

การศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลในการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สุทธิชัย เล้าศิริวัฒนพงศ์, เอกรัตน์ ทานาค, รมิดา รัตนคาม

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: purichaya.l@ku.th¹, akarat.t@ku.th², fscirdr@ku.ac.th³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 42 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า และข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 6 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และคำชี้แจงเหตุผล ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 38.10) มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คงที่ซึ่งเกิดจากเมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่หรือพบว่ามีความผิดปกติของข้อมูล นักเรียนไม่ได้นำมาพิจารณาประกอบการสร้างข้อกล่าวอ้างเนื่องจากนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นการเผาไหม้ซึ่งส่งผลให้ไม่มีการเปลี่ยนคำชี้แจงเหตุผล นักเรียนเพียง ร้อยละ 26.19 เท่านั้นที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างโดยสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างใหม่ซึ่งมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงหลักฐานใหม่ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ เมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิม

คำสำคัญ: ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

A study of Grade 9 Students' Ability to Change Claims and Justification in Scientific Argumentation on The Topic of Daily Chemical Reactions

Purichaya Laosasiwattanapong¹, Akarat Tanak² and Ramida Rattanakam³

Faculty of Education, Kasetsart University

E-mail: purichaya.l@ku.th¹, akarat.t@ku.th², fscirdr@ku.ac.th³

ABSTRACT

The purpose of this research was to study grade 9 students' ability to change claims and justification in scientific argumentation on the topic of daily chemical reactions. Data were collected from 42 students by a Scientific argumentation skills test with two parts that included a fire-related problematic situation and six open-ended questions that cover the three elements of a scientific argument: claim, evidence, and justification. Quantitative data was analyzed using descriptive statistics ; Percentage. Whereas qualitative data was analyzed using content analysis approaches. The findings showed that the majority of students (38.10 percent) possessed fixed science argument skills, which appeared when they were presented with additional evidence or noticed a discrepancy in the data. Because of their misunderstanding of the scientific concept around the combustion, students did not consider such information or data while revising a claim. Only 26.19 percent of students had higher scientific argumentation skills. This group of students was able to change the claim by presenting a rationale in support of a new claim based on a scientific concept. and may demonstrate new evidence to back up the claim when receiving new evidence that is distinct from and in addition to the original evidence.

Keywords: scientific argumentation skills

บทนำ

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน เพราะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและทฤษฎีของความรู้สำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Lin & Mintzes, 2010) และยังถูกกำหนดไว้ในแนวปฏิบัติปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and Engineering Practices) ของมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Next Generation Science Standards : NGSS) (NGSS Lead States, 2013) การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะดังกล่าวทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือมีความสามารถในการคิดที่ซับซ้อนเพื่อให้ได้คำตอบหรือบรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร สามารถตัดสินใจที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากการใช้หลักฐานที่ความน่าเชื่อถือซึ่งล้วนแต่เป็นเป้าหมายผู้รู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (เอกภูมิ จันทระสันติ, 2559) นอกจากนี้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสนทนาของบุคคลที่ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ มีบทบาทในการสร้างคำอธิบาย รูปแบบ และทฤษฎีโดยการเสนอข้อกล่าวอ้างหลักฐาน ซึ่งนำไปสู่การโต้เถียงทบทวน วิพากษ์ จากผู้เชี่ยวชาญในประชาคมวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการค้นคว้านั้นจำเป็นต้องใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (วรัญญา จิระวิพลวรรณ, 2563)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คือ การนำเสนอข้อกล่าวอ้างที่มีความน่าเชื่อถือโดยมีหลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุน และทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือน้อยลง (Osborne, 2010; T. Sadler & Fowler, 2006) ซึ่งหลักฐานที่นำมาใช้ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถพิสูจน์ได้ทั้งเป็นจริงและเท็จ (Nussbaum, Sinatra, & Owens, 2012) เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ในการสนับสนุนหรือลบล้างข้อกล่าวอ้างสามารถประเมิน ความน่าเชื่อถือของข้อมูล หลักฐาน จนนักเรียนสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง (Driver et al., 2000) ตลอดจนสามารถนำเสนอข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อทำให้ผู้อื่นเชื่อในความคิดของตนเองได้

