

การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

นางสาวณัฐฐินันท์ แวงแก้ว

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้)

กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(อาจารย์อนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษกนก ดวงชาทม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน 25 ก.ค. 2568 .....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัย : นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society: STS) และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนคละความสามารถ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี ภาคเรียนที่ 1 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง มีค่าความเหมาะสมของแผนทุกแผนอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\overline{X}$ = 4.31-4.33, S = 0.54-0.58) 2) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชนิดเลือกตอบ แบบหลายตัวเลือก จำนวน 12 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.40–0.73 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20-0.47 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.43 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ วิเคราะห์ค่าความก้าวหน้าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ สถิติ Normalized Gain (<g>) วิเคราะห์สถิติที่ใช้ตรวจสอบทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติ One-Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS พบว่าค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 0.58 ซึ่งอยู่ในระดับ กลาง เมื่อพิจารณารายด้าน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับกลาง โดยมีค่า <g> เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ความสามารถในการแปลความ (<g> = 0.66) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (<g> = 0.63) ความสามารถในการนิรนัย (<g> = 0.62) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (<g> = 0.52) และความสามารถในการสรุปอ้างอิง (<g> = 0.49) ตามลำดับ และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ, การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title	:	Enhancing Critical Thinking Ability and Learning Achievement through a Science, Technology, and Society (STS) Approach for Grade 10 Biology on the Topic of the Chemistry Basis of Life.
Author	:	Miss Nattinan Weawkeaw
Degree	:	Master of Education (Science Education) Rajabhat Maha Sarakham University
Advisor	:	Assistant Professor Dr. Natchanok Jansawang
Year	:	2025

ABSTRACT

This study aimed to 1) compare the critical thinking ability of students before and after applying the Science, Technology, and Society (STS) learning approach, and 2) compare students' academic achievement on the topic "Chemistry Basis of Life" with the 70% criterion. The sample group consisted of 40 Grade 10 students from Phadungnaree School in the first semester of the 2024 academic year, gained from cluster sampling technique using classrooms as the unit of sampling. Research instruments included: 1) STS Lesson Plans on the topic of "Chemistry Fundamentals of Life," comprising 6 lesson plans, over 18 hours, all of them were indicated at highly appropriate ($\overline{X}$ = 4.31-4.33, S = 0.54-0.58), 2) A Critical Thinking Test (CTT) consisting of 12 situational scenarios with 30 multiple-choice items, with difficulty ranging from 0.40-0.73, a discrimination index between 0.20-0.47, and a reliability of 0.82, and 3) An Academic Achievement Test on "Chemistry Fundamentals of Life" consisting of 40 multiple-choice items, with difficulty between 0.43-0.73, discrimination indices between 0.23-0.43, and a reliability of 0.76. Data analysis statistics included mean, standard deviation and percentage. The improvement in students' critical thinking ability was examined using Normalized Gain (<g>). The hypothesis was tested using One-Sample t-test. The results revealed that students' critical thinking ability improved after receiving instruction based on the Science, Technology, and Society (STS) approach, with an overall normalized gain (<g>) score of 0.58, which is considered a moderate level. When analyzing the improvement in each subskill of critical thinking, it was found that all aspects showed a moderate level of gain. The <g> descending order were as

follows: comprehension (<g> = 0.66), identifying assumptions (<g> = 0.63), deductive reasoning (<g> = 0.62), evaluating arguments (<g> = 0.52), and drawing inferences (<g> = 0.49). In addition, the students' academic achievement in the topic "Chemistry as the Basis of Life" after the implementation of STS learning approach was significantly higher than the 70% criterion at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Critical Thinking Ability, Science, Technology, and Society (STS), Academic Achievement, Chemistry as the Foundation of Life.

Natchanole S.

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะครุศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และมอบประสบการณ์อันทรงคุณค่า รวมถึงให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ, รองศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ คำชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย ตรวจสอบข้อบกพร่อง และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดกระบวนการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจสำคัญและให้การสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอดตลอดจน เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขออุทิศคุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ พร้อมทั้งขอให้ทุกท่านประสบแต่ความสุขและความเจริญตลอดไป

นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญภาพ ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 5
1.3 สมมติฐานการวิจัย 5
1.4 ขอบเขตการวิจัย 5
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 10
2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 10
2.2 ทฤษฎีแนวความคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) 17
2.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) 29
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 41
2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย 53
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 66
2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย 72
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 73
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 73
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 74

หัวเรื่อง **หน้า**

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือใช้ในการทำวิจัย 74
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 86
3.5 การดำเนินการเก็บข้อมูล 86
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 87
3.6 สถิติที่ใช้ในการทดลอง 88
บทที่ 4 ผลการวิจัย 93
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 93
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 93
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 94
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 100
5.1 สรุปผลการวิจัย 100
5.2 อภิปรายผล 101
5.3 ข้อเสนอแนะ 105
บรรณานุกรม 107
ภาคผนวก 117
ภาคผนวก ก ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 118
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 123
ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ 151
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ 166
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 170
ประวัติผู้วิจัย 171

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 15

3.1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 75

3.2 วิเคราะห์แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 80

3.3 วิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 84

3.4 แบบแผนการทดลองรูปแบบการวิจัยใช้การเก็บข้อมูลกลุ่มเดียวทดสอบก่อน – หลัง (One Group Pretest – Posttest Design) 86

4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนร้อยละของการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายบุคคล 94

4.2 ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และคะแนนเฉลี่ย <g> รายด้านของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม 97

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน หลังการเรียนการสอน ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 99

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ความสัมพันธ์ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 22

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม..... 23

2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย 72

4.1 ผลความก้าวหน้าการการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 97

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นรวดเร็ว ระบบการศึกษาจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์ การเน้นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เป็นส่วนสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่กำหนดว่า การศึกษาไทยต้องมุ่งเน้นทักษะพื้นฐานของความเป็นพลเมืองไทย และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย 3Rs ได้แก่ การอ่าน การเขียน และการคำนวณ และ 8Cs ได้แก่ การคิดวิจารณ์และการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์และนวัตกรรม ความเข้าใจต่างวัฒนธรรมและความเห็นต่าง การร่วมมือและการทำงานเป็นทีม การสื่อสารข้อมูลและการรู้เท่าทันสื่อ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อาชีพและการเรียนรู้ และคุณลักษณะมนุษย์ เช่น ความมีเมตตา ความจริงใจ ความเอื้อเฟื้อ ความซื่อสัตย์ ความกระตือรือร้น ความเท่าเทียม และความรับผิดชอบ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) โดยมีเป้าหมายหลัก คือพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีคุณลักษณะตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 พัฒนาคุณภาพการศึกษาให้มีความเท่าเทียม และพัฒนาระบบบริหารจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2565, น. 3-4) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาศักยภาพแรงงานตามนโยบายในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแรงงานให้สามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและส่งเสริมการจ้างงานโดยการลดปัญหาการว่างงาน (กระทรวงแรงงาน, 2566, น. 6) ซึ่งในการเตรียมความพร้อมนี้ ต้องใช้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการอย่างเต็มศักยภาพ ให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้หลากหลายรูปแบบ มีความคิดสร้างสรรค์และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถนำองค์ความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง (จรัญญา ลมสมบุตร, 2560, น. 10)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ด้วยสภาวะการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคมและเทคโนโลยี การมีทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีเหตุผล แยกแยะข้อเท็จจริงจากความคิดเห็น สามารถตัดสินใจว่าข้อมูลใดควรถือเป็นความจริงหรือไม่ ประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีความน่าเชื่อถือและเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือหรือไม่ สามารถตัดสินใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างมีเหตุผล โดยใช้ข้อมูลในการพิจารณาและวิเคราะห์อย่างเชื่อถือได้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณคือการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงเพื่อทำความเข้าใจปัญหาหรือหัวข้ออย่างถี่ถ้วน โดยทั่วไปกระบวนการคิด

อย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การรวบรวมข้อมูล การถามคำถามที่รอบคอบ และการวิเคราะห์แนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ (Herrity, 2023) ประกอบด้วย การคิดทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ การสรุปอ้างอิง (Inference) ที่เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุป การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) ที่เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย (Deduction) ที่เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล การแปลความ (Interpretation) ที่เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป และ การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) ที่เป็นความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลตามแนวคิดของ Watson and Glaser (1964) ซึ่งจะช่วยให้บุคคลสามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ อย่างรอบคอบและมีระบบมากขึ้น และสามารถนำความรู้และทักษะในการคิดอย่างรอบคอบมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Facione, 2015, pp. 50-53) นอกจากนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังช่วยในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่แตกต่างกัน ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์และเรื่องราวที่ซับซ้อนได้อย่างครบถ้วน การเชื่อมโยงแนวคิดและข้อมูลจากหลายแหล่งช่วยให้เห็นภาพรวมและเข้าใจมุมมองที่ครอบคลุมของเรื่องที่กำลังถูกพิจารณามาประยุกต์ใช้ในแบบที่เป็นประโยชน์แก่งานและชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น (Paul and Elder, 2008, pp. 88-91)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล จากผลการสอบ PISA (Programs for International Student Assessment) ครั้งล่าสุดในปี 2022 ตามรายงานผลการประเมิน PISA (Program for International Student Assessment) ที่จัดทำโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้าน คณิตศาสตร์ 394 คะแนน การอ่าน 379 คะแนน และวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการทดสอบ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน วิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารญาณและประเมินข้อมูลอย่างมีเหตุผลของนักเรียนไทย สอดคล้องกับปัญหาคุณภาพการศึกษาของไทยที่สะท้อนจากผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ตามผลสอบที่ประกาศโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2566) พบว่าคะแนนเฉลี่ย O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2564 ของนักเรียนทั่วประเทศมีค่าต่ำกว่า 50 คะแนน ในทุกรายวิชา ได้แก่ ภาษาไทย 46.40 คะแนน สังคมศึกษา 36.87 คะแนน ภาษาอังกฤษ 25.56 คะแนน คณิตศาสตร์ 21.28 คะแนน และวิทยาศาสตร์ 28.65 คะแนน ซึ่งหากพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ที่กำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 50-64 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้ และ 65 คะแนนขึ้นไปถือว่าอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าผลสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี 2566 ยังอยู่ในระดับที่ควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษาต่อไป

และจากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี ปีการศึกษา 2566 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลงอยู่ที่ร้อยละ 68 จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 72 (โรงเรียนผดุงนารี, 2566) จากการศึกษาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวในระดับโรงเรียน พบว่า มาจากระบบการศึกษาที่เน้นการท่องจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์ นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการตั้งคำถาม คิดวิเคราะห์ข้อมูลและหาข้อสรุปด้วยตัวเอง นอกจากนี้ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาและสังคมก็มีส่วนส่งผลต่อปัญหาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ครอบครัวและชุมชนที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาแบบท่องจำมากกว่าการส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์สื่อต่าง ๆ ในปัจจุบันที่มีข้อมูลมากมายที่ปะปนกันไประหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลเท็จ ทำให้นักเรียนขาดทักษะในการกลั่นกรองข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (บุญฑริกา และคณะ, 2567, น.758-760) การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หาเหตุผลและเสาะแสวงหาความรู้ เชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ดำรงศักดิ์ สุดเสน่ห์, 2561, น. 10) เพื่อยกระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและแก้ไขปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ลดลง จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและเน้นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างแท้จริง เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยอิงตามแนวทางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเกณฑ์จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ซึ่งระบุว่าคะแนนในช่วง 70–74% แสดงถึงระดับ “ดี” ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนั้น การใช้เกณฑ์ดังกล่าวจะช่วยสะท้อนได้ว่านักเรียนบรรลุผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ในระดับที่น่าพึงพอใจหรือไม่

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science Technology Society, STS) ที่เป็นวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งประสบการณ์ของนักเรียนเป็นตัวนำเข้าสู่บทเรียน (Issue-Oriented Approach) เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (Student Centered) ซึ่งการเรียนในบริบทของสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนักเรียนนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เป็นการให้นักเรียนได้กระทำโดยเฉพาะทักษะในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยการฝึกฝนจึงจะจำเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (โชคชัย ยืนยง, 2550, น. 29-34) เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทางผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Carin (1997) ที่ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสืบเสาะค้นหา 2) ขั้นแก้ปัญหา 3) ขั้นสร้างความรู้ 4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และ 5) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง โดยมีประเด็นปัญหาทางสังคม เทคโนโลยีและบริบททางสังคม ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ความคิดของตนเองในการสร้างสรรค์แนวคิดการสำรวจ

ตรวจสอบความรู้โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เป็นการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (อรวรรณ พิมพ์จันทร์ และ วิมล สำราญวานิช, 2557, น. 748-760) การจัดการเรียนการสอนแบบ STS เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ากับประเด็นปัญหาในสังคม นักเรียนจะได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบด้าน ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อม และคุณธรรมจริยธรรม ฝึกการโต้แย้งด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผล คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์เข้ากับบริบททางสังคม รวมถึงการวิพากษ์วิจารณ์ผลกระทบของการนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้นักเรียนมีวิจารณญาณในการพิจารณาปัญหา สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักการ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2559, น. 7-8) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เน้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ผสานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน และสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (จรัญญา ลมสมบุตร, 2560, น. 14-20) นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ยังเป็นวิธีที่เพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและสามารถปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีขึ้น (Mulyanti et al., 2021, pp. 1-6) ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในบริบทของชีวิตจริง (Yager, 1993, pp. 637–658) และจากงานวิจัยของ Aikenhead (2005, pp. 269–273) ยังระบุว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านแนวทาง STS มีผลการเรียนรู้ทางวิชาการที่ดี เนื่องจากสามารถเข้าใจแนวคิดได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นและจดจำข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบการสอน STS (Science, Technology, and Society) ตามแนวคิดของ Carin (1997) โดยมุ่งหวังที่จะพัฒนาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยในแนวทางการเรียนการสอนนี้ ผู้สอนถือบทบาทเป็นผู้กระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ และนักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณ การสืบค้นข้อมูล และการทำงานเป็นทีม ผ่านกิจกรรมที่เน้นการแก้ไขปัญหาและพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตที่พบในชีวิตประจำวัน และการประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนเป็นประโยชน์และสอดคล้องกับความต้องการในการศึกษาในปัจจุบันและอนาคต และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อการเรียนการสอนในอนาคตได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนคละความสามารถ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 200 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนคละความสามารถ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society: STS)

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.3 เนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัย รายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย

1. เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	จำนวน 3 ชั่วโมง
2. คาร์โบไฮเดรต	จำนวน 3 ชั้วโมง
3. โปรตีน	จำนวน 3 ชั่วโมง
4. ไขมัน	จำนวน 3 ชั่วโมง
5. กรดนิวคลีอิก	จำนวน 3 ชั่วโมง
6. ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์สิ่งมีชีวิตและเอนไซม์	จำนวน 3 ชั่วโมง

1.4.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ทำการวิจัยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ตั้งแต่ วันที่ 13 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ถึง วันที่ 27 เดือน กันยายน 2567

1.4.5 สถานที่ในการศึกษา

โรงเรียนดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดกิจกรรมการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science Technology and Society: STS)

การจัดกิจกรรมการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นแนวคิดที่เน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาทางสังคม มีการตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นแนวคิดที่มีความสำคัญในการเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญ สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสังคมและชีวิตประจำวัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ดังต่อนี้

1. ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search) เป็นการศึกษาจากตำรา หนังสือพิมพ์หรือจากกิจกรรมการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

2. ขั้นแก้ปัญหา (Solve) ในขั้นนี้จุดเน้นอยู่ที่การใช้วิธีในการสืบเสาะหาความรู้ และค้นคว้าหาคำตอบ หรือค้นหาความรู้ ตลอดจนสืบค้นข้อมูลข่าวสารจากแหล่งต่าง ๆ ที่กำหนดในกิจกรรม

3. ขั้นสร้างความรู้ (Create) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ วิธีการต่าง ๆ มาจัดทำเป็นข้อมูลหรือสรุปความรู้

4. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าคำตอบและร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้กับคนอื่นๆ

5. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action) นักเรียนนำผลที่ได้จากการศึกษาไปปฏิบัติ หรือนำเสนอข้อค้นพบแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการแก้ไขปัญหาต่อไป โดยครูและนักเรียนอาจจัดการประชุมแบบพบปะชี้แจงปัญหาและข้อค้นพบ หรือเขียนจดหมายถึงบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่นำเสนอในรูปแบบที่มีความเห็นและตรรกะ โดยมุ่งเน้นการใช้ทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ การประเมินข้อเสนอแนะ และการแสดงเหตุผลอย่างมีหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์ การประเมิน และการสรุปผลเพื่อตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาอย่างรอบคอบและรอบด้าน โดยไม่ใช้ความเห็นหรือความรู้ที่ไม่มีหลักฐานรองรับ แต่มุ่งสู่ความจริงและข้อเท็จจริง เป็นกระบวนการคิดแบบเปิดกว้างที่พร้อมท้าทายความเชื่อและสมมติฐานของตนเองและผู้อื่น ด้วยการตรวจสอบอย่างละเอียดรอบคอบโดยไม่ยอมรับข้อมูลโดยปราศจากหลักฐาน อาศัยความเป็นกลางและมุมมองที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่มีคุณภาพ การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และข้อสรุปที่เชื่อถือได้ ประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชนิดเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 12 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ ตามแนวคิดของ Watson and Glaser โดยใช้การวัดทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์

4. ความสามารถในการแปลความ เป็นการวัดความสามารถในการให้น้ำหนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล การให้เหตุผลในบริบทต่าง ๆ เพื่อจำแนกความสมเหตุสมผลและความเกี่ยวข้องของข้อโต้แย้งนั้น ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือผลลัพธ์ที่นักเรียนได้รับจากกระบวนการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งแสดงออกในรูปของความรู้ ทักษะ ความสามารถของนักเรียนได้รับการพัฒนา ทั้งในด้านพุทธิพิสัย วัดได้จากคะแนนสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของ Bloom (1956) โดยใช้การวัดทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ ความสามารถในการเก็บรักษามวลประสบการณ์ต่าง ๆ จากการที่ได้รับรู้ไว้และระลึกสิ่งนั้นได้เมื่อต้องการเปรียบดังเทปบันทึกเสียงหรือวิดีทัศน์ที่สามารถเก็บเสียงและภาพของเรื่องราวต่าง ๆ ได้สามารถเปิดฟังหรือ ดูภาพเหล่านั้นได้ เมื่อต้องการ

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของสื่อ และสามารถแสดงออกมาในรูปของการแปลความ ตีความ คาดคะเน ขยายความ หรือ การกระทำอื่น ๆ

3. การนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำความรู้ ประสบการณ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจจึงจะสามารถนำไปใช้ได้

4. การวิเคราะห์ นักเรียนสามารถคิด หรือ แยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

5. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา หรือ สรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาในรูปของคุณธรรมอย่างมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นไปตามเนื้อหาสาระในเรื่องนั้น ๆ หรืออาจเป็นกฎเกณฑ์ที่สังคมยอมรับก็ได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21

1.6.2 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาการเรียนกับบริบทในชีวิตประจำวัน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีแนวความคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ เป็นการแสดงให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดความเป็นเหตุเป็นผล พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นสอน

ความเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 92)

2.1.2 เป้าหมายการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ 6 ข้อ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

2.1.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

2.1.2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.1.2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.1.2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.1.2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.1.3 มาตรฐานและตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)

2.1.3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของเคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.1.3.1 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สถานศึกษาสามารถจัดให้นักเรียนได้เรียนตามความเหมาะสมและตามจุดเน้นของสถานศึกษา เป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาช่วยในการอธิบายและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ทั้งการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก และการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดดังกล่าวล้วนส่งผลซึ่งกันและกัน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตด้วย และที่สำคัญคือความรู้ในสาระนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง "เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต" มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเคมีกับสิ่งมีชีวิต โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้องค์ประกอบทางเคมีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนปฏิกิริยาเคมีที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของกระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในด้านสารและสมบัติของสาร โดยนักเรียนต้องเข้าใจองค์ประกอบ สมบัติ และความสัมพันธ์ของสารในรูปของอนุภาค รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร นอกจากนี้ ยังต้องศึกษาสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต มีผลการเรียนรู้ 7 ผลการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อที่ 3 สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 4 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 5 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 6 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 8 สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 9 อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

จากผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่องเคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างรายวิชา ปรากฏดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต				18	15
แผนที่ 12 เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมหรือไอออนด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่าพันธะเคมี	3	1
แผนที่ 13 คาร์โบไฮเดรต	4. สืบค้นข้อมูลอธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ได้แซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์	3	2
แผนที่ 14 โปรตีน	5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมี ธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ	3	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
แผนที่ 15 ไขมัน	6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และระบุกลุ่มของลิพิดตามโครงสร้างและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์	3	3
แผนที่ 16 กรดนิวคลีอิก	7. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมและเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมมี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA	3	3
แผนที่ 17 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและเอนไซม์	8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต 9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	-อธิบาย และเปรียบเทียบปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงานที่เกิดขึ้นในเซลล์ของ สิ่งมีชีวิต -อธิบายความสำคัญของการเกิดปกิกิริยาควบคู่กันระหว่างปฏิกิริยาดดพลังงานและปฏิกิริยา	- เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงานปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา - เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่งถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์	3	3

จากตารางที่ 2.1 ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 ถึง 9 เพื่อเป็นแนวทางนำมาพัฒนางานวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนโรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

2.2 ทฤษฎีแนวความคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

2.2.1 ความหมายแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ในปัจจุบันมีการให้ความหมายของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society) ไว้อย่างหลากหลายและแตกต่างกันไปตามผู้วิจัยแต่ละท่าน โดยผู้วิจัยจะให้ความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 วิทยาศาสตร์

Hootstein and Clark (2018, p. 11) ได้ระบุความหมายไว้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยอาศัยแนวคิดหรือสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นอาศัย การสังเกตอย่างละเอียด การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐานผ่านการทดลอง การควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล วิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ได้กับโลกใบนี้ เนื่องจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกทดสอบอย่างต่อเนื่อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561, น. 3) ระบุว่าวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปหรือคำอธิบายที่เชื่อถือได้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอาศัยกระบวนการทำงานอย่างมีระบบระเบียบ และขั้นตอนที่ชัดเจน

พิศิษฐ์ ทวีวงศ์ (2562, น. 5-6) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการศึกษาเพื่อหาความจริงและความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตปรากฏการณ์ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลและนำผลมาพิสูจน์ทฤษฎี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นกระบวนการหมุนเวียนไม่สิ้นสุด เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.2.1.2 เทคโนโลยี

Jones (2003, p. 121) ได้ระบุไว้ว่าเทคโนโลยี คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในทางปฏิบัติ ครอบคลุมถึงเครื่องจักร เครื่องมือ ระบบ และกระบวนการต่างๆ ที่ช่วยให้ชีวิตของเราสะดวกสบายและดีขึ้น เทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต การทำงาน และการสื่อสารของเราไปอย่างมาก

ราชบัณฑิตยสถาน (2554, น. 1226) ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า เป็นวิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติงานอุตสาหกรรม

พรพรรณ โพธิ์งาม (2559, น. 8) กล่าวว่าเทคโนโลยีเป็นแนวทางหรือวิธีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติหรือในงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทและมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตของผู้คนอย่างมาก

ทอง นิลดำ (2561, น. 125) กล่าวว่าเทคโนโลยีเป็นความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาผลผลิต กระบวนการ เครื่องมือ อุปกรณ์ระบบ และบริการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เทคโนโลยีจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก

2.2.1.3 สังคม

Myers (2010, p. 5) ได้ให้ความหมายของ สังคม หมายถึง สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ความคิด และความรู้สึกของบุคคล โดยการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาบุคลิกภาพและการเรียนรู้ของมนุษย์

อดิเทพ บุตราช (2553, น. 45-60) ได้ให้ความหมายของสังคมไว้ว่า เป็นการที่มนุษย์เชื่อมโยงถึงกัน ทำความรู้จักกันทั้งในรูปแบบออนไลน์และชีวิตจริง โดยมีพื้นที่บริการเครื่องมือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างเครือข่าย และสร้างเนื้อหาตามความสนใจของผู้ใช้ จนกลายเป็นชุมชนที่ผู้ใช้สามารถแชร์ตัวตนและสิ่งที่สนใจร่วมกันได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2566, น. 23) ได้ให้ความหมายของสังคมไว้ว่า กลุ่มของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กันภายใต้ระบบแบบแผนที่เป็นระเบียบ มีการปฏิบัติตามบทบาท หน้าที่ และกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร่วมกัน เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันได้อย่างมีระเบียบและสันติสุข

จากข้อความข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งอาศัยทักษะหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ช่วยให้สังคมมีความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงต่าง ๆ ในสังคม และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาด้านการโทรมนาคม ด้านการคมนาคมขนส่ง ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม เป็นต้น การแก้ไขปัญหาทางสังคมในปัจจุบันนั้นล้วนพึ่งพาความรู้จากวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้สังคมก็มี

อิทธิพลต่อการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เช่นกัน ในปัจจุบันความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงและส่งเสริมความเจริญของมนุษย์และสังคมในทุกด้านของชีวิต

2.2.2 แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

Yager and Tamir (1993, pp. 640-641) ได้ให้นิยามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม คือ การเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเน้นการแก้ไขปัญหาจริงในชีวิต โดยเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นหรือจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถาม ปัญหา หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น หรือมาจากคำถามของนักเรียนที่มาจากประสบการณ์ของตนเอง การเรียนรู้ในแนวคิดนี้ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ครูจะเป็นผู้สนับสนุนในการสร้างสภาพแวดล้อมและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในอนาคต

The National Science Teachers Association: NSTA (1995, p. 5) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ไว้ว่าเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในบริบทของประสบการณ์คน การเรียนการสอนตามแนวคิดนี้จะเน้นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจริง แทนการเรียนการสอนที่เริ่มต้นด้วยแนวคิดและกระบวนการ โดยเน้นเหตุการณ์หรือประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นและพยายามให้นักเรียนหาคำตอบสำหรับเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมต่อสถานการณ์ในปัจจุบัน (para 1)

Carin (1993, อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 39) กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการเสนอให้คำอธิบายสิ่งที่สังเกตได้จากธรรมชาติในโลก เทคโนโลยี เป็นการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาการปรับตัวของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมนักวิทยาศาสตร์และประชาชนจำนวนมากได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีต่อสังคม

โชคชัย ยืนยง (2550, น. 14) แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการบูรณาการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์กับบริบทของความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการส่งเสริมการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์เพราะธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์มีการพัฒนาผ่านกระบวนการทางสังคม กระบวนการทางสังคมช่วยให้ข้อค้นพบต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สาธารณะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความเชื่อถือได้และสามารถอ้างอิงได้

ผู้วิจัยสรุปความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้ดังนี้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) คือแนวคิดที่เน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาทางสังคม มีการตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นแนวคิดที่มีความสำคัญในการเข้าใจ

ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสังคมและชีวิตประจำวัน

2.2.3 ประวัติความเป็นมาของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้เกิดขึ้นในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในแถบยุโรปก่อน ๆ ที่จะเริ่มต้นในสหรัฐอเมริกา (Robert, 1996, อ้างถึงใน อรอนงค์ สอนสนาม, 2553, น. 15) ต้นกำเนิดของแนวคิด STS มีรากฐานมาจากแนวคิดของนักสังคมศาสตร์ชาวอเมริกัน Robert King Merton ซึ่งเสนอว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบอื่น ๆ ในสังคม (Merton, 1973, pp. 867-887) ในช่วงทศวรรษ 1960 และ 1970 มีการตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมมากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาแนวคิด STS (กาญจนา คุณารักษ์, 2552, น. 102) ต่อมาในช่วงปลายทศวรรษ 1970 แนวคิด STS เริ่มแพร่หลายเข้าสู่การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนเข้าใจบทบาทและผลกระทบดังกล่าว หลังจากนั้นหลายประเทศได้พัฒนาหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STS ขึ้น โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนศึกษาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อม (Pedretti and Nazir, 2011, pp. 601-626) จนในปัจจุบัน แนวคิด STS ได้รับความสนใจนำไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขา อาทิ การศึกษา นโยบายสาธารณะ การจัดการสิ่งแวดล้อม การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ และมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดนี้อย่างแพร่หลาย (Muderrisoglu and Altanlar, 2020, pp. 155-163) ซึ่ง ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2544, น. 226-233) ได้ลำดับประวัติความเป็นมาไว้ดังนี้

ช่วงต้นปี ค.ศ. 1971 Jim Gallagher ได้เสนอบทความชื่อ "A Broader Base for Science Teaching" และได้แสดงความคิดเห็นว่าหลักสูตรในทศวรรษ 1960 นั้นเน้นให้นักเรียนเรียนรู้เฉพาะแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เขาเห็นว่านักเรียนควรต้องรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเท่า ๆ กับที่ต้องรู้และเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นต้องจัดให้สอดคล้องกับประเด็นทางเทคโนโลยี และสังคม ซึ่งจัดได้ว่าเป็นการวางเป้าหมายใหม่ของวิทยาศาสตร์ศึกษา

