

การให้เหตุผลแบบจรรยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา:  
กรณีศึกษาเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ  
Secondary School Students' Abductive Reasoning:  
A Case Study about Haze Pollution  
in the Northern Region

ลือชา ลดาชาติ<sup>1</sup>  
Luecha Ladachart

Received: Mar 21, 2019  
Revised: June 5, 2019  
Accepted: June 17, 2019

## บทคัดย่อ

การให้เหตุผลมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีได้หลายประเภท เช่น การให้เหตุผลเชิงอุปนัย การให้เหตุผลเชิงนิรนัย และการให้เหตุผลแบบจรรยา การให้เหตุผลแบบจรรยา มักนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเชิงอธิบาย ซึ่งทำหน้าที่เป็นกรอบแนวคิดทางทฤษฎีของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แม้หลักสูตรวิทยาศาสตร์กำหนดเป้าหมายให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลแบบจรรยา มีบทบาทสำคัญ แต่การวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบจรรยาของนักเรียนยัง

---

<sup>1</sup> หลักสูตรและการสอน วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา, Email: ladachart@gmail.com

ไม่ปรากฏในวรรณกรรมด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา กรณีศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบจรรยาอย่างไรในบริบทเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนืออย่างไร และนักเรียนใช้ความรู้เดิมอะไรในการให้เหตุผลแบบจรรยา ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 3 คน จำนวนรวม 18 คน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแก่นเรื่อง การวิจัยพบว่านักเรียนใช้ความรู้เดิมของตนเองในการให้เหตุผลแบบจรรยา โดยประสบการณ์เชิงสถานที่มีบทบาทสำคัญ

**คำสำคัญ:** การให้เหตุผลแบบจรรยา, ปัญหาหมอกควัน, ปรัชญาวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์ศึกษา, สมมติฐานเชิงอธิบาย

## **Abstract**

Reasoning plays important roles in the process of constructing scientific knowledge. Scientific reasonings have many types such as inductive reasoning, deductive reasoning, and abductive reasoning. Abductive reasoning often leads to generating an explanatory hypothesis, which serves as a theoretical framework of scientific inquiry. Although science curriculum sets an aim for students to construct knowledge through scientific inquiry by which abductive reasoning plays an important role, research on students' abductive reasoning is not apparent in science education literature. Hence, this case study aims at exploring how students abductively reason in the context of haze pollution in the northern region and what prior knowledge the students use in the abductive reasoning. The researcher collected data using individual semi-structured interviews with three students at each grade of 7-12 (N=18) and analyzed the data using content analysis in construct themes. The research finds that the students used their prior knowledge in abductive reasoning by which place-based experiences play an important role.

**Keywords:** Abductive reasoning, Haze pollution, Philosophy of science, Science education, Explanatory hypothesis

## บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างและพัฒนาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004; Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2017) อย่างไรก็ตาม กระบวนการสร้างความรู้ผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างตรงไปตรงมา (McComas, 1998) ทั้งนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์มักมีความคิดที่แตกต่างกันต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเดียวกัน (Ladachart & Ladachart, 2017) ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการให้เหตุผลเพื่อชี้แจงว่า ความคิดของตนเองสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นได้ดีเพียงใด และคำอธิบายนั้นดีกว่าคำอธิบายอื่น ๆ อย่างไร (Ladachart, 2018) การให้เหตุผลและการโต้แย้งจึงไม่ใช่เรื่องผิดปกตินในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ (Suttakun & Ladachart, 2013) ในทางตรงกันข้าม การให้เหตุผลและการโต้แย้งเป็นกลไกที่ช่วยสร้างความน่าเชื่อถือให้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงควรมีโอกาสได้ฝึกฝนการให้เหตุผลและการโต้แย้งเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, 2013)

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีได้หลายรูปแบบ (Giere, 1991) ไม่ว่าจะเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลเพื่อสร้างข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากข้อเท็จจริงเฉพาะกรณีหลาย ๆ ข้อ ตัวอย่างเช่น จากข้อเท็จจริง 3 ข้อที่ว่า 1. นาย ก. เป็นคนไทยและกินข้าวเป็นอาหารหลัก 2. นาย ข. เป็นคนไทยและกินข้าวเป็นอาหารหลัก และ 3. นาย ค. เป็นคนไทยและกินข้าวเป็นอาหารหลัก ดังนั้น การให้เหตุผลเชิงอุปนัยจึงนำไปสู่การสร้างหลักการทั่วไปได้ว่า คนไทยกินข้าวเป็นอาหารหลัก (Ladachart & Ladachart, in press) ในทางตรงกันข้าม การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลเพื่อสร้างข้อสรุปที่เป็นข้อเท็จจริงเฉพาะกรณีจากหลักการทั่วไปที่มีอยู่แล้ว ตัวอย่างเช่น จากหลัก-

การทั่วไปที่ว่า คนไทยกินข้าวเป็นอาหารหลัก หากข้อเท็จจริงเฉพาะกรณีระบุว่า นาย ง. เป็นคนไทย ดังนั้น การให้เหตุผลแบบนินัยจึงนำไปสู่การสร้างข้อสรุปได้ว่า นาย ง. กินข้าวเป็นอาหารหลัก (Ladachart & Ladachart, in press)

ถึงแม้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยนำไปสู่ความรู้ใหม่เกี่ยวกับหลักการทั่วไป และการให้เหตุผลแบบนินัยนำไปสู่การยืนยันหรือการขยายขอบเขตของหลักการทั่วไป (Okasha, 2002) แต่การให้เหตุผลทั้งสองรูปแบบมีข้อจำกัดสำคัญ ซึ่งยังไม่สามารถตอบคำถามได้ว่า ทำไมหรือเพราะเหตุใดหลักการทั่วไปจึงเป็นเช่นนั้น แต่ด้วยเป้าหมายหลักของวิทยาศาสตร์คือการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Hempel, 1965) การให้เหตุผลทั้งสองรูปแบบจึงไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบจารณีย์ (Abductive reasoning) เพื่อเสนอสมมติฐานที่เป็นคำอธิบายว่า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นจากสาเหตุและกระบวนการอะไร การให้เหตุผลแบบจารณีย์จึงเป็นการให้เหตุผล “ย้อนกลับ” (Backward) จากผลที่เกิดขึ้นแล้วไปหาเหตุที่ยังไม่แน่ชัด (Walton, 2001) ไม่ใช่การให้เหตุผลจากสาเหตุไปยังผลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการพยากรณ์มากกว่าการตั้งสมมติฐาน (Baxter & Kurtz, 2001)

การให้เหตุผลแบบจารณีย์มักเกิดขึ้นโดยการยืมหรือลักพาคำอธิบายที่ประสบความสำเร็จในสถานการณ์หนึ่งมาประยุกต์ใช้ในการอธิบายในอีกสถานการณ์หนึ่ง (Lawson, 1995) ดังตัวอย่างที่ Oh, P.S. (2010) บันทึกไว้ว่า เมื่อครั้งที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบฟอสซิลของสัตว์ทะเลบนแผ่นดินที่ห่างไกลจากทะเล (ผล) นักวิทยาศาสตร์จึงต้องเสนอสาเหตุที่อาจเป็นไปได้ เช่น ฟอสซิลเหล่านี้อาจเกิดจากการที่น้ำทะเลถูกพัดขึ้นมาบนแผ่นดิน (เหตุ) ซึ่งทำให้สัตว์ทะเลถูกพัดขึ้นมาพร้อมกันด้วย ก่อนที่สัตว์ทะเลเหล่านั้นจะตาย ถูกทับถม และกลายเป็นฟอสซิล

ในเวลาต่อมา (กระบวนการ) คำอธิบายนี้อาจถูกยึดมาจากการอธิบายว่า เหตุใดพืชบางชนิด เช่น มะพร้าว สามารถขยายพันธุ์ข้ามทะเลไปยังแผ่นดินบนเกาะต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้เพราะลูกมะพร้าวสามารถลอยในทะเลและถูกน้ำทะเลพัดจากทะเลขึ้นไปยังชายฝั่งได้ การให้เหตุผลแบบจาร์นัยจึงให้ผลลัพธ์ที่เป็น “สมมติฐานเชิงอธิบาย” (Explanatory hypothesis) (Park, 2006) ซึ่งทำหน้าที่เป็น “คำอธิบายชั่วคราว” (Tentative explanation) (Lawson, 1995) ที่จะต้องได้รับการตรวจสอบด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