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องของ วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2560) ได้ทำการศึกษาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนทักษะการโต้แย้งในระดับดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการโต้แย้งพบว่า องค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือการใช้หลักฐาน โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มีการแสดงข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในระดับดีแต่ยังขาดทักษะในการหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนให้เหตุผลนั้นน่าเชื่อถือ (กฤษฎา ทองประไพ และคณะ, 2559; วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2560) นอกจากนี้ยังพบว่านักการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แบบภาพรวมว่านักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับใด เช่น ภาวิณี จันทระหอม และ ร่มเกล้า จันทระาษี (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบมีการโต้แย้งในปฏิบัติการรายวิชาเคมีที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมากและพัฒนาได้ทุกองค์ประกอบของการโต้แย้ง นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและสามารถให้เหตุผลประกอบโดยใช้ผลการทดลองมาเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการยืนยันคำตอบได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลเมื่อมีหลักฐานใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

จากการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาราชบุรีแห่งหนึ่งเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือซักถาม นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนโดยปราศจากการคิดไตร่ตรองเสียก่อน และการให้เหตุผลของนักเรียนมีการใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมด้วย ไม่มีการเชื่อมโยงเข้ากับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานที่นำมาประกอบไม่สามารถทำให้เหตุผลดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือเนื่องจากมาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือทำให้ไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยสนใจทำวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลของนักเรียนหลังจากที่ได้รับหลักฐานใหม่เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน เนื่องจากนักเรียนจะสามารถใช้ผลการทดลองมาเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนหรือลบข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลเดิมได้ เพื่อเป็นข้อมูลทำให้เข้าใจถึงระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบของการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เพื่อศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผลในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนเน้นวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาราชบุรี จังหวัดราชบุรี ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 42 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 27 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน ผู้วิจัยอ้างอิงนักเรียนรายบุคคลโดยใช้สัญลักษณ์ S ตามด้วยหมายเลข 1-42 เช่น S01, S02, S03 เพื่อไม่ให้งานวิจัยนี้ส่งผลกระทบต่อโรงเรียนและนักเรียนในภายหลังซึ่งเป็นไปตามหลักจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับไฟไหม้กิ่งแก้วเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2564 จากนั้นให้นักเรียนตอบข้อคำถามปลายเปิด 6 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ (Sampson and Schlegel, 2013) ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และคำชี้แจงเหตุผล โดยคำถาม 3 ข้อแรกเป็นการให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นมีการเพิ่มหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการดับเพลิง คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการดับเพลิงและบทความที่เกี่ยวข้องของการสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเข้าไปเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และตอบคำถามปลายเปิดอีก 3 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม ผู้วิจัยสร้างความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องมือวิจัยโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของสถานการณ์และข้อคำถามและประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนซึ่งมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยพบว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) เท่ากับเท่ากับ 1 หมายความว่าคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4-5 หมายความว่ามีความเหมาะสมอยู่ที่ระดับมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยนำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 42 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่เรียนออนไลน์ด้วยการเขียนตอบแบบกระดาษ และนักเรียนที่เรียนออนไลน์ ด้วยการตอบผ่าน google form ใช้เวลา 30 นาทีในการทำแบบทดสอบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1) ผู้วิจัยนำคำตอบจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาอ่านอย่างละเอียดเป็นรายบุคคล จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) และแบ่งระดับความสามารถของแต่ละองค์ประกอบออกเป็น 4 ระดับ (0-3) ซึ่งปรับจากเกณฑ์ Sampson and Schlegel (2013) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การจัดระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ

องค์ประกอบของการ		เกณฑ์การให้คะแนน			
โต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
ข้อกล่าวอ้าง				ระบุข้อกล่าวอ้าง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง
คำชี้แจงเหตุผล		มีการระบุเหตุผลที่น่าเชื่อถือ แสดงถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้	มีการระบุเหตุผลที่น่าเชื่อถือ แสดงถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ไม่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน	มีการระบุเหตุผลที่ไม่น่าเชื่อถือ โดยเหตุผลนั้นแสดงถึงอารมณ์และความรู้สึก ความเชื่อหรือประสบการณ์	ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุสิ่งที่ไม่ใช่เหตุผล หรือระบุเหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง
หลักฐาน		มีการวิเคราะห์หลักฐานจากข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุแหล่งที่มาของหลักฐาน ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผล	มีการระบุหลักฐานและแหล่งที่มาที่โดยพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผล	ระบุแค่แหล่งที่มาของหลักฐาน โดยไม่แสดงความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผล	ไม่มีการระบุหลักฐาน หรือระบุสิ่งอื่นที่ไม่ใช่หลักฐาน หรือระบุหลักฐานไม่สอดคล้องกับเหตุผลและข้อกล่าวอ้าง
เพิ่มหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้และแตกต่างจากหลักฐานเดิม					
ข้อกล่าวอ้าง				ระบุข้อกล่าวอ้าง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง
คำชี้แจงเหตุผล		มีการระบุเหตุผลที่น่าเชื่อถือ แสดงถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานใหม่หรือข้อกล่าวอ้างข้อที่ 4 ได้	1. มีการระบุเหตุผลที่น่าเชื่อถือ แสดงถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ไม่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานใหม่หรือข้อกล่าวอ้างข้อที่ 4	มีการระบุเหตุผลที่ไม่น่าเชื่อถือ โดยเหตุผลนั้นแสดงถึงอารมณ์และความรู้สึก ความเชื่อหรือประสบการณ์	ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุสิ่งที่ไม่ใช่เหตุผล หรือระบุเหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง
หลักฐาน		มีการวิเคราะห์หลักฐานจากข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุ	มีการระบุหลักฐานและแหล่งที่มาที่โดยพิจารณาจากข้อมูลที่	ระบุแค่แหล่งที่มาของหลักฐานโดยไม่แสดงความเชื่อมโยงกับข้อ	ไม่มีการระบุหลักฐาน หรือระบุสิ่งอื่นที่ไม่ใช่หลักฐาน หรือระบุ

องค์ประกอบของการ โต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
แหล่งที่มาของ	กำหนดให้	ซึ่งแสดง	กล่าวอ้างและคำชี้แจง	หลักฐานไม่สอดคล้อง
หลักฐาน ซึ่งแสดง	ความเชื่อมโยงกับข้อ	เหตุผล		กับเหตุผลและข้อ
ความเชื่อมโยงกับข้อ	กล่าวอ้างและคำชี้แจง			กล่าวอ้าง
กล่าวอ้างและคำชี้แจง	เหตุผล			
เหตุผล				

2) การวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับหลักฐานใหม่ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ 3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และจัดให้นักเรียนที่มีลักษณะคำตอบที่คล้ายคลึงกันอยู่กลุ่มเดียวกันออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น คงที่ ลดลง และไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การจัดกลุ่มทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับหลักฐานใหม่	เกณฑ์การประเมิน
กลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น	สามารถเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างได้ โดยสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างใหม่ซึ่งมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงหลักฐานใหม่ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น
กลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คงที่	สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างใหม่และยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมซึ่งยังไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมที่สุด แสดงคำชี้แจงเหตุผลและให้หลักฐานในรูปแบบเดิมทั้งก่อนและหลังได้รับหลักฐานใหม่ซึ่งมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง
กลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ลดลง	สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ขาดความรู้ความเข้าใจในประเด็นที่กำลังโต้แย้งส่งผลให้ไม่สามารถให้คำชี้แจงเหตุผลหรือแสดงคำชี้แจงเหตุผลที่มาจากอารมณ์ ความรู้สึกเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และแสดงหลักฐานที่ยังไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้
กลุ่มที่ไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้างใหม่หรือไม่แสดงการยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิม ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงคำชี้แจงเหตุผลและหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ จำนวน 16 คน (ร้อยละ 38.10) มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คงที่ นักเรียนจำนวน 14 คน (ร้อยละ 33.33) มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ลดลง นักเรียนจำนวน 11 คน (ร้อยละ 26.19) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังจากได้รับหลักฐานใหม่ และไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.38) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงระดับของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แบบภาพรวมก่อนและหลังได้รับหลักฐานใหม่