ในปี ค.ศ.1972 ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้จัดทำ Project Leerpakket Ontwikkeling Naturkunde หรือ PLON project เพื่อปรับหลักสูตรและเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียน โดยเน้นถึงความสัมพันธ์ของฟิสิกส์กับเทคโนโลยีและสังคม

ปี ค.ศ. 1973 ในประเทศแคนดา Aikenheard กับ Fleming ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียนเรื่อง Science: A Way of Knowing ซึ่งเป็นการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แล้วเสนอรายงานการวิจัยฉบับร่าง และตีพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 1975

ปี ค.ศ. 1975 Paul Hurd ได้เสนอบทความเรื่อง "Science, Technology, and Society : New Goals for Interdisciplinary Science Teaching" ซึ่งเป็นบทความที่กล่าวถึงโครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ปี ค.ศ. 1976 สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (The Association for Science Education) ในประเทศอังกฤษได้สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมขึ้นหลังจากการตีพิมพ์ผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ในสังคม (Science in Society) และต่อมามีโครงการอื่นเกิดตามมาอีก เช่น โครงการ SISCON (Science in Social Context) in School ซึ่งเป็นโครงการการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโดยใช้บริบททางสังคม

การจัดการเรียนการสอน STS (Science, Technology, and Society) ในญี่ปุ่นเริ่มขึ้นในยุคทศวรรษ 1960 โดยได้รับอิทธิพลจากการจัดการเรียนการสอน STS ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงแรกการจัดการเรียนการสอน STS ในญี่ปุ่นมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ (Interdisciplinary) และเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน (Student-centered)

ในยุคทศวรรษ 1970 การจัดการเรียนการสอน STS ในญี่ปุ่นเริ่มให้ความสำคัญกับประเด็นด้านจริยธรรมและผลกระทบทางสังคมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น ในช่วงนี้ได้มีการพัฒนาหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนการสอน STS ให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ เช่น ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อเศรษฐกิจ ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อวัฒนธรรม และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิทธิมนุษยชน

ในยุคทศวรรษ 1980 การจัดการเรียนการสอน STS ในญี่ปุ่นเริ่มได้รับการยอมรับมากขึ้นในฐานะที่เป็นสาขาวิชาที่มีความสำคัญ ในช่วงนี้ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน STS เช่น คณะกรรมการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society Committee) ของกระทรวงศึกษาธิการ วัฒนธรรม กีฬา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (MEXT)

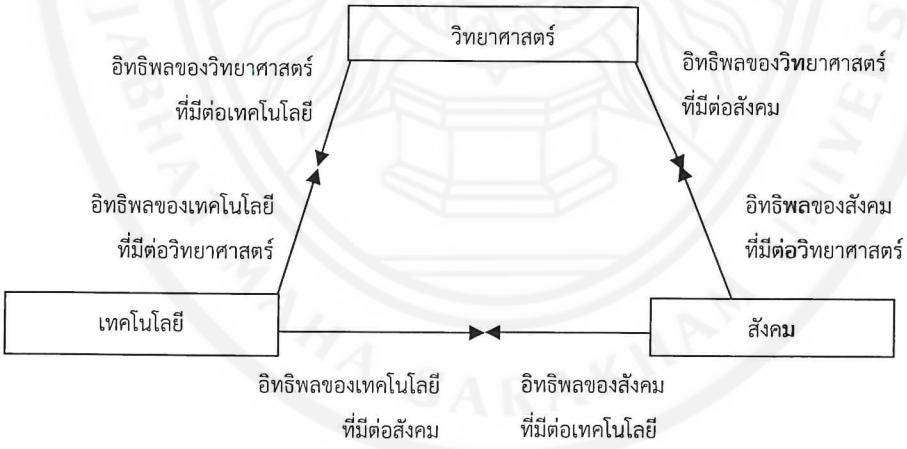
ในยุคทศวรรษ 1990 การจัดการเรียนการสอน STS ในญี่ปุ่นเริ่มมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการให้ความสำคัญกับประเด็นด้านความยั่งยืนมากขึ้น ในช่วงนี้ได้มีการพัฒนาหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนการสอน STS ให้มีความทันสมัยมากขึ้น โดยเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอน STS ในญี่ปุ่นยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการให้ความสำคัญกับประเด็นด้านความรับผิดชอบทางสังคม (Social Responsibility) มากขึ้น ในช่วงนี้ได้มีการพัฒนาหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนการสอน STS ให้มีความเป็นพลเมืองโลกมากขึ้น โดยเน้นการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมโลก

2.2.4 ความสัมพันธ์ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

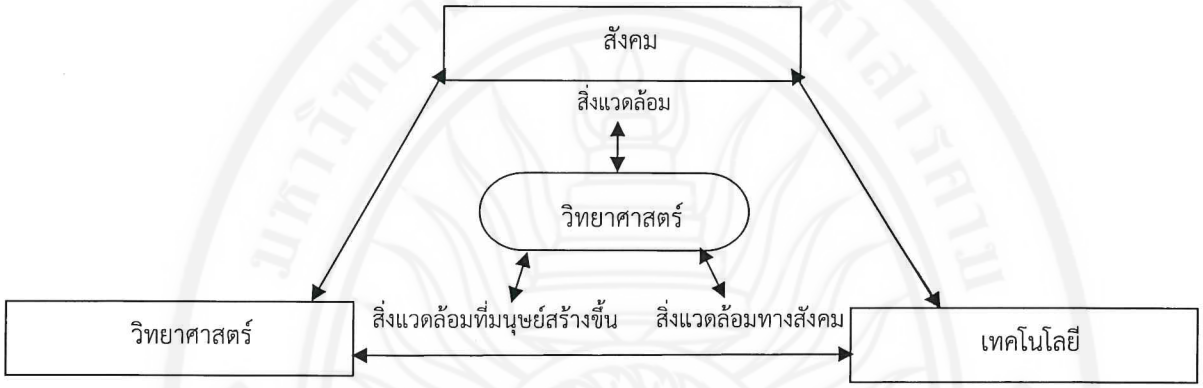
นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 35-36) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้วิทยาการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ค้นพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างยิ่ง คือเทคโนโลยีสร้างความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ก็เสริมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทั้งสองเสริมกันให้งานปฏิบัติการต่าง ๆ ในสังคมเจริญก้าวหน้าเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคม แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และสังคมแล้ว การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีการพัฒนาไปด้วย มนุษย์สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่ออยู่ในสังคมที่มีการพัฒนาเจริญขณะนี้นักวิทยาศาสตร์ ก็จะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงขึ้นไปอีก และความต้องการของสังคมเองก็จะผลักดันให้นักวิทยาศาสตร์ต้องเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไปโดยไม่หยุดยั้ง เช่นเดียวกันกับความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและสังคมเมื่อเทคโนโลยีพัฒนาขึ้นไป มีการสร้างสิ่งประดิษฐ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้มนุษย์ในสังคม มนุษย์ในสังคมจะมีความเป็นอยู่ในการดำรงชีวิตอย่างสะดวกสบายเศรษฐกิจดีขึ้น นักเทคโนโลยีในสังคมก็พยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ และความต้องการของ สังคมเองก็มีส่วนผลักดันให้นักเทคโนโลยีพยายามพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ต่อไปไม่หยุดยั้ง ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. ปรับปรุงจาก *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (น. 35-36), โดย ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.*

การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนั้นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ว่าตัววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนจะให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการช่วยแก้ปัญหาสังคมที่เกิดขึ้นจาก วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีได้ ซึ่งสิ่งนี้จะสามารถนำไปสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมของประเทศในอนาคต การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องให้นักเรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยเน้น ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและทักษะในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. ปรับปรุงจาก *STS Education: International Perspectives on Reform* (น. 47), โดย Aikenhead, 1994, New York: Teachers College Press.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อ้างถึงใน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544, น. 3-4) ระบุความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมไว้ และสรุปได้ว่าจากการตระหนักถึงสถานการณ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของไทยในอนาคตกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมอบหมายให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและสำนักงานนโยบายและแผนสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมร่วมกันจัดทำวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์แห่งชาติด้านวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2543-2563 หรือ S&T 2020 โดยมีแนวคิดหลัก 4 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 เป็นการร่วมกันมองอนาคตของประเทศไทยในระยะ 20 ปีข้างหน้า โดยมองอนาคตจากความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อค้นหาคำ ตอบว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะมีส่วนร่วมสนองความต้องการ และร่วมสร้างอนาคตที่พึงปรารถนาของประเทศไทยให้เป็น

แนวคิดที่ 2 เป็นการร่วมมือกันมองอนาคตของประเทศไทยในระยะ 20 ปี ข้างหน้าโดยมองอนาคตจากความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อค้นหาคำตอบว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะมีส่วนร่วมสนองความต้องการ และร่วมสร้างอนาคตที่พึงปรารถนาของประเทศให้เป็นจริง

แนวคิดที่ 3 เป็นกระบวนการทางการเรียนรู้ร่วมกันภายในสังคมไทย โดยเฉพาะในประชาคมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกับเศรษฐกิจและสังคม เพื่อร่วมกำหนดแนวทางการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

แนวคิดที่ 4 เป็นกระบวนการกำหนดแนวทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสอดคล้องเชื่อมโยงและสอดประสานกับกระบวนการจัดการทำ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) สามารถประมวลข้อเสนอวิสัยทัศน์แห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2543-2553 คือ "การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม"

จากสิ่งที่กล่าวมานั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความเกี่ยวข้องกันอย่างแยกไม่ออก โดยวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและจักรวาล เทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ และสังคมเป็นสภาพแวดล้อมที่มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ มนุษย์ควรตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และควรใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและมีความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพลังขับเคลื่อนสู่การพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน

2.2.5 จุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเสนอแนะเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิทยาศาสตร์ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ดังนี้

Carin (1993, อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 22) กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมสรุปได้ว่า เป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันในสังคมทั่วไปและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการช่วยให้นักเรียนตัดสินใจอย่างฉลาดและถูกต้องมากขึ้น การสอนดังกล่าวเป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาคำตอบของปัญหานักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดและกระทำการแก้ปัญหาร่วมกัน ผู้สอนจึงต้องจัดเตรียมเนื้อหาวิชาให้สัมพันธ์กับสภาพชีวิตจริงของนักเรียน

Tsai (2002, p. 23) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS เป็นการเข้าใจถึงความสำคัญของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีมุมมองใหม่เกี่ยวกับโครงการพัฒนาอาชีพในอนาคตของนักเรียน เน้นให้ผู้ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่การสนทนา การแก้ปัญหา การเจรจาทางสังคม การเรียนรู้ร่วมกันกับสังคม ความเข้าใจเกี่ยวกับ

ความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) ทักษะในการแก้ปัญหา และสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

Lee and Erdogan (2007, pp. 1315-1320) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มุ่งหมายที่ให้นักเรียนพัฒนาทักษะและความรู้ที่สามารถใช้ตรวจสอบและแก้ไขปัญหา สร้างความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ความรู้และข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นพื้นฐานและสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเป้าหมายสูงสุดของการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จะทำให้นักเรียนมีการเตรียมความพร้อมในการเผชิญกับทักษะและความรู้ที่สำคัญในชีวิตจริงในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างเต็มที่ การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ส่วนใหญ่เน้นการเรียนรู้ที่เป็นปฏิบัติการ การวิจัย และการสร้างความเข้าใจโดยใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนการแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

Primastuti and Atun (2018, pp. 5-8) กล่าวว่า การใช้วิธีการเรียนรู้แบบ STS นั้นมีผลที่มีประโยชน์อย่างมากต่อพัฒนาการของนักเรียนในด้านทางสติปัญญา อารมณ์ และร่างกาย และช่วยเตรียมพร้อมให้พวกเขาสามารถเผชิญกับสังคมและอาชีพในอนาคตได้อย่างเต็มที่และเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าเป้าหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นั้นมุ่งเน้นที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีความหมายและตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสติปัญญา การแก้ปัญหาปัญหาพื้นฐานโดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสาร และการคิดวิเคราะห์ที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำไปใช้ได้ในอนาคต

2.2.6 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีผู้ศึกษาและกล่าวถึงหลายท่านดังนี้

Yager and Tamir (1993, pp. 637-658) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดหัวข้อการอภิปราย (The Subject Being Discussed) เป็นขั้นการสืบหาข้อมูลการอภิปรายจากกระแสความเป็นไปของท้องถิ่น ครอบครัวของนักเรียนแต่ละคน

ขั้นตอนที่ 2 รอเวลาให้ปรากฏ (The Use of Wait is Apparent) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดกระบวนการของการตั้งคำถาม กำหนดความคิดที่ดี ๆ และพิจารณาความคิดที่ไม่มีคุณค่าในการตอบคำถาม

ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติการร่วมกัน (The Cooperative Leaning) เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของแต่ละคน เพื่อหาข้อสรุปเป็นปัญหาร่วมกัน แล้วเสนอให้ครูพิจารณารับรองการทำงาน

Carin (1997, p. 20) เสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ประกอบไปด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสืบค้น (Search) นักเรียนเลือกหัวข้อที่จะศึกษาจาก หนังสือ ตำรา การสาธิต กิจกรรมฝึกปฏิบัติ การไปทัศนศึกษา รายการ โทรทัศน์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน โดยระดมสมองเพื่อเลือกหัวข้อ จากนั้นจะร่วมกันตั้งคำถามเพื่อศึกษาเจาะลึกในเรื่องที่สนใจต้องการศึกษา คำถามอาจมีมากมาย แต่จะเลือกคำถามที่เป็นปัญหาหลักที่จะศึกษามาเพียง 1-2 คำถาม

2. ขั้นแก้ปัญหา (Solve) ในขั้นนี้จุดเน้นอยู่ที่การใช้กลวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะฝึกใช้แนวทางการวิจัยทดลองเพื่อตอบคำถามในเรื่องที่สนใจศึกษา ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลด้วยตนเอง

3. ขั้นสร้างความรู้ (Create) จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนสามารถสร้างจัดกระทำและแสดงผลการค้นพบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนกราฟ แผนภูมิ หรือวิธีการอื่น ๆ

4. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) เป็นการเผยแพร่ข้อมูล นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าแก่กลุ่มเพื่อน โดยนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูดปากเปล่า บรรยาย เขียนรายงาน และอื่น ๆ

5. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action) นักเรียนนำผลที่ได้จากการศึกษาไปปฏิบัติ หรือนำเสนอข้อค้นพบแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการแก้ไขปัญหาต่อไป โดยครูและนักเรียนอาจจัดการประชุมแบบพบปะ ชี้แจงปัญหาและข้อค้นพบ หรือเขียนจดหมายถึงบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2544, น. 226-233) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งคำถาม (Questioning) เป็นการจัดประสบการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยความอยากรู้อยากเห็น เกิดการตั้งคำถามสิ่งที่สนใจศึกษา สถานการณ์ หรือประเด็นปัญหา สรุปประเด็นปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ

2. ขั้นวางแผน (Planning) นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการกลุ่มเพื่อระดมความคิดเห็น และหาวิธีการปฏิบัติตามขั้นตอน การสืบค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งออกแบบ และจัดทำเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการสืบค้น

3. ขั้นค้นหาคำตอบ (Exploring) นักเรียนค้นหาคำตอบและเก็บรวบรวมด้วยวิธีการ แผนการที่เตรียมไว้ แล้วสรุปความรู้ที่ได้จากการหาคำตอบของปัญหา

4. ขั้นสะท้อนความคิด (Reflecting) นักเรียนเชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้กับทฤษฎี หลักการจากการศึกษาเอกสาร ใบความรู้ และแหล่งข้อมูลที่จัดเตรียมให้ เพื่อขยายความคิดและข้อสรุปข้อค้นพบให้ชัดเจน เพื่อนำเสนอความรู้ ความคิด และข้อสรุปที่ได้จากการหาคำตอบ

5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Sharing) นักเรียนนำเสนอความรู้ ความคิดที่ได้จากการค้นหาคำตอบ โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน จัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เป็นต้น และร่วมกันแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์เรียนรู้ซึ่งกันและกัน

6. ขั้นขยายขอบเขตความรู้ (Extending) นักเรียนนำความรู้ ความคิดจากข้อสรุปจากปัญหา และข้อสงสัยที่เกิดขึ้น ไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองจากเอกสาร ใบความรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ การซักถาม นำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันเพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้ ความคิดให้กว้างขวางขึ้น

7. ขั้นนำไปปฏิบัติ (Acting) นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยกันไปใช้ปฏิบัติ

โชคชัย ยืนยง (2550, น. 45-58) ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ประกอบไปด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุประเด็นทางสังคม (Identification of Social Issue Stage) เป็นการระบุประเด็นทางสังคมเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ขั้นนี้ครูจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงประเด็นทางสังคม เนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนตระหนักถึงประเด็นในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อหาคำตอบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ขั้นระบุแนวทางการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ (Identification of Potential Solution Stage) เป็นการให้นักเรียนได้ตรวจสอบศักยภาพของตนเองในการที่จะหาคำตอบของประเด็นทางสังคมนั้น ๆ จากที่นักเรียนรับรู้ประเด็นทางสังคมเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ขั้นต้องการความรู้ (Need for Knowledge Stage) ขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ดังนั้นในขั้นนี้จึงเปิดโอกาสให้ครูได้จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองและสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่ดี เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการหาคำตอบของประเด็นทางสังคม

4. ขั้นทำการตัดสินใจ (Decision – Making Stage) ขั้นนี้นักเรียนจะใช้ความรู้ที่เรียนมาเพื่อทบทวนแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ในแนวทางใด

5. ขั้นกระบวนการทางสังคม (Socialization Stage) กระบวนการทางสังคมสะท้อนให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดของตน ที่แสดงมาเพื่อแก้ไขปัญหานั้น จากการนำเสนอ หรือกระทำสิ่งที่ออกแบบไว้ในขั้นทำการตัดสินใจในสังคม เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด หรือตรวจสอบแนวคิดของตนเองให้มีความเหมาะสมมากที่สุด

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผู้วิจัยมีความสนใจในแนวคิดของ Carin (1997) เพราะเหมาะสำหรับการนำมาจัดการเรียนการสอนเนื่องจากมีความเน้นที่การให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีการกระทำจริงในการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการกระทำและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและสังคม โดยมีขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและเป็นประโยชน์ ได้แก่ 1) ขั้นสืบค้น (Search) 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) 3) ขั้นสร้างความรู้ (Create) 4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) และ 5) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action)

2.2.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

Aikenhead (1994, pp. 47-59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตจริง เทคโนโลยี และบริบททางสังคม ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง เนื่องจากนักเรียนจะเกิดความเข้าใจถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์ในสังคม พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การสืบเสาะ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และสามารถมีส่วนร่วมในสังคมได้อย่างมีความรับผิดชอบ แนวคิดนี้ยังช่วยเสริมสร้างทัศนคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งยากหรือไกลตัว นอกจากนี้ STS ยังส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามศาสตร์และสนับสนุนการพัฒนาทักษะพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงระบบ การสื่อสาร หรือจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2546, น. 10-11) กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งสรุปได้ว่าการที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการค้นคว้าหาความรู้ การรู้จักคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาการผสานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ของตัวนักเรียนเอง และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจากการทำงานกลุ่มแบบร่วมมือกัน ซึ่งการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีผลต่อพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เช่น นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสถานการณ์อื่นทำงานได้ด้วยตนเองและสามารถตัดสินใจเองได้ดียิ่งขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อประโยชน์ของการเรียนและอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นขึ้น 2-3 เท่า และนักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมาก เป็นต้น

โชคชัย ยืนยง (2550, น. 45-58) กล่าวถึงประโยชน์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งสรุปได้ว่าแนวคิดนี้ช่วยเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริงและสังคม ส่งเสริมให้นักเรียน คิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะการแก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังพัฒนาความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และเปิดโอกาสให้เรียนรู้แบบบูรณาการข้ามศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ได้จริง

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้ว่า การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีคุณลักษณะที่เน้นการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจปัญหา แก้ปัญหา และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและการทำงาน ด้วยการผสมผสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และมุมมองสังคม นักเรียนจะได้พัฒนาเป็นบุคคลที่มีความรู้ ทักษะ และความสามารถที่มีประโยชน์และทันสมัยในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันและสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

2.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

2.3.1 ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

Good (1973, p. 680) อธิบายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงอย่างรอบคอบ นำไปสู่การสรุปข้อมูลที่เป็นไปได้อย่างแท้จริง และสามารถใช้กระบวนการทางตรรกะได้อย่างถูกต้อง

Paul and Elder (2006, pp. 34-35) ได้สรุปไว้ว่า การคิดอย่างวิจารณ์ในบริบทของการศึกษาและจิตวิทยาหมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมิน และสรุปข้อมูลหรือข้อเสนอแนะอย่างมีระบบและตรรกะ มักเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะในการคิดอย่างรอบคอบ เพื่อการประเมินและตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ ความคิด หรือหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ในลักษณะที่มีความเหมาะสม การคิดอย่างวิจารณ์รวมถึงการนำทักษะในการคิด การแก้ปัญหา และการตัดสินใจมาใช้ในการประเมินและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล

Facione (2015, pp. 4-6) ได้อธิบายไว้ว่า การคิดอย่างวิจารณ์เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่รวมรวมการวิเคราะห์ การประเมิน และการสรุปข้อมูลหรือความคิดเพื่อทำการตัดสินใจโดยมีเหตุผล รวมถึงกระบวนการสมาชิกหลายอย่าง เช่น การตีความ การสรุปผล การอภิปราย การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ซึ่งทักษะในการคิดอย่างวิจารณ์นี้กระตุ้นบุคคลให้สงสัยถึงสมมติฐาน ตรวจสอบข้อมูล และพิจารณามุมมองทางอื่น ๆ โดยส่งเสริมความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครบถ้วนในปัญหาที่ซับซ้อน

ทิศนา แขมมณี (2548, น. 83-96) กล่าวว่า การคิดเชิงวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยใช้เหตุและผล ทำการวิเคราะห์ปัญหา พิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วเลือกตัดสินใจยึดหลักตามเหตุและผลเป็นสำคัญ

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่นำเสนอในรูปแบบที่มีความเห็นและตรรกะ โดยมุ่งเน้นการใช้ทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ การประเมินข้อเสนอแนะ และการแสดงเหตุผลอย่างมีหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์ การประเมินและการสรุปผลเพื่อตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาอย่างรอบคอบและรอบด้าน โดยไม่ใช้ความเห็นหรือความรู้ที่ไม่มีหลักฐานรองรับ แต่มุ่งสู่ความจริงและข้อเท็จจริง นอกจากนี้ ยังเป็นกระบวนการคิดแบบเปิดกว้างที่พร้อมท้าทายความเชื่อและสมมติฐานของตนเองและผู้อื่น ด้วยการตรวจสอบอย่างละเอียดรอบคอบโดยไม่ยอมรับข้อมูลโดยปราศจากหลักฐาน ทั้งนี้ การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ต้องอาศัยความเป็นกลางและมุมมองที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่มีคุณภาพ การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และข้อสรุปที่เชื่อถือได้

2.3.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Paul and Elder (2006, pp. 25-30) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับความสามารถในการใช้เหตุผลและสะท้อนผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินประเภทของการให้เหตุผล โดยแนวคิดหลักของกรอบแนวคิดของ Paul and Elder มีทั้งหมด 4 องค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบของการคิด: องค์ประกอบเหล่านี้เป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการคิด ซึ่งรวมถึงวัตถุประสงค์ คำถามที่ต้องการคำตอบ ข้อมูล การตีความ แนวคิด สมมติฐาน การให้เหตุผล และผลที่ตามมา การเข้าใจองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้บุคคลสามารถวิเคราะห์การให้เหตุผลของตนเองและผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. มาตรฐานทางปัญญา: การคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวข้องกับการใช้มาตรฐานทางปัญญาบางประการ เช่น ความชัดเจน ความแม่นยำ ความละเอียด ความเกี่ยวข้อง ความลึกซึ้ง ความกว้างขวาง ความมีเหตุผล และความยุติธรรม เพื่อปรับปรุงคุณภาพของการให้เหตุผล

3. ลักษณะทางปัญญา: Paul and Elder เน้นการพัฒนาลักษณะทางปัญญาที่สำคัญ เช่น ความถ่อมตัวทางปัญญา ความกล้าหาญ ความเห็นอกเห็นใจ ความซื่อสัตย์ ความมานะอดทน และความมั่นใจในการให้เหตุผล

4. วงล้อของการให้เหตุผล: แนวคิดนี้ทำให้เห็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการวงกลม ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีอิทธิพลต่อกันและกัน ตัวอย่างเช่น การตอบคำถามอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีแนวคิดที่ชัดเจน ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และการให้เหตุผลที่มีตรรกะ

ซึ่งทฤษฎีของ Paul and Elder เป็นทฤษฎีที่ส่งเสริมให้บุคคลสามารถสะท้อนและตระหนักถึงกระบวนการคิดของตนเอง โดยเน้นความสำคัญของการประเมินกระบวนการคิดของตนเอง การระบุจุดอ่อน และการตัดสินใจที่มีข้อมูลและเหตุผลสนับสนุนอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะช่วยให้ตัดสินใจได้ดีขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ

Halpern (2014, pp. 20-21) นำเสนอโมเดลการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ทักษะการคิดที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การสอนและการเรียนรู้ทักษะการคิดเฉพาะ: Halpern เน้นว่าในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นต้องมีการสอนอย่างเป็นระบบ โดยการฝึกฝนทักษะที่สำคัญ เช่น การระบุปัญหา การประเมินข้อมูล และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

2. การฝึกฝนการใช้ทักษะในสถานการณ์ต่าง ๆ: เพื่อให้ทักษะการคิดมีประสิทธิภาพในการใช้งานจริง นักเรียนควรนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

3. การประเมินและปรับปรุงการคิดของตนเอง: Halpern ยังเน้นการสะท้อนกลับเพื่อประเมินวิธีการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถปรับปรุงการคิดและตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

4. การใช้ทักษะการคิดในชีวิตประจำวัน: ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่ควรจำกัดแค่ในห้องเรียนหรือการศึกษาตามหลักสูตรเท่านั้น แต่ควรนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อการตัดสินใจที่ดีขึ้น

Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (1964, อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 180-181) Watson and Glaser ได้กล่าวสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ ความรู้ และทักษะ ในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. เจตคติ (Attitude) ความพร้อมในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาความหมายจนสามารถเชื่อในสิ่งที่เป็นจริง

2. ความรู้ (Knowledge) ในการหาแหล่งข้อมูลหรือข้อสังเกตและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผลเพื่อการอ้างถึงข้อสรุปความ (Inference) การสรุปใจความสำคัญ (Abstraction) และการสรุปความเหมือน (Generalization) โดยพิจารณาจากหลักฐานและการใช้ทักษะการสังเกต

3. ทักษะ (Skill) ความสามารถของบุคคลที่จะนำความรู้ที่ค้นพบทั้งจากความรู้ดั้งเดิมหรือใหม่ไปประยุกต์ใช้เพื่อตัดสินปัญหา สถานการณ์ ข้อความหรือข้อสรุป

กล่าวโดยสรุป แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะการคิดของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทการศึกษาในยุคปัจจุบัน เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีวิจารณญาณในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและมีจริยธรรม

2.3.3 การสอนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Commeyras (1993, pp. 486-493) แนะนำว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการส่งเสริมการวิจารณญาณ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การอภิปรายกลุ่ม สัมมนา กิจกรรมแก้ปัญหาและบทบาทสมมุติ จากการวิจัยพบว่าการเรียนการสอนในระดับมัธยม หรือสูงกว่ามัธยม กิจกรรมอภิปรายและการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Dialogue) เป็นกิจกรรมที่ถือว่ามีบทบาทในการพัฒนาการคิดไตร่ตรองและใช้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Tsui (1999, pp. 185-200) แนะนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติอย่างมีความหมาย กิจกรรมสืบเสาะที่ได้ฝึกคิดขั้นสูง กิจกรรมที่ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการสะท้อนผล (Reflection) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โต้ตอบ กิจกรรมโครงงานและภาระงานที่ให้นักเรียนพูดนำเสนองานหน้าชั้นเรียน ตลอดจนการใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบหรือเรียงความแทนการใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

Langrehr (2008, pp. 78-92) แนะนำกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดวิจารณญาณดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็น (Distinguishing Facts and Opinions) กิจกรรมนี้เริ่มด้วย ผู้สอนอธิบายความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นหลังจากนั้นผู้สอนอาจให้นักเรียน

อ่านข่าวหรือเรื่องราวต่าง ๆ จากหนังสือพิมพ์หรือวารสาร แล้วฝึกแยกว่าเนื้อหาส่วนใดคือข้อเท็จจริงและส่วนใดคือความคิดเห็นโดยใช้กิจกรรมอภิปรายกลุ่มย่อย

