

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย

A Study of Becoming a Qualified Chemist and Its Enhancing Factors in the Views of Teachers, Lectures, and Chemist Staff in Thailand

อรรถพล ลิ่วญ* อาฟีฟิ ลาเต๊ะ และฮามิดะ มุสอ

Attapon Liwan*, Afifi Lateh and Hamidah Musor

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมี 2) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี การศึกษารั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 8 คน อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมีจำนวน 8 คน นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมีจำนวน 8 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีจำนวน 8 คน รวมจำนวน 32 คน จากโรงเรียนและสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งทำการคัดเลือกแบบเจาะจงโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก จากการศึกษาพบว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึงความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้ง มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาด้านเคมี แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี (2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ (1) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี (2) การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (3) ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี และ (4) บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ: ความเป็นนักเคมี ปัจจัยที่ส่งเสริม

Abstract

The objectives of this study were to 1) analyze the definition of chemist; 2) analyze the factors that promote to be a chemist according to the point of view of the Chemistry teacher, professor and staff. This study was a qualitative research by interviewing key informants. A semi-structured questionnaire was used as a tool Key informants included 8 chemistry teachers, 8 chemistry professor, 8 chemists or chemical researchers, and 8 chemistry laboratory staff, total 32 people from schools and higher education institutions across the country which made a specific

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี 94000

Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani 94000

*Corresponding author; email: liwan.att@gmail.com

(Received: 30 April 2022; Revised: 19 August 2022; Accepted: 15 September 2022)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2024.27>

selection based on the selection criteria The study found that Chemistry is the ability of a person to describe natural phenomena, nature and phenomena of matter by using scientific processes/skills to seek knowledge and apply knowledge and express the experimental personality by using systematic thinking. The factors that promote the chemistry of students in chemistry divided into 2 factors: 1) in-person factors, consisting of 2 aspects: (1) good attitude towards chemistry, and (2) scientific experience, and 2) external factors, consisting of 4 aspects: (1) a model of teaching and learning management in chemistry, (2) support of chemistry teachers in secondary school, (3) characteristics of a chemical master person and (4) the role of a chemistry professor at the university level.

Keywords: Qualified chemist, Enhancement factor

บทนำ

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกของปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสสารนั้น ๆ (มาลีรัตน์ ภูเกิด และคณะ, 2562) ธรรมชาติของการศึกษาเคมีเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ 2 ระดับ คือ 1) ปรากฏการณ์ระดับจุลภาค(Microscopic World) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น อิเล็กตรอน อะตอม โมเลกุล หรือไอออน มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูงและ 2) ปรากฏการณ์ระดับที่สามารถสังเกตได้ (Observable World) เช่น การทดลองและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยปรากฏการณ์ทั้ง 2 ระดับ จะสื่อสารผ่านการใช้สัญลักษณ์ (Symbol) เช่น สูตรโมเลกุล สมการเคมี (Jaber & BowJaoude, 2012) การแสวงหาความรู้ทางเคมี อาจเริ่มได้โดยวิธีการสังเกต การทดลอง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของสสาร ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิจัยทางเคมี ดังนั้น การค้นพบความรู้ทางเคมี จึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความรู้ทางเคมีถูกพัฒนาเข้ากับยุคสมัยและปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ เคมีเชิงฟิสิกส์ และชีวเคมี จะเห็นได้ว่าเคมีถูกนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย

เหตุผลสำคัญที่ต้องเรียนวิชาเคมี เป็นเพราะวิชาเคมีเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ทางเคมี จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานทางเคมี เพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางเคมี (มาลีรัตน์ ภูเกิด และคณะ, 2562) ความสำคัญของวิชาเคมีเกี่ยวพันกับหลายเรื่องในชีวิตประจำวันของเรา ได้แก่ อาหาร เครื่องดื่ม สารทำความสะอาด เครื่องสำอาง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสสารมีอยู่รอบตัวเรา จึงกล่าวได้ว่า ความรู้เกี่ยวกับเคมีทำให้เราสามารถใช้อนุสุมและการเปลี่ยนแปลงของสสารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตในทุกด้านหรือปัจจัย 4 อันได้แก่ 1) อาหาร เคมีช่วยให้มนุษย์รู้จักคุณค่าของอาหาร การผลิตอาหาร การแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร 2) เครื่องนุ่งห่ม โดยเฉพาะเรื่อง การนำเส้นใยจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ในการย้อมสีเส้นใย การผสมเส้นใยเพื่อให้มีสมบัติตามการใช้งานเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องระดับโมเลกุลของสสาร 3) ยารักษาโรค รวมทั้ง อาหารสุขภาพที่ใช้เพื่อปรับความสมดุลของร่างกายเพื่อสุขภาพที่ดีถือเป็นบทบาทของเคมีที่มีต่อการแพทย์ ซึ่งนอกจากจะช่วยดูแลด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลให้อัตราการตายลดลง 4) ที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ โดยพิจารณาสมบัติของวัสดุหรือสารที่ใช้ทำวัสดุต่าง ๆ ตามสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้ชีวิตมีความสะดวกสบาย (กฤษณา ชูติมา, 2551) นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า

เคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของหลากหลายอาชีพ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เกษตรกร วิศวกร เกษตรกร ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือห้องปฏิบัติการ นักเคมี หรือแม้กระทั่งผู้สอนในวิชาเคมี เป็นต้น

นักเคมี คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสสารหรือปฏิบัติงานด้านเคมีเพื่อแก้ปัญหา และเผยแพร่ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Whewell, 2014) หรือทำงานวิจัยพัฒนาทดสอบ ทดลอง และวิเคราะห์ส่วนประกอบคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลง อันเกิดขึ้นได้ของสารเคมี (กองส่งเสริมการมีงานทำ) บุคคลที่จะสามารถประสบความสำเร็จในอาชีพนักเคมีได้นั้น ผู้วิจัยมองว่าบุคคลเหล่านั้นก็ต้องมีความเป็นนักเคมีด้วย ซึ่งความเป็นนักเคมี คืออะไร แตกต่างจากความเป็นครู ความเป็นหมอ หรือในอาชีพอื่น ๆ อย่างไร แล้วมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี จากการศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ของสภาพรื่องรุ่ง และคณะ (2564) ให้ความหมายของความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติและมีปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ ได้แก่ เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ของศิริพรรณ แก่นสาร และคณะ (2555) พบว่ามีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนวิชาเคมี ได้แก่ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการสอนของครู มโนภาพแห่งตน เจตคติต่อวิชาเคมี และความรู้พื้นฐานเดิม ดังนั้น การได้รับองค์ความรู้ในการทำความเข้าใจถึงความเป็นนักเคมี ก็จะสามารถสนับสนุนปัจจัยส่งเสริมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับรวมการพัฒนาตัวตนให้เกิดความเป็นนักเคมีที่เป็นมืออาชีพได้

จากความสำคัญของอาชีพนักเคมี ความรู้ทางด้านเคมี ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านเคมีที่สามารถเข้าใจและการยอมรับในบทบาทรวมถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ และปัจจัยที่จะนำไปสู่ความเป็นนักเคมี ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาถึงความเป็นนักเคมี โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษามีผู้วิจัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้วิจัยจะศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียด โดยมองเทียบเคียงไปยังวิชาชีพอื่น ๆ เช่น อาชีพครูที่ต้องมีความเป็นครู ดังนั้น อาชีพนักเคมีก็ต้องมีความเป็นนักเคมีที่มีบุคลิกภาพ พฤติกรรม ระบบความคิดที่สะท้อนออกมาให้เห็นเป็นลักษณะเฉพาะตัวของนักเคมี สิ่งสำคัญคือมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี ในมุมมองของครูหรืออาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี รวมไปถึงบุคลากรด้านเคมี ให้ความหมายคำคำนี้ว่าอย่างไร ดังนั้น นอกจากการพัฒนาด้านความรู้ทางเคมีแล้ว สิ่งที่สำคัญคือการพัฒนาทางด้านทักษะและพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาในวิชาเคมี ตลอดจนสามารถรับรู้วิธีการหรือปัจจัยที่ส่งเสริมในการพัฒนาตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักเคมีได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์กับผู้ที่ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นการสัมภาษณ์บุคคลที่เลือกมาโดยเฉพาะเจาะจง

เป็นผู้ที่มีความรู้ ประสบการณ์ ทักษะความสามารถในการสื่อสารพูดคุยกับผู้วิจัยในเรื่องความเป็นนักเคมี ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาทั่วประเทศไทยและแบ่งพื้นที่ในการวิจัยเป็น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ โดยกำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี รวม 32 คน โดยทั้งหมดต้องมีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งอย่างน้อย 5 ปี ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงจำนวนผู้ให้ข้อมูล

ลำดับที่	ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	จำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ				รวม
		ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคอีสาน	ภาคใต้	
1	ครูผู้สอนวิชาเคมี	2	2	2	2	8
2	อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี	2	2	2	2	8
3	นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี	2	2	2	2	8
4	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี	2	2	2	2	8

คุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

1. ครูผู้สอนวิชาเคมี คือ ครูที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี - เอก ด้านเคมีที่มีประสบการณ์การทำงานวิจัยทางด้านเคมี สอนทฤษฎีและปฏิบัติในรายวิชาเคมีในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี คือ อาจารย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาโท - เอก ด้านเคมีที่มีประสบการณ์การทำงานวิจัยทางเคมีขั้นสูง สอนทฤษฎีและปฏิบัติกับสอนนักศึกษาสาขาเคมีในระดับอุดมศึกษา
3. นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี คือ นักวิจัยหลังปริญญาโท-เอก ที่กำลังทำวิจัยด้านเคมีในมหาวิทยาลัยหรือนักวิจัยอิสระ หรือนักเคมี/นักวิจัยทางด้านเคมี ในหน่วยงานต่าง ๆ
4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี คือ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี จบการศึกษาด้านเคมี และมีประสบการณ์ในการเตรียมสารเคมีหรือสร้างเครื่องมือ นวัตกรรม ในการทดลองทางเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด และเครื่องมือที่ใช้ประกอบการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. แนวคำถามหลัก คือ ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเข้าถึงข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
 - 1) คำถามเกี่ยวกับความสนใจและแรงบันดาลใจในการเรียนเคมี
 - 2) คำถามเกี่ยวกับการศึกษา วิจัย และกระบวนการต่าง ๆ ของงานวิจัยทั้งอดีตและปัจจุบัน
 - 3) คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี
2. คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน คือ ประเด็นคำถามย่อยที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและนำมาใช้กรณีที่ผู้ให้ข้อมูลให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนและผู้วิจัยต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติม
3. คำถามเพื่อตามประเด็น คือ คำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งมีบางประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมและผู้วิจัยได้นำมาเป็นคำถามต่อเนื่อง

การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างดังกล่าว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาเคมี และสาขาการวิจัยทางการศึกษา ในการวิพากษ์วิจารณ์ จำนวน 4 คน แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับคำถาม ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นและนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า แบบสัมภาษณ์สามารถสื่อความหมายของคำถามได้อย่างชัดเจน และได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลโดยสัมภาษณ์โดยตรง และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยกำหนดเวลาคนละ 30 นาที ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ซึ่งขณะสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ตั้งแต่ต้นจนจบการสนทนาและผู้วิจัยได้บันทึกประเด็นที่น่าสนใจพร้อมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นลงในสมุดบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการถอดเทปข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์แบบคำต่อคำ ทำการตรวจสอบข้อมูล และอ่านข้อมูลที่ได้อัดเทปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ บันทึกหลาย ๆ รอบ เพื่อพิจารณาประเด็นเบื้องต้น
2. ทำความเข้าใจความหมายที่ได้จากการถอดเทปอย่างรอบคอบ ทบทวนซ้ำหลาย ๆ รอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการพิจารณาประเด็นที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับข้อมูลที่ต้องการและทำการตัดทอนในส่วนของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก ให้เหลือเฉพาะเนื้อหาหลักที่สำคัญ
3. ทำการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการจำแนกข้อมูลที่ได้ออกเป็นประเภทย่อย และประเภทหลัก จัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ และความสอดคล้องกันของข้อมูล
4. พิจารณาแต่ละประเด็นและความหมายของแต่ละคำ
5. การจำแนกข้อมูลที่ได้ตามความหมาย ซึ่งอธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะให้สมบูรณ์ ทำให้เกิดความเข้าใจบริบทที่ศึกษา

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยการนำเสนอขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจนโดยมีการนำเสนอวิธีการ ขั้นตอนของการทำงานในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลไว้อย่างชัดเจน โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ สำหรับข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วได้ให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 คน ซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี เพื่อยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับนิยามและปัจจัยต่าง ๆ ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) พบว่า สามารถนิยามความหมายของความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทยได้

รวมทั้ง ตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล คือ การที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกัน โดยการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาเคมีและอาจารย์สาขาการวิจัยทางการศึกษา ร่วมกับนักศึกษาสาขาเคมีในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงของความเป็นนักเคมี

ผลการวิจัย

1. ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี

จากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีคำสำคัญดังนี้ อธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ การนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ บุคลิกภาพของนักทดลอง ความคิดอย่างเป็นระบบ เจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“เคมีสามารถมาใช้ในการอธิบายได้หลาย ๆ อย่างไม่ว่าจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและสิ่งรอบตัว โดยใช้ทฤษฎีอธิบายตามหลักการต่าง ๆ ” (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2)

“เคมีเป็นวิชาที่เราพยายามจะเข้าใจธรรมชาติสสาร และเปลี่ยนแปลงของสสาร ทุกอย่างบนโลกเรารวมถึงตัวเราล้วนเป็นสสารเหมือนกัน มีความสัมพันธ์กัน สามารถเข้าใจความเป็นเหตุเป็นผลของความเปลี่ยนแปลงทุกอย่างที่เกิดขึ้นได้” (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1)

“มีทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตั้งปัญหา การออกแบบการทดลอง การบันทึกผลการสรุปผล จะต้องเป็นไปตามการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี” (นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1)

