

การพัฒนาเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Climate Change Awareness Measuring Instruments of Upper Secondary School Students

ปิยธิดา สุภา^{1*} และ จรรยา ดาสา²

Piyatida Supa^{1*} and Chanyah Dahsah²

(Received: January 30, 2024; Revised: February 19, 2024; Accepted: February 20, 2024)

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นภัยคุกคามสำคัญต่ออนาคตของเยาวชนในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาความตระหนักรู้ของบุคคลโดยเฉพาะเยาวชน เพื่อพร้อมรับกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสิ่งสำคัญคือ การมีเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพเพื่อทราบเกี่ยวกับระดับความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเยาวชน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเยาวชน โดยทำการวัดใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รวมทั้งสิ้น 300 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นแบบทดสอบเลือกตอบถูกผิด และแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดพบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจ และแบบวัดเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.70 และ 0.97 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันยืนยันของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 15 ตัวบ่งชี้ย่อย แบบวัดที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างและเป็นไปตามเกณฑ์ค่าสถิติวัดระดับความสอดคล้องและโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square = 91.187, df = 72, Relative Chi-square = 1.266, p-value = 0.063 RMSEA = 0.030, RMR = 0.039, GFI = 0.961, NFI = 0.969, TLI = 0.990, CFI = 0.993)

คำสำคัญ ความตระหนักรู้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

¹ นิสิตปริญญาเอก ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹ Doctoral degree student, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

² Assistant Professor, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

* Corresponding Author Email: piyatida.supa@g.swu.ac.th

Abstract

Climate change is a major threat to the future of today's youths. It is necessary to increase individual climate change awareness of young people to cope with climate change. Thus, effective measuring instruments are required to understand young people's awareness of climate change. This research aimed to create a measuring instrument to assess youths' awareness of climate change and validate it by assessing three components: understanding, attitudes, and behavior. The sample was 300 upper secondary school students, obtained by multi-stage random sampling. The data were collected by an understanding of climate change test, which was a true-false item test, and a 5-point rating scale questionnaire inquiring about climate change attitudes and behavior. The reliability of the understanding test was 0.70 and the reliability of the attitudes and behavior questionnaire was 0.97, respectively. As a result of the study, the confirmatory factor analysis of climate change measuring instruments consisted of 3 components and 15 observed variables. The measuring instruments revealed construct validity and consistency between the model and empirical data. (Chi-square = 91.187, df = 72, Relative Chi-square = 1.266, p-value = 0.063 RMSEA = 0.030, RMR = 0.039, GFI = 0.961, NFI = 0.969, TLI = 0.990, CFI = 0.993).

Keywords: awareness, climate change, upper secondary school student

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดที่โลกกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน จากการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties: UNFCCC COP) (IPCC, 2013) การประชุมสุดยอดว่าด้วยการดำเนินการด้านสภาพภูมิอากาศ (United Nations Climate Action Summit) รายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศปี ค.ศ. 2021 รวมถึงรายงานข้อมูลพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ (climate change 2021 The physical science basis) (Masson-Delmotte et al., 2021) อีกทั้งการวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมา (Abbass et al., 2022; Parmesan et al., 2022) ชี้ให้เห็นว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นและมีสาเหตุมาจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการทำการเกษตร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น (IPCC, 2013; Jirawut, 2021) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถือเป็นภัยคุกคามยิ่งใหญ่ที่สุด ที่เด็กและเยาวชนทั่วโลกกำลังเผชิญ เพราะไม่เพียงแต่เป็นกลุ่มที่มีความเปราะบางต่อสภาพอากาศ อากาศร้อนจัด ความมั่นคงทางอาหาร และโรคระบาดจากผลการวิจัยคาดการณ์ว่า เด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี จำนวน 10.3 ล้านคน หรือคิดเป็นกว่า ร้อยละ 75 ของเด็กทั่วประเทศ จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Chen et al., 2017; Masson-Delmotte

et al., 2021) ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญและเร่งด่วน ทำให้มีการเรียกร้องให้รัฐบาลแต่ละประเทศส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความตระหนักรู้ให้กับประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มเด็กและเยาวชนให้มีความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อปรับตัวและหาวิธีบรรเทาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012)

