

สมมติฐานต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควัน
ในภาคเหนือของประเทศไทย

**A Hypothetical Learning Progression for Haze Air Pollution
in the Northern Region of Thailand**

ลือชา ลดาชาติ¹ มนัส ภูทวี² ลดาภา ลดาชาติ³
Luecha Ladachart¹ Manus Poothawee² Ladapa Ladachart³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือของประเทศไทย และสร้างสมมติฐานต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องนี้ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 จำนวนทั้งสิ้น 57 คน ทำแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด 6 ข้อ เกี่ยวกับนิยาม สาเหตุ กระบวนการ ผลกระทบ และแนวทางแก้ปัญหามอกควัน คำตอบของนักเรียนถูกตีความและวิเคราะห์ด้วยวิธีการอุปนัยเพื่อเปรียบเทียบและจัดลำดับความเข้าใจที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับผลการวิจัยเปิดเผยความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน 4 รูปแบบ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบหลักสูตรและการเรียนการสอนเรื่องนี้เป็นอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ : ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ปัญหาหมอกควัน สิ่งแวดล้อมศึกษา

¹วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา email address : ladachart@gmail.com

²โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา มหาวิทยาลัยพะเยา email address : iammanus@hotmail.com

³คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ email address : ladapa23@gmail.com

Abstract

This research aimed at investigating secondary students' understandings of haze air pollution in the northern region of Thailand as well as develop a hypothetical learning progression for this topic. Fifty seven secondary students in grade 7 and grade 10 completed a questionnaire, which consists of 6 open-ended questions about definitions, causes, processes, impacts, and solutions of haze air pollution. Their responses were interpreted and analyzed using an inductive method in order to compare and develop an increasingly sophisticated sequence of those understandings. The results revealed 4 ways of understanding haze air pollution, which are helpful to systematically design curriculum and instruction in this topic.

Keywords : environmental education, haze air pollution, learning progression

บทนำ

ปัญหาหมอกควันเป็นมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในช่วงฤดูหนาวก่อนเข้าสู่ฤดูร้อน (Rayanakorn, 2010) หรือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนเมษายน (Pollution Control Department, 2017b) แม้ปัญหานี้เป็นผลมาจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุหลักคือการเกิดไฟป่าตามธรรมชาติและการเผาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตร (Pochanaet, 2016) เนื่องจากภาคเหนือมีภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ซึ่งมีเทือกเขาขวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ (Topographic-Map., n.d.) ในขณะเดียวกัน

สภาพภูมิอากาศในช่วงเวลานั้นมีปริมาณฝนน้อยลง (Meteorological Department, n.d.-a) และมีความกดอากาศสูง (Rayanakorn, 2010) ฝุ่นละอองจึงไม่ถูกชะล้างหรือพัดลอยออกจากบรรยากาศในบริเวณนั้นได้ โดยง่าย การสะสมตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งมีปริมาณมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งส่งผลเสียทั้งต่อสุขภาพ เศรษฐกิจ และสังคม (Ladavalya Na Ayuthya, 2015)

หน่วยงานของรัฐจึงพยายามป้องกันและลดปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ไม่ว่าจะเป็นกำหนดยุทธศาสตร์และนโยบายต่าง ๆ (Rayanakorn, 2010) อาทิ แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง (Pollution Control Department, 2005) และแผนปฏิบัติการการแก้ไขปัญหาหมอกควันและไฟป่า (Pollution Control Department, 2017a) นอกจากนี้ ประเทศไทยยังมีความพยายามสร้างความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้านในการควบคุมไฟป่า (Nakseeharach, 2016) และส่งเสริมให้เกษตรกรใช้วิธีการทางเลือกแทนการเผา เช่น การไถกลบและชุดหลุมฝังตอซัง การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และการใช้เครื่องบดกิ่งไม้และใบไม้ (Ladavalya Na Ayuthya, 2015) ความพยายามเหล่านี้ล้วนต้องอาศัยความร่วมมือจากประชาชนในท้องถิ่น โดยประชาชนต้องตระหนักและเข้าใจสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหาหมอกควันอย่างแท้จริง (Unthongdee and Chompunth, 2014)

ในการป้องกันและลดปัญหาหมอกควันในระยะยาว แนวทางหนึ่งคือการจัดการศึกษาให้กับเยาวชน ดังเช่นที่ Rayanakorn (2010 : 42) เสนอไว้ว่า “นอกจากการรณรงค์และการประชาสัมพันธ์ที่หน่วยงานของรัฐดำเนินงานตามปรกติอยู่แล้ว (โรงเรียน) ควรบรรจุเรื่องปัญหาหมอกควัน... รวมทั้งการจัดการขยะอย่างถูกต้องเข้าในหลักสูตรการศึกษา” ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ

เกี่ยวกับสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหาหมอกควัน อย่างไรก็ตาม หลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) ให้ความสำคัญกับปัญหาหมอกควันน้อยกว่าปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ โดยตัวชี้วัด ว 2.2 ม. 3/5 กล่าวถึงปัญหามลพิษทางอากาศอย่างกว้าง ๆ และตัวชี้วัด ว 6.1 ม.1/6 ระบุถึงปัญหามลพิษทางอากาศต่าง ๆ อย่างเจาะจง ไม่ว่าจะเป็นภาวะโลกร้อน รุโหวโอโซน และฝนกรด แต่ปัญหาหมอกควันกลับไม่ถูกกล่าวถึง

แม้กระทรวงศึกษาธิการเพิ่งประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2017) แต่กระนั้น ปัญหาหมอกควันก็ยังไม่ปรากฏอย่างชัดเจน โดยตัวชี้วัด ว 3.2 ป.3/1 และตัวชี้วัด ว 3.2 ป.3/2 ระบุถึงมลพิษทางอากาศอย่างกว้าง ๆ ว่า “(นักเรียน) ระบุส่วนประกอบของอากาศ บรรยายความสำคัญของอากาศ และผลกระทบของมลพิษของอากาศต่อสิ่งมีชีวิต” และ “ตระหนักถึงความสำคัญของอากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนในการลดการเกิดมลพิษทางอากาศ” ตามลำดับ ในขณะที่ตัวชี้วัด ว 3.2 ป.6/8-9 ระบุอย่างเจาะจงถึงปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน ส่วนตัวชี้วัด ว 4.5 ม.6/10 เปิดโอกาสให้นักเรียน “วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหา” โดยปัญหาหมอกควันไม่ถูกกล่าวถึงเช่นเดิม

เนื่องจากปัญหาหมอกควันไม่ปรากฏอย่างชัดเจนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งสองฉบับ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010; 2017) การวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันจึงได้รับความสนใจน้อยมาก เมื่อเทียบกับปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ เช่น

ภาวะโลกร้อน รุโหวโอโซน และฝนกรด (Boyes and Stanisstreet, 1997; Boyes et al., 2007) แต่ปัญหาหมอกควันเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียน ซึ่งนักเรียนไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้ ยิ่งไปกว่านั้น นักเรียนมักมีส่วนเพิ่มหรือลดปัญหานี้ ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม ดังนั้น นักเรียนจึงควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหานี้อย่างถ่องแท้ ความเข้าใจนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจและลงมือกระทำการใด ๆ เพื่อป้องกันและแก้ปัญหามอกควัน อันเป็นคุณลักษณะสำคัญของการเป็น “ผู้รู้วิทยาศาสตร์” (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010 : 1)

อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เรื่องใด ๆ (เช่น ปัญหามอกควัน) ไม่ใช่เรื่องง่าย ทั้งนี้เพราะนักเรียนมักมีความเข้าใจเดิมที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Allen, 2014) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาความเข้าใจเดิมของนักเรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพราะครูสามารถใช้ความเข้าใจเดิมของนักเรียนเป็นข้อมูลในการออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงประเด็น (Ladachart and Ladachart, 2016) งานวิจัยด้านการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเปิดเผยว่า ความเข้าใจเดิมของนักเรียน แม้ไม่สอดคล้องทั้งหมดกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เสมอไป (Clement and Zietsman, 1989) ความเข้าใจเดิมบางอย่างมีศักยภาพที่ครูสามารถใช้เป็น “ทรัพยากรทางสติปัญญา” เพื่อต่อยอดและพัฒนาให้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Larkin, 2012) การวิจัยในปัจจุบันจึงเน้นการศึกษาความเข้าใจเดิมของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อระบุเส้นทางการก้าวหน้าในการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์เรื่องต่าง ๆ (Ladachart, 2016)

“ความก้าวหน้าในการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์” (Learning progression in science) เป็นแนวคิดที่นักวิจัยด้านการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นเพื่อ

บรรยายและพยากรณ์ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ไม่ใช่ทั้งหมด) มีพัฒนาการด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องใด ๆ อย่างไร (Black et al., 2011; Duschl et al., 2011) ความก้าวหน้าในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มักถูกนำเสนอในรูปแบบลำดับขั้น ซึ่งเรียงจากความเข้าใจที่ซับซ้อน/ถูกต้องน้อย ไปยังความเข้าใจที่ซับซ้อน/ถูกต้องมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ จนกระทั่งเป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2007) ลำดับขั้นเหล่านี้อาจถูกสร้างขึ้นจากการศึกษาระยะยาวกับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ หรือการศึกษาระยะสั้นกับนักเรียนกลุ่มใหญ่ที่มีความหลากหลาย ทั้งในแง่ของอายุ ประสบการณ์ และความรู้ (Ladachart, 2016) ลำดับขั้นเหล่านี้มีประโยชน์ในการบ่งชี้ว่านักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจเดิมในระดับใด และควรได้รับการส่งเสริมให้มีความเข้าใจที่สูงขึ้นได้อย่างไร (Smith et al., 2006)

เนื่องจากการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือยังไม่ปรากฏ ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ปัญหาหมอกควันเป็นปัญหาเฉพาะถิ่น เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งของปี และไม่ปรากฏอย่างชัดเจนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระนั้น ปัญหาหมอกควันเป็นปัญหาที่ซับซ้อน มีหลายสาเหตุ และส่งผลกระทบต่อในวงกว้าง การป้องกันแก้ไขจึงต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะภาคประชาชน (รวมทั้งนักเรียน) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือต่อไป นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังเป็นแนวทางสำหรับโรงเรียนในการบรรจุกปัญหาหมอกควันในหลักสูตรสถานศึกษาอีกด้วย

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีความเข้าใจเกี่ยวกับนิยาม สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการแก้ปัญหาหมอกควันในภาคเหนืออย่างไร

2. ความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเป็นอย่างไร

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

เนื่องจากความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องใด ๆ คือลำดับขั้นที่บรรยาย ความเข้าใจของนักเรียนเรื่องนั้น ซึ่งเรียงจากปลายด้านล่างสุดที่บรรยายความ เข้าใจที่ซับซ้อน/ถูกต้องน้อยที่สุด ไปยังปลายด้านบนสุดที่บรรยายความเข้าใจ ที่ซับซ้อน/ถูกต้องมากที่สุด (หรือความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์) โดยในระหว่าง ปลายทั้งสองด้านก็คือลำดับขั้นที่บรรยายความเข้าใจที่ซับซ้อน/ถูกต้อง ปานกลาง ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 ลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเรื่องนั้น ดังนั้น การสร้างความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องใด ๆ จึงมักเริ่มต้นจากการ กำหนดว่า ลักษณะของความเข้าใจที่เป็นปลายด้านบนสุดเป็นอย่างไร ในการ วิจัยครั้งนี้ ปลายด้านบนสุดก็คือคำบรรยายความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของ สาเหตุและกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ซึ่งเป็นเป้าหมายหรือ ปลายทางของการเรียนรู้ที่นักเรียนควรเข้าใจ โดย Rayanakorn (2010 : 8, 12) ได้บันทึกคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของการเกิดปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ไว้ว่า

