



การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

USAGE OF THE HISTORY OF ISLAMIC SCIENTISTS TO ENHANCE THE
UNDERSTANDING OF THE NATURE OF SCIENCE OF SEVENTH GRADE STUDENTS IN
ISLAMIC PRIVATE SCHOOL

โรซาวรรณา เชพโหมลาม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพื่อพัฒนาความ
เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอน
ศาสนาอิสลาม



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

USAGE OF THE HISTORY OF ISLAMIC SCIENTISTS TO ENHANCE THE
UNDERSTANDING OF THE NATURE OF SCIENCE OF SEVENTH GRADE
STUDENTS IN ISLAMIC PRIVATE SCHOOL



A Dissertation Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for DOCTOR OF EDUCATION (Science Education)
Science Education Center Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ของ

โรซาวรรณา เซพโหมลาม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุชะฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษะฐะมูล)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมาะ)

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม
ผู้วิจัย	โรซวรรณา เซฟโหมลาม
ปริญญา	การศึกษาศุภบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. พินิจ ขำวงษ์

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม และ 3) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม กลุ่มที่ศึกษาเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกตามสะดวก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view) ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามประกอบด้วย ครู กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ และ 3) แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ประกอบด้วย 3.1) การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3.2) การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม 3.3) การให้นักเรียนได้ทำการทดลองปฏิบัติเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม และ 3.4) การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลาม

คำสำคัญ : ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม, ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

Title	USAGE OF THE HISTORY OF ISLAMIC SCIENTISTS TO ENHANCE THE UNDERSTANDING OF THE NATURE OF SCIENCE OF SEVENTH GRADE STUDENTS IN ISLAMIC PRIVATE SCHOOL
Author	ROSWANNA SAFKOLAM
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Dr. Pinit Khumwong

The purposes of this study are as follows: (1) to study the effects of using the history of Islamic scientists in understanding of nature of science; (2) to study the factors affecting the changing of understanding of the nature of science from using history of Islamic scientists; and (3) to synthesis the nature of science teaching guidelines for students in Islamic private schools. The participants included thirty seventh grade students in an Islamic private school in Yala province, who were selected by convenience sampling. The research tools included the nature of science questionnaire, a semi-structured interview about the understanding of the nature of science, and a semi-structured interview about the factors affecting change in the understanding of the nature of science. In order to analyze the data and content of the analysis, including percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent samples were used. The research results were as follows: (1) the results revealed that after learning by using the history of Islamic scientists, the students increased understanding of nature of science significantly at a .05 level of significance. After learning, most of the students had an informed view of understanding in all aspects of nature of science; (2) the factors affecting the change in understanding of the nature of science from using the history of Islamic scientists including; teachers, learning media, and learning activities; and (3) the nature of science teaching guidelines for students in Islamic private schools included; (3.1) using context consistent with Islamic society and culture in science learning; (3.2) giving opportunities for students to discuss and reflect the nature of science by using questions specific to nature of science and reflected Islamic scientists working in the context of Islamic society, culture, and beliefs; (3.3) allowing students to perform practical experiments on Islamic scientists; and 3.4) using a variety of media in teaching and learning, and reflected the work of scientists, and consistent with the Islamic society and culture.

Keyword : History of Islamic Scientists, Nature of Science, Seventh Grade Students, Islamic Private School

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข และรองศาสตราจารย์ ดร.อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ กำลังใจและข้อเสนอแนะ อันมี คุณค่าและประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ ที่ได้ให้ความกรุณามาเป็น ประธานกรรมการในการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา กรรมการในการสอบที่ได้ ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำ ซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ช่วยตรวจสอบและให้ ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยใน ครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู เจ้าหน้าที่ และนักเรียนโรงเรียนบำรุงศาสนวิทยา ที่ให้ ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการศึกษานำร่องและการเก็บรวบรวมข้อมูลการ วิจัย

ขอขอบคุณมิตรภาพจากกัลยาณมิตรในศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มศว และขอขอบคุณทุก ความช่วยเหลือ การอำนวยความสะดวกจากเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มศว. ทุกท่าน ที่มี ให้ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและขอขอบคุณบัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนในการนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ให้การเลี้ยงดู แนะนำสั่ง สอน และให้กำลังใจในการศึกษาในระดับปริญญาเอกเสมอมา ขอขอบคุณลูก ๆ และเพื่อนผู้เป็น กำลังใจอันล้ำค่าของผู้วิจัย

โรชวรรณา เชพโฆลาม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	11
สมมติฐานในการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	14
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 41	
3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	42
4. นักวิทยาศาสตร์อิสลาม	55
5. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้.....	88

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	99
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	99
ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	101
ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	103
ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	124
ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล.....	128
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	136
1. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามใน ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	137
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	174
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอน ศาสนาอิสลาม	187
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	190
1. คำถามการวิจัย.....	190
2. ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	190
3. สมมติฐานในการวิจัย.....	190
4. วิธีดำเนินการวิจัย.....	191
5. สรุปผลการวิจัย.....	193
6. อภิปรายผล	194
7. ข้อเสนอแนะ	205
บรรณานุกรม	208
ภาคผนวก.....	226

ประวัติผู้เขียน.....	273
----------------------	-----



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากการอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษา.....	20
ตาราง 2 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม	29
ตาราง 3 เครื่องมือวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	32
ตาราง 4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ...	38
ตาราง 5 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน.....	67
ตาราง 6 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอิบนุอัลฮัยษัม	76
ตาราง 7 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอัลฟาริซี.....	86
ตาราง 8 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซี.....	87
ตาราง 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ที่พบจากความเห็นของนักวิชาการและองค์กรทางการศึกษา.....	92
ตาราง 10 แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	105
ตาราง 11 แผนการจัดการเรียนรู้ คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการ และระยะเวลาที่จัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	112
ตาราง 12 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่สอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์.....	117
ตาราง 13 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และที่มาของคำถามในแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย	120
ตาราง 14 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ ช่วงเวลาที่ใช้ และจำนวนกลุ่มที่ศึกษา	127

ตาราง 15 กลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดกลุ่ม และระดับคะแนน	129
ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม.....	137
ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม.....	138
ตาราง 18 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติจากการสัมภาษณ์	143
ตาราง 19 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้ วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการสัมภาษณ์.....	147
ตาราง 20 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้ วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้จากการสัมภาษณ์.....	151
ตาราง 21 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัวได้จากการสัมภาษณ์.....	155
ตาราง 22 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะสังคมและ วัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จากการสัมภาษณ์.....	158
ตาราง 23 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกันจากการสัมภาษณ์.....	163
ตาราง 24 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้ วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์จากการสัมภาษณ์.....	169
ตาราง 25 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากครู.....	176
ตาราง 26 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้.....	179

ตาราง 27 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากสื่อการเรียนรู้	184
ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	230
ตาราง 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	233
ตาราง 30 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ	235



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์สำหรับการทดลองการกลั่นที่มีชื่อว่า “Alembic”	60
ภาพประกอบ 3 หน้าที่แต่ละส่วนของ Alembic	61
ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นของอัรรอซี (Al-razi)	62
ภาพประกอบ 5 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นของอิบนุซีนานา (Ibn-sina)	63
ภาพประกอบ 6 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นในปัจจุบัน	64
ภาพประกอบ 7 อุปกรณ์ทดลองที่ญาบิรสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองทางเคมี	65
ภาพประกอบ 8 ผลการทดลองในห้องมืด (Camera obscura)	69
ภาพประกอบ 9 เครื่องมือวัดการหักเหของแสงของอิบนุอัลฮัยษัม	70
ภาพประกอบ 10 ส่วนประกอบของตาและการเชื่อมโยงไปยังเส้นประสาท	72
ภาพประกอบ 11 การเปรียบเทียบส่วนประกอบของตาระหว่างแนวคิดของอิบนุอัลฮัยษัมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน	73
ภาพประกอบ 12 สรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพ	74
ภาพประกอบ 13 ผลการทดลองของอิบนุอัลฮัยษัม	77
ภาพประกอบ 14 ผลการทดลองของอัลฟาริซี	79
ภาพประกอบ 15 การหักเหของแสง 2 ครั้ง บนแก้วทรงกลม	80
ภาพประกอบ 16 การหักเหของแสง 2 ครั้ง และการสะท้อนของแสง 1 ครั้ง บนแก้วทรงกลม	81
ภาพประกอบ 17 การสะท้อนของแสง 2 ครั้ง และการหักเหของแสง 2 ครั้ง บนแก้วทรงกลม	82
ภาพประกอบ 18 แบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟาริซี	84
ภาพประกอบ 19 ผลการทดลองจากแบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟาริซี	84
ภาพประกอบ 20 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2	96

ภาพประกอบ 21 แบบแผนการดำเนินวิจัย	124
ภาพประกอบ 22 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	135
ภาพประกอบ 23 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามจำแนกตามกลุ่มความเข้าใจ	139
ภาพประกอบ 24 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม จำแนกตามกลุ่มความเข้าใจ	141



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นปรัชญาแขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของธรรมชาติ ความรู้ของวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสืบค้นหาความรู้ รวมไปถึงสังคม ความเชื่อ ค่านิยมที่มีอยู่ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992, p. 331; Lederman, Abdul-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, p. 498) หากนักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายมีความเข้าใจ มีความสนใจ มีเจตคติที่ดี ต่อวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Driver, John, Robin, & Scott, 1996, p. 16-18; McComas, Clough, & Almazroa, 2000, p. 11-14) ยิ่งไปกว่านั้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) (พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552, น. 164) ซึ่งหมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสาร วิพากษ์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ได้ (AAAS, 1993, p. 296) จากความสำคัญของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้หลายประเทศได้บรรจุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992, p. 331; McComas & Olson, 1998, p. 41) รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งได้ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านกระบวนการเรียนรู้ เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม (สสวท., 2546, น. 4) แม้ในปัจจุบันมีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในปี พุทธศักราช 2560 แต่ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็ยังคงเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 3)

ถึงแม้ว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับประเทศไทย แต่ผลจากการวิจัยในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอและคลาดเคลื่อน (กาญจนา มหาลี และ ชาติรี ฝ้ายคำตา, 2553, น. 796; สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยใส, 2552,

น. 360) โดกันน์และอับดุลคอลลิก (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008, p. 1102) ได้ศึกษาวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า สังคม วัฒนธรรมและครูมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมของนักเรียน คัง ชามัน และนอห์ (Kang, Scharmann, & Noh, 2005, p. 332) ได้ชี้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 4 ในประเทศเกาหลีมีความเข้าใจความหมายของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในประเทศตะวันตก สาเหตุเนื่องจากอิทธิพลของวัฒนธรรมภาษา สำหรับนักเรียนในประเทศตะวันตกคำว่า ทฤษฎี ในชีวิตประจำวันหมายถึง การคาดเดาที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง นักเรียนตะวันตกจึงเข้าใจว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือแนวคิดที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ นอกจากนี้จากการวิจัยของเดนง์ ไช่ย์ ไช่ย์ และลิน (Deng, Chai, Tsai, & Lin, 2014, p. 856) ได้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาวจีน (กวางโจว) ระดับชั้นมัธยมศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางคุณลักษณะได้ดีกว่านักเรียนตะวันตก ซึ่งเป็นผลมาจากวัฒนธรรมของจีนที่ได้รับอิทธิพลของลัทธิมาร์กซิสต์ (Marxism) ซึ่งมีหลักการว่า โลกมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ความจริงหรือความรู้ได้มาจากการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อหนึ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะที่นักเรียนชาวตะวันตกมีความเข้าใจธรรมชาติที่คลาดเคลื่อนมากในคุณลักษณะนี้ แม้จะได้รับการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดีก็ตาม

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยเฉพาะศาสนาซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Wan, Wong, & Zhan, 2013, p. 1134) สำหรับภาคใต้ของประเทศไทยมีสังคมและวัฒนธรรมแตกต่างจากภูมิภาคอื่น ๆ กล่าวคือ ประชากรมากกว่าร้อยละ 85 นับถือศาสนาอิสลาม (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดชายแดนภาคใต้, 2557, น. 1) มีความเชื่อในพระองค์อัลลอฮ์เพียงผู้เดียวและเชื่อว่า ทุกสิ่งทุกอย่างในสากลจักรวาลพระองค์เป็นผู้สร้างและวางกฎระเบียบทั้งหมด จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยในบริบทเช่นนี้พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ นักเรียนก็จะเข้าใจตามความเชื่อทางศาสนา นอกจากนี้จากการสำรวจของผู้วิจัยเกี่ยวกับ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1,549 คน ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดยะลา พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน

เช่น นักเรียนเข้าใจว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนตายตัว ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำความเข้าใจได้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จากผลการสำรวจของผู้วิจัยเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ในด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์จำนวน 6 คน ที่สอนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลาจำนวน 3 โรงเรียนพบว่า ครูอธิบายความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน โดยเน้นให้นักเรียนได้ทดลองและลงมือปฏิบัติจริงเท่านั้น ไม่ได้บ่งชี้หรืออธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในบทเรียนให้นักเรียนเข้าใจ นอกจากนี้ครูยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (โรชวรรณา เซฟโฆลาม, ฟินิจ ขำวงษ์, ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข, และ อับดุลนาเซอร์ ฮายีสาเมาะ, 2560, น. 127) ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะส่งผลต่อนักเรียน

แนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องก็คือ การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน โดยนำเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและศาสนาของนักเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งฟูอาด มาสเตอร์และเอเคอร์สัน (Fouad, Master, & Akerson, 2015, p. 1133) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลาม ประกอบกับการอธิบายและแสดงให้นักเรียนเห็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในอดีต จะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ของวิทยาศาสตร์ไม่มีความคงทน สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วย

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์เป็น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กับ เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปใน กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1058; Irwin, 2000, p. 7-8; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Galili & Hazen, 2000, p. 4 ; Monk &

Osborne, 1997, p. 409) และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Allchin, 2013, p. 367) อีกทั้งยังช่วยปรับเปลี่ยนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002, p. 552) วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลากหลายวิธี และสามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัย (Stinner, McMillan, Merz, Jilek, & Klassen, 2003, p. 619-622) ไม่ว่าจะเป็น บทความสั้น (Vignette) เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Historical of science case studies) และการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) แต่จากความเห็นของนักวิชาการและผลงานวิจัยหลายฉบับเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยประวัติของวิทยาศาสตร์พบว่า การจัดการเรียนรู้ประวัติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์อื่น ๆ (Kim & Irving, 2010, p. 187; Irwin, 2000, p. 23; Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Wolfensberger & Canella, 2015, p. 874) นักเรียนได้ทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Kim & Irving, 2010, p. 196-197; Lin & Chen, 2002, p. 778-779) นอกจากนี้นักเรียนได้ศึกษาการพัฒนาของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์และแสดงให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Kim & Irving, 2010, p. 211) แต่ด้วยข้อจำกัดของประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามแต่ละคนไม่มีรายละเอียดให้เห็นการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือแสดงให้เห็นการอธิบายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นหลาย ๆ ตอน จึงทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีบทความสั้น (Vignette) เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) และการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเล่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงเรื่องราวเดียวและแสดงวิวัฒนาการทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน แต่สำหรับวิธีการศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เพียงท่านเดียวเพื่อเป็นกรณีศึกษาได้

อย่างไรก็ตามแม้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่คิมและเออร์วิง (Kim & Irving, 2010, p. 211) ลินน์และเคน (Lin & Chen, 2002, p. 778-779) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนและอภิปราย

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป นอกจากนี้กลาเซอร์ฟีลด์ (Glaserfeld, 1993, p. 23-24) ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ควรเริ่มต้นด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเข้าใจและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา จะสะท้อนให้นักเรียนเล็งเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และเข้าใจคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น ความรู้ของวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของวิทยาศาสตร์ (Allchin, 2013, p. 366-367; Moutinho, Torres, Fernandes, & Vasconcelos, 2015, p. 1874; Sousa, 2014, p. 153-154) ยิ่งไปกว่านั้นยังทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Akinoglu & Tandogan, 2007, p. 79; Ferreira & Trudel, 2012, p. 23) และทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้โดยนำตนเอง (Barrows & Tamlyn, 1980, p. 12; Hmelo-silver, 2004, p. 235)

ถึงแม้ว่างานวิจัยต่างประเทศจะมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ สำหรับประเทศไทยก็ยังไม่มีการประยุกต์ใช้ในบริบทของกลุ่มที่ศึกษาที่เป็นมุสลิม นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ยังไม่พบการอธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และด้วยงานวิจัยที่จะศึกษานี้มีความเฉพาะของกลุ่มที่ศึกษาซึ่งมีอิทธิพลของความเชื่อทางศาสนา สังคมและวัฒนธรรมค่อนข้างมากทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อับดุลคอลลิกและเอเคอร์สัน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 806-808) ได้อธิบายว่า การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน ปัจจัยจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างการจัดการเรียนรู้กับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเมื่อได้ทราบปัจจัยจะเป็นประโยชน์กับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับบริบทของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในเนื้อหา เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร ซึ่งเป็นบทเรียนเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแต่ละเนื้อหาประกอบไปด้วยองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งง่ายต่อการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทเรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สำหรับหน่วยการเรียนรู้ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551

คำถามของการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลาอย่างไร
2. ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีปัจจัยใดที่มีผลให้นักเรียนมีเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
3. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
3. ทำให้ครูวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามหรือโรงเรียนรัฐบาลที่มีบริบทของศาสนาอิสลามได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม
4. นำผลจากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา จำนวน 30 คน กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบตามสะดวก (Convenience sampling) โดยเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอน ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 1 ห้องเท่านั้น

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จัดอยู่ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน จำนวน 15 คาบ ซึ่งประกอบด้วย คือ 1) ไขว้วิทยาศาสตร์หรือไม่ 2) ปริศนาในห้องมืด 3) ทำไมเรามองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำเบนไปจากแนวเดิม 4) ผู้ช่วยสำคัญของญาบิร อิบน์ฮัยยาน และ 5) ปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์(Historical of science case studies) ซึ่งเริ่มต้นด้วยปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของประวัติศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เหตุการณ์หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ที่แสดงความขัดแย้งกันและทำการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้แก่ ญาบิร อิบน์ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซีย รวมทั้งนักเรียนและครูร่วมกันสะท้อนและแบ่งปันธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ครอบคลุมคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 คุณลักษณะ ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับชื่อของหน่วยการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ชื่อว่า “เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม” ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไขว้วิทยาศาสตร์หรือไม่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริศนาในห้องมืด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทำไมเรามองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำเบนไปจากแนวเดิม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้ช่วยสำคัญของญาบิร อิบน์ฮัยยาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร

สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ

ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยคำถามที่เป็นปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน หรือให้นักเรียนอ่านประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการทำงานทางวิทยาศาสตร์และ การใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านในบริบทอิสลาม

ขั้นค้นหาคำตอบ

นักเรียนศึกษาประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามและอภิปรายร่วมกันทั้ง ชั้นเรียน โดยครูมีคำถามในการอภิปราย ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบใน ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนทำการทดลองหรือครุสาคิต การทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ โดยมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของการทดลองที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้น การทดลอง นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ขั้นขยายความรู้และความคิด

นักเรียนศึกษาการเสนอความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่แตกต่างกัน เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้ง หรือความคิดเห็นที่ไม่ ตรงกันของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในประวัติศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยครูกระตุ้น ให้นักเรียนอภิปรายด้วยการถามคำถาม

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและเชื่อมโยงแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาประวัติศาสตร์ โดยครูสนับสนุนเพิ่มเติมในแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

ขั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนที่พบในประวัติของนักวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ของนักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ 7 คุณลักษณะคือ 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมี อิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและ

การลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินจะประกอบด้วย แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเป็นสถานการณ์ที่สามารถวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยปรับปรุงจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายฉบับ ซึ่งประกอบด้วย 1) Views of nature of science C (V-NOS-C) 2) The student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI) และ 3) The Views on science and scientific inquiry (VOSSI) ประกอบกับการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 คุณลักษณะคือ 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
หมายถึง องค์ประกอบหรือสิ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์จากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในรูปแบบของหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น “สิ่งใดในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ทั้งนี้ในการสัมภาษณ์นักเรียนมีเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประเมินกลุ่มที่ศึกษาและมีการคัดเลือกนักเรียนโดยอาศัยเหตุผล 2 ประการคือ 1) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน และ 2) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

กรอบแนวคิดของการวิจัย

สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยเฉพาะศาสนาซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวทางหนึ่งที่จะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องก็คือ การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน โดยนำเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสังคม วัฒนธรรมและศาสนาของนักเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงควรเลือกประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบท สังคม และวัฒนธรรมของนักเรียน

จากการศึกษาที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้ประวัติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามที่เรียนศาสนาควบคู่ไปกับการเรียนวิทยาศาสตร์ย่อมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ในกลุ่มที่ศึกษานี้มีความเชื่อทางศาสนา สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลค่อนข้างมากต่อความเชื่อและการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในอนาคต จากสภาพปัญหาและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ได้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพประกอบ 1

ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของ
นักวิทยาศาสตร์อิสลาม

ตัวแปรตาม

1. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียน
เอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. หลังเรียนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษามีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกคุณลักษณะ
แตกต่างจากก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.2 องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.3 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.4 ผลของศาสนาและวัฒนธรรมที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.5 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม
- 1.6 การวัดและประเมินผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 1.8 กระบวนการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อ

การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

- 3.1 วิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของ

วิทยาศาสตร์

- 3.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

4. นักวิทยาศาสตร์อิสลาม

- 4.1 นักวิทยาศาสตร์อิสลาม
- 4.2 ประวัติและคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

อิสลาม

5. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

- 5.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้
- 5.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้
- 5.3 แนวคิดการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานการศึกษาทางสังคมของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ สังคมทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยา เพื่ออธิบายว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมอย่างไร และสังคมมีการตอบสนองต่อความพยายามในการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง (Clough & Olson, 2008, p. 143; McComas, 2002, p. 4) ส่วนลีเดอร์แมน (Lederman, 1992, p. 331; 2002, p. 498) ได้อธิบายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นปรัชญาแขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ของวิทยาศาสตร์ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม นอกจากนี้ กุศลสิน มุสิกกุล (2551, น. 66) ได้อธิบายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เป็นคำนิยาม ข้อสรุป แนวคิดหรือคำอธิบายที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของงานด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม แนวคิดหรือคำตอบที่ผสมผสานกลมกลืนอยู่ในวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการและขอบเขตของญาณวิทยา และในเชิงสังคมวิทยา

จากความหมายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นอย่างไร

1.2 องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์องค์การทางการศึกษาและนักวิชาการมีมุมมองที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ หรือ American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993, Online) มีความเห็นว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific world view) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับความเชื่อและทัศนคติพื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำและมุมมองเกี่ยวกับงานทางด้านวิทยาศาสตร์ว่าเป็นอย่างไร ทั้งนี้สิ่งที่ศึกษาก็เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลก อันประกอบด้วย 1) โลกเป็นเรื่องที่สามารถทำความเข้าใจได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่คงทน และ 4) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับวิธีการที่หลากหลายในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 2) วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ 3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย 4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ และ 5) วิทยาศาสตร์ไม่มีเรื่องของอำนาจหรือเผด็จการ

3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific enterprise) เป็นการอธิบายว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการโดยมนุษย์แต่ละบุคคล สังคม และองค์กรเข้ามาเกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์ในฐานะเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ และความรู้สึกนึกคิดของคน ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน 2) วิทยาศาสตร์ได้ ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ 3) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการควบคุมและดำเนินการ และ 4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง

มักค์โคมัสและโอลสัน (McComas & Olson, 1998, p. 44-51) ได้ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้เสนอว่า องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบคือ

1. องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านปรัชญา เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่คงที่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์และจินตนาการ

2. องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านประวัติศาสตร์ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับประวัติการทำงาน จริยธรรมและการตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์

3. องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านจิตวิทยา เป็นการอธิบายเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การหลีกเลี่ยงอคติกับทุกสิ่งที่สังเกต เปิดรับแนวคิดใหม่ ๆ ซื่อสัตย์ เป็นต้น

4. องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านสังคมศาสตร์ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวพันกันทั่วโลก ผลของวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี สังคมและประวัติศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ หรือ The National Science Teacher Associations (NSTA, 2000, Online) ได้กล่าวถึง ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์น่าเชื่อถือและมีความไม่คงทน ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ มีการตรวจสอบเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแนวคิดนั้นกับหลักฐานนั้นประกอบกัน

2. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว

3. ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญและเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. วิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยอาศัยข้อค้นพบต่าง ๆ ที่ได้ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน กฎได้มาจากการสิ่งที่สังเกตหรือสิ่งที่รับรู้ได้ในธรรมชาติ สร้างความสัมพันธ์จากสิ่งที่สังเกตในธรรมชาติ แต่ทฤษฎีเป็นการให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทฤษฎีไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกฎได้ ถึงแม้จะมีหลักฐานมาสนับสนุนก็ตาม

6. ผลงานทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างโดยคนทั่วโลก

7. สังคมและวัฒนธรรม มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8. ประวัติของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการและการปฏิบัติ ทฤษฎีเก่าก็จะถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ การตีความที่ชัดเจนและน่าเชื่อถือ

9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้มนุษย์เข้าใจธรรมชาติและผลักดันให้นำความรู้ไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยี

ลีเดอร์แมน และคนอื่น ๆ (Lederman et al., 2002, p. 499-502) ได้อธิบายองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 8 ประเด็นดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (The empirical nature of scientific knowledge) ซึ่งได้มาจากกระบวนการสืบเสาะอย่างมีระเบียบแบบแผน มีการสังเกตร่วมกับการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือและมีการลงข้อสรุป พิสูจน์ ตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบ เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ของโลก

2. การสังเกตและการลงความเห็นในทางวิทยาศาสตร์ (Observation, inference in science) การสังเกตเป็นการบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยอาศัยการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ส่วนการลงความเห็นเป็นการให้ความหมาย ดีความ กับข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต โดยการลงความเห็นจะขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือแนวคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งพิจารณาจากหลาย ๆ มุมมองของแต่ละบุคคลร่วมกันและส่งผลให้ได้มาซึ่งการแปลความที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific theories and laws) กฎและทฤษฎีแตกต่างกัน กล่าวคือ กฎ (Law) เป็นการบรรยายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้หรือหลักการอย่างหนึ่งที่เขียนอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ของระหว่างสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่า เช่น กฎของบอยล์ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของแก๊ส คือ เมื่อปริมาตรของแก๊สมากขึ้น ความดันจะน้อยลง ซึ่งกฎได้จากการทดลองหรือทดสอบหลาย ๆ ครั้ง มีพยานหลักฐานเชิงประจักษ์แล้วอุปมาเป็นข้อสรุปที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ถูกทดสอบ แต่ทฤษฎี (Theory) เป็นการอธิบายหลักการหรือข้อเท็จจริงและใช้ทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ทฤษฎีจะเป็นคำอธิบายและตอบคำถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองนั้น ๆ ให้ได้ เช่น ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (Kinetic theory) ใช้อธิบายกฎของแก๊ส (Gas law) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความร้อน การถ่ายเทความร้อนและพลังงานความร้อน เป็นต้น

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ (The creative and imaginative nature of scientific knowledge) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์การพัฒนาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากการอาศัยการสังเกตและการลงความเห็นปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ แล้วยังรวมไปถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของมนุษย์ร่วมด้วย เพื่อใช้อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือสร้างทฤษฎีขึ้นมา

5. ความเป็นอันทันของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The theory-laden in nature of scientific knowledge) วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลและถูกขับเคลื่อนโดยกฎหรือทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการยอมรับในเวลานั้น กล่าวคือ การตั้งคำถามวิธีการสืบเสาะหาคำตอบ การตีความหมายของข้อมูล มักถูกเหินห่างกับกฎและทฤษฎีดังกล่าวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปภายใต้แนวคิดเดิมยกเว้นมีการตีความหมายของข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างจากเดิม ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ความเป็นอัตนัย รวมถึงค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล ประสบการณ์เดิม ซึ่งคอยกำกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและวิธีการใช้

6. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อความรู้วิทยาศาสตร์ (The social and cultural embeddedness of scientific knowledge) วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นเป็นสมาชิกอยู่ในสังคม ค่านิยม และความคาดหวังของวัฒนธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา วิธีการศึกษา การตีความหมายข้อมูลและสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรม จึงมีความสัมพันธ์กันและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน

7. วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Myth of the scientific method) วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนส่วนใหญ่มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนตายตัว เหมือนดังตำราที่ได้กำหนดลำดับขั้นตอนวิธีทำไว้แล้วรวมทั้งจะต้องใช้เพียงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เท่านั้นในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้เพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการสังเกตการเปรียบเทียบ การวัด การทดสอบ การพิจารณา การสร้างแนวคิด การสร้างสมมติฐาน การสร้างทฤษฎีและการอธิบายด้วยหลักการและเหตุผลที่น่าเชื่อถือ

8. ความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The tentative nature of scientific knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยความรู้จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่ใช่ความจริงสัมบูรณ์ (Absolute truth) นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทราบได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนสร้างขึ้นเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้ใหม่คัดค้านความรู้เดิม โดยความรู้ใหม่นั้นสามารถอธิบายได้กว้างขวาง ครอบคลุมมากกว่า หรือมีข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์เพียงพอที่จะสนับสนุนความรู้นั้น โดยจะต้องมีการตรวจสอบด้วยหลักการและเหตุผลอย่างชัดเจน ซึ่งล้วนเป็นความไม่คงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551, น. 4-5) ได้บรรจุประเด็นเกี่ยวกับ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง

ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยระบุรายละเอียดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” ซึ่งสามารถสรุปประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

- 1) ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องที่สามารถทำความเข้าใจได้
- 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่คงทน
- 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และตรวจสอบได้
- 5) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
- 6) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว
- 7) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
- 8) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น ซึ่งมีความแตกต่างกัน และ
- 9) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและมีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

ตาราง 1 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากการอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา
และองค์กรทางการศึกษา

คุณลักษณะธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	AAAS (1993)	McComas (1998)	NSTA (2000)	Lederman (20002)	สสวท. (2551)
1. ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่ เกิดขึ้นเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้	✓	-	-	-	✓
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่ คงทน	✓	✓	✓	✓	✓
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้	✓	✓	✓	✓	✓
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมี หลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	✓	✓	✓	✓	✓
5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัย ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	✓	✓	✓	✓	✓
6. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	✓	-	✓	✓	✓
7. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน	✓	-	✓	✓	-
8. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓
9. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้ และหลีกเลี่ยงอคติ	✓	✓	-	-	-
10. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ ทุกอย่าง	✓	-	-	-	-
11. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ การสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมี ความแตกต่างกัน	✓	-	-	✓	-
12. วิทยาศาสตร์มีประวัติศาสตร์ที่ แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการ การพัฒนา และการปฏิบัติ	-	✓	✓	-	-

ตาราง 1 (ต่อ)

คุณลักษณะธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	AAAS (1993)	McComas (1998)	NSTA (2000)	Lederman (20002)	สสวท. (2551)
13. การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ต้องยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม ซื่อสัตย์ และยอมรับการตรวจสอบ ของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน	✓	✓	-	-	-
14. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกันและมีผลกระทบต่อสิ่ง ต่าง ๆ	✓	✓	✓	-	✓

จากตาราง 1 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากการอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและองค์กรทางการศึกษา พบว่า คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีความเห็นสอดคล้องกันโดยส่วนใหญ่ คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่คงทน 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 5) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 6) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 7) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และ 8) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและมีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ ส่วนคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่น่าเสนอเพียงนักวิชาการบางท่าน ประกอบด้วย 1) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ 2) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ทุกอย่าง 3) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน 4) วิทยาศาสตร์มีประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการ การพัฒนา และการปฏิวัติ และ 5) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม ซื่อสัตย์ และยอมรับการตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน และสรุปได้ว่า องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

1. โลกทัศน์ของวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายลักษณะและความเป็นตัวตนของวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยดังนี้

1.1 วิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยมีการตรวจสอบและได้ความรู้ที่น่าเชื่อถือได้

1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนข้อค้นพบ

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่คงทนและสามารถเปลี่ยนแปลงเมื่อมีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง สามารถลบล้างหลักฐานเก่า

1.4 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกัน

1.5 กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยกฎเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งสองสิ่งที่ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนทฤษฎีเป็นการให้คำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับวิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยดังนี้

2.1 กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว เช่น การวัด การสังเกต การทดลอง การลงความเห็น การใช้เครื่องมือต่าง ๆ การเปรียบเทียบ การพิจารณา การสร้างแนวคิด การสร้างสมมติฐาน การสร้างทฤษฎีและการอธิบายด้วยหลักการและเหตุผลที่น่าเชื่อถือ

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

2.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยการลงความเห็นจากหลักฐานที่ได้จากการสังเกต

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยดังนี้

3.1 วิทยาศาสตร์จึงอยู่ภายใต้ระบบสังคมมนุษย์ ทำให้สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันต่าง ๆ หรือองค์กรที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการทำงานของมนุษย์ซึ่งทำภายใต้สังคมและวัฒนธรรม ดังนั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม ซื่อสัตย์ และยอมรับการตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

จากการสำรวจของผู้วิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1,549 คน ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนตายตัว ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกเป็นเรื่องที่ไม่สามารถทำความเข้าใจได้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 คุณลักษณะที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งประกอบด้วย 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 2) วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 3) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และ 4) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้

1.3 การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นอกจากจะมีความสำคัญในฐานะที่เป็นเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ แล้ว ยังจะช่วยให้บุคคลสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเข้าใจข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม (Lederman, 1992, p. 331-336) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเรียนเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจ ความสนใจ การตัดสินใจ การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (McComas, 2002, p. 11-14) ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติร่วมกับเพื่อน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Lederman, 1992, p. 331-336) มีการระบุหรือบ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Bell & Lederman, 2003, p. 352-377; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 551) หรือด้วยการอภิปรายประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Irwin, 2000, p. 5-7; Reid-Smith, 2010, p. 1-4) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความสนใจทางวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่า มี 2 วิธีคือ (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 665-666; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 551-553)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไม่ชัดแจ้งหรือนัย (Implicit approach to NOS teaching) เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสืบเสาะหาความรู้ ผูก

การปฏิบัติและการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การทำโครงการ เป็นต้น โดยไม่ได้บ่งชี้หรือหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และครูคาดหวังว่านักเรียนจะมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดยอัตโนมัติเมื่อผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 665; Akerson, Abd-EL-Khalick, & Lederman, 2000, p. 296-297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 551) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไม่ชัดเจนหรือเป็นนัยสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ไม่มากนัก (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 665; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 551; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004, p. 610-645)

1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Explicit approach to NOS teaching) เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่บ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการอภิปรายสะท้อนความคิดร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะจัดด้วยวิธีการใดก็ได้ แต่ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Schwartz et al., 2004, p. 612-614) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการวางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ การเรียนรู้และประเมินผลเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่การจัดการเรียนรู้ในลักษณะเช่นนี้จะใช้กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (Lederman, Schwartz, Abd-EL-Khalick, & Bell, 2001, p. 137; Schwartz & Lederman, 2002, p. 207; Schwartz et al., 2004, p. 610-614) จากเอกสารและงานวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Liangkriilas, 2009, p. 35-36; Schwartz et al., 2004, p. 610)

นอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทั้งสองดังกล่าวข้างต้นแล้ว คิชเฟร์และอับดุลคาลิก (Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ (Historical approach to NOS teaching) เป็น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ (History of science : HOS) และการทำงาน ของนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1058; Forato, Martin, & Pietrocola, 2012, p. 658-659; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552; Kim & Irving, 2010, p.188-189; Irwin, 2000, p. 7-8; Maurines & Beaufils, 2013, p. 1444-1145; Yip, 2006, p. 157) นักวิชาการหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ ประวัติของวิทยาศาสตร์ยากที่จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน การจัดการเรียนรู้ในลักษณะเช่นนี้เพียง อย่างเดียวจะไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของ วิทยาศาสตร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1057-1058; Monk & Osborne, 1997, p. 405; Nur & Fitnat, 2015, p. 40; Rudge & Howe, 2009, p. 575-576; Tolvanen, Janssons, Vesterinen, & Aksela, 2014, p.1605)

จากความเห็นของนักวิชาการศึกษหลายท่านสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 วิธี คือ 1) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่าง ไม่ชัดเจนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยไม่มีการระบุหรือบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ 2) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่บ่งชี้หรือระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอย่างชัดเจนและเปิด โอกาสให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของ วิทยาศาสตร์และการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจัดอยู่ในการจัดการเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไม่ชัดเจน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

อันเนื่องมาจากการวิจัยในครั้งนี้ต้องอาศัยประวัติของนักวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยก็เป็นที่น่าพอใจว่า หากนำการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์เพียงรูปแบบเดียวยังไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นจึงต้องนำการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งควบคู่กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

1.4 ผลของศาสนาและวัฒนธรรมที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วัฒนธรรมเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของมนุษย์และเป็นแบบแผนในการดำเนินชีวิตของคนในสังคม โดยจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ในแต่ละสังคม (Goode, 1984, p. 56) สังคมจะดำรงอยู่ไม่ได้หากขาดวัฒนธรรม ทำนองเดียวกันก็จะมีวัฒนธรรมหากปราศจากสังคม (Giddens, 1997, p. 18) ในประเทศหนึ่งนั้นส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบไปด้วยวัฒนธรรมเดียวเพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วย วัฒนธรรมย่อย ๆ อีกมากมาย ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของตนเองแตกต่างกันออกไปตามคุณลักษณะของประชากรที่อาศัยอยู่ในประเทศนั้น (บัญญัติ ยงยวน, 2551, น. 93) จากการวิจัยของคังและคนอื่น ๆ (Kang et al. 2005, p. 332) ได้ชี้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 4 ในประเทศเกาหลีมีความเข้าใจความหมายของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในประเทศตะวันตก สาเหตุเนื่องจากอิทธิพลของวัฒนธรรมภาษา สำหรับนักเรียนในประเทศตะวันตกคำว่า ทฤษฎีในชีวิตประจำวันหมายถึง การคาดเดาที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง นักเรียนตะวันตกจึงเข้าใจว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือ แนวคิดที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ นอกจากนี้จากการวิจัยของเติงกัและคนอื่น ๆ (Deng et al., 2014, p. 856) ได้ประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาวจีน (กวางโจว) ระดับชั้นมัธยมศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางคุณลักษณะได้ดีกว่านักเรียนตะวันตก ซึ่งเป็นผลมาจากวัฒนธรรมของจีนที่ได้รับอิทธิพลของลัทธิมาร์กซิสต์ (Marxism) ซึ่งมีหลักการว่า โลกมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ความจริงหรือความรู้ได้มาจากการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ข้อหนึ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะที่นักเรียนชาวจีนมีความเข้าใจธรรมชาติที่คลาดเคลื่อนมากในคุณลักษณะนี้ แม้จะได้รับการเรียนรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดีก็ตาม

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เช่นเดียวกัน ดังนั้นการออกแบบหลักสูตรเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวัฒนธรรมหนึ่งจึงไม่ส่งผลต่อนักเรียนที่อยู่ในวัฒนธรรมอื่น (Deng et al., 2014, p. 860) สำหรับกลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีวัฒนธรรมที่เป็นศาสนาอิสลาม โดยมีความเชื่อถือในพระเจ้าองค์เดียวนั่นคือ อัลลอฮ์ ผู้ทรงสร้าง ทรงวางกฎระเบียบและบริหารทุกสรรพสิ่งในสากลจักรวาล จึงน่าจะมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นเดียวกัน ทั้งนี้จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักวิชาการหลายท่าน (Haidar & Balfakih, 1999, p.1; Aflao, 2013, p. 635) พบว่า ศาสนาและวัฒนธรรมมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเข้าใจว่า ความรู้ของมนุษย์เกิดจากพระเจ้าเป็นผู้มอบให้ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดจากมนุษย์ และไม่มีผู้ใดที่รอบรู้นอกเหนือจากพระองค์อัลลอฮ์เท่านั้น พระองค์เป็นผู้สร้างโลก (Haidar & Balfakih, 1999, p. 22) โดกันน์และอับดุลคาลิก (Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1100-1101) พบว่า นักเรียนทางตะวันตกของตุรกีมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนทางตะวันออกของตุรกี เป็นผลมาจากประเทศตุรกีเชื่อมโยงระหว่างทวีปยุโรปและเอเชีย นักเรียนทางตะวันตก (จังหวัดมามาและเอเจียน) มีอาณาเขตใกล้กับประเทศยุโรป อาทิเช่น บัลกาเรียและกรีซ ก็จะได้รับอิทธิพลของวัฒนธรรมทางตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีลักษณะที่เน้นความเป็นอิสระทางความคิด ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางเรียนรู้และสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ทำการทดลอง เรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนทางตะวันออก (จังหวัดอานาโกลี) มีอาณาเขตใกล้กับประเทศอิหร่าน อิรัก และซีเรีย ซึ่งเป็นวัฒนธรรมทางตะวันออกกลาง มีความเคร่งครัดทางศาสนาอิสลาม การจัดการเรียนรู้ให้ความสำคัญความรู้ทางศาสนามากกว่าทางโลก ส่งผลให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นไปในลักษณะการท่องจำ การบรรยาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับความรู้เท่านั้น นอกจากบริบททางสังคมและวัฒนธรรมจะมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว ยังมีผลต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย ยกตัวอย่างเช่น ครูวิทยาศาสตร์ซึ่งนับถือศาสนาอิสลามในประเทศอียิปต์ไม่ยอมรับกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้การอธิบายโดยใช้ประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตก เหตุผลเกิดจากความรู้สึกของครูที่ต่อต้านชาวตะวันตกเกี่ยวกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ชาวตะวันตกมักจะกล่าวว่า ผู้ที่ค้นพบความรู้และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มาจากนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตกทั้งที่ ๆ นักวิทยาศาสตร์อิสลามก็มีส่วนในการค้นพบหรืออาจจะเป็นผู้เริ่มต้นคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ทาง

วิทยาศาสตร์ แต่กลับไม่ถูกเปิดเผยหรือเผยแพร่ผลงานทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้คนทั่วโลกรับรู้ (Mansour, 2011, p. 34)

ฟูอาดและคนอื่น ๆ (Fouad et al., 2015, p. 1133) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตกและตะวันออกในเนื้อหาเรื่อง สสาร สำหรับชาวตะวันออกเป็นนักวิทยาศาสตร์อิสลามซึ่งมีชื่อว่า ญาบิร อิบน์ ฮัยยาน โดยเล่าการทำงานของเขาย่อย ฟูอาดและเอเคอร์สันให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนที่มีบริบทและวัฒนธรรมอิสลามมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและสนใจในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่า ครูวิทยาศาสตร์ควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลาม ประกอบกับการอธิบายและแสดงให้นักเรียนเห็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในอดีต อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ของวิทยาศาสตร์ไม่มีความคงทน สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วย

1.5 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (National research council, 1996, p. 200) และเป็นเป้าหมายของสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งนับถือศาสนาอิสลาม งานวิจัยในต่างประเทศหลายฉบับที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ อาทิเช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนตายตัว (Haidar & Balfakih, 1999, p. 16-17) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (Haidar & Balfakih, 1999, p. 13; Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1083) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Chong, 2005, p. 61; Kilic, Sungur, Cakiroglu, & Tekkaya, 2005, p. 131; Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1083) นอกจากนี้ซ็องก์ (Chong, 2005, 82) ได้พบประเด็นอื่น ๆ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์กับคุณธรรมและจริยธรรม รวมทั้งลักษณะและความรู้ของวิทยาศาสตร์ ส่วนใดกันดีและอับดุลคอลลิก (Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1092-1095) ได้พบประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์กับสภาพที่แท้จริง (Reality) จากงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนตายตัว	- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้มาจากตำราเรียนวิทยาศาสตร์ (Haidar & Balfakih, 1999: 16) - วิธีการทางวิทยาศาสตร์อาศัยความละเอียด รอบคอบ ปราศจากอคติและลำเอียง ดังนั้น วิทยาศาสตร์คือการทดลองตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด (Haidar & Balfakih, 1999, p.16) - ความรู้ของมนุษย์เกิดจากพระเจ้าเป็นผู้มอบให้ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดจากมนุษย์ (Haidar & Balfakih, 1999, p. 16-17)
กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	- สมมติฐานเปลี่ยนแปลงเป็นทฤษฎีได้หากได้รับการพิสูจน์และทฤษฎีสามารถพัฒนาไปเป็นกฎได้เมื่อได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง (Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1092; Haidar & Balfakih, 1999, p. 13)
ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Chong, 2005, p. 61; Kilic et al., 2005, p. 131)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	- ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์คือการค้นพบไม่เกี่ยวข้องกับจินตนาการ (Chong, 2005, p. 82)
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์กับสภาพที่แท้จริง (Reality)	- แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ลอกเลียนแบบจากของจริง (Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p.1092-1095)

ตาราง 2 (ต่อ)

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ลักษณะและความรู้ของวิทยาศาสตร์	- วิทยาศาสตร์คือการพิสูจน์ในสิ่งที่ต้องการรู้ทั้งทฤษฎี กฎและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Chong, 2005, p. 82) - วิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เป็นประเภทความรู้ที่แตกต่างกัน (Chong, 2005, p. 82)
วิทยาศาสตร์กับคุณธรรมและจริยธรรม	- วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม (Chong, 2005, p. 82)

จากสภาพดังกล่าวข้างต้นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งเกิดจากครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับถือศาสนาอิสลามมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังไม่ชัดเจนมากนัก (Alswelmyeen & Alolimmat, 2013, p. 18; Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1083; Halai & Hodson, 2004, p.103; Shah, 2009, p. 307; Mihaladiz & Dogan, 2014, p. 3476) อัซวีล มัยยีน และ อัลอูลิมมัต (Alswelmyeen & Alolimmat, 2013, p. 18) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศจอร์แดน พบว่า ประสบการณ์และความรู้ทางวิชาการที่แตกต่างกันมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ส่วนครูวิทยาศาสตร์ในประเทศอียิปต์ไม่ยอมรับกับการสอนที่ต้องใช้การอธิบายโดยใช้ประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตก (Mansour, 2011, p. 34) ครูส่วนใหญ่เน้นการบรรยายท่องจำ ปราศจากความเข้าใจ (Dewitt & Siraj, 2010, p. 169; Iqbal, Azam, & Rana, 2009, p. 33; Shah, 2009, p. 307) ขาดการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Dewitt & Siraj, 2010, p. 169; Mihaladiz & Dogan, 2014, p. 3481) ยิ่งไปกว่านั้นในประเทศปากีสถานก็พบว่า ไม่มีการบรรจุเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรที่ผลิตครูวิทยาศาสตร์ แต่เน้นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Halai, 2010, p. 171-172) สอดคล้องกับกลุ่มประเทศสหรัฐอเมริกาหับเอมิเรตพบว่า หลักสูตรฝึกสอนของครู เน้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีการสอนเกี่ยวกับปรัชญาและสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Haidar, 1999, p. 807; Salih & Khine, 2014, p. 63) ฮัยดาและบัลฟากิฮ์ โดกันน์และอับดุลคอลลิกและอฟาโล (Aflalo, 2013, p. 623; Dogan & Abd-el-khalick, 2008, p. 1083; Haidar & Balfakih, 1999, p. 2) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ศาสนาและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียน อย่างไรก็ตามจากความเห็นของนักวิชาการในกลุ่มประเทศที่มีนักเรียนนับถืออิสลามได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนว่า ควรมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน (Halai, 2010, p. 177; Salih & Khine, 2014, p. 219; Shah, 2009, p. 313) เพิ่มวิชาหรือประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรครูฝึกสอน (Alswelmyeen & Alolimmat, 2013, p. 15; Dewitt & Siraj, 2010, p. 169; Jain, Lim, & Abdullah, 2013, p. 210; Samara, 2015, p. 301)