สำหรับนักปรัชญาบางคน การให้เหตุผลแบบจาร์นัยอาจมีความหมายมากกว่านั้น ดังที่ผู้วิจัยกล่าวไปแล้วข้างต้นว่า นักวิทยาศาสตร์มักมีความคิดที่แตกต่างกันต่อปรากฏการณ์เดียวกัน ซึ่งแต่ละคนก็อาจจาร์นัยสาเหตุของปรากฏการณ์เดียวกันได้แตกต่างกัน ดังนั้น นอกจากการเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายที่เป็นไปได้แล้ว การให้เหตุผลแบบจาร์นัยอาจหมายถึงรวมถึงการพิจารณาสมมติฐานเชิงอธิบายต่าง ๆ เพื่ออนุมานหรือลองข้อสรุปว่า สมมติฐานใดควรเป็นคำอธิบายที่ดีที่สุด (Inference to the best explanation) (Thagard, 1992) ดังที่ Josephson & Josephson (1996: 5) ให้นิยามไว้ว่า “การจาร์นัยเป็นรูปแบบหนึ่งของการอนุมานจากข้อมูลที่บรรยายบางสิ่งไปสู่สมมติฐานที่อธิบายข้อมูลนั้นได้ดีที่สุด” แต่กระนั้น ไม่ใช่ทุกปรัชญาทุกคนที่เห็นด้วยกับการเหมารวมว่า การจาร์นัยเป็นทั้งการเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายและการอนุมานเพื่อเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะการอนุมานเช่นนั้นต้องอาศัยหลักฐานจำนวนมาก ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอในขณะที่มีการเสนอสมมติฐานเชิงอธิบาย ดังนั้น สำหรับนักปรัชญาบางคน การจาร์นัยจึงควรเป็นเพียงแค่การเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายที่เป็นไปได้เท่านั้น (Mcauliffe, 2015)

ไม่ว่าการจาร์นัยจะมีความหมายกว้างเพียงใดในทางปรัชญา ประวัติศาสตร์ในอดีตเปิดเผยตรงกันว่า นักวิทยาศาสตร์จากหลากหลายสาขามีการให้เหตุผล

แบบจรรยาบรรณเพื่อเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายอยู่เป็นปกติ ดังที่ Ladachart (2018) บันทึกไว้ว่า นักฟิสิกส์เคยสร้างสมมติฐานว่า การได้ยินเสียง (ผล) เกิดขึ้นเพราะเสียงเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ฟัง (เหตุ) นักเคมีเคยสร้างสมมติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพของสารหลังจากการเผาไหม้ (ผล) เป็นเพราะสารที่ติดไฟได้มีองค์ประกอบที่มีชื่อว่า “โฟลจิสตัน” (Phlogiston) ซึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างการเผาไหม้ และทำให้สารนั้นเปลี่ยนแปลงสภาพไป (เหตุ) นักชีววิทยาก็เคยสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (ผล) ว่าเลือดเป็นสาเหตุที่ทำให้พ่อแม่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปสู่ลูก (เหตุ) ในทำนองเดียวกัน นักธรณีวิทยาก็เคยสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับรูปร่างที่เข้ากันได้พอดีระหว่างทวีปอเมริกาใต้และทวีปแอฟริกาฝั่งที่มีมหาสมุทรแอตแลนติกคั่นกลาง (ผล) เพราะสองทวีปนี้เคยเชื่อมติดกันมาก่อน และมาแยกออกจากกันในภายหลัง (เหตุ)

การให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณก่อให้เกิดสมมติฐานเชิงอธิบาย ซึ่งชี้้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Hempel, 1965) ตัวอย่างเช่น หลังจากที่นักชีววิทยาสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายว่า เลือดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูก นักชีววิทยาจึงสามารถนำสมมติฐานเชิงอธิบายนี้มาออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองถ่ายเลือดของกระต่ายที่มีขนสีดำไปยังกระต่ายที่มีขนสีขาว ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่ากระต่ายที่ได้รับเลือดจะเปลี่ยนแปลงสีขนหรือไม่ (Galton, 1870) ดังนั้น หากปราศจากสมมติฐานเชิงอธิบายเกี่ยวกับเลือดที่อาจเป็นสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การทดลองโดยการถ่ายเลือดกระต่ายที่มีลักษณะทางพันธุกรรมของสีขนที่แตกต่างกันจึงแทบไม่มีความหมาย สมมติฐานเชิงอธิบายจึงเป็นสิ่งที่กำหนดหรือชี้แนะว่า ประเด็นของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นอะไร และกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นอย่างไรได้บ้าง ภายใต้กรอบ

แนวคิดของสมมติฐานเชิงอธิบายที่อยู่เบื้องหลัง การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการที่มีความหมายทางญาณวิทยา (Ladachart & Ladachart, 2017)

ในขณะที่การให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหลักในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมาอย่างยาวนาน (Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2010) แต่การวิจัยที่ศึกษาการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนไทยกลับไม่มีปรากฏในวรรณกรรมด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ข้อจำกัดสำคัญคือว่า หากนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณได้ นักเรียนจะขาดสมมติฐานเชิงอธิบายที่จะเป็นกรอบแนวคิดที่ชี้แนะประเด็นและกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยการสืบเสาะในชั้นเรียนจึงกลายเป็นเพียงแค่การปฏิบัติตามขั้นตอนที่ครูหรือหนังสือเรียนกำหนดไว้แล้ว (Supasorn, 2011) ซึ่งนักเรียนอาจไม่ทราบว่าจะอะไรคือสมมติฐานเชิงอธิบายที่อยู่เบื้องหลังการสืบเสาะนั้น นักเรียนจึงทำการสืบเสาะไปตามขั้นตอนอย่างไม่มีจุดหมาย (Pongsophon, 2009) ดังนั้น หากนักเรียนจะทำการสืบเสาะในชั้นเรียนอย่างมีความหมายเช่นเดียวกับการสืบเสาะของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องสามารถใช้การเหตุผลแบบจรรยาบรรณเพื่อสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายได้ด้วยตนเอง

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณเกี่ยวกับปรากฏการณ์รอบตัวอย่างไร โดย Johnston (2009) เสนอแนะว่าการสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายต้องอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่นานพอจนกระทั่งนักเรียนยอมรับว่า ปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นจริง และเกิดความสงสัยเกี่ยวกับสาเหตุว่า ทำไมปรากฏการณ์จึงเกิดขึ้นเช่นนั้น ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกปัญหาหมอกควันเป็นปรากฏการณ์สำหรับกรณีศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้เพราะปัญหาหมอกควันเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในภาคเหนือ ซึ่งนักเรียนในพื้นที่สามารถประสบได้ด้วยตัวเอง ปัญหาหมอกควันจึงเป็นผลเชิงประจักษ์ที่เกิดขึ้นแล้ว ซึ่งเปิดโอกาสให้



นักเรียนได้ใช้การให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณเพื่อระบุสาเหตุและกระบวนการที่ก่อให้เกิดปัญหานี้ นอกจากนี้ Kwon et al. (2006) ยังพบว่า ความรู้เดิมมีบทบาทสำคัญในการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณ ทั้งนี้เพราะนักเรียนมักตีความปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นฐานของความรู้เดิมของตนเอง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาด้วยว่า นักเรียนใช้ความรู้เดิมอะไรบ้างในการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการใช้ความรู้เดิมนั้นในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการเกิดหมอกควันในภาคเหนือ

การเลือกปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเป็นปรากฏการณ์ให้นักเรียนได้จรรยาบรรณในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ไม่เพียงแต่จะเปิดเผยรูปแบบการจรรยาบรรณของนักเรียนเท่านั้น หากยังช่วยเปิดเผยความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันเนื่องจากปัญหานี้เกิดขึ้นมาอย่างยาวนาน และมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น แต่กระนั้นก็ตาม ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศนี้กลับไม่ได้รับการบรรจุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standard, 2010; 2017) ในกรณีนี้ แม้หน่วยงานต่าง ๆ พยายามเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ทั้งโดยการออกกฎหมาย และการประกาศนโยบาย แต่ Rayanakorn (2010) เล็งเห็นว่าหากปัญหานี้จะได้รับการแก้ไขอย่างยั่งยืน ปัญหานี้ควรได้รับการบรรจุในหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนในพื้นที่ที่เกิดปัญหานี้ ดังนั้น ผลการวิจัยจากกรณีศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ไม่เพียงแต่ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของจรรยาบรรณของนักเรียนในพื้นที่ หากยังช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการบรรจุปัญหานี้ในหลักสูตรสถานศึกษาต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามวิจัยสองข้อ ดังนี้

1. นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบจรรยาเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนืออย่างไร
2. ความรู้เดิมที่มีอิทธิพลต่อการให้เหตุผลแบบจรรยาของนักเรียนเหล่านี้คืออะไร

## วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษา (Case study) (Yin, 2014) ภายใต้กระบวนการขั้นตอนทัศน์ของการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research paradigm) ซึ่งเน้นการตีความหมายข้อมูลในบริบททั่วไปตามธรรมชาติที่ปราศจากการจัดกระทำหรือควบคุมโดยผู้วิจัย ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา (Lincoln & Guba, 1985) โดยในกรณีศึกษานี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาการให้เหตุผลแบบจรรยาเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ โดยผลจากการวิจัยแบบกรณีศึกษาไม่อาจถูกใช้เพื่อวางนัยทั่วไปกับบุคคลกลุ่มอื่นที่นอกเหนือจากการวิจัย (Yin, 2014) รายละเอียดของการวิจัยมีดังนี้

### บริบท

กรณีศึกษานี้เกิดขึ้นในโรงเรียนแห่งหนึ่งในภาคเหนือ ซึ่งจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2018) จังหวัดที่ตั้งของโรงเรียนแห่งนี้ประสบกับปริมาณฝุ่นละอองในอากาศขนาดเล็ก (PM10) เกินค่ามาตรฐาน (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) เป็นประจำ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคมของทุกปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.