2. กิจกรรมการแยกสิ่งที่มั่นใจและสิ่งที่ไม่มั่นใจ (Distinguishing Unsure Conclusion) กิจกรรมนี้เริ่มด้วยผู้สอนสนทนากับนักเรียนว่าจากการสังเกตของผู้สอนเห็นว่านักเรียนหลาย ๆ คนด่วนสรุปทันทีเมื่อเห็นเหตุการณ์ หรือ อ่านข้อความ โดยที่ไม่มีหลักฐานใดมาสนับสนุน เช่น อ่านโฆษณา หรือดูภาพจากหนังสือพิมพ์แล้วสรุปทันทีโดยไม่มีการไตร่ตรองให้ดีก่อน หลังจากนั้นผู้สอนนำภาพมาให้นักเรียนดูแล้วให้เขียนลงไปว่าสิ่งที่มั่นใจมีอะไร และไม่มั่นใจมีอะไรบ้าง แล้วอภิปรายในกลุ่มเพื่อฝึกการใช้เหตุผลสนับสนุนความคิดของตน

3. แยกความน่าเชื่อถือจากข้ออ้างต่าง ๆ (Challenging the Reliability of a Claim) ผู้สอนสนทนากับนักเรียนว่าโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์พิสูจน์หลักฐานก่อนที่จะเชื่อเกี่ยวกับการรายงานข้อมูลต่าง ๆ ผู้มีความคิดวิจารณญาณจะตั้งคำถามเพื่อให้มั่นใจก่อนเสมอ จากนั้นผู้สอนให้นักเรียนอ่านข่าวจากหนังสือพิมพ์ เกี่ยวกับผู้ชายคนหนึ่งที่อ้างว่าเห็นสัตว์ที่รูปร่างคล้ายไดโนเสาร์ที่ลำธารใกล้ฟาร์มของเขา แล้วให้นักเรียนเขียนคำถามอย่างน้อย 5 คำถามก่อนที่จะเชื่อ ตรวจสอบคำถามกับเพื่อนในชั้นว่าแต่ละคนมีคำถามอะไรบ้าง เพื่อนำคำถามเหล่านั้นมาหลอมรวมกันให้ครอบคลุมประเด็นที่สุดแล้วอภิปรายร่วมกันก่อนการตัดสินใจว่าข่าวนั้นน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ

4. กิจกรรมพิจารณา ความคิดเห็นอื่น ๆ (Considering Other Points of View) ผู้สอนสนทนากับนักเรียนว่าเมื่อมีการโต้แย้ง บางคนมองเห็นเฉพาะประเด็นของตนเองไม่ต้องการที่จะรับฟังคนอื่น คนที่มีวิจารณญาณต้องฟังความคิดเห็นของคนอื่น ถ้ายอมรับฟังจะได้ข้อมูลใหม่ทำให้เข้าใจความรู้สึกของคนอื่นมากขึ้น หลังจากนั้นผู้สอนตั้งประเด็นหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึก

5. กิจกรรมการตัดสินใจ (Decision Making) ผู้สอนแนะนำขั้นตอนการตัดสินใจว่าการตัดสินใจต้องใช้เกณฑ์และมีตัวเลือกที่หลากหลาย การตัดสินใจเป็น กระบวนการและขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นระบุประเด็นที่จะตัดสินใจ ขั้นระบุตัวเลือก ขั้นแยกข้อดีข้อเสียของแต่ละตัวเลือก ขั้นเปรียบเทียบตัวเลือกโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสมและสอดคล้อง ขั้นจัดลำดับตัวเลือกและให้คะแนนแต่ละตัวเลือกและ ขั้นตัดสินใจเลือกตัวเลือกที่ได้คะแนนมากที่สุด หลังจากนั้นผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกตัดสินใจโดยปฏิบัติตามขั้นตอน 6 ขั้นตอน เช่น ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ว่า “เธอได้ไปเที่ยวต่างประเทศฟรีจากการ จับฉลากชิงโชค ให้เลือก 4 ประเทศ เธอต้องตัดสินโดยใช้กระบวนการตัดสินใจ 6 ขั้น”

Fisher (2010, pp. 384-412) กล่าวว่า ในชีวิตประจำวันเด็กซึมซับทัศนคติและความคิดจากผู้ใหญ่ ทำให้ความคิดของเด็กขึ้นอยู่กับความคิดของผู้ใหญ่ ถ้าเด็กเรียนรู้ที่จะตั้งคำถามมากขึ้นก็จะทำให้ใช้ความคิดของตนเองหลอมรวมกับความคิดของผู้ใหญ่ และนำมาประมวลเป็นเหตุผลของตนเอง นอกจากนั้นผู้ใหญ่ต้อง

สอนให้เด็กเป็นคนใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น และฝึกฝนการคิดวิจารณญาณ Fisher แนะนำกิจกรรมส่งเสริม การคิดวิจารณญาณดังต่อไปนี้

1. กิจกรรม PNI: P ย่อมาจาก Positive หมายถึง ส่วนที่เป็นบวกหรือข้อดี N ย่อมาจาก Negative คือส่วนที่เป็นลบหรือข้อด้อยที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และ I ย่อมาจาก Interesting คือจุดที่อาจมีทั้งข้อดีและข้อด้อยเป็นข้อสังเกต ที่ควรนำมาวิพากษ์วิจารณ์ กิจกรรม PNI มีประโยชน์ต่อ นักเรียนในการฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณเกี่ยวกับการประเมินข้อมูล เหตุการณ์และเรื่องราวต่าง ๆ โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาข้อดี (Good Points) ข้อด้อย (Weak Points) และข้อที่น่าสังเกต (Interest) ของข้อมูลเหตุการณ์และเรื่องราวต่าง ๆ

2. กิจกรรมคิดหาทางเลือกอื่นที่เป็นไปได้ (Possibility Thinking): การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิด หาทางเลือกที่หลากหลาย โดยการกระตุ้นด้วยคำถาม เช่น มีทางออกอื่นไหม มีข้อเสนอแนะอื่น ๆ อีกไหมมีตัวเลือกอะไรบ้าง ประเด็นสำคัญที่ผู้สอนต้องคำนึงก็คือต้องมีความชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายของทางเลือกนั้น ๆ

3. มองต่างมุม: การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นการขยายความคิดของตนเอง การรับฟังคนอื่น คือความพยายามที่จะเข้าใจความรู้สึกนึกคิดของคน ๆ นั้น ซึ่งการเข้าใจความคิดของคนอื่นเป็นการพัฒนาคุณธรรมขั้นพื้นฐาน การเข้าใจผู้อื่นยังถือว่าเป็นความฉลาดทางอารมณ์อย่างหนึ่งด้วย การจัดกิจกรรมทำได้โดยให้นักเรียนจับคู่วิจารณ์หรือแลกเปลี่ยนกันตรวจงานเพื่อฝึกแสดงความคิดเห็นสองด้านคือด้านที่เห็นด้วยและด้านที่ไม่เห็นด้วย ในการจัดกิจกรรมมองต่างมุมนั้นผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิด เช่น ใครบ้างที่คิดอย่างนี้เธอคิดอย่างไร แล้วเพื่อนเธอล่ะคิดอย่างไร คนอื่น ๆ คิดอย่างไร ผู้สอนอาจกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกคิด เช่น พ่อ-แม่ ห้ามลูกดูทีวีเกิน 4 ทุ่ม ลูกจึงต้องงดดูรายการที่ชื่นชอบหลัง 4 ทุ่ม คิดว่าพ่อ-แม่และลูกมีความคิดเห็นต่างกันอย่างไร มีคนต้องการขายจักรยานมือสองเธอ คิดว่าคนนี้คิดอย่างไร แล้วเธอล่ะคิดอย่างไรเกี่ยวกับเรื่องนี้

4. คำถามโสเครติส: คำถามโสเครติส คือคำถามที่ยั่วยุให้สืบสวน ยั่วให้แย้ง และคิดหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ซึ่งต่างจากคำถามปลายเปิดธรรมดา คำถามโสเครติสเหมาะกับกิจกรรมอภิปรายที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง คำถามโสเครติสมีลักษณะ ดังนี้ คำถามที่ต้องการความชัดเจน คำถามที่ต้องการเหตุผลและหลักฐาน คำถามเพื่อสำรวจความเห็นอื่น ๆ คำถามเพื่อทดสอบผลลัพธ์ คำถามเพื่ออภิปราย หรือคำถามเพื่อคำถาม เป็นต้น

Wicaksono, Sofyan and Muslim (2020, pp. 221–236) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ซึ่งเรียกว่าโมเดล RICOSRE ซึ่งเป็นชื่อย่อที่ประกอบด้วยกระบวนการ 7 ขั้นตอน ได้แก่ Remembering, Identifying, Considering, Organizing, Synthesizing, Relating, และ Evaluating โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดการเรียนรู้ที่

สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีโครงสร้าง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลาย

1. การระลึกถึง (Remembering) ขั้นตอนแรกมุ่งเน้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิม ประสบการณ์ หรือข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างความเข้าใจใหม่ ซึ่งเป็นการกระตุ้นความรู้ก่อนเรียน และเตรียมพร้อมสู่การคิดขั้นสูง

2. การระบุประเด็น (Identifying) เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นการระบุปัญหา คำถามหลัก หรือประเด็นสำคัญในหัวข้อที่กำลังศึกษา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งเป้าหมายการวิเคราะห์ได้ชัดเจนและไม่หลงประเด็น

3. การพิจารณา (Considering) นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากหลายแหล่งหรือมุมมองที่แตกต่าง ทั้งด้านสนับสนุนและคัดค้าน เพื่อเปิดมุมมองและลดอคติทางความคิด เป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. การจัดระเบียบข้อมูล (Organizing) ข้อมูลที่หลากหลายจะถูกจัดกลุ่ม แบ่งประเภท หรือจัดลำดับอย่างเป็นระบบ เช่น การใช้แผนภาพความคิดหรือแผนภูมิ เพื่อส่งเสริมการเข้าใจและการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

5. การสังเคราะห์ (Synthesizing) นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลและความรู้จากหลายแหล่งมารวมกัน เพื่อสร้างข้อเสนอ แนวคิด หรือข้อสรุปใหม่ ซึ่งสะท้อนถึงทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์และการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก

6. การเชื่อมโยง (Relating) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับประสบการณ์จริงหรือสถานการณ์อื่น ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและสังคม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ได้จริง

7. การประเมินผล (Evaluating) เป็นกระบวนการท้ายสุดที่นักเรียนจะประเมินทั้งกระบวนการคิด ผลลัพธ์ และข้อสรุป โดยใช้เกณฑ์เชิงคุณภาพ เช่น ความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล และความสอดคล้องกับหลักฐาน

โมเดล RICOSRE มีลักษณะโดดเด่นในการจัดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง (Higher-order Thinking Skills) โดยเฉพาะในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล

สรุปได้ว่าการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิจารณญาณส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการใช้กิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผลและใคร่ครวญข้อมูลต่าง ๆ เช่น การอภิปรายกลุ่ม การแยกแยะข้อเท็จจริงจากความคิดเห็น การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการฝึกตัดสินใจตามกระบวนการที่มีขั้นตอน นอกจากนี้ยังมีการใช้กิจกรรมที่กระตุ้นให้คิดหาทางเลือกอื่นๆ หรือฝึกรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง รวมถึงการใช้คำถามที่กระตุ้นให้ตั้งคำถามและแย้งความคิดเห็นของตนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดและการใช้เหตุผลอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.4 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบวัดมาตรฐานที่ได้รับความนิยม ได้แก่

California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) แบบวัดนี้สร้างขึ้นโดย Facione (1990, p. 2) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นทักษะที่สำคัญในการประเมิน วิเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อน ในการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัด CCTDI มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน ทัศนคติ และ ความตั้งใจในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบ่งออกเป็น 7 มิติหลัก ได้แก่

1. Truth-seeking คือ การแสวงหาความจริงอย่างเปิดกว้างและปราศจากอคติ
2. Open-mindedness คือ การยอมรับแนวคิดหรือมุมมองที่แตกต่าง
3. Analyticity คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างลึกซึ้งและมีเหตุผล
4. Systematicity คือ การคิดอย่างเป็นระบบ มีระเบียบ และรอบคอบ
5. Critical thinking self-confidence คือ ความมั่นใจในการใช้เหตุผลอย่างมีหลักฐาน
6. Inquisitiveness คือ ความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน และสนใจในข้อมูลใหม่ ๆ
7. Maturity of judgment คือ ความสามารถในการตัดสินใจโดยพิจารณาอย่างถี่ถ้วนและมีวุฒิภาวะ

Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal แบบวัดนี้สร้างขึ้นโดย Watson and Glaser (1964, อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 182-183) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จนถึงวัยผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบวัด มี 2 รูปแบบที่มีลักษณะคู่ขนานกัน โดยแต่ละรูปแบบประกอบด้วย 5 แบบวัดย่อย มีข้อสอบรวม ทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที สำหรับใช้วัดความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบวัดย่อยนี้จะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีข้อสรุปประมาณ 3-5 ข้อต่อสถานการณ์นั้นจากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกคำตอบจาก 5 ตัวเลือกคือเป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะของแบบวัดย่อยนี้จะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมา 2-3 ข้อความต่อสถานการณ์ จากนั้นผู้ตอบต้อง พิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction)
เหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้หลักตรรกศา
สถานการณ์มาให้ 1 ข่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา 2-4 ข้อ
ว่า ข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่เป็นไ

4. ความสามารถในการแปลความ (Interpol
ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อ
สถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปตามมา 2-3 ข้อต่อสถานก
แต่ละข้อน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์นั้น

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Ev
ในการจำแนกการใช้เหตุผลว่า สิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผ
คำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถาม
ต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโด

Cornell Critical Thinking Test, Level X and Le
(1985, อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 183-184
ทฤษฎีนี้ได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประ

1. การนิยามปัญหา/ สิ่งที่เกี่ยวข้อง
ซึ่ง ประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้ ระบุประเด็นปัญ
ปรากฏและไม่ปรากฏ ตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถาน

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล (Judge Infor
ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล

3. การอ้างอิงเพื่อแก้ปัญหาและการลง
Problem and Draw Reasonable Conclusion) ซึ่งประ
แบบอุปนัยและอ้างอิง การนิรนัย และ ทำนายผลที่จะเกิดข

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความส
ของ Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (1964)
แนวคิดพื้นฐานในการศึกษาเรื่องการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถ
การจัดการเรียนรู้เรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 256
จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนวิชาชีววิทยา โดยเป็นแบบวัดเ

แบบปรนัยช
อย่างมีวิจารย
30 ข้อ ที่ครอ
ข้อตกลงเบื้
ในการประเมิ

2.3.5

ขั้นตอ
ดังนี้

Wats
เป็นกระบวนก

1.
อย่างมีวิจา
Assumption
ข้อโต้แย้ง (Ev

2.
วัดความสามา

3.
หรือพนักงานส

4.

5.

6.
หรือ Standar

Ennis
วิจารณญาณ
(Dispositions

1.
2 ด้านหลัก ได้

เชิงนิรนัย การ

ความเพียรในก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

กฎ
สม

En
แท

กา
แล

Gr
กา
(Re

สุด
รวม

ขั้น

กา
เฉพ
หรื
กา
ที่กำ

แน
หรื
เพื่อ
(Op
แต่ล



ขั้นตอนที่ 3 สร้างผังข้อสอบ การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างให้กรอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎี และกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดสำหรับใช้เฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่ง ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องกำหนดเนื้อหาวิชานั้นด้วยว่าจะใช้เนื้อหาใดบ้างที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้วัดความสามารถทางการคิด พร้อมทั้งกำหนดความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบความสามารถทางการคิดเป็นผังข้อสอบสำหรับนำไปใช้เขียนข้อสอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 เขียนข้อสอบ กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน เช่น กำหนดว่าคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัญหา หรือข้อมูลนั้น ๆ อาจได้มาจากบทความ รายงานต่าง ๆ บทสนทนาที่พบในชีวิตประจำวัน หรืออาจเขียนขึ้นมาเอง ส่วนคำตอบอาจเป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปัญหานั้น 3-5 ข้อสรุป เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปใดน่าเชื่อถือกว่ากัน น่าจะเป็นจริงหรือไม่ เป็นต้น ส่วนการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจไว้ เช่น ตอบถูกต้องตรงเฉลยได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนนเป็นต้น เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว ก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบ ทุกองค์ประกอบ ภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดี แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดได้ตรงตามโครงสร้างของการวัด พยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ผู้ตอบแสร้งตอบเพื่อให้ดูดี หลังจากร่างข้อสอบเสร็จแล้ว ควรมีการทบทวนข้อสอบเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถทางการคิด

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงหรือกลุ่มใกล้เคียง เมื่อนำแบบวัดไปใช้จริงแล้วนำคำตอบมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยาก (p) อำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูง พร้อมทั้งปรับปรุงข้อที่ไม่เหมาะสมคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมหรือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้วให้ได้จำนวนตามผัง ข้อสอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความตรงตามเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้งเพื่อวิเคราะห์แบบวัดในด้านความเที่ยง (Reliability) แบบวัดควรมีความเที่ยงเบื้องต้นอย่างน้อย 0.50 จึงจะเหมาะสมที่จะนำไปใช้ส่วนการตรวจสอบหาความตรง (Validity) ของแบบวัด ถ้าสามารถหาเครื่องมือวัดความสามารถทางการคิดที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ ก็ควรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ของแบบวัดด้วย

ขั้นตอนที่ 6 นำแบบวัดไปใช้จริง หลังจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดเป็นรายข้อและวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีรายงานค่าความเที่ยง (Reliability) ทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

จากแนวคิดทั้งหมด ผู้วิจัยเข้าใจว่าการพัฒนาแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำเป็นต้องมีความรอบคอบทั้งในด้านทฤษฎีและวิธีวิทยา โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดแนวคิดที่ชัดเจน การสร้างเครื่องมือที่เหมาะสม การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยวิธีเชิงสถิติ และการนำไปใช้งานจริงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงสุดของข้อมูลที่ได้จากการวัด

2.3.6 ประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Paul and Elder (2006, pp. 34-35) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ช่วยให้คนสามารถแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนและทำให้การวางแผนและการดำเนินการเป็นไปอย่างมีระบบ มีความสามารถในการตัดสินใจเบื้องต้นในสิ่งที่จะต้องกระทำและที่ไม่ควรกระทำ เป็นทักษะที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้

Paul and Elder (2008, pp. 88-91) การคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่แตกต่างกันช่วยให้คนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์และเรื่องราวที่ซับซ้อนได้อย่างครบถ้วน การเชื่อมโยงแนวคิดและข้อมูลจากหลายแหล่งช่วยให้เห็นภาพรวมและเข้าใจมุมมองที่ครอบคลุมของเรื่องที่กำลังถูกพิจารณา นอกจากนี้ การสร้างความเชื่อมโยงยังส่งผลให้เราสามารถนำความรู้และแนวคิดจากสาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในแบบที่เป็นประโยชน์แก่งานและชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

Halpern (2014, pp. 20-21) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ช่วยให้คนสามารถตรวจสอบข้อมูลและข้อเสนอแนะอย่างรอบคอบ โดยไม่ยอมรับข้อมูลทั่วไปที่ไม่มีหลักฐานรองรับหรือไม่มีความน่าเชื่อถือ จะต้องมีการสอบถามและประเมินข้อมูลที่ช่วยให้สามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมและได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

Facione (2015, p. 26) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ว่าเป็นทักษะความคิดที่ช่วยให้บุคคลสามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ อย่างรอบคอบและมีระบบมากขึ้น และสามารถนำความรู้และทักษะในการคิดอย่างรอบคอบมาใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่สำคัญที่ช่วยในการเข้าใจเรื่องซับซ้อน ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีระเบียบ แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยให้สามารถเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป มีประโยชน์ในการแก้ไขปัญหา การตัดสินใจและการสื่อสารในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในการศึกษาและชีวิตประจำวัน

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973, p. 103) ได้อธิบายไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Outcome) คือผลลัพธ์หรือความรู้ที่พัฒนามาจากการเรียนรู้หรือศึกษาหัวข้อหรือรายวิชาใด ๆ โดยปกติวัดจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556, น. 62) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือผลลัพธ์ที่นักเรียนได้รับจากกระบวนการการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนการสอน ซึ่งแสดงออกในรูปของความรู้ ทักษะ ความสามารถ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการพัฒนา ทั้งในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากคะแนนสอบ ผลงานวิชาการ พฤติกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนทักษะและสมรรถนะต่างๆ ที่แสดงถึงการบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยสามารถแบ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ เช่น คะแนนสอบ เกรดเฉลี่ย ผลงานทางวิชาการต่าง ๆ และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร เป็นต้น

2.4.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของจุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

สุภาพ วาดเขียน และไพศาล หวังพาณิช (2545, น. 30-35) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมากน้อยแค่ไหน เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบ

พฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยนั่นเอง ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายในลักษณะของเนื้อหาวิชาที่เรียน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง ฯลฯ การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติและผลที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมทั้งพฤติกรรมความสามารถด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ที่สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 119-120) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญอันหนึ่งที่ใช้ประเมินผล การเรียนการสอนโดยเฉพาะการวัดสมรรถภาพทางสมองเป็นสำคัญ จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่งนักเรียน เป็นการจัดตำแหน่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความ สามารถ กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันเพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม การทดสอบเพื่อจัดตำแหน่งนั้นต้องมีการทดสอบก่อนการเรียนการสอนในวิชานั้น ๆ ในทางการศึกษา จุดมุ่งหมายในการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อจัดตำแหน่งนิยมใช้กันใน 2 ลักษณะ เพื่อการจัดจำแนก เช่น แยกนักเรียนออกเป็นประเภทตามระดับคะแนน (A B C และ D) และเพื่อคัดออก

2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน เป็นกรประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทราบศักยภาพของตนเองในขณะนั้น และใช้เป็นแนวทางให้นักเรียนได้พัฒนาพฤติกรรมต่าง ๆ ของตนเองทั้งด้านความรู้ ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่าง ๆ ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่อง อาจใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งเมื่อพบนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษานักเรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใดจะได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นจึงประเมินผลอีกครั้ง

มลาวัลย์ นกหงส์ (2552, น. 78) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ เมื่อเรียนรู้แล้วมีความเข้าใจสามารถนำไปใช้ มีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด และเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนคนไหนผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด

สรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นกระบวนการที่สำคัญในการประเมินผลลัพธ์ของการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่ได้

จากการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์จะถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน ให้คำแนะนำแก่นักเรียน และประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและโปรแกรมการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับปัจเจกบุคคลและระดับระบบ ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

2.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

รสริน พันธุ (2550, น. 56) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน

ศิริชัย นามบุรี (2550, น. 84) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ แบบ ทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ ความสามารถ ทักษะและสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งได้เรียนรู้ในช่วงเวลาที่กำหนด

สุพัตรา เกษมเรืองกิจ (2551, น. 43) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม และการทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถภาพทางสติปัญญา ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน โดยจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบดังกล่าวคือการวัดระดับความรู้และทักษะของผู้เรียนภายหลังจากการเรียนการสอนในช่วงเวลาหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถแบ่งลักษณะการวัดผลได้เป็น 2 แนวทาง ได้แก่ การวัดแบบอิงกลุ่ม และการวัดแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งใช้เพื่อการเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้เรียน หรือเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2.4.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี และคณะ (2551, น. 73-98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 รูปแบบ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบแบบเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกา ถูก ผิด (True False Test) คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ มีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด, ใช่-ไม่ใช่, จริง-ไม่จริง, เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อทดสอบประเภทนี้คล้ายกับ ข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการ จะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice-Test) คำถามของข้อสอบประเภทแบบเลือกตอบโดยทั่วไป ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือตอนถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกจะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ได้แก่ แบบถูก–ผิด (True-False) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short Answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

1.2 แบบอัตนัย (Essay Tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items) และแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือ ตอบอย่างเสรี (Extended Response Items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดาเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง

(Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ The Metropolitan Achievement Tests เป็นต้น (ย่อหน้าที่ 3)

สันติ งามเสริฐ (2560, น. 9-20) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าต้องการให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านใดบ้าง หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาผู้สอนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

2.1 สถานการณ์ เป็นเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เช่น เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ เป็นต้น

2.2 พฤติกรรมของนักเรียน เป็นผลลัพธ์ที่ผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนและแสดงออกในเชิงพฤติกรรมที่เป็นรูปธรรม จะใช้ในรูปแบบของคำกริยา เช่น อธิบาย ระบุ จำแนก สร้าง นำเสนอ เป็นต้น

2.3 เกณฑ์การประเมินผล ผู้สอนจะกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับตัดสินผลการบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ เช่น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 อธิบายได้ถูกต้อง หรือระบุได้ถูกต้อง

3. กำหนดผังการสร้างข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย เนื้อหา น้ำหนักความสำคัญแต่ละเนื้อหา จำนวนข้อสอบ และระดับพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยที่ต้องการวัด ผังการสร้างข้อคำถามจะช่วยให้ผู้สอนออกแบบข้อคำถามได้อย่างมีหลักการ ครอบคลุมเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา ครอบคลุมสมรรถนะที่ต้องการวัด

4. เลือกรูปแบบข้อคำถาม เช่น จับคู่ถูกผิด หลายตัวเลือก เติมคำ เป็นต้น ซึ่งข้อสอบแต่ละแบบมีคุณลักษณะและความสามารถในการวัดผลการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจึงควรเลือกให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสมรรถนะที่ต้องการวัด

สรุปได้ว่าประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างเองและแบบทดสอบมาตรฐาน โดยแบบทดสอบที่ครูสร้างเองแบ่งออกเป็นปรนัย เช่น แบบเลือกตอบและจับคู่ และอัตนัย เช่น แบบตอบจำกัดและตอบเสรี ส่วนแบบทดสอบมาตรฐานจัดทำโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นสูง สำหรับรูปแบบข้อสอบที่นิยมใช้ ได้แก่ ข้อสอบอัตนัย ข้อสอบถูก-ผิด ข้อสอบเติมคำ ข้อสอบตอบสั้น ข้อสอบจับคู่ และข้อสอบเลือกตอบ การสร้างแบบทดสอบมี 6 ขั้นตอนหลัก เช่น กำหนดจุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ และผังการสร้างข้อคำถาม

2.4.5 หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษากล่าวถึง หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

Bloom (1958, อ้างถึงใน ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. 2544, น. 38-39) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกได้ของเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยพบเห็น เคยได้ยินหรือเคยได้มีประสบการณ์มาแล้ว เป็นเรื่องของความสามารถในการจดจำสิ่งต่าง ๆ จำแนกได้ดังนี้

1.1 ความรู้ในเรื่อง เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม กฎ และความจริง

1.2 ความรู้ในวิธีการ เกี่ยวกับระเบียบ แบบแผน ลำดับขั้น แนวโน้ม ประเภท เกณฑ์ และวิธีการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เกี่ยวกับวิชา การขยายหลักวิชา ทฤษฎี และโครงสร้าง

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญหรือแปลความหมายของสิ่งของหรือสัญลักษณ์ จำแนกได้ดังนี้

2.1 การแปลความหมายของศัพท์ วลี การเปลี่ยนรูป

2.2 การตีความ เป็นการสรุป เรียงลำดับ จำแนกความแตกต่าง

2.3 การขยายความ เป็นการคาดคะเน อ้างสรุป ทำนาย ตัดสิน ขยายความเพิ่มเติม

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ หรือความเข้าใจในสิ่งที่รู้เห็นมานั้นไปแก้ปัญหาใหม่ได้ สามารถนำไปสรุป เลือกใช้ พัฒนา สร้าง สาธิต วางแผนเพื่อแก้ปัญหา

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง ส่วนใดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด แต่ละส่วนย่อยนั้นสัมพันธ์กันอย่างไรจำแนกได้ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ บอกความสำคัญ วิจารณ์ หรืออภิปรายองค์ประกอบ

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เปรียบเทียบ บรรยายเหตุและผล จัดหมวดหมู่

4.3 วิเคราะห์หลักการ จุดประสงค์ อธิบายความเป็นมา หาข้อสรุป

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมส่วนต่าง ๆ หรือส่วนย่อย ๆ นั้นเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่สมบูรณ์กว่า หรือดีกว่า หรือแปลกกว่าเดิม จำแนกได้ดังนี้

5.1 สังเคราะห์ข้อความ เขียนบทความ โครงสร้าง แต่งเรื่องใหม่

5.2 สังเคราะห์แผนงาน เป็นการวางแผน เป้าหมาย กำหนดจุดประสงค์ หรือวิธีทำงาน

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการรวบรวมเรื่อง หรือสร้างความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ดี และเหมาะสมหรือไม่ จำแนกได้ดังนี้

6.1 ประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน โดยใช้วิธีการตัดสิน พิจารณาหรือเปรียบเทียบ

6.2 ประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก โดยใช้วิธีการตัดสิน ได้แย้งพิจารณาหรือเปรียบเทียบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2557, น. 11) กล่าวถึงหลักการการวัดผลไว้ว่าดังนี้