จากความเห็นและงานวิจัยของนักวิชาการสรุปได้ว่า นักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามโดยส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนตายตัว กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์กับคุณธรรมและจริยธรรม ลักษณะและความรู้ของวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์กับสภาพที่แท้จริง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม ประกอบด้วย ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ศาสนาและวัฒนธรรมของนักเรียน จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทย ซึ่งมีบริบทเดียวกัน อีกทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย

1.6 การวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตลอดช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา นักการศึกษาได้พยายามที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยช่วงแรกของการสร้างเครื่องมือได้รับการพัฒนามาจากการประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีลักษณะเป็น paper and pencil NOS กล่าวคือ เครื่องมือมีลักษณะเป็นแบบบังคับให้เลือก (Forced - choice) แบบเห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย (Agree/disagree) การให้ระดับคะแนนเป็นช่วงคะแนน (Likert-type) และแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก (Multiple choice) ตัวอย่างเช่น The test on understanding science, Nature of science test, Conception of scientific theories test เป็นต้น ในช่วงการพัฒนาเครื่องมือหลายปีที่ผ่านมา มีการถกเถียงกันของนักการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือเหล่านี้ ในประเด็นความตรงและความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ซึ่งภายหลังมีการพัฒนาเครื่องมือเป็นคำถามปลายเปิด

(Open-ended questionnaires) และมีการสัมภาษณ์ร่วมด้วยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงลึกยิ่งขึ้น
 เหมาะสำหรับผู้ตอบที่มีทักษะการอ่านและเขียนอธิบายได้เป็นอย่างดี เครื่องมือวัดและประเมิน
 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบและมีข้อจำกัดแตกต่างกันไป ทั้งนี้
 ขึ้นอยู่กับลักษณะและบริบทของผู้ตอบและประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
 (Lederman et al., 2002, p. 497-503) ลีเดอร์แมน (Lederman, 2007, p. 862) ได้รวบรวม
 เครื่องมือวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 เครื่องมือวัดและประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ปี	ผู้สร้างเครื่องมือ	เครื่องมือ
1954	Wilson	Science attitude questionnaire (SAQ)
1958	Stice	Facts about science test (FAST)
1959	Allen	Science attitude scale
1961	Cooley & Klepfer	Test on understanding science (TOUS)
1962	BSCS	Processes of science test
1966	Swan	Inventory of science attitudes, interests and appreciations
1967	Welch	Science process inventory (SPI)
1967	Science literacy research center	Wisconsin inventory of science processes (WISP)
1968	Schwirian	
1968	Kimball	Science support scale
1969	Korth	Nature of science scale (NOSS)
1970	Moore & Sutman	Test on the social aspects of science (TSAS)
1974	Hungerford & Walding	Science attitude inventory (SAI)
1975	Hillis	Science inventory (SI)
1976	Rubba	View of science test (VOST)
1978	Fraser	Nature of scientific knowledge scale (NSKS)
1980	Fraser	Test-of science related attitudes (TOSRA)
1981	Cotham & Smith	Test of enquiry skills (TOES)
		Conception of scientific theories test (COST)

ตาราง 3 (ต่อ)

ปี	ผู้สร้างเครื่องมือ	เครื่องมือ
1982	Ogunniyi	Language of science (LOS)
1987	Aikenhead & Ryan	Views on science technology-society (VOSTS)
1990	Lederman & Malley	Views of nature of science A (VNOS-A)
1992	Meichtry	Modified nature of scientific knowledge scale (MNSKS)
1995	Nott & Wellington	Critical incidents
1998	Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman	Views of nature of science B (VNOS-B)
2000	Abd-El-Khalick & Lederman	Views of nature of science C (VNOS-C)
2002	Lederman & Khishfe	Views of nature of science D (VNOS-D)
2004	Lederman & Ko	Views of nature of science E (VNOS-E)
2006	Liang et al.	Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI)
2013	Reid-Smith	The Views on science and scientific inquiry (VOSSI)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีมากมายและหลากหลาย เครื่องมือแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ทั้งนี้ในการนำมาใช้ต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ของการวิจัย กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัย ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดกับนักเรียน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยพยายามสร้างให้เหมาะสมกับระดับชั้นของกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีลักษณะเป็นแบบสอบถาม Likert scale และเนื่องด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ต้องแปลคะแนนเฉลี่ยเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงอาศัยเกณฑ์ของนันทวุฒิ นิยมวงศ์ (2558, น. 77-78) สำหรับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะวัดความเข้าใจของนักเรียนประกอบด้วย 7 คุณลักษณะคือ 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งประกอบไปด้วยหลายคุณลักษณะ จึงทำให้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ประเมินกลุ่มที่ศึกษา ครั้นนี้ต้องปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสมกับบริบทของกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายชนิดประกอบด้วย 1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย อับดุลคอลิกและลีเดอร์แมน Views of nature of science C (VNOS-C) (Lederman et al., 2002, p. 508-511) 2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของเลียงและคนอื่น ๆ มีชื่อว่า The student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI) (Liang et al., 2006, p. 28-29) และ 3) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยไรต์ สมิท มีชื่อว่า The Views on science and scientific inquiry (VOSSI) (Reid-Smith, 2013, p. 62) ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วผู้วิจัยยังใช้การสัมภาษณ์นักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวทางหนึ่งที่จะทำให้เด็กมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็คือการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลากหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้แล้วการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะทำให้การนำปัจจัยดังกล่าวส่งเสริมและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อับดุลคอลิกและเอเคอร์สัน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ

การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกสอน พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) แรงจูงใจของนักเรียน ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด สร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนมีความสนใจ เข้าใจ และเห็นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด โดยในกระบวนการจัดการเรียนรู้ อาศัยการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและให้นักเรียนสะท้อนความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในแนวทางที่ถูกต้อง และ 3) โลกทัศน์ความเชื่อทางศาสนา สังคมและวัฒนธรรมของนักเรียน ผลจากการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างความเชื่อกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโดกันน์และอับดุลคาลิก (Dogan & Abd-El-khalick, 2008, p. 1100-1101) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า สังคมและวัฒนธรรมของนักเรียนมีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนทางตะวันตกของตุรกีมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนทางตะวันออกของตุรกี เป็นผลมาจากประเทศตุรกีเชื่อมโยงระหว่างทวีปยุโรปและเอเชีย นักเรียนทางตะวันตก (จังหวัดมามาราและเอเจียน) มีอาณาเขตใกล้กับประเทศยุโรป อาทิเช่น บัลกาเรียและกรีซ ก็จะได้รับอิทธิพลของวัฒนธรรมทางตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่นักเรียนทางตะวันออก (จังหวัดอานาโทเลีย) มีอาณาเขตใกล้กับประเทศอิหร่าน อิรัก และซีเรีย ซึ่งเป็นวัฒนธรรมทางตะวันออกกลาง ส่วนคอสต้า (Costa, 1995, p. 314-315) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโลกของครอบครัว เพื่อน โรงเรียน และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นมีอิทธิพลต่อชีวิตของนักเรียน เมื่อสังคมและวัฒนธรรมของครอบครัวและการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงระหว่างสังคมของการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและสังคมในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะเกิดขึ้น แต่ถ้าสองวัฒนธรรมมีความแตกต่างค่อนข้างมาก การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนมีแนวโน้มเป็นไปได้

ลีเดอร์แมนและดรูเกอร์ (Lederman & Druger, 1985, p. 657-660) ได้ศึกษาปัจจัยของชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่า ชั้นเรียนที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นชั้นเรียนที่มีครูสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความเป็นกันเองและอบอุ่น ในกิจกรรมการเรียนรู้ครูมีการตั้งคำถาม โดยเป็นคำถามที่เน้นการสืบค้น การแก้ปัญหา แนวคิดวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมการสาธิต การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ครูมีเกร็ดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน นอกจากนี้ พฤติกรรมของครูที่มีอารมณ์สนุกสนาน คอยดูแลอำนวยความสะดวกและสนับสนุนเพิ่มเติมสิ่งที่เรียนรู้ให้นักเรียน รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในบทเรียน ลีเดอร์แมนและเซดเลอร์ (Lederman & Zeidler, 1989, p. 775) ได้ศึกษาผลของภาษาของครูต่อแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ภาษาของครูที่ใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ ลีเดอร์แมน (Lederman, 1999, p. 925) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูกับชั้นเรียนพบว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ของครูไม่มีอิทธิพลต่อชั้นเรียน แต่สิ่งสำคัญที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคือ ระดับประสบการณ์การสอนของครู ความตั้งใจของครู เป้าหมายการสอนของครูและการรับรู้ของนักเรียน

จากการวิจัยของนักวิชาการหลายท่านพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ลีเดอร์แมนและคิซเฟร์ (Lederman & Khishfe, 2006, p. 395) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนกับการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view) ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional view) ทั้งนี้จากเอกสารและงานวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Liangkrihas, 2009, p. 35-36; Schwartz et al., 2004, p. 610) พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เป็นวิธีการ

ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี นอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้นแล้ว คิชเฟร์และอับดุลคาลิก (Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้จะช่วยปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ (Historical approach to NOS teaching) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ (History of science : HOS) และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1058; Forato et al., 2012, p. 658-659; Irwin, 2000, p. 7-8; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552; Kim & Irving, 2010, p. 188-189; Maurines & Beaufils, 2013, p. 1444-1145; Yip, 2006, p. 157)

จากการศึกษาการวิจัยของนักวิชาการหลายท่านทำให้ทราบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบ 3 ปัจจัยคือ 1) ปัจจัยของนักเรียน 2) ปัจจัยของครู และ 3) ปัจจัยของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ปัจจัย	องค์ประกอบ
ปัจจัยของนักเรียน	- แรงจูงใจของนักเรียน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787) - ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787) - การรับรู้ของนักเรียน (Lederman, 1999, p. 925) - โลกทัศน์ ความเชื่อทางศาสนา สังคมและวัฒนธรรมของนักเรียนสังคม (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787; Dogan & Abd-El-khalick, 2008, p. 1100-1101)
ปัจจัยของครู	- การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนของครูให้มีความเป็นกันเองและอบอุ่น ในกิจกรรมการเรียนรู้มีการตั้งคำถาม โดยเป็นคำถามที่เน้นการสืบค้น การแก้ปัญหา แนวคิดวิทยาศาสตร์ มีการสาธิต การทดลองทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของครูที่มีอารมณ์สนุกสนาน การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น คอยดูแลอำนวยความสะดวกและสนับสนุนเพิ่มเติมในบทเรียนให้นักเรียน (Lederman & Druger, 1985, p. 657-660) - ภาษาของครูที่ใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman & Zeidler, 1989, p. 775) - ระดับประสบการณ์การสอนของครู ความตั้งใจของครู เป้าหมายการสอนของครู (Lederman, 1999, p. 925)

ตาราง 4 (ต่อ)

ปัจจัย	องค์ประกอบ
ปัจจัยของกิจกรรมการเรียนรู้	- การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Schwartz et al., 2004, p. 610; Liangkriksa, 2009, p. 35-36) - การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ (Historical approach to NOS teaching) (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1058; Forato et al., 2012, p. 658-659; Irwin, 2000, p. 7-8; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552; Kim & Irving, 2010, p. 188-189; Maurines & Beaufile, 2013, p. 1444-1145; Yip, 2006, p. 157)

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ ปัจจัยของนักเรียน ปัจจัยของครู และปัจจัยของกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยที่มีความเฉพาะในบริบทที่มีอิทธิพลของความเชื่อทางศาสนาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่สำหรับการวิจัยที่ศึกษาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์พบว่า ยังไม่พบการอธิบายผลการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

1.8 กระบวนการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยของอับดุลคอลลิกและเอเคอร์สัน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787-797) เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัด การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกสอน ซึ่งมีกระบวนการศึกษาโดยพิจารณาจาก 2 แหล่งข้อมูลคือ 1) อนุทินสะท้อนความคิด (Reflection paper) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเพิ่มเติมจากการอภิปรายในห้องเรียนในประเด็นต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนข้อสงสัยหรือประเด็นที่นักเรียนต้องการทราบเพิ่มเติม และ 2) การประเมินมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใช้ VNOS-B ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง VNOS-B เป็นแบบสอบถามมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นโดยลีเดอร์แมนและคนอื่น ๆ (Lederman et al., 2001, p. 504-508) ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งมักใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและทำให้สามารถอธิบายข้อคำถามที่ผู้ตอบไม่เข้าใจได้

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเป็นข้อมูลในการคัดเลือกนักเรียนเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ สำหรับการคัดเลือกกลุ่มที่ศึกษาเป็นลักษณะแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยอาศัยเหตุผล 2 ประการคือ 1) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน และ 2) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน สำหรับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และคำถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นให้พิจารณาจากคำตอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาในแบบสอบถามวัดมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเหมือนกัน นอกจากนี้ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า สิ่งใดในการจัดการเรียนรู้และอะไรทำให้เราเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ สิ่งที่สำคัญในการสัมภาษณ์ควรบันทึกเสียง เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป ในระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูลสร้างหัวข้อ (Themes) หรือกำหนดรหัสเพื่อแทนปัจจัยที่ขัดขวางการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากนั้นถอดเทปการสัมภาษณ์คำต่อคำ โดยแบ่งความคิดเห็นของกลุ่มที่ศึกษาให้สอดคล้องกับปัจจัย

ที่กำหนดไว้เพื่อนำข้อมูลไปประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากอนุทินสะท้อนความคิดโดยจัดกลุ่มคำตอบหรือการแสดงความคิดเห็นที่มีความหมายเดียวกันไว้ด้วยกันและตีความอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากกระบวนการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพอาศัยการสัมภาษณ์นักเรียน โดยใช้ผลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (VNOS-B) และอนุทินสะท้อนความคิด สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งศึกษาปัจจัยเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของนักวิชาการดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของอับดุลคออลิกและเอเคอร์สัน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 783-787) โดยใช้การสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในการสัมภาษณ์นักเรียนมีลักษณะเลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ประเมินกลุ่มที่ศึกษาแต่เนื่องด้วยกลุ่มที่ศึกษาที่วิจัยในครั้งนี้มีปัญหาเรื่อง การเขียนภาษาไทย ผู้วิจัยจึงไม่ได้ให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความคิด

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นโดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้ ทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สมนัท ธาตุทอง, 2559, น. 264) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดให้นักเรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 8) ด้วย การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนั้นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องคือ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมี

ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 14-15) ส่วนเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คุณลักษณะสำคัญที่สะท้อนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการ มีจิตวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต รวมทั้งพัฒนาคุณภาพชีวิตและสื่อสารสู่ผู้อื่น (สสวท., 2546, น. ง; AAAS, 1993, p. 293)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งเป็นบทเรียนเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อเรียนจบในหน่วยการเรียนรู้แล้วนักเรียนควรจะสามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ อธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ออกแบบการทดลองและทดสอบที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้และสรุปวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผลจากการเรียนรู้จะทำให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลายคุณลักษณะไม่ว่าจะเป็น นักเรียนสามารถได้เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

3.1 วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

สตินเนอร์ และคนอื่น ๆ (Stinner et al., 2003, p. 619-622) ได้กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลากหลายวิธีและนำไปใช้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. **บทความสั้น (Vignette)** เป็นการบรรยายเหตุการณ์เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์อย่างสั้น และมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พัฒนาโดยวันเดอร์ซีและโรซซ์และได้ตั้งชื่อเรียกว่า Interactive historical vignettes (IHVs) กล่าวคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สรุปเรื่องราวประวัติของวิทยาศาสตร์อย่างสั้น ๆ (Short stories) เกี่ยวกับกิจการของวิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ ประมาณ 10-15 นาที ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การเล่าเรื่องราว การแสดงละคร เป็นต้น และอภิปรายกันระหว่าง

นักเรียนและครูเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ในอดีตกับปัจจุบันและเรียนรู้ถึงวิวัฒนาการทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Wandersee & Roach, 1995, p. 365-366, 1998, p. 290-299; Wandersee & Griffard, 2002, p. 34-39) ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้ (Clary & Wandersee, 2006, p. 154-156; Nur & Fitnat, 2015, p. 41-44; Wandersee & Roach, 1995, p. 366-367)

1. กระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยการตั้งคำถามเชื่อมโยงกับนักวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในบทเรียน

2. ครูเล่าเรื่องราวหรือให้นักเรียนอ่านบทสนทนาของนักวิทยาศาสตร์ โดยในระหว่างนี้จะมีการตั้งคำถามนักเรียนอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกิจการทางวิทยาศาสตร์

3. ครูดำเนินการเล่าเรื่องราวและเมื่อถึงเรื่องราวที่ขัดแย้งกัน (Conflict) ครูจะหยุดเล่าเรื่องราว เพื่อให้นักเรียนได้ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป

4. ครูสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ เช่น จากเรื่องราวที่ได้ศึกษา คุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง บทความเราได้เรียนรู้มีอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เป็นต้น

จากผลการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้สามารถดึงดูดความสนใจนักเรียนในห้องเรียนด้วยประวัติศาสตร์เหตุการณ์ สังคมและวัฒนธรรมที่น่าสนใจของนักวิทยาศาสตร์ และเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนได้มีความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์ในอดีตและปัจจุบันและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Chan, 2005, p. 1-2; 2008, p. 1; Clary & Wandersee, 2006, p. 157; Nur & Fitnat, 2015, p. 47) อย่างไรก็ตามจากการวิจัยของนุรและฟิตนัต (Nur & Fitnat, 2015, p. 47) ได้พบว่านักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น ในประเด็นกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ส่วนชาร์ล (Chan, 2005, p. 8-9) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักศึกษาในวิทยาลัยพบว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ไม่สัมพันธ์กัน และนักเรียนขาดความเข้าใจในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

จากความเห็นของนักการศึกษาและผลงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ บทความสั้น (Vignette) หรือที่เรียกว่า Interactive historical vignettes (IHVs) สรุปได้ว่า เป็น การจัดการเรียนรู้ที่อธิบายเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์ในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการอภิปรายระหว่างครูกับ นักเรียน เมื่อถึงเรื่องราวที่ขัดแย้งกัน (Conflict) ครูจะหยุดเล่าเรื่องราว เพื่อให้ นักเรียนได้ทำนาย สิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งคำถามจากเรื่องราวที่ นักเรียนได้ฟัง สำหรับจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้เป็นวิธีการที่เน้นกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในเรื่องราว ต่อไปข้างหน้าด้วยการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการคิด การตัดสินใจ การทำงานกลุ่มร่วมกันและเวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากจนเกินไป (10-15 นาที) ก็สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนข้อจำกัดคือ เป็นวิธีที่ไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกประเด็น อีกทั้งเป็น การเล่าเรื่องราวเฉพาะกิจการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้ เรียนรู้ในองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านโลกทัศน์ของวิทยาศาสตร์และการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการนี้ใช้ได้เฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่อธิบายเกี่ยวกับกิจการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ผู้เขียนเรื่องราวประวัติของวิทยาศาสตร์ต้องมีข้อมูล มากพอที่จะแสดงให้นักเรียนจุดขัดแย้งและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories)

เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องราวที่อธิบายประวัติการทำงาน บุคลิกภาพ การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความคิด กับ แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Egan, 1985, p. 398 -399; Lauritzen & Michael, 1992, p. 6-7; William, 2002, p. 11) การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้นี้ประกอบด้วย เรื่องราวของวิทยาศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์ในแต่ละท่าน

การจัดการเรียนรู้ด้วยเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย เรื่องราวหลาย เรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์ (Kruse, 2010, p. 79-88; Reid-Smith, 2010, p. 5; Tao, 2002, p. 101) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ดังเช่น เรตต์ สมิทท์ (Reid-Smith, 2010, p. 5) จัดการเรียนรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ ได้นำเรื่องราวของเมนเดลและดาร์วิน เทาท์ (Tao, 2002, p. 101-102) จัดการเรียนรู้เน้นธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ได้นำเรื่องราวของการค้นพบเพนนิซิลิน การค้นพบโรคไข้ทรพิษ การค้นพบกฎ

ของนิเวศน์ และการค้นพบวิธีการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร สำหรับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้ (Reid-Smith, 2010, p. 27-30; Tao, 2002, p. 101-102)

1. ครูให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ภาพสถานที่ทำงานของนักวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ อภิปรายและตอบคำถามจากใบงาน โดยลักษณะคำถามเป็นข้อคำถามที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีครูให้คำแนะนำ
3. ครูให้นักเรียนนำเสนอคำตอบจากการตอบคำถาม อภิปรายโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งชั้นเรียน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่านเรื่องราวทางประวัติศาสตร์

นอกจากนี้ ครูซ (Kruse, 2010, p. 79-88) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. นักเรียนอ่านเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ อภิปรายร่วมกันและตอบคำถามจากใบงานที่ได้มอบหมาย โดยลักษณะคำถามเป็นข้อคำถามที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ครูให้นักเรียนนำเสนอคำตอบจากการตอบคำถาม อภิปรายโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งชั้นเรียน
3. ครูอธิบายและสะท้อนให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทุกเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับเรื่องราวทางประวัติศาสตร์

ผลการวิจัยของครูซ (Kruse, 2006, p. 219) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับไรต์ สมิท (Reid-Smith, 2013: 181-184) พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีกว่า

กลุ่มควบคุมเพียง 3 ประเด็น คือ 1) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ 2) วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ และ 3) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน แต่โดยภาพรวมพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หากใช้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ยากเกินไปจะส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่วนผลการวิจัยของเทาว์ (Tao, 2002, p. 114-115) พบว่า นักเรียนสนใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เพียง 1-2 เรื่อง ซึ่งเชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงบางประเด็นเท่านั้น เทาว์และครูซ (Tao, 2002, p. 97; Kruse, 2010, p. 106) มีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าในการจัดการเรียนรู้ควรให้เน้นให้นักเรียนได้อภิปรายและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ครูซ (Kruse, 2010, p. 106) ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรเลือกประวัติศาสตร์ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์และเป็นประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจ

จากความเห็นของนักการศึกษาและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ด้วยเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ที่อธิบายการทำงาน การค้นพบ บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ โดยเรื่องราวทางประวัติศาสตร์นั้นประกอบไปด้วยเรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบทเรียนและสะท้อนถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยในแต่ละเรื่องราวที่ให้นักเรียนศึกษาแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ช่วยเชื่อมโยงประวัติศาสตร์กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน (Kruse, 2010, p. 219; Reid-Smith, 2013, p. 181-183; Tao, 2002, p. 97) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้องเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น

3. กรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (History of science case studies) เป็นการอธิบายประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในบทเรียน (Tolvalen et al., 2014, p. 107) ส่วนสตินเนอร์และคนอื่น ๆ (Stinner et al., 2003, p. 620-621) ได้ให้ความหมายของกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบททางประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยเน้นบทบาทกับ

นักเรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติจริง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน โดยภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 3 คน นักเรียนจะได้รับมอบหมายวางแผนเกี่ยวกับกรณีศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

1. บริบททางประวัติศาสตร์ (Historical context) นักเรียนต้องนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และเชื่อมโยงกับบทเรียนที่จะศึกษา

2. การทดลองทางวิทยาศาสตร์และสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก (The experiment and main ideas) นักเรียนต้องทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นกรณีศึกษา ถ้าเป็นไปได้ควรมีการสาธิตให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน

3. ความเกี่ยวข้องของการรู้วิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ (Implications for scientific literacy and the teaching of science) นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบทเรียน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้กับเนื้อหาอื่น ๆ ในบทเรียน โดยอาศัยการอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

สำหรับแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์มีดังนี้ (Stinner et al., 2003, p. 621)

1. ครูควรกำหนดเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2. การจัดการเรียนรู้ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตลอดจนอาศัยประวัติของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย อย่างไรก็ตามสำหรับประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาก็ควรคำนึงถึงระดับชั้นเรียนของนักเรียนด้วย

3. ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในกรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

3.1 เป็นเรื่องราวหลาย ๆ ตอน หรืออาจจะเป็นเรื่องราวที่อยู่ในประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

3.2 เน้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3.3 แสดงให้เห็นถึงบุคลิกลักษณะ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือการนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ระหว่างนักวิทยาศาสตร์ 2 คน ที่มีความเห็นตรงกันข้ามกัน

หรือไม่ตรงกัน หรือเหตุการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้งกันทางความคิด การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์หนึ่ง ๆ

4. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ควรเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในบทเรียน ทั้งนี้หากแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่อธิบายผ่านประวัติศาสตร์สามารถเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันจะทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

5. ปัญหาที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรเป็นปัญหาที่น่าสนใจ สามารถเชื่อมโยงกับบริบทของนักเรียน

6. ครูควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อภิปราย สามารถเชื่อมโยงประวัติศาสตร์กับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แก้ปัญหาและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้

ลินและเชนและคิมและเออร์วิงมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่า (Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Kim & Irving, 2010, p. 196-197) ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์จะสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เน้นให้นักเรียนได้อภิปราย การโต้แย้งและทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์และมอบหมายงานให้นักเรียน สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่พบจากการวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน (Kim & Irving, 2010, p.196-197; Irwin, 2000, p. 12-14; Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Wolfensberger & Canella, 2015, p. 872 -873) สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยคำถามที่เป็นปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน หรือให้นักเรียนอ่านประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

2) นักเรียนศึกษาและอภิปรายประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน พร้อมตอบคำถามและสืบค้นข้อมูลร่วมกันภายในกลุ่ม โดยมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก

3) นักเรียนทำการทดลองหรือครูสาธิตการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ โดยครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของการทดลองที่ยังไม่เข้าใจ ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก

4) นักเรียนศึกษาการเสนอความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้งหรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในประวัติศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายและสะท้อนคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5) นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาประวัติศาสตร์ โดยครูสนับสนุนเพิ่มเติมในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

6) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้งที่พบในประวัติของนักวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิจัยของคิมและเออร์วิง ลินและเชน และโวลเฟนสเบอร์เกอร์และคานาเบลล่า (Kim & Irving, 2010, p. 187; Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Wolfensberger & Canella, 2015, p. 874) พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกคุณลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ผลจากการอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ คิมและเออร์วิง (Kim & Irving, 2010, p. 187) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตและการลงความเห็น ในทางตรงกันข้ามผลการวิจัยของเออร์วิน (Irwin, 2000, p. 23) พบว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน เวลาที่น้อยเกินไปของการอภิปรายของกลุ่มควบคุมส่งผลให้งานวิจัยเป็นเช่นนี้ เมื่อพิจารณาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มควบคุมได้เรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ได้เห็นคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ผ่านประวัติศาสตร์

โดยให้ครูสาธิตการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ทำให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายและนักเรียนได้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

อย่างไรก็ตามแม้การจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่คิมและเออร์วิง (Kim & Irving, 2010, p. 211) ลินน์และเฉิน (Lin & Chen, 2002, p. 778-779) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป นอกจากนี้กลาสเชอร์ฟิลด์ (Glaserfeld, 1993, p. 23-24) ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ควรเริ่มต้นด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเข้าใจและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา จะสะท้อนให้นักเรียนเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และเข้าใจคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น ความรู้ของวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของวิทยาศาสตร์ (Allchin, 2013, p. 366-367; Sousa, 2014, p. 153-154; Moutinho et al., 2015, p. 1874) ยิ่งไปกว่านั้นยังทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Akinoglu & Tandogan, 2007, p. 79; Ferreira & Trudel, 2012, p. 23) และทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้โดยนำตนเอง (Barrows & Tamlyn, 1980, p. 12; Hmelo-silver, 2004, p. 235)

จากความเห็นของนักวิชาการและผลงานวิจัยหลายฉบับเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Kim & Irving, 2010, p. 187; Lin & Chen, 2002, p. 773; Irwin, 2000, p. 5; Wolfensberger & Canella 2015, p. 865) โดยเริ่มต้นจากปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถาม และนักเรียนศึกษาอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกรณีศึกษาของประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและศึกษาเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงความขัดแย้งกันหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เสมือนนักวิทยาศาสตร์หรือครูสาธิตการทดลองให้กับนักเรียนและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนผ่านการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งผลจากการอภิปรายทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับจุดเด่นที่น่าสนใจใน

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้นี้คือ เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงความขัดแย้งกันหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็น การโต้แย้ง การอภิปราย การได้มาซึ่งความรู้ของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติจริงหรือการสาธิตการทดลองเสมือนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยิ่งไปกว่านั้นการจัดการเรียนรู้เน้นทุกองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อจำกัดที่พบของวิธีการนี้คือ ต้องเลือกประวัติศาสตร์ที่สามารถทำให้นักเรียนทำการทดลองและสาธิตการทดลองให้นักเรียนได้ ต้องพิจารณาและสืบค้นประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษา

4.การเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives)

การเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ที่มีการเล่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงเรื่องราวเดียว ซึ่งภายในของเรื่องราวนั้นประกอบไปด้วยประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์หลายๆ ตอน และในแต่ละตอนจะเป็นเรื่องราวที่เป็นปัญหาของวิทยาศาสตร์ในเรื่องราวนั้น ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนเข้าใจปัญหาและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา จะสะท้อนให้นักเรียนเห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดของวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Rudge & Howe, 2004, p. 56-57; 2009, p. 574-575; & Howe, 2009, p. 402-403) จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ (Rudge & Howe, 2004, p. 52-57; Howe, 2009, p. 402-403)

1. ครูสรุปย่อเกี่ยวกับเรื่องราวประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านและศึกษาเรื่องราวประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสรุป อภิปรายประวัติศาสตร์ที่ได้จากการอ่านร่วมกัน

3. นักเรียนอ่านเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อีกฉบับ ซึ่ง เป็นปัญหาที่ครูออกแบบขึ้นมา โดยเรียบเรียงจากประวัติศาสตร์เดิม นักเรียนร่วมกันอภิปราย และครูจะตั้งคำถามที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนตอบคำถามเช่นเดิม

4. นักเรียนทั้งชั้นเรียนอภิปรายเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์ทั้งชั้นเรียน

5. ครูสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากบทเรียนทั้งหมด และเชื่อมโยง กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษา

จากผลการวิจัยของรูซซ์และเฮวล์และเฮวล์ (Rudge & Howe, 2004, p. 52-57; Howe, 2004, p. 3; 2009, p. 402-403) พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นประเด็น ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลง ความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน สำหรับจุดเด่นของวิธีการจัดเรียนรู้นี้คือ การสรุปย่อเรื่องราวทาง ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนพื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันได้มี ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวในภาพรวมอย่างตรงกันทั้งชั้นเรียน เชื่อมโยงธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับข้อจำกัดคือ ครูต้องมีความสามารถในการเขียน เรื่องราวให้น่าสนใจและต้องเข้าใจวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย

จากการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์พบว่า แต่ละวิธีมีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกันออกไป สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกวิธี กรณีกีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผล 3 ประการคือ

1. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งผลจากการวิจัย เกี่ยวกับวิธีกรณีกีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Kim & Irving, 2010, p. 196-197; Lin & Chen, 2002, p. 778-779) ได้พบว่า นักเรียนได้ทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึง กับนักวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อันจะส่งผล ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และเนื่องด้วย กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม พุอาดและคนอื่น ๆ (Fouad et al., 2015, p. 1133) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดการเรียนรู้ควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์ อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลาม ประกอบกับ

การอธิบายและแสดงให้นักเรียนเห็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในอดีต ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วย

2. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามแต่ละคนไม่มีรายละเอียดให้เห็นการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือแสดงให้เห็นการอธิบายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นหลาย ๆ ตอน จึงทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีบทความสั้น (Vignette) เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) และการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเล่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงเรื่องราวเดียว และแสดงวิวัฒนาการทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์หลายคน แต่สำหรับวิธีการนี้ศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เพียงท่านเดียวเพื่อเป็นกรณีศึกษาได้

3. กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ในบริบทของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม กล่าวคือ ถึงแม้ว่างานวิจัยต่างประเทศจะมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แล้วก็ตาม สำหรับประเทศไทยนั้นก็ยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ในบริบทของกลุ่มที่ศึกษาที่นับถือศาสนาอิสลาม

สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามครั้งนี้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ

ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยคำถามที่เป็นปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน หรือให้นักเรียนอ่านประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการทำงานทางวิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านในบริบทอิสลาม

ขั้นค้นหาคำตอบ

นักเรียนศึกษาประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามและอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยครูมีคำถามในการอภิปราย ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนทำการทดลองหรือครู

สาธิตการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ โดยมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของการทดลองที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ชั้นขยายความรู้และความคิด

นักเรียนศึกษาการเสนอความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้ง หรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในประวัติศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายด้วยการถามคำถาม

ชั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาประวัติศาสตร์ โดยครูสนับสนุนเพิ่มเติมในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

ชั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนที่พบในประวัติของนักวิทยาศาสตร์

3.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 1058; Irwin, 2000, p. 7-8; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552; Mathew 1994, p. 50; Solomon, Duveen, & Scot, 1992, p. 409) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Monk & Osborne, 1997, p. 409; Galili & Hazan, 2000, p. 4) มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Allchin, 2013, p. 367; Sousa, 2014, p. 155) อีกทั้งช่วยปรับเปลี่ยนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002, p. 552)

นอกจากนี้แมทธิว (Matthew, 1994, p. 50) ได้กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจถึงประวัติของวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์อีกมากมายดังนี้

1. ช่วยให้เกิดความเข้าใจในทัศนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
2. ช่วยเชื่อมโยงพัฒนาการทางด้านความคิดของนักเรียนกับพัฒนาการทางแนวคิดของวิทยาศาสตร์

3. ประวัติของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในตัวเอง เหตุการณ์สำคัญในการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทฤษฎีของดาร์วิน การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ การค้นพบของเพนิซิลิน เป็นต้น และเรื่องอื่น ๆ ควรจะให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคย

4. ประวัติของวิทยาศาสตร์จำเป็นต่อการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

5. ประวัติของวิทยาศาสตร์ช่วยลบล้างความเชื่อว่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด (Scientism) และลักษณะการยึดถือความคิดของตนเป็นหลัก (Dogmatism) ซึ่งมักพบในหนังสือเรียนและห้องเรียนวิทยาศาสตร์

6. ประวัติของวิทยาศาสตร์ทำให้เห็นตัวอย่างการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน ทำให้วิทยาศาสตร์เป็นนามธรรมน้อยลงและน่าสนใจมากขึ้น

7. ประวัติของวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อและสาขาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน รวมทั้งวิชาอื่น ๆ ด้วย

จากความเห็นของนักวิชาการหลายท่านเกี่ยวกับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวคิดของวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ ได้

4. นักวิทยาศาสตร์อิสลาม

4.1 นักวิทยาศาสตร์อิสลาม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าอย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนามนุษย์ซึ่งเป็นทรัพยากรที่ล้ำค่า เพราะทำให้มนุษย์มีความรู้ความเข้าใจในบทบาทของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติ (สสวท., 2546, น. 6) การดำรงชีวิตในปัจจุบันเราต้องพบกับสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากมาที่สร้างความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งชาวตะวันตกและตะวันออกกลาง สำหรับในการวิจัยนี้ได้ศึกษานักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งสามารถแบ่งนักวิทยาศาสตร์อิสลามตามสาขาวิชาได้ดังนี้ (อิบรอฮีม ะหะยีฮาดี, 2554, น. 8-57; อาลี เสือสมิง, 2556, น. 172-284; Faruqi, 2006, p. 393-397; Falagas, Zarkadoulia, & Samonis, 2006, p. 1583-1584; Islam, 2011, p. 41-52)

1. ดาราศาสตร์

เป็นวิชาที่ว่าด้วยดาว (Astronomy) เรียกในภาษาอาหรับว่า “อิลมุล-ฟะลัก” ซึ่งคำว่า “ฟะลัก” หมายถึง วงโคจรหรือทางโคจรของดวงดาว และเรียกนักดาราศาสตร์ในภาษาอาหรับว่า “ฟะละเกีย (Astronomer)” (อาลี เสือสมิง, 2556, น. 233) นักดาราศาสตร์ที่มีความเลื่องลือในอารยธรรมอิสลามมีดังนี้

1.1 อัลคอวาริซมี (Al-khawarizmi)

1.2 อัลฟาร์ฆอนี (Al-farkhani)

1.3 อัลตุซึ (Al-tusi)

1.4 อัลสุฟี (Al-sufi)

2. การแพทย์

2.1 อิบน์ซีน่า (Ibnu sina)

2.2 อัล-รอซีย (Al-razi)

3. เคมี

3.1 ญาบิร อิบน์ ฮัยยาน (Jabir ibn hayyan)

3.2 อัล-รอซีย (Al-razi)

3.3 อัลคินดี (Al-kindi)

4. ฟิสิกส์

4.1 อิบน์อัลฮัยษัม (Ibn al-haytham)

4.2 อัลฟาริซี (Al-farisi)

4.3 อัลตุซึ (Al-tusi)

4.4 อัลญাজারี (Al-jazari)

4.5 อิบน์ฟิรนาซ (Ibn-firnas)

นอกจากนี้ยังมีนักวิทยาศาสตร์อิสลามท่านอื่น ๆ อีกมากมาย ด้วยเอกสารและงานวิจัยที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีจำนวนน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกนักวิทยาศาสตร์ที่มีรายละเอียดที่สามารถอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และด้วยในงานวิจัยนี้ศึกษาในเรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีความเหมาะสมกับบทเรียนและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึง

ประกอบไปด้วย ญาบิร อิบน์ฮัยยาน (Jabir ibn hayyan) อิบน์อัลฮัยษัม (Ibn alhaytham) และอัลฟาริซี (Al-farisi)

4.2 ประวัติและคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

1. ญาบิร อิบน์ฮัยยาน (Jabir ibn hayyan)

ญาบิร อิบน์ฮัยยาน (Jabir ibn hayyan) มีชื่อจริงว่า อุมูซา ญาบิร อิบน์ฮัยยาน อัลอัซดี (Abu musa jabir ibn hayyan al-azdi) บางคนก็เรียกว่า อัลฮารอนี และ อัลซุฟี ชาวยุโรปจะรู้จักกันในนาม เก็บบเอร์ (Geber) เขาถือกำเนิดในปีคริสต์ศักราช 721 ณ เมืองกูซ ซึ่งปัจจุบันอยู่บนพื้นที่ประเทศอิหร่าน ในช่วงสมัยของราชวงศ์อับบาซียะห์ ซึ่งเป็นราชวงศ์หนึ่งในการปกครองของอารยธรรมอิสลาม ทั้งนี้บิดาของญาบิรประกอบอาชีพเภสัชกร (Al-hassani, 1993, p. 308; Fouad et al., 2015, p. 1118; Holmyard, 1923, p. 46-47; Ibnu nizar, 2013, p. 281) มีบทบาททางการเมืองและเป็นบุคคลหนึ่งที่ทำให้การสนับสนุนและเผยแพร่ความคิดของราชวงศ์อับบาซียะห์ ซึ่งเป็นราชวงศ์ที่เคลื่อนไหวในการล้มล้างราชวงศ์อุมายยะห์ (Al-hassani, 1993, p. 308; Fouad et al., 2015, p. 1118; Holmyard, 1923, p. 46-47; Ibnu nizar, 2013, p. 281) ญาบิรสนใจที่จะเข้าร่วมการเมือง แต่กลับถูกบิดาปฏิเสธและส่งเสริมให้เขาศึกษาหาความรู้ (Ibnu nizar, 2013, p. 282) เมื่อราชวงศ์อุมายยะห์ล่วงรู้ถึงภัยคุกคามจากการเผยแพร่ความคิดดังกล่าว บิดาของญาบิรจึงถูกจับกุมและสังหารในที่สุดจึงทำให้ครอบครัวของญาบิรต้องลี้ภัยไปยังนครกูฟะฮ์ ซึ่งเป็นสถานที่ที่เป็นจุดเริ่มต้นทำให้เขาได้รับการศึกษากับ อิหม่ามยะฟาร์ อัซซาดิก (Imam Jafar Al-sadiq) อันมีความเชี่ยวชาญทางเคมีและดาราศาสตร์ (Amr & Tbakhi, 2007, p. 53; Holmyard, 1926, p. 46) อิหม่ามได้สอนวิชาทางศาสนา ภาษา และปรัชญา สำหรับวิชาเคมีญาบิรได้เล่าเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางเคมีของนักปราชญ์จีนและกรีก พร้อมทั้งฝึกหัดกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ควบคู่กัน นอกจากนี้อิหม่ามได้มอบตำราดาราศาสตร์ (Kitab qaratis) ซึ่งเป็นตำราที่อธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางเคมี (Holmyard, 1923, p. 46; Ibnu nizar, 2013, p. 286-287) เขามุ่งมั่นตั้งใจและอดทนในการศึกษาด้วยตนเองจนเกิดทำให้เกิดความเชี่ยวชาญในสาขาเคมี (Ibnu nizar, 2013, p. 287)

ด้วยคำสั่งเสียของอิหม่ามยะฟาร์ อัซซาดิก ซึ่งเน้นให้เขาใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในแนวทางที่เป็นประโยชน์และสั่งสอนให้แก่ศิษย์ผนวกกับความสนใจในเคมีเป็นอย่างมาก (Ibnu nizar, 2013, p. 288-289) ทำให้เขาได้สร้างห้องทดลองปฏิบัติการทางเคมีของตนเองรวมทั้งสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง สำหรับการทดลองแรกเกิดจากความสงสัยในแนวคิดของอริสโตเติลที่ว่าด้วย “ทุกสิ่งที่มีอยู่ในโลกนี้จะประกอบกันขึ้นจาก น้ำ ลม ดิน และไฟ และทุก ๆ สิ่งจะมี

คุณสมบัติเฉพาะทั้งสี่ คือ ความร้อนความแห้ง ความชื้น และความเย็น” เขาเริ่มต้นด้วยการทดลองเตรียมสารประกอบที่ทำให้ปรอทเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งสีแดง ซึ่งอุปกรณ์ในการทดลองประกอบด้วย ขวดก้นกลม (Glass vessels) กระเบื้องเคลือบดินเผาของชาวซีเรีย (A syrian earthenware vessel) และเตาเผา (The furnace) ส่วนสารเคมีประกอบด้วย ปรอท (Hg) และซัลเฟอร์ (S) สำหรับการทดลองของเขาอธิบายได้ว่า นำผงปรอทใส่ลงไปในขวดก้นกลมในปริมาณที่พอเหมาะ หลังจากนั้นนำผงซัลเฟอร์ในปริมาณเล็กน้อยเทลงไปในกระเบื้องเคลือบดินเผานำผงปรอทที่เตรียมไว้เทเขาลงไปในหม้อกระเบื้องเคลือบดินเผาแล้วคนให้เข้ากัน นำหม้อดังกล่าววางบนเตาเผาพร้อมปิดฝาแล้วทำให้เตาเผามีความร้อนสูง หลังจากนั้นเปิดฝามือและตั้งทิ้งไว้ เทสารประกอบออกมาและจะเห็นปรอทเปลี่ยนเป็นหินสีแดงคล้ายสีของเลือด (Freely, 2015, p.117; Holmyard, 1923, p. 57) เมื่อมีอุปกรณ์ที่ทันสมัยผนวกกับความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า สารประกอบที่ญาบิรค้นพบจากการทดลองก็คือ เมอร์คิวริกซัลไฟด์ (HgS) หรือที่เรียกกันว่า สีนแฉะจีนนabar (Cinnabar) ได้มาจากผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยารีดักชันโดยมีสารตั้งต้นเป็นเมอร์คิวริกออกไซด์กับซัลไฟด์ หากสัมผัสหรือสูดดมไอของมันเข้าไปอาจเกิดเป็นพิษได้ จากการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้

นอกจากนี้ญาบิรยังทำการทดลองเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกง ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ขวดปริมาตร (Flask bottom) ส่วนสารเคมีประกอบด้วยที่ญาบิรอธิบายคือ Litharge (ปัจจุบันคือ PbO : เลด(II) ออกไซด์) น้ำส้มสายชูหมัก (Wine vinegar) ปริมาตร 4 ปอนด์ โซดา (Soda) ปริมาตร 1 ปอนด์ และน้ำบริสุทธิ์ปริมาตร 4 ปอนด์ วิธีการทดลองเริ่มต้นด้วยการเตรียมสารละลาย 2 ชนิด ชนิดแรกเตรียมโดยนำสารประกอบเลด (II) ออกไซด์บดให้ละเอียดจนเป็นผงและเทลงไปในขวดปริมาตร แล้วเติมน้ำส้มสายชูหมักจนสารทั้งสองให้เป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับชนิดที่สอง นำโซดาและน้ำบริสุทธิ์เทลงในขวดปริมาตร ซึ่งจะได้สารละลายโซดา หลังจากนั้นนำสารละลายทั้งสองชนิดที่เตรียมไว้ไปให้ความร้อนจนสารละลายเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาตรนำสารละลายชนิดแรกกรองอย่างละเอียดจะเหลือเพียงสารประกอบเลด (II) ออกไซด์ แล้วนำเติมสารละลายโซดาลงไปในสารประกอบเลด (II) ออกไซด์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยสารละลายจะมีลักษณะสีใสและมีสารสีขาวตกตะกอนที่ก้นขวด เทน้ำออกจนหมดคงเหลือเพียงสารที่ตกตะกอนซึ่งสารดังกล่าวก็คือ เกลือ มีลักษณะคล้ายหิมะ (Holmyard, 1923, p. 57) จากการทดลองดังกล่าวญาบิรได้แสดงเทคนิคทางเคมีไม่ว่าจะเป็นการกรอง (Filtration) และการเปลี่ยนสถานะของเหลวเป็นไอ (Vaporization) การเผา

ไหม้ของสารด้วยอุณหภูมิสูงในอากาศและการตกผลึก (Crystallization) และการละลาย (Dissolves) จากการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงของญาบิรนี้ นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันค้นพบว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการเตรียมเกลือเช่นเดียวกัน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของโลหะออกไซด์กับกรด จากการทำงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

ญาบิรทำการทดลองเรื่อง กรด และเขาเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกของอิสลามที่ค้นพบกรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) กรดไนตริก(Nitric acid) และกรดไนโตรมิวริอาติก (Nitromuriatic acid) (อิบรอเฮม ะหะยีสาอิ. 2554: 17; Amr & Tbakhi, 2007, p. 53; Habashi, 2005, p. 16; Holmyard, 1923, p. 57; Saeed, 1992, p. 263-264; Schlosser, 2011, p. 4) สำหรับกรดซัลฟิวริกหรือกรดกำมะถัน ซึ่งคำนี้หากในอดีตจะเรียกว่า น้ำมันของกรดกำมะถัน (Oil of vitriol) ซึ่งญาบิรได้อธิบายการเตรียมสารละลายนี้ว่า แสงสีเหลืองที่ส่องสว่างคล้ายกับแสงบนดาวอังคาร มันเริ่มต้นจากกำมะถัน ซึ่งคุณสมบัติเฉพาะเจาะจงคือ เป็นของแข็งเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้ของแข็งกลายเป็นไอ เมื่อนำไปเผาจะหลอมเหลวเกิดควันไฟของกำมะถัน และเมื่อนำไปละลายใน น้ำสีแดงจะทำให้ไม่มีสี” คำอธิบายของญาบิรที่ว่า “น้ำสีแดง” ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดข้อสงสัยและมองว่าเป็นเรื่องที่หลอกลวงของญาบิร (Pseudo geber) ด้วยความสงสัยและอยากรู้อยากเห็นของนักวิทยาศาสตร์ชาวกรีกในสมัยนั้นจึงได้ทำการศึกษาจนได้คำตอบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารละลายคอปเปอร์ นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังให้ความสนใจเกี่ยวกับคำอธิบายใน การทดลองของญาบิรจนได้ค้นพบว่า เป็นขั้นตอนการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) (Mousavi, 2012, p. 392; Newman, 1993, p. 789) อย่างไรก็ตามการเตรียมสารละลายในแต่ละขั้นตอนที่เขาได้อธิบายนั้นแสดงให้เห็นถึงเทคนิคทางเคมีไม่ว่าจะเป็นการระเหิด (Sublimation) การหลอมเหลว (Melting) และการเผาไหม้ของสารด้วยอุณหภูมิสูงในอากาศ (Calcination) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยการทดลองเท่านั้น วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

สำหรับการเตรียมสารละลายกรดไนตริกของญาบิร เขาได้ใช้เทคนิคทางเคมีที่แตกต่างจากสารละลายกรดซัลฟิวริก โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นอุปกรณ์ที่ญาบิรได้สร้างขึ้นมาเองเพื่อใช้สำหรับกลั่น ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Alembic (Djebbar, Hosson, & Jasmin, 2009,

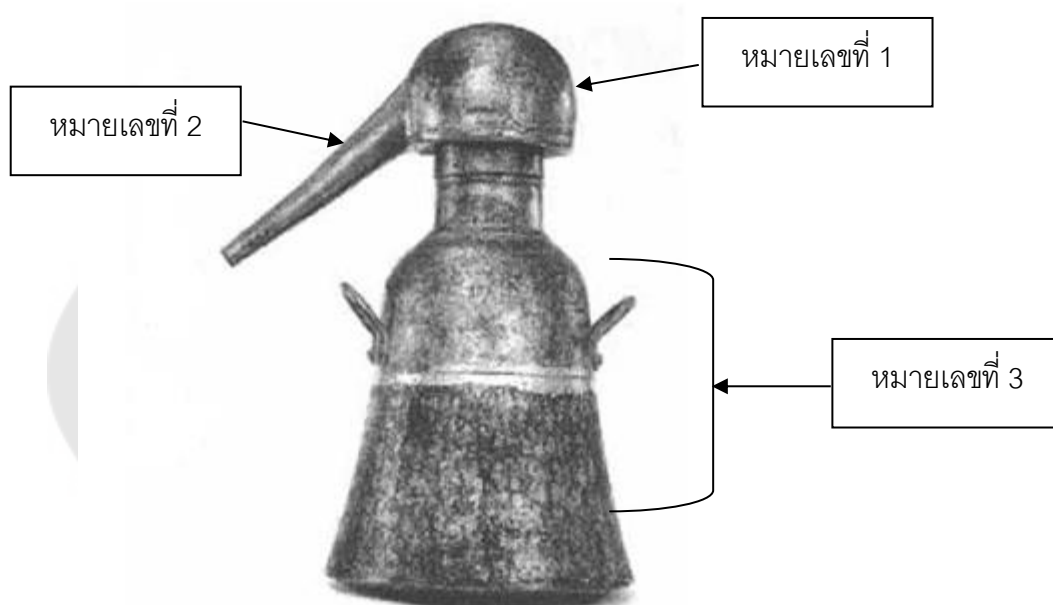
p.153; Fairley, 1907, p. 571; Schollosser, 2011, p. 4; Sendur, Polat, Toku, & Kazanci, 2014, p. 13) ดังภาพประกอบ 18 ส่วนสารเคมีประกอบด้วย สารละลายไฮดรอกไซด์หรือคอปเปอร์ ซัลเฟต (Fairley, 1907, p. 570; Saeed, 1992, p. 263) ปริมาตร 1 ปอนด์ โพแทสเซียม ไนเตรต (ดินประสิว) ปริมาตร 1 ปอนด์ครึ่ง อะลูมิเนียมซัลเฟต (Alum) ปริมาตร $\frac{1}{4}$ ปอนด์ ไฮเดรตไฮดรอกไซด์ (II) ซัลเฟต และแอมโมเนียมคลอไรด์ ปริมาตร 1 ปอนด์ (Saeed, 1992, p. 263) ส่วนขั้นตอนการทดลองคือ เปิดฝาครอบแล้วเติมสารละลายที่เตรียมไว้ตามปริมาณดังกล่าว ข้างต้นลงไปใน Alembic แล้วปิดฝาครอบให้ความร้อน ซึ่งทำให้สารละลายผสมกันได้รับความร้อนระเหยกลายเป็นไอ หลังจากนั้นไอดังกล่าวก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวหรือเกิดการควบแน่น เรียกของเหลวนี้ว่า กรดไนตริก (Nitric acid) ซึ่งจะละลายกับโลหะได้ดี หากนำมาผสมกับแอมโมเนียมคลอไรด์ในปริมาณ $\frac{1}{4}$ ปอนด์ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า น้ำทอง (Aqua regia) (Fairley, 1907, p. 570-571; Saeed, 1992, p. 263) จากการทดลองของญาบิรได้อธิบายเทคนิคการกลั่น (Distillation) การเปลี่ยนสถานะของเหลวเป็นไอ (Vaporization) และการควบแน่น (Condensation) นักวิทยาศาสตร์นำข้อมูลดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิดทางเคมีจนในปัจจุบันวิธีการนี้ก็คือ การกลั่นแบบธรรมดา (Simple distillation) ญาบิรออาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการสร้างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทดลองเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ การทำงานของเขาชี้ให้เห็นว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนตายตัว วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ อีกทั้งต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้



ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์สำหรับการทดลองการกลั่นมีชื่อว่า “Alembic”

ที่มา: Djebbar, A.; Hosson, C., & Jasmin, D. (2009). The discoveries in Islamic countries. p.153.