2557-2560 (ข้อมูลของปี พ.ศ. 2561 ยังไม่ปรากฏในระหว่างการวิจัย) โรงเรียนแห่งนี้เป็นโรงเรียนในสังกัดของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกำกับของรัฐ ซึ่งเปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 นักเรียนส่วนใหญ่มาจากภาคเหนือ ซึ่งต้องอยู่ประจำในหอพักของโรงเรียน

### นักเรียน

ผู้ให้ข้อมูลในกรณีศึกษานี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 3 คน รวมทั้งสิ้น 18 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนชาย 11 คน และนักเรียนหญิง 7 คน โดยรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการของโรงเรียนทำการเลือกอย่างเจาะจงด้วยเกณฑ์ความสมัครใจและความสะดวก (Patton, 2002) นักเรียนส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาในภาคเหนือ นักเรียนส่วนใหญ่จึงเคยประสบกับปัญหาหมอกควันด้วยตนเอง โดยนักเรียน 3 คน ระบุถึงอาการภูมิแพ้ในสภาพอากาศที่มีหมอกควัน นักเรียนเหล่านี้มาจากครอบครัวที่หลากหลายในแง่ของอาชีพของผู้ปกครอง ทั้งข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ นักธุรกิจท้องถิ่น และเกษตรกร ในรายงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ตัวอักษร S ตามด้วยตัวเลข 1-18 แทนนักเรียนแต่ละคน โดย S1-S3, S4-S6, S7-S9, S10-S12, S13-S15, และ S16-S18 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 3, 4, 5, และ 6 ตามลำดับ

### ปรากฏการณ์ในการจรรยาบรรณ

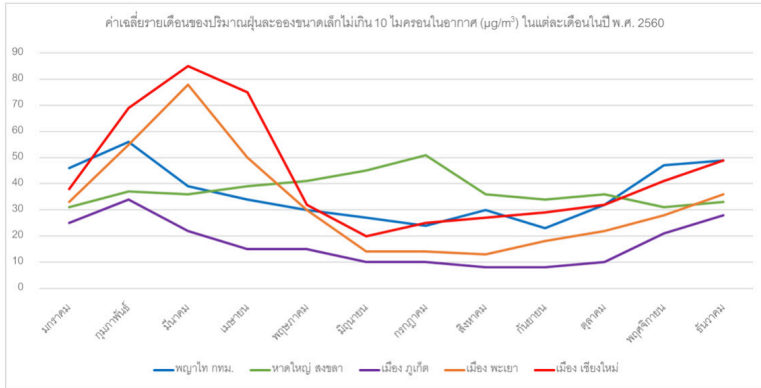
ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือคือปรากฏการณ์ที่เป็นบริบทเพื่อศึกษาการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนในกรณีศึกษาครั้งนี้ การเลือกปรากฏการณ์นี้เป็นเพราะว่า ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมีหลายสาเหตุ ทั้งการเผาเพื่อการเกษตร ไฟป่า และการจราจร ตลอดจนปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ (Pochanaet, 2016) ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือจึงมีความซับซ้อน

ระดับหนึ่ง ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ให้เหตุผลแบบจรรยาที่หลากหลาย ถึงกระนั้นก็ตาม จากการจำลองสภาพอากาศของ Kreasuwan et al. (2008) สาเหตุหลัก (ประมาณ ร้อยละ 50-70) ของฝุ่นละอองขนาดเล็กในภาคเหนือคือการเผาทางการเกษตรและไฟฟ้า ซึ่งเกิดขึ้นรุนแรงในช่วงปลายฤดูหนาวและช่วงต้นฤดูร้อนของทุกปี อันเป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรเตรียมพื้นที่ทางการเกษตรและหาของป่า ในขณะที่สาเหตุรอง (ประมาณร้อยละ 10) เป็นผลมาจากเครื่องยนต์ดีเซล ดังนั้น การให้เหตุผลแบบจรรยาของนักเรียนจึงควรให้นำหนักไปที่การเผาไหม้จากไฟฟ้าและภาคการเกษตรที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เกิดปัญหานี้เป็นพิเศษ

### การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคลในการเก็บข้อมูล ในกรณีนี้ ผู้วิจัยถามความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน โดยการให้นักเรียนนิยามว่า ปัญหาหมอกควันคืออะไร และเกิดขึ้นจากสาเหตุใด จากนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2018) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในอากาศตลอดทั้งปี พ.ศ. 2560 ดังภาพ 1 ข้อมูลนี้มีลักษณะที่โดดเด่นตรงที่ว่า ในช่วงต้นปี (ประมาณเดือนมกราคม – เดือนเมษายน) ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในสองจังหวัดของภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดพะเยา มีค่าสูงมากกว่าจังหวัดอื่น ๆ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดสงขลา และจังหวัดภูเก็ต เมื่อนักเรียนสังเกตเห็นลักษณะที่โดดเด่นนี้แล้ว ผู้วิจัยจึงถามให้นักเรียนจรรยาสาเหตุของปริมาณฝุ่นละอองที่สูงมากผิดปกตินี้ ผู้วิจัยตั้งใจนำเสนอข้อมูลทั้งปีของหลายจังหวัด ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสังเกตและสงสัยได้ว่า เหตุใดปริมาณฝุ่นละอองของทั้งสองจังหวัดในภาคเหนือในช่วงเวลาอื่นจึงไม่สูงเท่ากับในช่วงต้นปี และเหตุใดปริมาณฝุ่นละอองของทั้งสองจังหวัดในภาคเหนือในช่วงต้นปีจึงสูง

## กว่าจังหวัดในภาคอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน



ภาพ 1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในอากาศในปี พ.ศ. 2560

การเลือกสองจังหวัดในภาคเหนือเป็นไปเพื่อให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบว่า แม้จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดพะเยาแตกต่างกันในแง่ของความนิยมของนักท่องเที่ยว แต่สองจังหวัดนี้มีปริมาณฝุ่นที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยหนึ่งในสองจังหวัดนี้เป็นจังหวัดที่นักเรียนอาศัยอยู่ ส่วนการเลือกจังหวัดสงขลาและจังหวัดภูเก็ตเป็นไปเพื่อให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบว่า แม้สองจังหวัดนี้เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว เช่นเดียวกับจังหวัดเชียงใหม่ แต่ปริมาณฝุ่นที่เปลี่ยนแปลงในสองจังหวัดนี้กลับแตกต่างจากปริมาณฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งบอกเป็นนัยว่า ปริมาณฝุ่นในสองจังหวัดในภาคเหนือเกิดขึ้นจากสาเหตุบางอย่างเดียวกัน แต่สาเหตุนั้นไม่ได้เกิดขึ้นจากการท่องเที่ยวในการนี้ ผู้วิจัยยังนำเสนอปริมาณฝุ่นในกรุงเทพมหานครด้วย ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลเพิ่มเติมในการเปรียบเทียบและยืนยันว่า แม้กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงและจำนวนผู้อยู่อาศัยอยู่มาตลอดทั้งปี แต่ปริมาณฝุ่นในกรุงเทพมหานคร

ยังไม่สูงเท่ากับปริมาณฝุ่นในสองจังหวัดของภาคเหนือในช่วงต้นปี

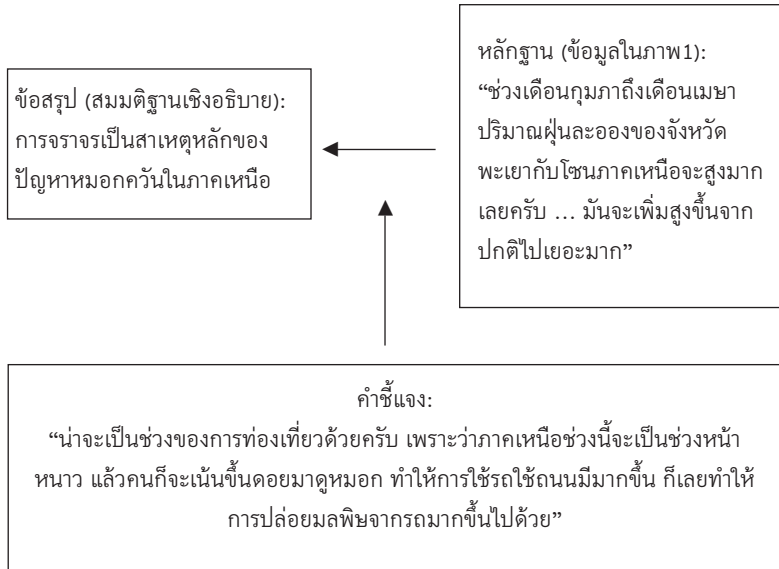
ในการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน ผู้วิจัยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสาเหตุที่นักเรียนแต่ละคนจะรายงานขึ้น ในระหว่างนี้ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสองคนไม่ได้ลงข้อสรุปจากลักษณะโดดเด่นของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศตามที่ผู้วิจัยตั้งใจนำเสนอ โดยนักเรียน 1 คน (S17) สนใจปริมาณฝุ่นละอองในอากาศของจังหวัดภูเก็ตที่ต่ำกว่าของจังหวัดอื่น ๆ ตลอดทั้งปี ในกรณีนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนคนนี้อธิบายสาเหตุที่ฝุ่นละอองในอากาศของจังหวัดภูเก็ตมีค่าต่ำกว่าก่อน จากนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งความสนใจของนักเรียนคนนี้อาจมีปริมาณฝุ่นควันของจังหวัดในภาคเหนือในช่วงต้นปี ซึ่งสูงกว่าของจังหวัดภูเก็ตมาก ส่วนนักเรียนอีก 1 คน (S9) ไม่สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ โดยนักเรียนคนนี้อธิบายกับผู้วิจัยกลับว่า ข้อมูลนี้มีความหมายอย่างไร ซึ่งทำให้ผู้วิจัยต้องขยายความองค์ประกอบของกราฟเพิ่มเติมอย่างละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เปิดเผยว่า นักเรียนบางคนอาจมีปัญหาในการตีความกราฟ (Glazer, 2011) ยกเว้นสองกรณีนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ลงข้อสรุปได้ด้วยตนเองว่า จังหวัดในภาคเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่สูงมากในช่วงต้นปี ซึ่งแตกต่างจากจังหวัดอื่น ๆ ในช่วงเวลาเดียวกันนี้