“หมอกควันในภาคเหนือมีที่มาจากหลายแหล่ง ที่สำคัญก็คือไฟป่า การเผาในที่โล่ง และมลพิษจากการใช้รถยนต์ยานพาหนะ โครงการวิจัยการ วิเคราะห์สภาพอากาศและแผ่รังสีการเกิดมลภาวะอากาศ โดย Kreasuwun et al. (2008) พบว่า ปริมาณฝุ่นควันขนาดเล็กมีแหล่งกำเนิดจากไฟป่าและ การเผาพื้นที่การเกษตรประมาณ ร้อยละ 50-70 (และ) จากเครื่องยนต์ดีเซล

ประมาณ ร้อยละ 10 โดยส่วนที่เหลือเป็นการพัดพาจากแหล่งกำเนิดภายนอกเชียงใหม่ อุตสาหกรรรมในครัวเรือน และฝุ่นละอองจากถนนหมอกควันในภาคเหนือมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูหนาวก่อนเข้าสู่ฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่สภาพอากาศนิ่ง เนื่องจากความกดอากาศสูง ทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่ถูกพัดพาขึ้นสู่บรรยากาศระดับสูงได้ แต่จะวนเวียนอยู่ในระดับที่ประชาชนอยู่อาศัย”

ดังนั้น คำอธิบายนี้จึงเป็นกรอบแนวคิดเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนและสร้างความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เนื่องจากไฟป่าเป็นสาเหตุหลักของการเกิดหมอกควันในภาคเหนือ สาเหตุของไฟป่าถูกนำมาผนวกรวมในวิเคราะห์ครั้งนี้ด้วย ไม่ว่าจะเป็นปริมาณฝนที่เริ่มน้อยลงในช่วงต้นฤดูหนาว (ซึ่งทำให้ป่าเกิดสภาวะแห้งแล้งและง่ายต่อการติดไฟ) และการเผาป่าโดยมนุษย์เพื่อบุกรุกหรือหาของป่า นอกจากนี้ ความเชื่อและการปฏิบัติแบบดั้งเดิมที่เป็นสาเหตุของการเผาพื้นที่เพื่อการเกษตรก็ถูกนำมาผนวกรวมในปลายด้านบนสุดของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการเผาเพื่อปรับปรุงดิน การเผาเพื่อกำจัดเชื้อโรคในดิน และการเผาเพื่อทำลายวัชพืช ในขณะเดียวกัน นอกจากความกดอากาศสูงในช่วงฤดูหนาวแล้ว สภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะ ซึ่งมีเทือกเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ก็ถูกนำมาผนวกรวมในปลายด้านบนสุดของความก้าวหน้าในการเรียนรู้เช่นกัน ภาพที่ 1 สรุปสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ

เมื่อปลายด้านบนสุดมีความชัดเจนระดับหนึ่งแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดลักษณะของความเข้าใจที่เป็นปลายด้านล่างสุด ซึ่งมาจากการศึกษารายงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจเดิมของนักเรียนเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ นั้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเป็นปัญหาเฉพาะถิ่น ซึ่งยังไม่มียานวิจัยใด ๆ ศึกษาความเข้าใจเดิมของนักเรียน

เรื่องนี้ ดังนั้น ข้อมูลในการกำหนดปลายด้านล่างสุดจึงถูกจำกัดด้วยงานวิจัยเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศอื่น ๆ (Boyes et al., 2007; Dimitriou and Christidou, 2007; Myers et al., 1999; 2004; Pui-ming Yeung et al., 2004; Skamp et al., 2004; Thornber et al., 1999) โดยงานวิจัยเหล่านี้เปิดเผยว่า นักเรียนอาจมีความเข้าใจเดิมที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศและชนิดของสารที่สร้างมลพิษทางอากาศ ถึงกระนั้น นักเรียนจำนวนหนึ่งเข้าใจได้ไม่ยากกว่า ผุ่นควันจากการเผาสามารถก่อมลพิษทางอากาศซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควัน

ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดลำดับชั้นที่อยู่ระหว่างปลายทั้งสองด้านนี้ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์จากนักเรียน ในการนี้ Wylie et al. (1998) ยืนยันว่า นักเรียนอายุ 8-11 ปี มีความคิดเชิงระบบที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของมลพิษทางอากาศได้ ยิ่งไปกว่านั้น นักเรียนบางคนยังมีความคิดเชิงระบบที่ซับซ้อน โดยการระบุความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องว่า ผลกระทบของสาเหตุหนึ่งสามารถเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบอื่นได้ด้วย ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีเหตุผลพอที่จะคาดหวังว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษามีความสามารถในการอธิบายสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ การศึกษากับนักเรียนที่มีความหลากหลายในแง่ของระดับชั้นจะช่วยเปิดเผยว่า คำอธิบายที่สะท้อนความเข้าใจของนักเรียนเหล่านี้มีความซับซ้อนแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดลำดับชั้นต่าง ๆ ที่อยู่ระหว่างปลายทั้งสองด้านของความก้าวหน้าในการเรียนรู้

ม.1 จำนวน 25 คน (ชาย 7 คน และหญิง 18 คน) และนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 32 คน (ชาย 13 คน และหญิง 19 คน) นักเรียนส่วนใหญ่ (51 คน) มีภูมิลำเนาและอาศัยอยู่ในภาคเหนือตั้งแต่เกิด ในขณะที่นักเรียน 4 คน แม้ไม่ได้มีภูมิลำเนาในภาคเหนือ แต่ก็ย้ายมาอาศัยอยู่ในภาคเหนือเป็นเวลามากกว่า 5 ปี ส่วนนักเรียนอีก 2 คน (ม.1 และ ม.4 ชั้นละ 1 คน) เพิ่งย้ายมาอาศัยอยู่ในภาคเหนือเป็นเวลา 6 เดือน ดังนั้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีประสบการณ์ตรงกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ในรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยอ้างถึงนักเรียนแต่ละคนด้วยรหัส เช่น M1.2 และ F4.25 โดยอักษรตัวแรกแทนเพศของนักเรียน (M คือชาย และ F คือหญิง) ตัวเลขก่อนจุดทศนิยม (1 หรือ 4) แทนระดับชั้นของนักเรียน และตัวเลขหลังจุดทศนิยม (1-32) แทนลำดับที่ของนักเรียนแต่ละคน

ผู้วิจัยจะจงเลือกนักเรียนชั้น ม.1 และ ม.4 ด้วยเหตุผล 3 ประการ

1. นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาได้ผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับอากาศมาแล้วไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบและความสำคัญของอากาศ (ว 6.1 ป.3/2) และการเคลื่อนที่ของอากาศอันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (ว 6.1 ป.3/3) นักเรียนทุกคนจึงมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับอากาศ
2. นักเรียนชั้น ม.1 กำลังจะศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก (ว 6.1 ม.1/1) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ (ว 6.1 ม.1/2) และปัญหามลพิษทางอากาศต่าง ๆ (ว 6.1 ม.1/6) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่นักเรียนกำลังพัฒนาความเข้าใจเหล่านี้
3. นักเรียนชั้น ม.4 สามารถให้ข้อมูลได้ว่า หลังจากการเรียนรู้ในระดับชั้น ม.ต้น นักเรียนเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความเข้าใจเหล่านี้ในการอธิบายปัญหาหมอกควันอย่างไร ข้อมูลจากนักเรียนเหล่านี้จะช่วยเปิดเผยความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 6 ข้อ (ดังภาคผนวก) ผู้วิจัยเลือกใช้คำถามปลายเปิด เพราะว่าการศึกษาคความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือยังไม่มีปรากฏ ดังนั้น แบบสอบถามปลายเปิดจึงช่วยให้ผู้วิจัยสำรวจความเข้าใจที่หลากหลายของนักเรียนจำนวนมากได้ (Myers et al., 1999) ผู้วิจัยดัดแปลงคำถามทั้งหมดจากงานวิจัยที่ศึกษาคความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ ซึ่งเน้นการถามเกี่ยวกับ 1. นิยาม 2. สาเหตุ 3. กระบวนการ 4. ผลกระทบ และ 5. แนวทางการแก้ปัญหาหมอกควันทางอากาศ (Boyes and Stanisstreet, 1997; Boyes et al., 2007; Ladachart and Ladachart, 2016) เนื่องจากปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรุนแรงในบางช่วงเวลาของปี ซึ่งอาจแตกต่างจากมลพิษทางอากาศอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเพิ่มคำถาม 1 ข้อเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการอ่านคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด ทั้งนี้เพื่อสรุปภาพรวมของคำตอบของนักเรียนต่อคำถามแต่ละข้อ จากนั้น ผู้วิจัยอ่านทุกคำตอบของนักเรียนแต่ละคนอีกครั้ง ทั้งนี้เพื่อสรุปความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน แล้วผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนด้วยวิธีการอุปนัย ทั้งนี้เพื่อหาแบบแผนความเข้าใจที่เหมือนหรือคล้ายกัน (Ladachart, 2015) ในระหว่างนี้ ผู้วิจัยเทียบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ดังภาพที่ 1) ทั้งนี้เพื่อระบุว่านักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจที่ซับซ้อนแตกต่างกันอย่างไร จากนั้น ผู้วิจัยจึงจัดความเข้าใจที่มีความหมายเหมือนหรือคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พร้อมกับ การระบุลักษณะสำคัญของความเข้าใจแต่ละกลุ่ม จากนั้น ผู้วิจัยจึงเรียงกลุ่ม

ความเข้าใจเหล่านั้นเป็นลำดับขั้นตามความซับซ้อนและความสอดคล้องกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ

ผลการวิจัย

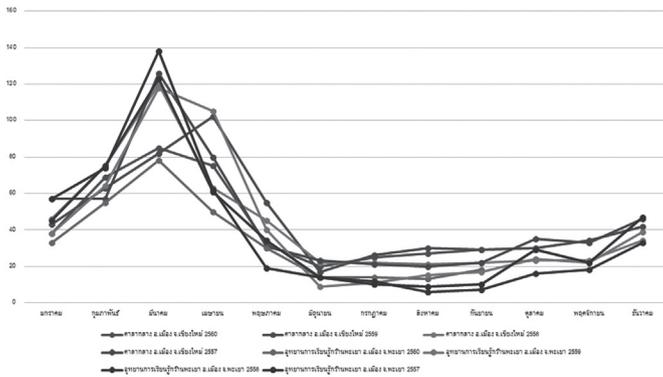
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนและสร้างความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ในการนี้ผู้วิจัยนำเสนอความเข้าใจของนักเรียนต่อคำถามแต่ละข้อในลักษณะข้อมูลเชิงบรรยาย (คำถามวิจัยข้อที่ 1) จากนั้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความเข้าใจเหล่านั้นและสังเคราะห์เป็นความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควัน (คำถามวิจัยข้อที่ 2) รายละเอียดของผลวิจัยมีดังนี้