จากรายงานผลการศึกษาของ Thailand Development Research Institute (2022) การจัดการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้กับผู้เรียนยังไม่เพียงพอทั้งด้านโอกาสและคุณภาพในการจัดการศึกษา และมีข้อเสนอแนะให้มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้กับผู้เรียน (UNESCO, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์กรอบหลักสูตรระดับชาติของ 100 ประเทศในปี พ.ศ. 2564 โดยองค์การยูเนสโก ที่แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรระดับชาติจำนวนกว่า 50 ประเทศ ไม่มีเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNESCO, 2022) สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของประเทศไทย พบว่ามีการกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยจัดเป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทุกคนต้องเรียน เนื้อหาในหลักสูตรส่วนใหญ่เน้นทางด้านความรู้ความเข้าใจ แต่ยังขาดประเด็นที่เกี่ยวกับการเตรียมรับมือและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำลังเกิดขึ้น ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดกรอบมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษายุคใหม่ (NGSS) มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ต้องเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษา โดยมีการเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรการของภาครัฐ การเมือง สังคม และเศรษฐกิจ เพื่อส่งเสริมให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้ยังมีประเทศแถบยุโรปอีกหลายประเทศที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อส่งเสริมความรู้ ความตระหนัก การรับรู้เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศให้กับผู้เรียน (Jones, 2021; Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012) แต่อย่างไรก็ตามจากการประเมินระดับความรู้ของเด็กและเยาวชนขององค์การยูเนสโกในปี พ.ศ. 2565 พบว่านักเรียนร้อยละ 70 ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การรับมือและปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ และมีความต้องการให้มีการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับท้องถิ่นของตนเพิ่มมากขึ้น (UNESCO, 2019)

ความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change awareness) เป็น 1 ใน 8 ของสมรรถนะหลักเพื่อความยั่งยืน (key competencies for sustainability) ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนา (Rieckmann, 2017) เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) (UNESCO, 2020) ความตระหนักรู้เป็นความสามารถในการแสดงออกถึงความรู้สึกและอารมณ์ที่เกิดจากความเข้าใจ มีความรู้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ รับรู้ประเด็นปัญหา และมีความรับผิดชอบต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (McNeill & Vaughn, 2012) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาองค์ประกอบของความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในองค์ประกอบที่แตกต่างกัน เช่น ด้านความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พฤติกรรมต่อสภาพ

ภูมิอากาศ เจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความกังวลส่วนบุคคลต่อสภาพภูมิอากาศ การปฏิบัติต่อส่วนรวม ทักษะ และความสนใจของบุคคลต่อสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น (Ekpo & Olatunde-Aiyedun, 2019; Kuthe et al., 2019; UNESCO, 2019; Oliver & Adkins, 2020; Jürkenbeck et al., 2021; Manosorn & Samiphak, 2022) ทั้งนี้ ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสรุปว่า ความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบหลัก และมีเครื่องมือวัด ดังนี้ 1) ด้านความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบอัตนัย และแบบเลือกตอบถูกผิด 2) ด้านเจตคติเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ วัดได้จาก แบบทดสอบอัตนัย แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามมาตราประมาณค่า (Likert-scale) 3) ด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ใช้แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามมาตราประมาณค่า (Likert-scale) (McNeill & Vaughn, 2012; Ekpo & Olatunde-Aiyedun, 2019; Kuthe et al., 2019) นอกจากนี้งานวิจัยยังระบุว่า องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในทางบวก เช่น เมื่อผู้เรียนมีเจตคติที่ดี จะเกิดการปรับพฤติกรรมเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามไปด้วย (Akhtar et al., 2020; Arıkan & Günay, 2021) แต่ในทางกลับกัน พบว่า ความรู้และเจตคติไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ (Jankó et al., 2018) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังพบงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศค่อนข้างน้อย และยังไม่พบงานวิจัยที่ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

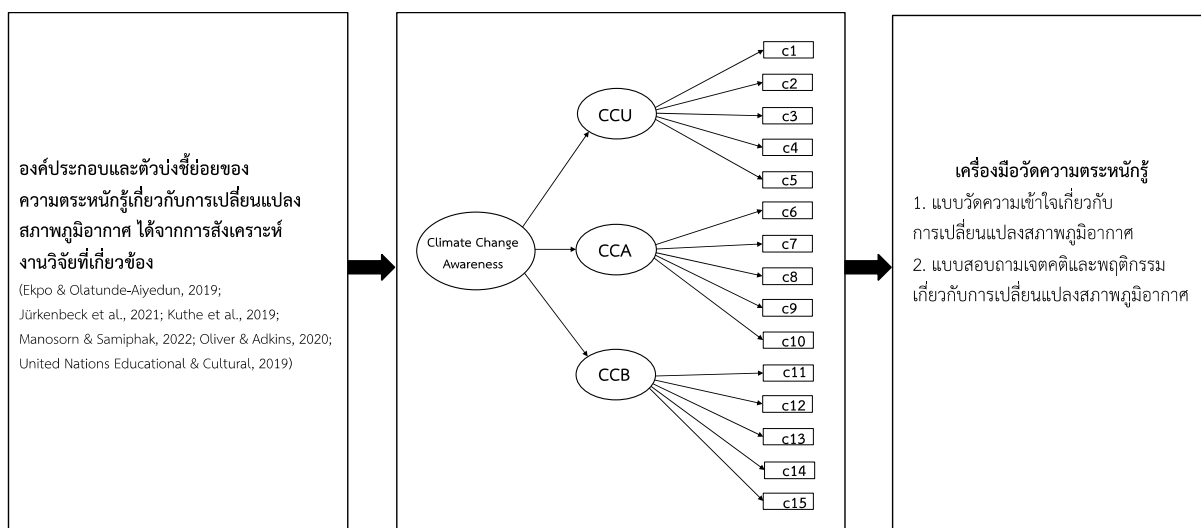
จากที่กล่าวมาข้างต้น การพัฒนาเยาวชนให้มีความพร้อมในการรับมือและเกิดความตระหนักรู้ในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ควรส่งเสริมทั้งด้านความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ (Ardoin et al., 2020) ซึ่งการพัฒนาเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามองค์ประกอบที่ระบุไว้ทั้ง 3 องค์ประกอบนั้นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็น ดังนั้นเพื่อยืนยันว่าเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งสามองค์ประกอบ มีองค์ประกอบตามที่ทฤษฎีกำหนดจริง และระบุความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบว่าค่าอำนาจหน้าที่ของตัวแปรสังเกตได้ตัวใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากันได้ จะช่วยยืนยันความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สร้างขึ้นได้ (Suksawang, 2020) และผลที่ได้จากการวิจัยนี้ยังเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้กับผู้เรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และตรวจสอบคุณภาพด้านอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change awareness) ผู้วิจัยจึงต้องสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงนำองค์ประกอบที่สังเคราะห์ได้ ทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) เจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ 3) พฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ จำนวน 15 ตัวบ่งชี้ย่อย แสดงรายละเอียดดังตาราง 1 มาสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักรู้ ประกอบด้วย 1) แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ 2) แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในสังกัดคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตภาคกลาง จำนวน 181,855 คน (Office of the Basic Education Commission, 2023)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในสังกัดคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตภาคกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 1 โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มี 10-20 เท่าต่อตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร (Schumacker & Lomax, 2016) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 15 ตัวแปร ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำควรมีจำนวน 150-300 คน ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน เพื่อให้เพียงพอสำหรับการสรุปอ้างอิงไปยังประชากรที่ศึกษา (Chomeya et al., 2022) จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการสุ่ม คือ ขั้นที่ 1 การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งโรงเรียนในเขตภาคกลางออกเป็น 4 ขนาด

ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ (มากกว่า 2,500 คน) ขนาดใหญ่ (1,500 ถึง 2,499 คน) ขนาดกลาง (500 ถึง 1,499 คน) และขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 500 คน) ขั้นที่ 2 การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากโรงเรียนในเขตภาคกลาง ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 2 โรงเรียน ขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน ขนาดกลาง จำนวน 1 โรงเรียน และขนาดเล็ก จำนวน 1 โรงเรียน รวมทั้งหมดจำนวน 5 โรงเรียน ขั้นที่ 3 การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยใช้ นักเรียนทั้งหมดในห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 ห้องเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จนได้กลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ จำนวนทั้งสิ้น 300 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (understanding of climate change test) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบถูกผิด จำนวน 20 ข้อ ใช้วัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change attitude and behavior questionnaire) มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ใช้วัดองค์ประกอบด้านเจตคติและพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ โดยมีวิธีการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อกำหนดองค์ประกอบของความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.2 ร่างเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (understanding of climate change test) 2) แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change attitude and behavior questionnaire) แสดงรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ย่อย และตัวอย่างคำถามในเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้ย่อย	ตัวอย่างข้อคำถาม
แบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (แบบเลือกตอบถูกผิด)	ความเข้าใจ	1.บอกหลักการสำคัญ	- แก๊สเรือนกระจกทำหน้าที่คล้ายกับหลังคาของโลก ช่วยควบคุมอุณหภูมิในเวลากลางวัน
	เกี่ยวกับการ	เกี่ยวกับการ	- ไม้ร้อนเกินไปและกลางคืนไม่หนาวเกินไป
	เปลี่ยนแปลงสภาพ	เปลี่ยนแปลงสภาพ	- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุเดียวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
	ภูมิอากาศ	ภูมิอากาศ (c1)	- เมื่อแผ่นน้ำแข็งขั้วโลกละลายเป็นน้ำในมหาสมุทร อุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
		ภูมิอากาศกับการเพิ่มระดับน้ำทะเล (c2)	- ธารน้ำแข็งที่กรีนแลนด์หลอมเหลวจะส่งผลให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น
		3. บอกแนวทางแก้ปัญหาพฤติกรรม	- การรับประทานอาหารมังสวิรัต ช่วยลดปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้ย่อย	ตัวอย่างข้อคำถาม
แบบสอบถาม เจตคติและ พฤติกรรมเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (แบบมาตราประมาณ ค่า 5 ระดับ)	เจตคติต่อการ เปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ	บริบทต่อการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c3)	- การรับประทานกล้วยเนื้อป่อยแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์มากกว่ากล้วยเดี่ยวไก่อ
		4. บอกแนวทางการ แก้ปัญหาขยะอาหาร (c4)	- มีนาซื้อวัตถุดิบในการประกอบอาหาร เท่าที่จำเป็นต้องใช้ - กිරินำอาหารที่เหลือบางส่วนไปบริจาค ให้บ้านพักคนชราและบ้านเด็กกำพร้า
		5. บอกแนวทางลด ปัญหาการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (c5)	- พืชใช้ระบบขนส่งสาธารณะในการไปทำงาน หรือเลือกใช้การขี่จักรยาน หรือเดินเท้า หากระยะทางที่ไม่ไกลมากนัก - จินตนาปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง เพื่อส่งออกข้าวไปขายต่างประเทศ
	พฤติกรรม ต่อการ เปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ	1. การรับรู้สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c6)	- ฉันสนใจที่จะรับฟังข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ฉันคิดว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะไม่เกิดขึ้นจริง
		2. การแสดงออก เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c7)	- ฉันมีความกังวลเกี่ยวกับ สถานการณ์การ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศในปัจจุบัน - ฉันกลัวว่ากิจกรรมในชีวิตประจำวันของฉันจะ ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
		3. การเห็นคุณค่าของ ตนเองต่อการลดปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c8)	- ฉันสนับสนุนการใช้พลังงานสะอาด เพื่อลด ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - เมื่อฉันลดการบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้
		4. การหาแนวทาง/ มาตรการ เพื่อลดปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c9)	- ฉันคิดว่าต้องใช้มาตรการบางอย่างในการ แก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเร็วที่สุด - ฉันคิดว่าการปฏิบัติตามมาตรการของภาครัฐ ในการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นเรื่องที่ทุกคนควรมีส่วนร่วม
		5. การสร้างค่านิยมเพื่อ ลดปัญหาการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c10)	- ฉันเชื่อว่าการปรับพฤติกรรมของตนเองช่วย แก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ - ฉันสนใจที่จะเข้าร่วมโครงการที่ช่วยแก้ไขปัญห เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
		1. ความสนใจเกี่ยวกับ วิธีการลดปัญหาการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ (c11)	- ฉันเคยเห็นผลิตภัณฑ์ที่มีสัญลักษณ์การใช้ซ้ำ หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ - ฉันเคยพบเห็นสินค้าที่แนบฉลากคาร์บอน ผลิตภัณฑ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้ย่อย	ตัวอย่างข้อคำถาม
		2. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c12)	- ดันเต็มใจนำถุงผ้าไปซื้อสินค้าเสมอ - ดันใช้น้ำอย่างประหยัด และอนุรักษ์การใช้น้ำอย่างถูกวิธี
		3. การเตรียมพร้อมเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c13)	- ดันติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นประจำ - ดันศึกษาข้อมูลปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอยู่เสมอ
		4. การปฏิบัติเพื่อต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c14)	- ดันมักจะเข้าร่วมโครงการเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเมื่อมีโอกาส - ดันริเริ่มโครงการที่ช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
		5. ลักษณะนิสัยเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c15)	- ดันคำนวณรอยเท้าคาร์บอนจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอ - ดันกล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อได้ร่วมในเวทีสนทนาหรือโอกาสต่าง ๆ