จากการทดลองการกลั่นจะเห็นได้ว่า ญาบิรได้สร้างอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Alembic ซึ่งมันสามารถแยกสารบริสุทธิ์ออกจากสารผสมด้วยความร้อน เมื่อสารผสมมีสถานะเป็นของเหลวได้รับความร้อนแล้วจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอ และเกิดการควบแน่นโดยไอจะเปลี่ยนสถานะก๊าซกลับไปเป็นของเหลว เช่น การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้ ใบไม้ ราก เป็นต้น (Djebbar et al., 2009, p. 151; Mansuri, 2011, p. 2) สำหรับรายละเอียดของแต่ละส่วนของ Alembic สามารถอธิบายดังภาพประกอบ 3

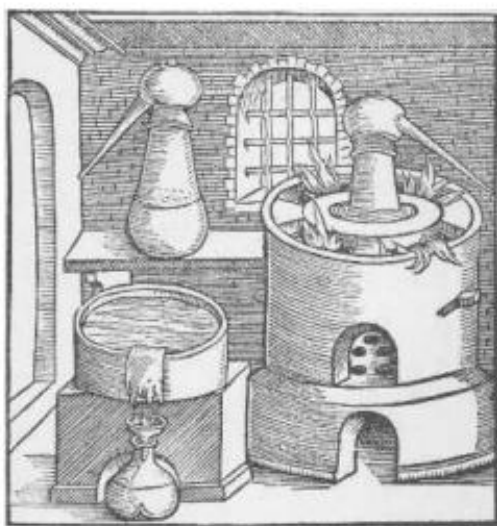


ภาพประกอบ 3 หน้าที่แต่ละส่วนของ Alembic

ที่มา: Djebbar, A.; Hosson, C., & Jasmin, D. (2009). The discoveries in Islamic countries. p.163.

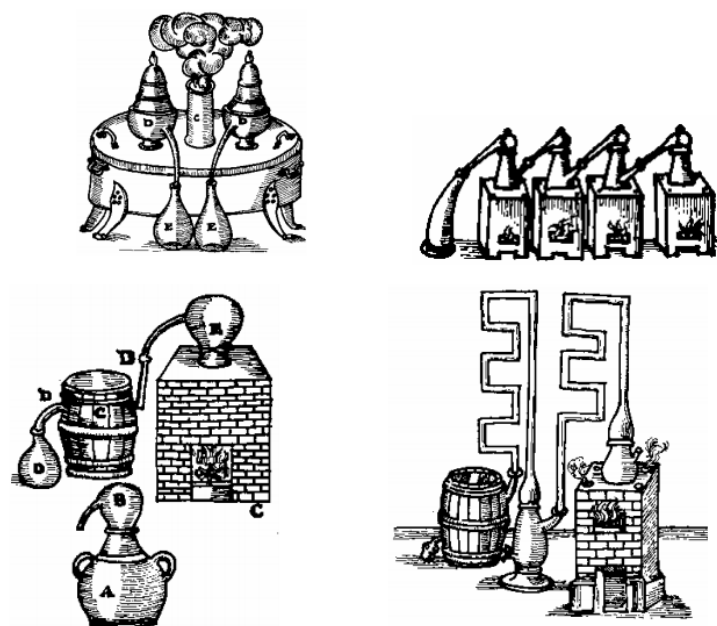
จากภาพประกอบ 3 หมายเลขที่ 1 คือ ฝาปิด (Lid) เป็นบริเวณที่ปล่อยไอของสาร หมายเลขที่ 2 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคอห่านหรือจงอยปาก เป็นบริเวณเดิมสารที่จะทำให้บริสุทธิ์หรือสกัด และหมายเลขที่ 3 อุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) จาก Alembic (Djebbar et al., 2009, p.163) นักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีความเชี่ยวชาญทางเคมีท่านอื่นไม่ว่าจะเป็น อัลรอซีย์ (Al-razi) อัลคินดี (Al-kindi) และอิบนุซีนานา (Ibn-sina) (Fairley, 1907, p. 570-573; Schlosser, 2011, p. 3-7) จนมาถึงนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้พยายามสร้างอุปกรณ์การกลั่น

ที่มีความซับซ้อน และสามารถสกัดสารบริสุทธิ์ได้มากกว่า 1 ชนิดดังภาพประกอบ 4 5 และ 6 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นของอัลราซี (Al-razi)

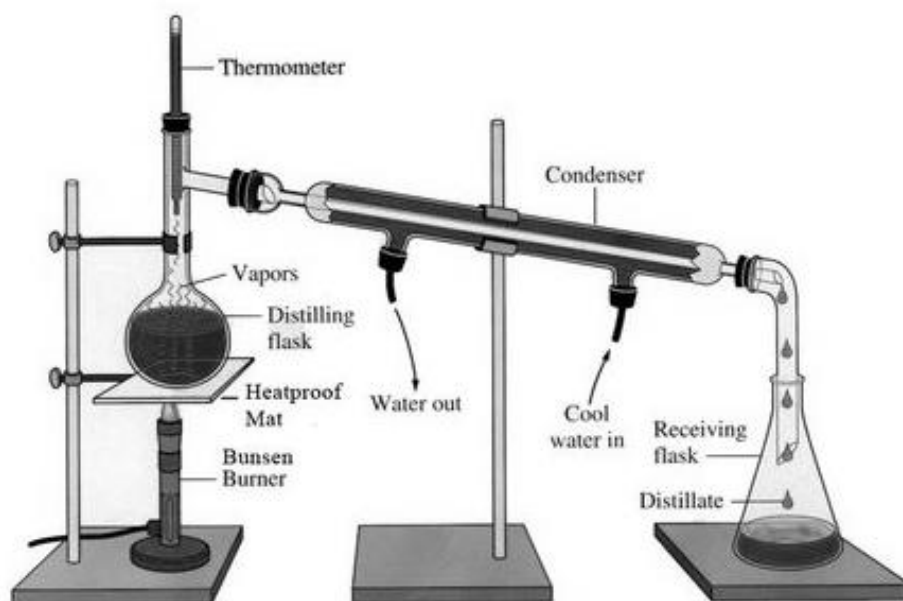
ที่มา: Schlosser, S. (2011). Distillation –from bronze age till today.
In Proceedings of the 38th international conference of Slovak society of chemical
engineering. p. 5.



ภาพประกอบ 5 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นของอิบนุซีนานา (Ibn-sina)

ที่มา: Schlosser, S. (2011). Distillation –from bronze age till today.

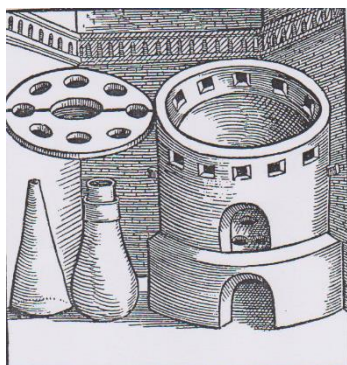
In Proceedings of the 38th international conference of Slovak society of chemical engineering. p.7.



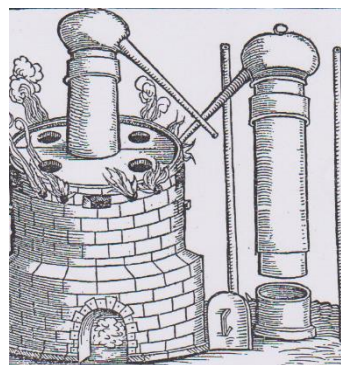
ภาพประกอบ 6 อุปกรณ์สำหรับการกลั่นในปัจจุบัน

ที่มา: OresomeResource. (2012). *Fractional distillation of crude oil*. Retrieved from http://www.oresomeresources.com/resources_view/resource/lesson_fractional_distillation_of_crude_oil_year_12.

จากภาพประกอบ 4 5 และ 6 จะเห็นได้ว่าเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทคโนโลยีเข้ามาอำนวยความสะดวก อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ที่ญานิรไม่ได้มีเพียงอุปกรณ์การกลั่น ด้วยความพยายามและสนใจทางเคมีเขายังคิดค้นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ดังภาพประกอบ 7



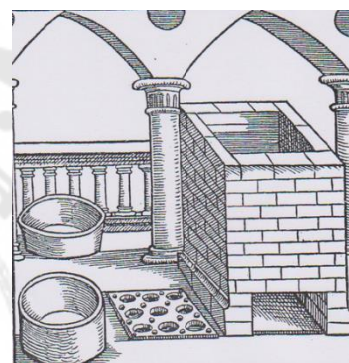
1) เตาสำหรับการกรองและการระเหิด



2) เตาสำหรับการกลั่น



3) อ่างน้ำควบคุมความร้อน



4) เตาเผาสาร

ภาพประกอบ 7 อุปกรณ์ทดลองที่ญาบิรสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองทางเคมี

ที่มา: Holmyard, E. J. (1928). *The works of Geber*. p. 83-111

ภาพประกอบ 7 เป็นอุปกรณ์ที่ญาบิรสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองทางเคมี ทำให้เห็นถึงความพยายามในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการร่วมด้วย อย่างไรก็ตามสิ่งที่เขาประดิษฐ์คิดค้นก็เป็นฐานข้อมูลให้นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจากการทดลองเตรียมสารละลายกรดต่าง ๆ ทำให้เขาได้สรุปว่า องค์ประกอบหลักของโลหะประกอบด้วยปรอทและซัลเฟอร์ (กำมะถัน) จำนวนเล็กน้อย ทั้งนี้ปริมาณซัลเฟอร์จะมีปริมาณมากหรือน้อยในโลหะหนึ่ง ๆ ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของดินและความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่พบโลหะบริเวณนั้น (Danowski, 2007, p. 3; Holmyard, 1923, p. 56) ทั้งนี้สิ่งที่ญาบิรได้อธิบายนั้นสนับสนุนแนวคิดของของอริสโตเติลที่ว่าด้วย “ทุกสิ่งที่มีอยู่ในโลกนี้จะประกอบกันขึ้นจาก น้ำ ลม ดิน และไฟ และทุก ๆ สิ่งจะมีคุณสมบัติเฉพาะทั้งสิ้น คือ ความร้อน ความแห้ง ความชื้น และความเย็น” ข้อมูลของอริสโตเติลเป็นพื้นฐานสำคัญให้ญาบิรในการพัฒนาแนวคิดทางเคมีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

(อิบรอเฮม หะยีสาอิ, 2554, น. 18; Danowski, 2007, p. 3; Holmyard, 1923, p. 56) การทำงานเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามการเตรียมสารละลาย เทคนิคทางเคมีและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ ญาบิรสร้างขึ้นแสดงให้เห็นว่า เขาให้ความสำคัญกับการทดลองในทุกขั้นตอนไม่ว่าจะเป็น การสังเกต การออกแบบการทดลองและสรุปผลการทดลอง อีกทั้งพิถีพิถันกับการเตรียมสาร เพื่อปฏิบัติการทางเคมีอย่างละเอียดรอบคอบ ซึ่งพิจารณาจากการระบุปริมาตรของสารในการทดลองโดยอาศัยมาตราวัด (ปอนด์) (Holmyard, 1923, p. 55; Mansuri, 2011, p. 2; Macleod & Wishinsky, 2013, p. 22; Saeed, 1992, p. 263-264) ด้วยความเชื่อมั่นต่อการทดลองเขาจึงได้สั่งสอนลูกศิษย์เสมอว่า “สิ่งสำคัญลำดับแรกสำหรับการเรียนรู้เคมีคือการลงมือปฏิบัติจริงและทดลอง หากใครที่ละเลยการกระทำเหล่านั้น ผู้นั้นก็ย่อมไม่บรรลุถึงการเรียนรู้เคมีที่แท้จริง ดังนั้นจงหมั่นแสวงหาความรู้ ฝึกปฏิบัติและทำการทดลอง” (อาลี เสือสมิง, 2553, น. 122-123; Holmyard, 1923, p. 57; Mansuri, 2011, p. 2; Tschanz, 2016, p. 20) นอกเหนือจากการทดลองทางเคมีญาบิรยังได้เขียนหนังสือจำนวนมากและหลากหลายสาขาไม่ว่าจะเป็นทางการแพทย์ คณิตศาสตร์ ปรัชญา ตรรกวิทยา บทกวี และหนังสือที่เขียนมากที่สุดคือ เคมี ซึ่งพบว่า มีจำนวนมากกว่า 500 เรื่อง อาทิเช่น Kitab al-hajar เป็นตำราที่อธิบายเกี่ยวกับหิน Kitab al-tadbir เป็นตำราที่อธิบายเกี่ยวกับหลักของเคมี Kitab al-wasiya เป็นตำราที่อธิบายเกี่ยวกับความลับของเคมี และ Kitab al-rahmah เป็นหนังสือที่อธิบายเกี่ยวกับสสาร เป็นต้น (อิบรอเฮม หะยีสาอิ, 2554, น. 20-21; Holmyard, 1923, p. 56-57; Saeed, 1992, p. 263-266) ความยิ่งใหญ่ในวิชาเคมีและผลงานทางวิชาการมากมายทำให้ได้รับการขนานนามว่าเป็น “บิดาแห่งเคมีของชาวอาหรับ” (The father of Arabic chemistry) และเขาได้เสียชีวิตในปีคริสต์ศักราช 815 (อาลี เสือสมิง, 2553; น. 119-123; 2556, น. 303-306; Amr & Tbakhi, 2007, 53; Islam, 2011, p. 50; Mousavi, 2012, p. 392) สำหรับการทำงานของญาบิรสะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังตาราง 5

ตาราง 5 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ญาบิร อิบน์ฮัยยาน (Jabir ibn hayyan)
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆทางธรรมชาติได้	-
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	✓
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	✓
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	✓
5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	-
6. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	✓
7. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	✓
8. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	✓
9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและมีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ	-

จากตาราง 5 แสดงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน ซึ่งประกอบไปด้วย ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วย

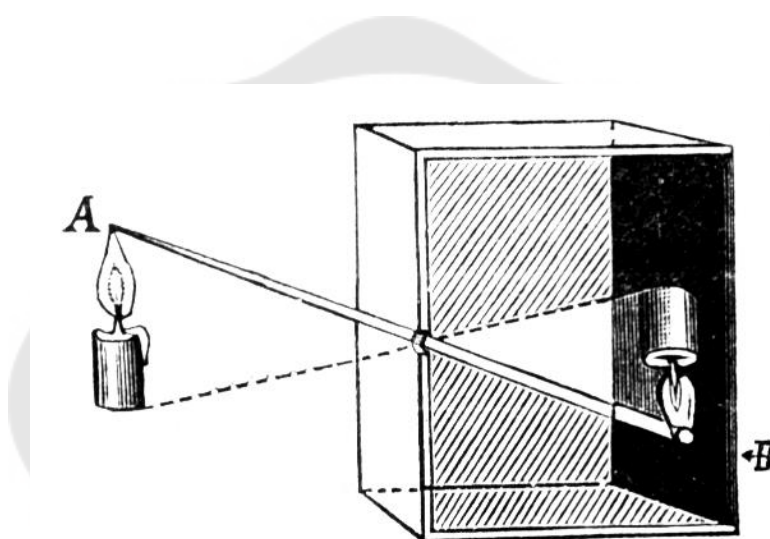
2. อิบน์อัลฮัยษัม (Ibn al-haytham)

อิบน์อัลฮัยษัม (Ibn al-haytham) มีชื่อจริงว่า อับดุลฮาซัน อิบน์ฮาซัน อิบน์อัลฮัยษัมชาวตะวันตกจะรู้จักกันในนาม อัลฮาเซน (Alhazen) หรือ อิบน์ แฮ็ธเมม ถือกำเนิดใน นครบัสเราะฮ์ ซึ่งปัจจุบันเป็นพื้นที่ในประเทศอิรัก ในปีคริสต์ศักราช 965 (อิบรอเฮม หะยีสาอี, 2554, น. 79-80; อาลี เสือสมิง, 2556, น. 273-274; Abdulrani, 2011, editorial; Amr & Tbakhi, 2007, p. 464; Gorini, 2003, p. 53; Masic, 2008, p. 183) เขาได้เริ่มต้นชีวิตในยุคทองของอารยธรรมอิสลาม ซึ่งเป็นยุคในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 8 ถึงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 15 อิบน์อัลฮัยษัม ได้ศึกษาผลงานของนักปราชญ์ชาวอาหรับ เช่น อิบน์ซีนนา ญาบิร อิบน์ฮัยยาน

อัลคูวาริซมีย์ อัลรอสซี เป็นต้น และนักปราชญ์ชาวกรีก เช่น อริสโตเติล กาลิโนส ปโตเลมี อพอลโลนีอุส อคลีดีส เป็นต้น ซึ่งเป็นผู้รู้ทางด้านดาราศาสตร์ เรขาคณิต คณิตศาสตร์ ปรัชญา จิตวิทยา อีกทั้งมีความชำนาญเฉพาะในเรื่องจักษุแพทย์และฟิสิกส์ เพื่อเป็นข้อมูลในการค้นคว้า และทดลองทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์และทาง การแพทย์ อิบน์อัลฮัยษัมไม่เคยประกอบ อาชีพแพทย์ แต่เขาก็สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความรู้ทางประสาทสัมผัสเป็นหลักและกฎเกณฑ์ ต่าง ๆ ของวิชาการแพทย์ จนมีความชำนาญเฉพาะในเรื่องจักษุแพทย์และฟิสิกส์ได้รับการขนาน นามว่า “บิดาแห่งจักษุ (Father of optics) นอกจากนี้เขายังได้เขียนตำราที่มีชื่อว่า อัลมานาซिर (Al-manazir) ซึ่งอธิบายเรื่องของแสง การทดลองเกี่ยวกับแสง คุณสมบัติของแสงและ การมองเห็นของมนุษย์ ตำราเล่มนี้ได้ถูกแปลเป็นภาษาละตินโดยมีชื่อว่า Opticae thesaurus alhazeni (Mihas, 2002, p. 311; Shuriye, 2011, p. 61) ภายในประกอบด้วยเนื้อหา 7 บท สามบทแรกอธิบายเกี่ยวกับตาและการมองเห็น บทที่สี่ถึงหกอธิบายเกี่ยวกับการสะท้อนแสง และ บทสุดท้ายอธิบายเกี่ยวกับการหักเหแสง ตำราเล่มนี้มีความสำคัญและเป็นรากฐานของแนวคิด เรื่องแสงและการมองเห็นในวงการฟิสิกส์ ยิ่งไปกว่านั้นสิ่งประดิษฐ์ที่ถูกคิดค้นโดยอิบน์อัลฮัยษัม ซึ่งมีชื่อเรียกกันว่า ห้องมืด (Camera obscura) สามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน (Mihas, 2002, p. 311; Romero, 2016, p. 24; Unal & Elcioglu, 2009, p. 326)

แรงบันดาลใจที่ทำให้อิบน์อัลฮัยษัมสนใจศึกษาเรื่องแสงและการมองเห็น เริ่มต้น จากวันหนึ่งเขาได้นั่งในห้องมืดและสังเกตเห็นแสงส่องที่ผนัง เขาเกิดความสงสัยกับแสงที่ปรากฏ ขึ้นจึงเข้าไปสังเกตใกล้ ๆ และพบว่า ไม่ใช่ลำแสง แต่เป็นภาพของวัตถุที่อยู่ด้านนอกของห้องและ มีลักษณะเป็นภาพกลับหัวจากภาพจริง จึงเป็นคำถามสำหรับอิบน์อัลฮัยษัมว่า “ปรากฏการณ์นี้ เกิดขึ้นได้อย่างไร” เขาพยายามหาคำตอบ สิ่งที่เขาพบคือ แสงที่เห็นมาจากรูขนาดเล็กของผนังห้อง เขาลองนำมือปิดและเปิดบริเวณรู ซึ่งได้ผลที่แตกต่างกันเมื่อเปิดรูจะเห็นภาพปรากฏและหากปิดรู ก็จะไม่เห็นภาพปรากฏ ณ เวลานั้นอิบน์อัลฮัยษัมจึงเข้าใจว่า แสงต้องไปตกกระทบกับวัตถุในห้อง และเดินทางผ่านรูจึงทำให้เกิดภาพ เมื่อเขาเปิดตาแสงเข้าตาทำให้เขาเห็นภาพ อย่างไรก็ตามเขาก็อังสงสัยอีกว่า “แล้วในห้องมืดเรามองเห็นได้อย่างไร” (Romero, 2016, p. 20-22) เขาพยายาม อธิบายสิ่งที่ได้พบเจอให้กับนักวิชาการแต่ผู้คนเหล่านั้นก็ยังไม่มีความเชื่อในแนวคิดของอคลีดีสและ ปโตเลมีที่ว่า ดวงตาของคนเราได้ส่งแสงออกไปกระทบวัตถุ (Kibnis, 1998, p. 184; Lindberg, 1967, p. 321-322; Salih, Al-amri, El-gomati, & Mohamed, 2005, p. 2; Simon, 2006, p. 89-90) อิบน์อัลฮัยษัมกลับไม่ยอมรับในแนวคิดเหล่านั้นเขาต้องการพิสูจน์เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้อง ทำให้เขาเริ่มต้นทำการศึกษาและสร้างห้องทดลองที่มีชื่อว่า Pinhole camera หรือที่เรียกกันว่า

Camera obscura ซึ่งมาจากภาษาละตินโดยคำว่า “Camera” แปลว่า ห้อง ส่วน “Obscura” แปลว่า มืด เมื่อนำคำทั้งสองมารวมกันก็คือ ห้องมืด ซึ่งเป็นห้องอันเป็นจุดเริ่มต้นความรู้พื้นฐานของการสร้างกล้องถ่ายรูปในปัจจุบัน (Romero, 2016, p. 24-25) และกล้องจุลทรรศน์ (Zewail, 2010, p. 1191) โดยภายในห้องจะมีรูขนาดเล็ก (Tiny hole) ณ ตำแหน่งหนึ่งของห้อง เขาวางเทียนหลายตัวไว้นอกห้องและทำการสังเกตจำนวนของลำแสงและภาพที่ปรากฏขึ้นในห้อง บริเวณผนังด้านตรงกันข้ามกับรูที่เจาะไว้ ปรากฏภาพของเทียนที่มีลักษณะกลับหัว (Romero, 2016, p. 26-27; Zewail, 2010, p. 1192) ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ผลการทดลองในห้องมืด (Camera obscura)

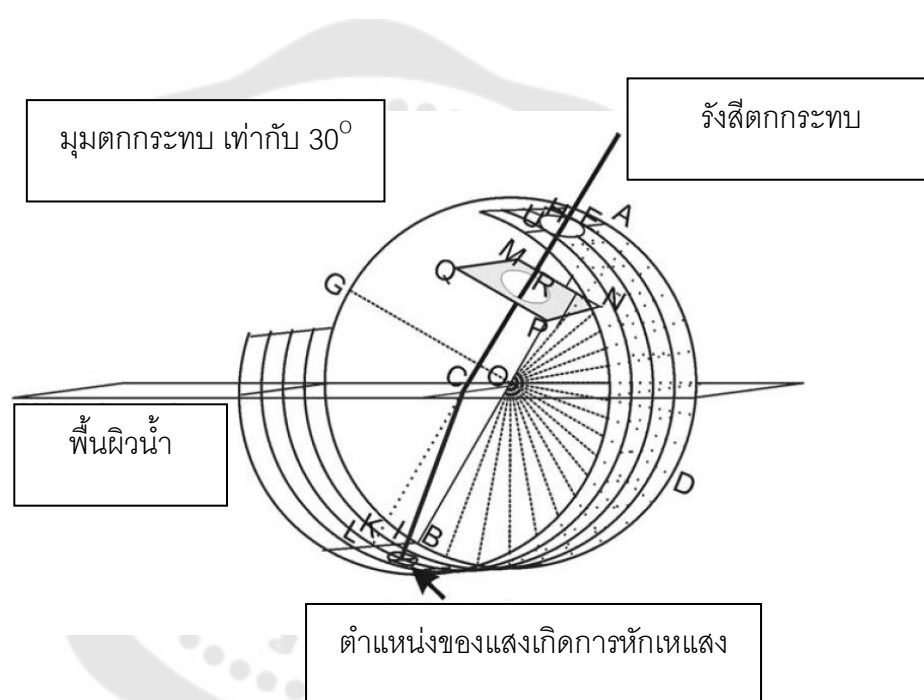
ที่มา: Fizyka ,Z. (1910). *Camera obscura*. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camera_obscura_1.jpg.

อิบ努อัลฮัยษัมทำการทดลองอีกครั้งโดยวางสิ่งกีดขวางกันไว้ระหว่างเทียนและรู เมื่อแสงจากเทียนผ่านรู พบว่า ไม่เห็นลำแสง เขาได้ทำการเปลี่ยนแปลงเทียนที่มีลักษณะแตกต่างกันวางเรียงกัน เพื่อสังเกตว่า ผลการทดลองจะเหมือนเดิมหรือไม่ สิ่งที่ปรากฏคือ เห็นลำแสงขนานกัน (Salih et al., 2005, p. 2) จากการทดลองทำให้อิบ努อัลฮัยษัมอธิบายได้ว่าเป็นไปไม่ได้ที่คนเราจะมองเห็นในที่มืด หากแต่แสงตกกระทบเข้าตาของเราเท่านั้นถึงจะทำให้เรามองเห็นในที่มืด เราไม่สามารถมองเห็นในบริเวณแหล่งกำเนิดแสง เพราะตาของเราจะพว่เมื่อแสงส่องผ่านรูของห้องมืด เราก็จะเห็นแสงสว่างตรงผนังห้องนั้น (Unal & Elcioglu, 2009,

p. 326) อย่างไรก็ตามจากการทดลองและสังเกตหลายครั้งทำให้เขาได้ข้อสรุปว่า “แสงเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงไม่ได้เกิดจากดวงตาที่ส่องกระทบวัตถุ แต่วัตถุนั้น ๆ ต่างหากที่ส่งแสงเข้าสู่ดวงตาของเรา” ซึ่งตรงกันข้ามแนวคิดของอคลิติสและปโตเลมีที่ว่า ดวงตาของคนเราได้ส่งแสงออกไปกระทบวัตถุ (Kibnis, 1998, p. 184; Lindberg, 1967, p. 321-322; Salih et al., 2005, p. 2; Simon, 2006, p. 89-90)

หลังจากนั้นเขาก็ทำการทดลองเกี่ยวกับการหักเหแสงด้วยลำแสงและได้สร้างเครื่องมือวัดการหักเหของแสง ซึ่งใช้ได้เฉพาะการหักเหของแสงที่ผ่านน้ำเท่านั้น ดังภาพประกอบ

9



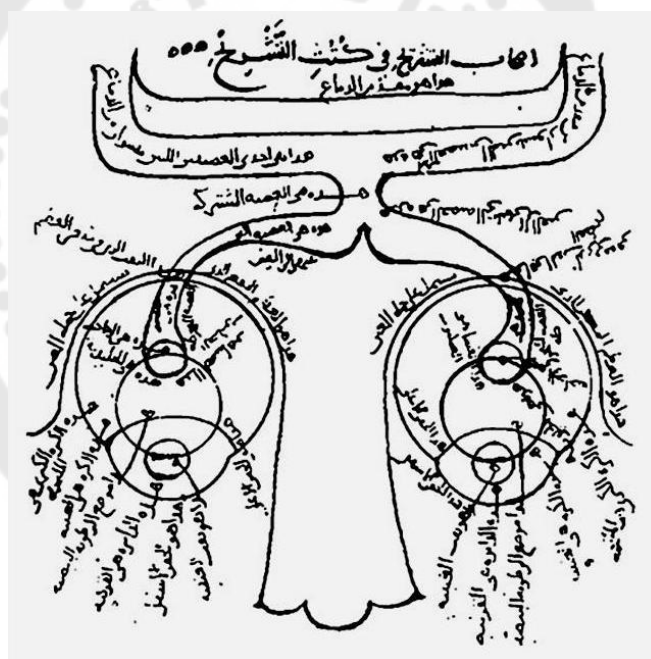
ภาพประกอบ 9 เครื่องมือวัดการหักเหของแสงของอิบนุอัลฮัยษัม

ที่มา: Mihas ,P. (2008, August). Developing ideas of refraction, Lenses and rainbow through the use of historical resources. *Science & Education*, 17(7), 760.

อิบนุอัลฮัยษัมทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีกและพิถีพิถันในการออกแบบการทดลองจากภาพประกอบ 9 อุปกรณ์ในการทดลองประกอบด้วย แก้วน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมดินสอและไม้บรรทัด เขาพยายามปรับลำแสงให้ขนานกันโดยการเปิดตำแหน่ง UHF และรูตรงบริเวณ R เขาเคลื่อนดินสอให้ขนานกับไม้บรรทัด ซึ่งแช่อยู่ในน้ำตรงตำแหน่ง CI เพื่อแสดงให้เห็นการหักเหของแสงหลังจากที่แสงเดินทางผ่านอากาศตกกระทบลงสู่ผิวน้ำ ผลการทดลองของอิบนุอัลฮัยษัมไม่ได้แสดงเป็นตารางชัดเจนเหมือนปโตเลมี อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยที่พยายามศึกษาการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของอิบนุอัลฮัยษัมซึ่งมีชื่อว่า ไวลด์ เขาได้ศึกษาเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแสงและการมองเห็นได้กล่าวว่า “วีเทลโล ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งพยายามอธิบายแนวคิดของอิบนุอัลฮัยษัมให้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนได้มาซึ่งสมการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายการหักเหของแสง (Wilde, 1838, as cited in Mihas, 2008, p. 759) ซึ่งผลการทดลองพบว่าการหักเหของแสงจากแก้วไปสู่อากาศของอิบนุอัลฮัยษัมใกล้เคียงกับปโตเลมีมาก กล่าวคือ ที่มุมตกกระทบ 30° มุมหักเหแตกต่างกันเพียง $\frac{1}{2}^{\circ}$ เท่านั้น (Ghione, 2016, p. 7; Wilde, 1838, as cited in Mihas, 2008, p. 759) จากการทดลองและสังเกตอิบนุอัลฮัยษัมอธิบายในเชิงกลศาสตร์ว่า “วัตถุทุกชนิดมีการเคลื่อนที่และการเคลื่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีแรงต้านทานเข้ามาเกี่ยวข้อง ถ้าแรงต้านทานของวัตถุนิดที่สองมีมากกว่าชนิดที่หนึ่งก็จะทำให้วัตถุนิดที่สองเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับวัตถุนิดที่หนึ่ง และนี่คือ ลักษณะของการหักเหของแสง” (Bettany, 1995, p. 249; Lindberg, 1983, as cited in Mihas, 2008, p. 761; Shuriye, 2011, p. 63) คุณสมบัติอีกข้อหนึ่งก็คือ การหักเหของแสงทำให้เรามองเห็นภาพของวัตถุหนึ่งตรงกันข้ามกับความเป็นจริง อาทิเช่น การมองวัตถุที่อยู่ในน้ำหรือแก้ว เราจะเห็นวัตถุนั้นขนาดใหญ่กว่าของจริง (Romero, 2016, p. 35) โดยทั่วไปเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปพบรอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิด แล้วแสงที่เดินทางกลับไปยังตัวกลางเดิมนั้นจะทำให้เกิดการสะท้อนแสงและซึ่งรังสีที่ขนานและอยู่ใกล้เส้นแกนมุขสำคัญของกระจกจะเรียกว่า Paraxial ray รังสีนี้สะท้อนผ่านจุดโฟกัส (F) ทำให้เกิดภาพ (Mihas, 2002, p. 313-314) จะเห็นได้ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยการทดลองเท่านั้น วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

จากการศึกษาและทดลองเรื่องของแสง ซึ่งมีผลต่อการมองเห็นทำให้อิบนุอัลฮัยษัมได้ศึกษาแนวคิดของฮุไนน์ อิบนุอิชฮาคว์ (Hunayn ibn ishaq) (Eastwood, 1986,

p. 415; Khan, 2015, p. 38; Shoja, Agutter, & Shane Tubbs, 2015, p. 4) และรอซียี (Razi) ซึ่งได้อธิบายกายวิภาคของตา (Khan, 2015, p. 38; Shoja et al, 2015, p. 4) ประกอบกับการสังเกตและการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ของอิบน์อัลฮัยษัม ดังข้อความหนึ่งที่ได้เขียนไว้ในตำราอัลมานาซีรุว่า “หากสังเกตจากลักษณะของกระจกตา (Cornea) ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวส่วนนี้น่าจะเป็นบริเวณที่ให้แสงทะลุผ่านและเป็นศูนย์กลางของตาที่ทำให้เกิดการมองเห็น” (Unal & Elcioglu, 2009, p. 328) จากความพยายามมุ่งมั่นในการศึกษาของอิบน์อัลฮัยษัมทำให้สามารถอธิบายกายวิภาคและสรีรวิทยาของตาได้อย่างละเอียด ซึ่งการค้นพบของเขาสามารถนำมาใช้อธิบายส่วนประกอบของตากับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้ อาทิเช่น กระจกตา (Cornea) เลนส์ตา (lens) เรตินา (Retina) เป็นต้น (Bettany, 1995, p. 248; Gorini, 2003, p. 54; Masic, 2008, p. 186; Tbakkhi & Amr, 2007, p. 464-465) ดังภาพประกอบ 10

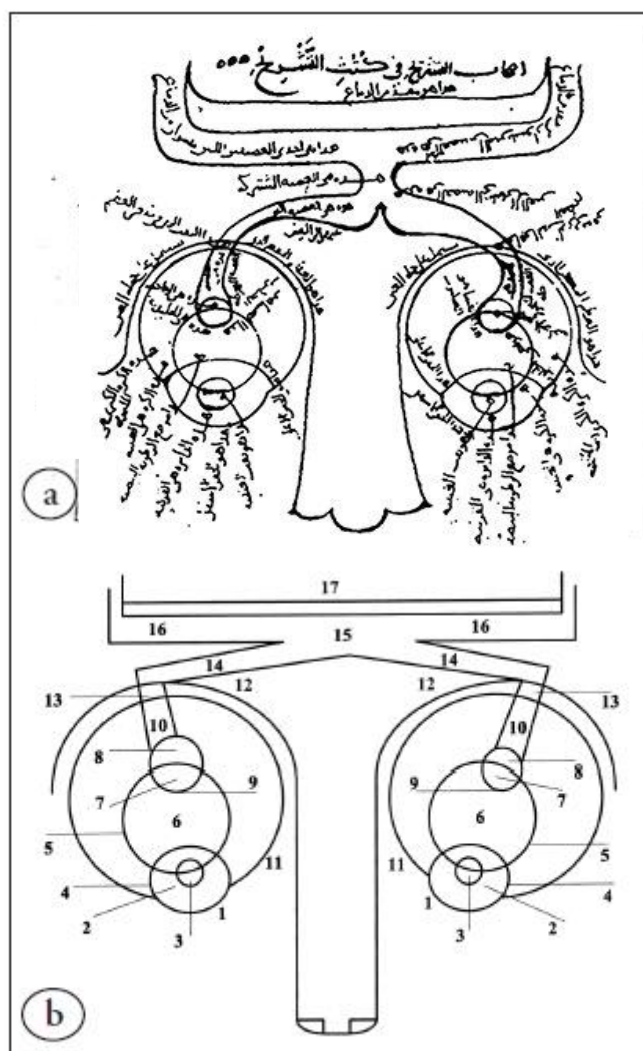


ภาพประกอบ 10 ส่วนประกอบของตาและการเชื่อมโยงไปยังเส้นประสาท

ที่มา: Romero, L. (2016). Ibn al-haytham the man who discovered how to see.

จากไดอะแกรมในภาพประกอบ 10 ข้างต้น นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายแนวคิดของอิบอัลฮัยษัมโดยเทียบเคียงกับแนวคิดส่วนประกอบของตาในปัจจุบันดังภาพประกอบ

11

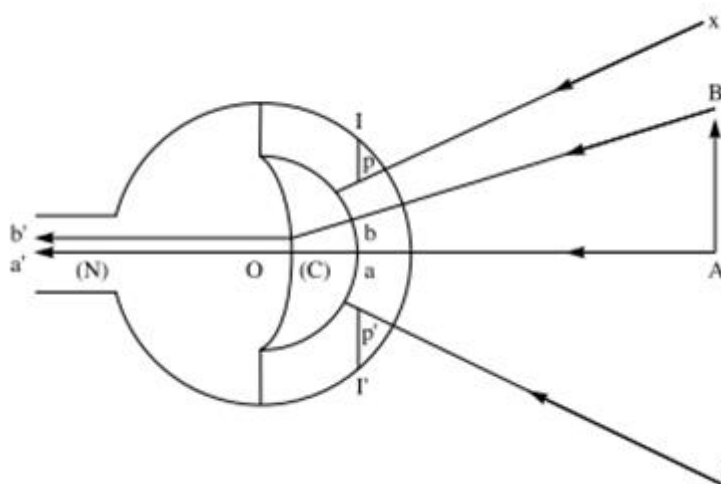


ภาพประกอบ 11 การเปรียบเทียบส่วนประกอบของตาระหว่างแนวคิดของอิบอัลฮัยษัมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ที่มา: Unal, N. & Elcioglu, O. (2009, March). Anatomy of the eye from the view of ibn al-haytham (965-1039) the founder of modern optics. *Saudi Medical Journal*, 30(3), 327.

จากภาพประกอบ 11 แสดงส่วนประกอบของตา ซึ่งแนวคิดของอิบนุอัลฮัยษัม เป็นภาพ a และแนวคิดในปัจจุบันเป็นภาพ b ทั้งหมดมี 17 หมายเลข โดยหมายเลข 1 คือ เปลือกตาล่าง (Lower eyelid) หมายเลข 2 คือกระจกตา (Cornea) หมายเลข 3 คือ รูม่านตา (Pupil) หมายเลข 4 คือ เปลือกตาบน (Upper eyelid) หมายเลข 5 คือ ลูกตา (Eyeball) หมายเลข 6 คือ สารน้ำในลูกตา (Aqueous humor) หมายเลข 7 คือ เลนส์ตา (Crystalline humor) หมายเลข 8 คือ วุ้นตา (Vitreous humor) หมายเลข 9 คือ เยื่อหุ้มเลนส์ (The membrane surrounding crystalline humor) หมายเลข 10 คือ เส้นประสาทรูปกรวย (Conic nerve) หมายเลข 11 คือ เยื่อหุ้มลูกตา (The conjunctive sphere surrounding eyeball) หมายเลข 12 คือ เบ้าตา หมายเลข 13 คือ เรตินา (Retina) หมายเลข 14 คือ เส้นประสาทตา (Optic nerves) หมายเลข 15 คือ จุดรวมของเส้นประสาทตา (The combination point of the optic nerves) หมายเลข 16 คือ เส้นประสาทตาจากสมอง (The optic nerve from the brain) และหมายเลข 17 คือ สมองส่วนหน้า (Front part of the brain)

นอกจากนี้เราได้แสดงให้เห็นถึงสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพในตำรา อัลมานาซिर ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 สรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพ

ที่มา: Simon, G. (2006, April). The gaze in ibn al-haytham. *The Medieval History Journal*, 9(1), p. 94.

