์ พิซพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๗E ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานครตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วิฒนกุลเจริญ)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๓-๕๒๙-๗๗๕๕



ที่ อว ๐๖๐๒.๑๖ (บ)/๓๑๐

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๕ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวศิรินันท์ จันได

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเบญจรัตน์ พิซพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ๗E ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ อีสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานครตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๓-๕๒๙-๗๗๕๕

**ภาคผนวก ข**

แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

ร่วมกับเทคนิค STAD



แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

แผนที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยา (รหัสวิชา ว31243)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ระยะเวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

ผู้สอน นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีการเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้
2. วัดขนาดโดยเปรียบเทียบภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้
3. อธิบายวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้อง
4. เลือกใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ได้อย่างถูกต้อง
5. อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
6. บอกหน้าที่ของออร์แกเนลล์ได้

4. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<ul style="list-style-type: none"> <li>- กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและรายละเอียดโครงสร้างของเซลล์</li> <li>- กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเชิงประกอบ และกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอออสคัลเลอร์ในการทำให้เกิดภาพขยาย</li> <li>- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำให้เกิดภาพขยาย โดยออสคัลเลอร์แม่เหล็กไฟฟ้ารวมลำแสงอิเล็กตรอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดส่องผ่านและชนิดส่องกราด</li> <li>- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้แสงต้องมีวิธีการเตรียมที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการศึกษา</li> </ul>	<p>พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา</p>

## 5. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ทฤษฎีเซลล์มีใจความว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์ เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ทุกชนิด การศึกษาเซลล์จำเป็นต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการขยายภาพ ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ได้โดยกล้องจุลทรรศน์มีทั้งแบบที่ใช้แสงและแบบอิเล็กตรอน ซึ่งแต่ละแบบมีประสิทธิภาพและกำลังขยายแตกต่างกัน

## 6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	3. มุ่งมั่นในการทำงาน
2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน	
3) ทักษะการตรวจสอบสมมติฐาน	
4) ทักษะการสำรวจค้นหา	
5) ทักษะการระบุ	
6) ทักษะการเปรียบเทียบ	
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

### 7.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม

ครูสอบถามนักเรียนเรื่องการจำแนกเซลล์องค์ประกอบของเซลล์เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนเคยศึกษามาก่อนเพื่อทบทวนความรู้และกระตุ้นการคิด (การทราบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนทำให้มีประโยชน์ในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้) ประเด็นคำถามเช่น

- เราสามารถจำแนกเซลล์ออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ในการแบ่งเซลล์ตามโครงสร้างของนิวเคลียส เซลล์จะมี 2 ประเภท คือ เซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต



**1. เซลล์โพรคาริโอต (prokaryotic cell)** เป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส หรือไม่มีเยื่อหุ้ม นิวเคลียส และไม่มีออร์แกเนลล์ชนิดที่มีเยื่อหุ้ม โครโมโซมและสารต่างๆ จะลอยอยู่ในไซโทพลาสซึม เช่น แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

**2. เซลล์ยูคาริโอต (eukaryotic cell)** เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส โดยนิวเคลียสมีเยื่อหุ้ม ล้อมรอบมีออร์แกเนลล์ชนิดที่มีเยื่อหุ้ม โครโมโซมมีองค์ประกอบซับซ้อน พบในเซลล์พืช เซลล์สัตว์ สาหร่ายต่างๆ (ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) โปรโตซัว เห็ด รา และ ยีสต์

- ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนจากการประเมินก่อนเรียน โดยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

## 7.2 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครุณาภาพที่แสดงถึง โครงสร้างร่างกายสิ่งมีชีวิตซึ่งประกอบไปด้วยระบบอวัยวะ เนื้อเยื่อ และเซลล์โดยนำภาพจากอินเทอร์เน็ตทำเป็นใบความรู้เรื่องแผนภาพ โครงสร้างร่างกายสิ่งมีชีวิตมาให้นักเรียนพิจารณาจากนั้นครุณาอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
2. ครุณาภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ดำรงชีวิตอย่างอิสระ โดยอาจหาภาพจากอินเทอร์เน็ตทำใบความรู้เรื่อง แผนภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมาให้นักเรียนพิจารณาจากนั้นตั้งคำถามจากภาพ เช่น จากภาพมีสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกี่ชนิดอะไรบ้าง

## 7.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน

ครุณากระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยการเปิดภาพยนตร์สารคดีสั้น TWIG เรื่อง เซลล์ <https://www.twig-aksorn.com/film/glossary/cell-6639/> ให้นักเรียนดู

1. ครุณาอภิปรายว่า จากภาพและภาพยนตร์ที่ให้นักเรียนพิจารณาจะเห็นได้ว่า เซลล์ของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระ หรือเป็นองค์ประกอบของร่างกายสิ่งมีชีวิต จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของเซลล์

2. ครุณาแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลาง 2-3 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งชื่อกลุ่มของตน จากนั้นครุณาชี้แจงการทำงานของกลุ่มให้นักเรียนทราบว่านักเรียนต้องร่วมมือกันทำงานกลุ่มช่วยกันอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจตรงกันทุกคนให้ช่วยกันแก้ปัญหาในกลุ่ม

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนศึกษาเรื่องทฤษฎีเซลล์ จากหนังสือเรียนชีววิทยา ม.4-6 เล่ม 1 จากนั้นร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อโดยกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 เป็นผู้ประสานงานมีหน้าที่ดูแลสมาชิกทุกคนให้ร่วมมือกันทำงานตามเป้าหมาย และตามเวลาที่กำหนด

นักเรียนคนที่ 2 ผู้จัดการด้านความรู้มีหน้าที่วางแผนสำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และสรุปองค์ความรู้

นักเรียนคนที่ 3 ผู้บันทึกข้อมูลมีหน้าที่จดบันทึกข้อมูลที่สืบค้นมาสรุปมาเป็นความรู้

นักเรียนคนที่ 4 ผู้นำเสนอข้อมูลเป็นผู้ออกแบบการนำเสนอการรายงานผล

นักเรียนคนที่ 5 ผู้รับผิดชอบดูแลรวบรวมใบงานตรวจสอบความสมบูรณ์ของเอกสารใบงาน

4. ครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น

- เซลล์คืออะไร (แนวตอบ : เซลล์ คือ หน่วยโครงสร้างพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การศึกษาเรื่องกล้องจุลทรรศน์ เช่น

- นักเรียนเคยเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าหรือไม่ (แนวตอบ : นักเรียนส่วนมากอาจตอบว่าไม่เคย เพราะเซลล์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งต้องศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ แต่นักเรียนบางคนอาจตอบว่า เคย เช่น เซลล์ไข่ของไก่ นก เต่า เป็นต้น)