2.3 นำเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไขภาษาตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 และปรับปรุงแก้ไขภาษาเพื่อให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

2.4 ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน พบว่า แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.81 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้สูตร Kuder Richardson – 20 (KR-20) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 สำหรับแบบวัดเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดอยู่ระหว่าง 0.21-0.82 และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.97 จะได้แบบวัดความเข้าใจ จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูลแบบออนไลน์จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ในช่วงเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จำนวน 300 คน โดยใช้ 1) แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ และ 2) แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ โดยชี้แจงรายละเอียดว่าการรายงานผลวิจัยเป็น

การรายงานในภาพรวม และชี้แจงความเสี่ยงที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเสียเวลาในการให้ข้อมูล และกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิที่จะปฏิเสธการให้ข้อมูลได้ เพื่อให้เป็นไปตามหลักการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งนักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดและแบบสอบถามประมาณ 45 นาที และจากเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์ของข้อมูลจำนวน 300 ฉบับ จำนวนนักเรียนจำแนกตามเพศ และระดับการศึกษาแสดงรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนในสถานศึกษาจำแนกตามเพศ และระดับการศึกษา

ลักษณะพื้นฐาน		ความถี่	ร้อยละ
ระดับการศึกษา	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	77	25.6
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	127	42.4
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	96	32.0
เพศ	ชาย	101	33.6
	หญิง	199	66.4

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

4.1 เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา คำนวณค่าดัชนี IOC โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน หาค่าความยาก อำนาจจำแนก และหาความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้สูตร Kuder Richardson – 20 (KR-20) และหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach)

