

การพัฒนาเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ ด้านสะเต็ม ของนักเรียนไทย

.....
Developing a Scale Measuring Thai Students' STEM Identity

ลือชา ลดาชาติ¹ วิลาวลย์ โพธิ์ทอง² วรรณกร พรประเสริฐ³ ลฎาภา ลดาชาติ⁴

Luecha Ladachart¹ Wilawan Phothong² Wannakorn Phornprasert³ Ladapa Ladachart⁴

¹ อาจารย์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

² อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

³ อาจารย์ สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

⁴ อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail: ladapa.l@cmu.ac.th

Received: 2021-11-12 Revised: 2022-04-01 Accepted: 2022-04-28

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกระบวนการพัฒนาเครื่องมือที่เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าเพื่อวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนไทย โดยอัตลักษณ์ด้านสะเต็มเป็นการมองตนเองว่าเป็นบุคคลด้านสะเต็ม ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจของนักเรียนเพื่อเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็ม ตามกรอบแนวคิดทางทฤษฎีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสนใจด้านสะเต็ม การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม และการแสดงความสามารถด้านสะเต็ม คณะผู้เขียนได้รวบรวมและแปลข้อความ จำนวน 14 ข้อ จากการทบทวนวรรณกรรม และส่งข้อความเหล่านี้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง จากนั้น คณะผู้เขียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 160 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นและวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า เครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มประกอบด้วยข้อความ 10 ข้อ (ความสนใจด้านสะเต็ม 3 ข้อ การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม 4 ข้อ และการแสดงความสามารถด้านสะเต็ม 3 ข้อ) โดยค่าความเชื่อมั่นของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0.931, 0.933, และ 0.899 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0.862, 0.901 และ 0.968 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบยืนยันแสดงความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Chi-square = 30.610, df = 28, ค่า p-value = 0.3346, RMSEA = 0.024, CFI = 0.998 และ TLI = 0.997) ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูลชุดนี้ร่วมกับภูมิหลังของนักเรียน นักเรียนชายมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่สนใจอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มมากกว่านักเรียนที่สนใจอาชีพอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม งานวิจัยในอนาคตสามารถใช้เครื่องมือนี้เพื่อวัดและทดสอบการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนต่อไป

คำสำคัญ: เครื่องมือวัด อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม สะเต็มศึกษา

Abstract

This article presents the process of developing a Likert-scale instrument to measure Thai students' STEM identity. STEM identity can be defined as seeing oneself as a STEM person, which plays a crucial role in students' decision making to pursue higher education and choose STEM-related careers. Theoretically, STEM identity comprises 3 components: being interested in STEM, being recognized in STEM, and performing competency in STEM. We collected and translated 14 items from the literature and then sent these items to three experts to check construct validity. Subsequently, we gathered data from 160 secondary students to determine reliability and conduct factor analysis. The results of data analysis revealed that the scale measuring STEM identity consists of 10 items (3 items measuring interest in STEM, 4 items measuring recognition in STEM, and 3 items measuring performance in STEM). The reliability values of each component were at 0.931, 0.933, and 0.899, respectively. Factors loading of each component were at 0.862, 0.901, and 0.968, respectively. Moreover, the result of confirmatory factor analysis indicated the significant fit between the model and the data at the level of .05. (Chi-square = 30.610, df = 28, p-value = 0.3346, RMSEA = 0.024, CFI = 0.998, and TLI = 0.997). Based on the additional analysis of the data with the students' background, that male students significantly had stronger STEM identity than female students and that students with interest in STEM-related careers significantly had stronger STEM identity than students with interest in careers not related to STEM. Future research would probably use this instrument to measure and examine a change in students' STEM identity.

Keywords: Measurement scale, STEM education, STEM identity

1. บทนำ

ประเทศไทยกำหนดให้สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นส่วนหนึ่งยุทธศาสตร์ของการพัฒนาชาติในระยะยาว 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ซึ่งมุ่งเน้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม [1] โดยสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษา 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในลักษณะที่มีการบูรณาการศาสตร์เหล่านี้เข้าด้วยกัน [2] สะเต็มศึกษามีเป้าหมายหลัก 2 ประการ [3] เป้าหมายหนึ่งคือการส่งเสริมการรู้เรื่องสะเต็ม (STEM literacy) ให้กับพลเมืองทุกคน โดยการรู้เรื่องสะเต็มหมายถึงการมี “ความรู้ คุณลักษณะ ความสามารถ และทักษะ...ที่สำคัญสำหรับการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษา การประกอบอาชีพ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม” [4] ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของนักเรียนทุกคนทั้งในปัจจุบันและอนาคต [5]