การเปลี่ยนแปลงของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (n=42)
ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น	11 (ร้อยละ 26.19)
ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คงที่	16 (ร้อยละ 38.10)
ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ลดลง	14 (ร้อยละ 33.33)
ไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	1 (ร้อยละ 2.38)

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับหลักฐานใหม่ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อค้นพบที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งสูงขึ้นเมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิม นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างได้ โดยสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างใหม่ซึ่งมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงหลักฐานใหม่ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจำนวน 11 คน (ร้อยละ 26.19) จะสามารถนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือจุดยืนในสถานการณ์เกี่ยวกับการปฏิบัติการเผาไหม้ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างมาได้ โดยใช้ข้อมูลทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ และเมื่อมีข้อมูลที่ผิดปกติหรือมีหลักฐานใหม่ นักเรียนสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและแสดงหลักฐานใหม่ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น เมื่อผู้วิจัยถามคำถามที่วัดการระบุข้อกล่าวอ้างว่า “หากนักเรียนต้องปฏิบัติหน้าที่ในการดับเพลิงในครั้งนี้ นักเรียนจะเลือกวิธีการของใครทำให้ไฟดับลงอย่างรวดเร็ว” นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่า “เจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 1 ใช้น้ำดับในการดับเพลิง หรือผู้เชี่ยวชาญทางด้านการดับเพลิงที่ให้อรรถรสของการเคมีก่อนเลือกวิธีการดับเพลิง” เมื่อถามคำถามที่วัดการระบุคำชี้แจงเหตุผลว่า “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าวิธีการของบุคคลนั้นสามารถดับเพลิงได้” นักเรียนสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลที่เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง กล่าวคือมีการอธิบายเชื่อมโยงถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเผาไหม้ทั้ง 3 ปัจจัยได้แก่ เชื้อเพลิง ความร้อน และแก๊สออกซิเจน เมื่อตัดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งออกก็จะสามารถทำให้ไฟดับได้ โดยนักเรียนตอบว่า “เพราะน้ำเป็นสิ่งที่หาได้ง่ายที่สุดในการดับไฟและควรใช้ น้ำในการดับไฟเนื่องจากน้ำจะช่วยตัดปัจจัยความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการลุกไหม้ หรือเพราะถ้าเราทราบว่าเป็นเชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิงชนิดใด ก็จะ สามารถหาวิธีดับเพลิงได้อย่างรวดเร็ว” และเมื่อถามคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานว่า “นักเรียนใช้หลักฐานอะไรมาสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ” นักเรียนจะตอบว่า “จากนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายถึงสภาวะจำเป็นในการเริ่มปฏิบัติการเผาไหม้ว่ามีปัจจัย 3 ปัจจัย คือเชื้อเพลิง ออกซิเจนและความร้อน ความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้จะกลายเป็นจุดเริ่มต้นไปเรื่อย ๆ หากต้องการที่จะดับไฟต้องตัดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งออก หรือ จากแผนผังจะพบว่าเชื้อเพลิงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิด การเผาไหม้ และจากคำพูดของผู้เชี่ยวชาญด้านการดับเพลิงก็จะทำให้รู้ว่าเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะใช้วิธีในการดับเพลิงแตกต่างกัน” และเมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิม นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างหรือยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการดับเพลิงที่ถูกต้องใหม่จากการประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยเฉพาะ เมื่อผู้วิจัยถามว่า “หลักจากเรียนได้อ่านบทความข้างต้นแล้ว นักเรียนจะปฏิบัติการดับเพลิงครั้งนี้ต่อไปด้วยวิธีการเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร” นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่า “เปลี่ยนไปเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการดับเพลิง” เมื่อถามคำถามที่วัดการระบุคำชี้แจงเหตุผลว่า “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นเดิมหรือเห็นต่างจากเดิม” นักเรียนตอบว่า “เพราะจากที่อ่านมาข้างต้นจะทำให้ทราบว่าในโรงงานจะมีสารเคมีไฮโดรคาร์บอนซึ่งไม่สามารถละลายน้ำได้จึงต้องใช้วิธีการฉีดโฟมดับเพลิงคลุมผิวหน้าไปก่อนเพื่อควบคุมเพลิง หรือเพราะจากที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการดับเพลิงกล่าวว่าเราต้องตรวจสอบสารที่เป็นเชื้อเพลิงก่อนว่าเป็นสารชนิดใดและค่อยเลือกวิธีการดับเพลิงที่เหมาะสม ดังนั้นเราควรรอก่อนและเมื่อรู้ว่าเป็นสารชนิดใดจากที่ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสไตรีนโมโนเมอร์กล่าวไว้ ทำให้รู้วิธีการดับเพลิงได้ จึงตรงกับคำพูดของผู้เชี่ยวชาญด้านการดับเพลิงที่