จากภาพประกอบ 12 แสดงถึงสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพ โดยตำแหน่ง N เป็นเส้นประสาทตา , pp. แทนด้วย รูม่านตา, O แทนด้วย ศูนย์กลางของตา, II' แทนด้วย ม่านตา, C แทนด้วย เลนส์ตา, AB แทนด้วย วัตถุ Aa,Bb แทนด้วย บริเวณที่แสงทะลุผ่าน (ส่วนใหญ่บริเวณกระจกตาและด้านหน้าของเลนส์ตา) และ a'b' แทนด้วย ประสาทสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพ รวมถึงวุ้นตา (Vitreous humor) และประสาทตา (Optic nerve) ข้างหลังของเลนส์ตามีลักษณะราบหรือโค้งนูน เมื่อแสงตกกระทบวัตถุแล้วจะเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตาทางเลนส์ตา โดยแสงที่สะท้อนนั้นจะขนานกับแกนของตา ทำให้เกิดภาพบริเวณข้างหลังของเลนส์ตา (ซึ่งปัจจุบันบริเวณนี้คือ เรตินา) แล้วส่งข้อมูลของวัตถุที่มองเห็นผ่านเส้นประสาทไปสู่สมอง สมองจะทำการแปลข้อมูลเป็นภาพของวัตถุนั้น ๆ (Eastwood, 1986, p. 428-429; Simon, 2006, p. 94-95) จะเห็นได้ว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยการทดลองเท่านั้น วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งแตกต่างกัน

จากแนวคิดเกี่ยวกับแสงและการมองเห็นอีกทั้งสิ่งประดิษฐ์ของอิบนุอัลฮัยษัม ดังกล่าวมาข้างต้น เขาได้อาศัยหลักการของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น การสังเกต การลงความเห็น การตั้งสมมุติฐาน การทดลอง การรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ผสมผสานกับความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำงานของเขาค้นคว้าได้ว่าเขาเป็นนักวิทยาศาสตร์สำหรับที่มีความคิดริเริ่มวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Abdulrani, 2011, editorial; Amr & Tbakhi, 2007, p. 465; Gorini, 2003, p. 54; Masic, 2008, p.184-185; Rayan, 2014, p. 322; Shuriye, 2011, p. 60-61) และสิ่งสำคัญที่ทำให้อิบนุอัลฮัยษัม สามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างโดดเด่น คือ ความเป็นนักคณิตศาสตร์และนักปรัชญา ในส่วนของคณิตศาสตร์นั้นได้ช่วยให้เขาสามารถวิเคราะห์ปัญหาและอ้างเหตุผลการวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ ส่วนปรัชญานั้นช่วยให้เขามีความลึกซึ้งในเรื่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี จากการทำงานของอิบนุอัลฮัยษัมสามารถสรุปคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอิบนุอัลฮัยษัม

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	อิบนุอัลฮัยษัม (Ibn al-haytham)
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้	✓
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	✓
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	✓
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	✓
5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	-
6. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	-
7. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	✓
8. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	✓
9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและมีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ	-

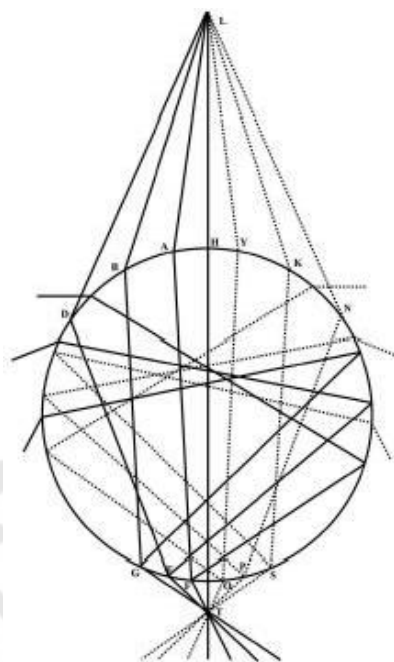
จากตาราง 6 แสดงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอิบนุอัลฮัยษัม ซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และตรวจสอบได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

3. อัลฟารีซี (Al-farisi)

อัลฟารีซี (Al-farisi) มีชื่อจริงว่า กามาล อัล-ดิน ฮาซัน อิบนุ อาลี อิบนุ ฮาซัน อัลฟารีซี (Kamal al-din hasan ibu ali ibn hasan al-farisi) ถือกำเนิดในนครเตหะราน ประเทศอิหร่าน เขาเริ่มต้นศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนดับฮิซ ซึ่งตั้งอยู่ในเมืองอาเซอร์ไบจานและได้รับการสอนจากครูที่มีความเชี่ยวชาญทางดาราศาสตร์มีชื่อว่า ฮุตูป อัลดิน อัลชีรอซี (Qutb al-din al-shirazi) (Agargun, 1994, p.162; Khan, 2016, p. 31; Kirchner & Amirshani, 2016, p. 15; Mahmood, 2013, p. 12) ครูท่านนี้เป็นลูกศิษย์ของ นาซีร อัลดิน อัลทุซียี (Nasir al-din al-tusi) โด่งดังในสาขาคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ (Kirchner; & Amirshani, 2016,

จากภาพประกอบ 13 อัลฟารีซีพยายามตีความคำอธิบายของอิบน์อัลฮัยษัม ดังนี้ 1) รังสีที่ตกกระทบบนกระจกโค้งจะต้องขนานกับแกนमुखสำคัญ แต่ทำไมตรงตำแหน่ง S จึงปรากฏเป็นรังสีที่อยู่นอกกระจก 2) การเกิดมุมหักเหจะเกิดจากรังสีที่เบี่ยงเบนจากแกน (HDS) ไปนอกกระจกและตำแหน่งของมุมหักเหจะปรากฏนอกกระจกเช่นกัน (ตำแหน่ง S) ซึ่งมุมที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นสองเท่าของมุมเบี่ยงเบน (BMN) 3) การหักเหหลายครั้งนั้น รังสีตกกระทบบจะเกิดการเบี่ยงเบนจากแกนมากกว่าตำแหน่งแรกที่เกิดการหักเหของแสง (ตำแหน่ง S) และ 4) จะมีเพียงรังสีเดียวเท่านั้นที่เกิดการหักเหของแสงตรงตำแหน่ง S เมื่อแสงตกกระทบบขนานกับแกนกระจกและศูนย์กลางของแกนจะมีระยะทางเป็น $\frac{1}{4}$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางของกระจก จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของอัลฟารีซีแสดงให้เห็นว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องยึดหลักคุณธรรมจริยธรรม ชื่อสัตย์ และยอมรับการตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน อาศัยการสังเกตและการลงความเห็นในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

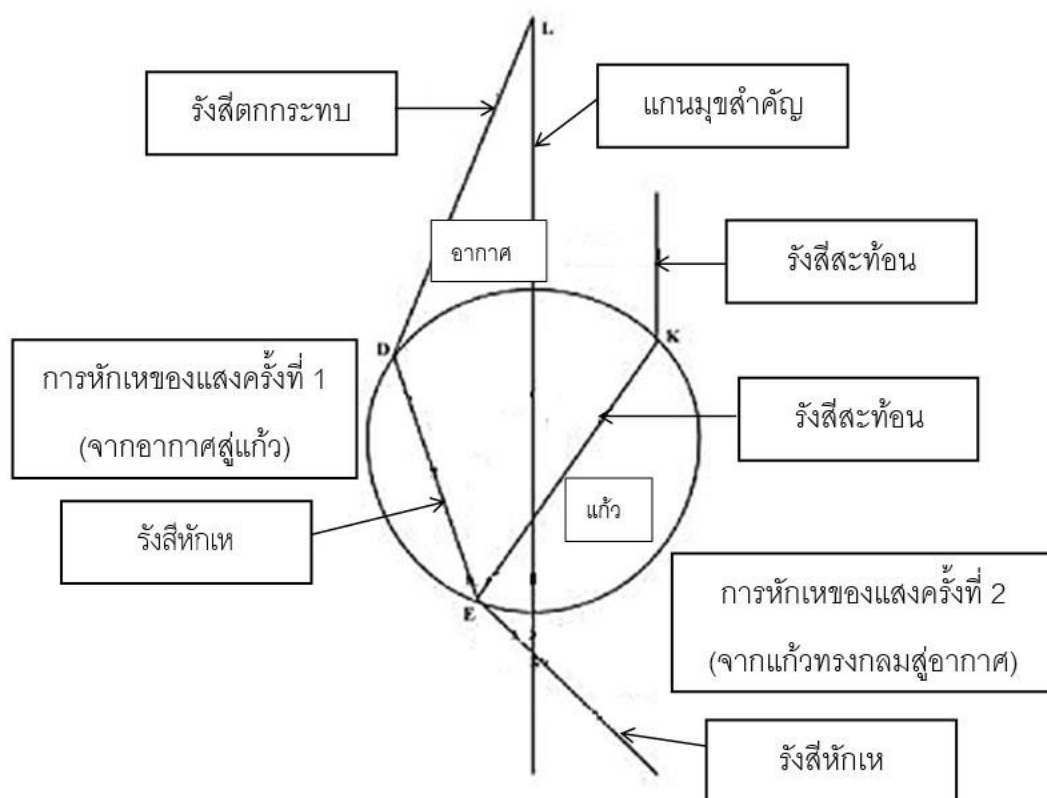
อัลฟารีซีรวบรวมข้อมูลที่เขาส่งสัยจากการอ่านตำราอัลมานาซिरและเขียนเป็นตำราวิจารณ์เกี่ยวกับข้อสงสัยดังกล่าว ซึ่งมีชื่อว่า Tanqih al-manazir (Burn, 2010, p. 8; Corradi, 2016, p. 51; Ghione, 2016, p. 7; Kirchner & Amirshani, 2016, p. 16; Khan, 2015, p. 44; 2016, p. 31) อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองของอิบน์อัลฮัยษัม นอกจากการตีความจากการทดลองโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แล้ว อัลฟารีซีพยายามอธิบายปรากฏการณ์เรื่องรุ้งกินน้ำด้วยการทดลองซ้ำอีกครั้ง (Mahmood, 2013, p.12; Topdemir, 2007, p. 78) ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแก้วน้ำที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเสมือนว่าเป็นหยดน้ำฝน หรือที่เรียกว่า “Model of a rain drop” วางในตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านในห้องมืด (Camera obscura) และสังเกตผลที่ปรากฏขึ้น (Al-khalili, 2015, p. 121; Burns, 2010, p. 8; Corradi, 2016, p. 51; Ghione, 2016, p. 8; Khan, 2016, p. 31; Mahmood, 2013, p. 12; Topdemir, 2007, p. 79) ซึ่งผลการทดลองดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ผลการทดลองของอัลฟาริซี

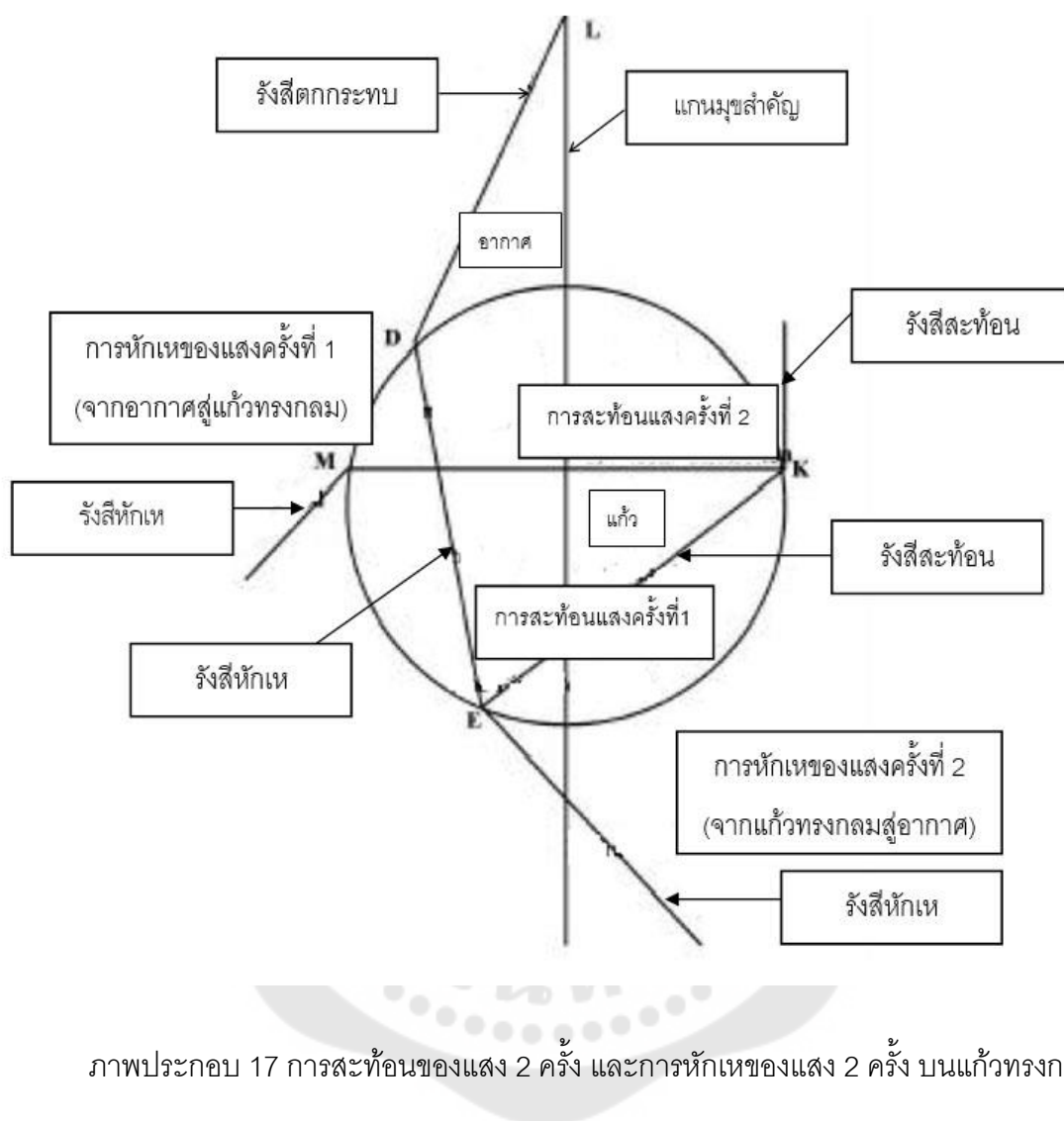
ที่มา: Topdemir, H. G. (2007). Kamal al-din al-farisi's explanation of the rainbow. *Humanity & Social Sciences Journal*, 2(1), 80.

จากผลการทดลองดังภาพประกอบ 14 อัลฟาริซีอธิบายว่า เมื่อแสงที่อยู่ในอากาศเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจะเกิดการสะท้อนแสงและการหักเหของแสงตามลำดับดังนี้ 1) การหักเหของแสง 2 ครั้ง 2) การหักเหของแสง 2 ครั้งและการสะท้อนของแสง 1 ครั้ง และ 3) การสะท้อนแสง 2 ครั้งและการหักเหของแสง 2 ครั้ง ท็อปดีเมียร์ (Topdemir, 2007, p. 80) ซึ่งเป็นคนหนึ่งที่ได้อธิบายการทดลองของอัลฟาริซีพยายามอธิบายผลการทดลองให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยแยกให้เห็นถึงการหักเหของแสงและการสะท้อนของแสง ดังภาพประกอบ 15 16 และ 17



ภาพประกอบ 16 การหักเหของแสง 2 ครั้ง และการสะท้อนของแสง 1 ครั้ง บนแก้วทรงกลม

ที่มา: Topdemir, H. G. (2007). Kamal al-din al-farisi's explanation of the rainbow. *Humanity & Social Sciences Journal*, 2(1), 81.



ภาพประกอบ 17 การสะท้อนของแสง 2 ครั้ง และการหักเหของแสง 2 ครั้ง บนแก้วทรงกลม

ที่มา : Topdemir, H. G. (2007). Kamal al-din al-farisi's explanation of the rainbow. Humanity; & Social Sciences Journal, 2(1), 81.

จากภาพประกอบ 17 อธิบายได้ว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่ในอากาศ (ตำแหน่ง L) ผ่านแก้ว ซึ่งตัวกลางทั้งสอง (แก้วและอากาศ) มีความหนาแน่นที่ต่างกันทำให้เกิดการหักเหของแสง รังสีที่หักเหก็จะเป็นรังสีตกกระทบผ่านจากตัวกลางที่เป็นแก้ว (ตำแหน่ง E) ไปยังอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงขึ้นอีกครั้งหนึ่งตรงตำแหน่ง T แต่จะเกิดการหักเหของแสงเพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากอยู่ด้านในของแก้ว เสมือนเป็นผิวด้านในของหยดน้ำฝน ภาพประกอบ 14 อธิบายได้ว่า เมื่อเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง ตรงตำแหน่ง E ก็จะมีการสะท้อนของแสงตรงตำแหน่ง K

ส่วนภาพประกอบ 15 อธิบายได้ว่า เกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และการสะท้อนของแสง 1 ครั้ง อาศัยการอธิบายจากภาพประกอบ 13 และ 14 มีการสะท้อนของแสงเกิดขึ้นอีกครั้งภายในผิวของ แก้วทรงกลมจากตำแหน่ง K ไปยังตำแหน่ง M ทำให้เกิดการสะท้อนของแสง 2 ครั้ง และการหักเหของแสง 2 ครั้ง

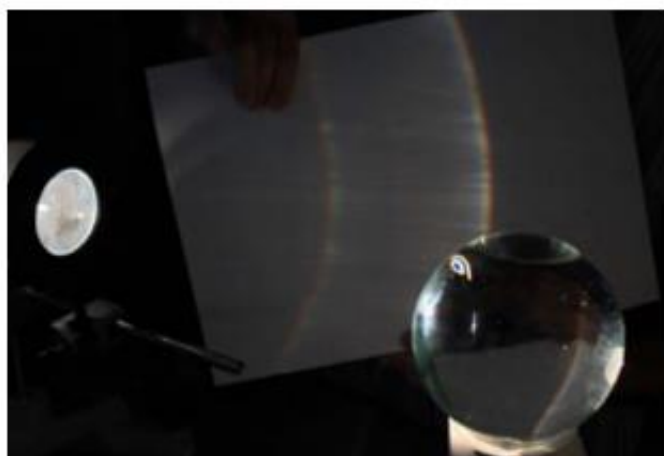
จากการทดลองนี้อัลฟารีซี้อธิบายเรื่องรุ้งกินน้ำได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลังจากฝนตกและเมื่อแสงแดดส่องผ่านน้ำฝนในอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสงหลายครั้ง (Burns, 2010, p. 8; Kirchner & Amirshani, 2016, p.15; Mahmood, 2013, p.12; Topdemir, 2007, p. 82) ซึ่งแสงแดดที่ตกกระทบตรงผิวด้านบนของหยดน้ำฝน (ด้านนอกของแก้ว) และเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งปฐมภูมิ (Primary rainbow) หลังจากนั้นเมื่อแสงกระทบด้านล่างของหยดน้ำฝนจะเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งทุติยภูมิ (Secondary rainbow) (Al-khalili, 2015, p.121; Ghione, 2016, p. 8; Kirchner & Amirshani, 2016, p. 16; Topdemir, 2007, p. 82) ส่วนลำดับของสี (The order of the colour of the rainbow) ที่ปรากฏอัลฟารีซี้อธิบายว่า สีของรุ้งปฐมภูมิและทุติยภูมินั้นแตกต่างกัน (Ghione, 2016, p. 8; Kirchner, 2015, p. 16; Topdemir, 2007, p. 82) โดยสีของรุ้งปฐมภูมิจะสว่างกว่ารุ้งทุติยภูมิ (Ghione, 2016, p. 8; Kirchner, 2015, p. 9) ส่วนสีของรุ้งกินน้ำประกอบด้วย สีแดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน (Kirchner, 2015, p. 9)

จีโอน (Ghione, 2016, p. 8) ซึ่งเป็นอีกคนหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการทดลองของอัลฟารีซีได้สร้างแบบจำลองทางเรขาคณิต ซึ่งพัฒนามาจากอุปกรณ์ที่อัลฟารีซีใช้ในการสังเกตปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำดังภาพประกอบ 18 และ 19



ภาพประกอบ 18 แบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟารีย์

ที่มา: Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 70.



ภาพประกอบ 19 ผลการทดลองจากแบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟารีย์

ที่มา: Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 71.

จีโอนีนได้นำแบบจำลองทางเรขาคณิตที่สร้างขึ้น ดังภาพประกอบ 19 ทำการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันกับอัลฟารีย์พบว่า รุ้งปฐมภูมิจะเกิดขึ้นที่มุมตกกระทบเท่ากับ 50° เกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสง 2 ครั้ง ในขณะที่เดียวกันรุ้งทุติยภูมิเกิดขึ้นที่มุม

ตกกระทบเท่ากับ 67° เกิดการหักเหของแสง 2 ครั้งและการสะท้อนของแสง 2 ครั้ง (Ghione, 2016, p. 8) แนวคิดของอัลฟารีซีสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์เรื่อง รุ้งกินน้ำ จนถึงปัจจุบันนี้ ดังนั้นแนวคิดของอิบน์อัลฮัยษัมจึงถูกลบล้างไปซึ่งแสดงให้เห็นถึงว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่คงทนและสามารถเปลี่ยนแปลงเมื่อมีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง สามารถลบล้างหลักฐานเก่า นอกจากนี้จากการการทำงานของอัลฟารีซียังแสดงให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ ซึ่งวิธีการได้มาหลากหลายแนวทางและไม่มีขั้นตอนตายตัว วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

อัลฟารีซีเป็นนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งที่มีความทุ่มเทและมุ่งมั่น ในระหว่างที่มีชีวิตเขาวิจัยและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผลงานที่โดดเด่นของเขาประกอบด้วย การอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำและค้นพบทฤษฎีของตัวเลข (Theory of number) หลังจากที่เขาได้เสียชีวิตในคริสต์ศักราช 1320 ทฤษฎีดังกล่าวได้เป็นแนวทางให้กับนักคณิตศาสตร์ในการต่อยอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่อไปจนถึงปัจจุบัน (Agargun & Flasher, 1994, p. 162; Burns, 2010, p. 8; Mahmood, 2013, p. 12) จากการทำงานของอัลฟารีซีสามารถสรุปคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอัลฟาริซี

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	อัลฟาริซี (Al-farisi)
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้	✓
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	✓
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	✓
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	✓
5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	-
6. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	-
7. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	✓
8. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	✓
9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและส่งผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ	-

จากตาราง 7 แสดงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของอัลฟาริซี ซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประวัติของญาบิร อิบน์ ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซี สามารถสรุปคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละคนได้ดังนี้ตาราง 8

ตาราง 8 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซี

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ญาบิร (Jabir ibn hayyan)	อิบน์อัลฮัยษัม (Ibn al-haytham)	อัลฟาริซี (Al-farisi)
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้	-	-	✓
2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	✓	✓	✓
3. ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	✓	✓	✓
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่ขึ้นตอนตายตัว	✓	✓	✓
5. กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	-	-	-
6. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของคนนักวิทยาศาสตร์	✓	-	-
7. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและลงความเห็นว่าสิ่งมีความแตกต่างกัน	✓	✓	✓
8. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	✓	✓	✓
9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันและส่งผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ	-	-	-

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซี ซึ่งสรุปได้ว่า คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบจากประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามทุกท่านมี 5 คุณลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมียุทธศาสตร์เชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 4) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและลงความเห็น ซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 5) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ส่วนคุณลักษณะไม่พบจากประวัติของนักวิทยาศาสตร์ทุกท่านประกอบด้วย 2 คุณลักษณะคือ 1) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และ 2) คุณลักษณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ สำหรับคุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้พบจากประวัติอัลฟาริซี และคุณลักษณะสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์พบจากประวัติของญาบิร อิบน์ฮัยยานเท่านั้น

5. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

5.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ มีชื่อเรียกในภาษาไทยได้หลายคำ เช่น หน่วยการเรียนรู้ การสอน หน่วย การสอน หน่วยการเรียนรู้ ทั้งนี้ นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป วัฒนา ระงับทุกข์ (2545, น. 130) , และดวงเดือน อ่อนน้อม (2548, น. 29) ได้อธิบายว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ที่ครบวงจรในเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการจำแนกเนื้อหาความรู้ของแต่ละสาระหรือรายวิชาออกเป็นเรื่อง ส่วนพรพิมล พรพิริชนม์ (2550, น. 223) และนพเก้า ณ พัทลุง (2551, น. 55) ได้มีความเห็นสอดคล้องกันว่า หน่วยการเรียนรู้เป็นการกำหนดรายการสาระการเรียนรู้ของรายวิชาที่แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ นอกจากนี้เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว (2547, น. 14) ได้ให้ความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่าหมายถึง จำนวนเนื้อหาของบทเรียนที่นักเรียนสามารถเรียนจบได้ในตัว ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 บทเรียน มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบประกอบกับการเรียน

ส่วนสิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ (2553, น. 6) ได้ให้ความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่าหมายถึง ชุดที่ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ประสบการณ์การเรียนรู้ และสื่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากการให้ความหมายของนักวิชาการหลายท่านสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึงชุดของสาระการเรียนรู้หนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ครบวงจรในสาระการเรียนรู้นั้น

5.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้สามารถเขียนได้หลายรูปแบบ สำหรับองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้มีนักวิชาการหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาได้แสดงความเห็นที่สอดคล้องและแตกต่างกันดังนี้

ยุพดี เส้นขาว (2547, น. 98) ได้อธิบายว่า องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) สภาพปัญหาและความจำเป็น 2) เป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ 3) หลักการของหน่วยการเรียนรู้ 4) เนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ 5) กิจกรรมการเรียนรู้ 6) สื่อการจัดการเรียนรู้ และ 7) การวัดและประเมินผล

นพเก้า ณ พัทลุง (2551, น. 55) ได้อธิบายว่า สำหรับหน่วยการเรียนรู้มีองค์ประกอบเช่นเดียวกันกับหลักสูตรรายวิชา ประกอบด้วย 1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ 2) จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ 3) เนื้อหาสาระ 4) กิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) การประเมินผล

อารยา ปาละโชติ (2551, น. 156) ได้อธิบายว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ในหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) สภาพปัญหาและความจำเป็น 2) เป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ 3) ระดับช่วงชั้น 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 6) สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ และ 7) การวัดและประเมินผล

สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ (2553, น. 216-221) ได้อธิบายว่า องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) ที่มาและความสำคัญ 2) จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ 3) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง 4) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 5) เนื้อหาสาระ 6) กิจกรรมการเรียนรู้ 7) สื่อการจัดการเรียนรู้ และ 8) การวัดและประเมินผล

กระทรวงศึกษาธิการ (2553, น. 45-46) องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งต้องสะท้อนให้เห็นถึงสาระสำคัญหรือความคิดรวบยอดในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ ดังนั้นชื่อหน่วยการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้

- 1.1 น่าสนใจ อาจเป็นประเด็นปัญหา ข้อคำถามหรือข้อโต้แย้งที่สำคัญ
- 1.2 สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสังคมของนักเรียน
- 1.3 เหมาะสมกับวัย ความสนใจและความสามารถของนักเรียน

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่นำมาจัดทำหน่วยการเรียนรู้ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ ซึ่งอาจมาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สามารถอยู่ในหน่วยการเรียนรู้มากกว่าหนึ่งหน่วยการเรียนรู้ได้ เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดได้จากการวิเคราะห์แก่นความรู้แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดรวมถึงสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น (ถ้ามี)

5. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

สมรรถนะสำคัญของนักเรียนวิเคราะห์ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นผลมาจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนสอดคล้องกับทักษะ/กระบวนการตามธรรมชาติของวิชา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์วิเคราะห์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษา และกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

ชิ้นงาน/ภาระงานที่กำหนดต้องสะท้อนถึงความสามารถของนักเรียนจากการใช้ความรู้และทักษะที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน จะเป็นสิ่งที่ครูครูกำหนดให้ หรือครูครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้ควรแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นร่องรอยหลักฐานแสดงว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย การวัดและประเมินผลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล ตลอดจนเกณฑ์การประเมินต้องเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้ ครูและนักเรียนควรร่วมกันสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน/ภาระงานหรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินคุณภาพนักเรียน

9. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ ภาระงาน เกิดทักษะ (สมรรถนะสำคัญของนักเรียน) กระบวนการตามธรรมชาติของวิชา และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

10. เวลาเรียน/จำนวนชั่วโมงเรียน

เวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะต้องวิเคราะห์ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่ปรากฏในหน่วยการเรียนรู้จากโครงสร้างรายวิชา

จากความเห็นของนักวิชาการและองค์ทางการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า มีบางขั้นตอนที่เหมือนกันแต่บางขั้นตอนก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยได้เปรียบเทียบองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ตามความเห็นของนักวิชาการและองค์การทาง การศึกษา ตลอดจนองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งแสดงไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ที่พบจากความเห็นของนักวิชาการและ
องค์กรทางการศึกษา

องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้	ยุพดี เสนาขาว (2547)	นพเก้า ณ พัทลุง (2551)	อารยา ปาละโชติ (2551)	สิทธิชัย วิทย์ดิษฐ์ (2553)	กระทรวงศึกษาธิการ (2553)	ผู้วิจัย
ชื่อหน่วยการเรียนรู้	-	✓	-	✓	-	✓
สภาพปัญหาและความจำเป็น	✓	-	✓	✓	-	✓
จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	-	✓
หลักการของหน่วยการเรียนรู้	✓	-	-	-	-	-
เนื้อหาสาระ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ระดับช่วงชั้น	-	-	✓	-	-	-
กิจกรรมการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สื่อการจัดการเรียนรู้	✓	-	✓	✓	✓	✓
การวัดและประเมินผล	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	-	-	-	✓	✓	✓
สาระการเรียนรู้	-	-	-	-	✓	-
สมรรถนะสำคัญของนักเรียน	-	-	-	-	✓	-
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-	-	-	-	✓	-
ชิ้นงาน/ภาระงาน	-	-	-	-	✓	-
เวลาเรียน/จำนวนชั่วโมงเรียน	-	-	-	-	✓	-

จากตาราง 9 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งพบจากความเห็นของนักวิชาการและองค์กรทางการศึกษา สำหรับการวิจัยในครั้งนี้องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หมายถึง ชื่อที่สะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 2) สภาพปัญหาและความจำเป็น หมายถึง สภาพที่แสดงให้เห็นที่มาของปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหน่วย

การเรียนรู้ 3) จุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ หมายถึง เป้าหมายที่ต้องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ต้องการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนั้นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดตามจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ก็คือ พฤติกรรมการเรียนรู้พุทธิพิสัย (Cognitive domain) 4) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หมายถึง ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน 5) เนื้อหาสาระ หมายถึง เนื้อหาที่จะไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้เป็นเนื้อหา เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร 6) กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม 7) สื่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ใบความรู้ ใบงานและอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ และ 8) การวัดและประเมินผล หมายถึง สิ่งที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลประกอบด้วย แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนหลักการของหน่วยการเรียนรู้จัดอยู่ในองค์ประกอบของจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ สำหรับสาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ชิ้นงาน/ภาระงาน และเวลาเรียน/จำนวนชั่วโมงเรียนจะระบุไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.3 แนวคิดการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการนำหลักสูตรสถานศึกษาเข้าสู่ชั้นเรียนสำหรับการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องคำนึงลำดับแรกคือ หน่วยการเรียนรู้ที่จะออกแบบต้องเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่อิงมาตรฐานเช่นเดียวกับหลักสูตร ซึ่งครูครูสามารถพิจารณาเลือกออกแบบได้หลายวิธี แต่ควรครอบคลุมขั้นตอนการออกแบบ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1) การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ 2) หลักฐานการเรียนรู้ และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ต้องสามารถนำพานักเรียนให้เกิดสมรรถนะสำคัญของนักเรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้ด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น. 45) นักวิชาการหลายท่านได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องและแตกต่างกันดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2553, น. 47) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

1. สร้างความรู้ความเข้าใจ

1.1 ควรทำความเข้าใจกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จุดเน้นคุณภาพนักเรียน สาระการเรียนรู้ท้องถิ่นของเขตพื้นที่การศึกษา หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่รับผิดชอบ และองค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้

1.2 ควรรู้ว่าในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดการเรียนรู้นั้นประกอบไปด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดจำนวนเท่าไร สาระการเรียนรู้ที่ได้จากคำอธิบายรายวิชา สมรรถนะสำคัญของนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร และธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้

1.3 ควรรู้วิธีการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งสามารถจัดทำได้หลายลักษณะ แต่ต้องยึดมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนานักเรียน หน่วยการเรียนรู้สามารถออกแบบได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เริ่มจากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

วิธีที่ 2 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นหรือหัวเรื่อง จากสภาพปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนสนใจ

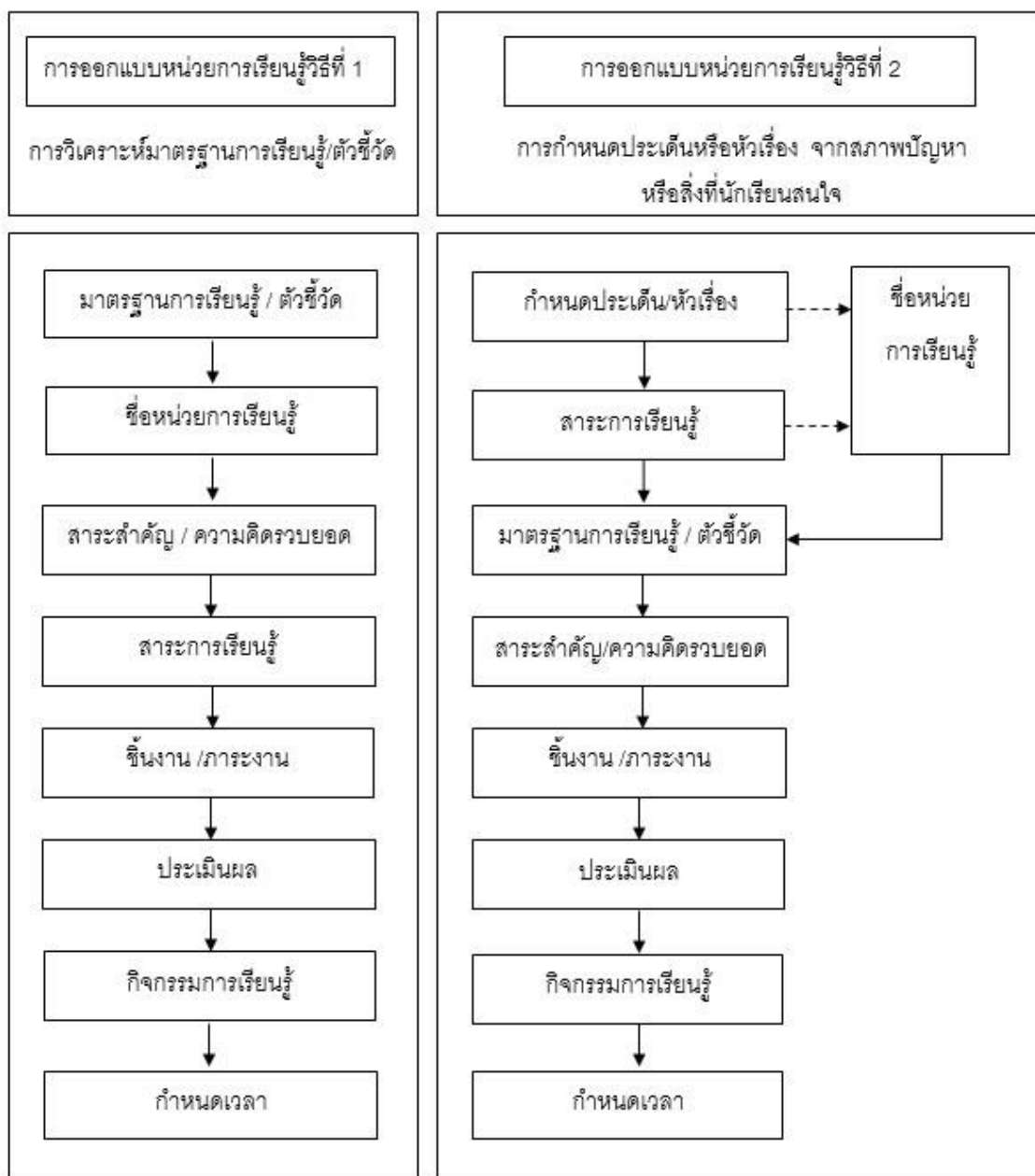
หน่วยการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ 1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ 2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 3) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด 4) สาระการเรียนรู้ 5) สมรรถนะสำคัญของนักเรียน 6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 7) ชิ้นงาน/ภาระงาน 8) การวัดและประเมินผล 9) กิจกรรมการเรียนรู้ และ 10) เวลาเรียน/จำนวนชั่วโมง ดังนั้นหลักการสำคัญ

ของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ คือ ทุกองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

2. วางแผนและจัดทำหน่วยการเรียนรู้

เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำหน่วยการเรียนรู้แล้ว ในขั้นต่อมาเป็นการวางแผนการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ ครูครูต้องนำตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่รับผิดชอบมาพิจารณาว่า ในแต่ละตัวชี้วัดเมื่อนำมาจัดการเรียนรู้ นักเรียนควรรู้อะไรและทำอะไรได้ ควบคู่กับการวิเคราะห์สมรรถนะสำคัญของนักเรียนว่าจะนำพาให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคุณลักษณะอันพึงประสงค์กรณีที่วิเคราะห์แล้วไม่ปรากฏคุณลักษณะสอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 อย่างชัดเจน สามารถวิเคราะห์เพิ่มเติมได้จากคุณลักษณะที่เป็นจุดเน้นของเขตพื้นที่การศึกษาสถานศึกษาและกลุ่มสาระการเรียนรู้ จัดทำหน่วยการเรียนรู้ดังภาพประกอบ





ภาพประกอบ 20 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร

3. ตรวจสอบคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้
4. จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้

อารยา ปาละโชติ (2551, น. 49 – 52), สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ (2553, น. 58), และ จาริพร ผลมูล (2558, น. 73-74) ได้มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการที่จะนำมาใช้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งสืบค้นจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้
3. คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำมากำหนดหน่วยการเรียนรู้ พร้อมตั้งชื่อหน่วยการเรียนรู้
4. นำเนื้อหา มาจัดเรียงลำดับการดำเนินเรื่องให้มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้
5. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
6. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียนรู้
7. ตรวจสอบคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
8. จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้

จากความเห็นของนักวิชาการและองค์กรทางการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ต้องออกแบบให้อิงมาตรฐาน เช่นเดียวกับหลักสูตร แต่ควรครอบคลุมขั้นตอนการออกแบบ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การกำหนดเป้าหมาย การเรียนรู้ 2) หลักฐานการเรียนรู้ และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้
- 2) ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พิจารณาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
- 3) คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ และกำหนดหน่วยการเรียนรู้ พร้อมตั้งชื่อหน่วยการเรียนรู้
- 4) จัดเรียงเนื้อหาและกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้
- 5) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 6) สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

- 7) ตรวจสอบคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้
- 8) จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมาย หลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมถึงสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ บริบทของกลุ่มที่ศึกษา ตลอดจนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา ซึ่งผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวได้ข้อสรุปดังนี้

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ สำหรับคุณลักษณะสำคัญที่สะท้อนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกอบไปด้วย การมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการ มีจิตวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต รวมทั้งพัฒนาคุณภาพชีวิตและสื่อสารสู่ผู้อื่น (สสวท., 2546, น. ง; AAAS, 1993, p. 293) สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลามไว้ใน สาระที่ 8

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 14-15)

2. จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานกันของความรู้ต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ประวัติของวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาและสังคมวิทยาเข้าด้วยกัน เพื่ออธิบาย ประเด็นต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร ทำอะไรได้บ้าง นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร และสังคมมีการตอบสนองต่อความพยายามในการศึกษาค้นคว้า ของนักวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง เป็นต้น (McComas et al., 2000, p. 4; Lonsbury & Ellis, 2002, p. 3; Clough & Olson, 2008, p.143) หากนักเรียนได้รับการส่งเสริมให้มีความเข้าใจใน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างมี ความหมาย มีความเข้าใจ มีความสนใจ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้าง องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Driver et al., 1996, p.16-18; McComas, 2002, p. 11-14) ผลจากการวิจัยในช่วงหลายปีที่ผ่านมายังพบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอและคลาดเคลื่อน (กาญจนา มหาลี และ ชาทรี ฝ่ายคำตา, 2553, น. 796; สุทธิดา จำรัส และคนอื่น ๆ., 2552, น. 360) ปัจจัยหนึ่งเกิดจากสังคมและวัฒนธรรม (Kang et al., 2005, p. 332; Deng et al., 2014, p. 856) โดยเฉพาะศาสนาซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผล อย่างมากต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Wan et al., 2013, p. 1134)

3. กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน เอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดยะลา ซึ่งมีบริบททางสังคมและวัฒนธรรมแตกต่างจากภูมิภาค อื่น ๆ กล่าวคือ มีความเชื่อในพระองค์อัลลอฮ์เพียงผู้เดียวและเชื่อว่า ทุกสิ่งทุกอย่างในสากล จักรวาลพระองค์เป็นผู้สร้างและวางกฎระเบียบทั้งหมด จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยใน บริบทเช่นนี้พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบาย ปรัชญาการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ นักเรียนก็จะเข้าใจตามความเชื่อทางศาสนา

4. จากการสำรวจของผู้วิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดยะลา จำนวน 1,549 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าสามารถทำได้หลากหลายวิธีและสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะเป็น บทความสั้น (Vignette) เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Historical of science case studies) และการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) (Stinner et al., 2003, p. 619-622)

2. วิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แต่ละวิธี รวมทั้งความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กับประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งแต่ละวิธีมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุผล 3 ประการดังนี้

2.1 เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งผลจากการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Kim & Irving, 2010, p. 196-197) ได้พบว่า นักเรียนได้ทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และเนื่องด้วยกลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม พูอาดและคนอื่น ๆ (Fouad et al., 2015, p. 1133) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดการเรียนรู้ควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลาม ประกอบกับการอธิบายและแสดงให้นักเรียนเห็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในอดีต ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วย

2.2 เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามแต่ละคนไม่มีรายละเอียดให้เห็นการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือแสดงให้เห็นการอธิบายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นหลาย ๆ ตอน จึงทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการจัด

การเรียนรู้ด้วยวิธีบทความสั้น (Vignette) เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ (Science stories) และการเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific narratives) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเล่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงเรื่องราวเดียว และแสดงวิวัฒนาการทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน แต่สำหรับวิธีการนี้ศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เพียงท่านเดียวเพื่อเป็นกรณีศึกษาได้

2.3 กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ในบริบทของนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม กล่าวคือ ถึงแม้ว่างานวิจัยต่างประเทศจะมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แล้วก็ตาม สำหรับประเทศไทยนั้นก็ยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ในบริบทของกลุ่มที่ศึกษาที่นับถือศาสนาอิสลาม

3. จากการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ

ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยคำถามที่เป็นปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน หรือให้นักเรียนอ่านประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการทำงานทางวิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านในบริบทอิสลาม

ขั้นค้นหาคำตอบ

นักเรียนศึกษาประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามและอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยครูมีคำถามในการอภิปราย ซึ่งเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนทำการทดลองหรือครีเอตการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ โดยมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของการทดลองที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ขั้นขยายความรู้และความคิด

นักเรียนศึกษาการเสนอความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้ง หรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในประวัติศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายด้วยการถามคำถาม

ชั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาประวัติศาสตร์ โดยครูสนับสนุนเพิ่มเติมในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

ชั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนที่พบในประวัติของนักวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม จำนวน 5 แผน ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 15 คาบ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลามตามขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามคือ สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 เพื่อกำหนดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

2. ศึกษาและคัดเลือกประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่สามารถนำไปใช้สร้างหน่วยการเรียนรู้จากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยคำนึงถึงการทดลองของ

นักวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามและระดับชั้นเรียนของกลุ่มที่ศึกษา

3. ระบุองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่คัดเลือกไว้ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ญาบิร อิบน์ฮัยยาน 2) อิบน์อัลฮัยษัม และ 3) อัลฟาริซี เพื่อนำมากำหนดและตั้งชื่อแผนการจัดการเรียนรู้

4. นำเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมาจัดเรียงลำดับการดำเนินเรื่องให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดหลัก คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดมีดังนี้



ตาราง 10 แผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
1. ใช่วิทยาศาสตร์หรือไม่	1. ใช้ทักษะการสังเกต การลงความเห็น การทดลองในการหาคำตอบและสามารถอธิบายเป็นความรู้ต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ 3. จำแนกคำอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ 4. อธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 4 คุณลักษณะดังนี้ 4.1 วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 4.2 ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถตรวจสอบได้ 4.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 4.4 วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับโลกและธรรมชาติ หรือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยอาศัยหลักฐานและการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีขั้นตอน จนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งได้อย่างเป็นเหตุและผล เช่น ปรากฏการณ์จันทรุปราคา คนสมัยโบราณอธิบายว่า เกิดจากราหุมจันทร์ แต่ในทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ว่า ปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ คนไทยสมัยโบราณ อธิบายว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่เกิดจากการแสดงอิทธิฤทธิ์ของเทวดา เพื่อเราได้ชมความสวยงาม แต่ในทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเกิดจากการหักเหของแสงแดดผ่านละอองน้ำในอากาศ ทำให้แสงแดดเกิดการหักเหแยกเป็นสีต่าง ๆ 7 สี (ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความเข้าใจของคนสมัยก่อน ความเชื่อหรือสิ่งที่คาดคะเนศรัทธาหรือเล่าต่อ ๆ กันมา ไม่สามารถหาหลักฐานหรือประจักษ์พยานมาพิสูจน์หรืออธิบายด้วยหลักการและเหตุผลได้ จึงไม่ถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์ ในขณะที่วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาหาหลักฐานและอธิบายได้บนพื้นฐานของความเป็นจริงด้วยเหตุและผลที่ชัดเจนจึงจัดเป็นวิทยาศาสตร์

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
2. ปริศนาในห้องมืด	1. ใช้ทักษะการสังเกต การลง ความเห็น การทดลองในการหา คำตอบและสามารถอธิบาย เป็นความรู้ต่าง ๆ จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. อธิบายความหมายของ การสังเกต 3. อธิบายความสำคัญของการ สังเกตต่อการศึกษาหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4. อธิบายคุณลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 คุณลักษณะดังนี้ 4.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 4.2 ความรู้วิทยาศาสตร์ ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถตรวจสอบได้ 4.3 วิธีการทาง วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี และไม่มีขั้นตอนตายตัว 4.4 วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บน พื้นฐานการสังเกตและการลง ความเห็นซึ่งแตกต่างกัน	วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับโลกและธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยหลักฐานและเหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ ดังนั้นการได้มาซึ่งความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีขั้นตอนหรือวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ สำหรับจุดเริ่มต้นสำคัญของ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การสังเกต อันเนื่องมาจากการสังเกตจะทำให้เราสามารถ มองเห็นปัญหา ระบุปัญหาและตั้งปัญหา ซึ่งเป็น สิ่งที่จะนำไปสู่การหาคำอธิบายหรือความรู้ต่าง ๆ ได้

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
3. ทำไมเรามองเห็น วัตถุที่อยู่ในน้ำเบนไป จากแนวเดิม	- ใช้ทักษะการสังเกต การทดลองในการหาคำตอบ และสามารถอธิบายเป็นความรู้ ต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ - อธิบายลักษณะสำคัญของ นักวิทยาศาสตร์ - อธิบายกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ได้ - อธิบายคุณลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 คุณลักษณะดังนี้ 4.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 4.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และ ตรวจสอบได้ 4.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีหลากหลายวิธีและไม่มี ขั้นตอนตายตัว 4.4 วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บน พื้นฐานการสังเกตและการลง ความเห็น ซึ่งแตกต่างกัน	ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ จะต้องพยายามตั้งคำถามหรือคำตอบของ ปัญหาไว้ล่วงหน้า เพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบ หรือการพิสูจน์ ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า การตั้ง สมมุติฐาน จากนั้นทำการทดลองเพื่อทดสอบ สมมุติฐาน ซึ่งก่อนทำการทดลองนักวิทยาศาสตร์ ต้องวางแผน โดยการออกแบบการทดลอง เลือก วัสดุอุปกรณ์ ศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือ การทดลอง จากนั้นจึงสร้างคำอธิบายและสรุปผล การทดลอง อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์มีวิธีการ ทำงานที่แตกต่างกัน แต่โดยภาพรวมแล้ว กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย การตั้งปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การทดลอง และ การสรุปข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่า การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งคือ การทำงานอย่างมีระบบและลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ มี ความช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความเป็น เหตุเป็นผล ความคิดริเริ่ม ความมานะพยายาม และความอดทน ตัวอย่างเช่น การศึกษา การหักเหของแสง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจาก แสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันทำให้แสง เบี่ยงเบนไปจากแนวเดิม อิบน์อัลฮัยษัมซึ่งเป็น บุคคลหนึ่งที่ได้ศึกษาแนวคิดนี้ ซึ่งก่อนการทดลอง เขาได้อธิบายเกี่ยวกับการมองเห็นของวัตถุว่า “แสง เดินทางเป็นเส้นตรง และแสงไม่ได้เกิดจากดวงตา ที่ส่องกระทบวัตถุ แต่เรามองเห็นวัตถุเพราะแสง ส่องมากระทบวัตถุและสะท้อนเข้าสู่ตาเรา” ซึ่ง ตรงกันข้ามแนวคิดของปโตเลมีที่ว่า “เรามองเห็น วัตถุเพราะดวงตาของคนเราได้ส่องแสงออกไป

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
		กระทบวัตถุ” ด้วยความช่างคิด ช่างสังเกตและ ความอยากรู้อยากเห็นของอิบน์อัลฮัยษัมจึงเป็น จุดเริ่มต้นที่ทำให้เขาได้พยายามอธิบายการหักเห ของแสง ความมานะพยายามในการสืบค้นข้อมูล ความพิถีพิถันในการออกแบบการทดลอง โดยสร้าง อุปกรณ์การทดลองการหักเหของแสงโดยดัดแปลง จากแนวคิดของปโตเลมีและทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนได้ข้อสรุปว่า “การหักเหของแสงเกิดจากแสงเดินทางผ่านตัวกลาง 2 ชนิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้ความเร็วของแสงเกิดการเปลี่ยนแปลง” แต่อย่างไรก็ตามคำอธิบายของเขาสามารถใช้ได้เฉพาะ ตัวกลางระหว่างน้ำกับอากาศ แก้วกับน้ำ และ อากาศกับแก้วเท่านั้น หลังจากนั้นสเนลเลียส เป็น นักวิทยาศาสตร์อีกท่านได้ศึกษาการหักเหของแสง จนสามารถให้คำอธิบายการหักเหของแสงได้กับ ตัวกลางทุกชนิดและเรียกคำอธิบายของเขาว่า กฎ ของสเนลล์ (Snell Law) ซึ่งเป็นกฎการหักเหของ แสงที่ใช้กันในปัจจุบัน
4. ผู้ช่วยสำคัญของ ญาบิร อิบน์ฮัยยาน	1. ใช้ทักษะการสังเกต การทดลองในการหาคำตอบ และสามารถอธิบายเป็นความรู้ต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. อธิบายความสำคัญของเครื่องมือและอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	การสังเกต การเก็บข้อมูลหรือแปลความหมายจาก ข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และสัมผัสทางผิวหนังไม่ละเอียดหรือแม่นยำพอ ซึ่ง อาจทำให้ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ไม่ถูกต้อง จึง จำเป็นต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ขยายขอบเขต การรับรู้ของประสาทสัมผัส เครื่องมือที่เหมาะสมจะ ช่วยขยายขอบเขตการรับรู้จากประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ซึ่งจะทำให้ได้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ละเอียด และถูกต้องมากขึ้น เช่น ญาบิร อิบน์ฮัยยาน