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเรื่องกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงจากหนังสือเรียนชีววิทยาม.4-6 เล่ม 1 และนักเรียนทุกกลุ่มได้ทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ครูจัดเตรียมไว้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ตามวิธีการที่ได้ศึกษามาในเบื้องต้นอย่างถูกต้องจากนั้นร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน

#### 7.4 ชั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยมีแนวการตอบคำถาม ดังนี้

- โครงสร้างภายในของเซลล์ที่นักเรียนศึกษาเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
(แนวตอบ : ต่างกัน โดยเซลล์พืชมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมและมีผนังเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์มีรูปร่างค่อนข้างกลมและไม่มีผนังเซลล์)
- จากกิจกรรมเมื่อนำสไลด์ตัวอย่างไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หากใช้กำลังขยายต่างกัน จะทำให้เห็นภาพลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร  
(แนวตอบ : ต่างกัน โดยหากใช้กำลังขยายต่ำจะเห็นเซลล์จำนวนมากแต่เห็นรายละเอียดภายในไม่ชัดเจนแต่เมื่อใช้กำลังขยายสูง จะเห็นเซลล์จำนวนน้อย แต่สามารถเห็นรายละเอียดของเซลล์ได้ชัดเจนมากขึ้น)

### 7.5 ขั้ขยายความรูู้

1. ครูใ้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการไหลของไซโทพลาซึมในเซลล์ โดยการทำใบงานเรื่อง การไหลของไซโทพลาซึม
2. ครูถามนักเรียนว่าจากการศึกษาโครงสร้างภายในขนาดของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และจากประจักษ์พยานที่ได้ค้นพบความรู้ที่ตรงกับทฤษฎีเซลล์ที่ศึกษาไปแล้วหรือไม่
3. ครูมอบหมายการบ้านใ้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือชีววิทยา ม.4 เล่ม 1

### 7.6 ขั้ทดสอบประเมินผล และรับรองผล

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละกลุ่ม
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำงาน
3. ครูวัดและประเมินการปฏิบัติการจากการทำกิจกรรม เรื่อง การศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์ และเรื่อง การหาค่าล้างขยายของภาพและขนาดของวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์
4. ครูวัดและประเมินการปฏิบัติการ จากการทำใบงาน เรื่อง การไหลของไซโทพลาซึม
5. ครูตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัด
6. ครูตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม แล้วจัดอันดับกลุ่ม และมอบรางวัลใ้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด

### 7.7 ขั้นำความรู้ไปใช้

1. ครูกระตุ้นใ้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสามารถนำความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์มาประยุกต์ใ้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

(แนวการตอบ การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ทำให้ทราบในเซลล์มีองค์ประกอบเป็นสารชีวโมเลกุลดังนั้นนักเรียนควรเลือกรับประทานอาหารที่มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิดเพื่อทำให้เซลล์ทำงานได้อย่างปกติ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์การดูแลสุขภาพได้อีกด้วย)

## 8. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
8.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ประเมินตามสภาพจริง
8.2 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) เซลล์และหน้าที่ของเซลล์	- ประเมินการปฏิบัติการจากใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงาน และแบบประเมินการปฏิบัติการ - แบบฝึกหัด	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## 9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

## 9.1 สื่อการเรียนรู้

หนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ใบงานเรื่อง การไหลของไซโทพลาซึม

ใบความรู้เรื่อง แผนภาพโครงสร้างร่างกายสิ่งมีชีวิต

ใบความรู้เรื่อง แผนภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

PowerPoint เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

ภาพยนตร์สารคดีสั้น TWIG เรื่อง เซลล์

แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

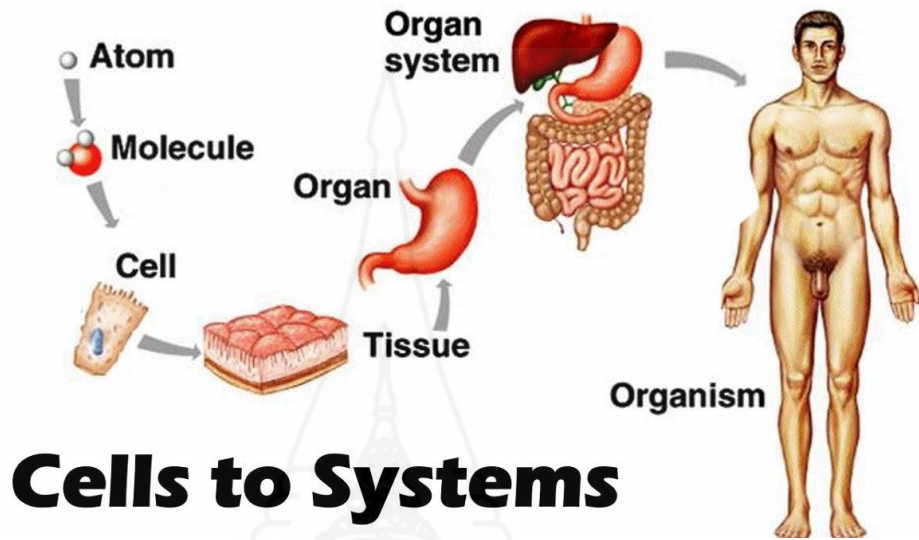
## 9.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) บริเวณโรงเรียน



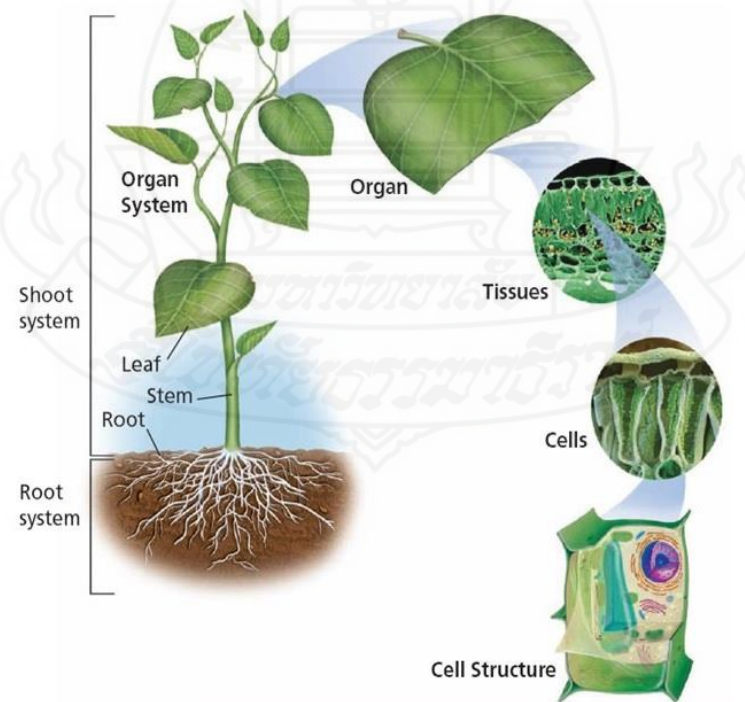
# ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง แผนภาพโครงสร้างร่างกายสิ่งมีชีวิต