1. วัดให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย การวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นกระบวนการตรวจสอบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้จัดให้กับนักเรียนนั้น นักเรียนสามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด ดังนั้นการวัดและประเมินผลแต่ละครั้งจึงต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการวัด และในการสอนของครูก็ต้องยึดหลักสูตรเป็นหลักโดยการวิเคราะห์หลักสูตร แล้วตั้งจุดมุ่งหมายและวัดให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย หากการวัดแต่ละครั้งไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายที่จะวัด ผลของการวัดก็จะไม่มีความหมายแต่ก่อให้เกิดความผิดพลาดในการนำผลการวัดไปใช้ ความผิดพลาดที่ทำให้การวัดได้ไม่ตรงกับจุดมุ่งหมาย เช่น ไม่ศึกษาหรือนิยามคุณลักษณะที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน ใช้เครื่องมือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการจะวัด วัดได้ไม่ครบถ้วน เลือกกลุ่มตัวอย่างที่จะวัดไม่เหมาะสม เป็นต้น

2. ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ แม้ว่าจะมีจุดประสงค์ในการวัดที่ชัดเจน เลือกเครื่องมือวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์แล้วก็ตาม แต่หากเครื่องมือขาดคุณภาพผลการวัดก็ขาดคุณภาพไปด้วย และเมื่อนำผลการัดไปประเมินผล ผลการประเมินย่อมมีโอกาสผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อให้ผลของการวัดมีความเชื่อถือได้จึงควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

3. คำนึงถึงความยุติธรรม ความยุติธรรมเป็นคุณธรรมที่สำคัญประการหนึ่งของผู้ที่ทำหน้าที่ประเมินผล เป็นสิ่งที่ครูจะต้องคำนึงถึงทุกครั้งที่จะทำการวัดและประเมินผลการศึกษา กล่าวคือจะต้องวัดและประเมินผลด้วยใจเป็นกลางไม่ลำเอียงหรืออคติ ตัดสินตามหลักวิชา เช่น การตรวจข้อสอบโดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน จัดกระทำให้ผู้ถูกวัดอยู่ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ตัดสินผลการวัดโดยใช้เกณฑ์เดียวกัน เป็นต้น หากการดำเนินการขั้นใดขั้นหนึ่งขาดความยุติธรรมก็ย่อมส่งผลให้การวัดผลและประเมินผลขาดความเชื่อถือตามไปด้วย

4. แปลผลให้ถูกต้อง การวัดและประเมินผลการศึกษามีเป้าหมายเพื่อนำผลไปใช้อธิบายหรือเปรียบเทียบกับคุณลักษณะนั้น ๆ ดังนั้นการแปลผลที่ได้จะต้องพิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะลงสรุปโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์และวิธีการแปลความหมายเป็นสำคัญ พิจารณาตามหลักตรรกวิทยา ความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของการประเมินในครั้งนั้นว่าเป็นแบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม นอกจากนั้นครูจำเป็นต้องมีความรู้ในมาตรการวัดและสถิติที่นำมาใช้ด้วย

5. ใช้ผลของการวัดและประเมินผลให้คุ้มค่า การวัดและประเมินผลแต่ละครั้งเป็นงานที่ต้องลงทุนทั้งในด้านพลังความคิด กำลังกาย เวลาและงบประมาณ เพื่อให้สามารถวัดผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หากผลการวัดที่ครูนำมาเพียงตัดสินได้ตกให้นักเรียนเท่านั้นนับว่าเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าเพราะผลการวัดและการประเมินผลสามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น สำหรับวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของ

นักเรียน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครู เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 76-77) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรวัดเพื่อวิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน และวัดความสำเร็จหลังเรียน ดังนี้

1. วิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในแต่ละวิชา เพื่อตรวจสอบความรู้ทักษะและความรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม แล้วนำผลการประเมินมาเตรียมนักเรียนทุกคนให้มีความพร้อมและมีความรู้พื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่นำผลที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินผลการเรียน มีแนวปฏิบัติดังนี้

1.1 วิเคราะห์ความรู้ ทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนรู้

1.2 เลือกวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดความรู้และทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสม การใช้แบบทดสอบ การซักถาม การสอบถามผู้ที่เคยสอน การพิจารณาแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

1.3 ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของนักเรียน

1.4 นำผลการประเมินไปพัฒนานักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียน เช่น จัดการเรียนรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ และเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนนักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษ เป็นต้น

2. วัดความสำเร็จหลังเรียน เป็นการประเมินเพื่อมุ่งตรวจสอบความสำเร็จของนักเรียนเป็นการวัดและประเมินนักเรียนที่ได้เรียนจบแล้ว เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ พัฒนาการของนักเรียนเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินวิเคราะห์นักเรียน ก่อนเรียน ทำให้สามารถประเมินศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน และประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ข้อมูลได้จากการวัดความสำเร็จของนักเรียนภายหลังการเรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแก้วิธีการเรียนของนักเรียน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้สอนหรือซ่อมเสริมนักเรียนให้บรรลุตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ การประเมินความสำเร็จหลังเรียนนี้จะสอดคล้องกับการประเมินวิเคราะห์นักเรียนก่อนการเรียนการสอน หากใช้วิธีการและเครื่องมือประเมิน ชุดเดียวกันหรือคู่ขนานกัน เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนได้ชัดเจน

จากข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลักการสำคัญคือ ต้องวัดทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน ก่อนเรียนต้องวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อม ส่วนหลังเรียนต้องวัดผลการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและเปรียบเทียบกับก่อนเรียนเพื่อดูพัฒนาการ การวัดผลนี้ควรครอบคลุมระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.4.6 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545, น. 225-230) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลทางการเรียนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบ ต้องทำการค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีจำกัดอย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน จะเริ่มเขียนข้อคำถาม ผู้สร้างข้อคำถามจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน ว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

1.4 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือจะเป็นทั้งแบบปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ ทั้งนี้ผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่

1.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัด

1.4.2 ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด

1.4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

1.4.4 จำนวนผู้เข้าสอบ

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดำเนินการสอบและ ตรวจข้อสอบ

1.4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ ส่วนการกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบหรือจำนวนของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

2.1 ผู้สร้างแบบทดสอบลงมือสร้างแบบข้อสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์ข้อสอบคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2.2 ตรวจทานข้อสอบผู้สร้างต้องทบทวน แบบทดสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้น มีความถูกต้องครบถ้วน ตามรายละเอียดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลอง เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

3.1 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3-5 ท่าน ตรวจความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validit) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้นนำ

ข้อสอบที่ได้หาค่าสอดคล้อง IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

3.2 ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับ นักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่พึ่งเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป

3.3 วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่พึ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

3.4 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 104-105) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยในภาพรวม ดังนี้ เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลเชิงประจักษ์มายืนยัน สมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ การสร้างเครื่องมือจึงมีรายละเอียด มีขั้นตอนในการสร้างเพื่อให้ได้เครื่องมือ ที่มีคุณภาพ ขั้นตอนดังกล่าวประกอบด้วย

1. ศึกษาและทบทวนทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการจะสร้างเครื่องมือ โดยพิจารณา

1.1 ความหมายของตัวแปร ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกของตัวแปรหรือองค์ประกอบของตัวแปร

1.2 เครื่องมือที่ใช้วัดค่าเป็นชนิดใด เหมาะสมหรือไม่

1.3 วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยควรพิจารณาว่ามีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือถูกต้องหรือไม่ และเครื่องมือที่นำมาใช้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพหรือไม่ ผลการตรวจสอบคุณภาพเป็นอย่างไร

1.4 ผลที่ได้จากเครื่องมือ หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือในข้อ 1.3 เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายมีผลการใช้อย่างไร

2. นำผลที่ได้จากการศึกษาจากข้อ 1.1–1.4 มากำหนดนิยามเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. เลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าควรใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือการสังเกตจึงจะได้ข้อมูลตรงตามความต้องการและเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง

4. ถ้าใช้แบบสอบถามจะต้องพิจารณาลักษณะของประเภทคำถามที่เหมาะสมว่าควรใช้คำถามปลายเปิดหรือคำถามปลายปิด ถ้าเป็นคำถามปลายปิดควรเป็นคำตอบประเภทใด ได้แก่ ประเภทเลือกตอบ ประเภทมาตรประเมินค่า (Rating Scale) เป็นต้น

5. สร้างข้อคำถามจากนิยามปฏิบัติการทั้งหมด แล้วรวบรวมเป็นแบบสอบถาม

6. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้

7. นำผลที่ได้จากการทดลองได้มาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

8. ปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจก่อนนำไปใช้จริง นอกจากนี้สิ่งที่นักวิจัยควรคำนึงถึงในการสร้างเครื่องมือมีดังนี้

8.1 ลักษณะของตัวแปรที่จะสร้างว่ามีลักษณะอย่างไร แบ่งตัวแปรเป็น 3 ลักษณะ คือ

8.1.1 ตัวแปรที่เป็นลักษณะทางกายภายที่เป็นตัวแปรเดี่ยว เช่น เพศ อายุ

8.1.2 ตัวแปรที่เป็นลักษณะทางกายภาพที่เป็นตัวแปรรวม เช่น ฐานทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคม

8.1.3 ตัวแปรที่มีลักษณะเป็นภาวะสันนิษฐาน (Construct) หรือเป็นคุณลักษณะแฝง เช่น การยอมรับ ความสนใจ เจตคติ การแบ่งตัวแปรในลักษณะนี้เป็นการแบ่งเพื่อการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาว่าตัวแปรที่ต้องการศึกษาอยู่ในลักษณะใด การสร้างข้อคำถามจะแตกต่างกันไปตามชนิดของตัวแปร

8.2 หากเป็นตัวแปรรวมหรือตัวแปรภาวะสันนิฐาน ผู้วิจัยต้องนิยมตัวแปรจะต้องเป็นนิยามที่ถูกต้อง เหมาะสมกับตัวแปรที่ต้องการสร้างเครื่องมือ

8.3 สร้างข้อคำถามที่ครอบคลุมเนื้อหาและทำให้ได้สารสนเทศสูงสุด

8.4 ใช้วิธีการสร้างมาตรวัดที่ถูกต้อง เช่น ถ้าใช้ Rating Scale จะต้องสร้างข้อคำถามอย่างไร

8.5 ใช้ภาษาที่เข้าใจกันได้ง่าย หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์ทางวิชาการ

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 187) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบว่าการสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพไม่ใช่เรื่องง่ายนักสำหรับผู้ที่ออกข้อสอบ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบแต่ละครั้งให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร และระดับชั้นใด

2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด การสร้างแบบทดสอบจะต้องรู้ว่าต้องวัดสิ่งใด จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคืออะไร เนื้อหาจะช่วยให้นักเรียนบรรลุพฤติกรรมด้านใด พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด การกำหนดชนิดของเครื่องมือที่จะใช้วัดพิจารณาได้จากคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร แบบทดสอบต้องการวัดพฤติกรรมใด กับใคร ที่ไหน เมื่อไร และอย่างไร

4. เขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบควรคำนึงถึงความชัดเจนของข้อคำถามและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตามหลักวิชาการวัดผลทางการศึกษา

5. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข ผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคลอย่างน้อย 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระวิชา และด้านการวัดผลทางการศึกษา โดยพิจารณาคำถามและคำตอบว่า ถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบเหมาะสม และวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ หรือไม่

6. การทดลองใช้แบบทดสอบ เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ และสามารถพัฒนาแบบทดสอบโดยการนำไปทดลองหลาย ๆ ครั้ง จนได้คุณภาพเป็นที่น่าพอใจจึงนำไปใช้จริงต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเพื่อต้องการให้ทราบว่าถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร จะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้นำไปใช้ ได้โดยรู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอน การแปล ความคะแนน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบ

จากขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างเครื่องมือวิจัยมีขั้นตอนสำคัญ ๆ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การกำหนดนิยามศัพท์เชิงปฏิบัติ 3) สร้างเครื่องมือวิจัย 4) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 5) นำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try out) 6) ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิจัย และ 7) จัดพิมพ์เครื่องมือวิจัยเพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.5.1 ความหมายของการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยไว้ดังนี้

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 219-235) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือว่า คือ ผลการวัดมีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่น มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนกสูง มีประสิทธิภาพ ไร้อคติ และมีความครบถ้วน ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการ นักวิจัยจึงต้องประเมินคุณภาพของข้อมูล ซึ่งทำได้โดยการประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพของ เครื่องมือวิจัย หรือประเมินคุณภาพการวัดว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมตามที่ต้องการในการวิจัยหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 95-96) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือว่า เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และ ความเป็นปรนัย

พรรณี ลีกิจวัฒนะ (2559, น. 192) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือว่า เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือทั้งในด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และ อำนาจจำแนก ก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

จากความหมายของการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือทั้ง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย เพื่อให้ได้เครื่องมือที่สามารถวัดค่าตัว แปรได้ถูกต้องและนำไปสู่คุณภาพของผลการวิจัย

2.5.2 องค์ประกอบของการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.5.2.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

1) ความหมายของความเที่ยงตรง มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 127) ได้ให้ความหมายความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความแม่นยาของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือสิ่งที่เครื่องมือควรวัด และคะแนนที่ได้จากแบบสอบที่ความเที่ยงตรงสูง สามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและพยากรณ์ได้ถูกต้องแม่นยำ

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 219) ได้ให้ความหมายความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องแม่นยำ การที่จะตรวจสอบว่าเครื่องมือวิจัยนั้นมีความเที่ยงตรงหรือไม่ จะต้องมีรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการวัดเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบว่าเครื่องมือวิจัยนั้นวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 94) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรง หมายถึง หลักฐานที่แสดงถึงความถูกต้องในการวัดตัวแปรที่สนใจ สะท้อนสภาพที่แท้จริงของสิ่งที่ต้องการวัดและ

สอดคล้องกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สนใจศึกษา หลักฐานที่สะท้อนความเที่ยงตรงประกอบด้วยหลักฐานในเชิงเนื้อหา หลักฐานในเชิงความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก และหลักฐานในเชิงโครงสร้างของการวัด

จากความหมายของความเที่ยงตรงที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด หรือความเที่ยงตรงในทางความหมาย นั้นหมายถึงความเสมอภาคระหว่างผลลัพธ์ที่เครื่องมือวัดเราได้กับสิ่งที่ต้องการจะวัด ดังนั้น เครื่องมือวัดจะต้องสอดคล้องกับทฤษฎีหรือนิยามศัพท์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หรือที่เรียกว่าการวัดตามเนื้อหา ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดในการวิจัยทางด้านการศึกษาและจิตวิทยา

2) ประเภทของความเที่ยงตรง มีนักการศึกษากล่าวถึงประเภทของความเที่ยงตรงไว้หลายท่านดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2540, น. 205) กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีต้องมีความตรง (Validity) ในการวัด หมายความว่า วัดได้ตรงวัตถุประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด วัดได้ครอบคลุมครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัดถูกต้องตามความเป็นจริง ความตรงของเครื่องมือแบ่งเป็นได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดได้ การวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาทำได้โดยนำเครื่องมือนั้นไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) คือเครื่องมือนั้นเป็นลักษณะที่มีรูปแบบหรือมีโครงสร้างตามทฤษฎีที่ครอบคลุมสิ่งที่ต้องวัด เช่น การวัดเจตคติบางรูป ถ้าชี้วัดตามทฤษฎีของ Guilford ก็ต้องให้ครบทั้ง 3 มิติ คือ เนื้อหา ปฏิบัติการ และผลผลิต

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 219-235) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงของเนื้อหารายข้อ (Item Content Validity) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหา และ/หรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัดหรือไม่ ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการนำข้อคำถามที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งเนื้อหาและนิยามปฏิบัติการของ ตัวแปรที่ต้องการวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านการวัดและประเมินผล จำนวนหนึ่ง (ซึ่งอาจใช้ประมาณ 3-7 คนก็ได้) พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา หรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัด โดยพิจารณาอาจให้คะแนนเป็นดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยอาจแบ่งออกเป็นประเภทหลักได้ 3 ประเภท ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์

สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) และความเที่ยงตรงตามโครงสร้างหรือความเที่ยงตรงตามทฤษฎี (Construct Validity)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2557, น. 135-139) ได้แบ่งประเภทของความเที่ยงตรงออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นคุณสมบัติของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย

2. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือแนวคิดของโครงสร้างที่ต้องการจะวัด คำว่าโครงสร้างมีความหมายในเชิงนามธรรม ที่ใช้อธิบายตัวแปรที่ศึกษาและเขียนไว้ในรูปข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐาน สามารถอธิบายและค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้ตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criteria Relative Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัด ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ นอกจากนี้การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีวิธีการตรวจสอบดังนี้

2.1. การตรวจสอบว่าข้อคำถามในเครื่องมือมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการจะวัดหรือไม่

2.2. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดหรือไม่ วิธีนี้เป็นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC โดยให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง (Validity) คือคุณสมบัติสำคัญของเครื่องมือวิจัยที่แสดงถึงความสามารถในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งสะท้อนความสอดคล้องกับเนื้อหา ทฤษฎี หรือเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดไว้ ความเที่ยงตรงแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่น่าเชื่อถือและมีคุณภาพทางวิชาการ

2.5.2.2 ความเป็นปรนัย (Objectivity)

1) ความหมายของความเป็นปรนัย มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความเป็นปรนัย ไว้ดังนี้

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 163) ได้ให้ความหมายของความเป็นปรนัย หมายถึง การที่เครื่องมือมีคำถามที่ชัดเจนสามารถเข้าใจได้ตรงกันทั้งผู้ถามและผู้ตอบ และเข้าใจผลที่วัดได้ตรงกันหรือให้คะแนนตรงกันไม่ว่าใครจะเป็นผู้ให้คะแนน

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 221) ได้ให้ความหมายของความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจตรงกัน มีเกณฑ์ในการตรวจและการแปลความหมายคะแนนที่ชัดเจนเป็นแบบเดียวกัน สามารถให้ผลการตรวจและการแปลความหมายสอดคล้องกัน ไม่ว่าผู้ตรวจจะเป็นใครก็ตาม

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 140) ได้ให้ความหมายของความเป็นปรนัย หมายถึง ความชัดเจน ความถูกต้องตามหลักวิชา และความเข้าใจตรงกัน ความเป็นปรนัยเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่แสดงใน 3 ลักษณะ คือ ความชัดเจนของคำถาม ความชัดเจนในการให้คะแนน และความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน

จากความหมายของความเป็นปรนัยที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่าความเป็นปรนัย หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่มีความเข้าใจในประเด็นที่ถามตรงกันทั้งผู้ถามและผู้ตอบ เช่น ข้อคำถามเกณฑ์การตรวจและการแปลความหมาย

2) ประเภทของความเป็นปรนัย มีนักการศึกษาได้อธิบายถึงประเภทของความเป็นปรนัยไว้ ดังนี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2543, น. 94–95) ได้อธิบายถึงความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัดว่าเป็นลักษณะที่ทำให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะเมื่อมีผู้ตรวจหลายคน ซึ่งความเป็นปรนัยจะช่วยลดอคติและความคลาดเคลื่อนในการให้คะแนน โดยได้แบ่งความเป็นปรนัยออกเป็น 3 ประเภทหลัก ดังนี้

1. ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบ (Test Objectivity) เป็นความเป็นกลางของตัวข้อคำถาม หรือแบบทดสอบ หมายถึง ข้อคำถามมีความชัดเจน ไม่กำกวม และไม่ขึ้นอยู่กับมุมมองหรือทัศนคติของผู้สร้างข้อสอบ โดยเฉพาะในข้อสอบปลายปิด เช่น ปรนัยแบบเลือกตอบ ที่มีคำตอบแน่นอน

2. ความเป็นปรนัยของการให้คะแนน (Scoring Objectivity) เป็นความเป็นกลางของเกณฑ์การให้คะแนน กล่าวคือ คะแนนที่ได้จากข้อสอบนั้นไม่ขึ้นอยู่กับ “ใครเป็นผู้ตรวจ” หากใช้เกณฑ์ที่ชัดเจน ผู้ให้คะแนนหลายคนควรให้คะแนนเท่ากัน

3. ความเป็นปรนัยของการแปลความหมายของคะแนน (Interpretation Objectivity) หมายถึง ความเป็นกลางในการ แปลผลคะแนน ที่ได้จากแบบทดสอบ เช่น การกำหนดเกณฑ์ผ่าน (Pass/Fail), การจัดระดับความสามารถ ฯลฯ โดยไม่ขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้วิจัยหรือครูผู้สอน

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 221) ได้แบ่งความเป็นปรนัยไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ความเป็นปรนัยของตัวเครื่องมือ หมายถึง ลักษณะของเครื่องมือที่มีความชัดเจนในการสื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน

2. ความเป็นปรนัยของเกณฑ์ หมายถึง ความชัดเจนเป็นที่เข้าใจตรงกันเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การให้คะแนนแทนคุณลักษณะที่มุ่งวัด ไม่ว่าใครเป็นผู้ตรวจให้คะแนนก็ได้ผลเป็นแบบเดียวกัน

3. ความเป็นปรนัยของการแปลความหมายคะแนน หมายถึง ความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน ไม่ว่าใครจะนำผลการวัดไปใช้ก็สามารถแปลความหมายได้เป็นแบบเดียวกันสำหรับวิธีการตรวจสอบความเป็นปรนัย สามารถดำเนินการได้โดยนำเครื่องมือไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนหนึ่งตรวจสอบชัดเจนของภาษาที่ใช้ว่าสามารถสื่อความได้เข้าใจตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งเพื่อตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างเข้าใจคำถามได้ตรงกันหรือไม่ และทำการปรับปรุงข้อคำถามในเครื่องมือจนกว่ากลุ่มตัวอย่างจะเข้าใจคำถามได้ตรงกัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138-139) ได้กล่าวถึงความเป็นปรนัยเป็นคุณลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่แสดงลักษณะ 3 ประการ ดังนี้

1. ความชัดเจนของคำถาม ข้อคำถามต้องชัดเจน รัดกุม ไม่วกวน ไม่กำกวม ทุกคนอ่านคำถามแล้วเข้าใจตรงกันว่าคำถามนั้นถามถึงอะไร และภาษาที่ใช้ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้สอบ

2. ความชัดเจนในการให้คะแนน หมายถึง การตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน ไม่ว่าผู้ออกข้อสอบเป็นคนตรวจ หรือใครเป็นผู้ตรวจก็ตาม สามารถตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน หรือเฉลยได้ตรงกัน มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจนตรงกัน

3. ความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน หมายถึง การแปลความหมายของคะแนนได้ชัดเจน ไม่ว่าใครจะเป็นผู้แปลความหมายของคะแนนก็ให้ผลเป็นอย่างเดียวกันจากประเภทของความเป็นปรนัยที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวิจัยเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถามที่ผู้ถามและผู้ตอบเข้าใจตรงกัน นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจให้คะแนนที่ตรงกันไม่ว่าผู้ตรวจเป็นใครก็ให้คะแนนไม่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยสามารถสรุปประเภทของความเป็นปรนัยได้ว่า ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ความเป็นปรนัยของข้อคำถาม ซึ่งหมายถึงความชัดเจนไม่คลุมเครือ และสามารถสื่อความหมายได้ตรงกันระหว่างผู้สร้างและผู้ตอบ 2) ความเป็นปรนัยของการให้คะแนน คือการมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอน ทำให้ผู้ตรวจหลายคนสามารถให้คะแนนได้ตรงกัน และ 3) ความเป็นปรนัยของการแปลผลคะแนน หมายถึงการตีความคะแนนในแนวทางเดียวกันไม่ว่าจะเป็นใครก็ตาม ความเป็นปรนัยทั้ง 3 ประเภทนี้ช่วยลดอคติ เพิ่มความน่าเชื่อถือ และความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดในการวิจัย

2.5.2.3 ค่าความยาก (Difficulty)

1) ความหมายของค่าความยาก มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของค่าความยากไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของความยาก (Difficulty) หมายถึง คุณสมบัติข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะพอควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

ประสาท เนื่องเฉลิม (2556, น. 190) ได้ให้ความหมายค่าความยาก หมายถึง จำนวนร้อยละ หรือค่าสัดสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งหมดใช้กับเครื่องมือที่วัดเป็นแบบทดสอบเลือกตอบประเภท 0-1

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 82) ได้ให้ความหมายของค่าความยาก หมายถึง ความเข้มของข้อคำถาม ที่หากผู้รับการทดสอบที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองสูงในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อที่มีความยากมากได้ ขณะที่ผู้รับการทดลองที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองต่ำในเรื่องนั้น จะมีโอกาสทำข้อสอบที่มีความยากน้อยได้

จากความหมายของค่าความยากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าค่าความยาก หมายถึง ผลของการคำนวณหาสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้ที่เข้าสอบทั้งหมด ถ้าข้อนั้นมีคนทำถูกเป็นจำนวนมากแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าขอนั้นมีคนทำถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก โดยค่าความยากจะแสดงถึงคุณภาพประการหนึ่งของแบบทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัยที่นำมาวัดความรู้ความสามารถด้านสติปัญญาของนักเรียน

2) การหาค่าความยาก มีนักการศึกษาได้อธิบายถึงวิธีการหาค่าความยากไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 140) ได้กล่าวถึงวิธีการหาค่าความยากของแบบทดสอบจะเป็นการหาจำนวนร้อยละหรือสัดส่วนของคนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนทั้งหมดที่ทำข้อสอบนั้น นั่นคือ

$$\text{ความยากของข้อสอบ (P)} = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}}{\text{จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด}}$$

กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาค่าความยาก ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความหมายยากพอเหมาะควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

0.80 ≤ p ≤ 1.00 แสดงว่า เป็นข้อสอบง่ายมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

0.60 ≤ p < 0.80 แสดงว่า เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ดี)

0.40 ≤ p < 0.60 แสดงว่า เป็นข้อสอบยากง่ายปานกลาง (ดีมาก)

0.20 ≤ p < 0.40 แสดงว่า เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ดี)

0.00 ≤ p < 0.20 แสดงว่า เป็นข้อสอบยากมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกหมด แสดงว่า ข้อนั้นง่ายมาก มีค่า p =1.00 แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบผิดหมด แสดงว่า ข้อนั้นยากมาก มีค่า p = 0.00

ไพศาล วรคำ (2566, น. 298) อธิบายว่าความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คน ได้ผลดังนี้

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 45 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 45/50 = .90

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 30 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 30/50 = .60

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 25 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 25/50 = .50

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 0 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 0/50 = .00

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 50 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 50/50 = 1.00

ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จากสูตร

$$P = \frac{f}{n} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยาก

f แทน จำนวนผู้ตอบถูก

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้อธิบายถึงการหาค่าความยาก (Item Difficulty) ว่าเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงระดับความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากสัดส่วนของนักเรียนที่สามารถตอบข้อสอบข้อนั้นได้อย่างถูกต้อง ค่าความยากนี้มีความสำคัญในการประเมินคุณภาพของข้อสอบ เนื่องจากข้อสอบที่มีระดับความยากที่เหมาะสมจะสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าความยากของข้อสอบ (P) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความยากของข้อสอบ (P)} = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}}{\text{จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด}}$$

ค่าที่ได้จากสูตรนี้จะมีพิสัยตั้งแต่ 0 ถึง 1.00 โดยค่าที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความง่าย ในทางตรงกันข้าม ค่าที่เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความยาก ข้อสอบที่มีค่าความยากในระดับปานกลาง (โดยทั่วไปคือประมาณ 0.50) มักถูกพิจารณาว่ามีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจำแนกความสามารถของนักเรียน

2.5.2.4 อำนาจจำแนก (Discrimination)

1) ความหมายของค่าอำนาจจำแนก มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้ตามความแตกต่างของ บุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้ ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบนั้น ถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูงเครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ประสาท เนื่องเฉลิม (2556, น. 191) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคนเก่งและอ่อน กลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์กับกลุ่มผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบ หรือจำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะจากผู้ที่มีคุณลักษณะต่ำในกรณีที่เป็นแบบสอบถาม

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 86) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกหรือความไว หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ความสามารถของบุคคลออกจากกันได้อย่างชัดเจน ในส่วนของอำนาจจำแนกจะเป็นความสามารถของข้อสอบ/ข้อคำถามในการจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการวัดมากกับน้อย หรือเรียกว่าระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำออกจากกัน

จากความหมายของค่าอำนาจจำแนกที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบข้อนั้น ๆ ที่สามารถแบ่งนักเรียนที่เก่งกับอ่อนออกจากกันได้อย่างชัดเจน ถ้าข้อสอบที่จำแนกได้ดีคือข้อสอบที่คนเก่งตอบถูกส่วนคนอ่อนจะตอบผิด

2) การหาค่าอำนาจจำแนก มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการหาค่าอำนาจจำแนกได้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 141) ได้กล่าวถึงวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบซึ่งเป็นประสิทธิภาพของข้อสอบในการแบ่งผู้สอบออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงหรือกลุ่มที่ได้