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
	3. ยกตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พร้อมระบุความสำคัญ 4. อธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 คุณลักษณะดังนี้ 4.1 สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 4.2 วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน 4.3 วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	นักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้ศึกษาการวิธีสกัดน้ำหอมจากกุหลาบ อันเนื่องมาจากชาวอาหรับนิยมใช้น้ำกุหลาบในการอาบน้ำ ซิลิโคนและศิระะเพื่อให้มีกลิ่นหอม จึงเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ญาบิร อิบนุฮัยยานศึกษาวิธีการสกัดน้ำหอมจากกุหลาบและประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อใช้ในการสกัด ซึ่งมีชื่อว่า “Alembic” ซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์ออกจากสารผสมด้วยความร้อน โดยอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบอุปกรณ์ ผลจากการทดลองหลายครั้ง ญาบิร อิบนุฮัยยานอาศัยการสังเกตและลงความเห็นจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการสกัดน้ำหอมซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานทางเคมีกับนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน
5. ปฏิบัติการเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร	1. ใช้ทักษะการสังเกตในการหาคำตอบและสามารถอธิบายความรู้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. อธิบายความหมายของปฏิบัติการเคมี 3. อธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 คุณลักษณะดังนี้ 3.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	จุดเริ่มต้นที่ทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้หรือพัฒนาอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะเกิดจากปัญหา ความอยากรู้อยากเห็นและความช่างคิดช่างสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ สังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งการตอบสนองของความต้องการของคนในสังคมของนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่เป็นจุดเริ่มต้นทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การค้นพบวิธีการสกัดทองของญาบิร อิบนุฮัยยาน นักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีความเชี่ยวชาญทางเคมี จุดเริ่มต้นที่ทำให้เขาได้ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์มาจากความต้องการช่วยเหลือผู้หญิงอาหรับที่มีฐานะยากจนมีเครื่องประดับทองสวมใส่คู่

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดหลัก
3.2 สังคมและวัฒนธรรมมี อิทธิพลต่อการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์	3.3 วิทยาศาสตร์อาศัย การสังเกตและการลงความเห็น ซึ่งแตกต่างกัน	กาย เขาจึงเริ่มต้นศึกษาและสืบค้นข้อมูลจนสามารถอธิบายได้ว่า การสกัดทอง เกิดจากนำสารละลายกรดไนตริกผสมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า กรดกัดทอง และนำสารประกอบที่ต้องการสกัดไปละลายในกรดกัดทอง ทองที่อยู่ในสารประกอบจะถูกสกัดออกมา ผลจากการศึกษาวิธีการสกัดทองทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังได้เรียนรู้การเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากนี้ญาบิร อิบน์ฮัยยานยังค้นพบกรดซัลฟิวริก ซึ่งเป็นกรดหนึ่งที่สำคัญและมักใช้ในปฏิบัติการทางเคมี ถึงแม้คำอธิบายเกี่ยวกับการค้นพบกรดซัลฟิวริกของเขายังไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น แต่เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นจุดเริ่มต้นให้อัรรอซียี ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความเชี่ยวชาญทางเคมีได้ศึกษาการเตรียมกรดซัลฟิวริกจนสามารถให้คำอธิบายที่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้น

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- 1) ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 2) ระยะเวลาที่จัดการเรียนรู้ 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4) แนวคิดหลัก 5) คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6) กระบวนการเรียนรู้ 7) การวัดและประเมินผล 8) สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และ 9) ความรู้เพิ่มเติมและเอกสารอ้างอิง

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งในการพิจารณาคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้อาศัยเกณฑ์จากกิจกรรมการเรียนรู้และประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะดังนี้

1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้
2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
3. ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว
5. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
6. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

ความแตกต่างกัน

7. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ นักวิทยาศาสตร์อิสลาม คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กรณีกิจาและระยะเวลาที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน มีรายละเอียดดังตาราง 11

ตาราง 11 แผนการจัดการเรียนรู้ คุณลักษณะธรรมชาติดของวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ และระยะเวลาที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

แผนการจัดการเรียนรู้	คุณลักษณะธรรมชาติดของวิทยาศาสตร์				กรณีศึกษา	เวลา(คาบ)
1. ใช้วิทยาศาสตร์หรือไม่	1	3	4	และ 6	กรณีศึกษาของอัลฟาริฮียี่เกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ	3
2. ปริศนาในห้องมืด	2	3	4	และ 6	กรณีศึกษาของอิบน์อัลฮัยษัมเกี่ยวกับการทดลองในห้องมืด	3
3. ทำไมเรามองเห็นวัตถุที่อยู่ ในน้ำเบนไปจากแนวเดิม	2	3	4	และ 6	กรณีศึกษาของอิบน์อัลฮัยษัมเกี่ยวกับการทดลองการหักเหของแสง	3
4. ผู้ช่วยสำคัญของ ญาบิร อิบน์ฮัยยาน	5	6	และ 7		กรณีศึกษาของญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัดน้ำตาลจากกุหลาบ	3
5. ปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้ อย่างไร	3	5	และ 6		กรณีศึกษาของญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัดทอง	3
รวม						15

6.แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับ นักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์อิสลาม นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบและพิจารณาใน ประเด็นดังนี้ ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การลำดับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่นำมาใช้ในแผน การจัดการเรียนรู้ ตลอดจนความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ โดย ผู้วิจัยได้แก้ไขตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทในประเด็น ต่อไปนี้

- เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความละเอียดและเข้าใจง่าย
- สื่อการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้คำนึงถึงความเหมาะสมของนักเรียน
- ลดระยะเวลาของคลิปวิดีโอที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- สะท้อนคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการ เรียนรู้ที่มีความเด่นชัดเท่านั้น

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและ ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาประเด็นหรือ ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective congruence : IOC) โดยมีค่า ระดับการประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	เห็นด้วยว่าประเด็นที่พิจารณากับแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกัน
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าประเด็นที่พิจารณากับแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกัน
-1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยว่าประเด็นที่พิจารณากับแผนการจัด การเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน

ซึ่งผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามทั้ง 5 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งมากกว่า 0.5 (Bergman, 1996, p. 232) (รายละเอียดดังภาคผนวก ข, ตาราง 28)

ส่วนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การแบ่งระดับความเหมาะสม การแบ่งช่วงคะแนนความเหมาะสมและการแปลความหมายของชัยวิชิต เชียรชนะ (2560, น. 57-59) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระดับความเหมาะสมแบ่งได้ 5 ระดับดังนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญหาค่าเฉลี่ยซึ่งแปลความหมายได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
4.20 -5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.40- 4.19	เหมาะสมมาก
2.60 –3.39	เหมาะสมปานกลาง
1.80- 2.59	เหมาะสมน้อย
1.00 -1.79	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามอยู่ในระหว่าง 4.67-5.00 ซึ่งจัดอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (รายละเอียดดังภาคผนวก ข, ตาราง 29) จึงถือว่าสามารถยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่สร้างและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและผู้วิจัยได้แก้ไขในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้วิทยาศาสตร์หรือไม่ เพิ่มเติมภาพประกอบรูปอัลฟาริซียในใบกิจกรรม เรื่อง ความพยายามของอัลฟาริซีย ภาพอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และหลักฐานที่อัลฟาริซียพบจากการทดลอง

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริศนาในห้องมืด ลดคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวัตถุประสงค์การเรียนรู้กระจายไปยังแผน

การจัดการเรียนรู้ และเน้นคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เด่นชัดในประวัติของ อิบน์อัลฮัยษัม ซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว และ 4) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทำไมเรามองวัตถุในน้ำเบนไปจากแนวเดิม ในชั้นขยายความรู้และความคิด ครูอธิบายและยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายการได้มา และการเปลี่ยนแปลงของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้ช่วยสำคัญของญาบิร อิบน์ฮัยยาน เพิ่มภาพอุปกรณ์การกลั่นในปัจจุบันในใบความรู้ เรื่อง วิวัฒนาการของอุปกรณ์การกลั่น เพื่อแสดงให้เห็น วิวัฒนาการของอุปกรณ์การกลั่นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปฏิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร เพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการอธิบายความหมายของปฏิริยาเคมี และในขั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์ และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูอธิบายและยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นสังคม และวัฒนธรรมมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาศึกษานำร่องกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แต่มีลักษณะความสามารถทางการเรียนรู้และบริบทของโรงเรียนใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อพิจารณาความเป็นไปของการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นความเหมาะสมของคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาที่จัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของสื่อการจัดการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการทดลองใช้พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี แต่ต้องเพิ่มอุปกรณ์การทดลองและปรับเปลี่ยนข้อความเกี่ยวกับขั้นตอนในการทดลองให้ชัดเจน และเข้าใจง่ายสำหรับนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้ช่วยสำคัญของญาบิร อิบน์ฮัยยาน

นอกจากนี้ในบางคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังขาดความเข้าใจให้เน้นการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นสรุปแนวคิดและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.2 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.2.1 แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเป็นสถานการณ์ที่สามารถวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Aspects of nature of science) ที่ต้องการวัด ซึ่งประกอบด้วย 7 คุณลักษณะคือ 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดของความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆทางธรรมชาติได้	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ อันเนื่องมาจากการศึกษา การสังเกต การทดลองอย่างรอบคอบ
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก 1) นักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีใหม่มาช่วยให้ได้หลักฐาน หรือข้อมูลใหม่เพิ่มเติมจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่ 2) นักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ได้มาซึ่งหลักฐานใหม่ซึ่งขัดแย้งกับหลักฐานเดิมส่งผลให้มีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ขึ้น 3) นักวิทยาศาสตร์ตีความหรือลงความเห็นใหม่จากหลักฐานเดิมโดยการเปลี่ยนมุมมอง ความเชื่อ และการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์เอง
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ กระบวนการคิด กระบวนการได้มาซึ่งองค์ความรู้ รวมทั้งการอธิบายถึงที่มาของการสร้างความรู้และลักษณะของความรู้เหล่านั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้สาขาอื่น ๆ คือ ใช้เหตุและผล มีหลักฐานยืนยันและนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการสังเกต สืบรวจและทดลอง เพื่อให้ได้หลักฐานมายืนยัน จากนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงนำหลักฐานที่ได้จากการสังเกต สืบรวจ และทดลอง มาลงความเห็นร่วมกัน เพื่อสร้างนิยามของสิ่งที่ค้นพบ

ตาราง 12 (ต่อ)

คุณลักษณะธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มี หลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอน ตายตัว	วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การสำรวจ การคิดไตร่ตรองเชิงเหตุและผล การคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างต้องอาศัย การทดลอง แต่บางอย่างก็อาศัยการสังเกต การสำรวจ การคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ หรือใช้การทดลองร่วมกับ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ
5. สังคมและวัฒนธรรมมี อิทธิพลต่อการทำงานของ นักวิทยาศาสตร์	การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทุนและทรัพยากร หากนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้รับการสนับสนุนทุนและทรัพยากรจาก สังคมหรือถูกขัดขวางไม่ให้ทำงานวิจัยย่อมไม่สามารถพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกิดจาก ความพยายามของมนุษย์มีสิทธิได้รับการสนับสนุนหรือขัดขวาง จากทางสังคม
6. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐาน ของการสังเกตและการลง ความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย อย่างเพื่ออธิบายข้อมูลต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป แต่การลงความเห็นเป็นการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่าง มีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย
7. วิทยาศาสตร์อาศัย จินตนาการและความคิด สร้างสรรค์	การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการทุกขั้นตอน ทั้งการวางแผนและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูล และต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการร่วมกับการคิด ไตร่ตรองเชิงเหตุและผลในการตีความหรือลงข้อสรุปจากข้อมูลหรือ หลักฐานที่มีอยู่ เนื่องจากความเชื่อ มุมมอง ความรู้และ ประสบการณ์เดิม ตลอดจนมีความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่ แตกต่างกัน ย่อมส่งผลให้มีการสร้างข้อสรุปที่แตกต่างกัน

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของกลุ่มที่ศึกษาและคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด ซึ่งผู้วิจัยได้พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขาดความสามารถในการเขียนภาษาไทย จึงเลือกใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เมื่อพิจารณาคูณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดพบว่า ไม่สามารถใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงฉบับใดฉบับหนึ่งวัดได้ครบทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ข้อคำถามจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายฉบับได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของลีเดอร์แมน Views of nature of science C (V-NOS-C) (Lederman et al., 2002, p. 508-511) แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของเลียงและคนอื่น ๆ The student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI) (Liang et al., 2008, p. 28-29) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของเรตต์ สมิทส์ (The Views on science and scientific inquiry (VOSSI) (Reid-Smith, 2013, p. 62) เพื่อให้สอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดครบทุกคุณลักษณะ จากรายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และที่มาของคำถามในแบบสอบถาม
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ที่มาของข้อคำถาม
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้	VOSSI
2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	SUSSI
3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	VNOS-C
4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	VNOS-C
5. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	SUSSI
6. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น ซึ่งมีความแตกต่างกัน	SUSSI
7. วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	SUSSI

3. สร้างข้อคำถามโดยปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางของแบบสอบถาม
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดัง
ตารางข้างต้น โดยใช้สถานการณ์ที่สามารถสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้
ชัดเจน เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น
เสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของ
ข้อความความครอบคลุมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ตลอดจนความสอดคล้องกับคุณลักษณะ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 7 คุณลักษณะ จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทในประเด็นต่อไปนี้

- ใช้ข้อความและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน
- ข้อความในแบบสอบถามมีทั้งข้อความทางบวกและทางลบ

5. นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบ
จากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้าน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และครูวิทยาศาสตร์ระดับชำนาญการพิเศษจำนวน
1 ท่าน พิจารณา ความสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

ตลอดจนความถูกต้องและเหมาะสมของข้อความ ความครอบคลุมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินเป็นรายข้อ ซึ่งพิจารณาความสอดคล้องของข้อความกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด มีค่าประเมิน 3 ระดับดังนี้

+1	หมายถึง	ข้อความสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด
-1	หมายถึง	ข้อความไม่สอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

แล้วคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Bergman, 1996, p. 232) ซึ่งแสดงว่าข้อความนั้นมีความสอดคล้อง โดยให้จำนวนข้อที่คัดเลือกรวมทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดทั้งหมดจำนวน 28 ข้อ

ซึ่งผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ข้อคำถามทั้ง 28 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งมากกว่า 0.5 (Bergman, 1996, p. 232) จึงถือว่าสามารถยอมรับแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข, ตาราง 30) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและผู้วิจัยได้แก้ไขในประเด็น ข้อความไม่ควรเป็นคำนิยามหรือข้อความที่แสดงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง เช่น ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ควรเป็นข้อความที่เป็นลักษณะสถานการณ์หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

6. ปรับปรุงข้อความจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและเรียบเรียงให้เรียบร้อย

7. นำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แต่มีลักษณะความสามารถทางการเรียนรู้และบริบทของโรงเรียนใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามแบบครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (Cronbach, 1990, p. 204)

ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.822 นอกจากนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่ทดลองใช้สามารถอ่าน ทำความเข้าใจและตอบคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

3.2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลด้วยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะแบบสัมภาษณ์ ทั้งนี้พิจารณาข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตรงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับปรุงข้อคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวทางโดยนำข้อคำถามที่ปรับปรุงจากเครื่องมือดังกล่าวข้างต้นมาสร้างข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

2. เลือกข้อคำถามจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างละ 2 ข้อคำถามต่อ 1 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยข้อคำถามที่เลือกครอบคลุมความหมายของคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

3. นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของข้อความ ความครอบคลุมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ตลอดจนความสอดคล้องกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

4. นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์ในประเด็นคำชี้แจงในการสัมภาษณ์นักเรียน คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ให้กระชับและเข้าใจง่าย

5. นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สำหรับผล

การทดลองใช้พบว่า นักเรียนสามารถฟัง เข้าใจคำถาม และสามารถตอบคำถามได้ตรงตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ

3.2.3 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ประกอบด้วย ข้อคำถามปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะศาสนาซึ่งมีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เหตุผลที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อันเนื่องมาจากปัจจัยที่ได้จากการวิจัยมีความสำคัญในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามในอนาคต โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ แบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. สร้างข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์กับนักเรียน ซึ่งมีลักษณะคำถามปลายเปิดโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของกลุ่มที่ศึกษา โดยเน้นคำถามที่ว่า ทำไม เปลี่ยนแปลงได้อย่างไรในคุณลักษณะนั้น

3. นำแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความครอบคลุมของข้อคำถาม จากนั้นนำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทมาปรับปรุงแก้ไข โดยแก้ไขตามข้อเสนอแนะในประเด็นต่อไปนี้

- เพิ่มเติมคำชี้แจงในแบบสัมภาษณ์
- คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาเน้นเพื่อศึกษาปัจจัย

การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. เรียบเรียงข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เรียบร้อย

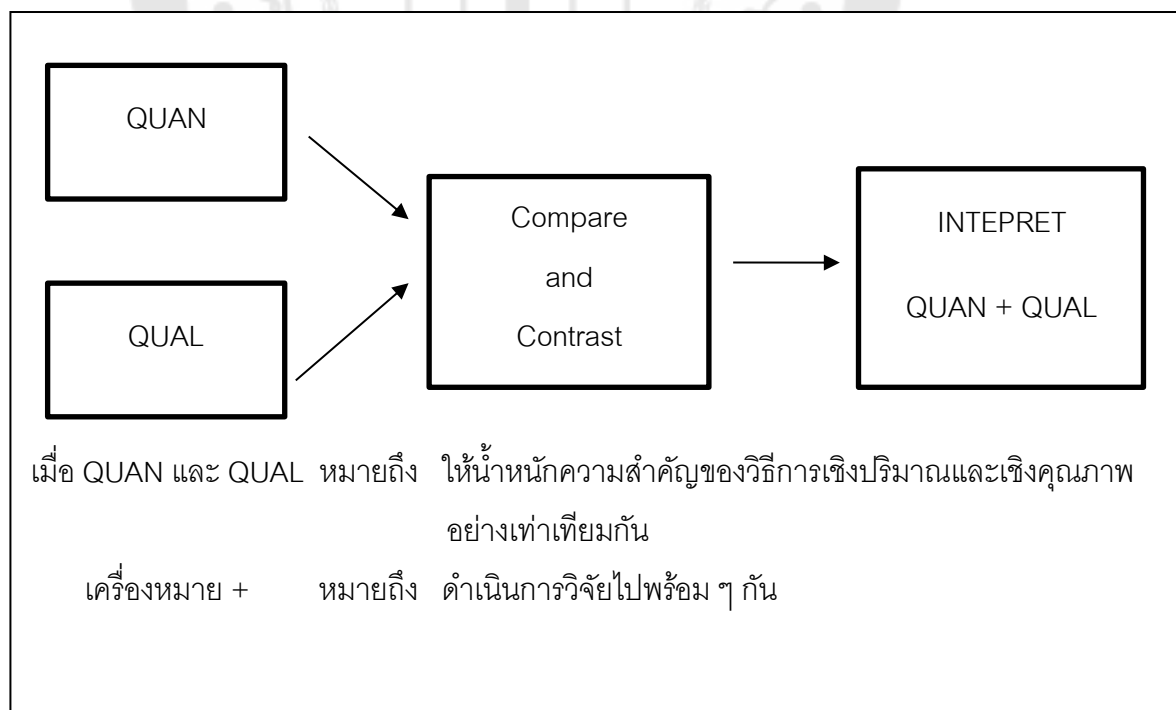
5. นำแบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สำหรับผลการทดลองใช้พบว่า นักเรียนสามารถฟัง เข้าใจคำถาม และสามารถตอบคำถามได้ตรงตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การนำหน่วยการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้ รวมทั้งหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาดังนี้

4.1 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนของการวิจัยนี้เป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบสามเส้า (Mixed method research : Triangulation design) ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังภาพประกอบต่อไปนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2554, น. 9)



ภาพประกอบ 21 แบบแผนการดำเนินวิจัย

เหตุผลที่เลือกใช้แบบแผนการวิจัยนี้ เนื่องด้วยการวิจัยนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยต้องอาศัยวิธีการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกัน และนำผลจากการวิจัยทั้งสองมาเทียบเคียงและเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ผลตามความมุ่งหมายของการวิจัย จึงทำให้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบแผนการวิจัยนี้

4.2 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้อง ประกอบด้วยนักเรียน 30 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบตามสะดวก (Convenience sampling) อันเนื่องมาจากผู้วิจัยทำการสอนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามและการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

4.3 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ผู้วิจัยในฐานะครูดำเนินการดังนี้

1.1 ชี้แจงทำความเข้าใจกับขั้นตอนการเรียนรู้และลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู ตลอดจนรายละเอียดของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ศึกษา ทั้งนี้ให้เวลาแก่กลุ่มที่ศึกษาในการทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 60 นาที วิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม (รายละเอียดดังตาราง 15)

1.3 ทำการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละคุณลักษณะด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกนักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาคูณลักษณะละ 6 คน โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 15 นาที และขออนุญาตตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาเพื่อบันทึกเทปการสัมภาษณ์

2. จัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามด้วยหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม จำนวน 5 แผน ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 คาบ กับกลุ่มที่ศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยขออนุญาตกลุ่มที่ศึกษาเพื่อบันทึกภาพการทำกิจกรรมการเรียนรู้

3. หลังจากเสร็จสิ้นจากการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม โดยให้เวลากลุ่มที่ศึกษาทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 60 นาที วิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (รายละเอียดดังตาราง 15)

3.2 สัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 6 คนเดิมที่ใช้ในการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยแบบสัมภาษณ์ที่โครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 15 นาที และขออนุญาตตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาเพื่อบันทึกเทปการสัมภาษณ์

3.3 นำคะแนนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาเป็นข้อมูลในการคัดเลือกนักเรียนเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับการคัดเลือกกลุ่มที่ศึกษาอาศัยเหตุผล 2 ประการคือ 1) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน และ 2) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สัมภาษณ์นักเรียนด้วยการบันทึกเทปสำหรับการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มความเข้าใจก่อนและหลังเรียนพบว่ามี 3 แบบคือ ก่อนเรียน (NV)- หลังเรียน (IV) ก่อนเรียน (NV)-หลังเรียน (TV) และก่อนเรียน (TV)-หลังเรียน (IV) โดยจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 20 ของกลุ่มที่ศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์มีจำนวนแตกต่างกันดังนี้ คุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 6 คน (ก่อนเรียน (NV)-หลังเรียน (IV) จำนวน 3 คน และก่อนเรียน (TV)-

หลังเรียน(IV) จำนวน 3 คน) คุณลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 6 คน (ก่อนเรียน(TV)- หลังเรียน(IV) จำนวน 6 คน) คุณลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ 5 คน (ก่อนเรียน(TV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 5 คน) คุณลักษณะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5 คน (ก่อนเรียน(NV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 2 คน และ ก่อนเรียน(TV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 3 คน) คุณลักษณะสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน(TV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 6 คน) คุณลักษณะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน (ก่อนเรียน(TV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 5 คน) และคุณลักษณะวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน(NV)-หลังเรียน(TV) จำนวน 1 คน ก่อนเรียน(NV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 3 คน และ ก่อนเรียน(TV)-หลังเรียน(IV) จำนวน 3 คน) รวมทั้งหมดมีนักเรียนที่ใช้ในการสัมภาษณ์จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ซ้ำกัน

จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยขอสรุปการใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังตาราง 14

ตาราง 14 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ ช่วงเวลาที่ใช้ และจำนวนกลุ่มที่ศึกษา

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล	ระยะเวลา (นาที)	ช่วงเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล		กลุ่มที่ศึกษา	
		ก่อน	หลัง	ทั้งหมด	ตัวแทนกลุ่ม
แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	60	✓	✓	✓	-
แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	15	✓	✓	-	✓
แบบสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	30	-	✓	-	✓

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งเป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้และสรุปผลดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์คำตอบจากการให้คะแนนและแปลความหมายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ของรูบบาและแอนเดอร์สัน (Rubba & Andersen, 1978, p. 454) ดังนี้

ความคิดเห็น	ข้อความเชิงบวก (คะแนน)	ข้อความเชิงลบ (คะแนน)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ปานกลาง	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

2. รวบรวมแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาคะแนนเฉลี่ยและนำผลที่ได้คำนวณโดยใช้สถิติการทดสอบค่าที่ทีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

3. นำคะแนนเฉลี่ยแปลความหมายเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยเกณฑ์ของนันทวุฒิ นิยมวงษ์ (2558, น. 77-78) ดังตาราง 15

ตาราง 15 กลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดกลุ่ม และระดับคะแนน

กลุ่มความเข้าใจ	แนวทางการจัดกลุ่ม	ระดับ คะแนนเฉลี่ย
ความเข้าใจสอดคล้องกับมิติ ประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view)	คำอธิบายของนักเรียนสอดคล้องกับลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันทั้งหมด	3.41-5.00
ความเข้าใจในระยะ ปรับเปลี่ยน (Transitional view)	คำอธิบายของนักเรียนสอดคล้องกับลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วนทั้งหมด และ คำอธิบายของนักเรียนสอดคล้องกับลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันบางส่วนและไม่สอดคล้องกับลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันบางส่วน	1.71-3.40
ความเข้าใจไม่สอดคล้องกับ มิติประชาคมทาง วิทยาศาสตร์ (Naïve view)	คำอธิบายของนักเรียนไม่สอดคล้องกับลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันทั้งหมด หรือมีการตอบคำถามไม่ตรงกับ ประเด็นที่ถาม หรือไม่ตอบคำถามรวมทั้งไม่ แสดงความคิดเห็นใดๆเลย	ต่ำกว่า 1.71

3. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งประกอบด้วย 5 กระบวนการคือ การจัดเตรียมข้อมูล การแตกข้อมูลออกเป็นส่วยย่อย การให้รหัสข้อมูลส่วนย่อย การจัดหมวดหมู่ของข้อมูลส่วนย่อย และการตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูล (สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2555, น. 90-99)

4. ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

4.1 นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการตีความทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบผลความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยที่ได้ (ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555, น. 55) โดยพิจารณาความตรงระหว่างการตีความของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่าการตีความผลการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ส่วนใหญ่ตรงกันทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยกเว้นผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนจำนวน 2 คน ก่อนเรียนในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะความรู้วิทยาศาสตร์อาจมีหรือไม่มีหลักฐานก็ได้” (นักเรียน 8)

“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะวิทยาศาสตร์อาจมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานยืนยันก็ได้” (นักเรียน 25)

ผู้วิจัยตีความผลการสัมภาษณ์นี้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานก็ได้ และจัดนักเรียนทั้ง 2 คนนี้อยู่ในกลุ่มเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Naïve view) ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญตีความว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานก็ได้ แต่จัดนักเรียนทั้ง 2 คนนี้อยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional view) โดยให้เหตุผลว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นได้ทั้งจากการมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจได้จากการสังเกต สัมผัส ทดลอง หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่หากไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องอาศัยความรู้เดิม จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ โดยนักเรียนทั้ง 2 คน เข้าใจถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการได้มาซึ่งหลักฐานและการไม่มีหลักฐานของนักวิทยาศาสตร์

4.2 ผู้วิจัยนำผลการตีความที่ไม่ตรงกันพิจารณาร่วมกันกับผู้เชี่ยวชาญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน โดยผู้วิจัยอธิบายและให้เหตุผลในการตีความกับผู้เชี่ยวชาญธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า จัดนักเรียนทั้ง 2 คนนี้อยู่ในกลุ่มเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Naïve view)

4.3 นำข้อความการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตัวแทนกลุ่มที่ศึกษาคุณลักษณะละ 6 คน และการตีความก่อนและหลังเรียนในแต่ละ

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรียบเรียงเป็นความเรียงต่อไป ซึ่งผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนแต่ละคนผู้วิจัยไม่ได้ระบุชื่อสกุลของนักเรียน แต่ระบุเป็นหมายเลข เช่น นักเรียน 10 นักเรียน 23 เป็นต้น

5. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบและเทียบเคียง เพื่อสรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งประกอบด้วย 5 กระบวนการคือ การจัดเตรียมข้อมูล การแตกข้อมูลออกเป็นส่วยย่อย การให้รหัสข้อมูล ส่วนย่อย การจัดหมวดหมู่ของข้อมูลส่วนย่อย และการตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูล (สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2555, น. 90-99) โดยผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนแต่ละคนผู้วิจัยไม่ได้ระบุชื่อสกุลของนักเรียน แต่ระบุเป็นหมายเลข เช่น นักเรียน 10 นักเรียน 23 เป็นต้น

2. นำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบผลการตีความของผู้วิจัยเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยที่ได้ (ลีธชา ลดาชาติ และ ฎฎาภา สุททกุล, 2555, น. 55)

3. เมื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยเรียบเรียงผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างในการนำเสนอข้อมูลเป็นความเรียงต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. นำผลจากการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

2. นำผลการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบ

3. ผู้วิจัยเรียบเรียงแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามเป็นความเรียงต่อไป

สถิติในการวิจัย

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ค่าร้อยละของกลุ่มที่ศึกษาตามกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 59)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

P	แทน	ค่าร้อยละ
f	แทน	ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ
n	แทน	ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ยของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Ferguson, 1981, p. 49)

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

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Ferguson, 1981, p. 68)

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

SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

2. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency, IOC) เพื่อประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Bergman, 1996, p. 232)

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

IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency)
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามแบบครอนบาค (Cronbach's alpha-coefficient) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Cronbach, 1990, p. 204)

$$\alpha_k = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_{item}^2}{S_{total}^2} \right]$$

α_k	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
k	แทน	จำนวนข้อในแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
$\sum S_{item}^2$	แทน	ผลรวมของค่าความแปรปรวนของแต่ละข้อ
$\sum S_{total}^2$	แทน	ผลรวมของค่าความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบค่าที่กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent sample) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Ferguson, 1981, p. 167)

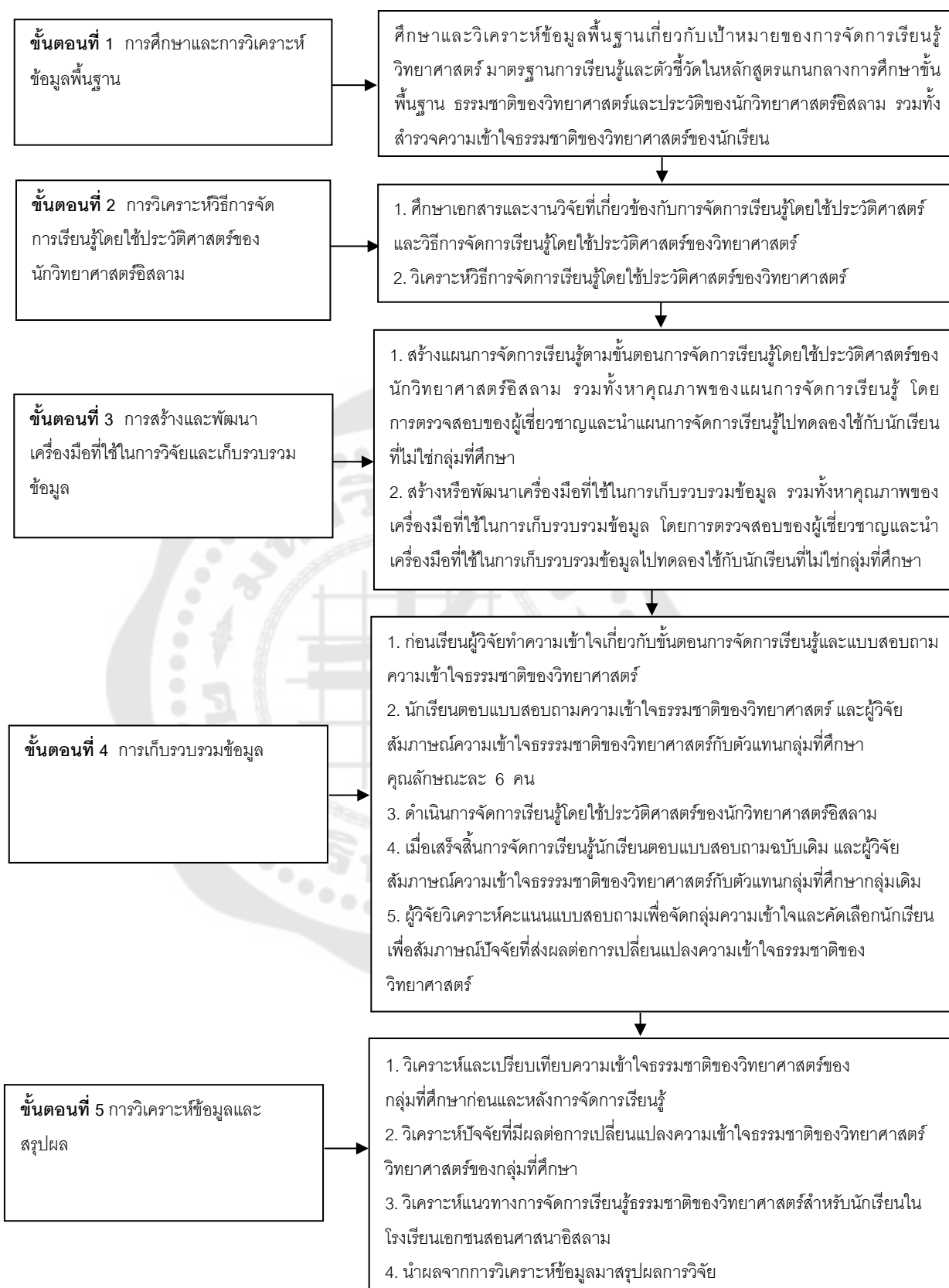
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

t แทน สถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน กลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

จากการนำเสนอขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้ง 5 ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้แสดงเป็นภาพประกอบดังนี้



ภาพประกอบ 22 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย เพื่อความเข้าใจตรงกันผู้วิจัยขอเสนอสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

NV	แทน	กลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Naive view)
TV	แทน	กลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional view)
IV	แทน	กลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view)
NOS 1	แทน	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้
NOS 2	แทน	ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
NOS 3	แทน	ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้
NOS 4	แทน	วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว
NOS 5	แทน	สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
NOS 6	แทน	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน
NOS 7	แทน	วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
N	แทน	จำนวนนักเรียน
M_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียน
M_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียน
SD	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น

k แทน คะแนนเต็มของแบบวัด

* แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1.1 ผลจากการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามซึ่งคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช่วัดในการวิจัยนี้มีทั้งหมด 7 คุณลักษณะ ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 6) วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และ 7) วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีรายละเอียดดังตาราง 16

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

สิ่งที่ศึกษา	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			M ₁	SD	M ₂	SD		
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	30	28	2.62	0.32	4.29	0.44	-21.363*	.000

* p < .05

จากตาราง 16 พบว่า ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.62 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 แต่หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4.29 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

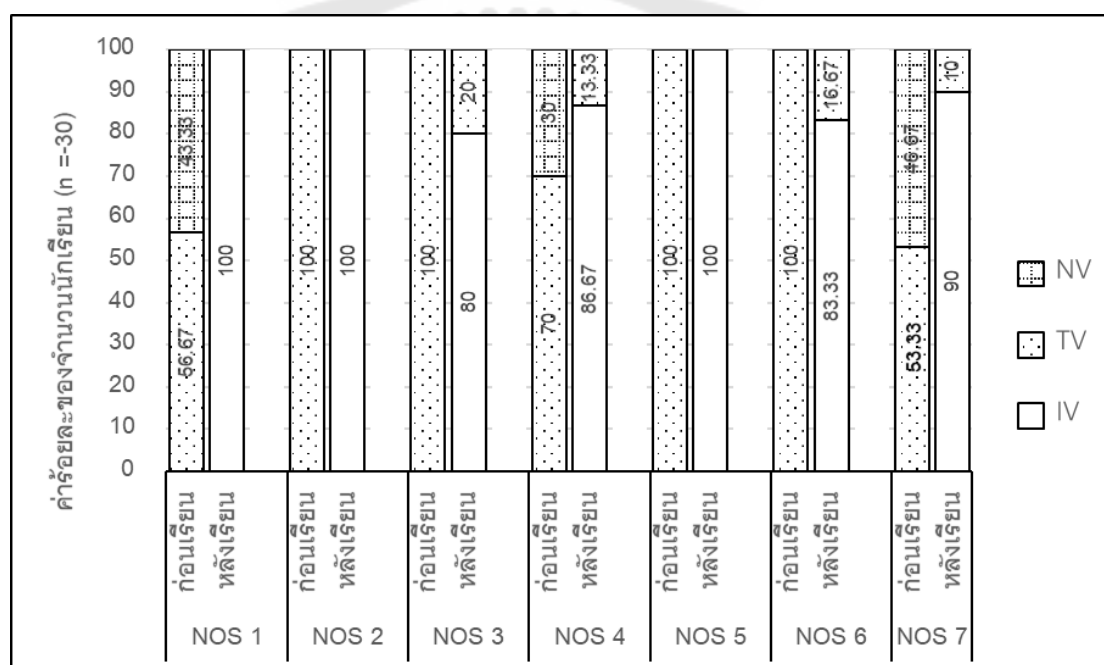
คุณลักษณะธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			M ₁	SD	M ₂	SD		
NOS 1	30	28	2.37	0.83	4.34	0.43	- 14.008 [*]	.000
NOS 2	30	28	2.70	0.37	4.14	0.33	- 15.568 [*]	.000
NOS 3	30	28	3.03	0.31	4.02	0.67	- 11.644 [*]	.000
NOS 4	30	28	2.40	0.68	4.22	0.72	-9.825 [*]	.000
NOS 5	30	28	2.92	0.36	4.39	0.46	- 12.472 [*]	.000
NOS 6	30	28	2.63	0.44	4.29	0.65	- 13.119 [*]	.000
NOS 7	30	28	2.33	0.85	4.66	0.62	- 13.642 [*]	.000

^{*}p < .05

จากตาราง 17 พบว่า ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อ

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกคุณลักษณะ

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มความเข้าใจ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มความเข้าใจออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1) กลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) 2) กลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และ 3) กลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพประกอบที่ 23



ภาพประกอบ 23 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามจำแนกตามกลุ่มความเข้าใจ

จากภาพประกอบที่ 23 แสดงให้เห็นว่า ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) ในทุกคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมี 4 คุณลักษณะที่ก่อนเรียนนักเรียนทั้งหมด (ร้อยละ 100) มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยมีนักเรียนที่จัดอยู่

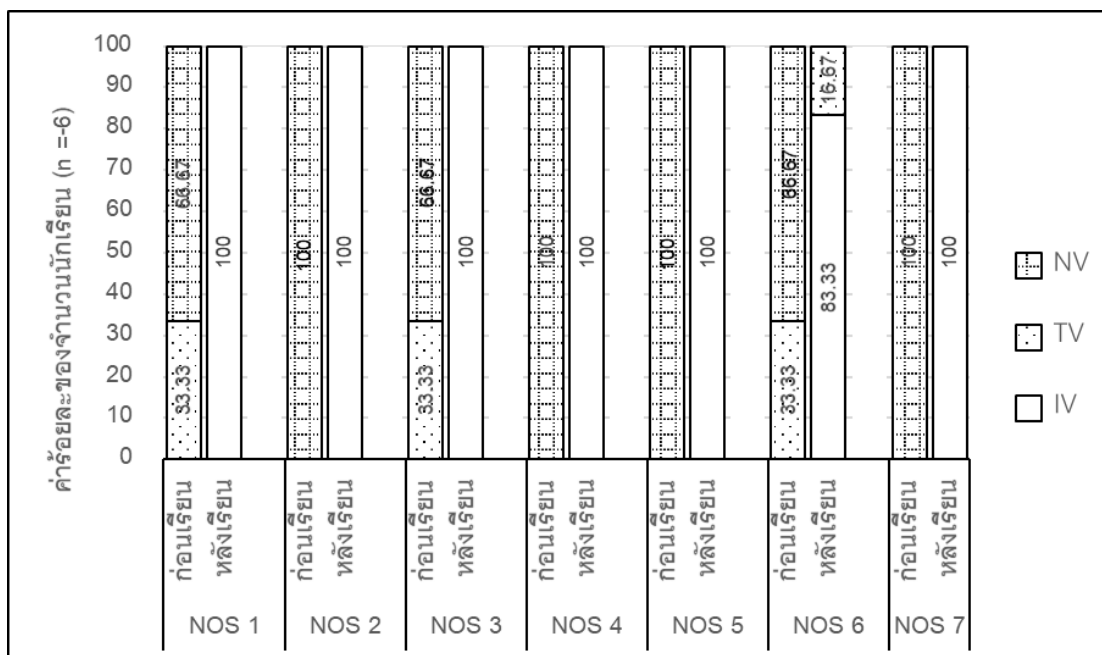
ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ในคุณลักษณะ วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ (ร้อยละ 43.33) คุณลักษณะ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว (ร้อยละ 30) และคุณลักษณะ วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (ร้อยละ 46.67) ทั้งนี้ไม่พบนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV)

โดยหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีเพียงคุณลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ คุณลักษณะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว คุณลักษณะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน และคุณลักษณะวิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ที่มีนักเรียนบางส่วนจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ นักเรียนทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า จำนวนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลงจากก่อนเรียนในทุกคุณลักษณะอย่างเห็นได้ชัดเจน

1.2 ผลจากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สำหรับรายละเอียดผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเลือกข้อความจากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะละ 2 ข้อความ ซึ่งผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนก่อนและหลังเรียนในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 6 คนต่อคุณลักษณะ ผลจากการสัมภาษณ์ของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 24



ภาพประกอบ 24 ร้อยละความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน
ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
จำแนกตามกลุ่มความเข้าใจ

จากภาพประกอบ 24 ร้อยละของนักเรียนตามกลุ่มความเข้าใจในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมี 4 คุณลักษณะที่นักเรียนทั้งหมด (ร้อยละ 100) มีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) อีก 3 คุณลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ คุณลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ และคุณลักษณะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) (ร้อยละ 66.67 เท่ากันทั้ง 3 คุณลักษณะ) และมีนักเรียนบางส่วนจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) (ร้อยละ 33.33 เท่ากันทั้ง 3 คุณลักษณะ) ทั้งนี้ไม่พบนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV)

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า 6 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้งหมด (ร้อยละ 100) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) ยกเว้นคุณลักษณะวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกันที่มีนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 66.67) มีความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) โดยที่มีนักเรียนส่วนน้อย (ร้อยละ 16.67) มีความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า จำนวนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) และกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) มีจำนวนลดลงจากก่อนเรียนในทุกคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเห็นได้ชัดเจน

สำหรับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแต่ละกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มการตีความเดียวกันโดยเรียงตามลำดับเลขรหัส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (4 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) และนักเรียนจำนวน 2 คน มีการให้เหตุผลที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนที่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับความเชื่อทางศาสนา โดยคิดว่า วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ไม่สามารถอธิบายโลกและจักรวาลได้ อัลลอฮ์เป็นผู้สร้างและเป็นเพียงผู้เดียวที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โลกและจักรวาลได้ ทุกอย่างล้วนมีกล่าวไว้ในอัลกุรอาน ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ แต่ยังมีคำอธิบายที่เชื่อมโยงกับความเชื่อทางศาสนา โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ส่วนอัลลอฮ์เป็นผู้เดียวที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาล

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า ทุกคนมีความเข้าใจถูกต้องสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) นักเรียนสามารถอธิบายพร้อมยกตัวอย่างเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้ โดยอาศัยวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ การทดลอง การสังเกต และการตีความ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในตาราง 18

ตาราง 18 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติจากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	กรณีศึกษา	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (4 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้) เพราะอัลลอฮ์เป็นผู้สร้างสร้างโลกและจักรวาลทุกอย่างอธิบายในอัลกุรอานแล้ว” (นักเรียน 1)	วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ อัลลอฮ์เป็นผู้สร้างและเป็นเพียงผู้เดียวที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะอัลลอฮ์เป็นผู้สร้างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ อัลลอฮ์สร้างแต่เพียงผู้เดียวเท่านั้น” (นักเรียน 3)	
	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้) เพราะ อัลเลาะห์เพียงผู้เดียวที่จะทราบเกี่ยวกับโลกและจักรวาล หากอัลเลาะห์ต้องการให้เกิดสิ่งใดสิ่งนั้นก็จะเกิดขึ้น” (นักเรียน 13)	
	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะอัลลอฮ์เป็นผู้สร้างผู้เดียวเท่านั้น” (นักเรียน 26)	
TV (2 คน)	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะตอนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูเคยบอกว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ...เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบาย	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ อัลลอฮ์ผู้อธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาล

ตาราง 18 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	เกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้) เพราะวิทยาศาสตร์อธิบายได้ไม่ชัดเจน อัลลฮ์ผู้เดียวที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาล” (นักเรียน 23) “เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะพอเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูบอกว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ...ไม่แน่ใจกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้) เพราะอัลลฮ์เพียงผู้เดียวที่จะทราบและอธิบายได้ทุกอย่าง” (นักเรียน 25)	
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยการสังเกต การลงความเห็น การทดลอง อัลฟารีซีย์ทดลองเรื่อง รุ่งกินน้ำ เขาสังเกตทดลอง ตีความ จนพบรุ่งกินน้ำมี 3 สี” (นักเรียน 1) “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายโลกและจักรวาลได้) เพราะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ สิ่งที่เกิดบนโลก เช่น รุ่งกินน้ำ อัลฟารีซีย์พบและอธิบายด้วยการตีความ สังเกต ทดลอง” (นักเรียน 3)	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง การสังเกต และการตีความ

ตาราง 18 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาศัยการสังเกต การทดลอง การตีความ อธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ การทำงานของอัลฟารีซี้อธิบายเกี่ยวกับรุ่งกินน้ำ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ เขาอาศัยการสังเกต การทดลอง การตีความ” (นักเรียน 13)	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การทดลอง และการตีความ
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์การสังเกต การทดลอง ลงความเห็นอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ เช่น การค้นพบรุ่งกินน้ำของอัลฟารีซีย์ มันเป็นเรื่องปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เขาอาศัยการทดลอง สังเกต ตีความ” (นักเรียน 23)	
	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเรื่องรุ่งกินน้ำ การเกิดเมฆ ฝน ด้วยการทดลอง การสังเกต เช่น อัลฟารีซีย์ทดลองรุ่งกินน้ำ เขาทดลองแล้วพบว่า รุ่งกินน้ำมี 3 สี” (นักเรียน 25)	

ตาราง 18 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ) เพราะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ด้วยวิธีการหลายวิธี การทดลอง การสังเกต การตีความ มีหลักฐานตรวจสอบได้” (นักเรียน 26)	

2. ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) นักเรียนจำนวน 3 คน ไม่สามารถให้เหตุผลได้ชัดเจน โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์อาจไม่สามารถค้นพบความรู้เพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนอีก 3 คน ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับความเชื่อทางศาสนาโดยนักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องว่าการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะเพิ่มขึ้นหรือไม่เพิ่มขึ้นก็ได้ขึ้นอยู่กับอัลลอฮ์เท่านั้น

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจถูกต้องสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) เข้าใจถูกต้องว่า นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาและค้นคว้าตลอดเวลา เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่สามารถหักล้างข้อมูลเก่า อาจค้นพบดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นในอนาคต และความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนสามารถอธิบายพร้อมยกตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในตาราง 19

ตาราง 19 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้
วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (6 คน)	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะอาจไม่พบดาวเคราะห์ก็ได้” (นักเรียน 13)	นักวิทยาศาสตร์อาจไม่สามารถค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจไม่พบดาวเคราะห์ก็ได้ในอนาคต” (นักเรียน 25)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจไม่พบดาวเคราะห์ในอนาคต” (นักเรียน 26)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะพระเจ้าผู้เดียวที่สร้างโลก สร้างดาวเคราะห์ได้” (นักเรียน 7)	การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะเพิ่มขึ้นหรือไม่เพิ่มขึ้นก็ได้ขึ้นอยู่กับอัลลอฮ์เท่านั้น ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะไม่มีใครสามารถค้นพบดาวเคราะห์ได้ นอกจากอัลลอฮ์เพียงผู้เดียว” (นักเรียน 10)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะอัลลอฮ์อาจจะให้มีดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นหรือไม่ก็ได้” (นักเรียน 11)	

ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“เห็น ด้วย อย่าง ยิง กับ ข้อ ความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะ นักวิทยาศาสตร์ทดลอง สังเกต อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดเวลา จนนักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ที่สามารถหักล้างข้อมูลเก่า ทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง นักวิทยาศาสตร์ อาจพบดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นในอนาคต” (นักเรียน 7)	นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาและ ค้นคว้าตลอดเวลา เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่สามารถหักล้างข้อมูลเก่า อาจค้นพบ ดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นในอนาคต และ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนสามารถ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างเกี่ยวกับ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้
	“เห็นด้วยกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจ ค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นใน อนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์มีความ พยายามในค้นคว้าด้วยวิธีสังเกต ทดลอง ตีความ อาจค้นพบดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นก็ได้ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ตลอด พอ นักวิทยาศาสตร์พบข้อมูลใหม่ มีหลักฐาน ตรวจสอบได้ ข้อมูลเดิมก็ถูกยกเลิกไป” (นักเรียน 10)	
	“เห็น ด้วย อย่าง ยิง กับ ข้อ ความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ใน ระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะ นักวิทยาศาสตร์ทดลอง ค้นคว้าด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ค้นพบความรู้ แล้วมี หลักฐานที่ชัดเจน เชื่อถือได้ สามารถยกเลิก ความรู้เก่า ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ อาจทำให้พบดาวเคราะห์ดวง ใหม่เพิ่มขึ้นในอนาคตก็ได้” (นักเรียน 13)	

ตาราง 19 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาและค้นคว้าตลอดเวลา อาจค้นพบดาวเคราะห์ใหม่ในอนาคตก็ได้ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เรื่องรู้งินน้ำ อัลฟารีซีได้ศึกษา สังเกต ทดลองพบว่า รู้งินน้ำมี 3 สี ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองพบว่า มี 7 สี” (นักเรียน 11) “เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาทดลอง ค้นคว้าตลอดเวลา เมื่อมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ สามารถลบล้างข้อมูลเก่าก็อาจค้นพบดาวเคราะห์เพิ่มขึ้นในระบบสุริยะ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ อัลฟารีซีได้ทดลอง สังเกต จนพบรู้งินน้ำมี 3 สี พอมาปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบรู้งินน้ำมี 7 สี” (นักเรียน 25) “เห็นด้วยกับข้อความ (นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต) เพราะนักวิทยาศาสตร์มีการค้นคว้าและทดลองตลอด ทำให้มีโอกาสค้นพบดาวเคราะห์เพิ่มขึ้น ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ หากมีข้อมูลที่หักล้างข้อมูลเก่ามีหลักฐานชัดเจน หักล้างได้ เช่น ปโตเลมีอธิบายเรื่องการมองเห็นไม่ชัดเจน แต่อิบนุอัลฮัยษัมทดลอง สังเกต มีหลักฐานชัดเจน แนวคิดของปโตเลมีก็ถูกหักล้างไป” (นักเรียน 26)	

3. ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ (4 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ส่วนอีก 2 คน มีการให้เหตุผลที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) มีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานก็ได้ สำหรับนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) นักเรียนจำนวน 1 คนมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐาน เพื่อแสดงความน่าเชื่อถือและเป็นสิ่งที่ยืนยันกับการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนอีก 1 คน มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนเช่นเดียวกันว่า วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ แต่บางอย่างเป็นเรื่องของอัลลอฮ์กล่าวไว้แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีหลักฐาน

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนทุกคนจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมของวิทยาศาสตร์ (IV) นักเรียนเข้าใจถูกต้องว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ หลักฐานแสดงความจริง ความน่าเชื่อถือและยืนยันสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบได้ รวมทั้งสามารถยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องได้ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบนักเรียนในตาราง 20

ตาราง 20 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้
วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้จากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (4 คน)	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะหลักฐานไม่จำเป็นสำหรับความรู้วิทยาศาสตร์” (นักเรียน 1)	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจะมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานก็ได้
	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ต้องมีหลักฐาน” (นักเรียน 4)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะความรู้วิทยาศาสตร์อาจมีหรือไม่มีหลักฐานก็ได้” (นักเรียน 8)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะวิทยาศาสตร์อาจมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานยืนยันก็ได้” (นักเรียน 25)	
TV (2 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน สามารถพิสูจน์และหลักฐานเป็นสิ่งที่แสดงความน่าเชื่อถือได้...ไม่แน่ใจกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะบางเรื่องวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายได้ เป็นเรื่องของอัลลอฮ์ จึงไม่มีหลักฐานมาตรวจสอบได้” (นักเรียน 11)	วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ เพราะหลักฐานจะแสดงความน่าเชื่อถือในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ยกเว้นบางเรื่องที่อัลลอฮ์กล่าวไว้แล้วก็ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐาน

ตาราง 20 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยกับข้อความ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะต้องอาศัยความรู้...ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะจำเป็นต้องมีหลักฐานเพื่อแสดงความจริงกับสิ่งที่ค้นพบ” (นักเรียน 13)	วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐานเพื่อแสดงความน่าเชื่อถือและเป็นสิ่งที่ยืนยันกับการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลชัดเจนเกี่ยวกับการมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะหลักฐานทำให้ผู้อื่นเชื่อถือและยอมรับกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน อิบน์อัลฮัยษัมทดลองเรื่องการหักเหของแสง ก็มีผลการทดลองออกมา นั่นคือ หลักฐาน” (นักเรียน 1) “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานมายืนยันสิ่งที่เขาพบ ทำให้คนเชื่อถือเขา ญาบิรทดลองเรื่อง สกัदन้าหอมจากกุหลาบ ก็มีหลักฐานยืนยันของเขาเป็นน้ำกุหลาบ” (นักเรียน 4)	ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ หลักฐานแสดงความจริง ความน่าเชื่อถือ และยืนยันสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบได้

ตาราง 20 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานที่ตรวจสอบได้ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานยืนยัน ทำให้คนเชื่อถือได้ ญาบิรสกัดทองจากกรดกัดทอง นำกรดผสมกันได้กรดสีส้ม เป็นกรดกัดทอง กรดกัดทองเป็นหลักฐาน” (นักเรียน 8)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน หลักฐานทำให้คนเชื่อถือ แสดงให้เห็นสิ่งที่เราค้นพบ การทดลองของญาบิรสกัดทองได้กรดกัดทอง” (นักเรียน 11)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีหลักฐานเสมอไป) เพราะนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐาน หลักฐานแสดงให้คนอื่นเชื่อถือ ยืนยันสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ เช่น ญาบิรทดลองสกัดน้ำหอม มีหลักฐานสกัดน้ำหอมได้น้ำกุหลาบ” (นักเรียน 13)	
	เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้) เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ ทำให้คนเชื่อถือ ยอมรับ อธิบายสิ่งที่เราค้นพบให้คนอื่นฟัง ญาบิรค้นพบกรดกัดทอง ก็อธิบายโดยใช้ผลการทดลอง ผลการทดลองคือ หลักฐาน” (นักเรียน 25)	

4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า ทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) นักเรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีเพียงวิธีการเดียวคือ การทดลองเท่านั้น สลับขั้นตอนไม่ได้ นักวิทยาศาสตร์เรียงลำดับเป็นขั้นตอนตายตัวแล้ว

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า ทุกคนจัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) มีความเข้าใจถูกต้องว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเท่านั้น เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การลงความเห็น การตีความ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนแน่นอน สลับกันได้ อาจจะเริ่มต้นจากปัญหาหรือการสังเกตก่อนก็ได้ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบนักเรียนในตาราง 21



ตาราง 21 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัวได้จากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (6 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน) เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์สลับขั้นตอนกันไม่ได้จะต้องเรียงลำดับกัน” (นักเรียน 4)	วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีเพียงวิธีการเดียวคือ การทดลองเท่านั้น สลับขั้นตอนไม่ได้ นักวิทยาศาสตร์เรียงลำดับเป็นขั้นตอนตายตัวแล้ว
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะไม่มีวิธีการอื่นทางวิทยาศาสตร์ นอกจากการทดลองเท่านั้นที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์” (นักเรียน 10)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาศัยการทดลองในการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์” (นักเรียน 11)	
	เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะการทดลองเท่านั้นที่เป็นวิธีการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์” (นักเรียน 13)	
	“เห็นด้วยกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะสิ่งต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบจะต้องมาจากการทดลองเท่านั้น” (นักเรียน 23)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน) เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์สลับขั้นตอนไม่ได้ นักวิทยาศาสตร์เขามีลำดับขั้นตอนแน่นอนของเขาอยู่แล้ว” (นักเรียน 26)	

ตาราง 21 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะความรู้วิทยาศาสตร์มีหลายวิธี มีการทดลอง การสังเกต การตีความ การลงความเห็น” (นักเรียน 4)	ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเท่านั้นเพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การลงความเห็น การตีความ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนแน่นอน
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะนักวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีในการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การทดลองการตีความ” (นักเรียน 10)	สลับกันได้ อาจจะเริ่มต้นจากปัญหาหรือการสังเกตก่อนก็ได้
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน) เพราะวิธีการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์สลับกันได้ มีลำดับขั้นที่ไม่แน่นอน อาจจะเริ่มจากปัญหาหรือสังเกตก็ได้ทดลองก่อนแล้วสังเกตก็ได้ การทำงานของอิบ努อัลฮัยษัมในห้องมืด เริ่มต้นจากการสังเกตแล้วเขาทดลอง ส่วนอัลฟาริซีเริ่มต้นจากอ่านงานของอิบ努อัลฮัยษัมเรื่อง รุ่งกินน้ำ เขาก็สงสัย เริ่มต้นจากปัญหา แล้วเขาก็ไปทดลองและสังเกต” (นักเรียน 11)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน) เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนไม่แน่นอน อาจจะเริ่มจากปัญหาก่อนก็ได้ อาจจะเริ่มจากการสังเกตก่อนแล้วทดลอง อัลฟาริซีศึกษาเรื่อง รุ่งกินน้ำ เขาเริ่มต้นจากการพบปัญหา ส่วนอิบ努อัลฮัยษัมเริ่มต้นจากการสังเกตเห็นมัสยิดหัวกลับ แล้วเขาทดลอง” (นักเรียน 13)	

ตาราง 21 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน) เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนไม่แน่นอน บางทีก็เริ่มจากการสังเกตหรือปัญหาก่อนก็ได้ อัลฟาร์ซีศึกษารู้งินน้ำก็เริ่มต้นจากปัญหา ส่วนอิบน์อัลฮัยษัมเริ่มจากการสังเกตเห็นมัสยิดหัวกลับ” (นักเรียน 23)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น) เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีการทดลองอย่างเดียวเท่านั้น มีหลายวิธี มีการสังเกต การตีความ การลงความเห็น” (นักเรียน 26)	

5. สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า ทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) นักเรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกันสังคม จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์หรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความสนใจของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเชื่อและสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์ และนักเรียนบางคนมีการให้เหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกันข้อความที่แสดงความคิดเห็น

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า ทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วขณะ หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสังคม ชุมชน จุดเริ่มต้นของการค้นพบหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกันความเชื่อและสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้ถูกต้อง

เกี่ยวกับสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบนักเรียนในตาราง 22

ตาราง 22 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (6 คน)	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วขณะ หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับสังคม” (นักเรียน 1)	การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับสังคม จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์หรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจาก ความสนใจของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วขณะ หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับสังคม” (นักเรียน 3)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์) เพราะจุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากความสนใจของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น” (นักเรียน 10)	
	“ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วขณะ หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะนักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลอง ไม่เกี่ยวข้องกับสังคม” (นักเรียน 11)	

ตาราง 22 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจไม่หยุดการทดลอง ” (นักเรียน 13) “เห็นด้วยกับข้อความ (จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์) เพราะอาจเกิดในชุมชนอื่น ๆ ก็ได้” (นักเรียน 13) “เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะบางทีนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องหยุดการทดลองชั่วคราว เครื่องมืออุปกรณ์เสีย” (นักเรียน 23)	การให้เหตุผลของนักเรียนไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นคำถาม
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสังคมและชุมชน นักวิทยาศาสตร์ทำงานและมีเป้าหมายเพื่อสังคมและชุมชน ญานบิรศักดิ์ น้ำหอมจากกุหลาบ เป้าหมายของญานบิรเพื่อชุมชน เขาสกัดน้ำหอมประดิษฐ์อะลิบิก สกัดน้ำหอมเพื่อให้คนในชุมชนได้อบน้ำกุหลาบ นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพื่อชุมชน” (นักเรียน 1)	การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสังคม ชุมชน จุดเริ่มต้นของการค้นพบหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับ ความเป็นอยู่และ สิ่ง แวด ล้อม ใน ชุม ชน ของ นักวิทยาศาสตร์

ตาราง 22 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วขณะ หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม ชุมชน เขาทำงานมีเป้าหมายเพื่อสังคมชุมชน ญาบิรทำการทดลองในห้องทดลอง มีคนบางคนในชุมชนรังเกียจการทำงานของเขา ก็ไปเผาห้องทดลองที่เขาทดลอง เขาทดลองต่อไปไม่ได้ แต่เขาก็พยายามค้นหาทดลองต่อไปอีกไม่ได้หยุด” (นักเรียน 3) “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชุมชน สังคม เขาทำงานเพื่อชุมชน ญาบิรทดลองสกัดน้ำหอมเพื่อจะให้คนในชุมชนได้อาบน้ำกุหลาบ” (นักเรียน 10) “ไม่เห็นด้วยกับข้อความ (จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชุมชนและสิ่งแวดล้อม นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำการทดลองในห้องทดลองเพียงอย่างเดียว มีสังคม ชุมชนเกี่ยวข้องด้วย เช่น จุดเริ่มต้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของญาบิร เพื่อคนในสังคมในชุมชนของเขาการสกัดน้ำหอมจากกุหลาบเพื่อให้คนในชุมชนมีน้ำกุหลาบใช้	

ตาราง 22 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	อาบนํ้า” (นักเรียน 11)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับชุมชน สังคม นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำงานคนเดียว เขาทำงานเพื่อชุมชน เช่น ญาบิร ทดลองในห้องทดลอง แต่มีคนในชุมชนไม่ชอบเขา ก็ไปเผาห้องทดลองของเขา ทำให้เขาทดลองไม่ได้ แต่เขาก็ไม่หยุด ศึกษาต่อไป” (นักเรียน 13)	
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสังคม ชุมชน นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทดลองคนเดียว มีสังคม ชุมชนเกี่ยวข้องด้วย ญาบิร อิบน์ฮัยยาน คนในสังคมเผาห้องทดลองของเขา เขาก็หยุดทดลองชั่วคราว ไม่ได้หยุดตลอด ทดลองต่อและสอนลูกศิษย์ของเขาต่อไป” (นักเรียน 23)	

6. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (4 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) ส่วนอีก 2 คน จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) นักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) มีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองทักษะต้องอาศัยตาและอวัยวะเดียวกัน ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจใน

ระยะปรับเปลี่ยน (TV) มีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนว่า วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกตและการลงความเห็น แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า การสังเกตและการลงความเห็นเกี่ยวข้องอย่างไรกับวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองต้องอาศัยอวัยวะเหมือนกัน

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (5 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) ส่วนอีก 1 คน จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) โดยนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) มีความเข้าใจถูกต้องว่า วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและลงความเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกตและลงความเห็น การสังเกตและลงความเห็นแตกต่างกันเพราะการสังเกตอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยไม่แสดงความคิดเห็นส่วนตัว ส่วนการลงความเห็นเป็นอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้เดิมเข้ามาช่วย นักเรียนสามารถยกตัวอย่างที่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นได้ชัดเจน ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV) นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนเกี่ยวกับการสังเกตและการลงความเห็น สามารถอธิบายความแตกต่างของการสังเกตและการลงความเห็น แต่ยกตัวอย่างได้เพียงการสังเกตเท่านั้น ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบนักเรียนในตาราง 23

ตาราง 23 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะวิทยาศาสตร์
ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกันจากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (4 คน)	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น) เพราะวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการทดลองเท่านั้น... เห็นด้วยกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง) เพราะการสังเกตและการลงความเห็นต้องอาศัยตาในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ” (นักเรียน 1)	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการทดลอง เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือ การทดลองเท่านั้น การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองทักษะต้องอาศัยตาและอวัยวะเดียวกัน
	“เห็นด้วยกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง)) เพราะการสังเกตและการลงความเห็นต้องอาศัยอวัยวะเหมือนกัน” (นักเรียน 8)	
	“เห็นด้วยกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง)) เพราะการสังเกตและการลงความเห็นต้องใช้อวัยวะเหมือนกัน” (นักเรียน 23)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น) เพราะวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการทดลองเท่านั้น” (นักเรียน 26)	

ตาราง 23 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
TV (2 คน)	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น) เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกตและการลงความเห็นในการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์...เห็นด้วยกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง)) เพราะการสังเกตและการลงความเห็นต้องอาศัยอวัยวะเหมือนกัน” (นักเรียน 4)	วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกตและการลงความเห็น ซึ่งทั้งสองไม่แตกต่างกันเพราะทั้งการสังเกตและการลงความเห็นต้องอาศัยอวัยวะเหมือนกัน
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาศัยการสังเกตและลงความเห็น...เห็นด้วยกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง)) เพราะทั้งสองใช้อวัยวะเหมือนกัน” (นักเรียน 11)	

ตาราง 23 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง)) เพราะต่างกัน สังเกตอาศัยประสาทสัมผัส หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง อธิบาย ลงความเห็นเอาผลที่ได้จากการสังเกตและความรู้ที่รู้อยู่แล้วมาอธิบายด้วย ตอนทดลองเรื่อง รุ่งกินน้ำ เอาไฟฉายไปส่องแก้วที่มีน้ำ แล้วเอาระดาศเป็นฉาก แล้วเห็นสี 3 สี ตอนส่องไฟฉายใช้ตาสังเกต เห็นสี 3 สี แต่รุ่งมี 7 สี ห้องสว่างมาก ทำให้เห็น 3 สี ลักษณะนี้เป็นการลงความเห็นเพราะเรารู้แล้วว่า รุ่งมี 7 สี” (นักเรียน 11)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง)) เพราะทั้งสองแตกต่างกัน สังเกตต้องอาศัยประสาทสัมผัส บางที่ใช้ตาอย่างเดียว บางที่ใช้ตากับจมูก อธิบายไม่ใช้ความเห็น ถ้าลงความเห็นใช้ผลจากการสังเกตและใช้ความรู้เดิมที่เรารู้อยู่แล้ว อธิบาย เช่น การทดลองสกัดน้ำหอมจากกุหลาบ สังเกตเห็นน้ำเดือดเป็นไอ ไอเปลี่ยนเป็นของเหลว ใช้ตาสังเกต พอตมของเหลวใช้จมูก ก็เป็นการสังเกต แต่กลิ่นนี้เรารู้อยู่แล้วว่าเป็นกลิ่นกุหลาบ เพราะเราเคยดมกลิ่นกุหลาบ ทำให้เรารู้ว่า มันคือน้ำกุหลาบ เป็นการลงความเห็น” (นักเรียน 23)	

ตาราง 23 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและการลงความเห็น) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อาศัยการสังเกตและลงความเห็น เช่น ทดลองเรื่องรุ้งกินน้ำ ก็อาศัยการสังเกตและลงความเห็น พอส่องไฟฉายที่แก้วทรงกลมที่มีน้ำก็เห็นสีรุ้ง 3 สี อาศัยการสังเกต ใช้ตาสังเกต รู้แล้วว่า สีที่เห็นเป็นสีรุ้ง รุ้งกินน้ำมี 7 สี แต่เห็น 3 สี ห่องสว่างเห็นไม่ครบ 7 สี แบบนี้การลงความเห็นเพราะรู้ว่า รุ้งกินน้ำมี 7 สี” (นักเรียน 26)	
TV (1 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและลงความเห็น) เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกต การทดลอง และลงความเห็น ตอนหนูทดลองสกัดน้ำหอมจากกุหลาบ สังเกตน้ำผสมกุหลาบ บดเคี้ยว ตอนดูคลิปวิดีโอการทดลอง เรื่องกรดกัดทอง กรดสีขาวผสมกัน พอมันผสมกัน สังเกตเห็นมันเปลี่ยนสีเป็นสีส้ม...ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง) เพราะการสังเกตต้องใช้ตา จมูก หรืออาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ได้ความเห็นของเรา แต่ถ้าลงความเห็น เอาผลที่สังเกตอธิบายและมีความเห็นของเราอธิบายเพิ่มเติมด้วย เช่น ทดลองเรื่อง รุ้งกินน้ำ สังเกตเห็นสี” (นักเรียน 8)	นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกต การทดลอง และการลงความเห็น ซึ่งการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน การสังเกตต้องใช้ตา จมูก หรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่เพิ่มความเห็นของตนเอง แต่การลงความเห็น นำผลการสังเกตอธิบายและมีความเห็นของเราอธิบายเพิ่ม

7. วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การให้เหตุผลของนักเรียนพบว่า ทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (NV) นักเรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องว่า วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เป็นการแสดงความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการทดลองเท่านั้นในการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์

หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนทุกคน (6 คน) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจสอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (IV) นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องและสามารถอธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์และสามารถยกตัวอย่างได้ ดังสรุปการตีความและตัวอย่างคำตอบนักเรียนในตาราง 24



ตาราง 24 สรุปความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในคุณลักษณะความรู้ วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์จากการสัมภาษณ์

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
ก่อนเรียน		
NV (6 คน)	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทดลองเท่านั้น...ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทดลองเท่านั้น” (นักเรียน 3)	วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เป็นการแสดงความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการทดลองเท่านั้นในการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะเป็นการแสดงความคิดเห็นของดอลตัน ... เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะนักวิทยาศาสตร์อาศัย การทดลองเท่านั้นจึงจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง” (นักเรียน 4)	

ตาราง 24 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะนักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเท่านั้น การใช้จินตนาการเป็นการแสดงความคิดของตนเอง ไม่มีหลักฐาน ไม่น่าเชื่อถือ” (นักเรียน 11)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องทดลองอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” (นักเรียน 13)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะดอลตันใช้ความคิดของตนเองอธิบายโครงสร้างอะตอม” (นักเรียน 23)	
	“ไม่แน่ใจกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะดอลตันไม่ได้ทำการทดลอง ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น” (นักเรียน 25)	

ตาราง 24 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
หลังเรียน		
IV (6 คน)	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะเรามองไม่เห็นรูปร่างของอะตอม ก็ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ถ้าอธิบายกับการทดลองไม่ได้ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” (นักเรียน 3)	นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
	“เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ทำการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) เพราะอะตอมเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น เขาต้องใช้ความคิดในการอธิบาย บางทีวิทยาศาสตร์หากไม่สามารถอธิบายด้วยการทดลอง นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” (นักเรียน 23)	
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์บางทีก็ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ อัลฟารีซีก็อธิบายเรื่องรังสีกันน้ำถูกต้อง ใช้แก้วทรงกลม แทนหยดน้ำฝน ก็ค้นพบรังสีกันน้ำอธิบายได้” (นักเรียน 4)	

ตาราง 24 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะความรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้หลายวิธีไม่ได้ทดลองอย่างเดียว บางครั้งต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์จนได้ข้อมูลถูกต้อง อัลฟารีซีย์ ทดลองเรื่อง รุ่งกินน้ำ ก็ใช้แก้วทรงกลมแทนหยดน้ำฝน อัลฟารีซีย์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เขาก็อธิบายจนพบว่ารังมี 3 สี” (นักเรียน 11) “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีการทดลองเท่านั้น มีหลายวิธี บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างในการทำงานทางวิทยาศาสตร์” (นักเรียน 13)	

ตาราง 24 (ต่อ)

กลุ่มความเข้าใจ (จำนวน)	ตัวอย่าง	การตีความ
	“ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความ (หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง) เพราะนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ทดลองเพียงอย่างเดียว บางทีก็ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วยญาณวิเศษวิธีสกัดน้ำหอมจากกุหลาบ เขาก็ประดิษฐ์อะลิบิก ตรงปากของอะลิบิก เขาออกแบบมีลักษณะคล้ายคอห่าน เขาไม่ได้ทดลองอย่างเดียวเขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วย” (นักเรียน 25)	

เมื่อพิจารณาผลจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นได้ว่า หลังเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ผลจากการสัมภาษณ์ก่อนเรียนพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมของวิทยาศาสตร์ (NV) ซึ่งแตกต่างจากผลจากการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (TV)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามตามคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกนักเรียนตัวแทนตามการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามจำนวนร้อยละ 20 ในแต่ละกลุ่มความเข้าใจของทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหมด 12 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงขอเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งประกอบด้วย 1) ครู 2) กิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) สื่อการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดแต่ละด้านดังนี้

1) ปัจจัยที่เกิดจากครู หมายถึง บุคลิกภาพ การแสดงออก การอธิบาย ทักษะที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 24 โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- ความมุ่งมั่นตั้งใจและความเอาใจใส่ของครู ครูแสดงความมุ่งมั่น จริงจังในการสอน โดยการพูดอธิบายด้วยน้ำเสียงที่ชัดเจน มั่นใจ ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้มั่นใจว่า นักเรียนเข้าใจในประเด็นหรือคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่กำลังเรียน

- มีการอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนปฏิบัติระหว่างเรียนก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังแสดงในตาราง 25 โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- การทำการทดลองเสมือนการทดลองนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
- การอภิปรายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน
- การสรุปและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักเรียน ซึ่งมีครูคอยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสรุปด้วยการใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3) ปัจจัยที่เกิดจากสื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวนักเรียนที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่

ว่าจะเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทวัสดุ ได้แก่ ใบงาน ใบความรู้ ใบกิจกรรม รวมทั้งสื่อการเรียนรู้ประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ คลิปวิดีโอ อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 26 โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- การใช้สื่อที่สะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การทดลอง อุปกรณ์ การทดลอง ผลการทดลอง แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์หลายคนที่ไม่เหมือนกัน
- การใช้สื่อที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
- การใช้คำถามเฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในใบกิจกรรม



ตาราง 25 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากครู

ปัจจัยที่เกิดจากครู	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
ความมุ่งมั่นตั้งใจและความเอาใจใส่ของครู	“อาจารย์พูดซ้ำ ๆ เสียยมีผลกับความคิดที่เปลี่ยนแปลงด้วย เพราะเสียอาจารย์ดังฟังชัด... การอธิบายของอาจารย์ไม่เหมือนอาจารย์อื่น เข้าใจกับอาจารย์มากกว่า อาจารย์อื่นพอไม่เข้าใจก็ไม่สนใจ พอถามอาจารย์ เขาก็ไม่ค่อยสนใจ สรุปให้เสร็จ ไม่ถามนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่ ถ้าอาจารย์ถามนักเรียนว่าเข้าใจมั๊ย อาจารย์อธิบายอีกครั้งหนึ่ง” (นักเรียน 4)
	“อาจารย์พูดซ้ำ ๆ ค่อย ๆ อธิบาย เสียยดังฟังชัด ทำให้เข้าใจ พออาจารย์อธิบายเสร็จ อาจารย์จะถามว่า เข้าใจมั๊ย ถ้าไม่เข้าใจ อาจารย์อธิบายใหม่จนเข้าใจ” (นักเรียน 8)
	“การพูดของอาจารย์ การอธิบายของอาจารย์มีผลกับความคิดที่เปลี่ยน การพูดของอาจารย์ทำให้เข้าใจง่าย อาจารย์พูดเสียยดังฟังชัด ซ้ำ ๆ พอไม่เข้าใจอาจารย์ก็ทวนใหม่ อาจารย์ช่วยสรุปจนหนูเข้าใจ” (นักเรียน 11)
	“การอธิบายของอาจารย์มีผลกับความคิด เพราะตอนอ่านอาจารย์อธิบาย อภิปราย เสียยที่อาจารย์อธิบายดัง ฟังชัดเจน อาจารย์ค่อย ๆ อธิบาย อธิบายละเอียดซ้ำ ๆ ทำให้ผมเข้าใจ อาจารย์ถามว่า เข้าใจมั๊ย พอไม่ เข้าใจก็ทวนจนเข้าใจ แต่อาจารย์อื่นไม่ถามหลายรอบว่า เข้าใจหรือไม่เข้าใจ” (นักเรียน 13)
	“อาจารย์อธิบายเสียยดังฟังชัด พอไม่เข้าใจ อาจารย์ก็พยายามอธิบายจนเข้าใจจริง อาจารย์ถามทุกกลุ่ม อาจารย์ไม่เหมือนอาจารย์อื่น อาจารย์อื่นไม่พยายามอธิบายขนาดนี้ อาจารย์อื่นสอนเร็ว ๆ ไม่มีสรุป ไม่ถามว่าใครเข้าใจ ไม่เข้าใจ” (นักเรียน 26)

ปัจจัยที่เกิดจากครู	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การอธิบายเฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	“อาจารย์อธิบายให้เห็นว่า ความเป็นวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ อาจารย์อธิบายอีกทีหลังจากดูการคิดว่าแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงตลอด แนวคิดการหักเหของแสงของปโตเลมีเปลี่ยนเป็นอริบัตลัธยัสมแล้วเปลี่ยนเป็นสเนลเลียส แสดงให้เห็นว่า ความเป็นวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้” (นักเรียน 10)
	“อาจารย์จะอธิบายเป็นเรื่อง ๆ อาจารย์อธิบายเข้าใจทำให้เห็นว่า แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกันและมันเปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีหลักฐานชัดเจน แนวคิดก็ถูกกลบฝังไป ความเป็นวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้” (นักเรียน 11)
	“อาจารย์อธิบายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดวิทยาศาสตร์ มันทำให้เข้าใจว่า ความเป็นวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ตลอด ถ้ามีหลักฐานที่ลบล้างข้อมูลเก่า” (นักเรียน 25)



นอกจากปัจจัยที่เกิดจากครูแล้ว กิจกรรมการเรียนรู้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการสัมภาษณ์ที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้แสดงดังตาราง 26



ตาราง 26 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้

ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การทำทดลองเสมือนการทดลอง นักวิทยาศาสตร์อิสลาม	“พอได้ทดลองความคิดเปลี่ยน เพราะได้สังเกต พบเอง เห็นเอง ได้เห็นสิ่งๆ ทำให้เข้าใจว่า อัลฟาริยี่ เขาสังเกตทดลอง ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ถ้านำประวัติของ นักวิทยาศาสตร์อื่นมาอธิบายเรื่องนี้ ไม่เชื่อ เพราะไม่ใช่คนอิสลาม ต้องเป็นคนอิสลาม เขาไม่หลอกหลวง เขาอธิบายความจริงที่เกิดขึ้น มีความสุขที่เรียนรู้กับประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้เข้าใจการทำงานของคนนักวิทยาศาสตร์” (นักเรียน 3) “เมื่อในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ขอให้นักวิทยาศาสตร์อิสลาม เพราะเขาเป็นคนอิสลาม พอทดลองแล้วได้ผลการทดลอง ผลการทดลองคือหลักฐาน การทดลองทำให้รู้ว่า นักวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องมีหลักฐาน วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานและตรวจสอบได้” (นักเรียน 4) “ผมเชื่อในสิ่งที่เขาอธิบาย เพราะเขาเป็นคนอิสลาม พอได้ทดลองได้รู้ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงหลักฐาน ทดลองนั้นก็เหมือน ผลการทดลองก็คือหลักฐาน การทดลองทำให้ผมเข้าใจว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานและตรวจสอบได้” (นักเรียน 23)
	“นักวิทยาศาสตร์อิสลามมาอธิบาย ผมเชื่อ เชื่อว่า คำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเชื่อถือได้ พอได้ทดลองเอง ทำเอง ได้เห็นจริง สังเกตเอง เห็นสิ่งๆ ทำให้ผมเชื่อว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เชื่อถือได้” (นักเรียน 23)

ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรม การเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับ คุณลักษณะธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	“ตอนอธิบายกับอาจารย์มีคำถาม อาจารย์ถามเป็นคำถามให้แยกแยะความแตกต่างวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ใช้วิทยาศาสตร์ พอได้ตอบคำถามเข้าใจได้ว่า วิทยาศาสตร์ต้องสังเกต ทดลอง ถ้าไม่ใช่วิทยาศาสตร์” ไม่มี การทดลอง เป็นความเชื่อ ไม่มีหลักฐาน” (นักเรียน 3)
	“อาจารย์มีคำถามอธิบายร่วมกันในห้อง มีคำถามว่า ใครอธิบายเรื่องรุ่งกึนน่าเป็นวิทยาศาสตร์ และไม่เป็นวิทยาศาสตร์ พอได้ตอบคำถามทำให้ผมแยกได้ว่า นักวิทยาศาสตร์คือการสังเกต การทดลอง อธิบายเรื่องรุ่งกึนน่า แต่คนเชื่อกับสิ่งต่างๆ เป็นความเชื่อ ไม่ใช่ใช้วิทยาศาสตร์ การได้ตอบคำถามแบบนี้ทำให้ผมเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์คือการสังเกต การทดลอง อธิบายรุ่งกึนน่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ มีคำถามช่วยให้ผมแยกได้ระหว่างวิทยาศาสตร์กับไม่ใช่วิทยาศาสตร์” (นักเรียน 13)
	“ตอนอาจารย์อธิบายมีคำถามทำให้เห็นความแตกต่างว่าจะไรเป็นวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ พอเป็นคำถามแบบนี้ทำให้รู้ว่า วิทยาศาสตร์คือการสังเกต การทดลอง แต่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ไม่ได้ทดลอง มีแต่ความเชื่อ ทำให้เข้าใจเลยว่า สิ่งที่ยึดฟิสิกส์อธิบายก็เป็นวิทยาศาสตร์เพราะมีการสังเกตทดลอง วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายเรื่องรุ่งกึนน่า อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้” (นักเรียน 25)

ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรม การเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม	“อาจารย์มีประเด็นให้สรุปลงในกระดาน ช่วยกันสรุปว่า นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐาน แล้วมีอาจารย์มาช่วยแนะนำเพิ่มเติมในการสรุปของพวกเรา” (นักเรียน 4)
	“ได้คุยกับเพื่อน ได้ช่วยกันคิด ทุกคนช่วยกันสรุปเรื่องที่ได้อ่านและเพิ่มเติมจนเสร็จ แล้วมีอาจารย์มาช่วยให้คำแนะนำทำให้สรุปได้ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (นักเรียน 10)
	“หนูสรุปกับเพื่อนว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐาน อาจารย์มาช่วยอธิบายเพิ่มเติมและอธิบายจนทำให้สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานและสามารถตรวจสอบได้” (นักเรียน 11)
	“อาจารย์มีเรื่องให้สรุป มันเกี่ยวกับเรื่องความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ พอมาเจอเพื่อนทำให้สรุปได้ว่า ปกติเรามีหลักฐานไม่ชัดเจน อธิบายไม่ชัดเจน แต่อธิบายแล้วเรามีหลักฐานตรวจสอบได้ ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานชัดเจน อาจารย์มาช่วยอธิบายและเพิ่มเติมในสิ่งที่สรุปอีกครั้ง” (นักเรียน 11)

ตาราง 26 (ต่อ)

ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การสรุปและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักเรียน	“อาจารย์สรุปร่วมกันในห้องและอธิบายด้วยกันทั้งห้องว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี มีการสังเกต การทดลอง การตีความ อาจารย์มีคำถามด้วยว่า ถ้าเราใช้วิธีการได้บ้างในการสังเกตก็ดีทอง” (นักเรียน 4)
	“อาจารย์กับพวกเราสรุปสอนท้ายอีกที่ทั้งห้อง อาจารย์มีคำถามเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าเกี่ยวกับ แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน แล้วถามว่า วิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร พอถามแบบนั้น มันช่วยให้เราเห็นว่า แนวคิดมันเปลี่ยนแปลงจากเดิม พอได้ตอบคำถามทำให้เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (นักเรียน 11)
	“ตอนสรุปสอนท้ายกับอาจารย์มีผลทำให้ผมเข้าใจ อาจารย์มีคำถามเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายการทำงาน ของปฏิบัติการงานเพื่ออะไร อาจารย์จะถามว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานในห้องทดลองอย่างเดียวนะ พอถามแบบนั้นเราก็สรุปได้ว่า เราไม่ได้ทำงานในห้องทดลองอย่างเดียว แต่ทำงานเพื่อชุมชน มีเป้าหมายเพื่อชุมชน สังคม” (นักเรียน 23)
	“อาจารย์ก็จะสรุปด้วยกันกับพวกเราทั้งห้องว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว อาจารย์จะถามว่ามีวิธีอะไรบ้าง คำถามช่วยทวนเราอีกเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เราได้เรียนมา มีการสังเกต การทดลอง ลงความเห็น จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผมเข้าใจความคิดเปลี่ยน” (นักเรียน 26)

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แล้ว อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ สื่อการเรียนรู้ ซึ่งผลการสัมภาษณ์นักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่เกิดจากสื่อการเรียนรู้แสดงดังตาราง 27



ตาราง 27 ผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้

ปัจจัยที่เกิดจากการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การใช้สื่อที่สะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	“วิดีโอการทดลองของอินุอัลฮัยษัมอธิบายการทดลองการหักเหของแสง เห็นภาพอินุอัลฮัยษัมจุ่มไม้ลงในน้ำ เห็นไม้งอ พอยกขึ้นไม่ตรง เห็นการทดลองของเขา...” (นักเรียน 4)
	“คลิป์วิดีโอการทดลอง เรื่อง การสกัดกรดกัดทอง เห็นภาพผลการทดลองเป็นกรดกัดทอง...” (นักเรียน 11)
	“ในวิดีโอผมเห็นภาพการทำงานของเขา บิรอะโลหะซุลงในการกัดทอง...” (นักเรียน 26)
	“ในใบกิจกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อธิบายการทดลอง อุปกรณ์การทดลอง วิธีการทดลองสังเกต ได้ผลการทดลอง มีภาพผลการทดลองในใบกิจกรรม...” (นักเรียน 11)
	“ทุกใบกิจกรรมมีอธิบายการทดลอง เห็นผลการทดลองทำให้เข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์” (นักเรียน 7)
	“ในใบกิจกรรมมีอธิบายวิธีการทำงานของอัลฟาริซี การทดลองรังสีน้ำ...” (นักเรียน 23)
	“ในใบความรู้มีการอธิบายการค้นพบกรดซัลฟิวริก การทำงานของนักวิทยาศาสตร์สองคน...” (นักเรียน 4)
	“ในการ์ดมีข้อความที่แสดงการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน ทำให้เราเห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดนักวิทยาศาสตร์” (นักเรียน 13)
	“ในการ์ดมีอธิบายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ไม่เหมือนกัน ช่วยทำให้เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้” (นักเรียน 25)



ตาราง 27 (ต่อ)

ปัจจัยที่เกิดจากสื่อการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
การใช้สื่อที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรม ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม	“ไปความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์การกลั่นของนักวิทยาศาสตร์หลายคน ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน...มีภาพอธิบายรูปร่างของอุปกรณ์ทำให้เข้าใจการทำงานของเขา” (นักเรียน 11)
	“ในใบกิจกรรมมีข้อความบอกว่า ญาบิรส์กัดกระดูกของเพื่อให้อินยอกจนในสุ่มตนใส่ทอง...” (นักเรียน 4)
	“ในวิดีโอมีภาพที่ญาบิรส์บอกว่า เขาทำงานมีเป้าหมายเพื่อคนในสังคมของเขา...” (นักเรียน 10) “วิดีโอมีภาพเขาสกัดกระดูกของ...แล้วเขาก็บอกว่า สกัดกระดูกของเพื่อให้อินยอกจนในสุ่มตนใส่ทอง...” (นักเรียน 11)
การใช้คำถามเฉพาะเจาะจง	“ใบกิจกรรมมีคำถามที่ช่วยให้เข้าใจความคิดเปลี่ยน คำถามเกี่ยวกับอัลฟาริซียี่ให้แก้ทรงกลมแทนหยดน้ำฝน เขาอาศัยสิ่งใดในการทำงาน ในกิจกรรมอธิบายอัลฮัยษัมคำถามว่า อิบน์อัลฮัยษัมได้สร้างห้องมีคานายในเจาะขนาดเล็ก ณ ตำแหน่งของห้อง แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยทักษะใดในการทำงาน...” (นักเรียน 3) “อาจารย์ถามคำถามไม่ยาก เข้าใจง่าย ฟังปุ๊บเข้าใจ และมันก็เกี่ยวกับทำให้ความคิณเปลี่ยน พอได้ตอบคำถามทำให้หนูเข้าใจเลยว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานเพื่อชุมชน ตอบสนองความต้องการของคนในชุมชน” (นักเรียน 10) “มีคำถามในใบกิจกรรมถามว่า อัลฟาริซียี่ให้แก้ทรงกลมแทนหยดน้ำฝน เขาอาศัยสิ่งใดในการทำงาน” (นักเรียน 11)



ปัจจัยที่เกิดจากสื่อการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน
	“อ่านใบความรู้เรื่อง การค้นพบกรดซัลฟิวริก ยังไม่เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ พอตอบคำถามถามว่า ทำไมนักวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นไม่ยอมรับการค้นพบกรดซัลฟิวริกของเบนิริ มีคำถามอื่นอีกทำไมนักวิทยาศาสตร์จึงยอมรับคำอธิบายเกี่ยวกับการเตรียมกรดซัลฟิวริก... ทำให้เข้าใจเลยว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานที่เชื่อถือได้ทำให้ทุกคนยอมรับ” (นักเรียน 4)
	“พอดูการ์ตูนเสร็จแล้วอาจารย์มีคำถาม เพราะอะไรที่แนวคิดของปโตเลมีถูกลบทิ้งด้วยแนวคิดของอับดุลลียัซซิม พอถามแบบนี้ทำให้ความคิดหนูเปลี่ยน...ทำให้หนูเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานชัดเจน” (นักเรียน 10)
	“อาจารย์มีคำถามหลังอ่านการ์ตูนถามว่า ทำไมแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งได้รับการยอมรับ พอได้ตอบคำถามก็ทำให้รู้ว่า เขามีหลักฐานที่อธิบายชัดเจนและตรวจสอบได้ ทำให้คนที่ถือ ยอมรับแนวคิดของเขา ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่ตรวจสอบได้” (นักเรียน 11)



3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียน

เอกชนสอนศาสนาอิสลาม

จากผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามสามารถอธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมุสลิมได้ดังนี้

1. การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทอิสลาม อันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ นำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาของประวัติของวิทยาศาสตร์ (Historical of science case studies) ซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับปัจจัยกิจกรรมการเรียนรู้และปัจจัยสื่อการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้อภิปรายโดยมีคำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม สื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย ประกอบด้วย ใบกิจกรรม ใบความรู้ และคลิปวิดีโอ ซึ่งสามารถสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งจากตัวอย่างผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนอธิบายว่า เชื่อในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เมื่อได้ทดลองจึงได้เรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การอภิปรายอาจารย์จะมีคำถาม โดยเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ วิดีโอ ใบกิจกรรมมีภาพที่แสดงให้เห็นการใช้ชีวิต การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีเป้าหมายเพื่อคนในสังคม

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการตอบคำถาม โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนศึกษาประวัติการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม และคร่ำครวญกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยมีคำถามนำประเด็น ซึ่งเป็นคำถามที่มีความจำเพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ภายหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม ซึ่งจากตัวอย่างผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนอธิบายว่า การอภิปรายอาจารย์จะมีคำถาม โดยเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ และสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยเฉพาะคุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อทางศาสนา

3. การให้นักเรียนได้ทำการทดลองปฏิบัติเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ รวมทั้งทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ซึ่งในการศึกษานี้ภายหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม อาจให้นักเรียนได้ลงมือ การทดลองจริงหรือดูคลิปวิดีโอการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนให้ความเห็นว่า การทำการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนอธิบายว่า เมื่อนักเรียนได้ทดลอง ทำให้เขาเชื่อในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพราะเป็นคนอิสลาม ได้เรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การลงความเห็น และผลการทดลองเป็นหลักฐานที่ทำให้เข้าใจได้ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนจริงของอัลฟาริซียีเกี่ยวกับการค้นพบรุ่งกินน้ำ อิบน์ฮัลฮัยษัมเกี่ยวกับแสงและการมองเห็น และญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัดน้ำหอมจากกุหลาบ ส่วนการดูคลิปวิดีโอเป็นการทดลองเสมือนจริงของญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัดกรดกำมะถัน

4. การจัดการเรียนรู้ควรมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของอิสลาม ซึ่งการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งเข้าใจถึงสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ควรมีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นการ์ดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่แตกต่างกันหรือมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน เพื่อทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงศึกษาและเข้าใจถึงความไม่คงทนของวิทยาศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งเกิดจากข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่า หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IV) ทุกคนลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยในด้านปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ที่สะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม การทดลอง อุปกรณ์ การทดลอง ผลการทดลอง แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์หลายคนที่ไม่เหมือนกัน และสอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม มีผลทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากตัวอย่างผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่ากล่าวถึงสื่อที่หลากหลายชนิดที่ใช้ในบทเรียนและช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ใบกิจกรรม การ์ดบัตรคำ วีดีโอ และใบความรู้ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม และคลิปวีดีโอที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของอัลฟาริซี อิบน์อัลฮัยษัม และญาบิร อิบน์ฮัยยาน อีกทั้งให้นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้และการ์ดที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานและแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์หลายคนที่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลาอย่างไร
2. ในหน่วยการเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีปัจจัยใดที่มีผลให้นักเรียนมีเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามเป็นอย่างไร

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
3. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. สมมติฐานในการวิจัย

1. หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แตกต่างจากก่อนเรียน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมายหลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาบริบทของกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ที่นับถือศาสนาอิสลามทางภาคใต้ของประเทศไทย
4. สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แต่ละวิธี รวมทั้งความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กับประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งวิธีที่ผู้วิจัยเลือกใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการวิจัยในครั้งนี้คือ กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (History of science case studies)
3. ศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นค้นหาคำตอบ 3) ขั้นขยายความรู้และความคิด 4) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ 5) ขั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 1) หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม 2) แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจาก อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

3. การประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม และแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

4. การทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองใช้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ การจัดการเรียนรู้ บรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลองใช้ ซึ่งหากมีข้อบกพร่องผู้วิจัยจะทำการปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำไปทดลองเก็บ ข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองจริง เพื่อเก็บ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยโดยมีแบบแผนของการวิจัยเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบสามเส้า (Mixed method research : Triangulation design) วัดผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกลุ่มที่ ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้อง ประกอบด้วยนักเรียน 30 คน ที่กำลัง ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามแห่งหนึ่งในจังหวัด ยะลา

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบสอบถาม ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบผลความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยที่ได้

3. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4. สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

5. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลการวิจัย

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนปรับเปลี่ยนจากกลุ่มความเข้าใจในระยะปรับเปลี่ยน (Transitional view) หรือกลุ่มความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Naïve view) ในช่วงก่อนเรียนไปสู่กลุ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view) ทุกคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามประกอบด้วย 3 ปัจจัยดังนี้

1) ครู มีความมุ่งมั่นตั้งใจและความเอาใจใส่ในการเรียนรู้ของนักเรียน และมีการอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) กิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม มีการอภิปรายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน และการสรุปและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักเรียน

3) สื่อการเรียนรู้ เป็นสื่อที่มีความหลากหลาย ประกอบด้วย ใบกิจกรรม ใบความรู้ และคลิปวิดีโอ ซึ่งสามารถสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคม และวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม มีการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามและนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความเห็นไม่ตรงกัน และสำหรับใบกิจกรรมควรมีคำถามท้าทายกิจกรรมที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามมีดังนี้

1. การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทอิสลาม
2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม
3. การให้นักเรียนได้ทำการทดลองปฏิบัติเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม
4. การจัดการเรียนรู้ควรมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของอิสลาม

6. อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นประกอบด้วย 1) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียน และ 3) แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลจากการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Informed view) มากขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของแดส และไรด์ สมิทท์ (Dass, 2005, p. 87; Reid-Smith, 2013, p.176-177) ได้พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการบ่งชี้ อภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ในบทเรียนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ได้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เน้นให้นักเรียนได้อภิปรายโต้แย้งและทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์และมอบหมายงานให้นักเรียน (Lin & Chen, 2002, p. 778-779; Kim; & Irving, 2010, p. 196-197) ซึ่งผลการวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน (Irwin, 2000, p. 5; Kim & Irving, 2010, p.187; Lin & Chen, 2002, p. 773; Wolfensberger & Canella, 2015, p. 865) พบว่า การจัดการเรียนรู้กรณีศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประวัติของวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเห็นตัวอย่างการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน ช่วยให้เกิดความเข้าใจในทัศนคติและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (Matthew, 1994, p. 50) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับรู้และเข้าใจถึงแนวทางการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์, 2559, น. 175) ประกอบกับการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้ง โดยมีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนจากกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิชาการหลายท่าน (Monk & Osborne, 1997, p. 405; Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p.1057-1058; Rudge & Howe, 2009, p. 575-576; Tolvanen et al., 2014, p. 1605; Nur & Fitnat, 2015, p. 40) ได้สรุปว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ควรมีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งร่วมด้วย อันจะส่งผลในการพัฒนา

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติแบบชัดแจ้ง ช่วยทำให้นักเรียนเห็นกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การสะท้อนความคิดระหว่างจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการบ่งชี้คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์อย่างชัดเจน อาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ได้ (Abdul-El-Khalick & Lederman, 2000, p. 1057) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ในการวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับบริบทของวัฒนธรรมของนักเรียนจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะเมื่อสังคมและวัฒนธรรมของครอบครัวและการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงระหว่างสังคมของการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและสังคมในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะเกิดขึ้น (Costa, 1995, p. 314-315)

ในการวิจัยนี้มีการอภิปรายและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามหลายท่าน ซึ่งล้วนทำงานทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สังคมและบริบทอิสลาม บางท่านทำการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองความต้องการทางสังคมในบริบทอิสลาม ดังตัวอย่าง ประวัติการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของญาบิร อิบน์ฮัยยาน ได้ทำศึกษาวิธีการสกัดกรดกัดทอง เพื่อต้องการให้ผู้หญิงอาหรับที่มีฐานะยากจนมีเครื่องประดับทองสวมใส่คู่กาย การสังเคราะห์สารส้ม (Alum) เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหามลพิษน้ำดื่ม การประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับการกลั่นที่มีชื่อว่า “Alembic” ซึ่งสามารถกลั่นน้ำหอมกลิ่นกุหลาบให้คนในชุมชนของเขาได้ใช้ในการอาบน้ำ ซิลอนมมและศิระชะ เพื่อให้มีกลิ่นหอม ถึงแม้เขาจะถูกต่อต้านกับการทำงานทางวิทยาศาสตร์จากคนในชุมชน เขาก็ไม่หยุดนิ่งในการศึกษาและพัฒนาความรู้ทางเคมี อีกทั้งยังเผยแพร่ความรู้แก่ลูกศิษย์และคนรอบข้าง ซึ่งจากการที่นักเรียนได้ศึกษาความพยายามในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ของญาบิร อิบน์ฮัยยาน ทำให้นักเรียนเข้าใจและสะท้อนให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่า สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำงานเพียงลำพังคนเดียวในห้องทดลอง แต่เป็นการทำงานที่ตอบสนองความต้องการของสังคมและชุมชน และในบางครั้งจุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์

2) ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลจากการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามทำให้ทราบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ ครู กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้

ครูเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูต้องแสดงพฤติกรรม บุคลิกภาพ ที่แสดงถึงความมุ่งมั่นตั้งใจและความเอาใจใส่ในการเรียนรู้ของนักเรียนและมีการอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลอง มีการอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลีเดอร์แมน และดรูเกอร์ (Lederman & Druger, 1985, p. 657-660) พบว่า ปัจจัยของครูมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียน โดยครูสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความเป็นกันเองและอบอุ่น กิจกรรมการเรียนรู้ มีการตั้งคำถาม โดยเป็นคำถามที่เน้นการสืบค้น การแก้ปัญหา แนวคิดวิทยาศาสตร์ มีการสาธิตการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น คอยดูแลอำนวยความสะดวกและสนับสนุนเพิ่มเติมในบทเรียนให้นักเรียน

เหตุผลหนึ่งที่ทำให้ครูเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากการที่ครูมีความมุ่งมั่น กระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีผลทำให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยการเอาใจใส่ อธิบาย สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและส่งเสริมการเรียนรู้ การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการสืบเสาะและการแก้ปัญหา การจัดให้มีกิจกรรมการสาธิตการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Lederman & Druger, 1985, p. 657-660)

ปัจจัยกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยนี้เป็นกิจกรรมการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม มีการอธิบายที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน และการสรุปและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนักเรียน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ

นักวิชาการหลายท่าน (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Schwartz et al., 2004, p. 610; Liangkriks, 2009, p. 35-36) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งเป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี นอกจากนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของคิชเฟร์และอับดุลคาลิก (Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 552) พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์เป็น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ควบคู่กับ เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการ เรียนรู้

เหตุผลที่ทำให้ปัจจัยนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจเกิดจากลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ ลงมือปฏิบัติจริง สัมผัสด้วยตนเอง ทำกิจกรรมร่วมกัน ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานทาง วิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองก็จะซึมซับคุณลักษณะเป็นผู้อยากรู้อยากเห็น สนุก กับการค้นหาคำตอบ ให้ความสำคัญกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาธน์ เนิื่องเฉลิมม 2558, น. 136-143) โดยใน การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการทดลองเสมือนจริงของอัลฟาริซีย์เกี่ยวกับการค้นพบรังสีแกมมา อิบน์อัลฮัยษัมเกี่ยวกับแสงและการมองเห็น และญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัดน้ำหอมจาก กุหลาบ ส่วนการดูคลิปวิดีโอเป็นการทดลองเสมือนจริงของ ญาบิร อิบน์ฮัยยานเกี่ยวกับการสกัด กรดกัดทอง ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยนี้มีการอภิปรายที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง กับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างนักเรียนศึกษาและอภิปรายแนวคิด การหักเหของแสงจากการวัดแนวคิดการหักเหของแสงของนักวิทยาศาสตร์ โดยครูกระตุ้นให้ นักเรียนอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการศึกษาแนวคิดการหักเหของแสงของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ คำถามว่า เพราะเหตุใดแนวคิดของปโตเลมีและอิบน์อัลฮัยษัมจึงถูกลบล้างแทนที่ด้วยแนวคิด การหักเหของแสงของสเนลเลียส ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า แนวคิดการหักเหของแสงของสเนลเลียส หรือที่เรียกว่า กฎของสเนลล์ เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับจนถึงปัจจุบันนี้ จากแนวคิด

การหักเหของแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตจนถึงปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อความรู้เดิมมีข้อจำกัด ความรู้ดังกล่าวก็จะถูกลบล้างไปแทนที่ด้วยความรู้ใหม่ เมื่อนักเรียนได้อภิปรายโดยมีคำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การตอบคำถามก็จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลของการสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความหมายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Yacoubian & BouJaoude, 2010, p. 1232) และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002, p. 551; Khishfe & Lederman, 2006, p. 395 ; Yacoubian & BouJaoude, 2010, p. 1229)

นอกจากนี้อาจเกิดจากลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน โดยในการวิจัยนี้นักเรียนทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ทั้งแนวคิดวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในบทเรียนเป็นกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้จะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุย อภิปรายโต้แย้ง ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม เป็นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนร่วมกันในชั้นเรียน (Lederman, 1992, p. 331) รวมทั้งนำไปสู่การปรับเปลี่ยนและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ (นพัทธพร สังวาลเพชร และคนอื่น ๆ, 2560, น. 293; Wolfensberger & Canella, 2015, p. 865) ประกอบกับลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ในวิจัยนี้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนที่พบในประวัติของนักวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่ถูกต้อง (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787) และหากนักเรียนละเลยที่จะมีส่วนร่วมในสรุปและการสะท้อนความคิด อาจทำให้นักเรียนยังยึดถือความเข้าใจเดิมของตนเองและไม่สามารถมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับมติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ (Yacoubian & BouJaoude, 2010, p. 1232) สำหรับปัจจัยสื่อการเรียนรู้ เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นข้อค้นพบของงานวิจัย ซึ่งแตกต่างจากผลการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกิดจากครู (Lederman & Druger, 1985, p. 657-660; Lederman & Zeidler, 1989, p. 775; Lederman, 1999, p. 926-928) นักเรียนรู้ (Abd-El-

Khalick & Akerson, 2004, p. 787) และกิจกรรมการเรียนรู้ (Abd-EL-Khalick & Lederman, 2000, p. 666; Akerson et al., 2000, p. 297; Irwin, 2000, p.7-8 ; Khishfe & Abd-EL-Khalick, 2002, p. 554; Kim & Irving, 2010, p. 188-189; Liangkriilas, 2009, p. 35-36; Schwartz et al., 2004, p. 610; Yip, 2006, p. 157)

เหตุผลส่วนหนึ่งที่ทำให้ปัจจัยสื่อการเรียนรู้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม อาจเกิดจากสื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นภาพการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม เช่น คลิปวิดีโอการทำงานของญาบิร อิบน์ฮัยยาน ใบกิจกรรมเกี่ยวกับการค้นพบรุ่งกีนน้ำของอัลฟาริซียี เป็นต้น สังคมและวัฒนธรรมของนักเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004, p. 787; Dogan & Abd-El-khalick, 2008, p. 1100-1101) การออกแบบหลักสูตรเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวัฒนธรรมหนึ่งจึงไม่ส่งผลต่อนักเรียนที่อยู่ในวัฒนธรรมอื่น (Deng et al., 2014, p. 860) ดังนั้นสื่อการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และอาจเกิดจากสื่อการเรียนรู้ที่เลือกให้ผู้วิจัยใช้ร่วมกับคำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งการออกแบบคำถามที่เฉพาะเจาะจงทำให้นักเรียนสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนและการตอบคำถามได้

3) แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามสามารถอภิปรายแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามได้ดังนี้

1. การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทอิสลาม

จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า เมื่อนักเรียนได้ศึกษาประวัติศาสตร์ของ

นักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองเสมือนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้อภิปรายโดยมีคำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลามเพื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลายประกอบด้วย ใบกิจกรรม ใบความรู้ และคลิปวิดีโอ ซึ่งสามารถสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ซึ่งจากตัวอย่างผลการสัมภาษณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนอธิบายว่า เชื่อในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เมื่อได้ทดลองจึงได้เรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามการอภิปรายอาจารย์จะมีคำถาม โดยเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ วิดีโอใบกิจกรรมมีภาพที่แสดงให้เห็นการใช้ชีวิต การทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีเป้าหมายเพื่อคนในสังคม จึงสรุปได้ว่า การนำบริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของนักเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของฟูอาดและคนอื่น ๆ (Fouad et al., 2015, p. 1133) ที่ว่า แนวทางที่จะช่วยให้นักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลามมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องนั้น ควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่แสดงให้เห็นถึงบุคลิกภาพ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เป็นอิสลาม และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้เห็นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอาจเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของคังและคนอื่น ๆ (Kang et al., 2005, p. 332) ได้พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรสอดคล้องกับบริบทและวัฒนธรรมของนักเรียน เหตุผลส่วนหนึ่งที่ทำให้แนวทางนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมุสลิม อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ซึ่งการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับบริบทของวัฒนธรรมของนักเรียนจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพราะเมื่อสังคมและวัฒนธรรมของครอบครัวและการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระหว่างสังคมของการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและสังคมในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะเกิดขึ้น แต่ถ้าสอง

วัฒนธรรมมีความแตกต่างค่อนข้างมาก การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนมีแนวโน้มเป็นไปได้ (Costa, 1995, p. 314-315) นอกจากนี้อาจเกิดจากแนวทางนี้นำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีชื่อเสียงและมีความเคร่งครัดทางศาสนาใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนยอมรับในการอธิบายเกี่ยวกับการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับศาสนา สอดคล้องกับแนวทางของนักวิชาการหลายท่าน (Barnes & Brownell, 2016, p. 15; Taber, Billingsley, Riga, & Newdick, 2011, p. 110; Winlows, Staver, & Scharmann, 2011, p. 1026) ที่ว่า การให้นักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้ประวัติการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเคร่งครัดทางศาสนาของนักเรียนเป็นแนวทางหนึ่งที่ลดความขัดแย้งระหว่างวิทยาศาสตร์และศาสนา และส่งผลให้นักเรียนยอมรับและรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลาม

ผลจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า การอภิปรายอาจารย์จะมีคำถาม โดยเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยเฉพาะคุณลักษณะวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อทางศาสนาทำให้ทราบว่า การอภิปรายโดยใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามภายใต้บริบทของสังคม วัฒนธรรมและความเชื่อทางศาสนาอิสลามทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี โดยคำถามที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ เจาะจงกับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังตัวอย่าง การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำของอัลฟาริซีย์เป็นวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดแนวคิดของปโตเลมีและอิบน์อัลฮัยษัมจึงถูกลบล้างแทนที่ด้วยแนวคิดการหักเหของแสงของสเนลเลียส ทำไมนักวิทยาศาสตร์จึงยอมรับคำอธิบายเกี่ยวกับการเตรียมกรดซัลฟิวริกของอรรวอซีห์ จุดเริ่มต้นที่ทำให้ญาบิร อิบน์ฮัยยานได้ศึกษาวิธีการ

สังกัดทองคืออะไร จากการศึกษาประวัติของอิบนุอัลฮัยษัม นักเรียนคิดว่า เขามีวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของญาบิร อิบนุฮัยยานคือสิ่งใด เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนและอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์ได้ (Dass, 2005, p. 87; Kim & Irving, 2010, p. 211) และทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Yacoubian & BouJaoude, 2010, p. 1232) ซึ่งนำไปสู่การได้มาซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นพภัษร์ สังวาลเพ็ชร และคนอื่น ๆ (2560, น. 271) ที่ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนกับการสะท้อนความคิดในเนื้อหาโครงสร้างอะตอมควรใช้คำถามอภิปรายที่เฉพาะเจาะจงกับกิจกรรมพัฒนาแบบจำลองเพื่อสื่อถึงคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่มีความเคร่งครัดทางศาสนาควรใช้การอภิปรายที่มีคำถามเฉพาะเจาะจงและแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างศาสนากับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น สิ่งใดที่แสดงให้เห็นถึงการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์และความเชื่อทางศาสนา ความเชื่อในทางวิทยาศาสตร์กับความเชื่อทางศาสนาเป็นอย่างไร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับความเชื่อทางศาสนาแตกต่างกันอย่างไร (Smith, 1994, p. 592-595)

3.การให้นักเรียนได้ทำการทดลองปฏิบัติเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

ซึ่งการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า การทำการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนอธิบายว่า เมื่อนักเรียนได้ทดลอง ทำให้เขาเชื่อในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลามเพราะเป็นคนอิสลาม ได้เรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การลงความเห็น และผลการทดลองเป็นหลักฐานที่ทำให้เข้าใจได้ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ จึงสรุปได้ว่า กิจกรรมการทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลามทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ผ่านการลงมือปฏิบัติการสังเกต การทดลอง การลงความเห็น และการตีความ แบบที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำ

เพื่อค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์จริง ๆ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Fouad et al., 2015, p. 1133)

การทดลองเสมือนนักวิทยาศาสตร์อิสลามช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากการเรียนรู้ของนักเรียนได้รับประสบการณ์ ได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ การได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การลงความเห็น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ในหลากหลายวิธี (ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์, 2559, น. 179; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 136-143) ดังตัวอย่างการทดลองเรื่อง การเกิดรุ้งกินน้ำ นักเรียนต้องทดลอง สังเกตแสงสีที่ปรากฏบนฉาก บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม รวมทั้งอภิปรายร่วมกัน ทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับผลการทดลอง เป็นต้น

4.การจัดการเรียนรู้ควรมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายสะท้อนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมของอิสลาม

ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทำให้ทราบว่า ปัจจัยสื่อการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับแนวทางนี้ การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งเข้าใจถึงสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้ที่สะท้อนการทำงาน การทดลอง อุปกรณ์การทดลอง ผลการทดลอง สังคมและวัฒนธรรมของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ทำให้นักเรียนเรียนรู้การทำงาน of นักวิทยาศาสตร์ในบริบทของอิสลาม เข้าใจถึงความรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และสามารถตรวจสอบได้ สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว

แนวทางนี้เป็นแตกต่างจากแนวทางของนักวิชาการอื่น ๆ (Barnes & Brownell, 2016, p.15; Taber et al., 2011, p. 99; Winlows & et al., 2011, p. 1026) ซึ่งพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนที่เคร่งครัดทางศาสนาควรนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่มีชื่อเสียงและมีความเคร่งครัดทางศาสนา มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนยอมรับในการอธิบายเกี่ยวกับการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้มีความสำคัญต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างความสนใจ กระตุ้นการเรียนรู้และทำให้เกิดความต่อเนื่องทางความคิดของนักเรียน (Samuel, 2009, p. 63) ยกตัวอย่างเช่น การใช้คลิปวิดีโอแสดงการทำงานของญาบิร อิบนุฮัยยาน นักเรียนจะให้ความสนใจซักถามเป็นพิเศษ สื่อการเรียนรู้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาการของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เห็นการทำงานที่ผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ไม่มีความคงทนและแสดงให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้ (Kim & Irving, 2010, p. 211; Matthew, 1994, p. 50) ยกตัวอย่างเช่น เช่น การ์ดแนวคิดการหักเหของแสงของนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย 1) แนวคิดของปโตเลมี 2) แนวคิดของอิบนุอัลฮัยษัม และ 3) แนวคิดของสเนลเลียส การ์ดเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการอธิบายแสงกับการมองเห็นของปโตเลมีและอิบนุอัลฮัยษัม ใบความรู้เกี่ยวกับการค้นพบกรดซัลฟิวริกของญาบิร อิบนุฮัยยานและอรรอชีห์ เป็นต้น นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยนำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาศึกษาในปัจจุบัน (2556, น. 80) ซึ่งการนำประวัติของวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเห็นตัวอย่างการใช้ชีวิตของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน ส่งผลให้วิทยาศาสตร์เป็นนามธรรมน้อยลงและน่าสนใจมากขึ้น (Matthew, 1994, p. 50) ยกตัวอย่างเช่น คลิปวิดีโอแสดงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของญาบิร อิบนุฮัยยาน เพื่อสกัดกรดกัดทอง เพื่อให้ผู้หญิงที่มีฐานะยากจนมีทองสวมใส่ สะท้อนให้นักเรียนเข้าใจถึงสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

7. ข้อเสนอแนะ

ผลจากการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามในงานวิจัยนี้ค้นพบว่า ครูเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามหรือโรงเรียนที่มีบริบทเป็นอิสลามที่มีความสนใจการจัดการเรียนรู้ควรมีความพร้อมหลายด้าน ซึ่งประกอบด้วย ความรู้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีการอธิบายภาพในวิดีโอเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เป็นอย่างดี ก่อนที่จะเริ่มจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2. ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้ประวัตินักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้แก่ ญาบิร อิบน์ฮัยยาน อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟาริซีย์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีจำนวนมากมาย ครูสามารถนำประวัติของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ อาทิเช่น อัลบิรูนี (Al-biruni) อีรราซีย์ (Al-razi) มาวิเคราะห์เนื้อหาและความสอดคล้องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเลือกให้เหมาะสมกับคุณลักษณะ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และควรคำนึงถึงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการทดลองที่ ปฏิบัติการทดลองได้ในชั้นเรียน และแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องเลือกให้เหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน

3. จากการวิจัยพบว่า การใช้คำถามมีความสำคัญต่อความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน หากคำถามที่เตรียมไว้ไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้หรือนักเรียนไม่ สนใจ ครูต้องพยายามอธิบายหรือเปลี่ยนไปใช้คำถามอื่นที่มีลักษณะภาษาหรือประโยคที่ง่ายต่อ การเข้าใจของนักเรียน คำถามปลายเปิดที่สอดคล้องกับภาษาหรือสอดคล้องกับบริบทของ นักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้

4. จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์อิสลามสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนใน โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามได้เป็นอย่างดี ดังนั้นสำนักงานการศึกษาเอกชน ซึ่งเป็นผู้ดูแล และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามควรมีนโยบายที่ส่งเสริม ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้แต่ละโรงเรียนมีการบรรจุหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม ในหลักสูตรของโรงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่นับถือศาสนาอิสลาม

5. จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรม อิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามได้ ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษาที่ผลิต ครูในพื้นที่ที่มีประชากรที่นับถือศาสนาอิสลาม ควรมีการบรรจุรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดเรียนรู้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม เพื่อครู

วิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม พบว่า ประกอบด้วย ปัจจัยของครู กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อมูลบางส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่า ปัจจัยใดที่ส่งผลมากที่สุดในการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากนัก ดังนั้นควรศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

2. จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้บริบทที่สอดคล้องกับสังคมและวัฒนธรรมอิสลามมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามได้ ดังนั้นนอกจากการใช้ประวัติของนักวิทยาศาสตร์อิสลามแล้ว อาจนำภูมิปัญญาชาวบ้านในบริบทอิสลามสังเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาชาวบ้าน และนำผลที่ได้จากการสังเคราะห์ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

บรรณานุกรม

- Abd-EL-Khalick, F. (2013, September). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Abd-EL-Khalick, F. & Akerson, V. L. (2004, September). Learning as conceptual change: factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Teacher Education*, 88(5), 785-810.
- Abd-EL-Khalick, F. & Khishfe, R. (2002, September). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Abd-EL-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000, December). The influence of history of sciences courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abdulrani, M. (2011, December). Abu ali al-hasan ibn al-hasan ibn al-haytham. *The International Medical Journal Malaysia*, 10(2), 1-2.
- Agargun, A. G. & Fletcher, C. R. (1994, May). Al-farisi and fundamental theorem of arithmetic. *Historia Mathematica*, 21(2), 162-173.
- Aflalo, E. (2013, September). Religious belief: the main impact on the perception of the nature of science on the student teachers. *Cultural Studies of Science Education*, 8(31), 623-641.
- Akerson, V. L. & Abd-EL-Khalick, F. (2003, December). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025-1049.
- Akerson, V. L., Abd-EL-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000, April). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

- Akinoglu, O. & Tandogan, R. O. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71-81.
- Al-hassani, T. S. (1993). *1001 inventions the enduring legacy of Muslim civilization* (3 rd ed.). United State: Wachington D.C.
- Al-khallili, J. (2015, April). Advances in optics in the medieval Islamic world. *Contemporary Physics*, 56(2), 109-122.
- Allchin, D. (2013). Problem- and case-based learning in science : an introduction to distinctions, values, and outcomes. *Life Science Education*, 12(3), 364-372.
- Alswelmyeen, M. B. & Alolimmat, A. R. (2013, February). The level of understanding of the nature of science for physics teachers and the relationship of that experience with academic qualification. *European Scientific Journal*, 9(5), 15-28.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Project 2061: Science for all Americans*. Retrieved from [http:// www.project 2061.org](http://www.project2061.org)
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Nature of science*. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1>
- Amr, S. S. & Tbakhi, A. (2007, January-February). Arab and muslim physicans and scholars Jabir ibn hayyan. *Annals of Saudi Medicine*, 27(1), 53-54.
- Amr, S. S. & Tbakhi, A.. (2007, January). Ibn al-haytham: father of modern optics. *Ann Saudi med*, 27(6), 464-467.
- Barrows, H. S. & Tamblyns, R. M. (1980). *Problem-based learning an approach to medical education*. New York: Springer.
- Bell, R. L. & Ledermaan, N. G. (2003, May). Understanding of the nature of science and decision making on science and technology based issued. *Science Education*, 87(3),352-377.

- Bergman, J. (1996). *Understanding educational measurement and evaluation*. Boston: Houghton Mifflin.
- Bettany, L. (1995). Ibn al-haytham: an answer to multicultural science teaching? *Physics Education*, 30(4), 247-252.
- Burns, K. (2010, 19 November). The muslim contributions to optics. *The brunei times*. p.C8.
- Chan, K-S. (2005, December). Exploring the dynamic interplay of college students' conceptions of the nature of science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-16.
- Chong, B. (2005). *Understanding of the nature of science and its relationship with academic achievement and gender among form 6 students* (Master' thesis). The University Malaya, Kuala lumpur.
- Clary, R. M. & Wandersee, J. H. (2006, March). Mary Anning: she's more than "seller of sea shells at the seashore. *The American Biology Teacher*, 68(3), 153-157.
- Clough, M.P. & Olson. J.K. (2008, February). Teaching and assessing the nature of science: An introduction, *Science & Education*, 17(2), 143-145.
- Corradi, M. (2016, March). A short history of rainbow. *Lettera Matematica*, 4(1), 49-57.
- Costa, V. B. (1995). When science is "another world" : Relationships between worlds of family, friends, school, and science. *Science Education*, 79(3), 313-333.
- Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th ed.). New York: Harper Collins.
- Danowski, K. (2007, September). Alchemy to chemistry pseudoscience to science. *The North Texas Skeptic*, 21(8), 1-4.
- Dass, P. M. (2005). Understanding the nature of science enterprise (NOSE) through discourse with its history : the influence of an understanding 'Historical Approach' course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 87-115.
- Deng, F., Chai, C. S., Tsai, C-C, & Lin, T-J. (2014, April). Assessing south china (Guangzhou) high school students' views on nature of science a validation study. *Science & Education*, 23(4), 843-863.

- Dewitt, D. & Siraj, S. (2010, December). Learners' perceptions of technology for design of a collaborative learning module. *World Journal on Educational Technology*, 2(3), 169-185.
- Djebbar, A., Hosson, C. D., & Jasmin, D. (2009). *The discoveries in Islamic countries*. Paris: Academy of sciences.
- Dogan, N. & Abd-El-Khalick, F. (2008, December). Turkish grade 10 students' science teachers' conceptions of nature of science: a national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.
- Driver, R., John, L., Robin, M., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Britstol: Open University press.
- Eastwood, B. (1986). Alhazen, Leonardo, and late- medieval speculation on the inversion of images in the eye. *Annals of Science*, 43(5), 413-446.
- Egan, K. (1985, October-December). Teaching as story-telling: A non-mechanistic Approach to planning teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 397-406.
- Barnes, M. E. & Brownell, S. E. (2016, Summer). Practices and Perspectives of colleges instructors on addressing religious beliefs when teaching evolution. *CBE life science education*, 15(2), 1-19.
- Fairley, T. (1907, November-December). The early history of distillation. *Journal of The Institute of Brewing*, 13(6), 559-582.
- Falagas, M. E., Zarkadoulia, E. A., & Samonis, G. (2006, August). Arab science in the golden age (750-1258 C.E. and today). *The Faseb Journal*, 20(10), 1581-1586.
- Faruqi, Y. M. (2006, September). Contributions of Islamic scholars to the scientific enterprise. *International Education Journal*, 7(4), 391-399.
- Ferguson, G. (1981). *Statistical analysis in psychology and education*. New York: McGraw-Hill.
- Ferreira, M. M. & Trudel, A. R. (2012). The impact of problem based learning (PBL) on student attitude toward science, problem-solving skills, and sense of community in the classroom. *Journal of Classroom Interaction*, 47(1), 23-30.
- Fizyka, Z. (1910). *Camera obscura*. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camera_obscura_1.jpg.

- Forato, T., Martin, R., & Pietrocola, M. (2012, May). History and nature of science in high school: building up parameters to guide educational materials and strategies. *Science & Education*, 21(5), 657-682.
- Freely, J. (2015). *Light from the east how the science of medieval islam helped to shape the western world*. New York: I.B. Tauris.
- Fouad, K. E., Master, H., & Akerson, V. L. (2015, November). Using history of science to teach nature of science to elementary students. *Science & Education*, 24(9-10), 1103-1140.
- Galili, I. & Hazan, A. (2000). The influence of an historically oriented course on students' knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *American Association of Physics Teachers*, 68(7), 3-15.
- Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 63-72.
- Giddens, A. (1997). *Sociology* (3rd ed.). Cambridge: Polity.
- Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In *The practice of constructivism in science education*. (p. 23-38). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goode, E. (1984). *Sociology*. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Gorini, R. (2003). Al-haytham the man of experience first steps in the science of vision. *Jishim*, 2, 53-55.
- Habashi, F. (2005, September). A short history of hydrometallurgy. *Hydrometallurgy*, 79, 15-22.
- Haidar, A. & Balfakih, N. M. (1999, March). *United arab emirates science students' view about the epistemology of science*. Bostan: Paper presented at the annual meeting of national association for research in science teaching.
- Haidar, A. (1999, September). Emirates pre-service and in-service teacher's views about nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 807-822.

- Halai, N. & Hodson, D. (2004, January). Munazza' s story: shedding light on a science teacher's conception of the nature of science through a life history study. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(2), 103-118.
- Halai, N. (2010, January). Teaching teachers and students about the nature of science. *Journal of Educational Research*, 13(1), 171-179.
- Holmyard, E. J. (1923). Jabir ibn hayyan. *Proceeding of Royal Society of Medicine*, 16(Sect hist med), 46-57.
- Holmyard, E. J. (1928). *The works of Geber*. United State: Kessinger.
- Howe, E. M. (2004). *Using the history of research on sickle-cell anemia to affect preservice teachers' conceptions of the nature of science* (Doctoral dissertation). Western Michigan University, Michigan.
- Howe, E. M. (2009, September). Henry David Thoreau, forest succession; & the nature of science: a method for curriculum development. *The American Biology Teacher*, 71(9), 397-404.
- Hmelo-silver, C. E. (2004, September). Problem- based learning: what and how do student learn?. *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Jain, J., Lim, B. K., & Abdullah, N. (2013). Pre-service teachers' conceptions of the nature of science. *Precedia-Social and Behavioral Science*, 90, 203-210.
- Ibnu nizar, A. (2013). *Tokoh islam banyak berjasa pada dunia*. Selangor: Ar-risalah.
- Iqbal, H. M., Azam, S., & Rana, R. A. (2009, December). Secondary school science teacher's views about nature of science. *Bulletin of Education and Research*, 31(2), 29-44.
- Irwin, A. R. (2000, January). Histories case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Islam, A. (2011). The contributions of muslims to science during the middle abbasid period (750-945). *Revelation and Science*, 1(1), 39-56.

- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005, March). Examining students' views on the nature of science: results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 84(2), 314-334.
- Khan, S. A. (2015). Medieval Islamic achievements in optics. *Anno*, 31(1-2), 35-45.
- Khan, S. A. (2016, February). Medieval arab contributions to optics. *Digest of Middle East Studies*, 25(1), 19-35.
- Khishfe, R. & Abd-EL-Khalick, F. (2002, September). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R. & Lederman, N. G. (2006, April). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (7): 395-418.
- Kilic, K., Sungur, S., Cakiroglu, J., & Tekkaya, C. (2005). Ninth grade students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi*, 28, 127-133.
- Kim, S. Y. & Irving, K. E. (2010, February). History of science as an instructional context: student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19(2), 187-215.
- Kirchner, E. (2015, February). Color theory and color order in medieval Islam: A review. *Color research and application*, 40(1), 5-16.
- Kruse, J. W. (2010). Historical short stories in the post –secondary biology classroom: *investigation of instructor and student use and views* (Doctoral dissertation). The Iowa state university, Iowa.
- Lauritzen, C. & Michael, J. (1992). *The construction of meaning from experience*. Paper present at the annual meeting of the national council of teacher of English convention.
- Lederman, N. G. (1992, April). Students' and teachers' conceptions of nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

- Lederman, N. G. (1999, October). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science : Past, present, and future. In *Handbook of Research on Science Education*. (p. 831-880). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-EL-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001, January). Pre-service teachers' understanding and teaching nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Science Mathematics, and Technology Education*, 1(2), 135-160.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002, August). View of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science & Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G. & Druger, M. (1985, October). Classroom factors related to changes in students' conceptions of the nature of science. *Journal of research in science teaching*, 22(7), 649-662.
- Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1989, December). The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of research in science teaching*, 22(7), 771-783.
- Liang, L. L., Chen, S., Xian, C., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008, June). Assessing preservice teacher's views on the nature of scientific knowledge: a dual-response instrument. *Asia-Pacific on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-20.
- Liangkhrilas, J. (2009). *Development of level 4 biology students' understanding of nature of science in the context of the unit on respiration: explicit and reflective inquiry-based approach* (Doctoral dissertation). The Kasetsart university, Bangkok.

- Lin, H. S. & Chen, C-C. (2002, November). Promoting pre-service chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773-792.
- Lindberg, D. C. (1967). Alhazen's theory of vision and its reception in the west. *Isis*, 58(3), 321-341.
- Lonsbury, J. D. & Ellis, J. D. (2002, December). Science history as a means to teach nature of science concepts: using the development of understanding related to mechanisms of inheritance. *Electronic Journal of Science Education*, 7(2), 1-42.
- Macleod, E. & Wishinsky, F. (2013). *A history of just about everything: 180 events, people and inventions that changed the world*. United States: Kid can press.
- Mahmood, M. (2013, 15 November). Al-farisi optics, mathematics legacy continues. *Arab Times*, p.12.
- Mansour, N. (2011, March). Science teacher's views of science and religion vs. the Islamic perspective: conflict or compatible?. *Science Education*, 95(2), 281-309.
- Masic, I. (2008). Ibn al-haitham –father of optics and describer of vision theory. *Med Arh*, 62(3), 183-188.
- Mansuri, H. (2011). Great muslim scientist of al-kimya. *Canberra Islamic School Newsletter*, 1(4), 1-2.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Maurines, L. & Beaufils, D. (2013, June). Teaching the nature of science in physics courses: the contribution of classroom historical inquiries. *Science & Education*, 22(6), 1443-1465.
- Moutinho, S., Torres, J., Fernandes, I., & Vasconcelos, C. (2015, June). Problem-based learning and nature of science: a study with science teachers. *Social and Behavioral Sciences*, 191, 1871-1875.
- McComas, W.F. & Clough, M. P. (1998, November). The Nature of science in science education : An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.

- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In *The nature of science in science education rationales and strategies*. (p. 3-39). Netherlands: Kluwer Academic.
- McComas, W.F. (2002). The nature of science in science education rationales and strategies. Netherlands: Kluwer Academic.
- Mihas, P. (2002). Some historical resources for teaching about curved mirrors. *Physics Education*, 37(4), 311-317.
- Mihas, P. (2005, November). A historical approach to the teaching of the linear propagation of light, shadows and pinhole cameras. *Science & Education*, 14(7), 675-697.
- Mihas, P. (2008, August). Developing ideas of refraction, lenses and rainbow through the use of historical resources. *Science & Education*, 17(7), 751-777.
- Mihladiz, G. & Dogan, A. (2014, February). Science teacher's view about NOS and the place of NOS in science teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3476-3483.
- Monk, M. & Osborne, J. (1997, July). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Mousavi, A. (2012, January). "Geber's method" and "greener" synthesis of sulfuric acid. *Journal of Materials and Environmental Science*, 3(2), 391-394.
- National research council. (1996). *National science education standard*. Washington, D.C.: National academy Press.
- NSTA. (2000). *Nature of science*. Retrieved from <http://www.nsta.org/about/positions/natureofscience.aspx>
- Nur, E. M. & Fitnat, K. (2015, November). Explicit-reflective teaching nature of science as embedded within the science topic: Interactive historical vignettes technique. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6), 40-49.

- OresomeResource. (2012). *Fractional distillation of crude oil*. Retrieved from http://www.oresomerresources.com/resources_view/resource/lesson_fractional_distillation_of_crude_oil_year_12.
- Newman, W. R. (1993). The summa perfectionis of pseudo-geber : A critical edition, translation and study. *Isis*, 84(4), 789-790.
- Rayan, S. (2014). Analogical reasoning roots in ibn al-haytham's scientific method of research. *International Journal of Computational Bioinformatics and in Silico Modeling*, 3(1), 321-326.
- Reid-Smith, J. A. (2010). Historical short stories and nature of science in a high school biology classroom (Master thesis). The State University, Iowa.
- Reid-Smith, J. A. (2013). Historical short stories as nature of science instruction in secondary science classrooms: science teachers' implementation and students' reactions (Doctoral dissertation). The Iowa State University, Iowa.
- Romero, L. (2016). *Ibn al-haytham the man who discovered how to see*. Washington D.C.: National geographic society.
- Rudge, D. W. & Howe, E. M. (2004, November). Incorporating history into the science classroom. *The Science Teacher*, 71(9), 52-57.
- Rudge, D. W. & Howe, E. M. (2009, May). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science; & Education*, 18(5), 561-580.
- Rubba, P. A. & Andersen, H. O. (1978, October-December). Development of an instrument to assesses secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.
- Saleh, I. M. & Khine, M. S. (2014, July). Examining the views about the nature of science among elementary pre-service teachers. *International Review of Contemporary Learning Research*, 3(2), 64-70.
- Salih, H., Al-amri, M. D., & El-gomati, M. M. (2005, February). The miracle of light. *A World of Science*, 3(4), 2-7.

- Samara, N. A. (2015, March). Understanding of the nature of science among undergraduate student at mutah university in Jordan. *European Scientific Journal*, 11(8), 290-302.
- Samuel, A. W. (2009, March). The importance of instructional materials in our schools an overview. *New Era Research of human, Educational and sustainable development*, 2(3), 61-63
- Saeed, A. (1992, January). Study of muslim alchemy in the medieval ages; & some valuable chemicals transmitted to modern chemistry. *Indian Journal of History of Science*, 27(3), 261-278.
- Schlosser, S. (2011). Distillation –from bronze age till today. In *Proceedings of the 38th international conference of Slovak society of chemical engineering*. (p.1-12). Markos,J. Slovakia: Tatranske Matliare.
- Schwartz, R. S. & Lederman, N. G. (2002, March). It's the nature of the beast: the influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004, July). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Sendur, G., Polat, M., Toku, A., & Kazanci, C. (2014, December). Active learning applications in the history of chemistry: pre-service chemistry teachers' level of knowledge and views. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), 1-30.
- Shoja, M. M., Agutter, P.S., & Shane Tubbs, R. (2015). Rhazes doubting galen: ancient and medieval theories of vision. *International Journal of History and Philosophy of Medicine*, 5(10510), 1-6.
- Shuriye, A. O. (2011, April). Islamic position on physics with reference to ibn al-haytham. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(2), 59-64.

- Simon, G. (2006, April). The gaze in ibn al-haytham. *The Medieval History Journal*, 9(1), 89-98.
- Shah, M. Z. (2009). Exploring the conceptions of a science teacher from Karachi about the nature of science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3), 305-315.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scot, L. (1992, April). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.
- Sousa, C. (2014). History and nature of science enriched problem-based learning on the origins of biodiversity and of continents and oceans. *Multidisciplinary Journal for Education*, 1(2), 142-159.
- Smith, J. D. (1992, March). The remarkable ibn al-haytham. *The Mathematical Association*, 76(475), 189-198.
- Smith, M. U. (1994, May). Counterpoint : belief, understanding, and the teaching of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 591-597.
- Stinner, A., McMillan, B. A., Merz, J. M., Jilek, J. M., & Klassen, S. (2003, October). The renewal of case studies in science education. *Science & Education*, 12(7), 617-643.
- Tao, P-K. (2002, March). A study of students' focal awareness when studying science stories designed for fostering understanding of the nature of science. *Research in Science Education*, 32(1), 97-120.
- Tabel, K., Billingsley, B., Riga, F., & Newdick, H. (2011, June). To what extent do pupils perceive science to be inconsistent with religious faith? An exploratory of 13-14 years- old English pupils. *Science education international*, 22(2), 99-118.
- The National Science Teachers Association (NSTA). (2000). *NSTA position statement the nature of science*. Retrieved from http://www.nsta.org/about/positions/nature_of_science.aspx.

- Tolvanen, S., Janssons, J., Vesterinen, V-M., & Aksela, M. (2014, August). How to use historical approach to teach nature of science in chemistry education. *Science & Education*, 23(8), 1605-1636.
- Topdemir, H. G. (2007). Kamal al-din al-farisi's explanation of the rainbow. *Humanity & Social Sciences Journal*, 2(1), 75-85.
- Tschanz, D. W. (2016, May-June). Islamic of roots modern pharmacy. *Aramco World*, 67(3), 19-23.
- Unal, N. & Elcioglu, O. (2009, March). Anatomy of the eye from the view of ibn al-haytham (965-1039) the founder of modern optics. *Saudi Medical Journal*, 30(3), 323-328.
- Wan, Z. H., Wong, S. L., & Zhan, Y. (2013, May). When nature of science meets Marxism: aspects of nature of science taught by Chinese science teacher educators to prospective science teachers. *Science & Education*, 22(5), 1115-1140.
- Wandersee, J. H. & Roach, L. E. (1995, November). Putting people back into science. *School Science and Mathematics*, 95(7), 365-370.
- Wandersee, J. H. & Roach, L. E. (1998). Interactive historical vignettes, In *Teaching Science for Understanding*. (p. 281-306). California: Academic press.
- Wandersee, J. H. & Griffard, P. B. (2002). The history of chemistry: Potential and actual contributions to chemical education. In *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. (p. 29-46). Dordrecht: Kluwer Academic publishers.
- Wilson, E. O. (2002). Power of story. *American Educator*, 26(1), 8-11.
- Winslow, M. W., Staver, J. R., & Scharmann, L.C. (2011, November). Evolution and personal religious belief: Christian university biology-related majors' search for reconciliation. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 1026-1049.
- Wolfenburger, B. & Canella, C. (2015). Cooperative learning about nature of science with a case from the history of science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(6), 865-889.
- Yacoubian, H. A. & Boujaoude, S. (2010, December). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1229-1252.

- Yip, D-Y. (2006). Using history to promote understanding of nature of science in science teachers. *Teaching Education*, 17(2), 157-166.
- Zewail, A. H. (2010, March). Review micrographia of the twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 368(1914), 1191-1204.
- กาญจนา มหาลี. (2553). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด (ปริญญานิพนธ์ มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา มหาลี และ ชาทรี ฝ่ายคำตา. (2553, กันยายน-ตุลาคม). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 16(5), 796-809.
- กุศลีน มุสิกกุล. (2551). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15(1), 66-71.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทร์ทิพย์. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ HI-ER เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2548). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- จารีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STREAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร (ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชัยวิชิต เขียวชนะ. (2560). สถิติสำหรับการวิจัย แนวคิดและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: พี บาลานซ์ไชด์แอนพริ้นติ้ง.
- นันทวุฒิ นิยมวงศ์. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชีวิตและสังคมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: การวิจัยปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- นพภัทร สังวาลเพ็ชร, ชาตรี ฝ้ายคำตา, และ อภิสิฏฐ์ ศงสะเสน. (2560). การพัฒนาความเข้าใจ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอม. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(2), 271-296.
- นพเก้า ณ พัทลุง. (2551). การจัดทำหลักสูตรที่สอดคล้องกับท้องถิ่น (พิมพ์ครั้งที่ 2). สงขลา:
ดาษหอม.
- เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว. (2547). การสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาการเรียนรู้.
- บัญญัติ ยงยวน. (2551). การส่งเสริมพัฒนาการเด็กในบริบทความหลากหลายวัฒนธรรม.
สืบค้นจาก <http://www.cf/mahidol.ac.th>
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษ 21. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2550). การจัดกระบวนการเรียนรู้. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.
- พงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552, มกราคม-กุมภาพันธ์). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น.
วารสารวิทยาศาสตร์, 63(1), 84-89.
- ยุพดี เส้นขาว. (2547). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เชิงบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “สาร
และสมบัติของสาร” กับวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง “การออกแบบและเทคโนโลยี” สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย (ปริญญาานิพนธ์ดุสิต
บัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- โรชวรรณา เซพโฆลาม, พินิจ ขำวงษ์, ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข, และ อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมาะ.
(2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). ความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา.
วารสารอัลฮิกมะฮู มหาวิทยาลัยฟาฏอนี, 7(14), 127-140.
- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2554, มกราคม-มิถุนายน). วิธีการวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษา. วารสาร
ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 2(2), 7-20.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- ลือชา ลดาชาติ, และ ลฎาภา สุทธกุล. (2555, พฤษภาคม-สิงหาคม). การสำรวจและพัฒนา
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 4(2), 73-90.

- วัฒนา ระงับทุกข์. (2545). การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์. (2553). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ชีววิทยาเกี่ยวกับพืช ที่สอดคล้อง เทคนิคการสอนแบบอุปมาอุปไมย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาณิพนธ์ ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส. (2552, เมษายน). ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร มข, 14(4), 360-374.
- สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2555). การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อ ศึกษาความเข้าใจของนักเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ครูสภา ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครูสภา ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ครูสภา ลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดชายแดนภาคใต้. (2557). สภาพสังคม 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้. สืบค้นจาก [http:// www.osmsouth-border.go.th](http://www.osmsouth-border.go.th)
- อารยา ปาละโชติ. (2551). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดย ใช้เทคนิค *Fading scaffold* เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน (ปริญญาณิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อาลี เสือสมิง. (2553). *ชุมนุมนักปราชญ์ในสายธารอารยธรรมอิสลาม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสืออิสลาม.

อาลี เสือสมิง. (2556). *อารยธรรมอิสลาม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสืออิสลาม.

อิบรอเฮม หะยีสาอี. (2554). *นักวิทยาศาสตร์ที่โลก (ทำเป็น) ลืม (นักวิทยาศาสตร์อิสลาม)*. กรุงเทพฯ: นัซซา พรินติ้ง.

อรนุช ลิ้มตศิริ. (2556). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ Innovation and technology for learning management (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.







ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
- 4 อาจารย์ ดร.ปริญดา ลิ้มพานนท์ พรหมรัตน์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 5 อาจารย์ ดร.ศศิธร ไสภารัตน์ คณะครุศาสตร์
วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- 6 อาจารย์ ดร.ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ ครูชำนาญการ
โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์พะเยา
จังหวัดพะเยา

หมายเหตุ: 1) ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของ
นักวิทยาศาสตร์อิสลาม ได้แก่ ลำดับที่ 1 2 และ 4

2) ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แก่ ลำดับที่ 3, 5 และ 6



ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 : ไซวิทยาาสตร์หรือไม่					
1. แนวคิดหลักสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
3. ประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความสอดคล้องกับแนวคิดหลัก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 : ปริศนาในห้องมืด					
1. แนวคิดหลักสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
3. ประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความสอดคล้องกับแนวคิดหลัก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

หัวข้อการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 : ทำไมเรามองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำเบนไปจากแนวเดิม					
1. แนวคิดหลักสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
3. ประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความสอดคล้องกับแนวคิดหลัก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 : ผู้ช่วยสำคัญของญาบิรุ อิบนุฮัยยาน					
1. แนวคิดหลักสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
3. ประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความสอดคล้องกับแนวคิดหลัก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

หัวข้อการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 : ปฏิบัติเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร					
1. แนวคิดหลักสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	0.67	นำไปใช้ได้
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
3. ประวัติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลามมีความสอดคล้องกับแนวคิดหลัก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	0	0.67	นำไปใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าความเหมาะสม				แปลผล
	1	2	3	M	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 : ไซวิทยศาสตร์หรือไม่					
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. แนวคิดหลักมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 : ปริศนาในห้องมืด					
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. แนวคิดหลักมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 : ทำไมเรามองเห็นวัตถุที่อยู่น้ำเบนไปจากแนวเดิม					
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2. แนวคิดหลักมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 29 (ต่อ)

หัวข้อการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้	ค่าความเหมาะสม				แปลผล
	1	2	3	M	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 : ผู้ช่วยสำคัญของญาบิรุ อิบนุฮัยยาน					
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. แนวคิดหลักมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 : ปฏิบัติการเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร					
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. แนวคิดหลักมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 30 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อความ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ธรรมชาติ	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
2. ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ เช่น การเกิดฝน การเกิดเมฆ เป็นต้น เป็นเรื่องที่สามารถทำความเข้าใจโดยอาศัยความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
3. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
4. วิทยาศาสตร์จะไม่อธิบายบางปรากฏการณ์ เช่น สีของหาดทรายที่เกาะลังกาวิเปลี่ยนแปลงจากสีดำเป็นสีขาว หลังจากทำพิธีถอนคำสาปของพระนางมัสสุหรีโดยทายาท	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
5. นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
6. ทฤษฎีเรื่องอะตอมมีการศึกษาและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
7. ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของนิวตันเป็นที่ยอมรับมาจนถึงปัจจุบันและไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
8. ในอนาคตการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล อาจถูกหักล้างได้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
9. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อความ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
10. ข้อค้นพบต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์จะได้รับ การยอมรับก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมายืนยัน	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
11. ผลการสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสรุปเป็น ความรู้วิทยาศาสตร์ได้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
12. การค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมี หลักฐานเสมอไป	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
13. นักวิทยาศาสตร์อาศัยการสังเกต การทดลองและ การตีความในการหาความรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
14. วิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจเริ่มต้นจากการสังเกต หรือปัญหาที่นักได้	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
15. ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
16. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนแน่นอน	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
17. เหตุผลหนึ่งที่ทำให้การค้นคว้าวิธีสกัดน้ำหอมในกลุ่ม นักวิทยาศาสตร์อิสลามก้าวหน้ามาก เกิดจากวัฒนธรรม อาหรับนิยมใช้น้ำหอม	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
18. การทดลองของนักวิทยาศาสตร์อาจหยุดชั่วคราว หากถูกต่อต้านจากคนในสังคม	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
19. นักวิทยาศาสตร์มักทำงานเพียงลำพังคนเดียวใน ห้องทดลอง	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
20. จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้หรือการประดิษฐ์ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ และสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อความ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง				แปลผล
	1	2	3	IOC	
21. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็น	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
22. การสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน อาจได้ผลลัพธ์ที่ต่างกัน เพราะประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
23. การสังเกตไม่ใช่จุดเริ่มต้นของการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
24. การสังเกตและการลงความเห็นไม่แตกต่างกันเพราะทั้งสองลักษณะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 (ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง)	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
25. ดอลตันเป็นนักเคมีได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมโดยไม่ได้ทำการทดลองแสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
26. อัลฟารีซีเยเป็นนักฟิสิกส์อิสลามได้ทดลองเรื่องปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ โดยใช้แก้วทรงกลมแทนหยดน้ำฝน แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
27. หากนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการอธิบายการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้
28. นักวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	นำไปใช้ได้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์
ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์อิสลาม เรื่อง ไขวิทยาศาสตร์หรือไม่

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

สัปดาห์ที่ 1

เวลา 120 นาที

1) จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ทักษะการสังเกต การลงความเห็น การทดลองในการหาคำตอบและสามารถอธิบายเป็นความรู้ต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (K,P)
2. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ (K)
3. จำแนกคำอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (K)
4. อธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น 4 ประเด็นดังนี้ (NOS)
 - 4.1 วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้
 - 4.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้
 - 4.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว
 - 4.4 วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

2) แนวคิดหลัก

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับโลกและธรรมชาติหรือความรู้ที่อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยอาศัยหลักฐานและการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีขั้นตอนจนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งได้อย่างเป็นเหตุและผล เช่น ปรากฏการณ์จันทรุปราคา คนสมัยโบราณอธิบายว่า เกิดจากราหุมจันทร์ แต่ในทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ว่า ปรากฏการณ์จันทรุปราคา คนไทยสมัยโบราณอธิบายว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่เกิดจากการแสดงอิทธิฤทธิ์ของเทวดา เพื่อเราได้ชมความสวยงาม แต่ในทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเกิดจากการหักเหของแสงแดดผ่านละอองน้ำในอากาศ ทำให้แสงแดดเกิดการหักเหแยกเป็นสีต่าง ๆ 7 สี (ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความเข้าใจของคนสมัยก่อน ความเชื่อหรือสิ่งที่คาดคะเน ศรัทธาหรือเล่าต่อ ๆ กันมา ไม่สามารถหาหลักฐานหรือประจักษ์พยานมาพิสูจน์หรืออธิบายด้วยหลักการและเหตุผลได้ จึงไม่ถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์ ในขณะที่

วิทยาศาสตร์สามารถศึกษา หาหลักฐานและอธิบายได้บนพื้นฐานของความเป็นจริงด้วยเหตุและผลที่ชัดเจนจึงจัดเป็นวิทยาศาสตร์

3) คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้
3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว
4. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน

4) กระบวนการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

1.นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มคละความสามารถ ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยให้ดูคลิปสารคดี เรื่อง รุ่งกินน้ำ (อ้างอิงจาก เดอะไดมอนด์ (The Diamond). (2559). สารคดี เรื่อง รุ่งกินน้ำกลางคืนบนเกาะฝน 350 วันต่อปี. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก<https://www.youtube.com/watch?v=p3dt8invErg>) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 6 นาที หลังจากนั้นครูถามนักเรียนด้วยคำถามดังนี้

“นักเรียนเห็นอะไรบ้าง” (แนวทางการตอบ: ภูเขา ต้นไม้ น้ำตก รุ่งกินน้ำ)

“เราเห็นรุ่งกินน้ำได้เมื่อไหร่” (แนวทางการตอบ : เราจะเห็นรุ่งกินน้ำได้หลังจากฝนตก)

“รุ่งมีกี่สี” (แนวทางการตอบ: 6 สี 7 สี)

“รุ่งกินน้ำมีลักษณะเป็นอย่างไร” (แนวทางการตอบ : ไม่ทราบ คง เป็นต้น)

ขั้นค้นหาคำตอบ (40 นาที)

2.นักเรียนศึกษาและอภิปรายประวัติศาสตร์ของอัลฟารีซีเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำจากกิจกรรม เรื่อง ความพยายามของอัลฟารีซี พร้อมดูคลิปวิดีโอ เรื่อง การเกิดรุ่ง (อ้างอิงจาก สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). การเกิดรุ่ง. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก<https://www.youtube.com/watch?v=uiHyaAuBfzg>) และตอบคำถามจากกิจกรรม

3.ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำของอัลฟารีซี โดยมีคำถามนำประเด็นดังนี้

- 1) อะไรเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้อัลฟารีซีได้สนใจศึกษาปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ
- 2) อัลฟารีซีใช้วิธีการใดบ้างในการอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ

จนได้ข้อสรุปว่า อัลฟารีซีเป็นนักวิทยาศาสตร์อิสลามที่ช่างสังเกต มีความพยายาม และอดทน สามารถอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ จุดเริ่มต้นที่ทำให้เขาได้สนใจปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำเกิดจากข้อสงสัยมากมาย หลังจากที่เขาค้นคว้าตำราอัลมานาฮิรของอิบน์อัลฮัยษัม ในประเด็นการทดลองปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำด้วยกระจกโค้ง ซึ่งอธิบายว่า “รุ้งกินน้ำเกิดจากการหักเหของแสงผ่านก้อนเมฆแล้วสะท้อนแสง” ทำให้อัลฟารีซีได้ศึกษาปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำโดยอาศัย 2 วิธีการประกอบด้วย 1) การตีความจากผลการทดลองของอิบน์อัลฮัยษัมโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และ 2) การทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแก้วน้ำที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเสมือนว่าเป็นหยดน้ำฝน หรือที่เรียกว่า “Model of a rain drop” วางในตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านในห้องมืด (Camera obscura) และสังเกตผลที่ปรากฏขึ้น

4. นักเรียนทำการทดลองเช่นเดียวกันกับอัลฟารีซี โดยศึกษาการทดลองพร้อมตอบคำถามในกิจกรรม : รุ้งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งก่อนทำการทดลองครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนที่มีต่อการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจการทดลองอย่างแท้จริง ในระหว่างการทดลองครูคอยสังเกต ให้คำชี้แนะรวมทั้งให้ความสะดวกแก่นักเรียนในการปฏิบัติการทดลอง หลังทำการทดลองเสร็จแล้ว นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองโดยตอบคำถามว่า

“ปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร”

จนได้ข้อสรุปว่า รุ้งกินน้ำเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเมื่อแสงแดดส่องผ่านละอองน้ำในอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสงหลายครั้ง แยกออกเป็นสี ซึ่งอัลฟารีซีค้นพบว่าประกอบด้วยสี แดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า แต่ในเวลาต่อมานักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า รุ้งกินน้ำประกอบด้วย 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้มและแดง โดยเราจะเห็นแถบของสีทั้งหมดเรียงติดกัน ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนั้นว่า สเปกตรัม (Spectrum)

ขั้นขยายความรู้และความคิด (20 นาที)

5. นักเรียนศึกษาและอภิปรายแนวคิดเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์รู้กินน้ำจากใบความรู้ เรื่อง ทำไมมีแนวคิดแตกต่างกัน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่แตกต่างโดยใช้คำถามดังนี้ (15 นาที)

1) แนวคิดของใครเป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

(แนวทางการตอบ: แนวคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์คือ อริสโตเติล อิบน์ซีน่า อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟารีย์ เพราะแนวคิดของบุคคลดังกล่าวมีการสังเกต การตั้งสมมติฐาน อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้ ส่วนแนวคิดที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์คือ ชาวกรีกและโรมัน ชาวไทยสมัยโบราณ คนจีนสมัยโบราณ ชาวบ้านในชุมชนของนักเรียน คำอธิบายเป็นเพียงความเชื่อ ไม่มีการทดสอบให้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถอธิบายได้)

2) เพราะเหตุใดคนที่นักเรียนคิดว่ามีแนวคิดเป็นวิทยาศาสตร์มีการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์รู้กินน้ำแตกต่างกัน

(แนวทางการตอบ: มีความคิดแตกต่างกัน วิธีการแตกต่างกัน การทดลองต่างกัน เครื่องมือแตกต่างกัน เป็นต้น)

อย่างไรก็ตามคำตอบของนักเรียนอาจจะยังไม่ชัดเจน แต่ครูก็ต้องพยายามให้นักเรียนอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า แนวคิดใดเป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเพิ่มเติม เช่น

- คำอธิบายของท่านใดเป็นความเชื่อ (แนวทางการตอบ: ชาวกรีกและโรมัน ชาวไทยสมัยโบราณ ชาวจีนสมัยโบราณ ชาวบ้านในชุมชนของนักเรียน)

- คำอธิบายใดอาศัยการสังเกต (แนวทางการตอบ: อริสโตเติล อิบน์ซีน่า อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟารีย์)

- คำอธิบายใดอาศัยการทดลอง (แนวทางการตอบ: อริสโตเติล อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟารีย์)

- คำอธิบายใดอาศัยสมมุติฐาน (แนวทางการตอบ: อริสโตเติล อิบน์ซีน่า อิบน์อัลฮัยษัม และอัลฟารีย์)

ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (20 นาที)

6. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาประวัติศาสตร์ ทำการทดลองเสมือนอัลฟารีย์ การศึกษาแนวคิดและความเชื่อเกี่ยวกับปรากฏการณ์รู้กินน้ำที่แตกต่างกัน แล้วสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในกระดาษโปสเตอร์ดังนี้

1) ความหมายของวิทยาศาสตร์ 2) วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของอัลฟารีย์

3) การเกิดปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ และ 4) สิ่งที่ใช้และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนที่นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนที่มีต่อรายละเอียดในการสรุปเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างแท้จริง ในระหว่างที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ให้ครูคอยสังเกตการสรุปของนักเรียนแต่ละกลุ่มและแนะนำเพิ่มเติมความรู้ที่ยังขาดหายไป รวมทั้งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน

ขั้นสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์และสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (25 นาที)

7. ครูจัดกิจกรรมเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery walk) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

7.1 ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำกระดาษโปสเตอร์ติดที่ผนังข้างห้องเรียน

7.2 ครูแจกปากกาสีให้แต่ละกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มยืนตรงโปสเตอร์ของตนเอง

7.3 ครูให้สัญญาณนักเรียนแต่ละกลุ่มเดินไปหยุดที่โปสเตอร์ของกลุ่มถัดไปเพื่อศึกษาผลงานอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมกลุ่มละ 4 นาที และอธิบายคำชี้แจงว่า “ถ้านักเรียนเห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนเครื่องหมาย □ หน้าประเด็นนั้น ถ้าไม่เห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนความคิดเห็นของตนเองลงไป ถ้าไม่แน่ใจให้เขียนเครื่องหมายคำถาม (?)”

7.4 นักเรียนทำกิจกรรมเช่นเดิมจนครบทุกโปสเตอร์

7.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียนเพื่อสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของอัลฟารีซี การเกิดปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ สิ่งที่ใช้และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พบในการจัดการเรียนการสอน (ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน วิทยาศาสตร์อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์)

*อย่างไรก็ตามหากการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ของนักเรียนยังไม่ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์และไม่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูใช้คำถามดังนี้

1) จากการเรียนรู้และทำกิจกรรม เรื่อง ความพยายามของอัลฟารีซี และเรื่อง รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร

(แนวทางการตอบ: วิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติ มีการอธิบายอาศัยการสังเกต ทดลองและมีหลักฐานและมีเหตุผล)

2) อัลฟารีซีอาศัยอะไรในการอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ

(แนวทางการตอบ: ผลการทดลอง หลักฐาน)

3) นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการศึกษาประวัติของอัลฟารีซี

(แนวทางการตอบ: การสังเกต การทดลอง การอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำ)

4) นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างการทดลองเสมือนการทดลองของอัลฟารีซี

(แนวทางการตอบ: เรียนรู้ การอธิบายเรื่องรุ่งกินน้ำของอัลฟารีซี วิธีการทดลอง เรื่องรุ่งกินน้ำ การสังเกต การสรุปผลการทดลอง)

5) ในการบันทึกผลการทดลอง นักเรียนอาศัยการสังเกตหรือการลงความเห็นอย่างไร

(แนวทางการตอบ: ในการบันทึกผลการทดลองอาศัยการสังเกตในการอธิบายแสงสีที่ปรากฏบนฉาก)

6) นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง จากการศึกษาคำอธิบายปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำที่แตกต่างกัน

(แนวทางการตอบ: คำอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์)

7) คำอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

(แนวทางการตอบ: วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ มีการสังเกต มีหลักฐาน มีการทดลอง มีสมมุติฐาน)

8) คำอธิบายที่เป็นไม่เป็นวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

(แนวทางการตอบ: เป็นความเชื่อ เรื่องเล่าต่อ ๆ กันมา)

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ใช้ทักษะการสังเกต การลงความเห็น การทดลองใน การหาคำตอบและสามารถ อธิบายเป็นความรู้ต่าง ๆ จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1. สังเกตการอภิปรายแสดง ความคิดเห็นและถามตอบใน ชั้นเรียน	1. แบบประเมินการอภิปรายและ การตอบคำถามระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้
	2. ตรวจสอบการตอบคำถามใน กิจกรรม เรื่อง รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้ อย่างไร	2. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รุ่งกิน น้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร
อธิบายความหมายของ วิทยาศาสตร์	1. การอภิปรายแสดง ความคิดเห็นและถามตอบใน ชั้นเรียน	1. แบบประเมินการอภิปรายและ การตอบคำถามระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้
จำแนกคำอธิบายที่เป็น วิทยาศาสตร์และไม่ใช่ วิทยาศาสตร์	1. การอภิปรายแสดง ความคิดเห็นและถามตอบใน ชั้นเรียน	1. แบบประเมินการอภิปรายและ การตอบคำถามระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้
	2. ตรวจสอบการตอบคำถามใน กิจกรรม เรื่อง ความพยายาม ของอัลฟารีซี	2. แบบบันทึกกิจกรรมเรื่อง ความพยายามของอัลฟารีซี

6. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
อธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น 4 ประเด็นดังนี้ (NOS) 1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ 2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้ 3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว 4. วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตและการลงความเห็นซึ่งมีความแตกต่างกัน	1. การอภิปรายแสดงความคิดเห็นถามตอบ และซักถามในชั้นเรียน	1. แบบประเมินการอภิปรายและการตอบคำถามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
	2. การตอบคำถามในกิจกรรมเรื่อง ความพยายามของ อัลฟารีซี	2. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง ความพยายามของ อัลฟารีซี
	3. การตอบคำถามในกิจกรรมเรื่อง รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร	3. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร

7. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม เรื่อง ความพยายามของอัลฟารีซี
2. ใบกิจกรรม เรื่อง รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. ใบความรู้ เรื่อง ทำไมมีแนวคิดที่แตกต่างกัน
4. อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 1) แก้วน้ำทรงกลม 2) น้ำเปล่า 3) กระดาษขาว ขนาด A4 และ 4) ถ้วยตวงพลาสติก ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
5. อุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย 1) กระดาษโปสเตอร์ 2) ปากกาสี 3) กรรไกร และ 4) กาว 2 หน้า
6. คลิปสารคดี เรื่อง รุ่งกินน้ำกลางคืนบนเกาะฝน 350 วันต่อปี
7. คลิปวิดีโอ เรื่อง การเกิดรุ่ง
8. เอกสารและหนังสือคู่มือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

8. ความรู้เพิ่มเติมและเอกสารอ้างอิง สำหรับครู

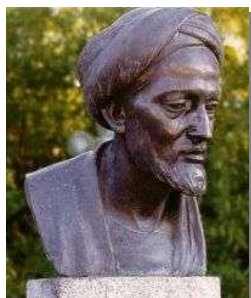
1. Al-hassani, T. S. (1993). *1001 inventions the enduring legacy of Muslim civilization* (3 rd ed.). United State: Wachington D.C.
2. Djebbar, A., Hosson, C. D., & Jasmin, D. (2009). *The discoveries in Islamic countries*. Paris: Academy of sciences.
3. Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 63-72.
4. Topdemir, H. G. (2007). Kamal al-din al-farisi's explanation of the rainbow. *Humanity & Social Sciences Journal*, 2(1), 75-85.

สำหรับนักเรียน

1. สมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี.(2554). *คู่มือเตรียมสอบ ม.1 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
2. เดอะไดมอนด์ (The Diamond). (2559). สารคดี เรื่อง รู้กึ่น้ำกลางคืนบนเกาะฝน 350 วันต่อปี. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=p3dt8invErg>
3. สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). การเกิดรุ้ง. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=uiHyaAuBfzg>

กิจกรรม

เรื่อง ความพยายามของอัลฟาริซีย์



คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านประวัติของอัลฟาริซีย์และตอบคำถามให้ถูกต้อง

อัลฟาริซีย์ (Al-farisi) มีชื่อจริงว่า กามาล อัล-ดิน ฮาซัน อิบน์ อาลี อิบน์ ฮาซัน อัลฟาริซีย์ (Kamal al-din hasan ibn ali ibn hasan al-farisi) ถือกำเนิดในนครเตหะราน ประเทศอิหร่าน จุดเริ่มต้นที่ทำให้อัลฟาริซีย์มีความสนใจในสาขาวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์เกิดจากการได้ศึกษาแนวคิดของอิบน์ซีนานและนักปราชญ์ชาวกรีก รวมทั้งการเล่าเรียนและการได้รับคำแนะนำที่ดีจากครูสุตป อัล-ดิน อัล-ฆะร็อซีย์ อัลฟาริซีย์ได้รับมอบหมายงานจากครูให้ไปศึกษาเกี่ยวกับเรื่องรุ้งกินน้ำ และตำราอัลมานาซิริ (Kitab al-manasir) ซึ่งภายในตำราดังกล่าวประกอบด้วยแนวคิดและการทำงานของอิบน์อัลฮัยษัมที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแสงเป็นจำนวนมาก หลังจากที่เขาได้อ่านตำราดังกล่าวก็เกิดข้อสงสัยมากมายเกี่ยวกับการทดลองปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ อิบน์อัลฮัยษัมอธิบายว่า “รุ้งกินน้ำเกิดจากการหักเหของแสงผ่านก้อนเมฆแล้วสะท้อนแสงเข้าตาของเรา” โดยทดลองกับกระจกโค้ง อัลฟาริซีย์พยายามตีความคำอธิบายของอิบน์อัลฮัยษัม

อัลฟาริซีย์รวบรวมข้อมูลที่เขาสงสัยจากการอ่านตำราอัลมานาซิริและเขียนเป็นตำราวิจารณ์เกี่ยวกับข้อสงสัยดังกล่าว ซึ่งมีชื่อว่า Tanqih al-manazir อย่างไรก็ตามจากผล การทดลองของอิบน์อัลฮัยษัม นอกจากการตีความและการทดลองโดยอาศัยหลักการทาง คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แล้ว อัลฟาริซีย์พยายามอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำด้วย การทดลองซ้ำอีกครั้งซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแก้วน้ำที่มีลักษณะเป็นทรงกลม เปรียบเสมือนว่าเป็นหยดน้ำฝน หรือที่เรียกว่า “Model of a rain drop” วางในตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่อง ผ่านในท้องมืด (Camera obscura) และสังเกตผลที่ปรากฏขึ้น จากการทดลองนี้อัลฟาริซีย์ อธิบายเรื่องรุ้งกินน้ำได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเมื่อแสงแดดส่องผ่าน

ละอองน้ำในอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสงหลายครั้ง ซึ่งแสงแดดที่ตกกระทบตรงผิว

ด้านบนของหยดน้ำฝน (ด้านบนของแก้ว) และเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งปฐมภูมิ (Primary rainbow) หลังจากนั้นเมื่อแสงกระทบด้านล่างของหยดน้ำฝนจะเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งทุติยภูมิ (Secondary rainbow) ส่วนลำดับของสี (The order of the colour of the rainbow) ที่ปรากฏอัลฟารีย์อธิบายว่า สีของรุ้งปฐมภูมิและทุติยภูมินั้นแตกต่างกัน โดยสีของรุ้งปฐมภูมิจะสว่างกว่ารุ้งทุติยภูมิ ส่วนสีของรุ้งกินน้ำเขาพบว่าประกอบด้วย สีแดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน

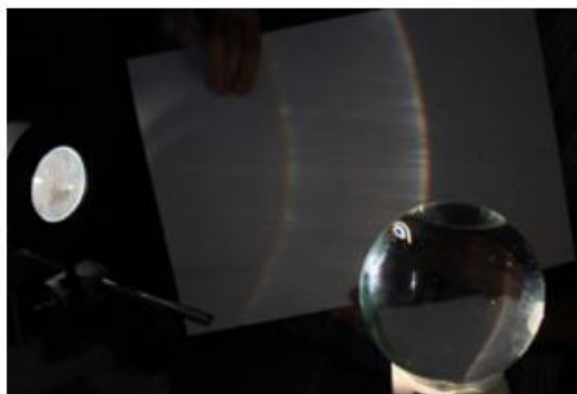
จีโอน (Gione) ซึ่งเป็นอีกคนหนึ่งที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดลองของอัลฟารีย์ได้สร้างแบบจำลองทางเรขาคณิต ซึ่งพัฒนามาจากอุปกรณ์ที่อัลฟารีย์ใช้ในการสังเกตปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟารีย์

ที่มา: Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 70.

ผลจากการทดลองของอัลฟารีย์ดังภาพประกอบ 2 ซึ่งพบว่า รุ้งปฐมภูมิจะเกิดขึ้นที่มุมตกกระทบเท่ากับ 50° เกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสง 2 ครั้ง ในขณะที่รุ้งทุติยภูมิเกิดขึ้นที่มุมตกกระทบเท่ากับ 67° เกิดการหักเหของแสง 2 ครั้งและการสะท้อนของแสง 2 ครั้ง แนวคิดของอัลฟารีย์สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์เรื่อง รุ้งกินน้ำ จนถึงปัจจุบันนี้



ภาพประกอบ 2 ผลการทดลองจากแบบจำลองทางเรขาคณิตแสดงการทดลองของอัลฟาริซีย์

ที่มา: Ghione, F. (2016, October). The optics section of museum of the history of Arabic sciences in muscat. *Lettera Matematica*, 4(3), 71.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำของอัลฟาริซีย์เป็นวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

(เฉลย : เป็นวิทยาศาสตร์ เพราะการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำของอัลฟาริซีย์อาศัยข้อมูลที่มีหลักฐานน่าเชื่อถือ ซึ่งได้จากการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และการตีความของอิบนุอัลฮัยษัม)

2. อัลฟาริซีย์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างไรจึงค้นพบว่า “รุ้งกินน้ำเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเมื่อแสงแดดส่องผ่านน้ำฝนในอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสงหลายครั้ง”

.....

.....

.....

.....

(เฉลย : อัลฟารีซี้อาศัยการตีความจากการอธิบายของอิบน์อัลฮัยษัม การทดลองและการสังเกต)

3. อัลฟารีซีใช้แก้วทรงกลมแทนหยดน้ำฝน แสดงให้เห็นว่า เขาอาศัยสิ่งใดในการทำงาน

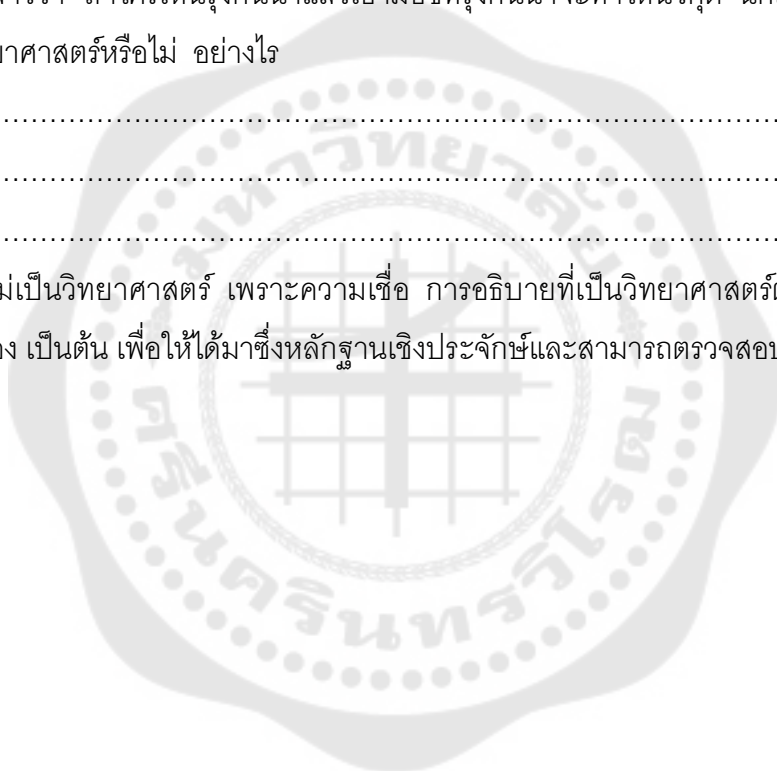
.....

(เฉลย : อาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์)

4. มีคำกล่าวว่า “ถ้าใครเห็นรุ่งกินน้ำแล้วเอามือชี้ที่รุ่งกินน้ำจะทำให้นิ้วกุด นักเรียนคิดว่าคำกล่าวนี้นี้เป็นวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

(เฉลย : ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ เพราะความเชื่อ การอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์ต้องผ่านการสังเกต การทดลอง เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถตรวจสอบได้)





ใบความรู้ เรื่อง ทำไมมีแนวคิดที่แตกต่างกัน

แนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำมีการอธิบายจำนวนมากมายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อและการได้มาซึ่งความรู้ของแต่ละคน ซึ่งสามารถสรุปแนวคิดของแต่ละท่านได้ดังนี้

ผู้เสนอแนวคิด	คำอธิบายปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ
อริสโตเติล	เกิดจากการสะท้อนแสงอาทิตย์โดยกลุ่มหยดน้ำฝนในก้อนเมฆ
อิบน์ซีนนา	ฝนเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดรุ้งกินน้ำ
อิบน์อัลฮัยษัม	เกิดจากการหักเหของแสงผ่านก้อนเมฆแล้วสะท้อนแสงเข้าตาของเรา โดยทำการทดลองด้วยกระจกโค้ง
ชาวไทยสมัยโบราณ	เกิดขึ้นหลังจากฝนตก ซึ่งเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่เกิดจากการแสดงอิทธิฤทธิ์ของเทวดา เพื่อเราได้ชมความสวยงาม
ชาวจีนสมัยโบราณ	เกิดขึ้นหลังจากฝนตก ซึ่งเป็นเสมือนมังกรที่ไม่ดี ถ้าใช้มือชี้ไปที่รุ้งแล้ว เชื่อว่าจะก่อให้เกิดภัยอันตรายแก่ผู้ที่ชี้อีกด้วย
อัลฟารีย์	เกิดขึ้นหลังจากฝนตกและเมื่อแสงแดดส่องผ่านน้ำฝนในอากาศก็จะเกิดการหักเหของแสงและสะท้อนของแสงหลายครั้งซึ่งแสงแดดที่ตกกระทบตรงผิวด้านบนของหยดน้ำฝนและเกิดการหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งปฐมภูมิ (Primary rainbow) หลังจากนั้นเมื่อแสงกระทบด้านล่างของหยดน้ำฝนจะเกิด การหักเหของแสง 2 ครั้ง และสะท้อนของแสง 1 ครั้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รุ้งทุติยภูมิ
ชาวกรีกและโรมัน	รุ้งกินน้ำเกิดขึ้นหลังฝนตกเป็นเส้นทางที่สร้างขึ้นโดยไอริส (Iris) เทพแห่งสายรุ้งที่จะนำพาทุกคนบนโลกไปสู่ความอมตะ
ชาวบ้านในชุมชนของนักเรียน	คำอธิบายความเชื่อพื้นบ้านในชุมชนของนักเรียน.....



กิจกรรม :

รู้จักน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

กลุ่มที่.....

เลขที่.....

คำชี้แจง : ทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดให้และบันทึกผลการพร้อมตอบคำถาม

อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

- | | | | |
|--------------------------------------|-------|-----|-----------|
| 1) แก้วน้ำทรงกลม | จำนวน | 1 | ใบ |
| 2) น้ำเปล่า | จำนวน | 100 | มิลลิลิตร |
| 3) กระดาษขาวขนาด A4 | จำนวน | 1 | แผ่น |
| 4) ถ้วยตวงพลาสติก ขนาด 500 มิลลิลิตร | จำนวน | 1 | ถ้วย |

วิธีการทำกิจกรรม

- 1) ตวงน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยถ้วยตวงพลาสติก และเทใส่ลงในแก้วน้ำ
- 2) นำแก้วน้ำทรงกลมที่มีน้ำไว้ตรงตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านในห้องมืด
- 3) วางกระดาษขาวให้เป็นฉากรับแสงไว้ด้านหลังของแก้วน้ำ
- 4) ปิดไฟในห้องให้มืด (หากไม่มีแสงอาทิตย์ส่องผ่านให้ใช้ไฟฉาย แล้วส่องไฟไปยังแก้วน้ำ ด้านตรงกันข้ามกับที่วางฉาก ลูกศรสีเหลือง แสดงบริเวณที่เกิดรุ้ง) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการทดลองในกรณีที่ไม่ได้แสงสว่างส่องผ่าน

- 4) สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง
- 5) ทำการทดลองเช่นเดิม แต่ใช้ห้องที่มีแสงสว่าง สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

สภาพของห้อง	แสงสีที่ปรากฏบนฉาก
ห้องมืด	(เฉลย : สีรุ้ง ทั้งนี้ นักเรียนอาจไม่เห็นทุกสี)
ห้องสว่าง	(เฉลย : ไม่ปรากฏแสงสี)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การทดลองโดยใช้ห้องมืดและห้องสว่างให้ผลการทดลองเหมือนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

(เฉลย : แตกต่างกัน เพราะการทดลองในห้องมืด แสงที่ปรากฏบนฉากจะเป็นสีรุ้ง แต่การทดลองในห้องสว่าง แสงที่ปรากฏบนฉากจะไม่ปรากฏแสงสี)

2. หากไม่เติมน้ำลงในแก้ว นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

(เฉลย : ไม่เหมือน กล่าวคือ หากเติมน้ำจะปรากฏแสงสีบนฉาก และถ้าไม่เติมน้ำจะไม่ปรากฏแสงสีบนฉาก)

3. การสังเกตและการลงความเห็นเหมือนกันหรือไม่อย่างไร

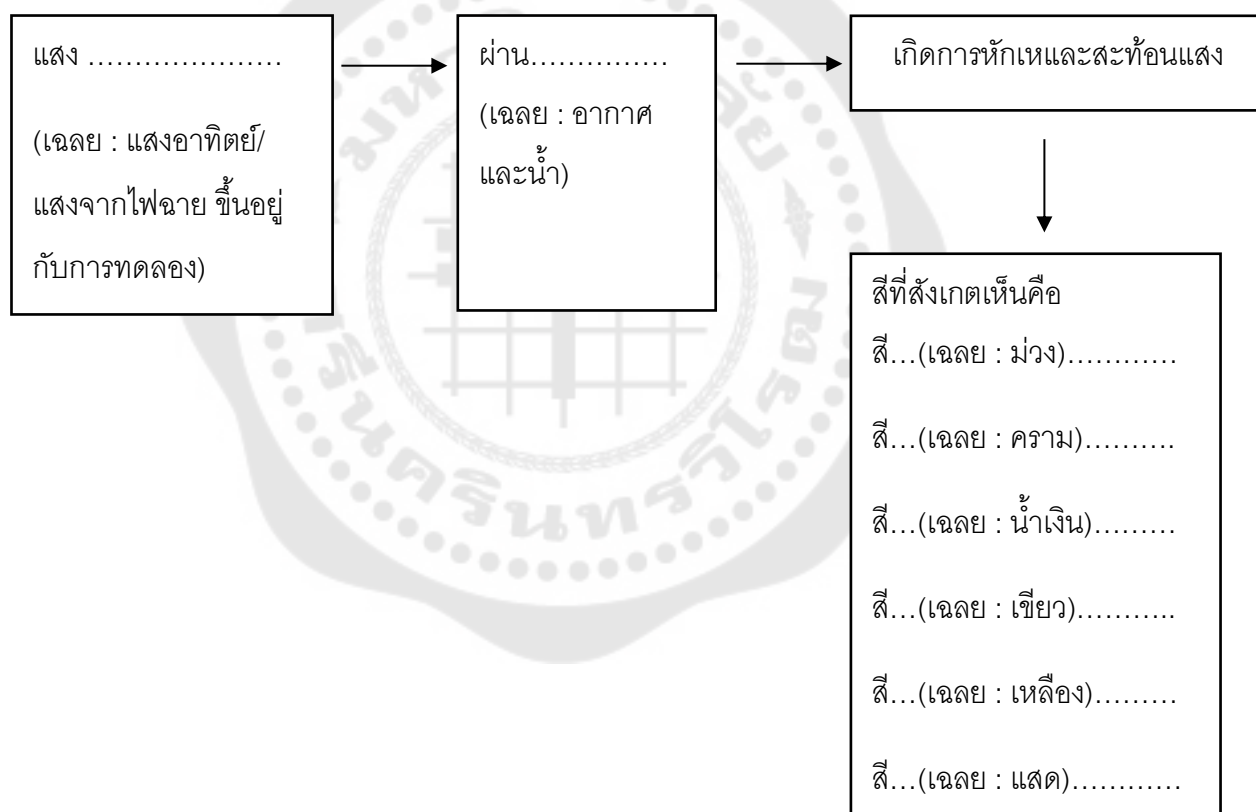
.....

.....

.....

(เฉลย : แตกต่างกัน เพราะการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่ออธิบายข้อมูลต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป แต่การลงความเห็นเป็นการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย)

ตอนที่ 2 คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมคำตอบที่สังเกตได้จากการทดลองลงในแผนภาพ



แบบประเมินการอภิปรายและการตอบคำถามในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำชี้แจง : ให้ครู สังเกตการอภิปรายและการตอบคำถามของนักเรียนแต่ละกลุ่มในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ดีมาก	ให้	4	คะแนน
ดี	ให้	3	คะแนน
พอใช้	ให้	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	ให้	1	คะแนน

ประเด็น	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2				กลุ่มที่ 3				กลุ่มที่ 4				กลุ่มที่ 5			
	ระดับคะแนน				ระดับคะแนน				ระดับคะแนน				ระดับคะแนน				ระดับคะแนน			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1. การใช้ทักษะการสังเกต																				
2. การใช้ทักษะการลงความเห็น																				
3. การตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้																				
4. การอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์																				
5. การจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช่วิทยาศาสตร์																				
6. การอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์																				

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

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

หมายเหตุ: จำนวนกลุ่มอาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
22-24	ดีมาก
19-21	ดี
16-18	พอใช้
ต่ำกว่า 16	ปรับปรุง



ตาราง 1 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนการอธิบายและคำตอบคำถามของนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การใช้ทักษะการสังเกต	ใช้ทักษะการสังเกตในการระบุ สิ่งที่แสดงที่ปรากฏระหว่างห้อง มืดและห้องสว่าง เพื่อสรุปผล การทดลอง โดยอภิปรายและ ตอบคำถามในแบบบันทึก กิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ	ใช้ทักษะการสังเกตในการระบุ สิ่งที่แสดงที่ปรากฏระหว่างห้อง มืดและห้องสว่าง เพื่อสรุปผล การทดลอง โดยอภิปรายและ ตอบคำถามในแบบบันทึก กิจกรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบ ทุกข้อ (มากกว่าครึ่งหนึ่งจาก จำนวนข้อคำถามทั้งหมด)	ใช้ทักษะการสังเกตในการ ระบุสิ่งที่แสดงที่ปรากฏ ระหว่างห้องมืดและห้อง สว่าง เพื่อสรุปผลการ ทดลอง โดยอภิปรายและ ตอบคำถามในแบบบันทึก กิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน (น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของ จำนวนข้อคำถามทั้งหมด)	ใช้ทักษะการสังเกตใน การระบุสิ่งที่แสดงที่ ปรากฏระหว่างห้องมืด และห้องสว่าง เพื่อสรุปผลการทดลอง อภิปรายและตอบคำถาม ในแบบบันทึกกิจกรรมไม่ ถูกต้องและไม่ครบถ้วน

ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
2. การใช้ทักษะการลงความเห็น	ใช้ทักษะการลงความเห็นในการอธิบายผลการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	ใช้ทักษะการลงความเห็นในการอธิบายผลการทดลองได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนทั้งหมด (ใช้ทักษะการลงความเห็นในการอธิบายเป็นส่วนใหญ่)	ใช้ทักษะการลงความเห็นในการอธิบายผลการทดลองได้ถูกต้องบางส่วน (ใช้ทักษะการลงความเห็นเล็กน้อยร่วมกับคำอธิบายอื่น ๆ)	ใช้ทักษะการลงความเห็นในการอธิบายผลการทดลอง ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
3. การตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้	สามารถตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกข้อ (มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด)	สามารถตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่สามารถตอบคำถามจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
4. การอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายความหมายของ วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนทั้งหมด	สามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนจากคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่สามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน
5. การจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช้วิทยาศาสตร์	สามารถจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนจากคำตอบทั้งหมด (มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคำตอบทั้งหมด)	สามารถจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนจากคำตอบทั้งหมด (น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคำตอบทั้งหมด)	ไม่สามารถจำแนกคำอธิบายที่ใช่และไม่ใช้วิทยาศาสตร์

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
6.การอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	สามารถอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนจากคำตอบทั้งหมด (น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง)	ไม่สามารถอธิบายคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน



ตาราง 2 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์
1. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากการมีการศึกษา การสังเกต การทดลองอย่างรอบคอบ
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์และตรวจสอบได้	วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ กระบวนการคิด กระบวนการได้มาซึ่งองค์ความรู้ รวมทั้งการอธิบายถึงที่มาของการสร้างความรู้และลักษณะของความรู้เหล่านั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้สาขาอื่น ๆ คือ ใช้เหตุและผล มีหลักฐานยืนยัน และ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการสังเกต สำรวจ และทดลองเพื่อให้ได้หลักฐานมายืนยัน จากนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงนำหลักฐานที่ได้จากการสังเกต สำรวจ และทดลอง มาลงความเห็นร่วมกันเพื่อสร้างนิยามของสิ่งที่ค้นพบ
3. วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีและไม่มีขั้นตอนตายตัว	วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกต การสำรวจ การคิดไตร่ตรองเชิงเหตุและผล การคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างต้องอาศัยการทดลอง แต่บางอย่างก็อาศัยการสังเกต การสำรวจ การคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ หรือใช้การทดลองร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ

ตาราง 2 (ต่อ)

คุณลักษณะธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์	ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมทางวิทยาศาสตร์
4.วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐาน ของการสังเกตและการลง ความเห็นซึ่งมี ความแตกต่างกัน	การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่ออธิบายข้อมูลต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป แต่การลงความเห็นเป็นการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมี เหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย





ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุลให้เรียบร้อย
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของตนเองมากที่สุดเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อความ

ชื่อ.....นามสกุล.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ					
2	ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ เช่น การเกิดฝน การเกิดเมฆ เป็นต้น เป็นเรื่องที่สามารถทำความเข้าใจโดยอาศัยความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
3	วิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้					
4	วิทยาศาสตร์จะไม่อธิบายบางปรากฏการณ์ เช่น สีของหาดทรายที่เกาะลังกาวิเปลี่ยนแปลงจากสีดำเป็นสีขาว หลังจากทำพิธีถอนคำสาปของพระนางมีสสุหรีโดยท้าวทรรุณที่ 7					
5	นักวิทยาศาสตร์อาจค้นพบดาวเคราะห์ในระบบสุริยะเพิ่มขึ้นในอนาคต					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
6	ทฤษฎีเรื่องอะตอมมีการศึกษาและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา					
7	ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของนิวตันเป็นที่ยอมรับมาจนถึงปัจจุบันและไม่มี การเปลี่ยนแปลงอีก					
8	ในอนาคตกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล อาจถูกหักล้างได้					
9	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้					
10	ข้อค้นพบต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ จะได้รับการยอมรับก็ต่อเมื่อมีหลักฐานมายืนยัน					
11	ผลการสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสรุปเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ได้					





**แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม
ในจังหวัดยะลา**

ชื่อ-นามสกุล ผู้ให้สัมภาษณ์.....

วัน/เดือน/ปี ที่สัมภาษณ์.....

เริ่มการสัมภาษณ์เวลา.....น. จบการสัมภาษณ์เวลา.....น.

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. คำถามในแบบสัมภาษณ์นี้ไม่มีคำตอบที่ “ถูก” หรือ “ผิด” ผู้วิจัยเพียงแต่สนใจในความคิดเห็นของนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และคำตอบของนักเรียนไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์
3. ในการแสดงความคิดเห็นให้นักเรียนฟังคำถามจนเข้าใจชัดเจน แล้วจึงแสดงความคิดเห็นตามความจริง หากนักเรียนไม่เข้าใจคำถามสามารถขอคำชี้แจงหรือขอฟังคำถามอีกครั้งได้ ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน จึงขออนุญาตบันทึกเสียงนักเรียนในระหว่างการสัมภาษณ์
4. การตอบแบบสัมภาษณ์ในครั้งนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น

ขอขอบคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง

โรซาวรรณา เซฟโฆลาม

นิสิตหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**กรอบคำถามการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง เรื่อง ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา**

ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน

แนวคำถาม

1. ก่อนและระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประวัติศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์อิสลาม นักเรียนเคยได้รับการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่

คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับข้อความที่จะนำมาใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนนั้นขึ้นอยู่กับการตอบแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน สำหรับแนวคำถามในการสัมภาษณ์มีดังนี้

แนวคำถาม

1. จากประเด็นคำถามในแบบสอบถาม “ข้อความจากแบบสอบถาม” นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับใด เห็นด้วยอย่างยิ่ง)เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ขึ้นอยู่กับการแสดงความคิดเห็นในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนที่ถูกสัมภาษณ์(
2. ทำไมจึงมีความคิดเห็นเช่นนั้น
3. ขอให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบการตอบของนักเรียน

หมายเหตุ: กรอบคำถามนี้ใช้ถามนักเรียนในทุกองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์

**แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา**

ชื่อ-นามสกุล ผู้ให้สัมภาษณ์.....
วัน/เดือน/ปี ที่สัมภาษณ์.....
เริ่มการสัมภาษณ์เวลา.....น. จบการสัมภาษณ์เวลา.....น.

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยคำถามในแบบสัมภาษณ์นี้ไม่มีคำตอบที่ “ถูก” หรือ “ผิด” ทั้งนี้คำตอบของนักเรียนไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์
2. ในการแสดงความคิดเห็นให้นักเรียนฟังคำถามจนเข้าใจชัดเจน แล้วจึงแสดงความคิดเห็นตามความจริง ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน จึงขออนุญาตบันทึกเสียงนักเรียนในระหว่างการสัมภาษณ์
3. การตอบแบบสัมภาษณ์ในครั้งนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา ขอให้ผู้สัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น

ขอขอบคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง

โรซาวรรณา เชฟโหมลาม

นิสิตหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อคำถามที่จะนำไปใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข้อความ (จากแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดยะลา)

1.1 **เดิม**นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรและ**ตอนนี้**มีความคิดเห็นอย่างไร

1.2 ทำไมจึงเปลี่ยนแปลงไปและอะไรหรือกิจกรรมใดในหน่วยการเรียนรู้ที่ทำให้ความคิดเห็นของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไป



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล โรชวรรณา เซฟโผลาม
 วัน เดือน ปี เกิด 17 ธันวาคม 2524
 สถานที่เกิด นราธิวาส
 วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2543 การศึกษาระดับบัณฑิต สาขา เคมี
 จาก มหาวิทยาลัยทักษิณ
 พ.ศ. 2551 ศีษศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี)
 จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
 พ.ศ. 2562 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 4 ถนนสิโรธร 6 ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
 รหัสไปรษณีย์ 95000