## Cells to Systems

ที่มาของภาพ : <https://pmgbiology.com/2015/03/20/levels-of-organisation-a-understanding-for-igcse-biology/>



ที่มาของภาพ : <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7039-plant-structure>

## ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง แผนภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

---



ที่มาของภาพ : <http://konhuodee.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>

**ใบงานที่ 1**  
เรื่อง การไหลของไซโทพลาซึม  
กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 4. .... |
| 2. .... | 5. .... |
| 3. .... | 6. .... |

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนศึกษาการไหลของไซโทพลาซึม ตามขั้นตอน ดังนี้

**วิธีดำเนินการ**

1. หยดน้ำ 1 หยด ลงบนสไลด์ จำนวน 2 สไลด์
2. นำใบสาหร่ายหางกระรอก ใบอ่อน 1 ใบ และใบแก่ 1 ใบ วางลงบนสไลด์ ใบละ 1 สไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
3. นำสไลด์ไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะการไหลของไซโทพลาซึมในใบทั้งสอง
4. อภิปรายและตอบคำถามท้ายกิจกรรม

**คำถามท้ายกิจกรรม**

1. สังเกตการไหลของไซโทพลาซึมได้อย่างไร  
.....  
.....  
.....
2. การไหลของไซโทพลาซึมในใบอ่อนกับใบแก่มีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร  
.....  
.....  
.....



แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- หน่วยที่เล็กที่สุดที่ทำหน้าที่ในการดำรงชีวิตอย่างสมบูรณ์ ได้แก่ข้อใด
  - เซลล์
  - นิวเคลียส
  - โมเลกุลของโปรตีน
  - เม็ดคลอโรพลาสต์
- ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูวัตถุโดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40X และถ้าเลนส์ใกล้ตามีกำลังขยาย 10X จะขยายวัตถุได้กี่เท่า
  - 30 เท่า
  - 40 เท่า
  - 50 เท่า
  - 400 เท่า
- สารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ มีอยู่ในส่วนใดของเซลล์
  - นิวเคลียส
  - เยื่อหุ้มเซลล์
  - ไซโทพลาซึม
  - คลอโรพลาสต์
- พืชสามารถสร้างอาหารเองได้เพราะในไซโทพลาซึม มีสารชนิดใด
  - ไรโบโซม
  - นิวเคลียส
  - คลอโรพลาสต์
  - ไมโทคอนเดรีย
- เพราะเหตุใด เซลล์สัตว์ส่วนมากจึงมีรูปร่างไม่แน่นอน และไม่สามารถคงรูปอยู่ได้
  - เพราะมีแวกิวโอล
  - เพราะไม่มีผนังเซลล์
  - เพราะมีเยื่อหุ้มเซลล์
  - เพราะไม่มีคลอโรพลาสต์
- เหตุผลใดที่จัดให้เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติเป็น เยื่อเลือกผ่าน
  - ยอมให้โมเลกุลของสารทุกชนิดผ่านได้
  - ยอมให้โมเลกุลของสารบางชนิดเท่านั้นผ่านได้
  - ยอมให้โมเลกุลของสารผ่านออกมาได้แต่ผ่านเข้าไปไม่ได้
  - ยอมให้โมเลกุลของสารผ่านเข้าไปได้แต่ผ่านออกมาไม่ได้
- ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่ช่วยให้เซลล์สามารถดำรงสภาพอยู่ได้อย่างปกติ
  - นิวเคลียส
  - เยื่อหุ้มเซลล์
  - ผนังเซลล์
  - ไซโทพลาซึม
- เซลล์จะเก็บสะสมสารต่างๆ ไว้ในโครงสร้างใด
  - แวกิวโอล
  - กอลจิบอดี
  - ไมโทคอนเดรีย
  - คลอโรพลาสต์

## 9. ข้อความใดกล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. เซลล์พืชมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม เพราะไม่มีผนังเซลล์
- ข. ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีสิ่งเหมือนกัน คือคลอโรพลาสต์
- ค. เซลล์พืชมีแวกิวโอลขนาดใหญ่ ส่วนเซลล์สัตว์มีแวกิวโอลขนาดเล็ก
- ง. เซลล์สัตว์มีลักษณะอ่อนนุ่ม เพราะผนังเซลล์ประกอบด้วยสาร โปรตีน

## 10. ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างใดที่มีขนาด แตกต่างกันอย่างชัดเจน

- ก. นิวเคลียส
- ข. แวกิวโอล
- ค. โครโมโซม
- ง. เยื่อหุ้มเซลล์

\*\*\*\*\*



### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความ คิดเห็น			การ ยอมรับฟัง คนอื่น			การทำงาน ตามที่ ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วม ในการ ปรับปรุง ผลงาน กลุ่ม			รวม 15 คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคี ประองคอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้อ้างอิงข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

บันทึกผลหลังสอน หรือการจัดกิจกรรม

1. การใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....  
.....

ด้านทักษะ

.....  
.....

ด้านเจตคติ

.....  
.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....  
.....

2. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....  
.....

ลงชื่อ.....