คะแนนต่ำหรือกลุ่มอ่อน การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก วิธีที่นิยมกันมากวิธีหนึ่งคือการใช้เทคนิค 27% ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

1. นำข้อสอบไปสอบ ตรวจให้คะแนนและเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับจากคะแนนมากไปน้อย

2. แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่ากลุ่มสูง (p_H) โดยนับจากคะแนนสูงลงมาประมาณ 27% ของการดาษคำตอบทั้งหมด และกลุ่มหลังเรียกว่ากลุ่มต่ำ (p_L) โดยนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไปประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด

การใช้เทคนิค 27% สำหรับคัดเลือกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนี้ ใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างหรือผู้สอบมีจำนวนมาก และคะแนนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) แต่ถ้าคะแนนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ควรใช้เทคนิค 35% เกณฑ์ในการพิจารณาค่าอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถ้า r มีค่าเป็นลบหรือน้อยกว่า 0 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นจำแนกกลับ แสดงว่าคนเก่งทำ ไม่ได้ คนอ่อนทำได้ ต้อปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

ไพศาล วรคำ (2566, น. 306) ได้กล่าวถึง ค่าดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S) เป็นการหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ตามแนวคิดการสอบสองครั้ง โดยสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกจะสามารถแยกความรอบรู้ของผู้สอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ดี โดยก่อนเรียนนักเรียนไม่ควรจะตอบถูกเพราะยังไม่มีความรู้ ส่วนหลังเรียนนักเรียนควรตอบถูก เพราะเกิดการเรียนรู้หรือมีความรอบรู้แล้ว การที่ข้อสอบสามารถตรวจสอบความรอบรู้ที่เพิ่มขึ้นได้ดีจึงนิยมเรียกว่า ความไวของข้อสอบ (Sensitivity) ดัชนีความไวของข้อสอบคำนวณได้ดังนี้

$$S = \frac{f_{post}}{n_{post}} - \frac{f_{pre}}{n_{pre}} = p_{post} - p_{pre} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ S แทน ดัชนีความไวของข้อสอบ

f_{pre}, f_{post} แทน จำนวนคนที่ตอบถูกก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ

n_{pre}, n_{post} แทน จำนวนคนเข้าสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ

p_{pre}, p_{post} แทน ความยากก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ

ประสาท เนื่องเฉลิม (2556, น. 201) ได้กล่าวถึงการหาค่าอำนาจจำแนกว่า เป็นการตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถแยกแยะผู้ที่มีความสามารถสูงและต่ำได้ดีเพียงใด โดยทั่วไปจะใช้วิธีการจัดกลุ่มผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ จากนั้นนำจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละกลุ่มมาคำนวณดัชนีอำนาจจำแนก ซึ่งนิยมใช้สูตร B-Index โดยค่าดัชนีที่ได้จะอยู่ระหว่าง

-1 ถึง 1 ถ้าค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อสอบสามารถแยกผู้ที่มีความสามารถสูงออกจากผู้มีความสามารถต่ำได้ดี หากมีค่าใกล้ 0 แสดงว่าไม่มีความสามารถในการจำแนก ส่วนค่าติดลบแสดงว่าข้อนั้นอาจมีปัญหา เช่น ผู้มีคะแนนต่ำกลับตอบถูกมากกว่ากลุ่มที่คะแนนสูง ซึ่งควรพิจารณาทบทวนข้อสอบข้อนั้น โดยสูตร B-Index มีดังนี้

$$B = \frac{fp}{np} - \frac{fF}{nF} \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ B แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน

fp แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์

fF แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

np แทน จำนวนคนที่ในกลุ่มผ่านเกณฑ์

nF แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) คือกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยเฉพาะเพื่อดูว่า ข้อสอบแต่ละข้อสามารถแยกผู้ที่มีความสามารถสูงออกจากผู้ที่มีความสามารถต่ำได้หรือไม่ หากข้อใดมีค่าอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าข้อนั้นมีคุณภาพดี เหมาะสำหรับใช้ในการวัดผล วิธีที่นิยมใช้คือการ เปรียบเทียบจำนวนผู้ตอบถูกระหว่างกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ซึ่งมักแบ่งจากคะแนนรวมของผู้เข้าสอบ โดยเลือกกลุ่มบน 27% และกลุ่มล่าง 27% หากค่า D มีค่าตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป ถือว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกดีมาก ข้อที่ได้ค่าน้อยกว่า 0.20 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือนำออกจากแบบทดสอบ

2.5.2.5 ค่าความเชื่อมั่น

1) ความหมายของความเชื่อมั่น มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น ดังนี้

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 152) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวกันกับคนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกันจากความหมายของความเชื่อมั่นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึงคุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่มีความคงเส้นคงวาในการวัดสิ่งเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน นั่นคือไม่ว่าจะนำเครื่องมือวิจัยนั้นไปวัดกี่ครั้ง ค่าที่ได้จากการวัดจะมีค่าไม่ต่างกัน

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 220) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่คงที่หรือคงเส้นคงวา เมื่อทาการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วยเครื่องมือที่วัดสิ่งเดียวกัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 137) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตามกับกลุ่มเดิม

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่สามารถให้ผลการวัดที่มีความคงที่และสม่ำเสมอ เมื่อใช้วัดสิ่งเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกันในโอกาสต่าง ๆ กล่าวคือ ไม่ว่าการวัดจะกระทำซ้ำอีกกี่ครั้ง เครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นจะให้ผลที่มีความใกล้เคียงกันหรือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเครื่องมือนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยได้อย่างมั่นใจ

2) วิธีการหาความเชื่อมั่น มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นไว้ ดังนี้

Cronbach (1951, pp. 297-334.) ได้นำเสนอการวัดค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามหรือเครื่องมือวัดที่ใช้รายการคำถามหลายข้อในการวัดตัวแปรเดียวกัน โดยเฉพาะแบบมาตร Likert วิธีนี้ตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ของข้อคำถามว่าแต่ละข้อมีแนวโน้มให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ โดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่าที่สูงกว่าบ่งชี้ถึงความเชื่อมั่นภายในที่สูงกว่า

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 222) ได้กล่าวถึงวิธีการหาความเชื่อมั่นที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี ทุกวิธีเป็นการหาความเชื่อมั่นในความหมายของความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัดแตกต่างกันตรงที่วิธีการที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. การหาความเชื่อมั่นแบบความคงที่ (Measure of Stability) ความเชื่อมั่นแบบ ความคงที่ เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยเครื่องมือฉบับเดิม แล้วนำผลการวัดทั้งสองครั้งมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ วิธีนี้เรียกอีกอย่างว่า วิธีสอบซ้ำ (Test-Retest Method) การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดทั้ง 2 ครั้ง

2. การหาความเชื่อมั่นแบบความเท่าเทียมกัน (Measure of Equivalence) ความ เชื่อมั่นแบบความเท่าเทียมกัน หมายถึง ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Test) แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น การหาความเชื่อมั่นแบบนี้เป็นผลมาจากความพยายามในการปรับปรุงจุดอ่อนของวิธีแรก อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน ในการวัดซ้ำเพราะผู้สอบอาจจำข้อสอบได้ในการสอบซ้ำ แต่วิธีนี้ก็มีความยุ่งยากที่จะต้องสร้างแบบทดสอบขึ้นมา อีกชุดหนึ่งที่มีความคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดเดิม นักวัดผลจึงได้พัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นในรูปของความสอดคล้องภายใน

3. การหาความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เป็นความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด วิธีนี้นักวิจัยนำเครื่องมือฉบับเดียวไปทำการวัดกับกลุ่ม

ตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แล้วนำผลการวัดมาหาค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น วิธีของ Kuder-Richardson ใช้ในกรณีที่เครื่องมือมีการตรวจให้ คะแนนแบบ 0, 1 โดย ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน วิธีนี้มีสูตรการคำนวณ 2 แบบ คือ KR-20 และ KR-21 การใช้สูตร KR-21 มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบทุกข้อมีความยากง่ายเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ข้อสอบมีความยากง่ายแตกต่างกัน ควรใช้สูตร KR-20 หรือวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ใช้ในกรณีที่การให้คะแนนเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) หรือข้อสอบ อัตนัย และ ยังใช้ได้กับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ได้ด้วย สูตรนี้เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เป็นต้น

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 153-158) ได้กล่าวถึง ลักษณะของวิธีการประมาณค่าความเที่ยงมี 3 รูปแบบ คือ

1. การวัดความคงที่ (Measure of Stability) เป็นวิธีที่จะหาสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) โดยนำแบบสอบถามไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มเดิมสองครั้งและจะทิ้งช่วงระยะเวลาพอควรก่อนการสอบครั้งที่สอง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองครั้งมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) การหาความเชื่อมั่นโดยวิธีการสอบซ้ำนี้ นิยมเรียกกันว่า Test-retest Method ซึ่งการหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีสอบซ้ำมักจะเกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากมีองค์ประอบอื่นมาทำให้คะแนนที่สอบในครั้งที่สองเปลี่ยนไป การทิ้งช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ระหว่างการสอบครั้งที่หนึ่งและการสอบครั้งที่สองอาจทำให้ผู้สอบจำได้ว่าในครั้งแรกได้ตอบคำถามไปอย่างไร ครั้งหลังก็พยายามตอบแบบเดิมโดยไม่พิจารณาว่าคำตอบนั้นตอบถูกหรือผิด ในลักษณะนี้จะทำให้ความเที่ยงสูงกว่าความเป็นจริง แต่ถ้าเว้นระยะเวลานานเกินไปผู้สอบอาจเกิดการเรียนรู้มากขึ้นและมีพัฒนาการทางสติปัญญามากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ความเที่ยงต่ำ สำหรับการทิ้งช่วงระยะเวลาในการสอบซ้ำ ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนว่าควรเว้นระยะเวลาเท่าใดจึงจะเหมาะสม

2. การวัดความสมมูลกัน (Measure of Equivalence) เนื่องจากวิธีหาความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำประสบปัญหาเกี่ยวกับการเว้นช่วง ระยะเวลา จึงใช้วิธีนำเครื่องมือ 2 ฉบับที่คล้ายกันหรือคู่ขนานกัน (Parallel Test) มาใช้แทน โดย ข้อสอบที่ใช้ในเครื่องมือทั้ง 2 ฉบับ จะมีลักษณะเป็นข้อสอบที่สมมูลกัน (Equivalent) นำแต่ละฉบับไปทดสอบในผู้สอบกลุ่มเดียวกัน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเช่นเดียวกับแบบสอบซ้ำ การสร้างข้อสอบในลักษณะนี้จะทำได้ดีในแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนในสาขาวิชาอื่นและการสร้างแบบทดสอบถามทั่วไป ทำได้ค่อนข้างยาก จึงไม่ค่อยมีผู้นิยมใช้วิธีนี้ประมาณค่าความเชื่อมั่นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทางการวิจัยมากนัก

3. การวัดความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ใช้การสอบเพียงครั้งเดียว โดยพิจารณา ว่าข้อคำถามทั้งหมดในแบบทดสอบนั้นวัดในเรื่องเดียวกันหรือไม่ ถ้าวัดในเรื่องเดียวกันก็น่าจะมีความสอดคล้องในการวัดสูง

โดยที่จะมีการสอบเพียงครั้งเดียว สำหรับวิธีการคำนวณหาความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ คือ วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Spit-Half) โดยจะนำแบบทดสอบที่ต้องการหาค่า ความเชื่อมั่นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน แล้วจึงแบ่งคะแนนรวมเป็น 2 ส่วนเช่น จัดแบ่งคะแนนรวมจากข้อคู่กับข้อคี่หรือครึ่งแรกกับครึ่งหลัง จากนั้นนำคะแนนสองส่วนดังกล่าวไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งจะได้ค่าความเชื่อมั่นเพียงครึ่งฉบับ จึงต้องทำการปรับขยายให้เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman-Brown)

ผู้วิจัยสามารถสรุปการหาค่าความเชื่อมั่น คือ การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยมีหลายวิธี โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ความคงที่ (Test-retest) ใช้วัดความเสถียรของผลการวัดในช่วงเวลาต่างกัน 2) ความเท่าเทียมกัน (Parallel Test) ใช้เครื่องมือสองฉบับที่มีลักษณะคล้ายกันวัดในเวลาเดียวกัน และ 3) ความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ซึ่งนิยมมากที่สุด โดยเฉพาะวิธี Cronbach's Alpha สำหรับแบบสอบถามมาตรประมาณค่า ซึ่งวัดความสอดคล้องของข้อคำถามภายในฉบับเดียวกัน ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-1 โดยค่าที่ใกล้ 1 แสดงถึงความเชื่อมั่นที่สูงและเครื่องมือมีคุณภาพน่าเชื่อถือในการวิจัย

จากการศึกษาการหาคุณภาพเครื่องมือ สามารถสรุปได้ว่าการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจะพบว่าเครื่องมือที่มีคุณภาพนั้นต้อง ผ่านการตรวจสอบคุณภาพทั้งความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย แต่ทั้งนี้การตรวจสอบคุณภาพขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดว่าควรตรวจสอบอะไรบ้างเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือสามารถนำไปวัดค่าได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด ถ้าเป็นเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบสอบถาม แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ จะตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น แต่ถ้าเครื่องมือวิจัยเป็นแบบทดสอบจะตรวจสอบความเที่ยวตรง ความยาก ง่ายอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นขั้นตอนสำคัญในการวิจัยและประเมินผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพิจารณาคุณสมบัติทั้ง 5 ประการ ได้แก่ 1) การหาความเที่ยงตรง 2) การหาค่าความเป็นปรนัย 3) การหาค่าความยาก 4) การหาค่าอำนาจจำแนกและ 5) การหาค่าความเชื่อมั่น จะช่วยให้สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ณพัฐอร บัวฉุน และอรกัญญา รัชวัฒน์ (2559, น. 147-154) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรัฐบาลในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 40 คนได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจงผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉลิมพร ทองพูน และพิกุล คำภีระปาวงค์, (2559, น. 239–256) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปี 2558 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวนนักเรียน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STS เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.69, S =0.48) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.98/83.34 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมตามแนวคิด STS อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.18, S = 0.53)

จรัญญา ลมสมบุตร (2560, น. 14-20) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง ร่างกายมนุษย์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองโดนหอกลอง ภาคเรียนที่ 1 อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวนนักเรียน 6 คน ผลการเรียนรู้ของนักเรียน 1) ความตระหนักของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันใน 6 ลักษณะ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.78, S = 0.38) สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรม ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.74, S = 0.79) และด้านที่นักเรียนมีความตระหนักสูงสุดได้แก่ด้านความเข้าใจและการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน ($\overline{X}$ = 4.83, S = 0.34) ส่วนด้านที่นักเรียนมีความตระหนักน้อยที่สุด ได้แก่ด้านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ($\overline{X}$ = 4.73, S = 0.39) 2) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 2.59, S = 0.03) สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรม 3) นักเรียนมีการเชื่อมโยงแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม หลังจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 2.81, S = 0.72) ซึ่งสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรม

ธนาวัฒน์ น้อยไธสง (2562, น. 75-88) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์เป็นการวิจัยเชิงทดลองกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 29 คน ได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม 2) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพัฒนาการขั้นวิเคราะห์ปัญหาสูงสุด รองลงมาคือขั้นระบุปัญหา ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05

นิลิน ปัญญาปา (2562, น. 62-77) ได้ศึกษาการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 8 คาบ แบบวัดการรู้เท่าทันสื่อ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดการรู้เท่าทันสื่อก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และตั๋วออก ผลการวิจัยพบว่า การรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ และเพิ่มขึ้นในทุก ๆ องค์ประกอบ เมื่อคำนวณความก้าวหน้าทางการเรียนการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนเป็นรายบุคคล จะได้ว่า นักเรียน 34 คน (ร้อยละ 80.95) อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (<g> เท่ากับ 0.30–0.70) ส่วนนักเรียนอีก 8 คน (ร้อยละ 19.05) อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (<g> น้อยกว่า 0.30) สำหรับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่สามารถส่งเสริมการรู้เท่าทันสื่อ ได้แก่ การใช้บทความหรือเหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน การที่ผู้สอนคอยกระตุ้นและให้คำปรึกษาในการตั้งคำถาม วิเคราะห์ และตีความเนื้อหาสื่อ มีการอภิปรายเป็นกลุ่ม และการสร้างสื่อด้วยตนเอง

อัญชนา ชลวานิช และคณะ (2562, น. 950-966) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี และสังคม (STS) ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เจษฎา นาจันทอง (2565, น. 235-251) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้ประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ในการศึกษา ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที 2) แบบวัดความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 3) แบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนต่อการ จัดการเรียนรู้เชิงรุกที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียน นักเรียนร้อยละ 31.25 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับควร ได้รับการพัฒนา ร้อยละ 53.13 อยู่ในระดับอ่อน และร้อยละ 15.63 อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีทีพบว่านักเรียนร้อยละ 100 ความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับดี

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kapici, et al. (2017, pp. 18-28) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์จากการเรียนด้วยแนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และจากการเรียนการสอนด้วยตำราเรียนในรูปแบบปกติ การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยผู้เข้าร่วมการศึกษามีจำนวน 609 คน โดยชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ถูกออกแบบขึ้นโดยใช้หลักสูตรแบบ STS สำหรับนักเรียน 301 คนซึ่งเรียกว่ากลุ่มทดลอง และการสอนแบบตำราเรียนปกติจำนวนนักเรียน 308 คนเป็นกลุ่มควบคุม นักเรียนมาจากชั้นเรียนปีที่ 6 ถึงปีที่ 9 (อายุ 12-15) ประเมินผล รวบรวมข้อมูลผลต่างค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามคู่มือ IOWA และคำนวณสถิติ t สำหรับประเมินผลลัพธ์ก่อน-หลังทดสอบ ผลการวิจัยระบุว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร STS ตลอดภาคการศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์แนวคิดวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนปกติ

Primastuti and Atun (2018, pp. 1-8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียน การศึกษานี้เป็นแบบกึ่งทดลองโดยเฉพาะการออกแบบกลุ่มหลังการทดสอบเท่านั้นที่ถูกนำมาใช้ การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Grade 11) จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนในกลุ่มทดลอง 30 คน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ คำถามแบบเลือกตอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี การทดสอบด้วยเครื่องมือแสดงให้เห็นว่าได้ว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนจากสมาคมวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (STS) แนวทางมีผลการเรียนรู้ทางปัญญาที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยความน่าเชื่อถือที่ได้คือ 0.73

Devi and Aznam (2019, pp. 1-7) ได้ศึกษาผลของแบบแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม (STS) ต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวิชาสารละลายบัฟเฟอร์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่ากัน ตัวอย่างถูกกำหนดโดยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ตัวอย่างการศึกษาครั้งนี้มี 2 ชั้นเรียน ชั้นเรียนหนึ่งเป็นชั้นเรียนทดลองประกอบด้วยนักเรียน 34 คนซึ่งใช้แบบจำลอง STS ชั้นเรียนอื่น ๆ ที่เป็นชั้นเรียนควบคุมประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 33 คน ซึ่งใช้รูปแบบการสอนโดยตรง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การทดสอบแมนโควาที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนในห้องเรียนที่มีการประยุกต์ใช้ STS พบว่าสามารถประยุกต์แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น และเมื่อดูจากแบบสอบถามที่นักเรียนกรอกเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีทัศนคติต่อการเรียนที่เปลี่ยนไปเมื่อเรียนด้วยรูปแบบ STS แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง STS มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์

Maidan, et al. (2020, pp. 1-8) ได้ศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผ่านการเรียนรู้แบบ PBL เพื่อสำรวจความสนใจในการเรียนและความเข้าใจแนวคิดการเรียนของนักเรียน เรื่อง พลศาสตร์ของไหล โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถามเรื่องความสนใจ 2) คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิด การวิเคราะห์ข้อมูล 1) ข้อมูลเรื่องความสนใจถูกวิเคราะห์เป็นเปอร์เซ็นต์ 2) ข้อมูลผลการเรียนรู้ถูกวิเคราะห์โดยใช้ตัวชี้วัด N-gain (Normalized Gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน โดย Actual Gain = (% Post-Test - % Pre-Test)) เพื่อกำหนดร้อยละของประสิทธิภาพในการเรียนรู้แบบ PBL ผ่านแนวคิด STS ต่อความเข้าใจแนวคิดในการเรียนของนักเรียน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ผ่านการเรียนการสอน STS สามารถเพิ่มความสนใจในการเรียนของนักเรียนได้ประมาณ 45%

Ayua and Tartenge (2021, pp. 26-33) ศึกษาผลของการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ต่อผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (PBS) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมปลายในมาคูร์ดี โดยออกแบบการวิจัยแบบการทดลองแบบความเที่ยงตรงกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนทดสอบและหลังทดสอบ

กลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับ Upper Basic II จำนวน 69 คน คัดเลือกมาจากโรงเรียนสองแห่งจากจำนวนนักเรียน 1,753 คนในโรงเรียน Upper Basic (มัธยมศึกษาตอนต้น) จำนวน 27 แห่งในมาคูร์ดี ในการศึกษานี้ทดสอบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (BSPT) คำนวณโดยวิธีการทดสอบความถูกต้องโดยใช้ Pearson Product Moment Correlation (PPMC) ซึ่งได้ผลเท่ากับ 0.82 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการตอบคำถามวิจัย สมมติฐานทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยใช้ t-test พบว่าการใช้ STS มีผลบวกต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน นอกจากนี้ ไม่มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่มีนักเรียนชายและหญิงในการสอนวิทยาศาสตร์พื้นฐานโดยใช้ STS

Cinar and Çepni (2021, pp. 198-217) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม (STS) ต่อความคิดสร้างสรรค์ ทัศนคติต่อบทเรียนวิทยาศาสตร์ และความสำเร็จทางวิชาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลองโดยไม่มีกลุ่มควบคุมจึงถูกนำมาใช้ในแบบจำลองการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้เข้าร่วมการศึกษาประกอบด้วยครูประจำชั้น 6 คนที่เคยเข้ารับการฝึกอบรมในการให้บริการ [IST] เกี่ยวกับแนวทาง STS และนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 273 คนที่ได้รับการคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่าง ข้อมูลการศึกษารวบรวมโดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ (CTSS) แบบสำรวจทัศนคติของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STCAS) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (AAT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วย SPSS ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในชั้นเรียน STS สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ทัศนคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีมากยิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในชั้นเรียนอื่น ๆ ที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิด STS

Lorencia and Jatmiko (2021, pp. 459-465) ได้ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ PBL (การเรียนรู้จากปัญหา) ด้วยแนวทาง STS (Science Technology Society) เพื่อปรับปรุงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน การวิจัยเป็นรูปแบบที่มีกลุ่มควบคุมและทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ที่ Labschool UNESA High School ในปีการศึกษา 2020/2021 กลุ่มตัวอย่างวิจัยประกอบด้วยนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 11 จำนวน 56 คน เก็บผลโดยรวบรวมผ่านการทดสอบก่อนการเรียน การใช้การเรียนรู้ PBL ร่วมกับวิธีการเรียนรู้ STS ผ่าน Google Meet และการทดสอบหลังการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้การทดสอบที่มีการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลก่อนและหลังการเรียน (paired t-test), การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณค่า N-gain, และการทดสอบ t-test อิสระเมื่อวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีค่า N-gain เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง และมีความเป็นระเบียบและเหมือนกันในทั้งสองห้องเรียน ดังนั้นสรุปได้ว่าการเรียนออนไลน์ PBL ร่วมกับวิธีการเรียนรู้ STS มีผลในการเพิ่มความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

Mulyanti, et al. (2021, pp. 1-6) ทำการประยุกต์ใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

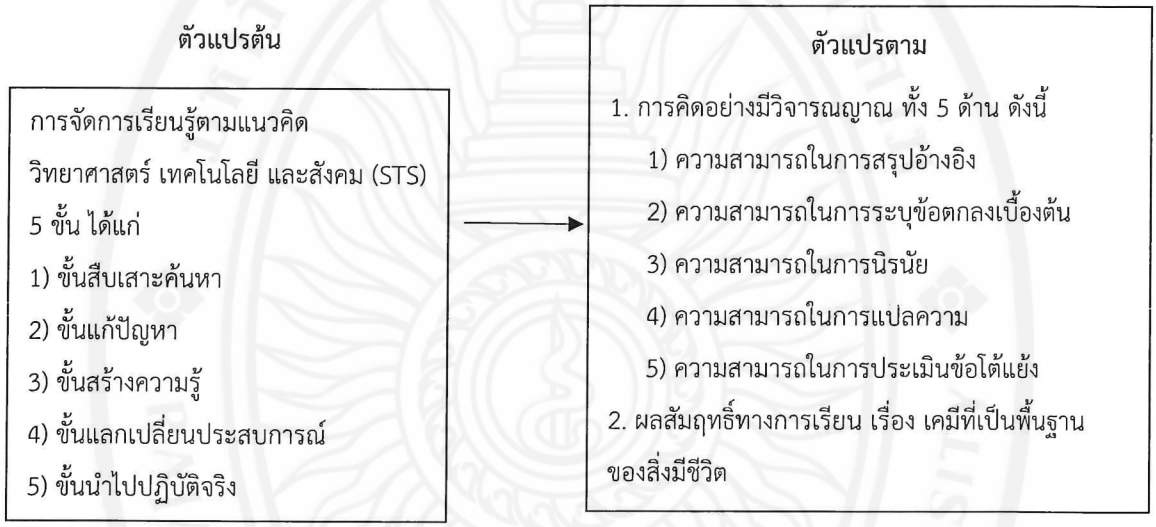
(STS) เพื่อเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลการเรียนรู้ของนักเรียน ที่โรงเรียนมัธยมศึกษาดรูลิษัฏ อาเจห์บิเซอร์ การวิจัยนี้ใช้วิธีการก่อนทดลองด้วยการออกแบบเรื่อง One Group Pre-test Post-test ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แนวทางวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคมสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนในหัวข้อการสั่นฮาร์มอนิกได้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังการทดสอบเฉลี่ยอยู่ที่ 88.3 และค่าเฉลี่ย N-gain อยู่ที่ 75 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูงของการเพิ่มผลการเรียนรู้ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแนวทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

Setiawan, et al. (2023, pp. 293-307) ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning (PBL) ที่บูรณาการกับแนวทางการศึกษาแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society หรือ STS) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยพัฒนาของ Borg และ Gall ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ผลการศึกษาพบว่า 1) ข้อคำถามทั้งในรูปแบบบวกและลบได้รับค่าเฉลี่ยการตอบสนองอยู่ที่ 85.4% ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี และ 2) คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pretest) อยู่ที่ 32.7 ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้ PBL-STS โดยคะแนนหลังการทดลอง (Posttest) เพิ่มขึ้นเป็น 83.3 นอกจากนี้ ค่า N-gain ที่ได้จากการวิจัยคือ 0.75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการใช้รูปแบบการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพอย่างมากในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) มีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนานักเรียนในหลายมิติ การเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริงเป็นหนึ่งในประโยชน์หลักที่ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเกี่ยวข้องและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ แนวคิด STS ยังส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ในหลายมิติ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อชีวิตประจำวันและสังคมโดยรวมอย่างรอบด้าน นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดนี้จะมีทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและในสังคม

2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เป็นกรอบแนวคิดการวิจัยในการจัดการเรียนรู้เรื่อง “เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริง วิเคราะห์ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมมี 5 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Carin (1997) คือ 1) ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search) 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) 3) ขั้นสร้างความรู้ (Create) 4) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) 5) ขั้นกระทำการ (Action) สามารถกำหนดกรอบเป็นแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือใช้ในการทำวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนคละความสามารถ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 200 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนคละความสามารถ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 40 คน โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน เวลาเรียน 18 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 12 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือใช้ในการทำวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS)

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Carin (1997) จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ฉบับปรับปรุง 2560 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และขอบข่ายเนื้อหา

3.3.1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ วิธีการสอน ขั้นตอนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมของ Carin (1997) เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

3.3.1.3 กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนรวมทั้งการวัดและประเมินผลโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเนื้อหาของสาระให้มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนด้วยแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยกำหนดโครงสร้างรายวิชาชีววิทยาดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
2	เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต			18	15
	แผนที่ 12 เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	- ส่วนประกอบของอะตอมและสัญลักษณ์ - ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ - ส่วนประกอบของอะตอมและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ - ธาตุที่สิ่งมีชีวิตต้องการจะอยู่ในรูปของไอออน ในมนุษย์และสัตว์ ธาตุจะช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปตามปกติ นอกจากนี้ในกระดูก ฟัน และกล้ามเนื้อจะมีธาตุเป็นองค์ประกอบด้วย - สารที่พบในสิ่งมีชีวิตมีหลายประเภท ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมหรือไอออนด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่าพันธะเคมี	3	1
	แผนที่ 13 คาร์โบไฮเดรต	4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย ธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งตามขนาดโมเลกุลออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ มอโนแซ็กคาไรด์ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์	3	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หน่วยที่	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
	แผนที่ 14 โปรตีน	5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน บางชนิดอาจมีธาตุฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ	3	3
	แผนที่ 15 ไขมัน	6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- ลิพิดประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ ลิพิดกลุ่มสำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด สเตอรอยด์	3	3
	แผนที่ 16 กรดนิวคลิอิก	7. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลิอิก และความสำคัญของกรดนิวคลิอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	- กรดนิวคลิอิกประกอบด้วย หน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมและเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - กรดนิวคลิอิกเป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมมี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA	3	3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หน่วยที่	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
	แผนที่ 17 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและเอนไซม์	8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต 9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	- เมแทบอลิซึมเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงานปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา - เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ -เอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ สารตั้งต้นจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะของเอนไซม์ที่เรียกว่า บริเวณเร่งถ้าสารตั้งต้นมีโครงสร้างเข้ากับบริเวณเร่งได้ สารตั้งต้นนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์	3	3