นิยามปัญหาหมอกควัน

โดยนิยามแล้ว ปัญหาหมอกควันคือสภาวะที่อากาศโดยเฉลี่ยในช่วง 24 ชั่วโมงมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่า 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Ladavalya Na Ayuthya, 2015 : 111 Rayanakorn, 2010 : 7) คำนิยามนี้ให้ความสำคัญที่ไปองค์ประกอบของอากาศ แต่จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน ไม่มีนักเรียนคนใดให้นิยามที่สมบูรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ดังตารางที่ 1) นักเรียนร้อยละ 56.1 ให้นิยามโดยระบุถึงสาเหตุและ/หรือผลของหมอกควันในอากาศ มากกว่าการบรรยายองค์ประกอบของอากาศที่แตกต่างจากอากาศในสภาวะปกติ ในขณะที่นักเรียนร้อยละ 42.1 แม้ให้นิยามโดยการระบุถึงสิ่งที่ปะปนในอากาศ (เช่น หมอก ควัน ของเสีย หรือมลพิษ) และอาจจะบุ้ที่มาของสิ่งปนเปื้อนนั้นด้วย แต่นักเรียนเหล่านี้ไม่มีการอ้างถึงเกณฑ์มาตรฐานว่า สิ่งปนเปื้อนนั้นควรมีปริมาณไม่เกินเท่าใด นักเรียนชั้น ม.4 เพียงคนเดียว (ร้อยละ 1.8) ระบุถึงเกณฑ์มาตรฐาน แต่ก็ไม่ได้ระบุว่าเกณฑ์นั้นมีค่าเท่าใด

ตารางที่ 1 นิยามปัญหาหมอกควันของนักเรียน

นิยามปัญหาหมอกควัน	จำนวน (คน)			ตัวอย่างคำตอบ
	ม.1	ม.4	รวม	
ไม่มีนิยาม แต่นักเรียนระบุถึงสาเหตุหรือผลกระทบ	16 (64.0%)	16 (50.0%)	32 (56.1%)	<p>“ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเกิดจากหลายสาเหตุ และอาจจะเกิดผลกระทบต่อผู้สูงอายุหรือเด็กเล็ก (ซึ่ง)ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบหายใจได้” (M1.4)</p> <p>“ปัญหาที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดไฟป่า การขับขี เครื่องยนต์ (และ) การเผาซังข้าว” (F1.24)</p> <p>“เกิดจากการเกษตร ทำนาเสร็จ จะเผาฟางข้าว เพื่อเตรียมดินในการทำนาปี” (M4.8)</p> <p>“เกิดจากการเผาของคนในภาคหรือในชุมชน และการหาของป่า และจากโรงงานอุตสาหกรรม และการจราจร” (F4.25)</p>
สิ่งที่ปะปนในอากาศ (ไม่มีเกณฑ์มาตรฐาน)	9 (36.0%)	15 (46.9%)	24 (42.1%)	<p>“สิ่งที่เป็นหมอกควันที่เป็นมลพิษทางอากาศ” (M1.5)</p> <p>“การเกิดควันต่าง ๆ เช่น ควันรถที่เป็นมลพิษ ควันแก๊ส หรือควันที่เกิดจากการเผาไหม้ต่าง ๆ” (F1.20)</p> <p>“ปริมาณหมอกควันที่ไปปิดบังทัศนวิสัย ทำให้มองเห็นยาก ทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน” (M4.11)</p> <p>“การเกิดหมอกควันจำนวนมากในอากาศ ซึ่งเกิดมาจากหลายสาเหตุ” (F4.15)</p>
สิ่งที่ปะปนในอากาศ (มีเกณฑ์มาตรฐานที่ไม่ชัดเจน)	0 (0%)	1 (3.1%)	1 (1.8%)	<p>“ควันเกินมาตรฐาน” (M4.7)</p>



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ในอากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ในแต่ละเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2557-2560 ณ จ.เชียงใหม่ และ จ.พะเยา (ข้อมูลจาก Pollution Control Department, 2017b)

ช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควัน

โดยปกติแล้ว ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมักเกิดขึ้นทุกปีในช่วงปลายฤดูหนาวจนถึงกลางฤดูร้อน (Rayanakorn, 2010) หรือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนเมษายน (Pollution Control Department, 2017b) อย่างไรก็ตาม ฝุ่นละอองมีการสะสมตัวในอากาศตั้งแต่ช่วงต้นฤดูหนาว และอาจเริ่มปรากฏเป็นปัญหาหมอกควันตั้งแต่เดือนธันวาคมในบางปี (Ladavalya Na Ayuthya, 2015) ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละเดือนในช่วง ปี พ.ศ. 2557-2560 ณ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดพะเยา การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควันในภาคเหนือจึงอิงตามเกณฑ์การแบ่งฤดูกาลของกรมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Department, n.d.-b) ซึ่งระบุไว้ว่า ฤดูร้อนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควันตามความเข้าใจของนักเรียน

ช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควัน	จำนวน (คน)		
	ม.1	ม.4	รวม
ฤดูหนาว (กลางเดือน ต.ค.-กลางเดือน ก.พ.)	6 (24.0%)	7 (21.9%)	13 (22.8%)
ฤดูร้อน (กลางเดือน ก.พ.-กลางเดือน พ.ค.)	9 (36.0%)	3 (9.4%)	12 (21.1%)
ปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อน (เดือน ก.พ.-เดือน เม.ย.)	8 (32.0%)	20 (62.5%)	28 (49.1%)
ทุกฤดู	1 (4.0%)	2 (6.2%)	3 (5.3%)
คำตอบไม่สอดคล้องกันระหว่างเดือนกับฤดู (เช่น ฤดูร้อนในเดือน มี.ค.)	1 (4.0%)	0 (0.0%)	1 (1.8%)

จากตารางที่ 2 นักเรียนร้อยละ 49.1 เข้าใจดีว่า ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมักเกิดขึ้นในช่วงรอยต่อระหว่างฤดูหนาวและฤดูฝน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้น นักเรียนชั้น ม.1 มีแนวโน้มที่จะเข้าใจว่า ปัญหาหมอกควันมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อนมากกว่าในฤดูหนาว (ร้อยละ 36.0 และร้อยละ 24.0 ตามลำดับ) แต่ความเข้าใจนี้มีแนวโน้มลดลงในกลุ่มนักเรียนชั้น ม.4 (ร้อยละ 9.4 และ 21.9 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่นักเรียนชั้น ม.4 มีอายุและประสบการณ์กับปัญหาหมอกควันบ่อยครั้งกว่านักเรียนชั้น ม.1 นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 5.3 เข้าใจว่า ปัญหาหมอกควันเกิดขึ้นได้ทุกฤดู (รวมทั้งฤดูฝน) โดยความเข้าใจนี้ปรากฏทั้งในกลุ่มนักเรียนชั้น ม.1 (ร้อยละ 4.0) และชั้น ม.4 (ร้อยละ 6.2) คำตอบที่หลากหลายนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนไม่ชัดเจนเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควัน และ/หรือการที่นักเรียนไม่ชัดเจนเกี่ยวกับเกณฑ์การแบ่งฤดูกาลในประเทศไทย

สาเหตุของปัญหาหมอกควัน

ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุร่วมกัน จากการวิเคราะห์โดย Kreasuwun et al. (2008 : 1) ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศประมาณร้อยละ 54-71 มีแหล่งกำเนิดจากไฟป่าและการเผาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตร และอีกไม่เกินร้อยละ 10 มาจากเครื่องยนต์ดีเซล อย่างไรก็ตาม การเผาไม้ใช้เรื่องราวทั้งหมด ทั้งนี้เพราะสภาพอากาศและภูมิประเทศก็มีส่วนทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศค่อย ๆ เพิ่มปริมาณขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณมากที่สุดประมาณเดือนมีนาคม และค่อย ๆ ลดปริมาณลงในช่วงเดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม (ดังภาพที่ 2) โดยปริมาณฝนที่ลดลงทำให้พื้นที่แห้งแล้งและง่ายต่อการเกิดไฟป่า (Meteorological Department, n.d.-b) ในขณะที่ความกดอากาศสูงในฤดูหนาวและสภาพภูมิประเทศของภาคเหนือที่มีเทือกเขาในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ ยังร่วมกันทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่ลอยตัวขึ้นสูงและถูกพัดพาไปที่อื่น คำอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหมอกควันจึงควรครอบคลุมลักษณะของสภาพอากาศและภูมิประเทศด้วย

เมื่อพิจารณาภาพรวมในตารางที่ 3 สาเหตุที่นักเรียนเหล่านี้อ้างถึงบ่อยที่สุดคือการเผาเพื่อบุกรุกหรือหาของป่า (ร้อยละ 21.8) และสาเหตุที่ถูกอ้างถึงบ่อยรองลงมาคือการเผาขยะ (ร้อยละ 17.3) การเผาเพื่อการเกษตร (ร้อยละ 12.8) และไฟป่า (ร้อยละ 12.2) ตามลำดับ ดังนั้น ผลการวิจัยจึงค่อนข้างชัดเจนว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจดีว่า ฝุ่นละอองเกิดขึ้นจากการเผาเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น นักเรียนชั้น ม.1 ระบุถึงการเผาเพื่อบุกรุกหรือหาของป่า การเผาไหม้จากยานพาหนะ และการเผาไหม้ของโรงงานอุตสาหกรรมบ่อยที่สุด (ร้อยละ 25.0 ร้อยละ 21.4 และร้อยละ 14.3 ตามลำดับ) ส่วนนักเรียนชั้น ม.4 ระบุถึงการเผาขยะ การเผาเพื่อบุกรุกหรือหาของป่า และการเผาเพื่อการเกษตรบ่อยที่สุด (ร้อยละ 21.0 ร้อยละ 20.0 และร้อยละ 16.0 ตามลำดับ) เมื่อ

เปรียบเทียบกันระหว่างนักเรียนจาก 2 ระดับชั้น นักเรียนชั้น ม.4 มีแนวโน้มที่จะอ้างถึงการเผาไหม้จากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรมน้อยกว่า และอ้างถึงการเผาเพื่อการเกษตร การเผาขยะ และไฟฟ้ามากกว่านักเรียนชั้น ม.1 นอกจากนี้ นักเรียนชั้น ม.4 มีแนวโน้มที่จะตระหนักถึงบทบาทของความกดอากาศและสภาพภูมิประเทศในการเกิดปัญหาหมอกควันมากกว่านักเรียนชั้น ม.1

ตารางที่ 3 สาเหตุของปัญหาหมอกควัน

สาเหตุของปัญหาหมอกควัน	จำนวน (คำตอบ)			
	ม.1	ม.4	รวม	
การเผา	ไฟฟ้า	6 (10.7%)	13 (13.0%)	19 (12.2%)
	การเผาขยะ	6 (10.7%)	21 (21.0%)	27 (17.3%)
	การเผาเพื่อบุกรุกหรือหาของป่า (เช่น เห็ด และผักหวาน)	14 (25.0%)	20 (20.0%)	34 (21.8%)
	การเผาเพื่อการเกษตร	4 (7.1%)	16 (16.0%)	20 (12.8%)
	การเผาเพื่อความอบอุ่น	1 (1.8%)	2 (2.0%)	3 (1.92%)
	การเผาไหม้จากยานพาหนะ	12 (21.4%)	5 (5.0%)	17 (10.9%)
	การเผาไหม้ของโรงงาน อุตสาหกรรม	8 (14.3%)	5 (5.0%)	13 (8.3%)
	การเผาอื่น ๆ (เช่น การเผาศพ และไฟไหม้สิ่งก่อสร้าง)	2 (3.6%)	3 (3.0%)	5 (3.2%)