กล่าวถึงตอนต้น”และเมื่อคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานว่า “นักเรียนใช้หลักฐานใดมาสนับสนุนหรือลบล้างข้อกล่าวอ้างเดิมของตนเอง” นักเรียนตอบว่า “เพราะสารเคมีที่อยู่ในโรงงานเป็นสาร ไฮโดรคาร์บอน การฉีดยาน้ำไม่สามารถควบคุมความร้อนได้ทั้งหมด หรือ ตามคำกล่าวของวิศวกรเคมีที่เผยแพร่ผ่าน facebook ว่าสารไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะใช้วิธีฉีดโฟมดับเพลิงปิดคลุมผิวหน้าเพื่อตัดไม่ให้เชื้อเพลิงเจอกับออกซิเจน”

ข้อค้นพบที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งคงที่หลังจากได้รับหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิมสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างใหม่และยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมซึ่งยังไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมที่สุดแสดงคำชี้แจงเหตุผลและให้หลักฐานในรูปแบบเดิมทั้งก่อนและหลังได้รับหลักฐานใหม่ซึ่งมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งคงที่จำนวน 16 คน (ร้อยละ 38.10) จะสามารถนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือจุดยืนในสถานการณ์เกี่ยวกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างมาได้ โดยใช้ข้อมูล ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ แต่เมื่อมีข้อมูลที่ผิดปกติหรือมีหลักฐานใหม่ นักเรียนไม่สามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและแสดงหลักฐานใหม่ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้นได้ เมื่อผู้วิจัยถามคำถามที่วัดการระบุข้อกล่าวอ้าง คำตอบของนักเรียนจะมีหลากหลายทั้ง “เจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 1 เจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 2 และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการดับเพลิง” และสามารถให้คำชี้แจงเหตุผลเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องโดยอธิบายเชื่อมโยงกับปัจจัยของการเกิดไฟโดยตอบว่า “เพราะว่าน้ำหาได้แล้วโดยส่วนใหญ่ระดับเพลิงก็จะใช้น้ำในการดับไฟแล้วยังสามารถลดความร้อนได้ดี หรือเพราะการจำกัดพื้นที่ของเชื้อเพลิงจะทำให้ไฟไม่ลามไปที่อื่น และจะไม่เพิ่มความเสี่ยงมากกว่าเดิม หรือเนื่องจากถ้าเรารู้ชนิดของสารเคมี จะได้ทำการจัดการดับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งออกไปได้อย่างถูกต้อง ซึ่งก็จะเป็นการรักษาความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ ผู้เชี่ยวชาญ และประชาชนที่อยู่โดยรอบโรงงานกึ่งแก้ว” และเมื่อถามคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน นักเรียนจะตอบว่า “คำพูดของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 