3.3.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ตามแนวคิด STS โดยใช้รูปแบบของ Carin (1997, pp. 27-28) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสืบค้น (Search) สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนนักเรียนเสนอความคิดในสิ่งที่นักเรียนอยากรู้ จัดหมวดหมู่ของสิ่งที่นักเรียนอยากรู้/คำถาม/ปัญหาที่ต้องการศึกษา

2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำสิ่งที่ตนเองอยากรู้/ คำถาม/ปัญหาที่ต้องการค้นหาคำตอบ มาวางแผนดำเนินงานเพื่อค้นคว้าหาคำตอบในสาระการเรียนย่อยของกลุ่มตามแผนดำเนินงาน

3) ขั้นสร้างสรรค์ (Create) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำเพื่อสรุปผลจากการค้นคว้าและสรุปสิ่งที่ตนเองอยากรู้/ คำถาม/ ปัญหาพร้อมทั้งคิดวิธีการนำเสนอข้อมูล

4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าคำตอบของสิ่งที่ตนเองอยากรู้/ คำถาม/ ปัญหาจากขั้นสืบค้นและร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

5) ขั้นกระทำการ (Act) นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปปฏิบัติจริง ทั้งในและนอกห้องเรียนในรูปแบบต่าง ๆ

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมในด้านต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ ได้แก่ ปรับใบกิจกรรมและใบงานให้สอดคล้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12-17 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผน โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1) รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา) อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์

2) รองศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง กศ.ด. (การวัดและประเมินผล) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล

3) นางวิรัญญา ทุมวัน ค.ม. (หลักสูตรและการสอน) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 121) ความเหมาะสมมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
มีความเหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
มีความเหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
มีความไม่เหมาะสมเลย	ให้คะแนน 1 คะแนน

3.3.1.7 นำผลคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องมีความเหมาะสมโดยเฉลี่ยมากกว่า 3.51 โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของ บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 122-123) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต มีค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ (ดังภาคผนวก ค)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 มีความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีความเหมาะสมมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีความเหมาะสมมาก

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ เพิ่มขั้นตอนการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับชีวิตประจำวัน และแก้ไขคำผิด

3.3.1.9 นำแผนการเรียนรู้ที่ปรับแก้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนผดุงนารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.3.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 12 สถานการณ์ ทั้งหมด 40 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษารายละเอียด หลักการ ทฤษฎี แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson and Glaser ให้ครบถ้วน เพื่อสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.3.2.2 กำหนดองค์ประกอบของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ความสามารถในการแปลความ (Interpretation) และความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments)

3.3.2.3 สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบไม่อิงเนื้อหา ชนิดเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก แบบตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 12 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ ต้องการนำมาใช้จริง 30 ข้อ ใช้เวลาทำข้อสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้าน	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ใช้จริง
ความสามารถในการสรุปอ้างอิง	8	6
ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	8	6
ความสามารถในการนิรนัย	8	6
ความสามารถในการแปลความ	8	6
ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง	8	6
รวม	40	30

3.3.2.4 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 40 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ แก้ไขสถานการณ์ของแบบวัดให้สอดคล้องกับองค์ระกอบรายด้านของการคิดอย่างมีวิจารญาณ และแก้ไขตัวเลือกให้สอดคล้องกับโจทย์ที่กำหนด

3.3.2.5 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านชุดเดิม เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาการให้คะแนนดังต่อไปนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร IOC โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าเท่ากับ 0.60–1.00 (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 167) จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 40 ข้อ มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ค)

3.3.2.6 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับปรุงโจทย์และตัวเลือกให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และแก้ไขคำตอบที่มีการเฉลยผิด

3.3.2.7 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปใช้ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน โรงเรียนผดุงนารี ห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

3.3.2.8 ทำการตรวจให้คะแนนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นทำการหาการหาคุณภาพของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม (Item Discrimination Index: r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 300-301) กำหนดเกณฑ์ความยาก (p) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ (*r*) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.40-0.73 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.13-0.47 จึงคัดเลือกไว้ใช้จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.40-0.73 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.47 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.9 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้ความเชื่อมั่นของ Kuder-Richardson (KR-20) โดยแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 297) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.82 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.10 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ จากนั้นนำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปทดสอบก่อนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวนนักเรียน 40 คน โรงเรียนผดุงนารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบทั้งหมด 50 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยา

3.3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตาม Bloom's Taxonomy ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า และวิธีการหาความเที่ยงตรง ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษา

3.3.3.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม แล้วสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ กำหนดจำนวนข้อและระดับพฤติกรรม ดังตารางที่ 3.3

3.3.3.4 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างข้อสอบแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง จำนวน 40 ข้อ

3.3.3.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ ปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และแก้ไขข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบรายด้านของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านชุดเดิม ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพของข้อสอบ และประเมินตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีเกณฑ์การใช้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้และสอดคล้องพฤติกรรมของ Bloom ที่กำหนด

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้และสอดคล้องพฤติกรรมของ Bloom ที่กำหนด

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้และสอดคล้องพฤติกรรมของ Bloom ที่กำหนด

3.3.3.7 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร IOC โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าเท่ากับ 0.50–1.00 พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 50 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.33-1.00 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แก้ไขโจทย์และตัวเลือกให้สัมพันธ์กัน และแก้ไขโจทย์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

3.3.3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน ห้องเรียนคละความสามารถ สายการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว

3.3.3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากและหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีของ Brennan (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 306-307) โดยกำหนดค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.20-1.00 เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.43-0.73 และมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.13-0.43 จึงคัดเลือกไว้ใช้จำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.43-0.73 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.43 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial Formula) ของ Lovett โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 297) พบว่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.76 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วมาใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนผดุงนารี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การประเมินค่า		จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต	2	2	2	2	1	1	0	0	2	2	7	7
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	1	1	1	1	2	1	4	3	2	1	10	7

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การประเมินค่า		จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	9	7
7. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลิอิก และความสำคัญของกรดนิวคลิอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	2	2	1	1	2	1	0	0	2	1	7	5
8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	7	6
9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	3	2

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภทการทดลอง โดยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้รูปแบบการวิจัยใช้การเก็บข้อมูลกลุ่มเดียวทดสอบก่อน-หลัง (One Group Pretest – Posttest Design) ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แบบแผนการทดลองรูปแบบการวิจัยใช้การเก็บข้อมูลกลุ่มเดียวทดสอบก่อน-หลัง (One Group Pretest – Posttest Design)

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
-	E	O_1	X	O_2

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experiment Group)
X หมายถึง จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
O_1 หมายถึง ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
O_2 หมายถึง ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.5 การดำเนินการเก็บข้อมูล

3.5.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลเสนอต่อผู้บริหารโรงเรียนผดุงนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.5.2 ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

3.5.3 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชนิดเลือกตอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 12 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ

3.5.4 จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม รายวิชา ชีววิทยา เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

3.5.5 หลังจากเรียนครบทุกหน่วยเนื้อหาตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 40 ข้อ และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดเดิม

3.5.6 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดและวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติและสรุปผลการทดลอง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล โดยดำเนินการดังนี้

3.6.1 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Normalized Gain $\langle g \rangle$ ซึ่งค่า Normalized Gain เป็นผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain = (%post–test)-(% Pretest)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain =(100 %)-(% Pretest)) ซึ่งการประเมินนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ ดังนี้ (Hake, 1998, pp. 64–74)

High gain	หมายถึง	ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$
Medium gain	หมายถึง	ได้ค่า $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$
Low gain	หมายถึง	ได้ค่า $0.3 \leq \langle g \rangle > 0.0$

3.6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบ One-Sample t–test

3.7 สถิติที่ใช้ในการทดลอง

3.7.1 สถิติพื้นฐาน

3.7.1.1 การหาค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 323) ดังนี้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: *S*) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 325) ดังนี้

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ค่าคะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.3 การหาร้อยละ (Percentages: %) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 321) ดังนี้

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

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

n แทน จำนวนทั้งหมด

3.7.2 สถิติทดสอบ Normalized Gain ใช้สูตร ดังนี้ (Hake, 1998, pp. 64–74)

$$\langle g \rangle = \frac{(\%\ \text{post–test}) - (\%\ \text{Pre-test})}{(100\ \%) - (\%\ \text{Pre-test})} \qquad (3\text{-}4)$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ แทน ค่า normalized gain

% Post-test แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ

% Pre-test แทน ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นร้อยละ

3.7.3 วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.7.3.1 การหาค่าความเที่ยงตรงด้วย IOC การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 167) แปลผลระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

และหาดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 269) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R แทน คะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้อง

3.7.3.2 การหาค่าความยาก (Item Difficulty) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรายข้อ โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 299)

$$P = \frac{f}{n} \tag{3-6}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยาก
f แทน จำนวนผู้ตอบถูก
n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

3.7.3.3 การหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม (Item Discrimination Index: r) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 308) มีสูตรดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \tag{3-7}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
n_H, n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
n แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด $(n = n_{H+}n_L)$

3.7.3.4 การหาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Brennan (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 306) มีสูตรดังนี้

$$B = \frac{fp}{np} - \frac{fF}{nF} \tag{3-8}$$

เมื่อ B แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน
fp แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์
fF แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

np แทน จำนวนคนที่ในกลุ่มผ่านเกณฑ์

nf แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

3.7.3.5 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 287-288)

$$KR-20=\left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{S_t^2}\right] \quad (3\text{-}9)$$

เมื่อ $KR-20$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนข้อสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ $1-p_i$

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.7.3.6 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้ความเชื่อมั่นจากสูตรของไบโนเมียล (Binomial Formula) ของ Lovett (Lovett, 1978)

$$r_{cc}=1-\frac{k\sum x-\sum x^2}{(k-1)\sum(x-c)^2} \quad (3\text{-}10)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

x แทน คะแนนรวมของผู้เข้าสอบแต่ละคน

3.7.4 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร One-sample t-test (ไพศาล วรคำ, 2566, น. 349)

$$t=\frac{\bar{X}-\mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}\ df=n-1 \quad (3\text{-}11)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนนักเรียน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดคามหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
2. $\overline{X}$ แทน คะแนนค่าเฉลี่ย
3. S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. % แทน ร้อยละ
5. t แทน สถิติทดสอบสมมุติฐาน
6. <g> แทน สถิติ Normalized Gain

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ด้วยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัยชนิดหลายตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วัดทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการสรุปอ้างอิง 2) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น 3) ความสามารถในการนิรนัย 4) ความสามารถในการแปลความ 5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบวัดมาหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ พบว่า นักเรียนทั้งสิ้น 30 คน มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Normalized Gain <g> โดยแบ่งเป็นความก้าวหน้าผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายบุคคล และความก้าวหน้าคะแนนเฉลี่ย ค่า <g> ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ปรากฏดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนร้อยละของการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายบุคคล

เลขที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ร้อยละ)		<g>	ระดับ
	ก่อน	หลัง		
1	45.0	67.5	0.42	กลาง
2	50.0	70.0	0.40	กลาง
3	50.0	75.0	0.75	สูง
4	52.5	70.0	0.44	กลาง
5	47.5	75.0	0.46	กลาง
6	32.5	57.5	0.53	กลาง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

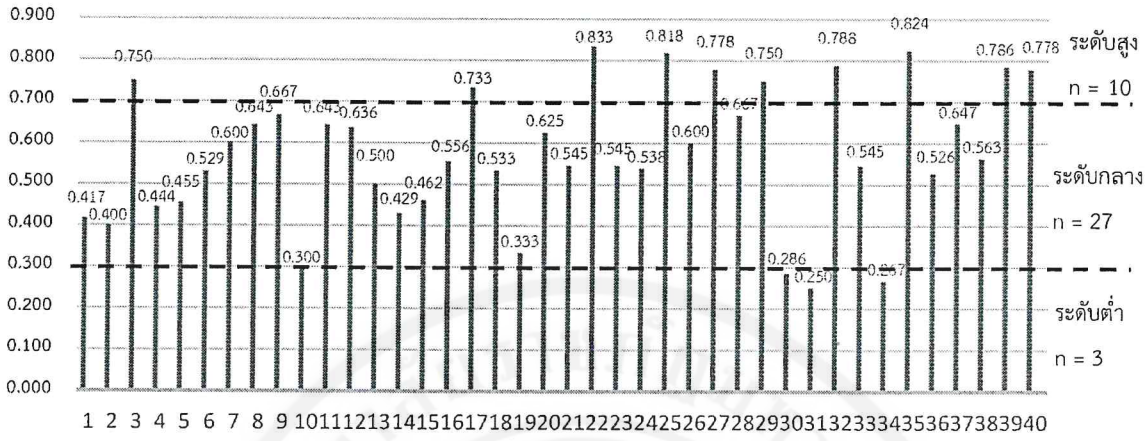
เลขที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ร้อยละ)		<g>	ระดับ
	ก่อน	หลัง		
7	50.0	72.5	0.60	กลาง
8	50.0	72.5	0.64	กลาง
9	60.0	92.5	0.67	กลาง
10	50.0	85.0	0.30	กลาง
11	50.0	85.0	0.64	กลาง
12	47.5	75.0	0.64	กลาง
13	50.0	85.0	0.50	กลาง
14	57.5	82.5	0.43	กลาง
15	45.0	80.0	0.46	กลาง
16	52.5	80.0	0.56	กลาง
17	45.0	87.5	0.73	สูง
18	37.5	77.5	0.53	กลาง
19	52.5	77.5	0.33	กลาง
20	57.5	77.5	0.63	กลาง
21	47.5	65.0	0.55	กลาง
22	45.0	70.0	0.83	สูง
23	47.5	75.0	0.55	กลาง
24	42.5	60.0	0.54	กลาง
25	47.5	70.0	0.82	สูง
26	37.5	82.5	0.60	กลาง
27	52.5	70.0	0.78	สูง
28	30.0	75.0	0.67	กลาง
29	35.0	70.0	0.75	สูง
30	40.0	45.0	0.29	ต่ำ

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ร้อยละ)		<g>	ระดับ
	ก่อน	หลัง		
31	45.0	57.5	0.25	ต่ำ
32	55.0	90.0	0.78	สูง
33	47.5	75.0	0.55	กลาง
34	37.5	55.0	0.27	ต่ำ
35	32.5	80.0	0.82	สูง
36	27.5	72.5	0.53	กลาง
37	32.5	70.0	0.65	กลาง
38	35.0	80.0	0.56	กลาง
39	40.0	85.0	0.79	สูง
40	30.0	82.5	0.78	สูง
ค่าเฉลี่ย	57.75	82.50	0.58	กลาง
นักเรียนจำนวน 10 คน			0.73–0.83	สูง
นักเรียนจำนวน 27 คน			0.30–0.66	กลาง
นักเรียนจำนวน 3 คน			0.25-0.29	ต่ำ

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 57.75 และหลังการจัดการเรียนรู้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.50 วิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย <g> อยู่ที่ 0.58 แปลผลได้ระดับกลาง โดยพบว่านักเรียน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (<g> มากกว่า 0.70) นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 27 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 67.5 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (<g> อยู่ระหว่าง 0.30-0.70) และมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (<g> น้อยกว่า 0.30) ดังปรากฏในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลความก้าวหน้าการการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากภาพที่ 4.1 แสดงค่าคะแนนของนักเรียนรายบุคคล จำนวน 40 คน ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีค่าคะแนนกระจุกตัวอยู่ในช่วงระดับกลางถึงสูง รวมเป็นจำนวน 37 คน ที่มีค่าคะแนนมากกว่า 0.30 ขึ้นไป และยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่มีค่าคะแนนต่ำกว่า 0.30

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนรายด้าน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) สามารถสรุปผลคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก และค่าคะแนนเฉลี่ย <g> ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละ คะแนนเฉลี่ย และคะแนนเฉลี่ย <g> รายด้านของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

จุดประสงค์รายด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ (%))		คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) (คะแนนเต็ม = 6 คะแนน)		<g>	แปลผล
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		
1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง	54.58	76.67	3.28	4.60	0.49	ระดับกลาง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

จุดประสงค์รายด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ (%))		คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) (คะแนนเต็ม = 6 คะแนน)		<g>	แปลผล
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		
1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง	54.58	76.67	3.28	4.60	0.49	ระดับกลาง
2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	55.00	83.33	3.30	5.00	0.63	ระดับกลาง
3. ความสามารถในการนิรนัย	55.42	82.92	3.33	4.96	0.62	ระดับกลาง
4. ความสามารถในการแปลความ	57.92	85.83	3.48	5.15	0.66	ระดับกลาง
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง	65.83	83.75	3.95	5.02	0.52	ระดับกลาง
สรุปผล	58.87	81.83	3.19	4.90	0.59	ระดับกลาง

จากตารางที่ 4.2 เมื่อนำคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน มาแยกตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 ด้าน พบว่าร้อยละการพัฒนาโดยรวมการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในระดับกลาง (<g> = 0.59) โดยหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS พบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นทุกด้านตามที่แสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ 1) ด้านความสามารถในการแปลความ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 57.92% เป็น 85.83% มีค่า <g> เท่ากับ 0.66 2) ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 55.00 เป็น 83.33% มีค่า <g> เท่ากับ 0.63 3) ด้านความสามารถในการนิรนัย ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 55.42% เป็น 85.83% มีค่า <g> เท่ากับ 0.62 4) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 65.83% เป็น 83.75% มีค่า <g> เท่ากับ 0.52 และ 5) ด้านความสามารถในการสรุปอ้างอิง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 54.58% คิดเป็น 76.67% มีค่า <g> เท่ากับ 0.49

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ด้วยข้อสอบรูปแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ วัดทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านประเมินค่า ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติในการทดสอบสมมติฐาน One-Sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน หลังการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	จำนวน (N)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	เกณฑ์ร้อยละ 70	df	t	Sig (1-tailed)
หลังเรียน	40	40	28.90	3.26	28	39	1.74*	.04

จากตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 28.90 จากคะแนนเต็ม 40 หรือคิดเป็นร้อยละ 72.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ One-Sample t-test พบว่าได้ค่า t เท่ากับ 1.74 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (Sig = .04)

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society: STS) ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนอยู่ที่ 17.32 จากคะแนนเต็ม 30 หรือคิดเป็นร้อยละ 57.75 และหลังการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเป็น 24.75 หรือคิดเป็นร้อยละ 82.50 การวิเคราะห์ <g> พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มอยู่ที่ 0.58 ซึ่งอยู่ในระดับกลาง โดยมีนักเรียน 25% มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง (<g> มากกว่า 0.70) และส่วนใหญ่อีก 67.5% มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง (<g> ระหว่าง 0.30 ถึง 0.70) และนักเรียน 27% มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ (<g> น้อยกว่า 0.30) เมื่อพิจารณารายด้านโดยเรียงลำดับค่า <g> จากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ความสามารถในการแปลความ (<g> = 0.66) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (<g> = 0.63) ความสามารถในการนิรนัย (<g> = 0.62) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (<g> = 0.52) และ ความสามารถในการสรุปอ้างอิง

(<g> = 0.49) โดยค่าเฉลี่ย <g> รายด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับกลาง (<g> = 0.59) ซึ่งค่าผลลัพธ์นี้สะท้อนถึงความมีประสิทธิภาพของแนวทาง STS ในการกระตุ้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (One Sample test) พบว่า หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนร้อยละ 72.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS มีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยีและปัญหาทางสังคม ทำให้เนื้อหามีความหมายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้น

5.2 อภิปรายผล

5.3.1 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนว STS (Science, Technology, and Society) มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีคะแนน <g> เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง (0.58) และบางองค์ประกอบ เช่น การแปลความและการระบุข้อตกลงเบื้องต้น มีค่า <g> สูง (0.66 และ 0.63 ตามลำดับ) เนื่องจากมีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงกับปัญหาจริง การตั้งคำถามเชิงวิเคราะห์ กิจกรรมเน้นการมีส่วนร่วม ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ทั้ง 5 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search) ส่งผลต่อความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพราะในขั้นนี้นักเรียนจะต้องเรียนรู้ที่จะแยกแยะว่า ข้อมูลใดเป็นสิ่งที่ควรค้นหา และมีความสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการแปลความ เนื่องจากนักเรียนต้องเรียนรู้ที่จะให้ความสำคัญกับข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ และนำมาประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเหล่านั้น 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) การแก้ปัญหาจะพัฒนาทักษะการนิรนัย เพราะนักเรียนต้องใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงข้อมูลที่ค้นหาได้เพื่อหาคำตอบที่สมเหตุสมผลในแต่ละสถานการณ์ โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจ 3) ขั้นสร้างความรู้ (Create) ขั้นนี้ส่งผลต่อความสามารถในการสรุปอ้างอิง เนื่องจากนักเรียนจะต้องสรุปข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความสมเหตุสมผล และเชื่อมโยงได้กับปัญหาหรือประเด็น

ที่ศึกษา 4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) การนำเสนอข้อมูลจะช่วยพัฒนาทักษะ ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เพราะนักเรียนจะต้องฟังความคิดเห็นและข้อโต้แย้งจากผู้อื่น และสามารถประเมินความสมเหตุสมผลของข้อคิดเห็นเหล่านั้นได้ และ 5) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action) ขั้นนี้ช่วยเสริมทักษะการสรุปอ้างอิงและทักษะการประเมินข้อโต้แย้ง เพราะนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้ไปใช้จริงในสถานการณ์เพื่อแก้ไขปัญหาจริง หรือสร้างการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะต้องใช้เหตุผลและทักษะในการประเมินผลเพื่อให้ข้อสรุปที่นำไปปฏิบัติได้มีความสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Akcay and Yager (2010, pp. 602–611) ที่พบว่า STS ช่วยพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และการประเมินข้อโต้แย้ง เนื่องจากนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อประเมินข้อเท็จจริง ซึ่งผลการวิจัยในงานนี้ยืนยันว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสรุปอ้างอิงและการนิรนัยอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบ STS ยังช่วยลดข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นความจำ โดยกระตุ้นความสนใจและสร้างการเข้าใจในบริบทที่กว้างขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับปัญหาสังคมและเทคโนโลยีในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bybee (1985) ที่พบว่า การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างลึกซึ้ง เนื่องจากนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ที่หลากหลาย และตั้งคำถามที่มีคุณค่าเพื่อหาทางออกในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน สะท้อนถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจเชิงลึกและสามารถประยุกต์ใช้ความคิดได้อย่างหลากหลายมิติ และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Mulyanti, et al. (2021, pp. 4-6) ที่พบว่า การใช้แนวคิด STS สามารถช่วยกระตุ้นทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนได้ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาทางสังคม และเทคโนโลยีได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิผล ดังนั้น การเรียนรู้แบบ STS จึงไม่เพียงแต่ช่วยกระตุ้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการวิเคราะห์เท่านั้น แต่ยังช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่มีบริบทในสังคมและเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง

เมื่อพิจารณารายละเอียดเชิงปริมาณยังพบว่า คะแนน <g> เฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 0.59 ซึ่งแปลผลได้ว่าอยู่ในระดับกลาง โดยในกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนน <g> อยู่ในระดับกลางนั้น คิดเป็นจำนวน 27 คน หรือ 67.5% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนี้ ค่า <g> เฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้อยู่ที่ 0.53 ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาการด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับที่น่าพึงพอใจหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนยังคงอยู่ในระดับกลางถึงต่ำในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อาจเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น ระดับความเข้าใจพื้นฐานที่แตกต่างกัน หรือการขาดกิจกรรมที่กระตุ้น

การคิดในระดับที่ลึกซึ้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cavas (2011, pp. 31–42) ซึ่งศึกษาการใช้ STS ในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของตุรกี พบว่า แม้ STS จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่การปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มยังคงเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอน STS จากการอภิปรายนี้ ชี้ให้เห็นว่านักวิจัยควรพิจารณาเพิ่มการสนับสนุนและการออกแบบกิจกรรมที่มีความท้าทายมากขึ้นเพื่อกระตุ้นการคิดในเชิงลึกสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นอกจากการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรากฏในค่าเฉลี่ย <g> แล้ว ยังพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS มีความเชื่อมโยงกับแนวคิดทางการศึกษาเชิงทฤษฎีที่สำคัญ โดยเฉพาะแนวคิดของ Constructivism ซึ่งเสนอว่านักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ตรง และการสะท้อนคิด (Reflection) (Vygotsky, 1978) ซึ่งแนวทาง STS ตอบโจทย์นี้อย่างชัดเจนผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การอภิปรายกลุ่ม การออกแบบการทดลอง และการประเมินผลกระทบของปัญหาในบริบททางสังคมและเทคโนโลยี การเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนไม่เพียงแต่ได้รับความรู้เชิงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เหตุผลเชิงตรรกะ และการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลรองรับ ซึ่งสะท้อนผ่านการพัฒนาด้านการสรุปอ้างอิงและการนิรนัยในระดับที่น่าพึงพอใจ

5.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ STS มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 28.9 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Sig = .04) โดยค่า t ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานคือ 1.74 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STS ส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของ Bloom ในแต่ละด้านได้ ดังนี้ 1) ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนศึกษาเอกสารหรือสื่อการสอน เช่น วิดีโอ สไลด์ หรือคู่มือ พร้อมทั้งตั้งคำถามง่าย ๆ เช่น “อะไรคือองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต” การใช้เกมส์การ์ด/แบบทดสอบออนไลน์เพื่อช่วยให้นักเรียนจำข้อมูลพื้นฐานเป็นการส่งเสริมด้านความรู้-ความจำ โดยกิจกรรมเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำคำศัพท์หรือข้อมูลที่สำคัญ เช่น สมการเคมีพื้นฐาน หรือความหมายของคำในเนื้อหาผ่านการทำซ้ำและการทดสอบที่กระตุ้นให้เกิดการจดจำอย่างมีประสิทธิภาพ 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยจัดการอภิปรายกลุ่มให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในคำพูดของตัวเอง เช่น อธิบายบทบาทของเคมีในสิ่งมีชีวิต และใช้แผนภาพหรือ

Mind Map เพื่อให้นักเรียนสรุปเนื้อหา เป็นการส่งเสริมด้านความเข้าใจ เนื่องจากการอภิปรายกลุ่มและการใช้เครื่องมือ เช่น Mind Map จะช่วยให้นักเรียนสามารถตีความและแสดงความเข้าใจในแนวคิดสำคัญได้ดียิ่งขึ้น ผ่านการพูดและการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้มา 3) ขั้นสร้างความรู้ (Create) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบสารประกอบทางเคมี 2 ชนิดและวิเคราะห์ความเหมือนและแตกต่าง พร้อมใช้กรณีศึกษา (Case Study) ให้นักเรียนแยกแยะส่วนประกอบทางเคมีและผลกระทบ เป็นการส่งเสริมด้านการวิเคราะห์ โดยจะช่วยพัฒนาทักษะในการแยกแยะองค์ประกอบทางเคมีและความสัมพันธ์ระหว่างสารต่าง ๆ รวมทั้งการทำความเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเหล่านั้น 4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทดลองออกแบบการทดลองง่าย ๆ เช่น การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีในสารที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการส่งเสริมด้านการนำไปใช้ โดยกิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนกับสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และ 5) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเขียนเรียงความหรืออภิปรายเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการใช้สารเคมีบางชนิดในชีวิตประจำวัน เป็นการส่งเสริมด้านการประเมินค่า เนื่องจากการเขียนเรียงความหรือการอภิปรายนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินคุณค่าของข้อมูลและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล โดยฝึกการตัดสินใจและการมองเห็นหลายมุมมองของปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับการศึกษาของธนาวัฒน์ น้อยไธสง (2565, น. 75-88) ที่พบว่าการเรียนรู้ตามแนวทาง STS ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม ออกแบบการทดลอง และค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง โดยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การใช้สื่อเพื่อเสริมความจำ การทดลองเพื่อเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การอภิปรายและการเขียนเรียงความเพื่อฝึกทักษะการวิเคราะห์และประเมินค่าล้วนช่วยพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงของนักเรียน ทั้งสองงานวิจัยสะท้อนว่าการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจเชิงลึก และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yager and Akcay (2008, pp. 9-12) ที่พบว่าการใช้แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบ STS ในการเรียนการสอนช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในหลายด้านเมื่อเทียบกับการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นักเรียนที่ใช้ STS มีความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ได้ดีกว่า รวมถึงมีการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และการตั้งคำถามที่ซับซ้อน มีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อวิทยาศาสตร์และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้มากกว่าการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STS ยังสะท้อนถึงแนวคิดของ Active Learning และ Constructivism ซึ่งเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจ ตั้งคำถาม และอภิปรายในประเด็น

ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง (Vygotsky, 1978) การเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยกระตุ้นการคิดระดับสูงตามลำดับขั้นของ Bloom โดยเฉพาะในด้านการคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า และการประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งล้วนเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะการนำผลไปใช้

5.31.1 ผู้สอนควรเน้นการสร้างกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดเชิงลึกและการโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น

5.3.1.2 ควรมีการใช้เทคโนโลยีและแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ในการจัดการเรียนรู้ เช่น วิดีโอสาธิต การใช้แบบจำลองออนไลน์ หรือแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.1.3 นักเรียนส่วนใหญ่ขาดการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริง ซึ่งเกิดจากระดับความเข้าใจที่แตกต่างกันและการขาดกิจกรรมกระตุ้นการคิดเชิงลึก ส่งผลให้การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาจริงมีข้อจำกัด ดังนั้นจึงควรจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS ร่วมกับทักษะการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ ผ่านกิจกรรมที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

5.3.1.4 ครูผู้สอนควรบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และบริบททางสังคมเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงทั้งสามด้านเข้ากับปัญหาที่พบในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึก กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งถัดไป

5.3.2.1 จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) สามารถวิเคราะห์สถานการณ์จริง คิดหาทางเลือก และตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์จากการทำกิจกรรมอภิปรายกลุ่มในสถานการณ์จำลอง ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษา STS ที่มีต่อการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของนักเรียน

5.3.2.2 ในการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถตั้งคำถามอย่างมีวิจารณญาณและนำเสนอแนวทางแก้ไข

ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผลชัดเจน ดังนั้น ควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STS ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาอื่น ๆ เช่น สังคมศึกษา ภาษาไทย หรือสุขศึกษา เพื่อบูรณาการความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันอย่างครบถ้วน และมีความหมาย

5.3.2.3 จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) สามารถพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมได้ดีขึ้น จากการทำกิจกรรมกลุ่มในการสำรวจปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการออกแบบแนวทางในการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยมุ่งเน้นการสื่อสารออกสู่สังคมและชุมชน ผ่านสื่อสร้างสรรค์ เช่น โปสเตอร์ หรือกิจกรรมประชาสัมพันธ์ภายในโรงเรียน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษา STS ร่วมกับสมรรถนะการทำงานเป็นทีม เพื่อพิจารณาว่า การเรียนรู้แบบ STS ส่งเสริมความสามารถในการทำงานร่วมกัน และการสื่อสารของนักเรียนอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกกาญจน์ ชำนาญ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้บูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10*(2), 283–298.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *แนวทางการวัดและประเมินผลการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงแรงงาน. (2566). *แผนปฏิบัติราชการ ปีงบประมาณ 2567 เรื่องพัฒนาทักษะฝีมือแรงงานให้พร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ: กระทรวงแรงงาน.