อีกเป้าหมายหนึ่งคือการเพิ่มจำนวนบุคลากรในสาขาวิชาชีพด้านสะเต็ม (Workforce in STEM) [3] หลังจากการสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากการเป็นผู้รู้เรื่องสะเต็มในฐานะพลเมืองแล้ว นักเรียนยังถูกคาดหวังให้เลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นบุคลากรด้านสะเต็มที่จะขับเคลื่อนการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของชาติด้วยการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่มีมูลค่าต่อไป ด้วยเป้าหมายทั้งสองประการนี้ สะเต็มศึกษาจึงไม่ควรมุ่งเป้าไปที่การรู้เรื่องสะเต็มของนักเรียนเพียงอย่างเดียว หากยังต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาความสนใจของนักเรียนในการประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มในประเทศไทยกลับได้รับความสนใจน้อย [6] โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาการเรียนรู้สะเต็มด้านต่าง ๆ ของนักเรียน อาทิ ความรู้ ทักษะ และทักษะการคิดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม

หากสะเต็มศึกษายังคงมุ่งเน้นเพียงแค่การส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมคงไม่อาจสำเร็จได้โดยง่าย เนื่องจากการตัดสินใจเลือกประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้สะเต็มเพียงอย่างเดียว [7, 8] จากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นตัวแทนประเทศไทยในการแข่งขันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โอลิมปิก ระดับนานาชาติ นัยแมน [9] พบว่า นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้สะเต็มอาจไม่เลือกประกอบวิชาชีพด้านสะเต็ม ทั้งนี้เพราะปัจจัยหลายประการ อาทิ เป้าหมายส่วนบุคคล ความสนใจส่วนบุคคล การรับรู้ความสามารถของตนเอง และเจตคติต่อวิชาชีพด้านสะเต็ม [6] โดยนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมักถูก “ดึงและผลัก” (Pulling and pushing) ระหว่างความสนใจในวิชาชีพสะเต็มและความสนใจในวิชาชีพที่ไม่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม [10]

งานวิจัยในต่างประเทศเปิดเผยว่า “อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม” (STEM identity) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มของนักเรียน [11] โดยอัตลักษณ์ด้านสะเต็มหมายถึงการที่นักเรียนมองว่า ตนเองเป็นบุคคลด้านสะเต็ม (Seeing oneself as a STEM person) [12] อย่างไรก็ตาม จากการสืบค้นในฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย [13] ณ วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

งานวิจัยที่ศึกษาและพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนไทยยังไม่มีปรากฏ ทั้งนี้สาเหตุสำคัญที่ทำให้งานวิจัยด้านนี้ยังไม่มีปรากฏอาจเป็นเพราะการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกรอบแนวคิดและเครื่องมือสำหรับการวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม โดยเฉพาะเครื่องมือแบบมาตราส่วนประเมินค่า ซึ่งนักวิจัยสามารถนำไปใช้กับนักเรียนจำนวนมากได้ ดังนั้น คณะผู้เขียนจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มในบริบททางการศึกษาของประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนไทย

3. กรอบแนวคิด

ในการสร้างเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน คณะผู้เขียนทำการสืบค้นงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อศึกษากรอบแนวคิดทางทฤษฎีและองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม ผลปรากฏดังตารางที่ 1 โดยงานวิจัยในช่วงแรกมองว่า อัตลักษณ์ด้านสะเต็มเกี่ยวข้องกับการเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับด้านสะเต็มจากผู้อื่น [14] ซึ่งสอดคล้องกับความหมายทั่วไปของคำว่า “อัตลักษณ์” [15] งานวิจัยในเวลาต่อมาได้ขยายความหมายของอัตลักษณ์ด้านสะเต็มให้กว้างขึ้น โดยการครอบคลุมถึงความสนใจในสะเต็ม การมีความสามารถด้านสะเต็ม และการแสดงความสามารถด้านสะเต็ม [16] แต่กระนั้นก็ตาม บางงานวิจัยไม่ได้แยกความแตกต่างระหว่าง “การมี” และ “การแสดง” ความสามารถด้านสะเต็ม [10] นอกจากนี้ บางงานวิจัยยังเสนอให้มีการมีบุคคลต้นแบบด้านสะเต็ม [17] และอารมณ์ที่เกิดขึ้นจากการเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม [21] เป็นองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็มด้วย

ตารางที่ 1 องค์ประกอบตามแนวคิดทางทฤษฎีของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

แหล่งที่มา	องค์ประกอบ				
	การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม		การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม		อารมณ์ที่สืบเนื่องจากการเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับ
	โดยตนเอง	จากผู้อื่น	การมี	การแสดง	
Carlone & Johnson [14]		✓			
Hazari et al. [16]		✓	✓	✓	
Godwin & Potvin [10]	✓			✓	
Hughes et al. [17]	✓				✓
Dou et al. [19]		✓			
Jackson et al. [19]		✓			
Rodriguez et al. [20]	✓		✓	✓	
Avaraamidou [21]		✓			✓
Dou & Cian [12]	✓			✓	
ความถี่	9/9	5/9	4/9	1/9	1/9