4.2 เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (first order confirmatory factor analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ของการประเมินความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้โปรแกรม SPSS และ โปรแกรม Amos สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (χ^2) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาคือ มีค่าที่คำนวณได้น้อยกว่าไคสแควร์ตาราง หรือพิจารณาค่า p-value ต้องมากกว่า 0.05 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (relative Chi-square) มีค่าน้อยกว่า 2 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (GFI) มีค่ามากกว่า 0.95 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือ 0.08 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (RMR) มีค่าเข้าใกล้ 0 ดัชนีเอ็นเอฟไอ (NFI) มีค่ามากกว่า 0.95 ดัชนีซีเอฟไอ (CFI) มีค่ามากกว่า 0.95 และดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (TLI) มีค่ามากกว่า 0.95 ผู้วิจัยจะปรับโมเดลตามดัชนีปรับปรุงแบบ (modification indices) จนกว่าโมเดลจะสอดคล้อง กับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีความตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยนำเสนอตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นการอธิบายหลักการสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) เจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การมีความรับผิดชอบและเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขและป้องกัน เพื่อให้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นไปในทางที่ดียิ่งขึ้น และ 3) พฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ เป็นการแสดงออกที่บุคคลตั้งใจกระทำเพื่อลดผลกระทบทางลบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบดังกล่าวมาเป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การวัดองค์ประกอบด้านความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใช้แบบวัดความเข้าใจที่มีลักษณะเลือกตอบถูกผิด จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัด 20 นาที แบบวัดมีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.81 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้สูตร Kuder Richardson – 20 (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.70

1.2 การวัดองค์ประกอบด้านเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ใช้แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัด 20 นาที มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดมีค่าระหว่าง 0.21-0.82 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach) เท่ากับ 0.97

2. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (first order confirmatory factor analysis) ของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาผลการคำนวณค่าดัชนี Kaiser - Meyer - Olkin (KMO) และค่าสถิติ Bartlett's test of Sphericity พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.852 และ 3067.174 ($p < 0.01$) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลชุดนี้ ตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดต่อไป

องค์ประกอบความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 15 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ย่อย ได้แก่ 1) บอกหลักการสำคัญเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c1) 2) บอกผลกระทบการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศกับการเพิ่มระดับน้ำทะเล (c2) 3) บอกแนวทางแก้ปัญหาพฤติกรรมการบริโภคต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c3) 4) บอกแนวทางการแก้ปัญหาขยะอาหาร (c4) และ 5) บอกแนวทางลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c5)

องค์ประกอบที่ 2 ด้านเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ย่อย ได้แก่ 1) การรับรู้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c6) 2) การแสดงออกเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c7) 3) การเห็นคุณค่าของตนเองต่อการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c8) 4) การหาแนวทาง/มาตรการ เพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c9) และ 5) การสร้างค่านิยมเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c10)

องค์ประกอบที่ 3 ด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ย่อย 1) มีความสนใจเกี่ยวกับวิธีการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c11) 2) มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c12) 3) มีการเตรียมพร้อมเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c13) 4) มีการปฏิบัติเพื่อต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c14) และ 5) มีลักษณะนิสัยเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c15)

โมเดลการวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล ประกอบด้วยค่าสถิติ Chi-square = 91.187, df = 72, Relative Chi-square = 1.266, p-value = 0.063 RMSEA = 0.030, RMR = 0.039, GFI = 0.961, NFI = 0.969, TLI = 0.990, CFI = 0.993 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ค่าสถิติวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Measures) นั่นคือ ดัชนีความสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ Relative Chi-square มีค่าน้อยกว่า 2 ดัชนี RMSEA และ RMR มีค่าน้อยกว่า 0.05 และ ดัชนี GFI, AGFI NFI, TLI และ CFI มีค่ามากกว่า 0.95 (Schumacker & Lomax, 2016; Suksawang, 2020) จึงสรุปได้ว่า โมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักสูงสุดของด้านความเข้าใจ คือ c1, c4 และ c5 ตามลำดับ ตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักสูงสุดของด้านเจตคติคือ c10, c9 และ c7 ตามลำดับ ตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักสูงสุดของด้านพฤติกรรม คือ c11, c15 และ c14 ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตัวแปร	ด้านความเข้าใจ (Understanding)				ด้านเจตคติ (Attitude)				ด้านพฤติกรรม (Action)				r ²
	Beta	b	SE	C.R.	Beta	b	SE	C.R.	Beta	b	SE	C.R.	
c1	0.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.995
c2	0.31	0.18	0.05	3.65	-	-	-	-	-	-	-	-	0.207
c3	0.42	0.37	0.07	6.54	-	-	-	-	-	-	-	-	0.356
c4	0.98	0.99	0.02	57.56	-	-	-	-	-	-	-	-	0.993
c5	0.54	0.46	0.16	8.45	-	-	-	-	-	-	-	-	0.441
c6	-	-	-	-	0.52	0.49	0.11	6.00	-	-	-	-	0.42

ตัวแปร	ด้านความเข้าใจ (Understanding)				ด้านเจตคติ (Attitude)				ด้านพฤติกรรม (Action)				r ²
	Beta	b	SE	C.R.	Beta	b	SE	C.R.	Beta	b	SE	C.R.	
c7	-	-	-	-	0.75	0.87	0.13	8.79	-	-	-	-	0.666
c8	-	-	-	-	0.63	0.75	0.11	8.35	-	-	-	-	0.565
c9	-	-	-	-	0.77	0.87	0.13	8.68	-	-	-	-	0.648
c10	-	-	-	-	0.84	1.00	-	-	-	-	-	-	0.715
c11	-	-	-	-	-	-	-	-	0.78	0.91	0.08	12.19	0.78
c12	-	-	-	-	-	-	-	-	0.62	0.72	0.07	9.83	0.617
c13	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	0.89	0.07	13.43	0.694
c14	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	1.00	-	-	0.723
c15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.76	0.95	0.06	14.67	0.759
ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.94													
ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านเจตคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.41													
ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.60													
Chi-square = 91.187, df = 72, Relative Chi-square = 1.266, p-value = 0.063 RMSEA = 0.030, RMR = 0.039, GFI = 0.961, NFI = 0.969, TLI = 0.990, CFI = 0.993													