กาญจนา คุณารักษ์. (2552). *การออกแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เกียรติศักดิ์ ชิณวงศ์. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยใช้ห้องเรียนธรรมชาติ. *วารสารวิชาการ, 4*(11), 13–27.

จตุพร สมดี. (2553). *ผลของการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแนวคิดของเดรสเซลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

จรัญญา ลมสมบุตร. (2560). *การศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society: STS) เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เจษฎา นาจันทอง. (2565). การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับไอซีที เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารร้อยแก่นสาร, 7*(3), 236-251.

เฉลิมพร ทองพูน และ พิกุล คำภีระปาวงค์. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว., 32*(2), 39–256.

ชวนชื่น โชติไธสง. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนและเจตคติต่อปัญหามลพิษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) กับการสอนปกติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) นครนายก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2544). *คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: แม็ค.

โชคชัย ยืนยง. (2550). การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 10*(2), 45–58.

ณพัฐอร บัวฉุน และ อรกัญญา รัชวัฒน์. (2559). ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ พัฒนคุณภาพชีวิตและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรัฐบาลในจังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 11*(2), 147-154.

ณัฏฐกรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2544)., การเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม, *วารสารสงขลานครินทร์ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 7*(2), 226-233.

ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2546). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวันและความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS).* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดำรงค์ศักดิ์ สุดเสน่ห์. (2561). *กระบวนการเสริมสร้างศักยภาพด้านการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมกาการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ทิศนา แขมณี. (2548). วิทยาศาสตร์ทางการสอน: ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12*(12), 83–96.

ธนาวัฒน์ น้อยไธสง. (2565). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมเรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มมร, 10*(1), 75–88.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

นิลิน ปัญญาปา. (2562). *การศึกษาการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.

บุญฑริกา สอยปัทมา, เบญจมาศ เทียนจันทร์ และ ศันสนีย์ ชาญณรงค์ชูชาติ. (2567). การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา: การวิเคราะห์อภิมาน. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, 6*(3), 758-760.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยทางการวัดและประเมินผล* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุศมาพร กันทะวัง, สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม. (2564). แนวทางการจัดการและสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23*(1), 192-203.

ประสาท เนื่องเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัทวีพริ้น (1991) จำกัด.

ปราณี กองจินดา. (2549). *การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะนุช เหลืองาม. (2552). *บรรทัดฐานในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ตามแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรพรรณ โพธิ์งาม. (2559). *เทคโนโลยีกับการพัฒนาสังคม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2559). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: มีนเซอร์วิสซัพพลาย.

พัดชา เพิ่มพิพัฒน์. (2546). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนและความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). สมุทรสาคร: บริษัท เอาท์ออฟเดอร์มีนส์ท์ จำกัด.

พิศิษฐ์ ทวีวงศ์. (2562). *การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.* สืบค้นจาก http://www.wattoongpel.com/ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ไพศาล วรคำ. (2566). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational Research)* (พิมพ์ครั้งที่ 14). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ภพ เลาหไพบูรย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

มลาวัลย์ นกหงส์. (2552). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการคิดวิเคราะห์เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สสวท.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2566). *สังคมมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงทางสังคม*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รสริน พันธุ. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

โรงเรียนผดุงนารี. (2566). *รายงานการประเมินตนเองประจำปีการศึกษา (SAR) 2566*. มหาสารคาม: โรงเรียนผดุงนารี.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *การวัดและประเมินความสามารถในการคิด.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

ศิริชัย นามบุรี. (2550). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.

สันติ งามเสริฐ. (2560). การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน. *วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศึกษาศาสตร์, 4*(1), 1-20.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานสภาพัฒน์.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2544). *วิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์แห่งชาติด้านวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2543-2563 (S&T 2020)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สิงห์ทอง นิลดำ. (2561). *เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพัตรา เกษมเรืองกิจ. (2551). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง นพบุรีศรีนครพิงค์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุภาพ วาดเขียน และไพศาล หวังพาณิช. (2545). *มาตรกรรมและการประเมินผลพฤติกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โควตระกูล. (2559). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ติรกานันท์. (2551). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 7). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดิเทพ บุตราช. (2553). เครือข่ายสังคมออนไลน์: การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตในยุคดิจิทัล. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 5*(2), 45-60.

อรวรรณ พิมพ์จันทร์ และ วิมล สำราญวานิช. (2557). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนเรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข., 42*(4), 748-760.

อรอนงค์ สอนสนาม. (2553). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STS. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัญชนา ชลวานิช, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และ กิตติมา พันธ์พฤกษา. (2562). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ร่วมกับวิธีการแก้ปัญหา. *วารสารเวอร์ริเดียน อี-เจอร์นัล มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 12*(4), 950–966.

Aikenhead, G. S. (1994). What Is STS Science Teaching? In J. Solomon and G. S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 47-54). New York: Teachers College Press.

Aikenhead, G. S. (2005). Science-Based Occupations and The Science Curriculum: Concepts of Evidence. *International Journal of Science Education, 27*(3), 269–273.

Akcay, H. and Yager, R. E. (2010). The Impact of a Science/Technology/Society Teaching Approach on Student Learning in Five Domains. *Journal of Science Education and Technology, 19*(6), 602–611.

Akcay, B. and Akcay, H. (2015). Effectiveness of Science-Technology-Society (STS) Instruction on Student Understanding of the Nature of Science and Attitudes toward Science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 3*, 37-45.

Ayua, G. A. and Tartenge, T.T. (2021). Effect Of Science-Technology-Society Strategy on Performance in Basic Science Among Upper-Basic School Students in Makurdi Metropolis. *Africa Journal of Sustainable Professional Development, 4*(1), 26-33.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. and Krathwohl, D. R. A. (1956). *Taxonomy Of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain*. Canada: David McKay.

Bybee, R. W. (1985). *Science Technology Society*. Washington, DC: Yearbook of the National Science Teachers Association (NSTA).

Bybee, R., and Landes, N. M. (1990). Science For Life and Living: An Elementary School Science Program from Biological Sciences Improvement Study (BSCS). *The American Biology Teacher, 52*(2), 92–98.

Carin, A. A. (1997). *Teaching Modern Science* (7th Ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Cavas, P. (2011). Factors Affecting the Motivation of Turkish Primary Students for Science Learning. *Science Education International, 22*(1), 31–42.

Cinar, S. and Cepni, S. (2021). The Impact of Science Teaching Based on Science-Technology-Society (STS) Approach to Elementary School Students. *Educational Policy Analysis and Strategic Research, 16*(4), 198-217.

Commeyras, M. (1993). Promoting Critical Thinking Through Dialogical Thinking Reading Lessons. *The Reading Teacher, 46*, 486–493.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and The Internal Structure of Tests. *Psychometrika, 16*(3), 297-334.

Devi, M. G., and Aznam, N. (2019). The Effect of Science-Technology-Society (STS) Model on Scientific Literacy and Scientific Attitude of Students on the Subject of Buffer. *Journal of Physics: Conference Series*, *1156*, 012027.

Ennis, R. H. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory into Practice, 32*(3), 179–186.

Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Philadelphia: American Philosophical Association.

Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What It Is and Why It Counts*. Chicago: Insight Assessment.

Fisher, C. D. (2010). Happiness at Work. *International Journal of Management Reviews, 12*, 384-412.

Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education* (2nd ed.). New York: McGraw-hill Book.

Maidan, Halim, A., Safitri, R. and Nurfadilla, E. (2020). Impact of Problem-Based Learning (PBL) Model Through Science Technology Society (STS) Approach on Students' Interest. *Journal of Physics: Conference Series*, *1460*, 012145.

Halpern, D. F. (2014). *Thought And Knowledge: An Introduction to Critical Thinking* (5th ed.). London: Psychology Press.

Herrity, J. (2023). *The Importance of Training Employees: 11 Benefits*. Retrieved from https://www.indeed.com/career-advice/career-development/importance-of-training.

Hootstein, E. and Clark, J. (2018). *Understanding Science and Its Processes*. Boston: Pearson.

Jones, A. (2003). *Technology Education in The Classroom*. London: Routledge.

Juma, C. (2011). The Role of Science in Society. *The New Atlantis, 32*, 99–110.

Kapici, H. O, Akcay, H. and Yager, E.R. (2017). Comparison Of Science-Technology-Society Approach and Textbook Oriented Instruction on Students' Abilities to Apply Science Concepts. *International Journal of Progressive Education, 13*(2), 18-28.

Landis, C. A. (1971) Graphitization of Dispersed Carbonaceous Material in Metamorphic Rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology, 30*(1), 34-45.

Langrehr, J. (2008). *Distinguishing Facts from Opinions in Learn to Think*. United Kingdom: Routledge.

Lee, M. K. and Erdogan, I. (2007). The Effect of Science–Technology–Society Teaching on Students' Attitudes Toward Science and Certain Aspects of Creativity. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1315–1327.

Lee, S. and Erdogan, N. (2007). Science, Technology, and Society Education: Goals and Teaching Approaches. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1315–1320.

Lorencia, G. S. and Jatmiko, B. (2021). Online Learning PBL Model with The STS Approach to Improve High School Students' Critical Thinking Ability. *PENDIPA Journal of Science Education, 5*(3), 459–465.

Merton, R. C. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrical, 41*(5), 867-887.

Muderrisoglu, H. and Altanlar, A. (2020). Attitudes And Behaviors of Undergraduate Students Toward Environmental Issues. *International Journal of Environmental Science & Technology, 8*(1), 155-163.

Mulyanti, S., Halim, A., Murniati, S., Ilyas, S., Syukri, M. and Mursal, M. (2021). The Impact of The Science Technology Society (STS) Approach on Critical Thinking Ability and Student Learning Outcomes. *Journal of Physics, 1882*, 012026.

Myers, D. G. (2010). *Social Psychology* (10th Ed.). New York: McGraw-Hill.

National Science Teachers Association. (1993). Science/Technology/Society: A New Effort for Providing Appropriate Science for All. *The Science Teacher, 60*(7), 3–5.

Paul, R., and Elder, L. (2006). Critical Thinking: The Nature of Critical and Creative Thought. *Journal of Developmental Education, 30*(2), 34-35.

Paul, R., and Elder, L. (2008). Critical Thinking: The Nuts and Bolts of Education. *Optometric Education, 33*(3), 88–91.

Pedretti, E. and Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education, 95*, 601-626.

Primastuti, M. and Atun, S. (2018). Science Technology Society (STS) Learning Approach: An Effort to Improve Students' Learning Outcomes. *Journal of Physics: Conference Series, 1097*, 012062.

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education,* 93(3), 223–231.

Saputri, W. D., Harahap, F. and Rosita, N. T. (2021). The Effect of STS (Science-Technology-Society) Learning Model on Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Educational Science and Technology (EST), 7*(2), 155–161.

Setiawan, F., Masitoh, S. and Mariono, A. (2023). PBL-STS Learning Model to Develop Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *International Journal of Social Learning (IJSL), 3*(3), 293–307.

Tsui, L. (1999). Courses and Instruction Affect Critical Thinking. *Research in Higher Education, 40*(2), 185–200.

Tsui, L. (2002). A Science Teacher's Reflections and Knowledge Growth about STS Instruction After Actual Implementation. *Science Education, 86*(1), 23–41.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.* Massachusetts: Harvard University Press.

Watson, G. and Glaser, E. M. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual.* New York: Harcourt, Brace & World.

Wicaksono, I., Sofyan, H. and Muslim, S. (2020). RICOSRE Learning Model to Improve Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction, 13*(3), 221–236.

Yager, R. E. and Akcay, H. (2008). Comparison of Student Learning Outcomes in Middle School Science Classes with an STS Approach and a Typical Textbook-Dominated Approach. *RMLE Online, 31*(7), 1-15.

Yager, R. E. and Tamir, P. (1993). STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. *Science Education, 77*(6), 637–658.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รองศาตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา) อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชุยกระเดื่อง	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวัดและประเมินผล) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล
นางวิรัญญา ทุมวัน	ครุศาสตร์มหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๖๗ วันที่ ๙ สิงหาคม ๒๕๖๗
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ร.ต.ดร.อรัญ ซุบกระเดื่อง

ด้วย นางสาวณัฐฐินันท์ แวงแก้ว รหัสประจำตัว ๖๖๘๐๑๐๓๐๐๑๐๓ นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ระดับปริญญาโท รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผล
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์วนิดา ผาระนัด)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๗๒๓๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๙ สิงหาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาวณัฐฐินันท์ แวงแก้ว รหัสประจำตัว ๖๖๔๐๑๐๓๐๐๑๐๓ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ระดับปริญญาโท รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผล
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วนิดา ผาระนัด)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๙๘ ๒๘๙ ๙๙๓



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๗๒๓๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๙ สิงหาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน นางวิรัญญา ทุมวัน

ด้วย นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว รหัสประจำตัว ๖๖๔๐๑๐๓๐๐๑๐๓ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ระดับปริญญาโท รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผล
☑ ตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วนิดา ผาระนัด)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณะครุศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๖๒ ๔๓๖ ๖๔๒๒

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา** ชีววิทยา 1

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2567

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

เรื่อง ลิพิด **เวลาเรียน** 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ผลการเรียนรู้

ข้อที่ 6 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด และบอกความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตได้ (K)
2. สืบค้น ระบุ และสรุปชนิดโครงสร้างและหน้าที่ของลิพิดได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (A)

สาระสำคัญ

ลิพิด (Lipid) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ เบนซีน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนไตรคลอไรด์ อะซิโตน และแอลกอฮอล์ ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (0) แต่อัตราส่วนของธาตุเหล่านี้ไม่เหมือนกับคาร์โบไฮเดรต (คาร์โบไฮเดรตอัตราส่วนระหว่าง H : 0 - 2 : 1) จำนวนออกซิเจนจะมีน้อย ส่วนจำนวนคาร์บอนและไฮโดรเจนนั้นมีต่างกันตามชนิดของไขมันนั้น ๆ

สาระการเรียนรู้

ความรู้

- โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด
- ความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ทักษะ/กระบวนการ

- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการจำแนกประเภท
- ทักษะการลงข้อสรุป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความสนใจใฝ่เรียนรู้
- ความรับผิดชอบ
- การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้จัดกิจกรรมการเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยใช้รูปแบบ Carin (1997) มี 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search)

1.1 ครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

- เมื่อกล่าวถึงลิพิด นักเรียนนึกถึงสารชนิดใดบ้าง *(แนวตอบ : น้ำมัน ไขมัน ไข)*
- ครูถามนักเรียนว่า โครงสร้างของกรดไขมันมีองค์ประกอบใดบ้าง *(แนวการตอบ: กลีเซอร์รอลและสายกรดไขมัน)*
- ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า สารจำพวกลิพิดนอกจากจะมีน้ำมัน ไขมัน และไขแล้ว ยังมีอีกหลายชนิด เช่น ฟอสโฟลิพิด ไกลโคลิพิด สเตอรอยด์ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

2. ขั้นแก้ปัญหา (Solve)

2.1 ครูนำเสนอ PowerPoint เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด โดยมีเนื้อหา ดังนี้

- กรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว
- ไตรกลีเซอไรด์
- ฟอสโฟลิพิด
- สเตอรอยด์

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 15 เรื่อง การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด

2.3 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 15 เรื่อง เรื่อง การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด โดยสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน เป็นต้น แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

2.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโมเดลโครงสร้างของลิพิด พร้อมทั้งอธิบายความสำคัญ ประโยชน์และโทษของลิพิดชนิดนั้น ๆ

3. ขั้นสร้างความรู้

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด ได้ดังนี้

ลิพิด (Lipid) หรือไขมัน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุหลัก คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน บางครั้งอาจมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสประกอบด้วย มีคุณสมบัติที่สำคัญต่างจากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนคือ มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เบนซิน อะซิโตน เอธานอล และคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เป็นต้น ดังนั้นในการสกัดแยกลิพิดออกจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตสามารถทำได้โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เหล่านี้ ลิพิดจะพบมากในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ และจะทำหน้าที่แตกต่างกันไปตามชนิดและโครงสร้างทางเคมี

ลิพิดเป็นสารประกอบประเภทเอสเทอร์ของแอลกอฮอล์กับกรดไขมัน (Fatty Acid) มีโครงสร้างทางเคมีที่หลากหลายแต่มีโครงสร้างโดยทั่วไปที่เหมือนกันคือ จะมีส่วนของโครงสร้างที่เป็นไฮโดรคาร์บอน (CH) ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีขั้ว (Non-Polar) มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) จึงไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ ลิพิดบางชนิดอาจประกอบด้วยส่วนที่มีขั้ว (Polar) มีคุณสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) ทำให้ลิพิดเหล่านี้มีคุณสมบัติทั้งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำอยู่ในโมเลกุล เรียกคุณสมบัติแบบนี้ว่า แอมฟิไฟล์ (Amphiphiles) (เป็นภาษากรีกแปลว่า ชอบทั้งคู่) ลิพิดเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ทำให้ลิพิดที่เกลียดน้ำสามารถกระจายตัวอยู่ในน้ำได้ ลิพิดที่มีคุณสมบัติเป็นแอมฟิไฟล์ ได้แก่ ฟอสโฟกลีเซอไรด์ และ สฟิงโกลิพิด

3.2 ครูแจกใบงานที่ 15 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด ให้เวลาในการทำ 15 นาทีแล้วส่งท้ายคาบ

4. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์

4.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเกี่ยวเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด

4.2 ครูขยายความรู้การบริโภคอาหารที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็นจะทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นได้ เช่น การอักเสบของผิวหนัง จำนวนเพลตเลตลดต่ำลง ติดเชื้อได้ง่าย บาดแผลหายช้า เส้นผมหยาบ การเจริญเติบโตหยุดชะงัก เป็นต้น

4.3 ครูขยายความรู้เพิ่มเติมว่าในน้ำมันจากปลาทะเลบางชนิด มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ Epa (Eicosatetraenoic Acid) และ Dha (Docosahexaenoic Acid) ซึ่งสามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์และลดระดับคอเลสเตอรอลในลิโพโปรตีนชนิด Ldl (Low Density Lipoprotein) ในเลือดได้

4.4 ครูตั้งคำถามเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ดังนี้

- เหตุใดเมื่อนำน้ำมันพืชบางชนิดไปแช่ในตู้เย็น น้ำมันนั้นจะไม่แข็งตัว *(แนวตอบ : น้ำมันพืชจะประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมาก ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวต่ำประมาณ -*

0.5 ถึง -49 °c ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิในตู้เย็น น้ำมันนั้นจึงไม่แข็งตัว ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวประมาณ 44-48 c ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิในตู้เย็น น้ำมันนั้นจึงแข็งตัว)

- น้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารที่ขายทั่วไปในท้องตลาด มีความแตกต่างกันอย่างไร *(แนวตอบ : น้ำมันที่ขายในท้องตลาดมีหลายชนิด เช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมัน ถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดทานตะวัน ซึ่งประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนน้ำมันจากสัตว์ เช่น น้ำมันหมู ประกอบไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัว)*

5. ขั้นกระทำการ

5.1 ให้นักเรียนนำความรู้จากบทเรียนมานำเสนอบนสื่อออนไลน์ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลของน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- น้ำมันปาล์ม
- น้ำมันถั่วเหลือง
- น้ำมันหมู
- เนย
- น้ำมันตับปลา

5.2 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลต่อไปนี้นำเสนอ

- โครงสร้างของน้ำมันชนิดนั้น ๆ
- เหมาะกับทำอาหารประเภทใด เพราะเหตุใด
- ข้อมูลอื่น ๆ เพิ่มเติม

5.3 ให้นักเรียนหาข้อมูลแล้วโพสต์ลงเฟสบุ๊คของนักเรียน (ให้ตัวแทนกลุ่มเป็นคนโพสต์) พร้อมทั้งเขียนชื่อสมาชิกในกลุ่มทุกคน และให้นักเรียนติดแฮชแท็ก #นำเสนอวิชาชีววิทยา1_2567 เพื่อให้ครูเข้าไปตรวจสอบได้

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1) สื่อการสอน Power Point เรื่อง ไขมัน
2) ใบงานที่ 15 โครงสร้างและหน้าที่ของไขมัน
3) ใบกิจกรรมที่ 15 เรื่อง การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด
4) หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยา เล่ม 1
5) สื่อกิจกรรม: อุปกรณ์ทำโมเดลโครงสร้างลิพิด

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	วิธีวัด/เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ - การอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของลิพิดและบอกความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	-ใบงานที่ 15 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด - ใบกิจกรรมที่ 15 การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด	- ผ่านเกณฑ์ ประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ - การสืบค้น - การจำแนกประเภท - การลงข้อสรุป	- การทำกิจกรรมที่ 15 การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด - แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ความสนใจใฝ่เรียนรู้ - ความรับผิดชอบ - การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

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

ความคิดเห็น / ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

1. ครูพี่เลี้ยง

☐ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

☐ ระบุสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

☐ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมได้เหมาะสม

☐ มีการใช้สื่อ เทคโนโลยี ที่ทันสมัย น่าสนใจ

☐ มีการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียน เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

☐ ส่งเสริมกระบวนการคิด เน้นการลงมือปฏิบัติ วัดผลประเมินผลตามสภาพจริง

ลงชื่อ.....

(นางวิรัญญา ทุมวัน)

ครูพี่เลี้ยงกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

2. หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☐ เห็นควรนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

☐ ไม่ควรนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะ .....

ลงชื่อ.....

(นางวิรัญญา ทุมวัน)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

3. รองผู้อำนวยการโรงเรียน ฝ่ายวิชาการ

☐ อนุญาตนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

☐ ไม่อนุญาต เพราะ .....

ลงชื่อ.....

(นางสาวพรนภา บุราณรมย์)

รองผู้อำนวยการกลุ่มงานบริหารงานวิชาการ

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง ลิพิด

เลขที่	ชื่อ – นามสกุล	ใบงานที่ 15 (5 คะแนน)	กิจกรรมที่ 15 (5 คะแนน)	แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ผ/มผ)	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ผ/มผ)	คะแนนรวม (10 คะแนน)	คะแนนเก็บ (3 คะแนน)
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวณัฐธินันท์ แวงแก้ว)

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

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง ลิพิด

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึก เครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม 9 คะแนน	ผลการประเมิน	
		ทักษะการสืบค้น	ทักษะการจำแนกประเภท	ทักษะการลงข้อสรุป			
		3	3	3		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว)

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

เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. ทักษะการสืบค้น	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น มีรูปภาพประกอบ ภาษาที่เขียนเป็นทางการ อ่านเข้าใจ และค้นคว้าจากแหล่งที่มีอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็นละเอียดและอ่านเข้าใจง่าย	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น
2. ทักษะการจำแนกประเภท	สามารถบอกความแตกต่าง แยกแยะเปรียบเทียบกลุ่มของลิพิด และเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล	สามารถบอกความแตกต่าง แยกแยะเปรียบเทียบกลุ่มของลิพิด และเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้บางประเด็น	สามารถบอกความแตกต่าง แยกแยะเปรียบเทียบกลุ่มของลิพิด และเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้น้อย
3. ทักษะการลงข้อสรุป	นักเรียนสามารถรวบรวมใจความหรือเนื้อเรื่องที่สำคัญที่ผู้สอนต้องการจะให้นักเรียนทราบ เข้าด้วยกัน และสามารถสรุปเนื้อหาทั้งหมดได้เข้าใจ ไม่ยาวและไม่สั้นเกินไป และถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสามารถรวบรวมใจความหรือเนื้อเรื่องที่สำคัญ ๆ ที่ผู้สอนต้องการจะให้นักเรียนทราบ และสรุปใจความสำคัญนั้น ๆ ได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาในบทเรียนได้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน :

ระดับ 3 7 – 9 คะแนน มีพฤติกรรม ดี

ระดับ 2 4 – 6 คะแนน มีพฤติกรรม พอใช้

ระดับ 1 1 – 3 คะแนน มีพฤติกรรม ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล: นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ระดับ 2 หรือมีพฤติกรรม พอใช้ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง ลิพิด

คำชี้แจง ให้คะแนน 1,2 หรือ 3 ลงใน ☐ ตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และสรุปคะแนนว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม 9 คะแนน	ผลการประเมิน	
		ความสนใจใฝ่เรียนรู้	ความรับผิดชอบ	การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์			
		3	3	3		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวณัฐธินันท์ แววแก้ว)

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

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้	- มีความตั้งใจเรียน พยายามการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ - มีการซักถามเนื้อหาระหว่างเรียนเมื่อสงสัย - แสดงความคิดเห็นระหว่างเรียนเมื่อครูถาม	- มีความตั้งใจเรียน พยายามการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ - ไม่มีการซักถามเนื้อหาระหว่างเรียนเมื่อสงสัย - แสดงความคิดเห็นระหว่างเรียนเมื่อครูถาม	- ไม่มีความตั้งใจเรียน ไม่พยายามการศึกษาค้นคว้า - ไม่มีการซักถามเนื้อหาระหว่างเรียนเมื่อสงสัย - ไม่แสดงความคิดเห็นระหว่างเรียนเมื่อครูถาม
2. ความรับผิดชอบ	- เข้าเรียนตรงเวลา - มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานก่อนหรือตรงเวลากำหนด	- เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที - มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด	- เข้าเรียนช้ากว่า 30 นาที - ไม่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานล่าช้ากว่าเวลากำหนด
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- วางแผนการทำงานร่วมกัน - แบ่งงานกันรับผิดชอบ แสดงและรับฟังความคิดเห็นร่วมกัน	- วางแผนการทำงานร่วมกัน - แบ่งงานกันรับผิดชอบ แต่ไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	- วางแผนการทำงานร่วมกัน - ไม่แบ่งงานกันรับผิดชอบ ไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

เกณฑ์การให้คะแนน :

ระดับ 3 7-9 คะแนน มีพฤติกรรม ดี

ระดับ 2 4-6 คะแนน มีพฤติกรรม พอใช้

ระดับ 1 1-3 คะแนน มีพฤติกรรม ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล: นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ระดับ 2 หรือมีพฤติกรรม พอใช้ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 15
เรื่อง การสร้างโมเดลโครงสร้างของลิพิด

ชื่อ.....เลขที่.....
ชื่อ.....เลขที่.....
ชื่อ.....เลขที่.....
ชื่อ.....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างของลิพิดแต่ละชนิด

วัสดุและอุปกรณ์

1. แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาดเท่า A4
2. เทปใส/ กาว
3. ปากกาเคมี / ปากกาเจล
4. ไม้จิ้มฟัน
5. กรรไกร / มีดคัตเตอร์
6. กระดาษเลเบล
7. ดินน้ำมัน

วิธีทำกิจกรรม

ฟอสโฟลิพิดไบเลเยอร์ ไตรกลีเซอร์ไรด์ กรดลิโนเลอิก กรดโอเลอิก ไมเซลล์

1. ให้แต่ละกลุ่มทำโมเดลโครงสร้างของลิพิดตามที่สุ่มได้
2. ให้นักเรียบสืบค้นโครงสร้างของลิพิดที่ได้รับผ่านแหล่งความรู้ต่าง ๆ
2. ใช้อุปกรณ์ที่เตรียมมาประดิษฐ์โมเดลโครงสร้างลิพิดที่ได้รับลงบนฟิวเจอร์บอร์ด
2. เมื่อเสร็จแล้วให้ตอบคำถามท้ายกิจกรรม
4. นำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นรายกลุ่ม

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ความแตกต่างระหว่างกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวคืออะไร?