( ..... )





ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้  
แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับ  
เทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	4	4	4	5	4.3	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตาม กรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	4	5	4	4.3	ดีมาก
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอทเรียน และ ทำงานร่วมกัน	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	4	4	4	4	4	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	4	5	4	4	4.3	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	4	4	5	4.3	ดีมาก
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	4	4	4	5	4.3	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	5	4	4.8	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	5	5	4	4	4.5	ดีมาก
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	4	4	4	4	4	ดีมาก
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4.8	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก



ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	4	5	4	4.3	ดี
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน	4	5	4	4	4.3	ดี
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	4	5	4.8	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	3	5	5	4	4.3	ดี
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4	4.3	ดี
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม้ออกซิเจน

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	4	5	4	4	4.3	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	4	5	4	4.3	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน	4	5	4	4	4.3	ดีมาก
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	4	5	4	4	4.3	ดีมาก
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	3	5	4	5	4.3	ดีมาก
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4	4.5	ดีมาก
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4.8	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	3	5	4	5	4.3	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	4	5	5	4.5	ดีมาก
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน	4	5	4	4	4.3	ดีมาก
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	5	4	5	5	4.8	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	5	5	4	4	4.5	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	5	5	4	4	4.5	ดีมาก
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	4	4	5	5	4.5	ดีมาก
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

รายการที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\bar{x}$	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
2. สาระสำคัญกับเนื้อหา	4	5	4	4	4.3	ดี
3. กิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามกรอบเอกสารหมายเลข 1						
3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	5	5	4.8	ดีมาก
3.3 ขั้นสำรวจค้นคว้านำเสนอบทเรียน และทำงานร่วมกัน	4	4	4	5	4.3	ดี
3.4 ขั้นอธิบายผล และลงข้อสรุป	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.5 ขั้นขยายความรู้	4	5	5	4	4.5	ดีมาก
3.6 ขั้นทดสอบประเมินผล และรับรองผล	4	5	4	4	4.3	ดี
3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	4	4	5	5	4.5	ดีมาก
4. กิจกรรมกับรายการสื่อและแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4	4.3	ดี
5. การวัดและประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4.5	ดีมาก
รวม					4.5	ดีมาก



ภาคผนวก ง

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา  
ความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์

**แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

**คำชี้แจง**

1. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์ และการทำงานของเซลล์
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 25 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ - สกุล ชั้น/ห้อง เลขที่สอบ และข้อมูลต่างๆ ในกระดาษคำตอบให้ครบถ้วน
4. นักเรียนไม่อนุญาติให้นำข้อสอบออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด
5. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวทำเครื่องหมาย (×) ลงในกระดาษคำตอบ

(นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธุ์)

ผู้ออกข้อสอบ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว  
แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 25 ข้อ

แผนภาพแสดงการเตรียมสไลด์เยื่อหุ้มใช้ตอบคำถามข้อที่ 1



ภาพ 1



ภาพ 2



ภาพ 3

ที่มาภาพ: คู่มือเตรียมสอบชีววิทยาเล่ม 1 หน้า 328 (อ.เกษม ศรีพงษ์)

- จงบอกขั้นตอนการเตรียมสไลด์ เพื่อศึกษาเยื่อหุ้มที่ถูกต้องควรมีขั้นตอนตามลำดับภาพอย่างไร
  - ภาพ 1, 2, 3
  - ภาพ 2, 1, 3
  - ภาพ 1, 3, 2
  - ภาพ 2, 3, 1
- อักษร “ง” มีขนาดจริง 20 ไมโครเมตร เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ซึ่งมีกำลังขยายเลนส์ใกล้ตา 10 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุ 40 เท่า จะเห็นภาพเป็นอย่างไร
  - ง ขนาด 8 มิลลิเมตร
  - ง ขนาด 0.8 มิลลิเมตร
  - ง ขนาด 4 มิลลิเมตร
  - ง ขนาด 0.4 มิลลิเมตร
- ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งโดยใช้เลนส์ใกล้ตาที่มีกำลังขยาย 20 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 100 เท่า สามารถมองเห็นจุลินทรีย์ดังกล่าวยาว 100 ไมโครเมตร ขนาดจริงของจุลินทรีย์เท่าใด
  - 0.5 นาโนเมตร
  - 5.0 นาโนเมตร
  - 50 นาโนเมตร
  - 0.5 ไมโครเมตร

4. จงอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไรในการเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์ภายหลังจากที่ส่องดูวัตถุด้วยกำลังขยาย 40X

- 1) เลื่อนสไลด์บนแท่งวางวัตถุอย่างระมัดระวัง
- 2) เลื่อนกลิ้งขึ้นให้ห่างสไลด์ด้วยปุ่มปรับภาพหยาบ
- 3) เปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุจากกำลังขยาย 40X เป็น 10X 4) ทำความสะอาดแท่งวางวัตถุ และเลนส์ใกล้วัตถุ

ข้อใดคือขั้นตอนการปฏิบัติที่ถูกต้อง

ก. 3 → 2 → 1 → 4

ข. 2 → 1 → 3 → 4

ค. 2 → 3 → 1 → 4

ง. 1 → 2 → 3 → 4

5. ในขณะที่ศึกษาการเคลื่อนที่ของพารามีเซียมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ หากเห็นพารามีเซียมเคลื่อนที่ไปทางซ้าย และหายไปจาก Field นักเรียนจงอธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ถูกต้อง

ก. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียด

ข. เปลี่ยนใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูง

ค. เลื่อนสไลด์ไปทางขวามือ

ง. ปรับแสงพร้อมเลื่อนสไลด์ไปทางซ้ายมือ

6. กำหนดให้

1) กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบธรรมดา

2) กล้องแบบใช้แสงแบบสเตอริโอ

3) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

4) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ถ้าต้องการศึกษารายละเอียดของพื้นผิวหรือโครงสร้างภายนอกของวัตถุ ควรเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใด

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 2 และ 4

ง. ข้อ 3 และ 4

7. ข้อใดเป็นการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ไม่ถูกต้อง

ก. การใช้ปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อต้องการให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น

ข. ทุกครั้งที่หมุนปุ่มปรับภาพหยาบต้องระวังไม่ให้สไลด์ชนกับเลนส์ใกล้วัตถุ

ค. การใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100X ต้องหยคน้ำมันลงบนแผ่นกระจกปิดสไลด์

ง. การเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุ ควรหมุนที่จานหมุนเลนส์จากกำลังขยายสูงสุดไปต่ำสุด



8. ข้อใดอธิบายสมบัติ และหน้าที่ของผนังเซลล์ (cell wall) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ได้ถูกต้อง

- ก. ผนังเซลล์ (cell wall) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ยอมให้สารบางชนิดผ่าน
- ข. ผนังเซลล์ (cell wall) และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ยอมให้สารแทบทุกชนิดผ่าน
- ค. ผนังเซลล์ (cell wall) ไม่ยอมให้สารผ่าน และเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ยอมให้สารทุกชนิดผ่าน
- ง. ผนังเซลล์ (cell wall) ยอมให้สารทุกชนิดผ่านและเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ยอมให้สารบางชนิดผ่านเท่านั้น

ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9

“ไวรัสโคโรนา” เป็นไวรัสที่จัดอยู่ในวงศ์ที่ใหญ่ที่สุดในบรรดาไวรัสทั้งหมด ถูกพบครั้งแรกในช่วงปี 1960 “โคโรนา” ในภาษาละตินมีความหมายว่า มงกุฏ เนื่องจากส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นว่าไวรัสชนิดนี้มีลักษณะคล้ายมงกุฏ มีหน่วยอนุภาคของสารที่ประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิดดีเอ็นเอ หรือ อาร์เอ็นเอกระจายอยู่ในเซลล์ และห่อหุ้มโปรตีนคลุมด้วยกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเป็นมีลักษณะปุ่มๆ ยื่นออกไปจากอนุภาคไวรัส ไวรัสโคโรนาเป็นไวรัสที่สามารถกลายพันธุ์ได้ง่าย

ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

<https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/13054-covid-19>

9. จงบอกหน้าที่ของ โปรตีน และกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเป็นมีลักษณะปุ่มๆ ยื่นออกมาจากเซลล์ไวรัส

- ก. สร้าง DNA และ RNA
- ข. ลำเลียงสารเข้าภายในเซลล์
- ค. ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- ง. ช่วยให้ไวรัสเข้าไปยึดเกาะในเซลล์ได้

10. หากเปรียบเทียบเซลล์ 1 เซลล์เท่ากับร่างกายของคนแล้วนิวเคลียสมีหน้าที่เป็นหัวใจ จงบอกไลโซโซมเทียบได้กับอวัยวะใดในร่างกาย

- ก. ไต
- ข. ตับ
- ค. สมอง
- ง. กระเพาะอาหาร

11. Organelles ใดทำหน้าที่ให้ดอกไม้ ใบไม้ และผลไม้มีสีสันสวยงามเนื่องจากมีสารพวกแคโรทีนอยด์

- ก. Leucoplast
- ข. Chloroplast
- ค. Chromoplast
- ง. Mitochondria

12. ข้อใดสรุปหลักการแพร่ (diffusion) ได้ถูกต้อง

- ก. การเคลื่อนที่ของสารสองบริเวณที่เท่ากัน

- ข. การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ
- ค. การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ ไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูง
- ง. การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ ไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ
13. การทดลองในตอนที่ 1 เทแอมโมเนีย 1 ซ้อนใส่จานวางไว้ในห้องที่ปิดสนิทในไม่ช้าห้องนั้นก็จะได้กลิ่นแอมโมเนียส่วนการทดลองตอนที่ 2 เทแอมโมเนีย 1 ซ้อน ใส่จานวางไว้ในห้องที่ปิดสนิทแล้วใช้พัดลมเป่าผ่านจากนั้นคนในห้องจะได้กลิ่นแอมโมเนียอย่างรวดเร็ว การแพร่ของแอมโมเนียในที่นี้สรุปได้ว่าอย่างไร
- ก. โมเลกุลของแอมโมเนียเคลื่อนที่แทรกผ่านตัวกลางไปเอง
- ข. โมเลกุลของแอมโมเนียเคลื่อนที่แทรกผ่านตัวกลางไปเอง ช้ากว่าการเคลื่อนที่โดยมีตัวกลางพาไป
- ค. โมเลกุลของแอมโมเนียเคลื่อนที่โดยมีตัวกลางพาไป
- ง. โมเลกุลของแอมโมเนียเคลื่อนที่โดยการเป่าของพัดลมเท่านั้น
14. นำเซลล์ไปแช่ในสารละลาย isotonic solution เซลล์จะมีลักษณะอย่างไร
- ก. เซลล์เหี่ยวแฟบลง
- ข. แบ่งเซลล์เป็นสองส่วน
- ค. เซลล์จะขยายขนาดเต่งออก
- ง. เซลล์คงรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง
15. Exocytosis เป็นการลำเลียงสารแบบใด
- ก. การลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าในเซลล์
- ข. การลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกนอกเซลล์
- ค. การลำเลียงสารขนาดเล็กกลับไปมาในเซลล์
- ง. การลำเลียงสารขนาดเล็กภายในไมโทคอนเดรีย
16. การกินของเซลล์ คือการลำเลียงสารเข้า ด้วยวิธีใด
- ก. Phagocytosis
- ข. Pinocytosis
- ค. Endocytosis
- ง. Active transport
17. การหายใจแบบใช้ออกซิเจนมีกระบวนการ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นบริเวณใดของเซลล์ตามลำดับ
- ก. เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย (cristae) ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย (matrix)

- ข. ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย (cristae) เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย (matrix)
- ค. ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย (matrix) เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย (cristae)
- ง. เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย (matrix) ไซโทพลาซึม (cytoplasm)เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย (cristae)
18. แก๊สออกซิเจนมีบทบาทในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนอย่างไร
- ก. เป็นแหล่งพลังงานสูงที่ผลิตได้
- ข. เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย
- ค. เป็นตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอนตัวแรก
- ง. เป็นตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย
19. ถ้ำร่างกายไม่ได้รับออกซิเจนกระบวนการหายใจจะหยุดในระยะใด
- ก. ไกลโคไลซิส
- ข. วัฏจักรเครบส์
- ค. การถ่ายทอดอิเล็กตรอน
- ง. การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ
20. ในกระบวนการสลายกลูโคสของยีสต์ถ้าหากขาดออกซิเจนเพื่อมารับ ไฮโดรเจน สิ่งที่เกิดขึ้นคือ
- ก. จะได้กรดแลกติก และ  $\text{CO}_2$
- ข. จะได้อีทิลแอลกอฮอล์ และ  $\text{CO}_2$
- ค. กระบวนการจะหยุดแค่กรดไพรูวิก
- ง. ปฏิกิริยาจะหยุดแค่การถ่ายทอดอิเล็กตรอน
21. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ และกระบวนการหมักกรดแลกติกเหมือนกันในข้อใด
- ก. ผลิต  $\text{CO}_2$  เหมือนกัน
- ข. มีขั้นตอนไกลโคไลซิสเหมือนกัน
- ค. เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
- ง. เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดเดียวกัน

### จากข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 22

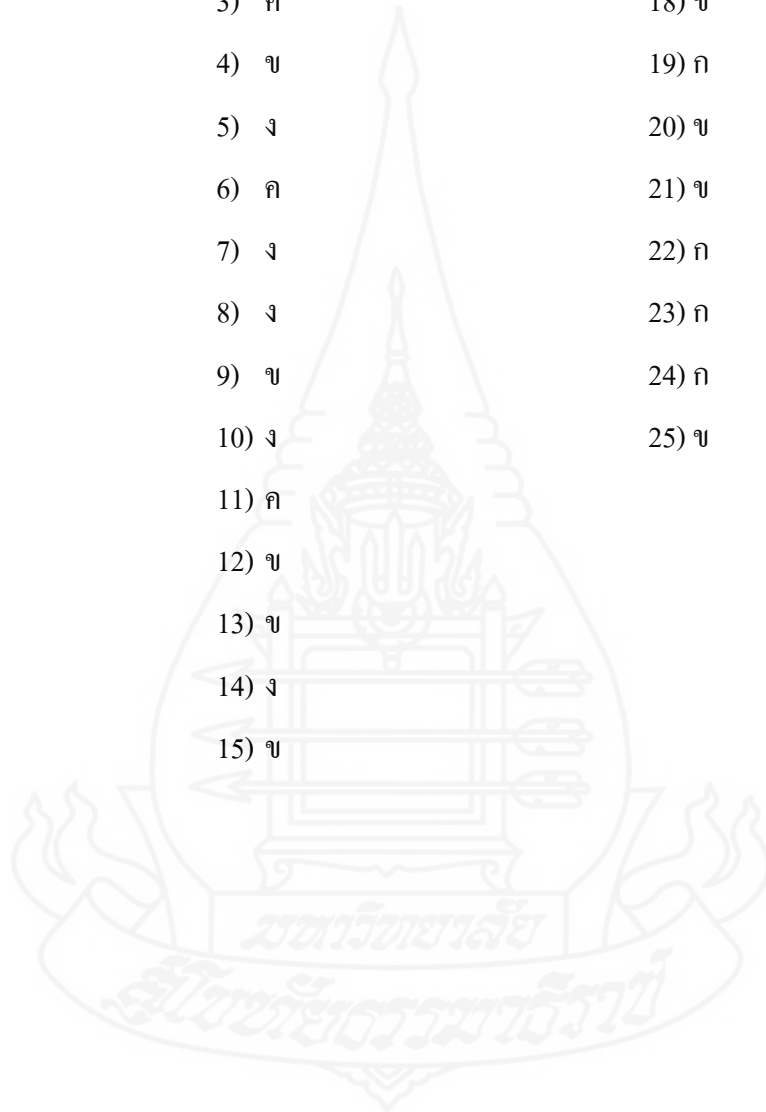
ถ้าผิวหนังเป็นแผลร่างกายสามารถรักษาหายได้ภายใน 2-3 วัน ถ้าขาหักกระดูกสามารถเชื่อมต่อกันได้รวมทั้งเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของมนุษย์สามารถรักษาตัวเองได้ด้วยเซลล์ที่เรียกว่า Stem Cells เซลล์ชนิดนี้เริ่มเกิดมาในช่วงที่เริ่มเป็นเอ็มบริโอเซลล์เหล่านี้สามารถสร้างขึ้นมาได้เหมือนเซลล์เดิม เช่น การสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง และเกล็ดเลือดรวมถึงเซลล์ตับอีกด้วย



เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

- |       |       |
|-------|-------|
| 1) ข  | 16) ก |
| 2) ก  | 17) ค |
| 3) ค  | 18) ข |
| 4) ข  | 19) ก |
| 5) ง  | 20) ข |
| 6) ค  | 21) ข |
| 7) ง  | 22) ก |
| 8) ง  | 23) ก |
| 9) ข  | 24) ก |
| 10) ง | 25) ข |
| 11) ค |       |
| 12) ข |       |
| 13) ข |       |
| 14) ง |       |
| 15) ข |       |



**ภาคผนวก จ**

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์



ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำถามที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\Sigma R$	IOC
	1	2	3	4		
1	+1	+1	+1	+1	4	1
2	+1	+1	+1	+1	4	1
3	+1	+1	+1	+1	4	1
4	+1	+1	+1	+1	4	1
5	+1	+1	+1	+1	4	1
6	+1	+1	+1	+1	4	1
7	0	+1	+1	+1	3	0.75
8	+1	+1	+1	+1	4	1
9	+1	+1	+1	+1	4	1
10	+1	+1	+1	+1	4	1
11	+1	+1	+1	+1	4	1
12	+1	+1	+1	+1	4	1
13	+1	+1	+1	+1	4	1
14	+1	+1	+1	+1	4	1
15	+1	+1	+1	+1	4	1
16	+1	+1	+1	+1	4	1
17	+1	+1	+1	+1	4	1
18	+1	+1	+1	+1	4	1
19	+1	+1	+1	+1	4	1
20	+1	+1	+1	+1	4	1
21	+1	+1	+1	0	3	0.75
22	+1	+1	+1	+1	4	1
23	+1	+1	+1	+1	4	1
24	+1	+1	+1	+1	4	1
25	+1	+1	+1	+1	4	1

ตารางที่ 8 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.59	0.82
2	0.77	0.45
3	0.77	0.45
4	0.59	0.82
5	0.64	0.55
6	0.64	0.55
7	0.50	0.64
8	0.59	0.45
9	0.64	0.36
10	0.77	0.45
11	0.77	0.45
12	0.68	0.45
13	0.73	0.36
14	0.77	0.45
15	0.68	0.45
16	0.59	0.45
17	0.77	0.45
18	0.55	0.55
19	0.64	0.36
20	0.64	0.55
21	0.64	0.36
22	0.68	0.45
23	0.73	0.36
24	0.71	0.36
25	0.77	0.45

ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80



ภาคผนวก ฉ

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

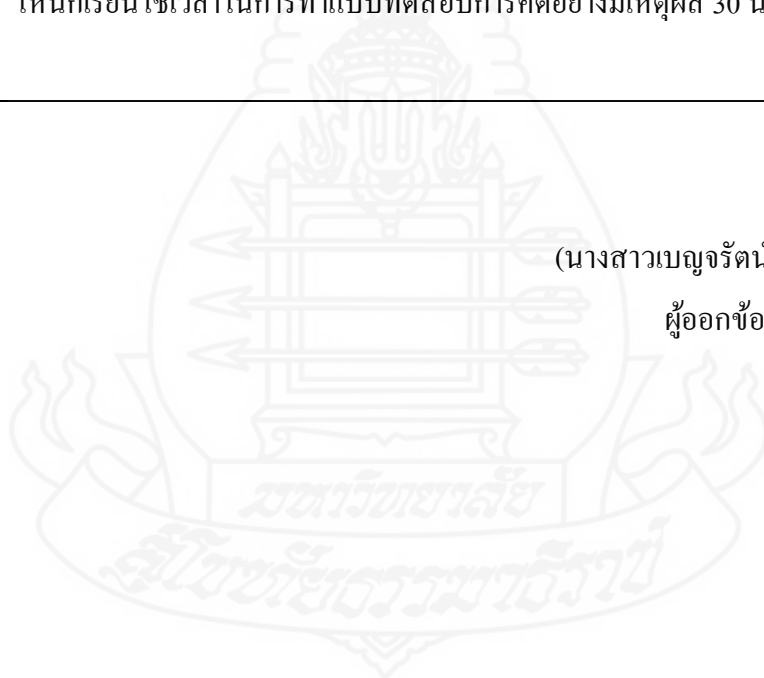
คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้เพื่อวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ทำนายผล หรือแก้ปัญหาที่กำหนดให้
2. แบบวัดมีจำนวน 6 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะให้สถานการณ์ปัญหาซึ่งอาจมีคำอธิบายประกอบเพื่อเพิ่มความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหารูปแบบการตอบมีแบบเขียนตอบพร้อมอธิบายเหตุผลในการตอบข้อนั้น ๆ
3. การตอบคำถามในแต่ละข้อให้นักเรียนเขียนตอบโดยใช้ความรู้เดิมหรือความรู้ที่ได้จากบทความ และสถานการณ์พร้อมทั้งระบุเหตุผลนั้น
4. ให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล 30 นาที