จากการทบทวนงานวิจัยเหล่านี้ คณะผู้เขียนสรุปได้ว่า อัตลักษณ์ด้านสะเต็มสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมีความสนใจในสะเต็ม ได้แสดงความสามารถของตนเองด้านสะเต็ม และเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม โดยการเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็มอาจเกิดขึ้นโดยตัวนักเรียนเองและ/หรือโดยผู้อื่นก็ได้ [20] ไม่ว่าจะเป็นผู้ปกครอง ครู และเพื่อน นอกจากนี้ คณะผู้เขียนเห็นด้วยกับบางงานวิจัยก่อนหน้านี้ว่า การแสดงความสามารถด้านสะเต็มครอบคลุมถึงการมีความสามารถด้านสะเต็ม [12, 17] ดังนั้น คณะผู้เขียนจึงใช้องค์ประกอบ 3 ด้านนี้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน ดังภาพที่ 1 โดยคณะผู้เขียนไม่นำการมีบุคคลต้นแบบด้านสะเต็มและสภาวะอารมณ์ที่สืบเนื่องจากการเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับมาเป็นองค์ประกอบของอัตลักษณ์สะเต็ม ทั้งนี้เพราะ 2 องค์ประกอบเหล่านี้ไม่ปรากฏในงานวิจัยส่วนใหญ่

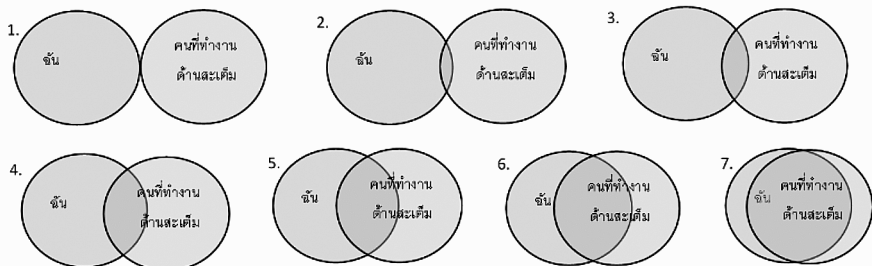


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

4. การร่างข้อคำถาม

จากกรอบแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม คณะผู้เขียนศึกษาวิธีการวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มในงานวิจัยต่าง ๆ ในการนี้ คณะผู้เขียนพบว่า งานวิจัยจำนวนหนึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตและ/หรือการสัมภาษณ์ [14, 17, 21] ในขณะที่งานวิจัยอีกจำนวนหนึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ [19, 20] หรือการวิจัยผสมผสานวิธี [17] ซึ่งแม้มีการใช้เครื่องมือวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า แต่ก็ไม่ได้ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดในภาพที่ 1 นอกจากนี้ บางงานวิจัยแม้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้เครื่องมือแบบมาตราส่วนประเมินค่า แต่ขอบเขตของการวิจัยมุ่งเน้นไปที่บางสาขาของสะเต็มเท่านั้น [16] โดยงานวิจัยของ Dou & Cian [12] เป็นงานวิจัยเพียงเรื่องเดียวที่มีขอบเขตที่ไม่จำเพาะเจาะจงไปที่สาขาใดสาขาหนึ่งของสะเต็มและใช้เครื่องมือแบบมาตราส่วนประเมินค่า

ในการวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนด้วยเครื่องมือแบบมาตราส่วนประเมินค่า Dou & Cian [12] มองว่า อัตลักษณ์ด้านสะเต็มมีหลายองค์ประกอบ ดังนั้น การวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มคือการวัดองค์ประกอบเหล่านั้น ซึ่งเป็นการวัดโดยอ้อม อย่างไรก็ตาม McDonald et al. [22] กลับมองว่า อัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนสามารถวัดได้โดยตรงด้วยข้อคำถามเพียงข้อเดียว ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกระดับการซ้อนทับกันระหว่างตนเองและผู้ที่เกี่ยวข้องด้านสะเต็ม ดังภาพที่ 2 ในการนี้ เพื่อตรวจสอบว่า การวัดองค์ประกอบอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยอ้อมกับการวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยตรงสัมพันธ์กันอย่างไร Dou & Cian [12] จึงมีคำถาม 1 ข้อที่มุ่งวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนโดยตรง นอกจากนี้ จากข้อคำถามในงานวิจัยของ Dou & Cian [12] กับงานวิจัยของ Dou et al. [18] ซึ่งมีผู้วิจัยหลักเป็นคนเดียวกัน คณะผู้เขียนพบคำถามอีก 1 ข้อที่ไม่ซ้ำกัน คณะผู้เขียนจึงรวบรวมคำถามได้ทั้งสิ้น 14 ข้อ ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 การวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มด้วยข้อคำถามเพียงข้อเดียว