สาเหตุของปัญหาหมอกควัน		จำนวน (คำตอบ)		
		ม.1	ม.4	รวม
	ความกดอากาศ	0 (0.0%)	6 (6.0%)	6 (3.8%)
สภาพอากาศ	อากาศร้อน/แห้ง	2 (3.6%)	1 (1.0%)	3 (1.9%)
	อากาศปิด/นิ่ง	0 (0.0%)	1 (1.0%)	1 (0.6%)
	สภาพภูมิประเทศ	0 (0.0%)	3 (3.0%)	3 (1.9%)
	ปรากฏการณ์เรือนกระจก/ภาวะโลกร้อน	0 (0.0%)	3 (3.0%)	3 (1.9%)
	การตัดต้นไม้	0 (0.0%)	1 (1.0%)	1 (0.6%)
	การระเบิด	1 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (0.6%)
	รวม	56 (100%)	100 (100%)	156 (100%)

ผลกระทบของปัญหาหมอกควัน

ปัญหาหมอกควันส่งผลกระทบต่อหลายด้าน ผลกระทบที่ชัดเจนที่สุดคือผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้น ดังเช่นที่ Rayanakorn (2010 : 8) รายงานว่า “ปัญหา...มิได้เป็นเพียงการระคายเคืองต่อสายตาเท่านั้น (หากยัง) เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจที่มักจะนำไปสู่การเป็นมะเร็งในปอด ซึ่งภาคเหนือเป็นภูมิภาคที่มีสถิติผู้เป็นโรคนี้นับถึงขั้นเสียชีวิตมากที่สุด” นอกจากนี้ ปัญหาหมอกควันยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ทั้งนี้เพราะปัญหา

หมอกควันทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลง (Pochanaet, 2016) ยิ่งไปกว่านั้น ความพยายามแก้ปัญหาหมอกควันอาจส่งผลกระทบต่อทางสังคม ทั้งนี้เพราะหลายฝ่ายอาจมีความเห็นไม่ตรงกันต่อวิธีการแก้ปัญหา ดังเช่นที่ Rayanakorn (2010 : 13) รายงานว่า “ปัญหาหมอกควันก็ทำให้เกิดการแบ่งกลุ่มตามวิธีการคิดหรือปฏิบัติ ได้แก่ กลุ่มที่ต่อต้านการเผาในที่โล่ง กลุ่มที่สนับสนุนการเผา... ตามกำหนด กลุ่มที่ต้องการดำรงวิถีชีวิตทางการเกษตรแบบดั้งเดิม... กลุ่มที่สนับสนุนการแปลงวัสดุการเกษตรให้เป็นปุ๋ย และกลุ่มที่แสวงหาทางเลือกอื่น ๆ”

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในภาพรวม (ดังตารางที่ 4) นักเรียนชั้น ม.1 และนักเรียนชั้น ม.4 ระบุถึงผลกระทบต่อสุขภาพปอดที่สุด (ร้อยละ 60.7) และผลกระทบที่ถูกอ้างถึงบ่อยรองลงมาคือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 31.6) โดยผลกระทบที่ถูกอ้างถึงน้อยคือผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม (ร้อยละ 3.4 และร้อยละ 4.3 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นเพราะผลกระทบด้านนี้ยังไกลตัวนักเรียน เมื่อพิจารณาจำนวนคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น นักเรียนชั้น ม.4 ระบุถึงผลกระทบโดยเฉลี่ยได้มากกว่านักเรียนชั้น ม.1 โดยนักเรียนชั้น ม.4 ระบุประมาณ 2.6 คำตอบ/คน ในขณะที่นักเรียนชั้น ม.1 ระบุประมาณ 1.4 คำตอบ/คน ซึ่งสะท้อนว่า เมื่อนักเรียนมีอายุและประสบการณ์เพิ่มขึ้น นักเรียนจะมีแนวโน้มที่จะตระหนักถึงผลกระทบที่หลากหลายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม นักเรียนจำนวนหนึ่งจากทั้ง 2 ระดับชั้นยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลกระทบของปัญหาหมอกควัน โดยนักเรียนเหล่านี้ระบุถึงมลพิษทางอากาศอื่น ๆ เช่น ภาวะโลกร้อน และรูโหว่อโอโซน

“หมอกควันเหล่านี้ไปทำลายโอโซนและเกิดภาวะเรือนกระจกได้ด้วย”

(M1.4)

“(หมอกควัน) ทำลายโอโซนของเรา ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน” (F1.24)

“(หมอกควัน) ทำให้โลกร้อน ประชากรอาศัยลำบาก” (M4.13)

ตารางที่ 4 ผลกระทบของปัญหาหมอกควัน

ผลกระทบของ ปัญหาหมอกควัน	จำนวน (คำตอบ)			ตัวอย่าง
	ม.1	ม.4	รวม	
สุขภาพ	22 (62.9%)	49 (59.8%)	71 (60.7%)	การสำลักควัน การหายใจติดขัด อาการแสบจมูก/ตา/คอ โรคภูมิแพ้ โรคหัด และโรคมะเร็งปอด
สิ่งแวดล้อม	9 (25.7%)	28 (34.1%)	37 (31.6%)	บรรยากาศ ทัศนวิสัย กลิ่น สิ่งมีชีวิต อื่น ภาวะโลกร้อน และรูโหว่อโอโซน
เศรษฐกิจ	3 (8.6%)	1 (1.2%)	4 (3.4%)	จำนวนนักท่องเที่ยวที่ลดลง
สังคม	1 (2.9%)	4 (4.9%)	5 (4.3%)	การแย่งกันเข้ารับบริการทางสุขภาพ และอุบัติเหตุจากการคมนาคม
รวม	35 (100%)	82 (100%)	117 (100%)	

แนวทางการแก้ปัญหาหมอกควัน

เนื่องจากสาเหตุหลักของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือคือไฟป่าและการเผาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตร (Kreasuwun et al., 2008) หน่วยงานต่าง ๆ จึงมุ่งแก้ปัญหาหนี้ด้วยการควบคุมการเกิดไฟป่าและการลดการเผาพื้นที่ทางการเกษตร (Rayanakorn, 2010) ทั้งการประกาศมาตรการและนโยบายต่าง ๆ (Pollution Control Department, 2005; 2017a) ตลอดจนการรณรงค์ เสนอวิธีการทางเลือกแทนการเผา และขอความร่วมมือจากประชาชน (Ladavalya Na Ayuthya, 2015; Unthongdee and Chompunth, 2014) ในกรณีนี้ เมื่อพิจารณาในภาพรวมเกี่ยวกับแนวทางการ

แก้ปัญหาหมอกควันตามความเข้าใจของนักเรียน (ดังตารางที่ 5) การลดการเผาป่าถูกอ้างถึงบ่อยที่สุด (ร้อยละ 29.3) ซึ่งตามมาด้วยการลดการเผาขยะ (ร้อยละ 23.9) และการปลูกหรือรักษาป่า (ร้อยละ 18.5) ตามลำดับ นักเรียนชั้น ม.1 มีแนวโน้มที่จะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหมอกควันมากกว่านักเรียนชั้น ม.4 เล็กน้อย โดยนักเรียนชั้น ม.1 เสนอประมาณ 1.72 คำตอบ/คน และนักเรียนชั้น ม.4 เสนอประมาณ 1.53 คำตอบ/คน

เมื่อพิจารณานักเรียนในแต่ละระดับชั้น นักเรียนชั้น ม.1 มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญกับการปลูกหรือรักษาป่ามากพอ ๆ กับการลดการเผาป่า (ร้อยละ 27.9 และร้อยละ 25.6 ตามลำดับ) ในขณะเดียวกัน นักเรียนชั้น ม.1 มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญกับการลดการเผาขยะมากพอ ๆ กับการลดการใช้นยานพาหนะ (ร้อยละ 18.6 และร้อยละ 16.3) ถึงกระนั้นก็ตาม การลดการเผาขยะและการใช้นยานพาหนะยังถูกอ้างถึงน้อยครั้งกว่าการปลูกหรือรักษาป่าในกรณีของนักเรียนชั้น ม.4 การปลูกหรือรักษาป่า (ร้อยละ 10.2) ถูกอ้างถึงน้อยครั้งกว่าการลดการเผาทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการเผาป่า (ร้อยละ 32.7) การเผาขยะ (ร้อยละ 28.6) และการเผาสิ่งอื่น ๆ (ร้อยละ 16.3) ซึ่งสะท้อนว่านักเรียนชั้น ม.4 มีแนวโน้มที่จะเข้าใจว่า การปลูกหรือรักษาป่าไม่ได้ช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ อย่างไรก็ตาม นักเรียนชั้น ม.4 มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญกับการลดการใช้นยานพาหนะน้อยกว่านักเรียนชั้น ม.1 (ร้อยละ 4.1 และร้อยละ 16.3 ตามลำดับ) ในกรณีนี้ นักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น อ้างถึงมาตรการทางกฎหมายเพียงเล็กน้อยในการแก้ปัญหาหมอกควัน (ร้อยละ 3.3) ซึ่งสะท้อนว่า นักเรียนเหล่านี้ให้ความสำคัญกับความร่วมมือของประชาชนมากกว่าการใช้กฎหมาย

ตารางที่ 5 แนวทางการแก้ปัญหาหมอกควัน

แนวทางการแก้ปัญหาหมอกควัน	จำนวน (คำตอบ)		
	ม.1	ม.4	รวม
การปลูกป่า/ต้นไม้ และการลดการตัดไม้ทำลายป่า	12 (27.9%)	5 (10.2%)	17 (18.5%)
การลดการเผาขยะ	8 (18.6%)	14 (28.6%)	22 (23.9%)
การลดการเผาป่า	11 (25.6%)	16 (32.7%)	27 (29.3%)
การลดการเผาเพื่อการเกษตร	1 (2.3%)	3 (6.1%)	4 (4.3%)
การลดการเผาเพื่อความอบอุ่น	1 (2.3%)	0 (0.0%)	1 (1.1%)
การลดใช้ยานพาหนะ	7 (16.3%)	2 (4.1%)	9 (9.8%)
การลดการเผาไหม้ของโรงงานอุตสาหกรรม	1 (2.3%)	0 (0.0%)	1 (1.1%)
การลดเผาอื่น ๆ (เช่น การเผาศพ และไฟไหม้สิ่งก่อสร้าง)	0 (0.0%)	8 (16.3%)	8 (8.7%)
การเพิ่มมาตรการทางกฎหมาย	2 (4.7%)	1 (2.0%)	3 (3.3%)
รวม	43 (100%)	49 (100%)	92 (100%)

บทสรุปและการอภิปรายผลสำหรับคำถามวิจัยข้อที่ 1

จากคำตอบนักเรียนทั้งหมดเกี่ยวกับนิยาม สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการแก้ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ผู้วิจัยทราบผลการวิจัยที่น่าสนใจดังนี้

1. นักเรียนทั้งหมดยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามของปัญหาหมอกควัน นักเรียนเหล่านี้ให้นิยามบนพื้นฐานจากประสบการณ์ส่วนตัวว่า ปัญหาหมอกควันคือการที่อากาศมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ โดยนักเรียนมักละเลยที่จะระบุชื่อและปริมาณขั้นต่ำของสิ่งแปลกปลอมนั้น ในการนี้ Myers et al. (1999) พบว่า นักเรียนอาจขาดความชัดเจนเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศที่ไม่เป็นมลพิษ ถึงแม้ว่านักเรียนอาจเข้าใจบางองค์ประกอบของอากาศ โดยเฉพาะ O_2 , CO_2 , และ N_2 แต่ไม่มีนักเรียนคนใดอ้างอิงฝุ่นละอองในอากาศที่ไม่เป็นมลพิษ แต่เมื่อนักเรียนถูกถามถึงองค์ประกอบของอากาศที่เป็นมลพิษ นักเรียนจำนวนหนึ่งจึงระบุถึงฝุ่นละออง ซึ่งสะท้อนว่า นักเรียนแบ่งอากาศออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อากาศที่เป็นมลพิษ และอากาศที่ไม่เป็นมลพิษ โดยพิจารณาว่า อากาศนั้น “มี” หรือ “ไม่มี” สิ่งแปลกปลอม ตามลำดับ นักเรียนไม่ได้พิจารณาเชิงปริมาณว่า โดยทั่วไปแล้ว อากาศมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ แต่สิ่งแปลกปลอมนั้นมีปริมาณไม่เกินเกณฑ์ขั้นต่ำ