“มีการสร้างความรู้ให้ลึกซึ้งถึงศาสตร์ทางด้านเคมีอย่างถ่องแท้สามารถนำความรู้ที่นำมาแก้ไขปัญหาให้เกิดประโยชน์แก่คนอื่น” (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

“ความเชี่ยวชาญหรือชำนาญในกระบวนการวิเคราะห์ แก้ปัญหาโดยใช้ปฏิกิริยาเคมีเข้ามาใช้ในกระบวนการ เช่น มีสารตัวอย่างมาแล้วสามารถดัดแปลงเป็นสารตัวใหม่โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“มีกระบวนการคิดแบบมีเหตุ มีผล มีตรรกะในความคิด เชื่อในสิ่งที่เราเป็นและทำ ใช้ความคิดแบบมีระบบ มีระเบียบ มีขั้นตอน” (ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

“การทดลองทางเคมี จะมีความอันตราย เพราะฉะนั้นจะต้องมีระเบียบและรอบคอบ เข้าถึงและลึกซึ้งในการดำเนินงานแต่ละครั้ง” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี

2.1 ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่

2.1.1 เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 24 คน มีคำสำคัญดังนี้ ความสนใจ ความชื่นชอบ การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี เห็นคุณค่าของเคมี นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“เคมีเป็นวิชาที่มองเห็นภาพได้ค่อนข้างชัดเจน แล้วก็น่าสนใจ ก็เลยเป็นจุดเริ่มต้นให้ตัวเองหันมาสนใจวิชาเคมี พอได้เรียนรู้เคมีที่ลึกซึ้ง ก็เริ่มตกหลุมรักวิชาเคมี” (อาจารย์เคมีจากภาคกลางคนที่ 1)

“ได้ใช้อุปกรณ์ ได้ทดลอง ได้จับเครื่องมือที่ไม่เคยสัมผัสมาก่อน ก็เริ่มสนุกกับสิ่งที่เราเรียน พอได้ทำแล้วมันทำให้เข้าใจง่ายกว่าทฤษฎีที่เราเคยท่อง และสามารถทำทฤษฎีมาเชื่อมโยงได้กับสิ่งที่ทำ” (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1)

“ได้ทำการทดลองเยอะแยะมากมาย ที่นี้เรารู้สึกว่าสนุกจังเลย เข้าใจง่าย เห็นภาพชัดเจน มั่นค่อนข้างใกล้ตัว” (ครูเคมีจากภาคกลางคนที่ 2)

“รู้สึกชอบเคมี เพราะเวลาเรียนแล้วเรียนเข้าใจ เรียนสนุก ก็เกิดแรงบันดาลใจ ที่จะต่อยอดทางด้านเคมี” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีจากภาคใต้คนที่ 2)

“สารเคมีหรือที่เกี่ยวข้องกับเคมีมันอยู่ในชีวิตประจำวันและการทำปฏิบัติการหรือการทดลอง มันก็ทำให้เกิดความสนใจ” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี หมายถึง ความสนใจ ความชื่นชอบ การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี และตระหนักถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเห็นคุณค่าของเคมีในการนำไปพัฒนาตนเอง

2.1.2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้กล่าวถึง 15 คน มีคำสำคัญดังนี้ ได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การอบรมเสริมทักษะ การเข้าร่วมแข่งขัน การเข้าค่ายทางเคมี การจัดทำโครงงานพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ ทัศนด้านวิทยาศาสตร์ ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“ช่วง ม.4 มีโอกาสได้สอบแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ของ สอน. ก็มีโอกาได้ไปเข้าค่ายที่เป็นค่ายเคมี ที่มหาวิทยาลัยทักษิณ ก็เลยทำให้เรียนรู้เทคนิคการทำแล็บในห้องปฏิบัติการเรียนรู้เคมีที่ลึกขึ้น ก็ได้เป็นการสำรวจตัวเองว่าชอบเคมีจริง ๆ” (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1)

“จนกระทั่งตอน ม.ปลาย สอบได้ค่ายโอลิมปิกเคมี ก็มีโอกาได้ทำแล็บกับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน เพราะตอนนั้นในค่ายได้ใช้เครื่องมือ รวมไปถึงได้เจอเพื่อนในโรงเรียนจุฬาภรณ์รู้สึกว่าเขาเก่งมาก เลยทำให้เรามีแรงบันดาลใจในการเป็นนักเคมี” (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

“ตอนเรียนได้มีโอกาสทำโครงงานเกี่ยวกับเคมี เลยสามารถนำความรู้ด้านเคมีอะไรพวกนี้ไปต่อยอด ทำให้รู้สึกว่าการทำหยามาก เราเลยพยายามผลักดันตัวเราให้เข้าไปในด้านเคมี” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“เดิมตอนที่เรียนมัธยมต้น มีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเรียนเคมีได้ดี” (อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“ได้มีโอกาสเข้ามาเรียนต่อ ม.ปลาย ที่จังหวัดขอนแก่น ด้วยความที่เราเรียนได้ทุกอย่างและพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างดี ทำให้สามารถเรียนเคมีได้เข้าใจ” (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การอบรมเสริมทักษะ การเข้าร่วมแข่งขัน การเข้าค่ายทางเคมี และการจัดทำโครงงาน ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง

2.2 ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่

2.2.1 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 25 คน มีคำสำคัญดังนี้ Active Learning กระตุ้นผู้เรียน ลงมือปฏิบัติการทดลอง ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ใช้เทคโนโลยี สร้างองค์ความรู้ทางเคมี ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“จัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ต้องให้เด็กปฏิบัติจริงหรือการใช้วิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐานในการพัฒนาเด็กการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและให้เด็กได้ลงมือทำซ้ำจะทำให้เด็กคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“ใช้รูปแบบการสอนแบบ Active Learning เน้นการปฏิบัติควบคู่กับการอธิบายทฤษฎี บางคนชอบการทดลองแต่เขียนรายงานการทดลองไม่ได้ ดังนั้น เราต้องทำไปพร้อมกันจะได้ส่งเสริมให้เด็กนำทฤษฎีไปสู่การทดลองทฤษฎีที่เกิดขึ้น ในการปฏิบัติจะเป็นอย่างไรจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถย้อนกลับมาอธิบายการทดลองได้ยังไง” (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2)

“ลงมือปฏิบัติ มีกิจกรรมที่ไม่ใช่การทดลองถึงแม้เป็นกิจกรรมที่คิดขึ้นมาเพื่อให้เขาเรียนรู้ในเนื้อหา นั้น ๆ ก่อน พอได้ลงมือทำแล้วมันน่าสนใจ เขาจะวิ่งไปหาเนื้อหาเองเราจะต้องสร้างความท้าทายจากกิจกรรมก่อน อาจจะเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือทดลองก็ได้ ถ้าใช้เครื่องมือได้ก็ยิ่งน่าสนใจ ต้องสร้างกิจกรรมแล้วนำไปสู่ทฤษฎี” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2)

“การเรียนการสอนควรกระตุ้นให้เด็กคิด แล้วค่อยเป็นโค้ชให้คำแนะนำ หรืออาจจะอภิปรายร่วมกันตามเหตุผล” (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1)

“วิชาเคมีมีทั้งเนื้อหา ทักษะ และการทดลอง เพราะฉะนั้นห้องเรียนที่ตอบโจทย์ต้องมีการผสมผสานกันอย่างลงตัวทั้ง 3 ส่วนคือเนื้อหา ทักษะการทดลอง จิตวิทยาศาสตร์ ถ้าเราได้พัฒนาทั้ง 3 ส่วนนี้ให้ผู้เรียนแล้ว ก็จะทำให้เด็กมีความเป็นนักเคมีมากขึ้น” (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี หมายถึง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี ผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ด้วยตนเอง

2.2.2 ด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นเกี่ยวกับการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีผู้กล่าวถึง 20 คน มีคำสำคัญดังนี้ การส่งเสริม จุดประกาย ทักษะที่ดีต่อเคมี ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการศึกษาด้านเคมี ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“ครูเคมีที่แท้จริงคือ สอนแล้วกระตุ้นให้เด็กเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มากที่สุด เพราะจะได้นำความรู้เหล่านี้ไปใช้ต่อยอดในการเรียนที่ระดับสูงขึ้น” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“มีครูคนหนึ่งที่ทำให้เรารู้สึกว่าชอบวิชาเคมี ครูเขาเป็นคนที่สอนเข้าใจ วิชาเคมีเป็นวิชาที่เราทำคะแนนได้ดีที่สุด ทำให้เรารู้สึกว่าเราน่าจะถนัดในวิชานี้ แล้วครูเขาก็เป็นคนที่ดีต่อให้เราด้วย ว่าเราต้องเริ่มจากตรงไหน มีความฝอยยากเป็นอะไร” (ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2)

“ครูท่านหนึ่งที่สอนวิชาเคมีประมาณตอน ม.4 เทอม 2 ท่านชื่อ...ตอนนั้นท่านเสียชีวิตแล้ว ท่านเป็นครูที่สอนเคมีแล้วมีเทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้เรายากอย่างเคมีให้มันสนุกได้ เพราะครูท่านนี้ ก็เลยทำให้เรารู้สึกว่าเรารักวิชาเคมีตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ด้วยความที่เนื้อหาเคมีมันยากแต่ท่านกลับทำให้เด็กที่ไม่รู้เรื่องในสิ่งที่มันยากกลับทำให้มันง่ายให้เราสนุกไปกับมัน ท่านเปลี่ยนทัศนคติต่อวิชาเคมีไป เรื่อยๆ ก็ทำให้ง่ายได้เพราะเราเปลี่ยนมุมมองแล้วเราก็ชอบที่จะค้นหามมากขึ้นเลยทำให้ทัศนคติของเราเปลี่ยนไป” (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