ตารางที่ 2 ร่างข้อคำถามในแบบวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

ข้อคำถาม	องค์ประกอบ	แหล่งที่มา		
		Dou & Cian [12]	McDonald et al. [22]	Dou et al. [18]
1. ฉันมีส่วนคล้ายกับคนที่ทำงานด้านสะเต็มตามภาพใดมากที่สุด	อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม		✓	
2. ฉันมองตัวเองว่าเป็น “เด็กสะเต็ม”		✓		
3. ฉันสนุกกับการเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็ม	ความสนใจในสะเต็ม			✓
4. หัวข้อเกี่ยวกับสะเต็มกระตุ้นให้ฉันอยากรู้อยากเห็น		✓		✓
5. ฉันสนใจที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็มให้มากขึ้น		✓		✓
6. คุณครูมองฉันว่าเป็น “เด็กสะเต็ม”	การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม	✓		✓
7. เพื่อน ๆ มองฉันว่าเป็น “เด็กสะเต็ม”		✓		✓
8. ครอบครัวมองฉันว่าเป็น “เด็กสะเต็ม”		✓		✓
9. คนอื่น ๆ มัก ขอให้ฉันช่วยเหลือเรื่องเกี่ยวกับสะเต็ม*		✓		✓
10. ฉันรู้สึกมั่นใจในความสามารถของตนเองในการเรียนรู้สะเต็ม	การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม	✓		
11. ฉันสามารถทำข้อสอบที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มได้คะแนนดี		✓		
12. ฉันเข้าใจแนวคิดหรือเนื้อหาที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสะเต็ม		✓		
13. ฉันสามารถเอาชนะปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนรู้สะเต็มได้		✓		
14. ฉันรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในชมรมหรือกลุ่มคนด้านสะเต็ม		✓		

5. การตรวจสอบคุณภาพ

คณะผู้เขียนแปลข้อคำถามต้นฉบับจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างว่า แต่ละข้อคำถามมีความหมายที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของสะสมเต็มหรือไม่ แต่เนื่องจากข้อคำถามที่ 9 มีความไม่สอดคล้องกันในแง่ขององค์ประกอบ โดยข้อคำถามนี้อยู่ในองค์ประกอบ “การเป็นที่ยอมรับด้านสะสมเต็ม” ในงานวิจัยหนึ่ง [18] แต่อยู่ในองค์ประกอบ “การแสดงความสามารถด้านสะสมเต็ม” ในอีกงานวิจัยหนึ่ง [12] คณะผู้เขียนจึงไม่ได้ขอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของข้อคำถามนี้ ผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่า นอกจากข้อคำถามที่ 11, 12, และ 13 ที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค (Item-Objective Congruence: IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 แล้ว ข้อคำถามอื่น ๆ มีความตรงเชิงโครงสร้าง โดยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ มีค่าเท่ากับ 1.00 ดังนั้น คำถามทุกข้อจึงผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากการปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว คณะผู้เขียนสร้างแบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์ (Google form) ทั้งนี้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในช่วงที่มีการระบาดของไวรัสโคโรนา (COVID-19) เนื่องจากการสร้างเครื่องมือครั้งนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับอัตลักษณ์ด้านสะสมเต็มของนักเรียนไทย คณะผู้เขียนจึงใช้วิธีเลือกอย่างจำเพาะเจาะจงด้วยเกณฑ์ความสะดวก (Purposeful sampling with a convenient criterion) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล [23] โดยการติดต่อครูในระดับมัธยมศึกษาที่ตนเองรู้จักเพื่อเชิญชวนให้นักเรียนทำแบบสอบถาม โดยนักเรียนได้รับแจ้งจากครูและในคำชี้แจงของแบบสอบถามว่า ข้อมูลของนักเรียนถูกใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามเท่านั้น ในการนี้ นักเรียนถูกขอให้ระบุเพศ ระดับชั้น และความสนใจในอาชีพ ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่า แบบสอบถามนี้มีศักยภาพในการจำแนกอัตลักษณ์ด้านสะสมเต็มของนักเรียนที่มีภูมิหลังที่แตกต่างกันได้หรือไม่