2. นักเรียนทุกคนเข้าใจว่า หมอกควันเกิดจากการเผา แม้นักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้นเห็นตรงกันว่า การเผาเพื่อบุกรุกหรือหาของป่าเป็นสาเหตุหลักของปัญหาหมอกควัน แต่นักเรียนชั้น ม.1 ให้ความสำคัญกับการเผาไหม้จากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม (cf., Thornber et al., 1999) มากกว่าการเผาเพื่อกำจัดขยะ ไฟป่า และการเผาเพื่อการเกษตร ส่วนนักเรียนชั้น ม.4 ให้ความสำคัญกับการเผาเพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อการเกษตร และไฟป่ามากกว่าการเผาไหม้จากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของ Kreasuwun et al. (2008 : 1) ที่ระบุว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กใน

อากาศประมาณร้อยละ 54-71 มีแหล่งกำเนิดมาจากไฟฟ้าและการเผาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตร และฝุ่นละอองส่วนน้อย (ไม่เกินร้อยละ 10) มาจากเครื่องยนต์ดีเซล นอกจากนี้ นักเรียนชั้น ม.4 เริ่มพิจารณาสภาพอากาศและภูมิประเทศเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาหมอกควัน ซึ่งยังไม่ปรากฏในนักเรียนชั้น ม.1

3. เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในภาคเหนือเป็นเวลาหลายปี นักเรียนจึงเข้าใจดีว่า ปัญหาหมอกควันส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยหลายเรื่องก่อนหน้านี้ (e.g., Dimitriou and Vasilias, 2007; Myers et al., 1999) ในการนี้ นักเรียนสามารถระบุชื่อโรคหรืออาการที่เป็นผลจากฝุ่นละอองปริมาณมากในอากาศ นอกจากนี้ นักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้นยังมีแนวโน้มที่จะเข้าใจผลกระทบด้านอื่นด้วย โดยเฉพาะผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (cf., Thornber et al., 1999) ถึงแม้ว่าจำนวนคำตอบมีน้อยกว่าผลกระทบต่อสุขภาพอยู่มากก็ตาม เช่นเดียวกันงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Myers et al., 2004) ที่เปิดเผยว่า นักเรียนมักมีความสับสนระหว่างผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่าง ๆ นักเรียนจำนวนหนึ่งจึงเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า หมอกควันส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนและรูโหว่โอโซน นอกจากนี้ นักเรียนจำนวนน้อยเข้าใจผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียนกว่าผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

4. เนื่องจากนักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้นเข้าใจตรงกันว่า สาเหตุของปัญหาหมอกควันคือการเผาเพื่อปลูกและหาของป่า นักเรียนส่วนใหญ่จึงเห็นตรงกันว่า การลดการเผาป่าเป็นแนวทางหลักในการแก้ปัญหาหมอกควัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากนักเรียนทั้ง 2 ระดับมีความเข้าใจต่างกันเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการเผา นักเรียนแต่ละระดับชั้นจึงให้ความสำคัญกับแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนชั้น ม.1 ให้ความสำคัญกับการลดการใช้ยานพาหนะ ส่วนนักเรียนชั้น ม.4 ให้ความสำคัญกับการลดการเผาขยะ เนื่องจากนักเรียนจำนวนหนึ่ง สับสนระหว่างปัญหาหมอกควันกับปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ

(เช่น ภาวะโลกร้อน) นักเรียนเหล่านี้จึงเข้าใจว่า การเพิ่มหรือรักษาป่าจะช่วยแก้ปัญหาหมอกควัน นักเรียนเหล่านี้ไม่ได้ตระหนักว่า ต้นไม้ไม่ได้นำฝุ่นละอองไปใช้ประโยชน์ ดังเช่นที่ต้นไม้ช่วยลดปริมาณ CO₂ ในอากาศ (ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน) นักเรียนจำนวนน้อยให้ความสำคัญกับการลดการเผาเพื่อการเกษตรและการเพิ่มมาตรการทางกฎหมาย

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้

การสร้างความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องใด ๆ เน้นการวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความเข้าใจเดิมใดที่มีศักยภาพในการต่อยอดให้เป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Ladachart, 2016) จากผลการวิจัยข้างต้น นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจดีว่า ปัญหาหมอกควันคือสภาวะที่อากาศมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ และสิ่งแปลกปลอมนั้นเกิดจากการเผา (ตารางที่ 1) ดังนั้น ความเข้าใจนี้จึงมีศักยภาพที่จะเป็นลำดับขั้นที่ 1 ของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เนื่องจากปัญหาหมอกควันไม่ได้เกิดขึ้นตลอดทั้งปี หากแต่เกิดขึ้นในบางช่วงเวลาของปี ดังนั้นไม่ใช่การเผาทุกประเภทเป็นสาเหตุของปัญหาหมอกควัน หากแต่เป็นการเผาปริมาณมากที่เกิดขึ้นตามฤดูกาล ในการนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ประมาณช่วงเวลาที่เกิดปัญหาหมอกควันได้ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังเข้าใจด้วยว่า ปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผาเพื่อหาของป่า ไฟป่า และการเผาเพื่อกำจัดขยะทางการเกษตร (ตารางที่ 3) ดังนั้น ความเข้าใจขั้นที่ 2 จึงเป็นความเชื่อมโยงระหว่างการเผาตามฤดูกาลกับวิถีชีวิตของผู้คนในพื้นที่

ผลการวิจัยในตารางที่ 3 ยังยืนยันด้วยว่า นักเรียนชั้น ม.4 เพียงส่วนน้อยตระหนักถึงสภาพอากาศในฐานะปัจจัยที่ส่งเสริมการเกิดปัญหาหมอกควัน ดังนั้น ความเข้าใจลำดับขั้นที่ 3 จึงเป็นความเข้าใจที่นักเรียนสามารถบูรณาการความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพอากาศ (เช่น ปริมาณฝน และความกดอากาศ) ในการอธิบายการเกิดปัญหาหมอกควัน ยิ่งน้อยไปกว่านั้น นักเรียนชั้น ม.4 เพียงไม่กี่คนตระหนักถึงสภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะในฐานะปัจจัยที่ส่งเสริม

การเกิดปัญหาหมอกควัน ความเข้าใจลำดับขั้นที่ 4 จึงเป็นความเข้าใจที่นักเรียนบูรณาการความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศในการอธิบายการเกิดปัญหาหมอกควัน ในการนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ภาพที่นักเรียนแต่ละคนวาดเพื่อแสดงกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควัน ทั้งนี้เพื่อพิจารณาว่า ลำดับขั้นเหล่านี้สามารถจำแนกความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนได้ดีเพียงใด ซึ่งจะช่วยยืนยันความมีเหตุผลของลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 3)

ตารางที่ 6 ลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ

ลำดับขั้นของ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบ	จำนวน (คน)	
		ม.1	ม.4
1.ปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผา	“ปัญหาหมอกควัน...เกิดจากการที่ประชาชน...เผาขยะเยอะมากเกินไป จึงนักเรียนเข้าใจว่า ปัญหาหมอกควัน คือสภาวะที่อากาศมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ ซึ่งเป็นผลจากการเผา นักเรียนระบุการเผาโดยปราศจากการเชื่อมโยงระหว่างการเผาตามฤดูกาล และวิถีชีวิตของผู้คนในฤดูกาลนั้น นักเรียนยังไม่ตระหนักว่า เหตุใดปัญหาหมอกควันจึงเกิดขึ้นในบางฤดู ทั้ง ๆ ที่การเผาเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งปี	14	11
	“ทำให้เกิดหมอกควัน” (F1.18)		
	“รถยนต์ปล่อยควันจากท่อ...ขึ้นไปในอากาศ ทำให้เกิดปัญหาหมอกควัน การเผาไหม้ขยะทำให้ควันไฟขึ้นสู่อากาศ” (F1.19)		
	“ผู้คนที่ต้องการขยายพื้นที่เพื่อสร้างตึกแถว บ้านเรือน จึงเผาป่ามากขึ้นเรื่อย ๆ” (F1.20)		
	“โรงงานปล่อยก๊าซพิษ การเผา ไฟไหม้” (F1.25)		
	“การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงยานพาหนะต่างๆ ทำให้เกิดหมอกควันและ CO ₂ ” (M4.1)		
	“ควันที่ออกมาจากการเผาขยะ (และ) ไปอยู่บนชั้นบรรยากาศที่เราหายใจ” (F4.20)		

ลำดับชั้นของ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบ	จำนวน (คน)	
		ม.1	ม.4
<p>2. ปัญหาหมอกควันเกิดจาก การเผาตามฤดูกาล</p> <p>นักเรียนเข้าใจว่า ปัญหาหมอก ควันคือสภาวะที่อากาศมีสิ่ง แปลกปลอมปะปนอยู่ ซึ่งเป็น ผลจากการเผาที่เกิดขึ้นตาม ฤดูกาล เช่น การเผาเพื่อ เตรียมพื้นที่ทางการเกษตร การเผาเพื่อหาของป่า และไฟ ป่า นักเรียนแสดงคำตอบที่มี ความเชื่อมโยงระหว่างการเผา ตามฤดูกาลกับวิถีชีวิตของ ผู้คนในฤดูกาลนั้น ทั้งนี้เพื่อ อธิบายว่า เหตุใดปัญหาหมอก ควันจึงเกิดขึ้นในบางช่วงเวลา ของปี แต่กระนั้น นักเรียนยัง ไม่มีการอ้างถึงสภาพอากาศ เพื่ออธิบายว่า เหตุใดฝุ่นละออง หรือสิ่งแปลกปลอมจึงสะสม อยู่ในอากาศเป็นเวลานาน</p>	<p>“เกิดจากการเผาไหม้เพื่อเตรียมพื้นที่ ทางการเกษตรเป็นส่วนสำคัญ” (F1.20)</p> <p>“ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรือเกิดจากธรรมชาติ ยกตัวอย่างคือ การ เผาซึ่งข้าวนั้น เราจะเก็บข้าวไปขายหรือไม่ ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากนั้น ชาวนา ก็จะเผา พวกซึ่งพวกวัชพืช” (F1.24)</p> <p>“การเผาเฟือง (ฟาง) ข้าวหรือต่อข้าวจาก การทำเกษตรกรรม” (M4.2)</p> <p>“การเผาป่าเพื่อเปิดพื้นที่ให้เห็ดได้เจริญ เติบโต เพราะเห็ดเกาะมีราคาแพง” (M4.4)</p> <p>“เกิดจากเกษตรกรทำนาเสร็จ จะเผาฟาง ข้าว เพื่อเตรียมดินในการทำนาปรัง” (M4.8)</p> <p>“การเผาไหม้ของเกษตรกรเพื่อเตรียมพื้นที่ ในการเพาะปลูกและเพื่อการเก็บของป่า ...เมื่อเกิดการเผาไหม้ จนทำให้เกิดควันลอย ขึ้นไปในอากาศในปริมาณมาก จึงทำให้มี หมอกควันลอยอยู่เต็มพื้นที่” (F4.22)</p>	10	13