เนื่องจากผลลัพธ์ของการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณคือสมมติฐานเชิงอธิบายหรือคำอธิบายชั่วคราว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ยังต้องตรวจสอบสมมติฐานนั้นด้วยหลักฐานจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อไป (Lawson, 1995) ผู้วิจัยจึงไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่า สมมติฐานเชิงอธิบายจากการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนถูกต้องทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ หากแต่ผู้วิจัยพิจารณาว่า สมมติฐานเชิงอธิบายนั้นมีศักยภาพในการอธิบายข้อมูลในภาพ 1 หรือไม่ และมีความสอดคล้องกันในตัวเองหรือไม่ ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานของคำอธิบายที่ดีทางวิทยาศาสตร์ (Zangori & Forbes, 2014) ในกรณีที่การให้เหตุผลของนักเรียนไม่สอดคล้องกันในตัวเอง ผู้วิจัยจะถามทำทนายเพื่อให้นักเรียนอธิบายคำอธิบายที่

สอดคล้องมากขึ้น ตัวอย่างเช่น หากนักเรียนจรรยาบรรณว่า การจราจรเป็นสาเหตุหลักของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่มากในช่วงต้นปีของภาคเหนือ ผู้วิจัยจะทำทนายว่า เหตุใดฝุ่นละอองในอากาศของกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดใหญ่ในภาคอื่นจึงมีค่าต่ำกว่าของภาคเหนือ ทั้ง ๆ ที่ การจราจรในจังหวัดเหล่านั้นน่าจะหนาแน่นไม่น้อยกว่าในภาคเหนือ ทั้งนี้เพื่อพิจารณาว่า นักเรียนจะยังคงยืนยันสมมติฐานเดิมหรือไม่

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยผู้วิจัยเริ่มต้นจากการถอดคำพูดของนักเรียนแบบคำต่อคำ จากนั้น ผู้วิจัยจึงอ่านคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด ในระหว่างการอ่านนี้ ผู้วิจัยเน้นคำพูดที่นักเรียนให้นิยามและระบุถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหมอกควัน จากนั้น ผู้วิจัยให้รหัสเกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน และสาเหตุที่นักเรียนจรรยาบรรณขึ้นเพื่ออธิบายปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในช่วงต้นปีของจังหวัดในภาคเหนือที่สูงกว่าในจังหวัดอื่น ๆ เช่น การจราจร การท่องเที่ยว การเผาทางการเกษตร และไฟฟ้า จากสาเหตุที่นักเรียนอ้างถึง ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจไปที่กระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อเชื่อมโยงระหว่างผลกับสาเหตุนั้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนระบุว่า การจราจรเป็นสาเหตุสำคัญของฝุ่นละอองในอากาศในช่วงต้นปี ทั้งนี้เพราะช่วงเวลานั้นเป็นช่วงฤดูหนาว ซึ่งนักท่องเที่ยวจำนวนมากเดินทางมายังภาคเหนือ ในขณะที่นักเรียนบางคนระบุว่า การเผาทางการเกษตรเป็นสาเหตุสำคัญ ทั้งนี้เพราะเกษตรกรเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกในช่วงเวลานั้น เป็นต้น



ภาพ 2 ตัวอย่างโครงสร้างการให้เหตุผลของนักเรียน (S14)

ในการนี้ ผู้วิจัยสรุปโครงสร้างการให้เหตุผลแบบจรรยาของนักเรียนแต่ละคนตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ 1. ข้อสรุป 2. หลักฐาน และ 3. คำชี้แจง (Songer & Gotwals, 2012) โดยในกรณีนี้ ข้อสรุปคือคำตอบของคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของฝุ่นละอองที่สูงมากในช่วงต้นปีของภาคเหนือ ซึ่งก็คือสมมติฐานเชิงอธิบายเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ หลักฐานคือส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อมูลในภาพ 1 ซึ่งนักเรียนหยิบยกขึ้นมาเพื่อเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายของตนเอง และ คำชี้แจงคือกระบวนการที่นักเรียนกล่าวอ้างเพื่อเชื่อมโยงระหว่างสมมติฐานเชิงอธิบายของตนเองกับหลักฐาน ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้เดิมเพื่อสร้างความเชื่อมโยงนั้น ในการนี้ ผู้วิจัยทำการพิจารณาด้วยว่า นักเรียนใช้ความรู้เดิม



อะไรในการจรรยาบรรณมาตรฐานเชิงอธิบาย และความรู้เดิมกับผลของการจรรยาบรรณสอดคล้องกันหรือไม่ ภาพ 2 แสดงตัวอย่างโครงสร้างการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนคนหนึ่ง (S14) ซึ่งเชื่อมโยงการท่องเที่ยวในภาคเหนือกับการเกิดปัญหาหมอกควัน

## ผลการวิจัย

กรณีศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ระดับชั้นละ 3 คน จำนวนทั้งสิ้น 18 คน เกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ระบุตรงกันว่า ปัญหานี้มีสาเหตุหลักมาจากการเผาทางการเกษตรและไฟป่าในช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อน (Kreasuan et al., 2008; Pochanaet, 2016) แต่กระนั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เปิดเผยว่า นักเรียนเหล่านี้มีการจรรยาบรรณสาเหตุของปัญหาหมอกควันในภาคเหนืออย่างหลากหลาย ต่อไปนี้คือการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณของนักเรียนแต่ละรูปแบบ

### 1. นักเรียนลงข้อสรุปจากผลที่เกิดขึ้นไม่ได้ ซึ่งกลายเป็นอุปสรรคต่อการให้เหตุผลแบบจรรยาบรรณ

นักเรียน 1 คน (S9) ไม่สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ หลังจากที่นักเรียนคนนี้พิจารณาข้อมูลในภาพ 1 ซึ่งผู้วิจัยให้คำบรรยายเบื้องต้นว่า ข้อมูลนี้มาจากกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2018) ซึ่งวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในแต่ละวัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือนตลอดทั้งปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่ 5 จังหวัด ซึ่งแทนด้วยเส้นกราฟแต่ละเส้นที่มีสีแตกต่างกัน หลังจากการฟังคำบรรยายของผู้วิจัยและการพิจารณาข้อมูลในภาพ 1 ครู่หนึ่ง นักเรียนคนนี้จึงถามผู้วิจัยกลับว่า

- S9: อันนี้คือปริมาณฝุ่นละอองใช้ไหมคะ  
R: ใช่ครับ แกน y เป็นปริมาณฝุ่นละออง แกน x ก็จะเป็นเวลา  
แต่ละเดือน ก็มี 5 เส้นด้วยกัน แทนแต่ละที่  
S9: แล้วถ้ามีฝุ่นละออง แล้วมันหมายความว่าอะไรคะ

เนื่องจากคำถามนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนคนนี้ยังไม่มี การเปรียบเทียบ ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในแต่ละจังหวัด ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องขยายความเพิ่ม เต็มว่า “ถ้ากราฟสูงก็แสดงว่ามีฝุ่นเยอะ ถ้ากราฟต่ำ ๆ ก็จะมีฝุ่นน้อย” หลังจากนั้น ผู้วิจัยพยายามถามต่อไปว่า “(นักเรียน) คิดว่า ช่วงเวลานี้ (นิ้วชี้ไปที่ต้นปี) เกิดอะไรขึ้นที่ภาคเหนือ ทำไมฝุ่นมันเยอะ เมื่อเทียบกับที่อื่น” นักเรียนคนนี้จะ ถามผู้วิจัยกลับมาว่า

- S9: ช่วงนี้หροคะ  
R: ครับ ช่วงกุมภาพันธ์ มีน้ำ เกิดอะไรขึ้นในภาคเหนือ  
S9: มันเป็นหน้าร้อน ก็ หน้าร้อน ฝุ่นละอองเกิดจากอะไรหโรคะ