คณะผู้เขียนกำหนดให้ข้อคำถามแต่ละข้อเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 11 ระดับ (0 - 10) โดย 0 คะแนนหมายถึงการที่นักเรียนไม่เห็นด้วยกับข้อความเลย และ 10 คะแนนหมายถึงการที่นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความที่สุด การเลือกใช้แบบมาตราส่วนประเมินค่า 11 ระดับเช่นนี้แตกต่างจากเครื่องมือต้นฉบับในงานวิจัยของ Dou & Cian [12] ที่เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ทั้งนี้เพราะจากการจำลองข้อมูลโดย Wu et al. [24] ข้อคำถามที่เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 11 ระดับสามารถให้ข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับข้อมูลแบบมาตรวัดแบบอันตรภาค (Interval scale) ทั้ง ๆ ที่โดยแท้จริงแล้ว ข้อมูลเหล่านั้นเป็นแบบมาตรวัดแบบเรียงลำดับ (Ordinal scale) ดังนั้น การเลือกใช้แบบมาตราส่วนประเมินค่า 11 ระดับจึงช่วยเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ทางสถิติต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับข้อคำถามแบบมาตรวัดแบบอันตรภาคมากขึ้น

นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 167 คน จาก 5 โรงเรียน ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดเชียงราย 2 โรงเรียน จังหวัดเชียงใหม่ 1 โรงเรียน ลำปาง 1 โรงเรียน และกรุงเทพมหานคร 1 โรงเรียน เป็นผู้ให้ข้อมูล จากการตรวจสอบเบื้องต้น คณะผู้เขียนพบว่า นักเรียน จำนวน 7 คน ตอบข้อคำถามทุกข้อด้วยค่าเดียวกัน ซึ่งอาจแสดงถึงความไม่ตั้งใจในการทำแบบสอบถาม ดังนั้น คณะผู้เขียนจึงตัดข้อมูลของนักเรียนเหล่านี้ออก ดังนั้น จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ให้

ข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามครั้งนี้คือ 160 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชาย 46 คน และนักเรียนหญิง 114 คน โดยนักเรียนเหล่านี้เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 57 คน และเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 103 คน นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนเป็นนักเรียนในแผนการเรียนสะสมแต้ม ในขณะที่นักเรียนในระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงรายและกรุงเทพมหานครไม่มีการระบุแผนการเรียนที่แน่ชัด

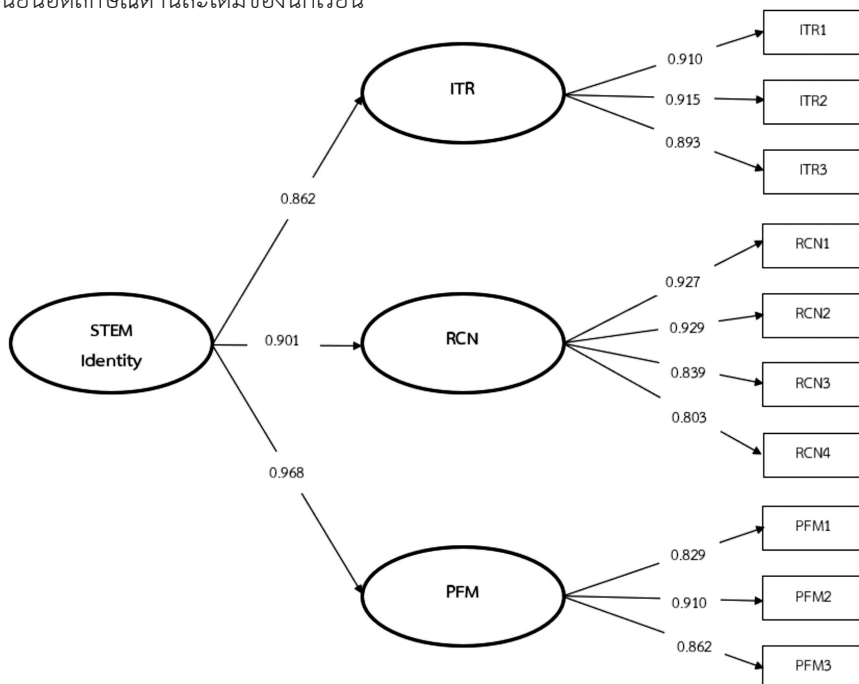
ถึงแม้ว่าคณะผู้เขียนมีกรอบแนวคิดทางทฤษฎีของข้อคำถามในแบบสอบถามอยู่แล้ว แต่ด้วยการแปลข้อคำถามจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของความหมาย คณะผู้เขียนจึงใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) ด้วยโปรแกรม JASP [25] เพื่อพิจารณาจำนวนองค์ประกอบที่เป็นไปได้ ในการนี้ คณะผู้เขียนพบว่า ทุกข้อคำถามอยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดทางทฤษฎี อย่างไรก็ตาม เมื่อคณะผู้เขียนกำหนดให้มีจำนวน 3 องค์ประกอบตามกรอบแนวคิดทางทฤษฎี ผลปรากฏว่า ข้อคำถามที่ 3-5 อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน (ซึ่งก็คือความสนใจในสะสมแต้ม) ข้อคำถามที่ 6-9 อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน (ซึ่งก็คือการเป็นที่ยอมรับด้านสะสมแต้ม) และข้อคำถามที่ 11-13 อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน (ซึ่งก็คือการแสดงความสามารถด้านสะสมแต้ม) โดยข้อคำถามที่ 10 และ 14 ไม่อยู่ในองค์ประกอบใดเลย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Uniqueness
คำถามข้อที่ 6	0.906			0.164
คำถามข้อที่ 8	0.903			0.244
คำถามข้อที่ 9	0.802			0.245
คำถามข้อที่ 7	0.770			0.183
คำถามข้อที่ 5		0.883		0.199
คำถามข้อที่ 4		0.861		0.162
คำถามข้อที่ 3		0.852		0.176
คำถามข้อที่ 12			0.839	0.165
คำถามข้อที่ 13			0.753	0.236
คำถามข้อที่ 11			0.546	0.164
คำถามข้อที่ 10				0.244
คำถามข้อที่ 14				0.245