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) พบว่า ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบของโมเดลการวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีค่าเป็นบวกทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.94 ด้านเจตคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.41 ด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ มีค่า 0.60 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ย่อยทุกตัวมีค่าเป็นบวกอยู่ระหว่าง 0.31 - 0.99 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นั่นคือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ถูกวัดโดยแบบวัดความเข้าใจแบบเลือกตอบถูกผิด (true-false test) และแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ มีความตรงเชิงโครงสร้างทุกข้อ

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อพิจารณารายละเอียดค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวก นั่นคือเจตคติมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ส่วนตัวแปรแฝงระหว่างด้านความเข้าใจกับด้านเจตคติ และด้านความเข้าใจกับด้านพฤติกรรม มีค่าเข้าใกล้ 0 นั่นคือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และพฤติกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเอ็กนัย (AVE: Average Variance Extracted) ความเชื่อมั่นส่วนประกอบ (CR: Composite Reliability)

และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (MSV: Maximum Shared Variance) พบว่า ค่า AVE ของทั้งสามองค์ประกอบ มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่าองค์ประกอบความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความเที่ยงตรงเชิงเอกนัย ค่า CR มากกว่า 0.7 และค่า MSV และ ASV น้อยกว่า AVE แสดงว่าทั้งสามองค์ประกอบ มีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก แสดงรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ค่าความเชื่อมั่นส่วนประกอบ ความเที่ยงตรงเชิงเอกนัย และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก

ตัวแปรแฝง	ด้านความเข้าใจ (understanding)	ด้านเจตคติ (attitude)	ด้านพฤติกรรม (action)	AVE	CR	MSV	ASV
ด้านความเข้าใจ (understanding)	1.00	-	-	0.501	0.808	0.43	0.17
ด้านความเข้าใจ (understanding)	0.022	1.00	-	0.506	0.833	-	-
ด้านความเข้าใจ (understanding)	0.003	0.43	1.00	0.513	0.840	-	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (first order confirmatory factor analysis) อภิปรายผลการวิจัยตามความมุ่งหมายการวิจัย ได้ดังนี้

1. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2 ชนิด ได้แก่ 1) แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ และ 2) แบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยแบบวัดความเข้าใจเป็นแบบทดสอบเลือกตอบถูกผิด ใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของผู้เรียน โดยข้อคำถามใช้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก ซึ่งสอดคล้องกับ Leiserowitz et al. (2011) ที่ใช้แบบทดสอบถูกผิดประเมินความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเยาวชนในสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งการใช้แบบทดสอบเลือกตอบถูกผิด จะช่วยให้ทราบถึงระดับความรู้ของผู้เรียน

ได้ง่าย สะดวก และเครื่องมือวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยเฉพาะการสำรวจความเข้าใจทางทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเบื้องต้น และการรับรู้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบัน (Trott, 2020; Pruekpramool, 2023)

สำหรับการประเมินความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเกี่ยวข้องกับด้านเจตคติและพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ เช่น ความคิดเห็น ความรู้สึก ทศนคติ และการปฏิบัติของผู้เรียนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อความตามระดับมากน้อยของความรู้สึก ทำให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามตามความเป็นจริงจากความรู้สึกของตนเอง สอดคล้องกับ Clayton & Karazsia (2020) ที่ได้พัฒนาแบบวัดความวิตกกังวลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยพบว่าแบบวัดที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ทราบระดับความรู้สึกของผู้ตอบแบบวัดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในเชิงบวกและเชิงลบได้ละเอียดมากขึ้น เช่น ความรู้สึกเศร้า ความกลัว และความวิตกกังวล

คุณภาพของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่แบบวัดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 20 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) มีค่าความยากระหว่าง 0.25 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.81 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้สูตร Kuder Richardson - 20 (KR-20) เท่ากับ 0.70 และแบบสอบถามเจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.82 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach) เท่ากับ 0.97 นั่นคือ เครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวนทั้ง 40 ข้อ มีคุณภาพ เนื่องจากข้อคำถามมีความครอบคลุมเนื้อหาซึ่งอาจเนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เครื่องมือมีความตรงเชิงเนื้อหา สามารถวัดได้ตามสิ่งที่ต้องการวัด (Ongiem, 2018) นอกจากนี้เครื่องมือวัดทั้ง 2 ชนิด ยังมีค่าความเชื่อมั่นสูง แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดมีความคงเส้นคงวา และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ (Phanprom et al., 2021)

2. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (first order confirmatory factor analysis) ของเครื่องมือวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือการวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และสามารถวัดความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

เนื่องจากมีค่าน้ำหนักขององค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบมีค่าเป็นบวก องค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด คือ ด้านความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (0.94) รองลงมาคือด้านพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ (0.60) และด้านเจตคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (0.41) ตามลำดับ สอดคล้องกับหลายงานวิจัย อาทิ งานวิจัยของ Gönen et al. (2023) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจและพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในเรื่องของการรับมือและปรับตัวต่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ เพื่อลดผลกระทบต่อนสภาพภูมิอากาศและเตรียมพร้อมในการรับมือสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น และงานวิจัยของ Timmons & Lunn (2022) ที่พบว่า การมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และทราบที่มาของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศว่า เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตามการมีความรู้ความเข้าใจเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของบุคคลได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น หลักการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c1) ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการเพิ่มระดับน้ำทะเล (c2) พฤติกรรมการบริโภคต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c3) การแก้ปัญหาขยะอาหาร (c4) การลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c5) ไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติและพฤติกรรมต่อนสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นสาเหตุให้การรับรู้หรือการแสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อนสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นของเด็กและเยาวชนมีเพียงเล็กน้อย งานวิจัยนี้ได้ผลการวิจัยเพิ่มเติมพบว่า เจตคติมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมต่อนสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพฤติกรรมบ่งชี้ย่อยของผู้เรียนด้านเจตคติสะท้อนให้เห็นว่า แนวทางหรือมาตรการเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c9) และสร้างค่านิยมเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c10) ส่งผลต่อพฤติกรรมหรือเปลี่ยนแปลงนิสัยส่วนตัวได้ เช่น ผู้เรียนมีความสนใจแนวทางการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c11) กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาตรการของภาครัฐ การติดตามข่าวสาร การเข้าร่วมโครงการที่ช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการมีส่วนร่วมรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ ส่งต่อข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นการปฏิบัติเพื่อต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (c14) สอดคล้องกับ Dijkstra & Goedhart (2012) ที่พบว่า ความรู้มีผลต่อเจตคติ และพฤติกรรมในระดับต่ำ เจตคติมีผลต่อพฤติกรรมต่อนสภาพภูมิอากาศในระดับปานกลาง แม้ว่าคนส่วนใหญ่จะมีความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และลดผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ต่อนสภาพภูมิอากาศยังเป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญและส่งเสริมต่อไป (Otto et al., 2019) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ควรเน้นแค่ด้านความรู้ความเข้าใจดังที่มีอยู่ในหลักสูตรปัจจุบัน แต่ควรส่งเสริมการพัฒนาเจตคติของผู้เรียน เนื่องจากเจตคติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนสูงกว่าความรู้ความเข้าใจ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันยันทำให้ทราบว่า องค์ประกอบความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด ดังนั้นครูยังต้องให้ความสำคัญกับด้านความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้เรียน เช่น หลักการสำคัญเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มระดับน้ำทะเล พฤติกรรมการบริโภคต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ขยะอาหาร และการปรับตัวและบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1.2 การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าองค์ประกอบความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านความรู้ไม่มีผลต่อเจตคติและพฤติกรรม แต่ด้านเจตคติส่งผลต่อพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศของผู้เรียน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมกับการดำเนินการด้านสภาพภูมิอากาศและปฏิบัติจริงในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยอาจจะเริ่มจากวิกฤติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากระดับท้องถิ่นสู่ระดับโลก เพื่อให้เชื่อมโยงกับบริบทจริงหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยเครื่องมืออื่น ๆ เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมแบบสัมภาษณ์ เป็นต้น เพื่อประเมินความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนร่วมกัน และสะท้อนผลการวัดและประเมินความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียนทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ

2.2 ควรมีการศึกษาเทคนิควิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการพัฒนาความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะการส่งเสริมความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในระดับสังคม ทั้งความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

References

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539-42559.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Akhtar, R., Afroz, R., Masud, M. M., Rahman, M., Khalid, H., & Duasa, J. B. (2020). Farmers' perceptions, awareness, attitudes and adaption behaviour towards climate change. In *Climate Change Mitigation and Sustainable Development* (pp. 60-76). Routledge.
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological conservation*, 241, 108224.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Arkan, G., & Günay, D. (2021). Public attitudes towards climate change: A cross-country analysis. *The British Journal of Politics and International Relations*, 23(1), 158-174.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1369148120951013>
- Chen, W.-Y., Suzuki, T., & Lackner, M. (2017). *Handbook of climate change mitigation and adaptation*. Springer International Publishing.