จากคำถามล่าสุด นักเรียนคนนี้ แม้มีการระบุถึงฤดูกาล แต่ก็ไม่สามารถ จารณียสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในอากาศได้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาบทสนทนา นี้ในภาพรวม ผู้วิจัยจึงตีความว่า นักเรียนคนนี้ยังไม่สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูล ได้ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญให้เธอไม่สามารถจารณียสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลปรากฏเช่น นั้นได้ ในมุมมองของโครงสร้างการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มี 3 องค์ประกอบ ที่จำเป็น การให้เหตุผลของนักเรียนคนนี้ยังขาดทั้งข้อสรุปว่าฝุ่นละอองในอากาศ เกิดจากอะไร หลักฐานว่าฝุ่นละอองในแต่ละที่ในแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร และ คำชี้แจงที่เชื่อมโยงข้อสรุปและหลักฐาน ผลการวิจัยส่วนนี้จึงบ่งบอกว่า ความเข้าใจ

ใจเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการจรรยาบรรณ เมื่อปราศจากความเข้าใจเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น การเสนอสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของผลนั้นจึงยากที่จะเป็นไปได้

## 2. นักเรียนลงข้อสรุปจากผลที่เกิดขึ้นได้ แต่ขาดประสบการณ์บางอย่างซึ่งจำกัดความสามารถในการจรรยาบรรณ

นักเรียน 5 คน (S2, S6, S7, S8, และ S12) สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ว่า ปริมาณฝุ่นละอองในภาคเหนือช่วงต้นปีมีค่าสูงมากผิดปกติ แต่กระนั้นก็ตามนักเรียนเหล่านี้ไม่สามารถจรรยาบรรณของผลที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนสองคน (S7 และ S8) ระบุว่า ฝุ่นละอองเกิดจากไฟป่าในช่วงฤดูร้อน ซึ่งตามปฏิทินฤดูกาลของกรมอุตุนิยมวิทยา (Thai Meteorological Department, n.d.) อยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนสองคนนี้ขยายความเพิ่มเติม นักเรียนคนหนึ่ง (S7) ระบุเพียงว่า “อากาศน่าจะร้อนมาก ๆ ” แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า เหตุใดปริมาณฝุ่นละอองจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงฤดูหนาว (เดือนมกราคม) นักเรียนคนนี้ถามผู้วิจัยกลับว่า “ทำไมไฟป่าเกิดขึ้นอะไรแบบนี้” ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S8) แสดงความสับสนระหว่างลำดับของฤดูกาล โดยนักเรียนคนนี้เข้าใจว่า ฤดูหนาวเกิดหลังฤดูร้อน ทั้ง ๆ ที่ตามปฏิทินฤดูกาลของกรมอุตุนิยมวิทยา (Thai Meteorological Department, n.d.) ฤดูหนาวเกิดก่อน นักเรียนทั้งคู่เข้าใจว่า ไฟป่าเกิดจากอุณหภูมิของอากาศ ไม่ใช่ความชื้นในอากาศ

S8: ช่วงปลาย ๆ ฤดูร้อนแล้วครับ ก็เริ่มเปลี่ยนมาเป็นหน้าหนาว อากาศเย็นลง ทำให้ไฟป่าลดลง เพราะอากาศมันเย็น

นักเรียนสองคน (S2 และ S6) ระบุว่า ฝุ่นละอองเกิดจากปริมาณรถหรือโรงงานอุตสาหกรรม แต่ไม่สามารถระบุได้ว่า กิจกรรมอะไรที่ทำให้ปริมาณรถเพิ่มขึ้น หรือโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอะไรที่มีจำนวนมากเป็นพิเศษในช่วงเวลานั้น ในทำนองเดียวกัน แม้นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S12) ระบุว่า ฝุ่นละอองเกิดจากการเผา แต่ก็ยังไม่สามารถระบุได้ว่า การเผา นั้นเกิดจากกิจกรรมหรือเหตุการณ์อะไรเป็นพิเศษ โดยนักเรียน 2 จาก 3 คนนี้ (S2 และ S12) ระบุตรงกันว่า ตนเองใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายในโรงเรียน และไม่คอยได้ออกไปข้างนอกบ่อยนัก ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- R: นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างจากกราฟตรงนี้
- S12: ต้นปีมีการเผามาก ที่พะเยา โชนภาคเหนือนี้สูงมาก
- R: ในช่วงเวลานี้ มันเกิดอะไรขึ้น ทำไมภาคเหนือจึงมีฝุ่นควันในอากาศเยอะมาก
- S12: ส่วนมากที่ผมเห็น ตอนแบบไฟธรรมชาติ มันลุกขึ้นเอง อะไรพวกนี้
- R: แล้วทำไมช่วงนี้ (เดือนมีนาคม) มันเยอะครับ สิ่งที่น่าสงสัย มันแปลกมากเลยนะ
- S12: ไม่รู้ครับ มันโตมาเลย
- R: ลองตั้งสมมติฐานได้ไหมครับ มันน่าจะเป็นอะไรจากประสบการณ์ของนักเรียน
- S12: [เงิบ] ไม่ทราบครับ อันนี้ไม่เคย ไม่ค่อยออกไปที่ไหนเลย อยู่แต่ในนี้ ผมก็อยู่โรงเรียนประจำมา 3-4 ปี

ดังนั้น ในมุมมองของโครงสร้างการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มี 3 องค์ประกอบที่จำเป็น การให้เหตุผลของนักเรียนเหล่านี้มีเพียงหลักฐานว่า ปริมาณ

ฝุ่นละอองในภาคเหนือมีมากกว่าปกติ แต่ยังขาดข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับสาเหตุของปริมาณฝุ่นละออง ดังนั้น เมื่อปราศจากข้อสรุปที่ชัดเจน การให้เหตุผลนี้จึงขาดคำชี้แจงที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน หรือกระบวนการที่สาเหตุก่อให้เกิดผล

### 3. นักเรียนลงข้อสรุปจากผลที่เกิดขึ้นได้ และใช้ประสบการณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์สำคัญตามฤดูกาลในการจรรยาบรรณ

เช่นเดียวกันนักเรียน 5 คน ก่อนหน้านี้ นักเรียน 8 คน (S1, S3, S4, S5, S10, S14, S15, S17, และ S18) สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ว่า ปริมาณฝุ่นละอองในภาคเหนือช่วงต้นปีมีค่าสูงอย่างโดดเด่น ซึ่งแตกต่างจากฝุ่นละอองในภาคเหนือช่วงเวลานอื่น และฝุ่นละอองในจังหวัดอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน ด้วยลักษณะที่โดดเด่นของฝุ่นละอองเริ่มเกิดขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงเวลาต้นปี ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวของภาคเหนือ นักเรียนเหล่านี้จึงจรรยาบรรณจากประสบการณ์ใกล้ตัวโดยนักเรียนคนหนึ่ง (S5) ระบุว่า ฤดูหนาวทำให้ผู้คนจำเป็นต้องเผาฟืนเพื่อสร้างความอบอุ่นให้กับร่างกาย ในขณะที่นักเรียนคนอื่นรับรู้ที่ ภาคเหนือในช่วงฤดูหนาวมีการท่องเที่ยวมากเป็นพิเศษ ซึ่งการท่องเที่ยวต้องอาศัยการเดินทาง ดังนั้น นักเรียนเหล่านี้จึงจรรยาบรรณว่า ฝุ่นละอองในอากาศที่สูงมากเกิดจากการเดินทางเพื่อมาท่องเที่ยวช่วงฤดูหนาวในภาคเหนือ ซึ่งประจวบเหมาะพอดีกับลักษณะของกราฟที่เริ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงต้นปี ดังบทสนทนาต่อไปนี้

R: นักเรียนสังเกตเห็นอะไรใหม่ครับจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ

S14: ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปริมาณฝุ่นละอองของจังหวัดพะเยากับโซน ๆ ภาคเหนือจะสูงมากเลยครับ ส่วนของ

- จังหวัดอื่น มันก็จะสูงแค่บางช่วง แต่มันก็เหมือนจะคงที่ แต่ของพะเยากับเชียงใหม่เนี่ย ช่วงรอยต่อระหว่างหน้าหนาว กับหน้าร้อน มันจะเพิ่มสูงขึ้นจากปกติไปเยอะมาก
- R: ช่วงนี้ มันมีกิจกรรมอะไรเป็นพิเศษไหมครับ แล้วยะเยา เชียงใหม่ หรือภาคเหนือ ที่ทำให้กราฟโด่งขึ้นมา
- S14: น่าจะเป็นช่วงของการท่องเที่ยวครับ เพราะว่าภาคเหนือช่วงนี้จะเป็นช่วงหน้าหนาว แล้วคนก็แน่นขึ้นโดยมากดูหมอก ทำให้การใช้รถใช้ถนนมีมากขึ้น ก็เลยทำให้การปล่อยมลพิษมากขึ้นด้วย