---

(นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธุ์)

ผู้ออกข้อสอบ














6. องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประกาศให้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ เป็น

"การระบาดใหญ่" หรือ pandemic หลังจากเชื้อลุกลามไปอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ แพร่ระบาดไปแล้วใน 116 ประเทศ และดินแดนทั่วโลก มีผู้ติดเชื้อกว่า 137,445 คน ทั้งได้คร่าชีวิตผู้คนไปแล้วกว่า 5,088 คน นักเรียนจงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงมีผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนาจำนวนมาก

ที่มาภาพ : <https://www.bbc.com/thai/features-51734255>

ข้อมูล ณ วันที่ 16 มีนาคม 2563



A series of horizontal dashed lines for writing, with a large, faint watermark of the University of Burapha logo in the background. The logo features a central emblem with a crown and Thai text: "มหาวิทยาลัยบูรพา" (Mahavithayalai Burapha) and "ตั้งขึ้นด้วยพระบารมี" (Established by the royal grace).



เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์  
เกณฑ์การการให้คะแนน สถานการณ์ที่ 1 การจำแนกประเภท




ข้อ ที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลถูกต้อง ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล สนับสนุน ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูกแต่ ไม่ให้ เหตุผล สนับสนุน (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน)
1	<p>จำแนกประเภทถูกต้อง และบอก ลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืช ใบเลี้ยงคู่ ได้ครบทุกประเด็น ใฝ่ อ้อย กล้ายไม้ เป็นพืชใบเลี้ยง เดี่ยว ลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีจำนวนใบเลี้ยง 1 ใบ</li> <li>● มีรากเป็นระบบรากฝอย</li> <li>● มีท่อลำเลียงภายในลำต้น กระจัดกระจาย</li> <li>● เส้นใบขนาน</li> <li>● จำนวนดอก 3 หรือ เท่า ทวีคูณของ 3</li> <li>● ลำต้นเป็นปล้อง</li> </ul> <p>จำปี จำปา มะม่วง ขนุน ส้ม เป็น ใบเลี้ยงคู่ ลักษณะของพืชใบเลี้ยงคู่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีจำนวนใบเลี้ยง 2 ใบ</li> <li>● มีรากเป็นระบบรากแก้ว</li> <li>● มีท่อลำเลียงภายในลำต้น จัดเรียงเป็นวงอย่างเป็น ระเบียบ</li> <li>● เส้นใบขนานแตกแขนง</li> <li>● จำนวนดอก 4 และ 5 หรือ เท่าทวีคูณของ 4 และ 5</li> <li>● ลำต้นไม่มีปล้อง</li> </ul>	<p>จำแนกประเภทถูกต้อง และบอก ลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบ เลี้ยงคู่ ได้ไม่ครบทุกประเด็น ใฝ่ อ้อย กล้ายไม้ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีจำนวนใบเลี้ยง 1 ใบ</li> <li>● มีรากเป็นระบบรากฝอย</li> <li>● มีท่อลำเลียงภายในลำต้น กระจัดกระจาย</li> <li>● เส้นใบขนาน</li> <li>● จำนวนดอก 3 หรือเท่าทวีคูณ ของ 3</li> <li>● ลำต้นเป็นปล้อง</li> </ul> <p>จำปี จำปา มะม่วง ขนุน ส้ม เป็น ใบเลี้ยงคู่ ลักษณะของพืชใบเลี้ยงคู่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● มีจำนวนใบเลี้ยง 2 ใบ</li> <li>● มีรากเป็นระบบรากแก้ว</li> <li>● มีท่อลำเลียงภายในลำต้น จัดเรียงเป็นวงอย่างเป็น ระเบียบ</li> <li>● เส้นใบขนานแตกแขนง</li> <li>● จำนวนดอก 4 และ 5 หรือ เท่า ทวีคูณของ 4 และ 5</li> <li>● ลำต้นไม่มีปล้อง</li> </ul> <p>(ต้องบอกถูกอย่างน้อย 3 ข้อ)</p>	<p>จำแนกประเภท ถูกต้อง ไม่บอก ลักษณะของพืชใบ เลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยง คู่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ใฝ่ อ้อย กล้ายไม้ เป็นพืชใบเลี้ยง เดี่ยว</li> <li>● จำปี จำปา มะม่วง ขนุน ส้ม เป็นใบ เลี้ยงคู่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ตอบ คำตอบ อื่นๆ</li> <li>● ไม่ตอบ</li> </ul>

## เกณฑ์การให้คะแนน สถานการณ์ที่ 2 การอุปมา อุปไมย

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล ถูกต้อง ครบถ้วนตาม สถานการณ์ที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้ เหตุผล สั้นสมบูรณ์ ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้ เหตุผล สั้นสมบูรณ์ (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบ คำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน )
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>การแพร่กระจายของค้าง ทับทีมตลอดเวลา คล้าย กับชาตุกัมมันตรังสีที่มี สมบัติการแผ่รังสีได้อย่าง ต่อเนื่อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การแพร่ของค้าง ทับทีม คล้ายกับชาตุ กัมมันตรังสีแผ่รังสี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ค้างทับทีม คล้ายกับชาตุ กัมมันตรังสี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ตอบคำตอบอื่นๆ</li> <li>ไม่ตอบ</li> </ul>