“ตั้งแต่ขึ้น ม.ปลาย พอได้เรียนเคมี ก็ได้เจอกับครูเคมีที่สอนดีมาก โดยเฉพาะตอนทำการทดลอง ครูท่านคอยดูแลอย่างใกล้ชิด อธิบายแบบละเอียดดีบ ถึงตอนนี้ก็ยังจำที่ท่านอธิบายหรือสอนได้อยู่เลย” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1)

“คุณครูเขาจะพยายามประยุกต์การสอนโดยให้เห็นว่าสารเคมีหรือที่เกี่ยวข้องกับเคมีมันอยู่ในชีวิตประจำวันและให้ทำปฏิบัติการพวกการทดลอง การเปลี่ยนสีมันก็ทำให้เกิดความสนใจและเขาก็คอยให้คำปรึกษา

หรือแนะแนว พูดถึงว่าฉันสามารถทำงานได้หลากหลายอาชีพที่ ก็เลยสนใจและอยากเรียนต่อด้านนี้” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การส่งเสริม จุดประกายให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อเคมี ตลอดจนการให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต

2.2.3 ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 18 คน มีคำสำคัญดังนี้ พฤติกรรมการทำงาน สร้างความรู้ทางเคมี สร้างแรงบันดาลใจ นำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“ต้นแบบในการทำงาน คือ สมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ฯ พระองค์ทรงทุ่มเทมาก ในการทำงานการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางเคมี เป็นนักวิจัยเคมีที่ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยอมรับ” (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2)

“ท่านมีความเมตตาต่อนักศึกษาแล้วก็มี การค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา มีการประชุมหรือสัมมนา หาความรู้ใหม่ ๆ เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ไม่ใช่แบบเราทำวิจัยเรื่องนี้ตลอดทั้งชีวิต อาจารย์เขาก็มีการเปลี่ยนตามโลกที่เป็นเทรนด์ อาจารย์อยู่สาขาเคมีอนินทรีย์ ท่านศึกษาเฉพาะเรื่อง Complex to Copper สารเชิงซ้อนของ Copper ไม่ใช่ของระดับประเทศ แต่ระดับเอเชียเลย” (อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

“ชื่นชอบ Prof.Daniel Shechtman ที่ได้รับรางวัลโนเบล สาขาเคมี ที่เขาได้ค้นพบ Quasicrystal เป็นการที่เขาบังคับคริสตัลเป็นผลึก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วเขาก็ค้นพบว่าการจัดการเรียงตัวแบบที่เราเคยเรียนกัน เขาทำให้เคมีมีความน่าสนใจ มีแรงบันดาลใจในการทำงานเกี่ยวกับเคมี และอยากพัฒนาตัวเองให้เก่งเหมือนเขา” (ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1)

“ท่านสร้างแรงบันดาลใจในการทำวิจัย ทำให้เรารู้สึกว่าทุก ๆ วันที่เราเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในห้องได้ผลการทดลองมาใหม่ มันเป็นความท้าทายว่าเราจะเจออะไร เราจะเจอสิ่งใหม่ไหม เราจะเจอสารเคมีตัวใหม่ไหม ท่านทำให้เราเห็นว่าเราต้องติดตามมันตลอดเวลาแล้วท่านก็ไม่เคยละทิ้งเราเลย” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“ท่านเป็นแบบอย่างที่ดีมาก ๆ ในการคิดนอกกรอบ การที่เราจะทำงานวิจัยไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าเราอยากทำหรือถนัดอะไร ให้เรานึกถึงว่าเราทำวิจัยเพื่อไปแก้ปัญหาอะไรได้ แล้วจะใช้ความรู้เหล่านั้นแก้ปัญหาอย่างไร ท่านอาจารย์ที่ไฟแรงมาก อาจารย์มักจะปลุกฝังแนวคิดใหม่ ๆ มาให้เสมอ” (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี หมายถึง อัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ตีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

2.2.4 ด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย โดยมีผู้กล่าวถึง 15 คน มีคำสำคัญดังนี้ การทำวิจัย สร้างองค์ความรู้ทางเคมี ชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานการกระตุ้น การให้คำปรึกษา การเชื่อมโยงความรู้ทางเคมี ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า

“อาจารย์ให้เราเล็งเห็นถึงความสำคัญของเคมี ผ่านการลงมือทำและค้นคว้าด้วยตัวเอง ปล่อยอิสระให้ได้เจอกับปัญหา อันนี้แหละที่จะสามารถนำไปสู่การทำงานวิจัยที่มีคุณภาพ เพราะได้พบเจอกับปัญหา และสามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้จริงได้” (อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 2)