ในทำนองเดียวกัน นักเรียนบางคนใช้ประสบการณ์ใกล้ตัวเกี่ยวกับช่วงเวลาต้นปีที่มีวันหยุดตามเทศกาล เช่น ปีใหม่ และสงกรานต์ ตลอดจนการปิดภาคเรียนฤดูร้อน เพื่อสนับสนุนการจรรยาบรรณมาตรฐานเชิงอธิบายของตนเอง ดังคำกล่าวของนักเรียนคนหนึ่ง (S17) ที่ว่า “ผมว่าอาจจะเป็นที่การเดินทางก็ได้ครับ ช่วงธันวาคมเริ่มขึ้นนี่คือ คนน่าจะเดินทางไปวันหยุดกันเยอะครับ ส่วนมกราคม ที่เพิ่มขึ้น ก็น่าจะกลับบ้านจากวันหยุด เพื่อกลับบ้านกันครับ ส่วนมีนาไปเมษา นี่ แน่นนอนครับ ไปเล่นน้ำสงกรานต์กัน รถติด รถขับตลอด ส่วนที่ลดลง (ช่วงหลังเดือนพฤษภาคม) นี่คือ ช่วงนี้ไม่มีเทศกาลที่ต้องไปเที่ยวกันครับ” เมื่อผู้วิจัยทำทนายว่า “แต่ที่กรุงเทพฯ จริง ๆ รถเยอะมากนะครับ รถเยอะกว่าที่ทางเหนือมาก” นักเรียนคนนี้จะขยายความเพิ่มเติมว่า “นี่ไงครับ ช่วงเที่ยว (คน) กรุงเทพฯ ก็ขึ้นมาเที่ยวทางนี้หมด ส่วนตรงนี้ กรุงเทพฯ ก็ไม่มีใครอยู่ กรุงเทพฯ เลยน้อยที่สุดตรงนี้” นักเรียนคนนี้ดูเหมือนจะละเอียดไปว่า “ไม่ใช่นักท่องเที่ยวทุกคนที่เดินทางไปภาคเหนือ ดังนั้น หากการจรรยาบรรณนี้จะสมเหตุผลผลจริง เหตุใดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศของจังหวัดใหญ่ในภาคอื่น เช่น จังหวัดสงขลา และจังหวัดภูเก็ต จึงไม่มีลักษณะที่คล้ายกัน

#### 4. นักเรียนลงข้อสรุปจากผลที่เกิดขึ้นได้ และใช้ประสบการณ์เกี่ยวกับกิจกรรมหลักของคนในพื้นที่ในการจรรยาบรรณ

เช่นเดียวกับนักเรียนสองกลุ่มก่อนหน้านี้ นักเรียน 4 คน (S5, S11, S13, และ S16) สามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลได้ว่า ปริมาณฝุ่นละอองในภาคเหนือช่วงต้นปีมีค่าสูงอย่างโดดเด่น ซึ่งแตกต่างจากฝุ่นละอองในภาคเหนือช่วงเวลาอื่น และฝุ่นละอองในจังหวัดอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้จรรยาบรรณสาเหตุของปัญหาหมอกควันแตกต่างออกไป แทนที่นักเรียนกลุ่มนี้จะให้ความสำคัญกับกิจกรรมของคนนอกพื้นที่ เช่น นักท่องเที่ยว นักเรียนกลุ่มนี้ระบุถึงกิจกรรมหลักของคนในพื้นที่เป็นสำคัญ ซึ่งก็คือการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ทางการเกษตรและการเผาเพื่อหาของป่า ตัวอย่างเช่น นักเรียนคนหนึ่ง (S5) ระบุว่า

- R: นักเรียนสังเกตเห็นอะไรจากกราฟนี้บ้างไหมครับ  
S5: ผมมีความรู้สึกที่ ภาคเหนือมีการเผาสิ่งของเยอะกว่าภาคอื่น  
R: ช่วงเวลาไหนครับ  
S5: ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมครับ  
R: เผาในที่นี้ เขาเผาอะไรกันครับ  
S5: เผาพวกฟางอะไรแบบนี้  
R: ทำไมต้องเผาช่วงเวลานี้ด้วยครับ  
S5: น่าจะเป็นตอนช่วงที่เขาเกี่ยวข้าวเสร็จแล้วครับ

ประสบการณ์ในพื้นที่มีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนจรรยาบรรณเช่นนี้ โดยนักเรียนคนนี้ (S5) ระบุว่า ตนเองมี “บ้านอยู่ใกล้ป่า ก็เลยเห็น” การเผาเป็นประจำ

ในทำนองเดียวกัน นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S11) ระบุคล้ายกันว่า “พ่อทำงานอยู่ เชื้อ หมู่บ้าน) ค่ะ ก็เลยได้เห็น ถ้าช่วงเก็บเกี่ยวเสร็จ มันก็จะเป็นแบบเศษเปลือก ข้าวโพด เขาก็จะเผา เผาเป็นแนวยาวเลย ช่วงนี้น่าจะเป็นช่วงเก็บเกี่ยวของเขา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วพอเก็บเกี่ยวเสร็จ มันก็จะเหลือพวกเศษอะไรแบบนี้ ก็จะเผาช่วงนี้” ด้วยประสบการณ์ในพื้นที่ นักเรียนเหล่านี้สามารถลำดับเวลาของ วัฏจักรการทำกรเกษตรในพื้นที่ และเชื่อมโยงเข้ากับลักษณะของกราฟที่แสดง ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้ ดังที่นักเรียนคนหนึ่ง (S13) อธิบายว่า “ตามความ เชื่อชาวบ้านนะครับ เขาจะปลูกข้าววันแม่ แล้วเก็บวันพ่อ ช่วงนี้ข้าวยังเขียวอยู่ แล้วหลังจากนี้ไป มันก็จะเป็นการเตรียม เตรียมสำหรับทำนาใหม่” และดังที่ นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S16) อธิบายว่า “ตรงนี้ก็จะเป็น ที่ผมบอกคือ เขาจะเผาเพื่อ ทำเกษตร จะเผากันสุด ๆ ก็มีนา ตามกราฟนี้แหละครับ ตรงนี้เขาก็จะไม่เผา เพราะเป็นหน้าฝน” ลำดับเหตุการณ์นี้ไม่เพียงแต่อธิบายลักษณะของกราฟของ ภาคเหนือได้ทั้งปี หากยังสอดคล้องกับข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2018) แม้นักเรียนทั้งสองไม่มีข้อมูลนี้ใน ระหว่างการสัมภาษณ์ก็ตาม

## การอภิปรายผล

ด้วยบทบาทที่สำคัญของการให้เหตุผลแบบจรรยา ซึ่งเป็นการให้เหตุผล แบบย้อนกลับจากผลไปสู่เหตุ อันนำไปสู่การสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายที่จะชี้นำ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แต่งานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบจรรยาของ นักเรียนไทยยังไม่มีปรากฏ กรณีศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการให้เหตุผลแบบจรรยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 18 คน โดยการเลือกปัญหาหมอกควันเป็น ปรากฏการณ์ให้นักเรียนเหล่านี้จรรยาสาเหตุที่อาจเป็นไปได้ ผลการวิจัยเปิดเผย ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลแบบจรรยาและเสนอสมมติฐานเชิง



อธิบายได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจารณีย์เป็นความสามารถพื้นฐานของนักเรียนเหล่านี้ ผลการวิจัยนี้ไม่ใช่เรื่องแปลก ทั้งนี้เพราะความสงสัยเกี่ยวกับสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นความสามารถโดยพื้นฐานของมนุษย์ ดังเช่นที่อริสโตเติลเคยกล่าวไว้ว่า “มนุษย์ทุกคนย่อมอยากรู้โดยธรรมชาติ” (All men by nature desire to know) (Classical Wisdom, 2018) นอกจากนี้ จากการวิจัยที่ศึกษาการตั้งคำถามของนักเรียน Ladachart & Ladachart (2016) พบว่า แม้นักเรียนยังไม่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของคำถามทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนมีแนวโน้มที่จะตั้งคำถามที่มุ่งหาสาเหตุและอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

แม้ความสงสัยเป็นความสามารถพื้นฐานของมนุษย์ แต่ในกรณีศึกษาที่นักเรียน 1 คนไม่สามารถจารณีย์สาเหตุของปัญหาหมอกควันได้ โดยนักเรียนคนนี้ไม่สามารถลงข้อสรุปจากกราฟได้ ซึ่งคล้ายกับนักเรียนหลายคนในการวิจัยของ Ladachart et al. (2015) นักเรียนคนนี้จึงขาดความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งกลายเป็นอุปสรรคในการจารณีย์ เนื่องจากการจารณีย์เป็นการอนุมานสาเหตุเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว หากปราศจากความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้ว การอนุมานเกี่ยวกับสาเหตุของสิ่งนั้นจึงยากที่จะเป็นไปได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสิ่งที่ Johnston (2009) ระบุไว้ว่า นักเรียนจำเป็นต้องสังเกตปรากฏการณ์นานเพียงพอ จนกระทั่งนักเรียนเข้าใจแบบแผนของปรากฏการณ์นั้น ซึ่งจะเป็นพื้นฐานให้นักเรียนสงสัยว่า สาเหตุอะไรที่ทำให้ปรากฏการณ์เป็นเช่นนั้น การลงข้อสรุปจากกราฟไม่ได้จึงหมายความว่า นักเรียนคนนี้ยังขาดความเข้าใจพื้นฐานว่า ปัญหาหมอกควันเกิดขึ้นมากในช่วงเวลาใด ดังนั้น มันจึงเป็นเรื่องยากที่นักเรียนคนนี้จะสงสัยว่า ทำไมปัญหาหมอกควันจึงเกิดขึ้นมากในช่วงเวลานั้น ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์จึงเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นในการจารณีย์สาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์นั้น

ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ แม้เป็นเงื่อนไขที่จำเป็น แต่ยังไม่ใช่อื่น  
ไขที่เพียงพอในการจรรยาบรรณของปรากฏการณ์นั้น เนื่องจากการจรรยาบรรณเป็น  
การอนุมานที่สร้างสรรค์ (Nersessian, 2008) ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้เดิม  
เพื่อสร้างสมมติฐานเชิงอธิบาย ความรู้เดิมจึงมีบทบาทสำคัญในฐานะต้นทุนที่  
นักเรียนใช้เพื่อตีความปรากฏการณ์ (Kwon et al., 2006) ดังนั้น เมื่อนักเรียนสังเกต  
เห็นลักษณะที่โดดเด่นของปริมาณฝุ่นละอองในภาคเหนือ นักเรียนมีการระดม  
ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างคำอธิบายที่อาจเป็นไปได้ ไม่ว่าจะเป็นฤดูกาลที่  
เกิดปัญหาหมอกควัน สภาพอากาศในช่วงที่เกิดปัญหาหมอกควัน และกิจกรรม  
ที่เกิดขึ้นบ่อยในช่วงเวลานั้น ความรู้เดิมเหล่านี้ถูกนำมาพิจารณาเพื่อสร้างเป็น  
สมมติฐานเชิงอธิบายที่อาจเป็นไปได้ เช่น การจราจรที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการ  
ท่องเที่ยวในฤดูหนาว แม้ข้อมูลไม่อาจบอกได้ว่า นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิม  
อะไรบ้างในความคิด แต่โดยธรรมชาติของการจรรยาบรรณแล้ว สมมติฐานเชิงอธิบาย  
เช่นนี้อาจถูกยึดมาจากคำอธิบายการเกิดฝุ่นละอองในสถานการณ์อื่น เช่น  
การเกิดฝุ่นควันตามท้องถนน นักเรียนที่มีปัญหาในการดึงความรู้เดิมเหล่านี้มา  
ใช้จึงมักประสบกับอุปสรรคในการจรรยาบรรณ

เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนแต่ละคนมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน  
ซึ่งส่งผลให้นักเรียนแต่ละคนจรรยาบรรณของปรากฏการณ์เดียวกันได้แตกต่างกัน  
ในกรณีศึกษาเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันครั้งนี้ สมมติฐานเชิงอธิบายหลัก ๆ  
ประกอบด้วย การจราจรอันเนื่องมาจากการท่องเที่ยว และการเตรียมพื้นที่ทางการ  
เกษตร แม้สมมติฐานเชิงอธิบายทั้งสองสามารถอธิบายลักษณะที่โดดเด่นของ  
ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้ แต่สมมติฐานอย่างหลังอธิบายข้อมูลได้ครอบคลุม  
และสอดคล้องกันภายในตัวเองมากกว่า นอกจากการอธิบายได้ว่า ปริมาณ  
ฝุ่นละอองที่มากในช่วงต้นปีเกิดจากการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ทางการเกษตร สม-  
มติฐานนี้ยังอธิบายได้ด้วยว่า ปริมาณฝุ่นละอองที่น้อยในช่วงกลางปีและปลายปี

เป็นเพราะช่วงเวลานั้นไม่ค่อยมีการเผา ยิ่งไปกว่านั้น สมมติฐานนี้ยังอธิบายได้ด้วยว่า เหตุใดกรุงเทพฯ จึงมีปริมาณฝุ่นน้อยกว่าภาคเหนือในช่วงต้นปี ทั้งนี้เพราะกรุงเทพฯ มีพื้นที่ทางการเกษตรน้อยกว่า ในทางตรงกันข้าม สมมติฐานอย่างแรกกลับอธิบายไม่ได้ว่า เหตุใดปริมาณฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ และในภาคเหนือจึงไม่เปลี่ยนแปลงสลับกันในเดือนที่นักท่องเที่ยวเดินทางไปกลับระหว่างกรุงเทพฯ กับภาคเหนือ

ผลการวิจัยนี้เปิดเผยด้วยว่า นักเรียนมักพิจารณาสาเหตุที่เป็นไปได้ก่อน แล้วนักเรียนจึงค่อยคิดหากกลไกหรือกระบวนการที่สาเหตุนั้นจะเชื่อมโยงไปยังผลที่เกิดขึ้น ดังนั้น เมื่อนักเรียนสังเกตเห็นลักษณะที่โดดเด่นของปริมาณฝุ่นละอองในช่วงต้นปี และระดมความรู้เดิมเกี่ยวกับเทศกาลวันหยุดยาวที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น นักเรียนบางส่วนจึงมีแนวโน้มที่จะด่วนจากรันยว่า การท่องเที่ยวเป็นสาเหตุหลักให้เกิดปริมาณฝุ่นละอองที่มากผิดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่ Guisasola et al. (2006) เตือนว่า ความรู้เดิมบางอย่างอาจทำให้นักเรียนมีอคติในการจากรันยสมมติฐานเชิงอธิบาย ดังนั้น เพื่อลดอคตินี้ นักเรียนจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลอย่างรอบด้าน เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานนั้นอธิบายข้อมูลในภาพรวมได้อย่างสอดคล้องกันหรือไม่ Kim & Pedersen (2011) ระบุว่า การตระหนักรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเองมีส่วนช่วยให้นักเรียนจากรันยและตั้งสมมติฐานเชิงอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล ผลการวิจัยนี้เพิ่มเติมด้วยว่า ในกรณีของปรากฏการณ์เฉพาะถิ่น เช่น ปัญหาหมอกควัน ประสพการณ์เชิงพื้นที่มีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจากรันยและเสนอสมมติฐานเชิงอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล

## ข้อเสนอแนะต่อการเรียนการสอน

การให้เหตุผลแบบจรรยาเป็นกลไกหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดเชิงทฤษฎีที่เป็นนามธรรมจากข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ใด ๆ ดังนั้น นักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนให้รู้จักและสามารถจรรยาเกี่ยวกับสาเหตุของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อยู่เสมอ อย่างไรก็ตาม ไรก็ตาม แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มักละเลยการจรรยา หรือไม่ทำให้การจรรยาปรากฏอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ในการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะตามวัฏจักร 5Es (Bybee et al., 2006) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการมีส่วนร่วม 2. ขั้นการสำรวจ 3. ขั้นการอธิบาย 4. ขั้นการต่อยอด และ 5. ขั้นการประเมิน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้กลับไม่ได้เน้นย้ำการจรรยา อันเป็นที่มาหรือจุดเริ่มต้นของสมมติฐานเชิงอธิบายและประเด็นในการสืบเสาะของนักเรียน (Ladachart & Ladachart, 2017) ดังนั้น เมื่อปราศจากการจรรยา นักเรียนจึงไม่ได้สร้างสมมติฐานเชิงอธิบายด้วยตนเอง และอาจไม่เข้าใจว่า ตนเองทำการสืบเสาะไปเพื่ออะไร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเสนอว่า ควรควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้จรรยาและสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายตั้งแต่ในขั้นที่ 1 ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มาซึ่งสมมติฐานเชิงอธิบายที่จะชี้นำการสำรวจตรวจสอบในขั้นที่ 2 ซึ่งจะให้หลักฐานที่จะยืนยันหรือหักล้างสมมติฐานเชิงอธิบายนั้น ก่อนที่นักเรียนจะสร้างคำอธิบายให้สอดคล้องกับหลักฐานในขั้นที่ 3 ด้วยกระบวนการที่เน้นการจรรยาเช่นนี้ การสืบเสาะจะมีความหมายกับตัวของนักเรียนเองมากขึ้น

ผลการวิจัยจากกรณีศึกษา<sup>นี้</sup>ให้ข้อเสนอแนะว่า ในการที่นักเรียนจะจรรยาสาเหตุของปรากฏการณ์ใด ๆ ได้ นั้น นักเรียนต้องได้โอกาสในการทำความเข้าใจแบบแผนของปรากฏการณ์นั้นให้ถ่องแท้เสียก่อน ทั้งนี้เพราะความเข้าใจเกี่ยวกับแบบแผนของปรากฏการณ์นั้นจะเป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนในการจรรยาสาเหตุที่อาจเป็นไปได้ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานนั้นแล้ว นักเรียนควรได้