ลำดับชั้นของ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบ	จำนวน (คน)	
		ม.1	ม.4
<p>3. ปัญหาหมอกควันเกิดจาก การเผาตามฤดูกาลภายใต้ ความกดอากาศสูง</p> <p>นักเรียนเข้าใจว่า ปัญหาหมอก ควันคือสภาวะที่อากาศมีสิ่ง แปลกปลอมปะปนอยู่ ซึ่งเป็น ผลจากการเผาที่เกิดขึ้นตาม ฤดูกาล เช่น การเผาเพื่อ เตรียมพื้นที่ทางการเกษตร การเผาเพื่อหาของป่า และ ไฟป่า นักเรียนแสดงคำตอบที่ มีความเชื่อมโยงระหว่างการ เผาตามฤดูกาลกับวิถีชีวิตของ ผู้คนในฤดูกาลนั้น ทั้งนี้เพื่อ อธิบายว่า เหตุใดปัญหาหมอก ควันจึงเกิดขึ้นในบางช่วงเวลา ของปี นอกจากนี้ นักเรียนยัง มีการอ้างถึงความกดอากาศ ทั้งนี้เพื่ออธิบายว่า เหตุใดสิ่ง แปลกปลอมหรือฝุ่นละออง จึงสะสมอยู่ในอากาศเป็นเวลา นาน</p>	<p>“เมื่อเราเผาหมอก ๆ เช่น เผาป่าหาเห็ด เผา ต่อข้าว ก็เกิดควันลอยขึ้นไป โลกเรามีแรงกด อากาศ จึงทำให้ควันไม่ไปไหน” (F4.17)</p> <p>“การเผาซากพืชของเกษตรกรภายหลังการ เก็บเกี่ยว และเผาขยะ ... ทำให้ปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมีมากกว่าที่ ควรจะเป็น อาจมีสารแขวนลอยอื่น ๆ รวม ตัวกันในสภาวะที่อากาศปิด” (F4.21)</p> <p>“การที่ชาวบ้านเผาสิ่งต่าง ๆ แล้วเกิด เป็นการเผาไหม้ได้ควัน และเนื่องจากช่วงฤดู หนาว (มี) ความกดอากาศ ควันเลยลอยตัว ต่ำ” (F4.30)</p>	0	3

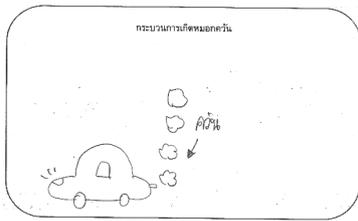
ลำดับชั้นของ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้	ตัวอย่างคำตอบ	จำนวน (คน)	
		ม.1	ม.4
4. ปัญหาหมอกควันเกิดจาก การเผาตามฤดูกาลภายใต้ ความกดอากาศสูงและ ภูมิประเทศแบบแอ่งกระทะ นักเรียนเข้าใจว่า ปัญหาหมอก ควันคือสภาวะที่อากาศมีสิ่ง แปลกปลอมปะปนอยู่ ซึ่งเป็น ผลจากการเผาที่เกิดขึ้นตาม ฤดูกาล เช่น การเผาเพื่อ เตรียมพื้นที่ทางการเกษตร การเผาเพื่อหาของป่า และไฟ ป่า นักเรียนแสดงคำตอบที่มี ความเชื่อมโยงระหว่างการเผา ตามฤดูกาลกับวิถีชีวิตของ ผู้คนในฤดูกาลนั้น ทั้งนี้เพื่อ อธิบายว่า เหตุใดปัญหาหมอก ควันจึงเกิดขึ้นในบางช่วงเวลา ของปี นอกจากนี้ นักเรียนยัง มีการอ้างถึงความกดอากาศ และภูมิประเทศ ทั้งนี้เพื่อ อธิบายว่า เหตุใดสิ่งแปลก ปลอมหรือฝุ่นละอองจึงสะสม อยู่ในอากาศเป็นเวลานาน	“(การ) เผาป่าหาเห็ดถอบ เผาซังข้าวโพด เผาซังข้าว เผาฟาง เผาเศษใบไม้... เนื่องจาก ภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ และ ถูกความกดอากาศกดเอาไว้ ทำให้ควันไป ไหนไม่ได้” (M4.7)	0	3
	“เกิดจากการเผา (หญ้า เผาป่าหาเห็ดถอบ เผาขยะ) ของคนในภาคเหนือในชุมชน และ การหาของป่า และจากโรงงานอุตสาหกรรม และการจราจร ...เนื่องจากภูมิประเทศเป็น แอ่งกระทะ (และ) ถูกความกดอากาศไว้ ทำให้ควันที่เกิดจากการเผาไหม้ไปไหนไม่ ได้” (F4.25)		
	“การเผาป่าเพื่อหาอาหาร ล่าสัตว์ ทำลาย ขยะต่าง ๆ ของชาวบ้าน ทำให้การเผามีมาก ขึ้น และควันมีมาก สะสมรวมกัน และ เนื่องจากภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะและถูก ความกดอากาศกดควันไว้ ทำให้ควันไปไหน ไม่ได้” (F4.29)		
	รวม	24	30

บทสรุปและการอภิปรายผลสำหรับคำถามวิจัยข้อที่ 2

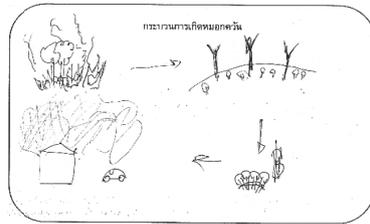
ลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (ดังตารางที่ 6) สามารถจำแนกความเข้าใจของนักเรียนส่วนใหญ่ได้ (54 คน จาก 57 คน) โดยนักเรียนชั้น ม.1 ส่วนใหญ่ (24 คน) มีความเข้าใจในระดับที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นความเข้าใจว่า ปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผา และปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผาที่เกิดขึ้นตามฤดูกาล ตามลำดับ โดยไม่มีนักเรียนชั้น ม.1 คนใดระบุถึงสภาพอากาศและภูมิประเทศในฐานะปัจจัยที่ส่งเสริมการเกิดปัญหาหมอกควัน ผลการวิจัยนี้ไม่ใช่เรื่องที่น่าแปลกใจ ทั้งนี้เพราะการวิจัยนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งนักเรียนชั้น ม.1 ยังไม่ผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับความกดอากาศซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของมวลอากาศ (ตัวชี้วัด ว 6.1 ม.1/2, Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2010) ความเข้าใจของนักเรียนชั้น ม.1 จึงมาจากประสบการณ์ส่วนตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า นักเรียนได้สังเกตช่วงเวลาหรือฤดูกาลที่เกิดปัญหาหมอกควันในแต่ละปีหรือไม่ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของผู้คนในฤดูกาลนั้นกับการเกิดหมอกควันอย่างไร

นักเรียนชั้น ม.4 มีความเข้าใจที่หลากหลายมากกว่านักเรียนชั้น ม.1 ถึงแม้ว่านักเรียนชั้น ม.4 ส่วนใหญ่ (24 คน) ยังมีความเข้าใจในระดับที่ 1 และ 2 แต่นักเรียนชั้น ม.4 บางส่วน (6 คน) มีความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งมีการบูรณาการสภาพอากาศและ/หรือภูมิประเทศในการอธิบายปัญหาหมอกควัน ผลการวิจัยนี้ไม่ใช่เรื่องที่น่าแปลกใจเช่นกัน ทั้งนี้เพราะนักเรียนชั้น ม.4 เคยผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับความกดอากาศมาแล้วในชั้น ม.1 แต่สิ่งที่น่าสนใจคือนักเรียนชั้น ม.4 เพียงจำนวนน้อย (6 คน) สามารถประยุกต์ใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับความกดอากาศในการอธิบายปัญหาหมอกควัน ในจำนวนนี้ นักเรียนชั้น ม.4 เพียงครึ่งหนึ่ง (3 คน) สามารถนำความรู้ทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการอธิบายปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ผลการวิจัยนี้จึงยืนยันว่า ปัญหา

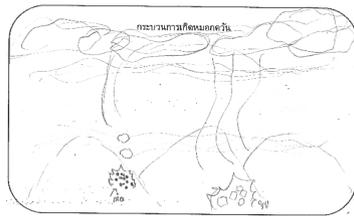
สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แม้เป็นเรื่องใกล้ตัวที่นักเรียนสามารถมีประสบการณ์ตรง แต่ก็มีความซับซ้อนที่นักเรียนต้องรู้จักเชื่อมโยงองค์ความรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ (เช่น วิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์) อย่างมีความหมาย



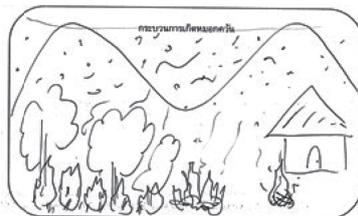
ลำดับขั้นที่ 1 (F4.19)



ลำดับขั้นที่ 2 (M4.4)



ลำดับขั้นที่ 3 (F4.17)



ลำดับขั้นที่ 4 (F4.29)

ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพที่แสดงความเข้าใจของนักเรียนในแต่ละลำดับขั้น

ลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ไม่สามารถจำแนกความเข้าใจของนักเรียนบางคน โดยนักเรียนชั้น ม.1 คนหนึ่ง (F1.13) ให้นิยามปัญหาหมอกควันไว้ว่าเป็น “อากาศร้อน (ซึ่ง) ทำให้รู้สึกอึดอัด” และอธิบายกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันไว้ว่า “เดือนมีนาคมใกล้เข้าหน้าร้อน อากาศเริ่มร้อน คนที่อยู่บน (ภู) เขาก็เดือดร้อน เพราะไฟไหม้ป่า” ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงปัญหาหมอกควันอย่างตรงประเด็น ดังนั้น นักเรียนคนนี้จึงอาจมีความเข้าใจในลำดับที่ต่ำกว่าลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้นี้ ในขณะที่นักเรียนชั้น ม.4 คนหนึ่ง (M4.12) อธิบายว่า “ปัญหาจากการที่คนในชุมชนนั้นได้ทำการ

เผาขยะ ทำอะไรต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดประกายไฟ ทำให้มีหมอกควัน และอีกอย่าง ในภาคเหนือมีความกดอากาศ ทำให้หนาวและทำให้มีหมอก จึงทำให้บรรยากาศ หมองมัว” นักเรียนคนนี้ตีความคำว่า “หมอก” แตกต่างไปจากผู้วิจัย โดยผู้วิจัย หมายถึงความขุ่นมัวจากฝุ่นละอองในอากาศ แต่นักเรียนคนนี้หมายถึงหมอก ที่เกิดจากความชื้นในอากาศ

นักเรียนชั้น ม.4 อีกคนหนึ่ง (F4.16) อธิบายกระบวนการเกิดปัญหา หมอกควันไว้ว่า “ก็เขาเผาแล้วเกิดควันมากมายลอยขึ้นข้างบนที่ชั้นบรรยากาศ ถูกความกดอากาศกดไว้เป็นหมอกที่เหม็น” คำตอบนี้แสดงว่า นักเรียนคนนี้ เข้าใจดีว่า ปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผา (ลำดับขั้นที่ 1) แต่กระนั้นก็ตาม นักเรียนคนนี้ได้เชื่อมโยงการเผากับฤดูกาลอย่างชัดเจน (ลำดับขั้นที่ 2) แต่กลับอ้างถึงความกดอากาศที่ “กด” ฝุ่นละอองไว้ (ลำดับขั้นที่ 3) นักเรียน คนนี้จึงก้าวกระโดดจากความเข้าใจลำดับขั้นที่ 1 ไปยังความเข้าใจลำดับขั้นที่ 3 การก้าวกระโดดข้ามลำดับขั้นที่ 2 อาจเกิดจากการที่นักเรียนคนนี้เคยการ กล่าวถึงการเผาตามฤดูกาล ทั้งนี้เพราะนักเรียนคนนี้ระบุช่วงเวลาการเกิดปัญหา หมอกควันได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่อง ใด ๆ เป็นการบรรยายว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ไม่ใช่ทั้งหมด) มีแนวโน้มที่จะพัฒนา ความเข้าใจเรื่องนั้นอย่างไร (Ladachart, 2016) นักเรียนส่วนน้อยอาจมี พัฒนาการทางความเข้าใจที่แตกต่างจากลำดับขั้นในการวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะต่อการเรียนการสอน

หากปัญหาหมอกควันจะได้รับการป้องกันและแก้ไขอย่างยั่งยืน ปัญหา หมอกควันควรได้รับการบรรจุลงในหลักสูตรสถานศึกษา (Rayanakorn, 2010) การวิจัยนี้ได้ศึกษาความเข้าใจเดิมของนักเรียนชั้น ม.1 และ ม.4 และเสนอความ ก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ซึ่งสามารถเป็น แนวทางในการออกแบบหลักสูตรและการเรียนการสอนเรื่องปัญหาหมอกควัน

ในโรงเรียนได้ โดยผลการวิจัยเปิดเผยว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเป็น
ทุนเดิมอยู่แล้วว่า ปัญหาหมอกควันเกิดจากการเผา อย่างไรก็ตาม นักเรียนอาจ
ยังไม่ชัดเจนเกี่ยวกับนิยามของปัญหาหมอกควัน ดังนั้น ครูอาจจำเป็นต้องสร้าง
ความเข้าใจกับนักเรียนก่อนว่า หมอกควันคือฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผา ซึ่งแม้
มีอยู่บ้างแล้วในอากาศทั่วไป แต่ก็จะเป็นปัญหาได้ หากปริมาณมีมากเกินไป
ความเข้าใจพื้นฐานนี้จะช่วยให้นักเรียนแยกแยะปัญหาหมอกควันออกจาก
ปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ เช่น ภาวะโลกร้อน ภูเขาไฟไอโซน และฝนกรด
ซึ่งมีสาเหตุจากสารอื่นที่ไม่ใช่ฝุ่นละออง

ถึงแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่อาจเข้าใจอยู่แล้วว่า ปัญหาหมอกควันเกิด
จากฝุ่นละอองจากการเผา และเกิดขึ้นในช่วงรอยต่อระหว่างฤดูหนาวและฤดู
ร้อน แต่นักเรียนบางคนอาจยังไม่เข้าใจข้อเท็จจริง 2 ข้อนี้ ครูจึงควรส่งเสริมให้
นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจพื้นฐานนี้ โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความ
สงสัยของนักเรียน และใช้ประสบการณ์ส่วนตัวของนักเรียนในการอภิปรายกับ
นักเรียนทั้งชั้น นอกจากนี้ ครูอาจใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของ
ปริมาณฝุ่นละอองในแต่ละเดือน (Pollution Control Department, 2017b)
และเกณฑ์การแบ่งฤดูกาลในประเทศไทย (Meteorological Department,
n.d.-b) เพื่อให้ให้นักเรียนใช้ข้อมูลนั้นสร้างกราฟที่ยืนยันข้อเท็จจริง 2 ข้อนี้
(ดังภาพที่ 2) จากนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ครูจึงต้อง
มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจว่า การเปลี่ยนจากฤดูหนาวสู่ฤดูร้อนส่งผล
ต่อวิถีชีวิตของผู้คนอย่างไร และเกี่ยวข้องกับการเผาในช่วงเวลานั้นอย่างไร

ครูอาจเริ่มต้นด้วยการอภิปรายกับนักเรียนด้วยคำถามต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น
เป็นผู้คนในภาคเหนือส่วนใหญ่ประกอบอาชีพอะไร ภาคเหนือมีผลผลิตทาง
การเกษตรที่สำคัญอะไรบ้าง กิจกรรมทางการเกษตรในช่วงเวลานั้นคืออะไร
และกิจกรรมเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับการเกิดหมอกควันอย่างไร ในการนี้ ครูอาจ
นำเสนอข้อมูลจากศูนย์สารสนเทศการเกษตรว่า พืชเศรษฐกิจในภาคเหนือคือ

ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง ข้าวโพด และมันสำปะหลัง (Office of Agricultural Economic, 2014) ซึ่งมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จสิ้นประมาณเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม (Office of Agricultural Economic, 2016) หรือในช่วงปลายฤดูฝน (Meteorological Department, n.d.-b) ดังนั้น ช่วงเวลาหลังจากนี้คือ การกำจัดวัชพืชลื้อทิ้งและเตรียมพื้นที่การเกษตรสำหรับปีเพาะปลูกถัดไป ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณฝุ่นละอองเริ่มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2, Pollution Control Department, 2017b) การอภิปรายนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยง การเกิดหมอกควันกับการเผาตามฤดูกาลของผู้คนในพื้นที่

นอกจากนี้ ครูอาจใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่แสดงจุดความร้อน ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของพื้นที่ภาคเหนือ (Thailand Fire Monitoring System, n.d.) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนจุดความร้อนในแต่ละฤดู ซึ่งนักเรียนจะสังเกตว่า จุดความร้อนมีจำนวนมากในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน จากนั้น ครูจึงอภิปรายกับนักเรียนด้วยคำถามที่ว่า จุดความร้อนคืออะไร และ เหตุใดจุดความร้อนจึงมีจำนวนมากในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะสนับสนุนข้อมูล เกี่ยวกับการเผาทางการเกษตร ในระหว่างนี้ ครูอาจเพิ่มเติมว่า นอกจาก การเผาทางการเกษตรแล้ว จุดความร้อนอาจเป็นไฟฟ้าตามธรรมชาติได้เช่นกัน โดยครูอาจนำเสนอข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการเกิดไฟฟ้า (Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, 2017) ซึ่งภาคเหนือ มีแนวโน้มที่จะเกิดไฟฟ้าบ่อยครั้งกว่าภาคอื่น ครูอาจอภิปรายกับนักเรียน ด้วยว่า เหตุใดภาคเหนือจึงเกิดไฟฟ้าบ่อยครั้ง และไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับการเผา ตามฤดูกาลหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า การเผาตามฤดูกาลอาจ ก่อให้เกิดไฟฟ้าได้เช่นกัน

เมื่อนักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาหมอกควัน การเผา ตามฤดูกาล และวิถีชีวิตทางการเกษตรของผู้คนในพื้นที่แล้ว ครูจึงส่งเสริมให้ นักเรียนพัฒนาความเข้าใจที่ซับซ้อนมากขึ้นโดยการบูรณาการความเข้าใจ

เกี่ยวกับสภาพอากาศ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเข้าใจเป็นทุนเดิมอยู่แล้วว่า การเผาก่อให้เกิดฝุ่นละอองลอยขึ้นไปในอากาศ อย่างไรก็ตาม นักเรียนอาจยังไม่ได้สะท้อนคิดว่า ฝุ่นละอองลอยไปไหนหลังจากนั้น และการลอยของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง ในกรณีนี้ ครูจึงอาจให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการลอยตัวของฝุ่นละอองในอากาศ โดยครูอาจสร้างกรอบแนวคิดให้กับนักเรียนด้วยข้อมูลแผนที่อากาศ (Meteorological Department, n.d.-c) ซึ่งนักเรียนจะสังเกตเห็นว่า ฤดูหนาวเป็นช่วงเวลาที่มีความกดอากาศสูง จากนั้นนักเรียนอาจสร้างแบบจำลอง เพื่อสังเกตและเปรียบเทียบการลอยตัวของฝุ่นละอองในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิและความกดอากาศแตกต่างกัน

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์คือว่า เมื่อความกดอากาศต่ำ อากาศในบริเวณนั้นจะลอยตัวขึ้นสูง และอากาศในบริเวณใกล้เคียงจะเคลื่อนมาแทนที่ แต่เมื่อความกดอากาศสูง อากาศในบริเวณนั้นจะลอยขึ้นสูงไม่ได้มาก ดังนั้น อากาศจึงเคลื่อนตัวไปยังบริเวณใกล้เคียง ซึ่งการเคลื่อนตัวของอากาศส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในอากาศด้วยเช่นกัน ในกรณีนี้ ครูอาจใช้ข้อมูลแผนที่อากาศเพื่ออภิปรายให้นักเรียนเข้าใจว่า ภาคเหนือในช่วงฤดูหนาวมีความกดอากาศสูง ซึ่งหมายความว่า อากาศในบริเวณนั้นจะลอยตัวขึ้นสูงไม่ได้ อากาศจึง “พยายาม” เคลื่อนตัวไปยังบริเวณโดยรอบ เมื่อนักเรียนเข้าใจแนวคิดนี้แล้ว ครูจึงอภิปรายกับนักเรียนต่อไปว่า เหตุใดฝุ่นละอองจึงยังคงสะสมอยู่ในบริเวณนั้น และไม่เคลื่อนตัวไปยังบริเวณโดยรอบ ทั้งนี้เพราะนักเรียนยังคงสังเกตเห็นได้ว่า บริเวณนั้นยังคงเต็มไปด้วยหมอกควัน การอภิปรายนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือ ซึ่งมีเทือกเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ ซึ่งขวางกั้นการเคลื่อนตัวของฝุ่นละอองในอากาศ

จากลำดับขั้นของความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องปัญหาหมอกควัน ความท้าทายสำคัญอยู่ตรงรอยต่อระหว่างลำดับขั้นที่ 2 และ 3 ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพอากาศ โดยเฉพาะความกดอากาศ และการ

เคลื่อนตัวของอากาศ ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้น ม.4 เพียงส่วนน้อยก้าวข้ามความท้าทายนี้ได้ แม้นักเรียนเหล่านี้ผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพอากาศในระดับชั้น ม.1 มาแล้วก็ตาม ดังนั้น หากโรงเรียนต้องการบูรณาการปัญหาหมอกควันในหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนต้องแน่ใจว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพอากาศและภูมิประเทศในภาคเหนือ นักเรียนจึงจะเข้าใจกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันได้อย่างมีอ่องแท้และมีความหมาย การเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาหมอกควันจึงไม่ควรอยู่ในระดับชั้นใดชั้นหนึ่ง หากแต่โรงเรียนควรพัฒนาหลักสูตรหลายปี (Smith et al., 2006) ซึ่งนักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการเผา ฤดูกาล และวิถีชีวิตทางการเกษตรในระดับชั้นต้น ก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันในระดับชั้นสูงขึ้นต่อไป

เมื่อนักเรียนเข้าใจสาเหตุและกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันแล้ว ครูจึงอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับผลกระทบของปัญหาหมอกควัน ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ตระหนักและเข้าใจผลกระทบต่อสุขภาพได้ไม่ยาก ดังนั้น ครูจึงอาจอภิปรายเพื่อขยายความเข้าใจนี้ให้กว้างมากขึ้น โดยการให้นักเรียนพิจารณาผลกระทบด้านอื่น ๆ ที่สืบเนื่องมาจากผลกระทบต่อสุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นจำนวนนักท่องเที่ยวที่ลดลง และจำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากนักเรียนอาจสับสนระหว่างปัญหาหมอกควันกับปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ (เช่น ภาวะโลกร้อน) ครูอาจจำเป็นต้องทบทวนเกี่ยวสาเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศแต่ละประเภท ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า แม้ปัญหามลพิษทางอากาศต่างๆ อาจมีสาเหตุบางอย่างร่วมกัน (เช่น การเผาที่มีการปลดปล่อยทั้งฝุ่นละอองและ CO₂ ในอากาศ) แต่สารปนเปื้อนแต่ละชนิดส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