1 ที่กล่าวว่า หากไม่ใช้น้ำซึ่งเป็นสิ่งที่หาง่ายที่สุดในการดับไฟไปก่อนและรอให้ไฟไหม้อย่างต่อเนื่องเกิน 8 นาที อุณหภูมิของเชื้อเพลิงจะสูงถึง 800 องศาเซลเซียสส่งผลให้ไฟขยายตัวไปทั่วทิศทาง หรือเพราะนักดับเพลิงคนที่ 2 ได้กล่าวเอาไว้ว่า ต้องจำกัดเชื้อเพลิงก่อน และจำกัดพื้นที่ของ เชื้อเพลิงเพื่อให้ไฟไหม้ในวงจำกัด หรือจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการดับเพลิงได้กล่าว จะได้ข้อสรุปสั้น ๆ ดังนี้ : สารที่เป็นเชื้อเพลิงแต่ ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน ถ้าเรารับน้ำน้ำไปดับอาจทำให้ไฟลุกลามเพิ่มมากขึ้นก็เป็นได้ ฉะนั้นการทราบสารที่เป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นขั้นตอนที่ดีก่อนจะไปดับเพลิง” เป็นแค่การระบุที่มาของหลักฐานและยกข้อความจากแหล่งข้อมูลนั้นมาประกอบ ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ตีความ เมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้เพิ่มเติมแล้วผู้วิจัยถามเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างอีกครั้ง นักเรียนส่วนใหญ่จะยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมซึ่งเป็นข้อกล่าวอ้างที่ยังไม่ถูกต้อง เช่น “เพราะว่าน้ำสามารถลดปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดไฟได้ถ้าความร้อนหายไปไฟก็จะดับลงและน้ำสามารถหาได้ง่าย หรือเพราะการจำกัดพื้นที่จะช่วยให้ความคุมเชื้อเพลิงได้ง่ายขึ้น” และเมื่อคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานนักเรียนจะตอบรูปแบบคล้ายเดิมเป็นแค่การระบุที่มาของหลักฐานและยกข้อความจากแหล่งข้อมูลนั้นมาประกอบ

ข้อค้นพบที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งลดลงหลังจากที่ได้รับหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิม สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนขาดความรู้ความเข้าใจในประเด็นที่กำลังโต้แย้งส่งผลให้ไม่สามารถให้คำชี้แจงเหตุผลหรือแสดงคำชี้แจงเหตุผลที่มาจากอารมณ์ ความรู้สึกเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และแสดงหลักฐานที่ยังไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีทักษะการโต้แย้งลดลงจำนวน 14 คน (ร้อยละ 33.33) จะสามารถนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือจุดยืนในสถานการณ์เกี่ยวกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างมาได้ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงข้อมูล ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ และให้คำชี้แจงเหตุผลที่เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนส่งผลให้ไม่สามารถใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้หรือแสดงเหตุผลที่มาจากอารมณ์