## เกณฑ์การให้คะแนน สถานการณ์ที่ 3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ

ข้อ ที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล ถูกต้อง ครบถ้วนตาม สถานการณ์ที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล สนับสนุน ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูกแต่ไม่ให้ เหตุผล สนับสนุน (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบ คำถาม หรือ ตอบผิด (0 คะแนน )
3	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• เพราะ <math>\text{CaCl}_2</math> เป็นสารประกอบไอออนิก เกิดจาก Ca ค่าประจุ + 2 Cl ค่าประจุ - 1</li> <li>• <math>\text{NaCl}</math> เป็นสารประกอบไอออนิก เกิดจาก Na ค่าประจุ + 1 Cl ค่าประจุ - 1</li> <li>• <math>\text{Li}_2\text{O}</math> เป็นสารประกอบ ไอออนิก เกิดจาก Li ค่าประจุ + 1 O ค่าประจุ - 2</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• เพราะ <math>\text{CaCl}_2</math> เป็นสารประกอบไอออนิก</li> <li>• <math>\text{NaCl}</math> เป็นสารประกอบไอออนิก</li> <li>• <math>\text{Li}_2\text{O}</math> เป็นสารประกอบไอออนิก</li> </ul>		<p>ตอบคำถาม อื่น ๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ไม่ตอบ</li> </ul>

## เกณฑ์การให้คะแนนสถานการณ์ที่ 4 ความสามารถในการสรุปความ

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล ถูกต้อง ครบถ้วนตาม สถานการณ์ที่ให้มี (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้ เหตุผล สั้นสมบูรณ์ ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้ เหตุผล สั้นสมบูรณ์ (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน )
4	<p>บอกลักษณะความเหมือนที่มี ข้อมูลจากกราฟ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ทั้งสองชนิดคล้ายกัน เพราะมีความลึกเฉลี่ย ของจอยปากในช่วง 11 mm</li> <li>• นกทั้ง 2 ชนิดกินเมล็ดพืชที่คล้ายกัน</li> </ul>	<p>บอกลักษณะความเหมือน ที่มีข้อมูลจากกราฟ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ทั้งสองชนิดมีความ ลึกของจอยปาก คล้ายกัน</li> </ul>	<p>บอกลักษณะความ เหมือนที่มีข้อมูลจาก กราฟ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ทั้งสองชนิดมี ลักษณะคล้ายกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ตอบคำตอบอื่นๆ</li> <li>• ไม่ตอบ</li> </ul>

## เกณฑ์การให้คะแนนสถานการณ์ที่ 5 ตัวร่วม หรือตัวต่าง

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล ถูกต้อง ครบถ้วนตาม สถานการณ์ที่ให้มี (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้ เหตุผล สั้นๆ ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ ไม่ให้ เหตุผล สั้นๆ (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบ คำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน )
5	<p>สิ่งที่สังเกตคือ ระยะทางที่ ตะกอนของเม็ดทราย เคลื่อนที่ไปได้ไกลและสิ่งที่ จัดให้ต่างกันในการศึกษา คือขนาดตะกอนของเม็ด ทราย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ตัวแปรต้น คือ ขนาดตะกอนของ เม็ดทราย</li> <li>● ตัวแปรตาม คือ ระยะทางในการ พัดพาตะกอนของ เม็ดทรายที่ เคลื่อนที่ไปได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ตัวแปรต้น คือ ทรายตะกอน ของเม็ดทราย</li> <li>● ตัวแปรตาม คือ ระยะทางใน การพัดพา ตะกอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ตัวแปรต้น คือ ทรายตัวแปร</li> <li>● ตามคือระยะทาง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ตอบคำตอบ อื่นๆ</li> <li>● ไม่ตอบ</li> </ul>

## เกณฑ์การให้คะแนนสถานการณ์ที่ 6 ความสามารถด้านวิเคราะห์

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล ถูกต้อง ครบถ้วนตาม สถานการณ์ที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล สันับสนุน ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ ให้ เหตุผล สันับสนุน (1คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบ คำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน )
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “โควิด-19” (COVID-19) เป็นไวรัส สายพันธุ์ใหม่คนทั่วไป ไม่มีภูมิคุ้มกันจึงทำให้ ติดเชื้อได้ง่าย</li> <li>● เชื้อไวรัสโคโรนา แพร่ เชื้อผ่านระบบทางเดิน หายใจ ผ่านการไอ จาม แล้วมีละอองฝอยของ น้ำมูก หรือเสมหะที่มี เชื้อไวรัสอยู่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “โควิด-19” (COVID-19) เป็นไวรัส สายพันธุ์ใหม่</li> <li>● เชื้อไวรัสโคโรนา แพร่เชื้อผ่านการ ไอ จาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เชื้อไวรัสโคโร นา แพร่เชื้อ ผ่านการ ไอ จาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ตอบคำตอบอื่น ๆ</li> <li>● ไม่ตอบ</li> </ul>

ภาคผนวก ช

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำถามที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่				$\Sigma R$	IOC
	1	2	3	4		
1	+1	+1	+1	+1	4	1
2	0	+1	+1	0	2	0.5
3	0	+1	+1	+1	3	0.75
4	+1	+1	+1	+1	4	1
5	+1	+1	+1	+1	4	1
6	+1	+1	+1	+1	4	1

ตารางที่ 10 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.59	0.82
2	0.77	0.36
3	0.77	0.36
4	0.59	0.82
5	0.64	0.55
6	0.64	0.55

ค่าดัชนีความเที่ยงเท่ากับ 0.83



ภาคผนวก ข  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลาม  
วิทยาลัยแห่งประเทศไทยที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการ  
เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

## Group Statistics

	กลุ่ม	n	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนน	กลุ่มทดลอง	40	19.23	2.991	.473
	กลุ่มควบคุม	34	8.24	2.104	.361

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
คะแนน	Equal variances assumed	8.324	0.005	17.966	72	0	10.99	0.612	9.77	12.209
	Equal variances not assumed			18.473	69.706	0	10.99	0.595	9.803	12.176

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ  
เทคนิค STAD

## Paired Samples Statistics

		Mean	n	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ก่อนเรียน	5.23	40	1.732	.274
	หลังเรียน	13.98	40	1.941	.307

## Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2- tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ก่อนเรียน - หลังเรียน	-8.75	1.997	0.316	-9.389	-8.111	- 27.714	39	0

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

## Group Statistics

	กลุ่ม	n	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนน	กลุ่มทดลอง	40	13.98	1.941	.307
	กลุ่มควบคุม	34	5.59	1.743	.299

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower		Upper
คะแนน	Equal variances assumed	1.031	0.313	19.404	72	0	8.387	0.432	7.525	9.248
	Equal variances not assumed			19.576	71.767	0	8.387	0.428	7.533	9.241

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวเบญจรัตน์ พิษพันธุ์
วัน เดือน ปีเกิด	27 กันยายน 2531
สถานที่เกิด	อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พ.ศ.2554
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดไร่จิงวิทยา ตำบลไร่จิง อำเภอสามพราณ จังหวัดนครปฐม
ตำแหน่ง	ครู