ในส่วนของแนวทางการแก้ปัญหาหมอกควัน ครูจำเป็นต้องเน้นย้ำกับนักเรียนเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหมอกควัน และอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุนั้น จากผลการวิจัยในครั้งนี้ นักเรียนจำนวนหนึ่งเข้าใจว่า การปลูกและรักษาป่าจะช่วยลดหรือแก้ปัญหาหมอกควัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเหล่านี้ยังไม่เข้าใจสาเหตุและกระบวนการเกิดปัญหาหมอกควันอย่างถ่องแท้ ครูจึงจำเป็นต้องอภิปรายกับนักเรียนว่าแนวทางการแก้ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาอย่างไร เนื่องจากการแก้ปัญหาหมอกควันเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue) การใช้ประเด็นนี้เพื่อจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ (Sadler et al., 2016) ตัวอย่างเช่น ครูอาจนำเสนอแนวคิด “การเผาภายใต้การกำกับ” (Prescribed burning) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้แย้งบนพื้นฐานของข้อมูลด้วยมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ (เช่น เกษตรกร และนักธุรกิจการท่องเที่ยว) และตัดสินใจว่าแนวคิดนี้ควรเป็นที่ยอมรับหรือไม่

ข้อเสนอแนะเหล่านี้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, 2013) ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การสร้างคำอธิบาย และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Ladachart and Yuenyong, 2016) แต่ด้วยปัญหาหมอกควันเป็นปรากฏการณ์ที่นักเรียนไม่สามารถสืบเสาะหรือจัดกระทำได้โดยตรง การให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจึงเป็นไปได้ยาก ในกรณีนี้ ครูสามารถใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่หน่วยงานต่าง ๆ เก็บรวบรวมไว้เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง (Ladachart et al., 2015) ตลอดจนชี้แจงความน่าเชื่อถือของคำอธิบายนั้นด้วยข้อมูลและหลักฐาน (Suttakun and Ladachart, 2013)

ดังนั้น หมอกควันแม้เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อในวงกว้างในภาคเหนือ แต่ก็มีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะต่อการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดหลายประการ ประการแรกคือจำนวนผู้ให้ข้อมูลที่จำกัด ดังนั้น เพื่อยืนยันความก้าวหน้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ งานวิจัยในอนาคตควรมีจำนวนผู้ให้ข้อมูลที่มากและหลากหลายยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่า ความก้าวหน้าในการเรียนรู้จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงหรือไม่ ประการที่สองคือวิธีการเก็บข้อมูล ซึ่งแม้แบบสอบถามเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนและวาดภาพเพื่อแสดงความเข้าใจของตนเอง แต่แบบสอบถามอาจยังไม่ละเอียดเพียงพอในการวัดความซับซ้อนในความเข้าใจของนักเรียน งานวิจัยในอนาคตจึงควรมีการใช้วิธีการเก็บข้อมูลอื่น เช่น การสัมภาษณ์ เพื่อตรวจสอบและยืนยันผลการวิจัยให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เนื่องด้วยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ชิ้นแรก ๆ ที่มุ่งพัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย งานวิจัยในอนาคตอาจเป็นการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น การรुकูล้ำของน้ำทะเลในภาคใต้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนเรื่องนั้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Allen, M. (2014). *Misconceptions in Primary Science*. Maidenhead : Open University Press.

- Black, P., Wilson, M., and Yao, S. (2011). **Road Maps for Learning : A Guide to the Navigation of Learning Progression.** Measurement: Interdisciplinary Research and Perspective, 9(2-3), 71-123.
- Boyes, E., Myers, G., Skamp, K., Stanisstreet, M., and Yeung, S. (2007). **Air Quality : A Comparison of Students' Conceptions and Attitudes across the Continents. Compare : A Journal of Comparative and International Education,** 37(4), 425-445.
- Boyes, E. and Stanisstreet, M. (1997). Children's Models of Understanding of Two Major Global Environmental Issues (Ozone Layer and Greenhouse Effects). **Research in Science and Technological Education,** 15(1), 19-28.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2010). **Indicators and Core Learning Content in Science According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551.** Bangkok: Press of the Agrocultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai)
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2017). **Draft of Learning Standards and Indicators in the Learning Areas of Mathematics, Science and Geography as Part of the Learning Area of Social Studies, Religion, and Culture (Revised Version B.E. 2560) According to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551.** Retrived November, 2017 from http://academic.obec.go.th/web/node/1/1/news_sec_detail/18. (in Thai)

- Clement, J. and Zietsman, A. (1989). Not All Perceptions Are Misconceptions: Finding “Anchoring Conceptions” for Grounding Instruction on Students’ Intuitions. **International Journal of Science Education**, 11(Special Issue), S54-S65.
- Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation. (2017). **Wildfire Areas in Each Province in B.E. 2560**. Retrived November, 2017 from <http://www.dnp.go.th/forestfire/web/frame/statistic.html> (in Thai)
- Dimitriou, A. and Christidou, V. (2007). Pupils’ Understanding of Air Pollution. **Journal of Biological Education**, 42(1), 24-29.
- Duschl, R., Maeng, S., and Sezen, A. (2011). Learning Progressions and Teaching Sequences: A Review and Analysis. **Studies in Science Education**, 47(2), 123-182.
- Kreasuwun, J., Chodamornsuk, C., Wirunvedchayan, O., and Ratjiranukool, P. (2008). **Weather Analysis and Air Pollution Warning: Full Research Report (Project Code RDG5130002)**. Bangkok : The Thailand Research Fund. (in Thai)
- Ladavalaya Na Ayuthya, S. (2015). The Expasion Results Project to Follow up the Solutions of Smog Crisis, Chiang Mai Province, B.E. 2555. **Political Science and Public Administration Journal**, 6(1-2), 109-126. (in Thai)
- Ladachart, L. (2015). **Qualitative Research for Science Teachers**. Bangkok : Chulalongkorn University Press. (in Thai)

- Ladachart, L. (2016). Learning Progressions in Science. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 7(1), 141-162. (in Thai)
- Ladachart, L., Chimphali, K., Aryowong, N., Ngaewkoodrua, N., Srakhao, S., Wangead, C., and Thammaprateep, J. (2015). Ninth Grade Students' Making Scientific Inferences and Explanations. Silpakorn University **Journal of Social Sciences, Humanities, and Art** (Thai Version), 35(1), 171-206. (in Thai)
- Ladachart, L. and Ladachart, L. (2016). From Students' Explanations towards a Way to Learning Design about Global Warming. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 7(1), 88-102. (in Thai)
- Ladachart, L. and Yuenyong, C. (2016). What Thai Science Teachers Should Learn from the Programme for International Student Assessment. **Parichart Journal**, 28(2), 108-137.
- Larkin, D. (2012). Misconceptions about "Misconceptions": Preservice Secondary Science Teachers' Views on the Value and Role of Student Ideas. **Science Education**, 96(5), 927-959.
- Myers, G., Boyes, E., and Stanisstreet, M. (1999). Something in the Air : School Students' Ideas about Air Pollution. **International Research in Geographical and Environmental Education**, 8(2), 108-119.

- Myers, G., Boyes, E., and Stanisstreet, M. (2004). School Students' Ideas about Air Pollution : Knowledge and Attitudes. **Research in Science and Techological Education**, 22(2), 133-152.
- Nakseeharach, D. (2016). Forest Laws of Thailand and the Dynamics of Asean Cooperation for Preventing Transboundary Haze Pollution from Forest Fires. **Journal of Environmental Management**, 12(1), 198-113. (in Thai)
- National Research Council. (2007). **Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8**. Washington, D.C.: The National Academics.
- NGSS Lead States. (2013). **Next Generation Science Standards: For States, By States**. Washington D.C. : National Academy of Sciences.
- Office of Agricultural Economic. (2014). **Unified Data in the Nothern Regien B.E. 2557**. Retrived on November, 2017, from <http://www.oae.go.th/download/forecast/unityofnorthregion2557.pdf> (in Thai)
- Office of Agricultural Economic. (2016). **Monthly Calendar of Important Argicultural Products B.E. 2559/2560**. Retrived on November, 2017, from http://www.oae.go.th/download/banner_files/calendar1-10-57.pdf (in Thai)
- Pochanaet, P. (2016). 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. (in Thai)

- Pollution Control Department. (2005). **National Master Plan for Opening Burning Control**. Retrived on November, 2017, from http://infofile.pcd.go.th/air/air_Openburning.pdf?CFID=1629110&CFTOKEN=16341544 (in Thai)
- Pollution Control Department. (2017a). **Action Plan for Preventing and Reducing Haze Air Pollution in the Northern Regien B.E. 2560**. Retrived on November, 2017, from http://infofile.pcd.go.th/air/northair_actionpln20170207.pdf?CFID=1629110&CFTOKEN=16341544 (in Thai)
- Pollution Control Department. (2017b). **Summary of Air Quality Data B.E. 2557-2559**. Retrived on September, 2017, from <http://aqnis.pcd.go.th> (in Thai)
- Pui-ming Yeung, S. P., Boyes, E., and Stanisstreet, M. (2004). Air Pollution: The Knowledge and Attitudes of Secondary School Students in Hong Kong. **International Research in Geographical and Environmental Education**, 13(1), 21-37.
- Rayanakorn, M. (2010). **Haze and Air Pollution in Chiang Mai**. Chiang Mai: Login Design Work. (in Thai)
- Sadler, T. D., Romine, W. L., and Topcu, M. S. (2016). Learning Science Content through Socio-scientific Issues-based Instruction: A Multi-level Assessment Study. **International Journal of Science Education**, 38(10), 1622-1635.
- Skamp, K., Boyes, E., and Stanisstreet, M. (2004). Students' Ideas and Attitudes about Air Quality. **Research in Science Education**, 34(3), 313-342.

- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., and Krajcik, J. (2006). Implications of Research for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. **Measurement: Interdisciplinary Research and Perspective**, 14(1&2), 1-98.
- Suttakun, L. and Ladachart, L. (2013). Fourth Grade Students' Scientific Reasoning. **Naresuan University Journal : Science and Technology**, 21(3), 107-123. (in Thai)
- Thailand Fire Monitoring System. (n.d.). **Daily Fire Situation Data**. Retrived on November, 2017, from <http://fire.gistda.or.th/download.html> (in Thai)
- Thornber, J., Stanisstreet, M., and Boyes, E. (1999). School Students' Ideas about Air Pollution: Hindrance or Help for Learning? **Journal of Science Education and Technology**, 8(1), 67-73.
- Topographic-Map. (n.d.). **Chiang Mai**. Retrived on November, 2017, from <http://en-gb.topographic-map.com/places/Chiang-Mai-6644747>
- Unthongdee, N. and Chompunth, C. (2014). Public Participation in Prevention and Solution of Haze Air Pollution in Mae Hong Son Province. **Journal of Environmental Management**, 10(2), 21-38. (in Thai)
- Wylie, J., Sheehy, N., McGuinness, C., and Orchard, G. (1998). Chidren's Thinking about Air Pollution: A Systems Theory Analysis. **Environmental Education Research**, 4(2), 117-137.