หรือความรู้สึกทำให้ข้อกล่าวอ้างไม่มีความน่าเชื่อถือ เมื่อมีข้อมูลที่ผิดปกติหรือมีหลักฐานใหม่ นักเรียนยังคงยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมและให้คำชี้แจงเหตุผลคล้ายเดิมเนื่องจากไม่ได้นำหลักฐานใหม่ที่ได้มาพิจารณาเชื่อมโยงในการสร้างข้อกล่าวอ้าง และก็มีนักเรียนบางส่วนเปลี่ยนแปลงข้อกล่าวอ้างแต่ข้อกล่าวอ้างนั้นก็ยังไม่ต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการดับเพลิงที่มาจากการประกอบไฮโดรคาร์บอน มีการให้คำชี้แจงเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างที่เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน หรือมีความเข้าใจในองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง กล่าวคือ นักเรียนแสดงคำชี้แจงเหตุผลสลับกับหลักฐาน เมื่อผู้วิจัยถามคำถามที่วัดการระบุข้อกล่าวอ้างว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่า “เจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 1 ใช้น้ำดับในการดับเพลิงหรือเจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 2 จำกัพื้นที่ของเชื้อเพลิง” เมื่อถามคำถามที่วัดการระบุคำชี้แจงเหตุผลนักเรียนจะตอบว่า “น้ำเป็นสิ่งที่หาง่ายในตอนนั้น หรือการจำกัดพื้นที่ช่วยลดการขยายตัวของไฟ” และเมื่อถามคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานนักเรียนจะตอบว่า “คำพูดของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 1 หรือคำพูดของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงคนที่ 2” เมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้เพิ่มเติมแล้วผู้วิจัยถามเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างอีกครั้งนักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่า “คิดเห็นเหมือนเดิม” ซึ่งเป็นข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง เมื่อถามคำถามที่วัดการระบุคำชี้แจงเหตุผลนักเรียนตอบว่า “การใช้โฟมช่วยให้เชื้อเพลิงเจอกับออกซิเจนซึ่งไม่สามารถควบคุมไฟไหม้ได้ทั้งหมด” ซึ่งเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน หรือ “เพราะมีการให้เหตุผลที่ชัดเจนมากที่สุดในตอนนั้น” ซึ่งเป็นการให้คำชี้แจงเหตุผลที่มาจากอารมณ์และความรู้สึก หรือ “ต้องอพยพคนออกมาก่อนที่จะมีคนบาดเจ็บ” ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างเลย และเมื่อคำถามที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานนักเรียนจะตอบว่า “จากบทความของวิศวกรเคมีหรือสิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญกล่าว”

ข้อค้นพบที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่ไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับหลักฐานใหม่ที่เป็นความรู้เพิ่มเติมและแตกต่างจากหลักฐานเดิมไม่ระบุข้อกล่าวอ้างใหม่หรือไม่แสดงการยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิม ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงคำชี้แจงเหตุผลและหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.38) จะสามารถนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือจุดยืนเกี่ยวกับวิธีการในการดับเพลิงในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างมาได้ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงข้อมูล ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ และให้คำชี้แจงเหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง เมื่อมีข้อมูลที่ผิดปกติหรือมีหลักฐานใหม่ นักเรียนไม่ได้ระบุข้อกล่าวอ้างใหม่หรือไม่แสดงการยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิม ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงคำชี้แจงเหตุผลและหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ตัวอย่างคำตอบของ S14 แสดงข้อกล่าวอ้าง คำชี้แจงเหตุผลว่าและหลักฐานว่า “ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการดับเพลิง เพราะผู้เชี่ยวชาญจะมีความรู้ในด้านนี้ หลักฐานจากผู้เชี่ยวชาญได้กล่าวสารที่เป็นเชื้อเพลิงแตกต่างกันเราจะต้องใช้วิธีที่เหมาะสมกับสารนั้น ๆ” และเมื่อผู้วิจัยให้หลักฐานใหม่นักเรียนไม่ได้ไม่ระบุข้อกล่าวอ้างใหม่หรือไม่แสดงการยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิม มีเพียงคำชี้แจงเหตุผลว่า “เพราะสารแต่ละอย่างมีความหนาแน่นต่างกันและชนิดต่างกันได้มาจากสิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญกล่าวมา” ส่งผลให้ไม่สามารถใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

สรุปผลและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยข้างต้นผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คงที่เมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่หรือพบว่ามีความผิดปกติของข้อมูล นักเรียนไม่ได้นำมาพิจารณาประกอบการสร้างข้อกล่าวอ้างซึ่งส่งผลให้มีการเปลี่ยนคำชี้แจงเหตุผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walker, Van Duzor, & Lower (2019) ที่พบว่านักเรียนไม่เต็มใจที่จะเปลี่ยนข้อกล่าวอ้างของตนเองเมื่อพบว่ามีความรู้ใหม่ และนักเรียนไม่ได้ใช้ทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์หลักฐานหรือนักเรียนคิดว่าตนเองมีความรู้ในประเด็นเกี่ยวกับปฏิกิริยาการเผาไหม้มากพอแล้วจึงยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิมและแสดงคำชี้แจงเหตุผลและหลักฐานคล้ายเดิม