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจพบว่า ข้อคำถามที่ 9 ครอบอยู่ในองค์ประกอบ “การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม” [18] มากกว่าอยู่ในองค์ประกอบ “การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม” [12] นอกจากนี้ ข้อคำถามที่ 10 และ 14 ควรถูกตัดทิ้งออกจากแบบสอบถาม หลังจากการย้ายหรือข้อคำถามเหล่านี้ออก คณะผู้เขียนจึงได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) ด้วยโปรแกรม JASP อีกครั้ง ผลการวิเคราะห์ยืนยันความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Chi-square = 30.610, df = 28, ค่า p-value = 0.3346, RMSEA = 0.024, CFI = 0.998 และ TLI = 0.997) โดยน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของความสนใจในสะเต็ม การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม และการแสดงความสามารถด้านสะเต็มมีค่าเท่ากับ 0.862, 0.901 และ 0.968 ตามลำดับ ดังภาพที่ 3 นอกจากนี้ แต่ละองค์ประกอบมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.931, 0.933, และ 0.899 ตามลำดับ โดยค่าความเชื่อมั่นของทุกองค์ประกอบรวมกันอยู่ที่ 0.954

นอกจากนี้ ตามที่นักวิจัยบางส่วนได้เสนอไว้ว่า ข้อคำถามเพียงข้อเดียวสามารถวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนโดยตรงได้ คณะผู้เขียนจึงได้เปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบซึ่งมุ่งวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยอ้อม กับข้อคำถามที่ 1 [22] และข้อคำถามที่ 2 [12] ซึ่งมุ่งวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยตรง ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่า องค์ประกอบเหล่านี้สัมพันธ์กับการแสดงอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยตรงหรือไม่ และอย่างไร ผลปรากฏว่า คำถามทั้ง 2 ข้อสัมพันธ์เชิงบวกกับทุกองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็มอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม คำถามข้อที่ 2 ($r = 0.704$ ถึง 0.733) มีความสัมพันธ์กับแต่ละองค์ประกอบในระดับที่สูงกว่าคำถามข้อที่ 1 ($r = 0.401$ ถึง 0.473) นอกจากนี้ คำถามข้อที่ 1 และคำถามข้อที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างนัยสำคัญด้วยเช่นกัน ($r = 0.607$) ดังนั้น การมีคำถามข้อที่ 2 ข้อเดียวในแบบสอบถามจึงเพียงพอสำหรับการยืนยันอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

ตัวแปร		คำถามข้อที่ 1	คำถามข้อที่ 2	ความสนใจ ในสะเต็ม	การเป็นที่ ยอมรับด้าน สะเต็ม	การแสดง ความ สามารถ ด้านสะเต็ม
คำถามข้อที่ 1	r	—				
	p	—				
คำถามข้อที่ 2	r	0.607	—			
	p	< .001	—			
ความสนใจ ในสะเต็ม	r	0.401	0.704	—		
	p	< .001	< .001	—		
การเป็นที่ยอมรับ ด้านสะเต็ม	r	0.473	0.733	0.704	—	
	p	< .001	< .001	< .001	—	
การแสดงความสามารถ ด้านสะเต็ม	r	0.451	0.733	0.768	0.798	—
	p	< .001	< .001	< .001	< .001	—