“คอยสอนให้นักศึกษาแก้ปัญหาไปที่ละจุด แล้วคำตอบก็จะค่อย ๆ ชัดเจนขึ้น และคอยกระตุ้นให้คิดอยู่ตลอด นักศึกษาก็จะสนใจเคมีและมৌลต์ความรู้ทางเคมีที่สามารถจะต่อยอดต่อไปได้” (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1)

“สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ก็สมารถที่จะพัฒนาต่อยอดในการแก้ไขปัญหาดัง ๆ หรือการทำงานวิจัยได้” (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

“นักศึกษาต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์หรือสังเคราะห์สารด้วยความคิดที่สร้างสรรค์ โดยมีอาจารย์คอยกระตุ้นและชี้แนะแนวทาง” (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1)

“สอนให้รู้จักสังเกตทุกสิ่งที่เกิดขึ้น สมารถที่จะแก้ไขปัญหามีการพัฒนาตนเองและฝึกฝนตนเองอยู่เสมอ” (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

“การที่อาจารย์คอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด โดยเริ่มจากการเน้นพื้นฐานของเคมีทั้งหมดให้เกิดความเชี่ยวชาญ” (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การทำวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมี การกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานในอนาคตของนักศึกษา

นอกจากนี้ผู้วิจัยสามารถสกัดปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการทางเคมี และปัจจัยด้านการปลูกฝังวิทยาศาสตร์ของคนในครอบครัว แต่ทั้งนี้ผู้กล่าวถึงค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงไม่ได้สกัดเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

สรุปและอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์ให้ความหมายความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี พบว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้ง มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาของสภาพร เรื่องรุ่ง และคณะ (2565) ให้ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และมีความสามารถด้านทักษะการคิด ขอบการสืบค้นข้อมูลนอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาของชาติร ฝ่ายคำตา (2558) พบว่า การอธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางเคมี วิธีการที่นักเคมีได้มา ซึ่งความรู้การทำงานหรือสังคมของนักเคมี และลักษณะเฉพาะของวิชาเคมีที่แตกต่างจากสาขาอื่น เนื่องจากวิชาเคมีเป็นการศึกษาและการอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่จะเกิดจากการศึกษาแบบแผนของสิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ความเป็นนักเคมีข้างต้นยังสอดคล้องกับ การศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพี้ยชัย (2554: 165-175) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ คือ “บุคคลที่ศึกษาความรู้

ในเนื้อหาสาระด้านวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบทบาทของตนเองในการแสดงออกเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ในสังคม”

2. การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี

จากการพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกล่าวถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี สามารถลำดับความสำคัญ สรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เป็นความสนใจ ความชื่นชอบ การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี และตระหนักถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเห็นคุณค่าของเคมีในการนำไปพัฒนาตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของประภัศร สารธนะ และคณะ (2561) พบว่า เจตคติต่อวิชาเคมี สามารถทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ มีความสนใจในการเรียน และทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาของมาลีรัตน์ ภูเกิด (2562) พบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการเรียนรู้โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือและแบ่งปันภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความคุ้นเคย สามารถอธิบาย ชักถาม ตอบคำถามต่าง ๆ ภายในกลุ่ม จึงรู้สึกสนุกสนานในการเรียน ไม่กังวล ลดความเครียดในระหว่างเรียนทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมี

2.2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การอบรมเสริมทักษะ การเข้าร่วมแข่งขัน การเข้าค่ายทางเคมี และการจัดทำโครงงาน ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของดนัย พุทธินิยม และคณะ (2561) พบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่อย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้และสอดคล้องกับกาญจนา ภัทธวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ การทำโครงงาน โครงการส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.3 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี ผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของศรีมกา เจริญศ และคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูล ในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือโน้ตที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้องกับการศึกษาของวิภา อาสงสมานันท์ และคณะ (2563) ทักษะในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมและสื่อการสอนที่ทันสมัยเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกใช้สื่อการ

สอนที่เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้หลายรูปแบบ จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนที่เป็นนามธรรมมากขึ้น ช่วยกระตุ้นสร้างความสนใจทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

2.4 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการส่งเสริม จุดประกายให้ผู้เรียน มีทัศนคติที่ดีต่อเคมี ตลอดจนการให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต สอดคล้องกับการศึกษาของวิชา อาสิงสมานันท์ และคณะ (2563) พบว่า ควรมีการเลือกครูผู้สอนให้มีความสามารถในการสอนที่สูง เพราะครูที่มีความรู้ด้านเนื้อหาและด้านวิธีการสอนมาก จะสามารถพัฒนากิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและพัฒนาให้นักเรียนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของอวยพร ดำริมุงกิจ และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2564) กล่าวไว้คือ ครูสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน การสร้างแรงบันดาลใจ และการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนกิจกรรมในการเรียนรู้ส่วนใหญ่ครูจะจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ในเนื้อหาเชิงลึก ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกในหลาย ๆ ทักษะที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริง

2.5 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นอัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ตีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และ พุทธชาติ อังณะกูร (2563) การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น

2.6 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย เป็นการทบทวนเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมีการกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานในอนาคตของนักศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของสมจิน เปียโคสูง และธรา อังสกุล (2554) พบว่า ผู้สอนเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการสอน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนที่สอนอย่างมีหลักการ มีความรู้และมีทักษะ จะช่วยให้ผู้เรียน สามารถที่จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ จัดเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาสามารถดำเนินการตามภารกิจหลักในการผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคมและการพัฒนาประเทศได้

สำหรับปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการทางเคมี ซึ่งเป็นการแสดงบทบาทนักเคมีของนักเรียนหรือนักศึกษา และเป็นโอกาสในการทำงาน ทำงานวิจัยหรือการได้รับทุนการศึกษาที่เกี่ยวกับกับเคมี รวมไปถึงการเข้าร่วมกิจกรรมการประชุมวิชาการ รวมไปถึงการนำเสนองานวิจัย เป็นโอกาสที่จะสามารถแสดงความรู้ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการคิดทางด้านเคมีอย่างเต็มที่ และปัจจัยด้านการปลูกฝังวิทยาศาสตร์ของคนในครอบครัว ซึ่งการปลูกฝังดังกล่าวอาจจะเป็นการที่ครอบครัวเรียนหรือทำงานในทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถซึมซับหรือเห็นเป็นแบบอย่างได้ แต่ทั้งนี้ผู้กล่าวถึงค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงไม่ได้สกัดเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. สำหรับครูหรืออาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่สามารถให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของธรรมชาติในเคมีและสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมี พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คอยติดตามและให้คำปรึกษาอย่างเป็นกันเอง มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเป็นนักเคมี ตลอดจนการเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนหรือนักศึกษา

2. สำหรับนักศึกษาสาขาเคมี ควรแสวงหาโอกาสทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเคมี และศึกษาชีวประวัติ ลักษณะการทำงาน รวมไปถึงการติดตามผลงานของนักเคมีทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนการพัฒนาตนเองเพื่อเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในด้านเคมี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ตามที่ผู้วิจัยได้สกัดเจอแต่มีผู้กล่าวถึงน้อย เพื่อให้ได้ปัจจัยเพิ่มเติมในการส่งเสริมความเป็นนักเคมี รวมไปถึงการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติมที่นอกเหนือจากที่ผู้วิจัยกล่าวถึง

2. นำปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามที่ได้ผู้วิจัยสกัดได้ไปพัฒนาเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณในการวัดการพัฒนาตัวตนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีรวมทั้งนักศึกษาสาขาเคมีในระดับมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา ชูติมา. (2551). *หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กาญจนา ภัทราวีวัฒน์. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 8(2), 151-168.
- โกวิทย์ เวชชาศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียน คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: วิสตา อินเทอร์เน็ต.
- ดนัย พุทธินิยม, สุวิมล ตีรกันันท์, และบุญมี พันธุ์ไทย. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร. *วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร*, 9(2), 74-83.
- ประภัศร สารณะ, ภัทรกร ชัยประเสริฐ, และสพลณภัทร ศรีแสนยงค์. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(3), 117-129.
- พุทธชาติ อังณะกูร. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(2), 105-125.
- ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาท ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 17(1), 55-78.
- มาลีรัตน์ ภูเกิด, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์, และสุทธิดา จำรัส. (2562). เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียม อุดมศึกษาพัฒนาการ อุบลราชธานี. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(75), 109-117.

- วิภา อาสิงสมานันท์. (2563). มุมมองของครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 22(3), 235-247.
- ศรีผกา เจริญยศ, มาเรียม นิลพันธุ์, และมารุต พัฒนา. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนว Active Learning เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์การเรียนรู้เคมีและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 34(109), 46-57.
- ศิริพรรณ แก่นสาร, สมนึก ภัททิยธนี, และวิเชียร สติธิประภาพร. (2555). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 18(2), 159-168.
- สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2565). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 16(2), 525-536.
- สมจิน เปี้ยโคกสูง, และธรา อังสกุล. (2554). คุณลักษณะการสอนที่ดีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: มุมมองของอาจารย์และนักศึกษา. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 5(2), 109-130.
- อวยพร ดำริ่มงกิจ, และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2564). มุมมองของครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ต่อแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารครูพิบูล*, 8(2), 228-239.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Whewell, W. (2014). *The Philosophy of the Inductive Sciences: Volume 1: Founded Upon Their History*. Cambridge University Press.