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นการเผาไหม้ส่งผลต่อการสร้างข้อกล่าวอ้างและคำชี้แจงเหตุผล กล่าวคือเมื่อนักเรียนได้รับหลักฐานใหม่แต่ไม่ได้ทำความเข้าใจหรือมีความรู้ที่

เกี่ยวข้องกับหลักฐานใหม่ไม่มากนักเรียนจะเพิกเฉยและยังคงยืนยันข้อกล่าวอ้างเดิม แสดงคำชี้แจงเหตุผลที่มาจากอารมณ์ความรู้สึก หรือประสบการณ์แทนทำให้มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Niaz (2002) ที่พบว่านักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากความรู้เดิมหรือขาดความรู้พื้นฐานในประเด็นที่โต้แย้งทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเข้าสู่หลักการทฤษฎีได้

การวิจัยที่พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำมีสาเหตุมาจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ในเนื้อหาปฏิกิริยาเคมีส่วนมากของนักเรียนจะเป็นการทำกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนที่ได้รับบรูว์อย่างชัดเจนทำให้นักเรียนแต่ละคนได้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกัน และครูผู้สอนไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบหรือประเมินผลการทดลองว่ามีความถูกต้องเพียงใด เมื่อผู้วิจัยได้นำแบบวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาใช้จึงทำให้ทักษะดังกล่าวอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาควบคู่กันไปทั้งในด้านเนื้อหาและองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมควรเน้นให้นักเรียนได้ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนโต้แย้งร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและตรวจสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง เช่น การนำเสนอรายงานผลการทดลองให้นักเรียนในห้องโต้แย้งผลการทดลองในประเด็นที่ผิดพลาดหรือการทดลองที่ไม่เพียงพอ (วรัญญา จีระวิพลวรรณ, 2563) หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเลือกใช้ข้อมูลและหลักฐานที่มีคุณภาพมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดเชิงเหตุผล และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ (Okumus & Unal, 2012)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

ผู้วิจัยเสนอและให้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลหลักฐาน ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง นำเสนอข้อมูลการทดลองและโต้แย้งในประเด็นที่คลาดเคลื่อน และประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิตุพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และ อรยา แจ่มใจ (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม*, 7(1), 48-61.
- ภาวิณี จันทร์หอม, & ร่มเกล้า จันทราษี. (2562). การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบมีการโต้แย้งในปฏิบัติการรายวิชาเคมีที่มีต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 5(1), 21-36.
- วรัญญา จีระวิพลวรรณ. (2563). การโต้แย้งและวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 8(1), 1-1.
- วิไลวรรณ ทรงศิลป์, & ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(3), 175-184.
- เอกภูมิ จันทร์ขันตี. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1), 217-232.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Lin, S.-S., & Mintzes, J. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction In Socioscientific Issues: The Effect Of Ability Level. *International Journal of Science and*
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.

- Niaz, M. (2002). Augments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. *Science Education*, 86(4), 505-525.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Owens, M. C. (2012). The two faces of scientific argumentation: Applications to global climate change. In *Perspectives on scientific argumentation* (pp. 17-37). Springer, Dordrecht.
- Okumus, S., & Unal, S. (2012). The effects of argumentation model on students' achievement and argumentation skills in science. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 457-461.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *science*, 328(5977), 463-466.
- Sadler, T., & Fowler, S. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004.
- Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. NSTA Press.
- Walker, J. P., Van Duzor, A. G., & Lower, M. A. (2019). Facilitating argumentation in the laboratory: The challenges of claim change and justification by theory. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 435-444.