รับการส่งเสริมให้ใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมของตนเองในการจรรยาและสร้างสมมติฐานเชิงอธิบาย ซึ่งนักเรียนอาจจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้นหรือย้ำเตือนว่า สมมติฐานเชิงอธิบายควรมีศักยภาพในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างครอบคลุมและรอบด้าน นอกจากนี้ สมมติฐานเชิงอธิบายนั้นต้องมีศักยภาพในการทำหน้าที่เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบการสืบเสาะเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานที่สนับสนุนหรือหักล้างสมมติฐานเชิงอธิบายนั้น ซึ่งนักเรียนต้องสามารถชี้แจงได้ผ่านการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำการสืบเสาะตามอำเภอใจ หากแต่ทำเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานเชิงอธิบายที่ตนเองมีอยู่ (Hempel, 1965)

## References

- Abd-El-Khalick, F. Boujaoude, S., Duschl, P., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Nias, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2014). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Baxter, L. M. & Kurtz, M. J. (2001). When a Hypothesis Is Not an Educated Guess. *Science and Children*, 38(7), 18-20.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standard. (2010). *tūa chī wat læ sāra kān rīanrū kēn klāng klum sāra kān rīanrū wīthayāsāt tām laksūt kēn klāng kānsuksā naphūn thān Phutthasakkarāt 2551 [Indicators and Core Learning Content in Science According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551]*. Bangkok: Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standard. (2017). *tūa chī wat læ sāra kān rīanrū kēn klāng klum sāra kān rīanrū wīthayāsāt (chabap prap-rung Phō.Sō. 2560) tām laksūt kēn klāng kānsuksā naphūn thān Phutthasakkarāt 2551 [Indicators and Core Learning Content in Science (Revised Version of B.E. 2560) According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551]*. Bangkok: Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. New York: D.C. HEATH & CO Publishers.
- Galton, F. (1870). Experiments in Pangenesis, by Breeding from Rabbits of a Pure Variety, into Whose Circulation Blood Taken from Other Varieties Had Previously Been Largely Transfused. *Proceedings of the Royal Society of London*, 19, 393 – 410.

- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Glazer, N. (2011). Challenges with Graph Interpretation: A Review of the Literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Guisasola, J., Ceberio, M., & Zubimendi, J. L. (2006). University Students' Strategies for Constructing Hypothesis When Tackling Paper-and-Pencil Tasks in Physics. *Research in Science Education*, 36(3), 163-186.
- Hempel, C. G. (1965). *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: The Free Press.
- Johnston, J. S. (2009). What Does the Skill of Observation Look Like in Young Children?, *International Journal of Science Education*, 31(18), 2511-2525.
- Josephson, J. R. & Josephson, S. G. (1996). *Abductive Inference: Computation, Philosophy, Technology*. New York: Cambridge University Press.
- Kim, H. J. & Pedersen, S. (2011). Advancing Young Adolescents' Hypothesis-Development Performance in a Computer-Supported and Problem-Based Learning Environment. *Computer and Education*, 57(2), 1780-1789.
- Kreasuwun, J., Chodamornsuk, C., Wirunvedchayan, O., & Ratjiranukool, P. (2008). *kān čhamlōng kān plānplāng saphāp phūmi 'ākāt samrap prathēt Thai dūai bāpčhamlōng phūmi 'ākāt MM5 [Weather Analysis and Air Pollution Warning: Full Research Report (Project Code RDG5130002)]*. Bangkok: The Thailand Research Fund.
- Kwon, Y., Jeong, J., & Park, Y. (2006). Roles of Abductive Reasoning and Prior Belief in Children's Generation of Hypotheses about Pendulum Motion. *Science and Education*, 15(6), 643-656.

- Ladachart, L. (2018). *kān rīan kānsōn wıthayāsāt thī pen wıthayāsāt : prawattısāt pratyā læ kānsuksā* [Teaching and Learning Science Scientifically: History, Philosophy, and Education]. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Ladachart, L. Chimpali, K., Aryowong, N., Ngaewkoodrua, N., Srakhoa, S., Wangead, C., & Thammaprateeep, J. (2015). *kān long khō sarup læ sāng kham 'athibāi thāng wıthayāsāt khōng nakrīan chan matthayom-masuksā pī thī sām* [Ninth Grade Students' Making Scientific Inferences and Explanations]. *Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities and Art in Thai Language*, 35(1), 171-206.
- Ladachart, L. & Ladachart, L. (2016). *kān tang kham thām kīeokap wıthayāsāt khōng nakrīan chan prathomsuksā pī thī hā* [Fifth Grade Students' Questioning about Science]. *Journal of Humanities and Social Sciences, Maharakham University*, 35(1), 188-202.
- . (2017). *čhāk kān sūpsō tām wattačhak hā Es sū kān sūpsō thī mī thritsadi čhīnam* [From 5Es Inquiry Cycle towards Theory-Directed Inquiry]. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(2), 436-448.
- . (in press). *wādūai thammachāt khōng sommotithān thāng wıthayāsāt læ kānnam pai chai nai kānčhatkān rīan kānsōn* [ON Nature of Scientific Hypotheses and Its Implications for Science Teaching and Learning]. *Journal of Education*, Naresuan University.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. California: Sage Publications.
- Mcauliffe, W. H. B. (2015). How Did Abduction Get Confused with Inference to



the Best Explanation?. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 51(3), 300-319.

McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In W. F. McComas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. (pp. 53-70). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington D.C.: National Academy of Sciences.

Nersessian, N. J. (2008). *Creating Scientific Concepts*. London: A Bradford Book, The MIT Press.

Oh, P. S. (2010). How Can Teachers Help Students Formulate Scientific Hypotheses? Some Strategies Found in Abductive Inquiry Activities of Earth Science. *International Journal of Science Education*, 32(4), 541-560.

Okasha, S. (2002). *pratyā witthayāsāt dōisangkhep* [*Philosophy of Science: A Very Short Introduction*]. Bangkok: The Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre. (Translation into Thai by Chanthamrong, C. in 2006).

Park, J. (2006). Modelling Analysis of Students' Processes of Generating Scientific Explanatory Hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28(5), 469-489.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. (3<sup>rd</sup> Edition). California: Sage Publication.

Pochanaet, P. (2016). sathānakān khōng panhā monlaphit thāng 'ākāt thī kōēt nai mūang yai khōng prathēt Thai : kōranī suksā Krung Thēp Mahā Nakhōn Chīang Mai læ ra yōng [The Present State of Urban Air Pollution Problems in Thailand's Large Cities: Cases of Bangkok, Chiang Mai, and

- Rayong]. *Journal of Environmental Management*, 12(1), 114-133.
- Pongsophon, P. (2009). sŏn wĭthayāsāt yāng thĭ wĭthayāsāt pen [Teach Science as Science Is]. *Science Journal*, 63(1), 84 – 89.
- Rayanakorn, M. (2010). *mŏk khwan læ monlaphit thāng ‘ākāt nai ċhangwat Čhĭang Mai* [Haze and Air Pollution in Chiang Mai]. Chiang Mai: Login Design Work.
- Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding Explanation Construction by Children at the Entry Point of Learning Progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.
- Supasorn, S. (2011). krabūankān sŭpsŏ thāng wĭthayāsāt nai kān thotlŏng khēmĭ radap matthayommasuksā tŏn plāi : kān thophthūan ngānwĭčhai dān wĭthayāsāt surksā ċhāk mahāwĭthayālai ‘Ubon rātchathānĭ [Science Inquiry Process in High School Chemistry Experiments: A Review of Science Education Research Studies from Ubon Ratchathani University]. *Journal of Education*, Prince of Songkla University, Pattani Campus, 22(3), 331 – 343.
- Suttakun, L. & Ladachart, L. (2013). kānhai hĕtphon thāng wĭthayāsāt khŏng nakrĭan chan prathomsuksā pĭ thĭ 4 [Fourth Grade Students’ Scientific Reasoning]. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 21(3), 107-123.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. New Jersey: Princeton University Press.
- Walton, D. N. (2001). Abductive, Presumptive and Plausible Arguments. *Informal Logic*, 21(2), 141-169.
- Yin, R. K. 2014. *Case Study Research: Design and Methods* (5<sup>th</sup> Edition). California: SAGE Publications.

Zangori, L. & Forbes, C. T. (2014). Scientific Practices in Elementary Classrooms: third-Grade Students' Scientific Explanations for Seed Structure and Function. *Science Education*, 98(4), 614-639.

**Websites:**

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Models: Origins, Effectiveness, and Applications*. Retrieved from [https://www.bscs.org/sites/default/files/\\_legacy/BSCS\\_5E\\_Instructional\\_Model-Executive\\_Summary\\_0.pdf](https://www.bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf)

Classical Wisdom. (2018). *Metaphysics by Aristotle – Book I*. Retrieved from [https://classicalwisdom.com/greek\\_books/metaphysics-by-aristotle-book-i/](https://classicalwisdom.com/greek_books/metaphysics-by-aristotle-book-i/)

Office of Agricultural Economics. (2018). *patithin phonphalit sēthakit thī samkhan rāi dīran [Monthly Calendar of Important Agricultural Products]*. Retrieved from <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/ebook/calendar.pdf>

Pollution Control Department. (2018). *rāingān sathānakān læ khunnaphāp 'ākāt prathēt Thai [Reports on Situations and Air Quality in Thailand]*. Retrieved from <http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php>

Thai Meteorological Department. (n.d.). *khwāmrū 'utuniyomwithayā [Meteorological Knowledge]*. Retrieved from <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=23>