- Clayton, S., & Karazsia, B. T. (2020). Development and validation of a measure of climate change anxiety. *Journal of Environmental Psychology, 69*, 1-11.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101434>
- Dijkstra, E., & Goedhart, M. (2012). Development and validation of the ACSI: Measuring students' science attitudes, pro-environmental behaviour, climate change attitudes and knowledge. *Environmental Education Research, 18*(6), 733-749.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13504622.2012.662213>
- Ekpo, C. G., & Olatunde-Aiyedun, T. G. (2019). Environmental Education: A Tool for Creation of Awareness Onadaptation to Climate Change in Nigeria. *Journal of Research & Method in Education, 9*(6), 12-21.
- Gönen, Ç., Deveci, E. Ü., & Aydede, M. N. (2023). Development and validation of climate change awareness scale for high school students. *Environment, Development and Sustainability, 25*(5), 4525-4537.
- IPCC. (2013). *The physical science basis: Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jankó, F., Bertalan, L., Hoschek, M., Komornoki, K., Németh, N., & Papp-Vancsó, J. (2018). Perception, understanding, and action: attitudes of climate change in the Hungarian population. *Hungarian Geographical Bulletin, 67*(2), 159-171.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15201/hungeobull.67.2.4>
- Jones. (2021). *Pressure builds for schools to put climate change study on curriculum*.
<https://www.reuters.com/business/environment/pressure-builds-schools-put-climate-change-study-curriculum-2021-05-26/>
- Jürkenbeck, K., Spiller, A., & Schulze, M. (2021). Climate change awareness of the young generation and its impact on their diet. *Cleaner and Responsible Consumption, 3*(2), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100041>
- Kuthe, A., Keller, L., Körfgen, A., Stötter, H., Oberrauch, A., & Höferl, K.-M. (2019). How many young generations are there?—A typology of teenagers' climate change awareness in Germany and Austria. *The Journal of Environmental Education, 50*(3), 172-182.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1598927>
- Leiserowitz, A., Smith, N., & Marlon, J. R. (2011). American teens' knowledge of climate change. *Yale project on climate change communication, 5*(1), 1-63.

- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., & Gomis, M. (2021). Climate change 2021: the physical science basis. In *Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press.
- McNeill, K. L., & Vaughn, M. H. (2012). Urban high school students' critical science agency: Conceptual understandings and environmental actions around climate change. *Research in science education*, 42, 373-399.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11165-010-9202-5>
- Oliver, M. C., & Adkins, M. J. (2020). "Hot-headed" students? Scientific literacy, perceptions and awareness of climate change in 15-year olds across 54 countries. *Energy Research & Social Science*, 70, 101641.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101641>
- Otto, S., Evans, G. W., Moon, M. J., & Kaiser, F. G. (2019). The development of children's environmental attitude and behavior. *Global Environmental Change*, 58, 1-6.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101947>
- Parnesan, C., Morecroft, M. D., & Trisurat, Y. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* [Report]. WGII. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO publishing.
- Schumacker, E., & Lomax, G. (2016). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (4th ed.). Routledge New York.
- Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. (2012). Climate Change Education as an Integral Part of the United Nations Framework Convention on Climate Change. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 237-239.
- Thailand Development Research Institute. (2022). *Impact assessment of climate change and environmental degradation on children in Thailand*.
<https://www.unicef.org/thailand/media/10361/file/Climate%20Change%20Impact%20Assessment%20-%20Full%20report.pdf>
- Timmons, S., & Lunn, P. (2022). *Public understanding of climate change and support for mitigation*. Economic and Social Research Institute. <https://doi.org/10.26504/rs135>

- Trott, C. D. (2020). Children's constructive climate change engagement: Empowering awareness, agency, and action. *Environmental Education Research*, 26(4), 532-554.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1675594>
- UNESCO. (2019). *Country progress on climate change education, training and public awareness: an analysis of country submissions under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: a roadmap*. UNESCO.
<https://doi.org/https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- UNESCO. (2022). *Youth demands for quality climate change education*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383615>
- UNESCO. (2023). *Greening Education Partnership*. <https://www.unesco.org/en/sustainable-developmen/education/greening-future>

Translate Thai References

- Chomeya, R., Tayraukham, S., & Tongkhambanchong, S. (2022). Sample Size Determination Techniques for Structural Equation Modeling: SEM. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 28(2), 27-40. (in Thai)
- Jirawut, Y. (2021). *Thailand's Roles in Climate Change Negotiating Coalitions and Climate Clubs* [Report]. <http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/4381>. (in Thai)
- Manosorn, C., & Samiphak, S. (2022). Effect of inquiry instruction and game on student's climate literacy. *Journal of Education Naresuan University*, 24(2), 75-84. (in Thai)
- Phanprom, K., Traiwichitkhun, D., & Sriklau, K. (2021). Development of STEM teacher's competencies measurement instrument Using TPACK-STEM framework. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 27(1), 49-64. (in Thai)
- Pruekpramool, C. (2023). Assessing Learners' Competencies in Science Learning. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 29(1), 1-19. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2023). *List of schools in the offices of the Office of the Basic Education Commission*. http://www.bopp.go.th/?page_id=878 (in Thai)
- Ongiem, A. (2018). Validation of the Tests. *Thai Journal of Anesthesiology*, 44(1), 36-42. (in Thai)
- Suksawang, P. (2020). *Structural equation modeling* (3rd ed.). Watanaphanit Printing & Publishing. (in Thai)