6. มุมมองจากข้อมูล

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น คณะผู้เขียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบว่า เครื่องมือนี้สามารถจำแนกอัตลักษณ์ของนักเรียนที่มีภูมิหลังแตกต่างกันได้หรือไม่ ในการนี้ คณะผู้เขียนใช้วิธี Mann-Whitney เพื่อเปรียบเทียบว่า นักเรียนชายมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนหญิงหรือไม่ และในองค์ประกอบใด ผลปรากฏว่า นักเรียนชายมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.027$) โดยนักเรียนชายมีความสนใจในสะเต็มและได้แสดงความสามารถด้านสะเต็มมากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.015$ และ $p = 0.026$ ตามลำดับ) แต่กระนั้นก็ตาม นักเรียนชายไม่ได้เป็นที่ยอมรับมากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.083$) ดังตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พุทธชาด อังณะกูร และคณะ [6] ที่ระบุว่า นักเรียนชายมีความสนใจในอาชีพสะเต็มมากกว่านักเรียนหญิง ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนชายมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนหญิง

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบอัตลักษณ์ด้านสะเต็มระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

	W	df	p
อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (คำถามข้อที่ 2)	3130.000	158	0.027
ความสนใจในสะเต็ม	3199.500	158	0.015
การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม	2989.000	158	0.083
การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม	3135.000	158	0.026

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่มีระดับชั้นแตกต่างกัน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ($p = 0.005$) โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสนใจในสะเต็ม ได้แสดงความสามารถด้านสะเต็ม และเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็มมากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.005$, < 0.001 , และ < 0.001 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์นี้อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนหนึ่งศึกษาในแผนการเรียนที่เน้นสะเต็ม โดยเฉพาะนักเรียนที่มาจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน ดังนั้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเหล่านี้จึงมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ยังไม่ได้ศึกษาในแผนการเรียนที่เฉพาะเจาะจงสาขา แต่เนื่องจากนักเรียนที่ให้ข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือครั้งนี้มาจากการเลือกอย่างจำเพาะเจาะจง ผลการวิเคราะห์นี้จึงจำเป็นต้องได้รับการทดสอบโดยงานวิจัยในอนาคต

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบอัตลักษณ์ด้านสะเต็มระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับตอนปลาย

	W	df	p
อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (คำถามข้อที่ 2)	2216.000	158	0.005
ความสนใจในสะเต็ม	2222.500	158	0.005
การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม	1950.500	158	< 0.001
การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม	2025.000	158	< 0.001

จากคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับอาชีพที่ตนเองสนใจ คณะผู้เขียนได้จำแนกนักเรียนผู้ให้ข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่สนใจอาชีพที่ไม่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม อาทิ ทหาร ตำรวจ นักร้อง และนักธุรกิจ กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่สนใจอาชีพที่เกี่ยวข้องสะเต็มบางส่วน อาทิ แพทย์ ทันตแพทย์ พยาบาล และเภสัชกร และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่สนใจอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มโดยตรง อาทิ วิศวกร นักชีววิทยา นักดาราศาสตร์ และนักพัฒนาโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Kruskal-Wallis ว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มที่แตกต่างกันหรือไม่ ผลปรากฏว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มแตกต่างกัน ($p < 0.001$) ทั้งในแง่ของความสนใจในสะเต็ม ($p = 0.011$) การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม ($p = 0.004$) และการเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม ($p < 0.001$) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบอัตลักษณ์ด้านสะเต็มระหว่างนักเรียนที่มีความสนใจในอาชีพเกี่ยวกับสะเต็มในระดับที่แตกต่างกัน

	Statistics	df	p
อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (คำถามข้อที่ 2)	16.519	3	< .001
ความสนใจในสะเต็ม	11.133	3	0.011
การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม	17.630	3	< 0.001
การแสดงความสามารถด้านสะเต็ม	13.447	3	0.004

จากความแตกต่างในแง่ของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม ความสนใจในสะเต็ม การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม และการแสดงความสามารถด้านสะเต็มข้างต้น การเปรียบเทียบด้วยวิธี Tukey เปิดเผยว่า ความแตกต่างเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ($p = 0.014$, $p = 0.047$, $p = 0.193$, $p = 0.010$ ตามลำดับ) และระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ($p = 0.004$, $p = 0.009$, $p = 0.004$, $p < 0.001$ ตามลำดับ) โดยนักเรียนกลุ่มที่ 2 และนักเรียนกลุ่มที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.513$, $p = 0.491$, $p = 0.141$, $p = 0.309$ ตามลำดับ) ผลการวิเคราะห์นี้จึงไม่เพียงแต่ยืนยันว่า การมีหรือไม่มีอัตลักษณ์ด้านสะเต็มเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลให้นักเรียนสนใจหรือไม่สนใจอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม หากยังยืนยันด้วยว่า เครื่องมือที่คณะผู้เขียนพัฒนาขึ้นในครั้งนี้สามารถวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนได้อย่างน่าเชื่อถือ

7. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาเครื่องมือครั้งนี้ คณะผู้เขียนได้ศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจของนักเรียนในเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็ม โดยอัตลักษณ์ด้านสะเต็มมี 3 องค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วยความสนใจในสะเต็ม การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม และการแสดงความสามารถด้านสะเต็ม นอกจากนี้ คณะผู้เขียนยังได้พัฒนาเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า 11 ระดับ แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยข้อคำถาม 11 ข้อ ดังภาคผนวก โดยข้อหนึ่งมุ่งอัตลักษณ์ด้านสะเต็มโดยตรง และอีก 10 ข้อมุ่งวัดแต่ละองค์ประกอบของอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (ความสนใจในสะเต็ม 3 ข้อ, การเป็นที่ยอมรับด้านสะเต็ม 4 ข้อ, และการแสดงความสามารถด้านสะเต็ม 3 ข้อ) ครู นักการศึกษา และนักวิจัยสามารถนำแบบสอบถามนี้ไปใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). [ออนไลน์]. ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 (ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา). [สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564]. จาก https://www.nesdc.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf.
- [2] Vasquez, J. A. (2015). STEM: Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15.
- [3] Promboon, S., Finley, F. N., & Kaweevijmanee, K. (2018). The evolution and current status of STEM education in Thailand: Policy directions and recommendations. In G. W. Fry (Ed.). *Education in Thailand: An old elephant in search of a new mahout* (pp. 423-459). Springer.
- [4] Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369-385.
- [5] Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.
- [6] พุทธชาด อังณะกูร, ธิดา ทับพันธ์, และเสมอภาณุจันท์ โสภณศิริรักษ์. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพเสริมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(2), 105-125.
- [7] Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- [8] van Aalderen-Smeets, S. I., van der Molen, J. H. W., & Xenidou-Dervou, I. (2019). Implicit STEM ability beliefs predict secondary school students' STEM self-efficacy beliefs and their intention to opt for a STEM field career. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 465-485.
- [9] รัดเกล้า นุ่มมั่น. (2561). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อด้านสะเต็มในระดับอุดมศึกษาของอดีตผู้แทนนักเรียนไทยที่ไปแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โอลิมปิก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประจำปี พ.ศ. 2546-2559. *วารสารจันทร์เกษมสาร*, 24(2), 48-63.
- [10] Godwin, A., & Potwin, G. (2017). Pushing and pulling Sara: A case study of the contrasting influences of high school and university experiences on engineering agency, identity, and participation. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 439-462.
- [11] Rahm, J., & Moore, J. C. (2016). A case study of long-term engagement and identity-in-practice: Insights into the STEM pathways of four underrepresented youths. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 768-801.
- [12] Dou, R. & Cian, H. (2021). The relevance of childhood science talk as a proxy for college

- students' STEM identity as a Hispanic serving institution. *Research in Science Education*, 51(4), 1093-1105.
- [13] ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย. (2564). [ออนไลน์]. Thai Journals Online. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2564]. จาก <https://www.tci-thaijo.org>.
- [14] Carlone, H. B. & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218.
- [15] Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25, 99-125.
- [16] Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003.
- [17] Hughes, R., M., Nzekwe, B., & Molyneaux, K. J. (2013). The single sex debate for girls in science: A comparison between two informal science program on middle school students' STEM identity formation. *Research in Science Education*, 43(5), 1979-2007.
- [18] Dou, R., Hazari, Z., Dabney, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2019). Early informal STEM experiences and STEM identity: The importance of talking science. *Science Education*, 103(3), 623-637.
- [19] Jackson, M. C., Leal, C. C., Zambrano, J., Thoman, D. B. (2019). Talking about science interest: The importance of social recognition when students' talk about their interests in STEM. *Social Psychology of Education*, 22(1), 149-167.
- [20] Rodriguez, S., Cunningham, K., & Jordan, A. (2019). STEM identity development for Latinas: The role of self- and outside recognition. *Journal of Hispanic Higher Education*, 18(3), 254-272.
- [21] Avaraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345.
- [22] McDonald, M. M., Zeigler-Hill, V., Vrabel, J. K., & Escobar, M. (2019). A single-item measure for assessing STEM identity. *Frontiers in Education*, 4, 78.
- [23] Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. California: SAGE Publications.
- [24] Wu, H. & Leung, S-O. (2017). Can Likert scale be treated as interval scales?—A simulation study. *Journal of Social Service Research*, 43(4), 527-532.
- [25] Goss-Sampson, M. A. (2020). [Online]. Statistical analysis in JASP: A guide for students. [Retrieved on 9 November 2021] from <https://jasp-stats.org/wp-content/uploads/2020/11/Statistical-Analysis-in-JASP-A-Students-Guide-v14-Nov2020.pdf>