.....

.....

2. ฟอสโฟลิพิดพบที่ได้ที่ไหน

.....

ใบงานที่ 15

เรื่อง ลิพิด

คำชี้แจง ใบงานที่ 15 เรื่องลิพิด แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

1. โครงสร้างของกรดไขมันประกอบด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ยกตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมาอย่างละ 5 ชนิด

.....

.....

.....

.....

.....

3. โครงสร้างของฟอสโฟลิพิดมีกี่ส่วน อะไรบ้าง ให้นักเรียนวาดภาพพร้อมชี้ส่วนประกอบ

.....

.....

.....

.....

4. กรดไขมันมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

5. จุดเดือด/ จุดหลอมเหลวของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวเป็นอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 2.1 ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม

2.2 การตอบคำถามให้นักเรียนใช้ปากกาน้ำเงินวงคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับไขมัน

ไขมัน (Lipid) เป็นสารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่มนุษย์ โดยไขมัน 1 กรัม จะให้พลังงานแก่ร่างกาย 9 กิโลแคลอรี ช่วยให้ระบบทำงานต่างๆของร่างกายดำเนินได้อย่างปกติไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น กรดไขมัน (Fatty Acid) ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) สเตอรอล (Sterols) และวิตามินที่ละลายในไขมัน ไขมันสามารถแยกได้เป็นองค์ประกอบย่อยได้แก่

กรดไขมัน (Fatty Acid) จัดเป็นไขมันที่พบมากที่สุดในร่างกายมนุษย์ และพบอยู่ในรูปของอาหารที่รับประทาน สามารถจำแนกออกเป็น

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า ไขมันที่เป็นของแข็ง พบได้ในไขมันจากสัตว์ เนย นมที่ไม่พร่องมันเนย และชีส

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า น้ำมัน (Oil) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid) พบได้ใน น้ำมันมะกอก

2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid) พบได้ใน ปลาทะเล น้ำมันจากเมล็ดพืชต่าง ๆ เป็นต้น

ไขมันทรานส์ (Trans Fatty Acid) เป็นกรดไขมันชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง พบได้บ้างตามธรรมชาติ เช่น ในไขมันสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากนม แต่ส่วนใหญ่ไขมันทรานส์ได้มาจากการสังเคราะห์ระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร โดยเกิดจากกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปในน้ำมันพืชทำให้น้ำมันพืชแข็งตัวมากขึ้น กลายเป็นไขมันในรูปที่แข็งขึ้น เช่น เนยขาว (Shortenings), เนยเทียม (Margarine) ซึ่งถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในขนมอบกรอบ (Crackers), ขนมอบ (Pastry) และขนมปังเบเกอร์รี ด้วยมีราคาที่ถูก ช่วยคงรสชาติ และยืดอายุของอาหารให้เก็บได้นานขึ้น

คอเลสเตอรอล (Cholesterol) คือหนึ่งในรูปแบบของไขมันแบบสตอรอลที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์เองได้ และสามารถรับมาจากอาหาร อย่าง เนื้อสัตว์ติดมัน, อาหารทะเลจำพวกหอย, เนย, ไข่ และเครื่องในสัตว์ไขมันทรานส์เหมือนกับไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลตรงที่เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือด โดยการเพิ่มระดับไขมันที่ไม่ดี (LDL) ในเลือดสูงขึ้น และลดปริมาณ ไขมันที่ดี (HDL) ลง

ถึงแม้ว่าไขมันจะมีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์ แต่การรับประทานไขมันในปริมาณที่มากเกินไปร่วมกับการรับประทานขมันทรานส์และไขมันอิ่มตัว ก็ก่อให้เกิดผลสียต่อร่างกายไม่ว่าจะเป็น โรคอ้วน, โรคหัวใจหรือ โรคมะเร็ง เราจึงควรควบคุมระดับไขมันในเลือดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

1. ไขมันเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

2. กรดอิ่มตัวดีต่อสุขภาพมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

3. ไขมันทรานส์ดีต่อสุขภาพกว่าไขมันอิ่มตัวจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

4. การทานไขมันในปริมาณที่มากเกินไปเป็นสาเหตุหลักของโรคอ้วน โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

5.การทานไข่แดงเป็นประจำส่งผลเสียต่อสุขภาพจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

6. คนที่ทานมังสวิรัติไม่จำเป็นต้องกังวลเรื่องไขมันจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

7. การทานอาหารเสริมที่ช่วยลดไขมันในเลือดเป็นวิธีที่ดีที่สุดจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

8. เนยขาว (Shortenings) และเนยเทียม (Margarine) เป็นไขมันที่ดีต่อสุขภาพจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

9. ไขมันทรานส์ดีต่อสุขภาพกว่าไขมันอิ่มตัวจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย

10. น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ดีต่อสุขภาพจริงหรือไม่?

เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย



ตัวอย่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประเภทข้อสอบสถานการณ์มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว โดยในแต่ละสถานการณ์จะกำหนดองค์ประกอบรายด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างน้อย 3-4 ด้าน เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน จำแนกออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การเข้าถึง (Access) จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินสื่อ (Evaluate) จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบที่ 4 การสร้างสรรค์ (Create) จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบที่ 5 การสร้างสรรค์ (Create) จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

ตัวอย่างสถานการณ์และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 1-4
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 1-4 เกรตแบร์ริเออร์รีฟ: สิ่งมหัศจรรย์ใต้ท้องทะเลที่กำลังเผชิญวิกฤต “เกรตแบร์ริเออร์รีฟ เป็นแนวปะการังที่ใหญ่ที่สุดในโลก ตั้งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศออสเตรเลีย เป็นระบบนิเวศที่ซับซ้อนและหลากหลายทางชีวภาพ อุดมไปด้วยสัตว์ทะเลนานาชนิด เช่น ปะการังหลากสีสัน ปลาทะเล เต่าทะเล และโลมา ทำให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญระดับโลก อย่างไรก็ตาม เกรตแบร์ริเออร์รีฟกำลังเผชิญกับภัยคุกคามจากหลายปัจจัย อาทิ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดภาวะน้ำทะเลอุ่นขึ้นและการฟอกขาวของปะการัง มลพิษจากกิจกรรมของมนุษย์ และการทำประมงที่ผิดกฎหมาย การสูญเสียแนวปะการังแห่งนี้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเลทั่วโลกและเศรษฐกิจของประเทศออสเตรเลียเป็นอย่างมาก การอนุรักษ์เกรตแบร์ริเออร์รีฟจึงเป็นเรื่องเร่งด่วน ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ลดมลพิษ และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล”

ข้อที่ 1	การฟอกขาวของปะการังเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น (ความสามารถในการสรุปอ้างอิง) ก. เป็นจริง ข. น่าจะเป็นจริง ค. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ ง. น่าจะเป็นเท็จ จ. เป็นเท็จ
ข้อที่ 2	การท่องเที่ยวเป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมโทรมของเกรตแบร์ริเออร์รีฟ (ความสามารถในการสรุปอ้างอิง) ก. เป็นจริง ข. น่าจะเป็นจริง ค. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ ง. น่าจะเป็นเท็จ จ. เป็นเท็จ
ข้อที่ 3	การอนุรักษ์เกรตแบร์ริเออร์รีฟจะช่วยรักษาระบบนิเวศทางทะเลและเศรษฐกิจของออสเตรเลีย (ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น) ก. เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข. ไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น
ข้อที่ 4	4. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะช่วยชะลอการเสื่อมโทรมของเกรตแบร์ริเออร์รีฟ (ความสามารถในการนิรนัย) ก. เป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้ ข. ไม่เป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้
จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 9-11	
ภาวะโลกเดือด "ภาวะโลกร้อนเกิดจากหลายปัจจัย แต่ปัจจัยหลักที่มีบทบาทสำคัญคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ก๊าซเหล่านี้ถูกปล่อยจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีแหล่งกำเนิดอื่นๆ เช่น การทำเกษตรกรรม การตัดไม้ทำลายป่า และการใช้สารเคมีในอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกและการขยายตัวของเศรษฐกิจ ทำให้ความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น การเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการเพิ่มขึ้นของ CO2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจาก 280 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม เป็นกว่า 410 ppm ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เคยเกิดขึ้นในช่วง 800,000 ปีที่ผ่านมา"	
ข้อที่ 9	ข้อความต่อไปนี้มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ "การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกและการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีส่วนทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้น" (ความสามารถในการแปลความ) ก. น่าเชื่อถือ ข. ไม่น่าเชื่อถือ

ข้อที่ 10	ข้อโต้แย้ง: การควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะช่วยลดอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก (ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง) ก. เกี่ยวข้องโดยตรง ข. ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง
ข้อที่ 11	ข้อโต้แย้ง: การออกกฎหมายควบคุมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ (ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง) ก. เกี่ยวข้องโดยตรง ข. ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน โดยสร้างข้อสอบแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน กำหนดการวัดประเมินผลทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบด้านที่ 1 ความรู้ความจำ จำนวน 9 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบด้านที่ 2 ความเข้าใจ จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

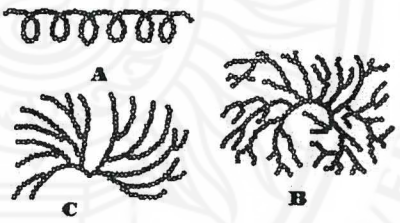
องค์ประกอบด้านที่ 3 การนำไปใช้ จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบด้านที่ 4 การวิเคราะห์ จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

องค์ประกอบด้านที่ 5 การประเมินค่า จำนวน 7 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน

<table>
<tr><th>จุดประสงค์การเรียนรู้</th><th>ข้อสอบ</th></tr>
<tr><td colspan="2">ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต</td></tr>
<tr><td rowspan="2">อธิบายโครงสร้างและสมบัติของน้ำ และบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตได้ และ อธิบายเกี่ยวกับอะตอม ธาตุ สารประกอบ และบอกความสำคัญเคมีพื้นฐานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตได้</td><td>1. ข้อใดเป็นสารอนินทรีย์ทั้งหมด (ความรู้-ความจำ)
ก. วิตามิน แร่ธาตุ ข. น้ำ กรดนิวคลีอิก
ค. แร่ธาตุ น้ำ ง. น้ำ วิตามิน</td></tr>
<tr><td>2. น้ำ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุใดเป็นส่วนประกอบ (ความรู้-ความจำ)
ก. ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม
ข. ไฮโดรเจน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม
ค. ไฮโดรเจน 2 อะตอม และคาร์บอน1 อะตอม
ง. ไฮโดรเจน 2 อะตอม และคาร์บอน2 อะตอม</td></tr>
</table>

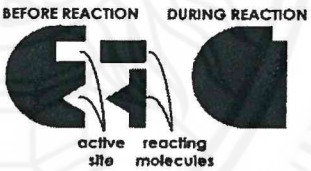
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	3. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับน้ำได้ไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. ออกซิเจนเป็นขั้วลบ และไฮโดรเจนเป็นขั้วบวก ข. น้ำแต่ละโมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ค. เป็นโมเลกุลมีขั้วจึงเป็นตัวทำละลายที่ดี ง. adhesion ทำให้น้ำเคลื่อนที่จากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ขณะที่มีการคายน้ำ
	4. หากพบว่าพืชที่นักเรียนปลูกมีลักษณะใบเหลือง จะเลือกใช้แร่ธาตุใดในการดูแลต้นพืช (การประเมินค่า) ก.ฟอสฟอรัส (P) ข. โพแทสเซียม (K) ค. สังกะสี (Zn) ง. แมกนีเซียม (Mg)
ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	
อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตต่อสิ่งมีชีวิต	5. จากภาพ A, B, C เป็น polysaccharide คืออะไรตามลำดับ (การนำไปใช้)  ก. อะไมโลส ไกลโคเจน อะไมโลเพกติน ข. เซลลูโลส ไกลโคเจน ไกลโคเจน ค. เซลลูโลส ไกลโคเจน อะไมโลเพกติน ง. อะไมโลส อะไมโลเพกติน ไกลโคเจน
	6. ถ้านักเรียนต้องดูแลผู้สูงอายุ จะเลือกใช้คาร์โบไฮเดตรชนิดใดสำหรับให้ผู้สูงอายุรับประทาน (การนำไปใช้) ก. ข้าวกล้อง ธัญพืชไม่ขัดสี ผัก ผลไม้

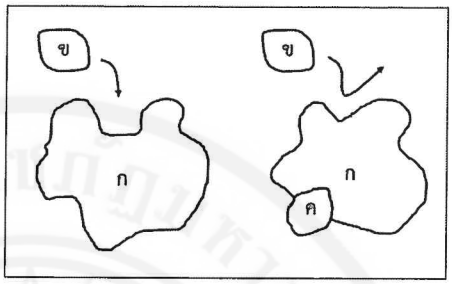
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	ข. ขนมปังขาว ข้าวขาว น้ำอัดลม ขนมหวาน ค. บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ข้าวกล่อง อาหารแปรรูป ง. เนื้อสัตว์ ไข่ นม เนย
	7. คาร์โบไฮเดรตชนิดใดต่อไปนี้ ประกอบด้วยโมเลกุลโมโนแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุล (การวิเคราะห์) ก. กลูโคส ข. ซูโครส ค. เซลลูโลส ง. ไกลโคเจน
ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	
อธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน และบอกความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตได้	8. โครงสร้างพื้นฐานของโปรตีนประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง (ความรู้-ความจำ) ก. C N Fe S ข. N Mg O C ค. C N O H ง. S Fe N C
	9. โปรตีนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ในร่างกาย ข้อใด ไม่ใช่ หน้าที่ของโปรตีน (การวิเคราะห์) ก. ควบคุมการทำงานของเอนไซม์ ข. สร้างโครงสร้างของเซลล์ ค. เก็บสะสมสารอาหาร ง. ควบคุมการไหลเวียนโลหิต
	10. โปรตีนแต่ละชนิดมีความต่างกันดังต่อไปนี้ ยกเว้นข้อใด (ความเข้าใจ) ก. ชนิดกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ ข. จำนวนของกรดอะมิโนในแต่ละโมเลกุล ค. ชนิดของธาตุพื้นฐานสำคัญที่เป็นองค์ประกอบ ง. ลำดับและการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในพอลิเปปไทด์
	11. บุคคลในข้อใดสามารถเลือกใช้โปรตีนในการดูแลตนเองได้เกิดประโยชน์สูงสุด (การนำไปใช้)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	ก. นักกีฬา: นักกีฬาต้องการโปรตีนเพื่อซ่อมแซมและเสริมสร้างกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ข. ผู้สูงอายุ: ผู้สูงอายุอาจสูญเสียมวลกล้ามเนื้อตามวัย โปรตีนสามารถช่วยชะลอการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและรักษาความแข็งแรง ค. ผู้ที่ลดน้ำหนัก: โปรตีนสามารถช่วยให้รู้สึกอิ่มนานขึ้นและลดความอยากอาหาร ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	
อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของลิพิด และบอกความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตได้	12. โครงสร้างของกรดไขมันประกอบด้วยอะไรบ้าง? (ความรู้-ความจำ) ก. ฟอสโฟลิพิด และ ฟอสโฟไดเอสเทอร์ ข. คาร์บอนิล และ สายไฮโดรโฟบิห ค. คาร์บอกซิล และ สายไฮโดรคาร์บอน ง. ไฮโดรบิก และ ไฮโดรโบนิก
	13. ไขมัน HDL มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (ความเข้าใจ) ก. ไขมัน HDL ทำให้เกิดการสะสมของไขมันในหลอดเลือด ข. ไขมัน HDL ทำให้ร่างกายควบคุมอุณหภูมิได้ดีขึ้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายนอก ค. ไขมัน HDL ช่วยในการนำไขมันชนิดไม่ดีไปทำลายที่ตับ ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ง. ไขมัน HDL ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำลง
	14. “ไขมันเป็นสารอาหารจำเป็นที่ร่างกายต้องการ แต่การบริโภคไขมันมากเกินไปก็อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ”จาก

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	ประโยคข้างต้น คำอธิบายในข้อใดสนับสนุนได้ดีที่สุด (การประเมินค่า) ก. การบริโภคไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่มากเกินไป ส่งผลดีต่อสุขภาพหัวใจ ข. การบริโภคไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อนในปริมาณที่เหมาะสม ส่งผลดีต่อสุขภาพหัวใจ ค. การบริโภคไขมันทรานส์ในปริมาณที่น้อย ส่งผลดีต่อสุขภาพ ง. การบริโภคไขมันในปริมาณที่น้อยมาก ส่งผลดีต่อระบบเผาผลาญพลังงาน
ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7 อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลิอิก และความสำคัญของกรดนิวคลิอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	
อธิบายเกี่ยวกับกรดนิวคลิอิกและนิวคลีโอไทด์ โครงสร้างและความสำคัญของกรดนิวคลิอิกต่อสิ่งมีชีวิตได้	15. การประยุกต์ใช้ DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง (การนำไปใช้) ก. ระบุตัวบุคคลจากหลักฐานทางชีวภาพ ข. ตรวจสอบความสัมพันธ์ทางเครือญาติ ค. หาหลักฐานอาชญากรรม ง. ทั้งหมดข้างต้น
	"กรดนิวคลีอิก (Nucleic Acids) เช่น DNA และ RNA มีบทบาทสำคัญในการเก็บรักษาและถ่ายทอดข้อมูลพันธุกรรม นิวเคลียสในเซลล์เป็นที่กักเก็บกรดนิวคลีอิก โดยที่ DNA ถูกเก็บอยู่ในนิวเคลียสและทำหน้าที่ควบคุมการสร้างและสังเคราะห์โปรตีน กระบวนการจำลอง DNA ที่เกิดในนิวเคลียสช่วยในการเจริญเติบโตและการซ่อมแซมเซลล์ การแสดงออกของยีนกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบเด่น-ด้อย เกิดขึ้นตามหลักเมนเดล ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมถูกส่งต่อจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน" 16. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับกรดนิวคลีอิก (การประเมินค่า)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	ก. เป็นสารที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ข. ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ค. โมเลกุลของกรดนิวคลีอิกประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่านิวคลีโอไทด์ ง. นิวคลีโอไทด์จะเรียงตัวต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่า พอลินิว คลีโอไทด์
	17. ข้อใดแสดงถึงบทบาทสำคัญของกรดนิวคลีอิกในเซลล์ (การประเมินค่า) ก. ควบคุมการสร้างและสังเคราะห์โปรตีน ข. ควบควบการแสดงออกทางลักษณะทางพันธุกรรม ค. ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดแบบเด่น-ด้อย ง. ถูกทุกข้อ
ผลการเรียนรู้ข้อที่ 8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต	
อธิบายกลไกการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และอธิบายประโยชน์ของปฏิกิริยาเคมี เอนไซม์ได้อย่างถูกต้อง	18. ตัวอย่างต่อไปนี้ข้อใดคือปฏิกิริยาดูดพลังงาน (ความเข้าใจ) ก. การสังเคราะห์โปรตีนจากกรดอะมิโน ข. การสลายโมเลกุลของโปรตีน ค. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ง. การกระจายควันรถยนต์
	19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (การวิเคราะห์) ก. เมื่อความดันเพิ่มขึ้น การเกิดปฏิกิริยาของสารที่เป็นแก๊สจะเกิดได้เร็วขึ้น ข. หากสภาวะความเป็นกรด-เบสเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	ค. ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้การเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง ง. สารตั้งต้นที่เป็นของแข็งที่มีพื้นที่ผิวมาก จะเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าสารตั้งต้นที่มีพื้นที่ผิวน้อย
	20. ในปัจจุบันมีการนำจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้ในหลายกระบวนการผลิต เช่น การผลิตยา เครื่องสำอาง อาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น ประเด็นใดที่ควรได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษสำหรับการนำจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้ (การประเมินค่า) ก. การเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ให้มากที่สุด ข. ผลกระทบต่อระบบนิเวศและความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ค. ความคงทนของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิต ง. ต้นทุนในการนำจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมมาใช้
9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	
อธิบายกลไกการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และอธิบายประโยชน์ของปฏิกิริยาเคมี เอนไซม์ได้อย่างถูกต้อง	 21. จากภาพเป็นการทำงานของเอนไซม์แบบใด (ความเข้าใจ) ก. Lock and Key ข. Induced fit ค. Active site ง. Enzymes activate.

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
	22. จากแผนภาพ ข้อใดกล่าวถูกต้อง (การวิเคราะห์)  a. (ก) คือ เอนไซม์ b. (ข) คือ สารตั้งต้น c. (ค) คือ ตัวยับยั้ง ก. a. เท่านั้น ข. b. เท่านั้น ค. a. และ b. ง. b. และ c.

ภาคผนวก ค

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ ค.1 ค่าความเหมาะสม (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12-17 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 12	แผนที่ 13	แผนที่ 14	แผนที่ 15	แผนที่ 16	แผนที่ 17
1. จุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สอดคล้องมาตรฐานและผลการเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
1.2 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
2. สาระสำคัญ						
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
2.3 มีความหมายชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 ความยากง่ายเหมาะสมกับวัยนักเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 12	แผนที่ 13	แผนที่ 14	แผนที่ 15	แผนที่ 16	แผนที่ 17
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
4. เนื้อหา						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
4.3 เนื้อหาและภาษามีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ	4.33	4.00	4.33	4.33	4.33	4.33
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5. กิจกรรมการเรียนรู้						
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 12	แผนที่ 13	แผนที่ 14	แผนที่ 15	แผนที่ 16	แผนที่ 17
5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสำรวจและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.3 นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลได้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.4 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองและสามารถตัดสินใจด้วยจนเองได้ดียิ่งขึ้น	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.5 ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีวิจารณญาณ	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 12	แผนที่ 13	แผนที่ 14	แผนที่ 15	แผนที่ 16	แผนที่ 17
5.6 ให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.8 เร้าความสนใจให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.9 ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
5.10 นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้						
6.1 กระตุ้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองได้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 12	แผนที่ 13	แผนที่ 14	แผนที่ 15	แผนที่ 16	แผนที่ 17
6.2 สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา สามารถเข้าใจง่าย	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
6.3 สื่อเร้าความสนใจของนักเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
6.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อการสอน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
7.2 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
7.4 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
$\bar{X}$	4.33	4.31	4.33	4.33	4.33	4.33
S	0.58	0.54	0.58	0.58	0.58	0.58
สรุปผล	มีความเหมาะสมมาก	มีความเหมาะสมมาก	มีความเหมาะสมมาก	มีความเหมาะสมมาก	มีความเหมาะสมมาก	มีความเหมาะสมมาก

จากตารางที่ ค.1 วิเค
เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง เคร
3 ท่าน พบว่า มีค่าความเหม
0.54-0.58 สรุปผลได้ว่าแผนก

ตารางที่ ค.2 ค่าความสอด
มัธยมศึกษาปี

ข้อสอบข้อที่	คะแนนค	
	1	
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	

ตารางที่

ข้อสอบ	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

จาก

เพื่อตรวจ

อย่างมีวิจา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.4 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
4	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
6	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
10	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
13	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
16	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3			
24	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
26	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
29	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
32	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
33	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
34	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
36	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
37	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
38	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
39	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
40	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
41	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
42	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
43	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
44	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
45	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
46	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
47	0	1	0	1	0.33	นำไปใช้ไม่ได้
48	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
49	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
50	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้

จากตารางที่ ค.4 พบว่าเมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.33–1.00

ตารางที่ ค.5 ค่าความยาก (p) และ อำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน เรื่อง เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.53	0.33	ใช้ได้
2	0.37	0.23	ใช้ได้
3	0.60	0.33	ใช้ได้
4	0.57	0.30	ใช้ได้
5	0.60	0.33	ใช้ได้
6	0.47	0.27	ใช้ได้
7	0.53	0.27	ใช้ได้
8	0.60	0.33	ใช้ได้
9	0.60	0.33	ใช้ได้
10	0.53	0.27	ใช้ได้
11	0.53	0.13	ใช้ไม่ได้
12	0.53	0.27	ใช้ได้
13	0.60	0.33	ใช้ได้
14	0.60	0.40	ใช้ได้
15	0.63	0.23	ใช้ได้
16	0.67	0.27	ใช้ได้
17	0.73	0.33	ใช้ได้
18	0.60	0.20	ใช้ได้
19	0.60	0.20	ใช้ได้
20	0.63	0.17	ใช้ไม่ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
21	0.53	0.27	ใช้ได้
22	0.70	0.17	ใช้ไม่ได้
23	0.57	0.43	ใช้ได้
24	0.50	0.23	ใช้ได้
25	0.50	0.37	ใช้ได้
26	0.47	0.20	ใช้ได้
27	0.57	0.30	ใช้ได้
28	0.60	0.33	ใช้ได้
29	0.60	0.40	ใช้ได้
30	0.40	0.27	ใช้ได้
31	0.67	0.20	ใช้ได้
32	0.53	0.27	ใช้ได้
33	0.73	0.27	ใช้ได้
34	0.60	0.33	ใช้ได้
35	0.50	0.37	ใช้ได้
36	0.53	0.33	ใช้ได้
37	0.60	0.33	ใช้ได้
38	0.50	0.30	ใช้ได้
39	0.57	0.17	ใช้ไม่ได้
40	0.50	0.37	ใช้ได้
41	0.47	0.40	ใช้ได้
42	0.50	0.37	ใช้ได้
43	0.57	0.30	ใช้ได้
44	0.63	0.30	ใช้ได้
45	0.43	0.37	ใช้ได้
46	0.50	0.30	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
47	0.50	0.23	ใช้ได้
48	0.70	0.17	ใช้ไม่ได้
49	0.57	0.43	ใช้ได้
50	0.57	0.30	ใช้ได้
ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) มีค่าอยู่ที่ 0.76			

จากตารางที่ ค.5 สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนทั้งฉบับมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.73 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-0.43 มีค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) มีค่าอยู่ที่ 0.76 จากนั้นจึงทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.73 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.43

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่าง จากการใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ ง.1 คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มตัวอย่าง จากการใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

เลขที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
1	18	22
2	20	22
3	20	25
4	21	23
5	19	25
6	13	18
7	20	24
8	20	29
9	24	32
10	20	29
11	20	29
12	19	25
13	20	29
14	23	28
15	18	27
16	21	27
17	18	30
18	15	26
19	21	26
20	23	26
21	19	21

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้	หลังการจัดการเรียนรู้
22	18	23
23	19	25
24	17	19
25	19	23
26	15	28
27	21	23
28	12	25
29	14	23
30	16	13
31	18	18
32	22	31
33	19	25
34	15	17
35	13	27
36	11	24
37	13	23
38	14	27
39	16	29
40	12	28

ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน

ตารางที่ ง.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังการเรียน)	เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังการเรียน)
1	31	21	27
2	29	22	22
3	16	23	23
4	29	24	22
5	30	25	24
6	23	26	26
7	23	27	19
8	19	28	15
9	19	29	26
10	27	30	26
11	26	31	31
12	22	32	19
13	21	33	25
14	33	34	26
15	24	35	18
16	21	36	31
17	22	37	18
18	26	38	25
19	25	39	25
20	24	40	32

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

Weawkeaw, N., & Jansawang, N. (2025). Enhancing critical thinking ability and learning achievement through a science, technology, and society (STS) approach for Grade-10 biology on the topic of the chemistry basis of life. *International Journal of Science Education and Teaching, 4*(2), 93–105.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวณัฐฐินันท์ แววแก้ว

วัน เดือน ปี 29 มีนาคม พ.ศ. 2543

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 163 หมู่ 16 ตำบลสลักได อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ รหัสไปรษณีย์ 32000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2566 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2568 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม