

Research Article

Causal Factor Affecting of Becoming a Qualified Chemist of Chemistry Students in Thailand

Attapon Liwan*

M.Ed. (Educational Research and Evaluation), Master's Student
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

Affi Lateh

Ph.D. (Research and Statistics in Cognitive Science), Associate Professor
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

Hamidah Musor

Ph.D. (Science Education STEM Education), Lecturer
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

*Corresponding author: liwan.att@gmail.com

Received: October 19, 2022/ **Revised:** December 28, 2022/ **Accepted:** January 11, 2023

Abstract

Many Factors were enhanced by qualified chemists as perceived by teachers, lecturers, and chemist staff in Thailand. There were interesting to see what factors will influence the becoming a qualified chemist of chemistry students in Thailand. The purpose of this study was to causal factor affecting becoming a qualified chemist of chemistry students in Thailand. The samples were 550 third- and fourth-year chemistry students. The online respondents were 586. Data was collected using an online questionnaire which consisted of 3 parts: general information, becoming a qualified chemist, and the factors that influenced becoming a qualified chemist. The path analysis of the structural equation model used PLS-SEM. The results showed that 10 paths were statistically significant. There were 2 positive influence factors on statistically significant becoming a qualified chemist at the level of .01 consisted of a model of teaching and learning management in chemistry and characteristics of a chemical master person.

Keywords: Becoming A Qualified Chemist, Chemistry Learning, Chemistry Students

บทความวิจัย

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมี ของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

อรรถพล ลิ่วญ*

ศษ.ม. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

อาฟีฟี ลาเตะ

ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางการวิทยาการปัญญา), รองศาสตราจารย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ฮามิ๊ะ มุสอ

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา สะเต็มศึกษา), อาจารย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

*ผู้ประสานงาน: liwan.att@gmail.com

วันรับบทความ: 19 ตุลาคม 2565/ วันแก้ไขบทความ: 28 ธันวาคม 2565/ วันตอบรับบทความ: 11 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมีและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีในประเทศไทยมีหลายประการ ซึ่งมีความน่าสนใจอย่างยิ่งว่ามีปัจจัยใดบ้างที่จะมีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีกับนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเคมีทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 จำนวน 550 คน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 586 คน รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามที่มี 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM พบว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทาง ซึ่งมี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี

คำสำคัญ: ความเป็นนักเคมี การสอนเคมี นักศึกษาสาขาเคมี

บทนำ

การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาเคมี มีหลักสูตร 2 ด้าน คือด้านวิทยาศาสตร์และด้านศึกษาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) การศึกษาศาสตร์บัณฑิต ศึกษาศาสตร์บัณฑิต และครุศาสตรบัณฑิต เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้าน วิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านการศึกษา เช่น ในหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านวิชาชีพครู มีทักษะในการจัดการและสามารถบูรณาการ การเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ หรือเน้น การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียวของหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิตที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์เคมี ให้มีคุณธรรม จริยธรรมและมีศักยภาพสูงในการพัฒนาตนเองให้เข้ากับ ลักษณะงานทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ โดยมี "ทักษะ (Skills)" และ "ทัศนคติ (Attitude)" ตามคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ของมหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิต ที่เป็น "ผู้นำการเปลี่ยนแปลงสังคม (Social Change Agent)" เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (King Mongkut's University of Technology Thonburi, 2015) จะเห็นได้ว่าการเรียนต่อในระดับ อุดมศึกษาในด้านเคมีจะมีการเปิดสอนทั้งในคณะ วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะ ศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่ พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือ พัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นที่สำคัญร่วมกัน เพื่อผลิตกำลังคนด้านเคมี ให้มีความเป็นนักเคมี เพื่อ เป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและพัฒนาอาชีพต่อไป และนอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าเคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของ หลากหลายอาชีพ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เกษตรกร วิศวกร เกษตรกร ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม หรือห้องปฏิบัติการ นักเคมี หรือแม้กระทั่งผู้สอนในวิชาเคมี

ตามนิยามความเป็นนักฟิสิกส์ของ Ruengrung, Lateh & Kaewtubtim (2021) ให้ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษา ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการ สร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้วตน ของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามรูปแบบ

นักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และ มีความสามารถด้านทักษะการคิด ชอบการสืบค้นข้อมูล นอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียนและจากผลการวิจัย ของ Liwan, Lateh & Musor (in press) ผลการศึกษา สามารถให้ความหมายความเป็นนักเคมีได้ว่า ความสามารถ ของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพ นักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้ง มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็น นักเคมียังไม่ปรากฏงานวิจัย มีเพียงการศึกษาของ Chalupa (2020) ที่พบว่า การสื่อสารทางเคมีจะส่งผล เชิงบวกต่ออัตลักษณ์ของนักเคมี และการศึกษาของ Laszlo (2007) พบว่า คุณลักษณะของตัวตนนักเคมี คือ มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถสร้างประโยชน์ให้กับ มนุษยชาติได้และการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยมีความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน จิตวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัย เชิงสาเหตุ เช่น งานวิจัยของ Kaensar, Pattiyathan & Sittiprapaporn (2012) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี พบว่า มีปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรม การสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน งานวิจัยของ Nakjui (2015) ศึกษา ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เพศ รายได้ผู้ปกครอง นิสัยรักการเรียนวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนด้านการเรียน ของครอบครัว สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และงานวิจัยของ Sem, Wongnam & Ngammeerith (2019) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ Ruengrung, Lateh & Kaewtubtim (2021) ศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขา ฟิสิกส์ในประเทศไทย พบว่า มีปัจจัยที่ส่งเสริมปัจจัย

ต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ คือ เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์

จากข้อมูลข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย และปัจจัยเหล่านั้นส่งผลในทิศทางใดต่อความเป็นนักเคมี จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 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 ซึ่งผล

ที่ได้อาจเป็นแนวทางในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียนการสอนสาขาเคมี หรือกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง อาจารย์ผู้สอนในสาขาเคมีนำปัจจัยข้างต้นไปพิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรสาขาเคมี ตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาความเป็นนักเคมี จนสามารถเป็นนักเคมีที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

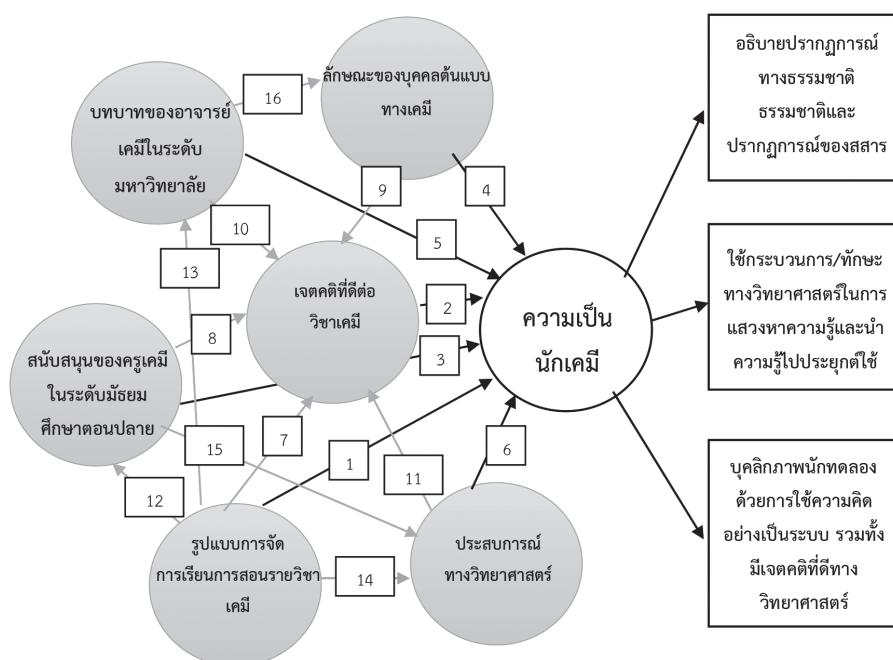
เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากผลการวิจัยโดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และจากการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ โดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของ Liwan, Lateh & Musor (in press) สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัยจากผลการวิจัย และการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเคมี เคมีอุตสาหกรรม เคมีประยุกต์ และชีวเคมี ประชากรแบ่งตามมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนในสาขาเคมีใน 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง รวม 63 มหาวิทยาลัย เป็นนักศึกษาในหลักสูตรคณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ จำนวน 2,843 คน คณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจำนวน 10,927 คนรวมทั้งสิ้น 13,770 คน (ข้อมูลสืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2564, ปีการศึกษา 2560-2563)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเคมี ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 (เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีดังกล่าวได้เรียนผ่านรายวิชาตามหลักสูตรเกินร้อยละ 50 ของรายวิชาทั้งหมดแล้ว และมีประสบการณ์ในการเรียนการทำโครงการ และการวิจัย มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1-2) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้การกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามหลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นตามกฎความเพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อข้อคำถาม 1:10 (Schumacker; & Lomax, 1996: 20) จากแบบสอบถามมีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 55 ข้อ กำหนดกลุ่มตัวอย่างได้ 550 คน โดยแบ่งกลุ่มหลักสูตรที่ศึกษาออกเป็นด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 275 คน และสุ่มอย่างง่ายกลุ่มละ 16 มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งแบ่งตามสัดส่วนในแต่ละหลักสูตร สำหรับการเลือกตัวอย่างในแต่ละหลักสูตรใช้วิธีการเลือกตัวอย่างตามสะดวกด้วยการนำ QR-Cord และลิ้งค์แบบสอบถามออนไลน์ แนบไปพร้อมกับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยไปยังคณบดีคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาสาขาเคมีสังกัดอยู่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 586 คน (เกินมา 36 คน) จำแนกตามหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ 290 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 296 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุเป็นแบบสอบถามออนไลน์ ประกอบไปด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ชั้นปี หลักสูตร อันดับในการเลือกเรียน บุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี และอาชีพในอนาคต

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 2.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร จำนวน 6 ข้อคำถาม ให้คะแนนเท่ากับ 5 ดีเยี่ยม และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่ดี

ตอนที่ 2.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้จำนวน 4 ข้อคำถาม ให้คะแนนเท่ากับ 5 ทุกครั้ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เคยเลย

ตอนที่ 2.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ข้อคำถาม โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 41 ข้อคำถาม

โดยเครื่องมือข้างต้นได้ผ่านการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยมีค่าดัชนี CVI ระหว่าง .80-1.00 และค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3-4 สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ และสาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง) จำนวน 30 คน มีค่าความเชื่อมั่นแอลฟาของครอนบาคระหว่าง .780-.980 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ .982 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test มีค่าตั้งแต่ 2.291-4.804 ซึ่งมีค่า p-value น้อยกว่า .05 พิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่จำแนกได้ข้อคำถามจำนวน 55 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีด้วยโปรแกรม SmartPLS 3.0 (Ringle et al., 2015) ในรูปแบบโมเดลการวัดแบบสะท้อนซึ่งมีตัวชี้วัดที่เกิดจากบางตัว หรือทุกตัวของตัวแปรสังเกตได้เพื่อประกอบเป็นตัวแปรแฝงนั้น ๆ หรือเรียกว่า Reflective Indicator ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือวัดในสิ่งเดียวกัน (Hair et al., 2006; Hair et al., 2014) ความสัมพันธ์นี้จะใช้เป็นตัววัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) และเมื่อตัวแปรบ่งชี้มีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตัวแปรสังเกตได้ หรือตัวแปรบ่งชี้ของตัวแปรแฝงจึงแทนกันได้ (Interchangeable) ดังนั้นเมื่อตัดตัวแปรบ่งชี้บางตัวที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Loading) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะไม่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงทางเนื้อหา (Christophersen & Konradt, 2006) ความสัมพันธ์นี้ถูกสร้างขึ้นจากตัวแปรแฝงสู่ตัวแปรบ่งชี้ ซึ่ง PLS-SEM เรียกสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loading)

ผลการวิจัย

ตาราง 1

ความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	รายการ	จำนวน(ร้อยละ)
เพศ	ชาย	191(32.59)
	หญิง	395(67.41)
ชั้นปีที่กำลังศึกษา	ชั้นปีที่ 3	285(48.63)
	ชั้นปีที่ 4	301(51.37)
หลักสูตรที่ศึกษา	ศึกษาศาสตร์	290(49.49)
	วิทยาศาสตร์	296(50.51)
อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้า ศึกษาต่อในสาขาเคมี	อันดับที่ 1	3949(67.24)
	อันดับที่ 2	113(19.28)
	อันดับที่ 3	50(8.53)
	อันดับที่ 4	29(4.95)

โดยค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีในภาพรวมเท่ากับ 4.15 (คิดเป็นร้อยละ 83.04) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .46 แบ่งเป็นด้านอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 (คิดเป็นร้อยละ 77.20) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 ด้านใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหา

ความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับบ่อยครั้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 (คิดเป็นร้อยละ 78.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .66 ส่วนด้านบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย 4.27 (คิดเป็นร้อยละ 85.04) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 ดังตาราง 2

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	แปลผล
ความเป็น นักเคมี ด้านความรู้	K1 ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางเคมีที่เข้าใจได้ยากให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย	3.74(0.82)	ดี
	K2 ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่สัมผัสและมองเห็นจากการทดลองโดยมาใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้	3.95(0.72)	ดี
	K3 ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสารให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้	3.94(0.74)	ดี
	K4 ฉันสามารถใช้ความรู้ทางเคมีที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่	3.91(0.73)	ดี
	K5 ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางเคมีในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	3.98(0.68)	ดี
	K6 ฉันสามารถใช้หลักการทางเคมีในการค้นพบ หรือทดลองสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาเองได้	3.65(0.94)	ดี
ความเป็น นักเคมี ด้านทักษะ	S1 ฉันชอบศึกษาหรือทดลองการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร	4.04(0.75)	บ่อยครั้ง
	S2 เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา	3.74(0.85)	บ่อยครั้ง
	S3 ฉันทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐานต่าง ๆ	3.90(0.86)	บ่อยครั้ง
	S4 ฉันมีความรอบคอบและละเอียดอ่อนในการทำทดลองและสืบค้นข้อมูล	4.04(0.77)	บ่อยครั้ง
ความเป็น นักเคมี ด้านเจตคติ	A1 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.27(0.64)	เห็นด้วย
	A2 ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาเคมี	4.22(0.64)	เห็นด้วย
	A3 ฉันมีความสุขทุกครั้งที่ได้ทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด	4.20(0.72)	เห็นด้วย
	A4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.38(0.60)	เห็นด้วย
เจตคติที่ดีต่อ วิชาเคมี	ATC1 เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.44(0.59)	เห็นด้วย
	ATC2 การทำวิจัยหรือโครงการทางเคมีทำให้ฉันมีความสุข	3.91(0.84)	เห็นด้วย
	ATC3 เคมีทำให้การทดลองเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย	4.35(0.63)	เห็นด้วย
	ATC4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.34(0.62)	เห็นด้วย
	ATC5 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.22(0.64)	เห็นด้วย

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	แปลผล
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	ATC6 เคมีเป็นวิชาที่มีคุณค่าและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต	4.33(0.60)	เห็นด้วย
	SCE1 ฉันท้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี	4.39(0.59)	เห็นด้วย
	SCE2 ฉันท้นำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมี	4.31(0.62)	เห็นด้วย
	SCE3 ฉันท้นำความรู้จากการเข้าค่ายหรือโครงการต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานในการเรียนเคมี	4.15(0.72)	เห็นด้วย
	SCE4 ฉันท้มักแสวงหาความรู้ทางเคมี เพื่อเพิ่มทักษะความสามารถของตนเอง	4.14(0.70)	เห็นด้วย
	SCE5 ฉันทคิดว่าการมีเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้เรียนเคมีได้ดี	4.33(0.61)	เห็นด้วย
	SCE6 ฉันท้ภูมิใจที่ได้เรียนด้านวิทยาศาสตร์	4.32(0.66)	เห็นด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี	MLC1 ฉันท้สนุกกับการเรียนเคมีที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง	4.37(0.61)	เห็นด้วย
	MLC2 สถานการณ์จำลองที่ทำทายทำให้ฉันท้สามารถแก้ปัญหาเป็น	4.32(0.64)	เห็นด้วย
	MLC3 ฉันท้รู้สึกทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.23(0.65)	เห็นด้วย
	MLC4 คำถามที่เกิดจากการทดลอง กระตุ้นให้ฉันท้อยากรู้ อยากเห็น	4.28(0.65)	เห็นด้วย
	MLC5 ฉันท้อยากทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ทางทฤษฎี	4.24(0.64)	เห็นด้วย
	MLC6 การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี	4.42(0.61)	เห็นด้วย
	MLC7 การสร้างชิ้นงานทำให้ฉันท้ได้ใช้ความรู้ทางเคมีอย่างเต็มที่	4.27(0.65)	เห็นด้วย
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	SCT1 ครูเคมีสอนให้ฉันท้เข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล	4.25(0.63)	เห็นด้วย
	SCT2 ครูเคมีมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ	4.22(0.69)	เห็นด้วย
	SCT3 ฉันท้ชื่นชอบวิชาเคมีเพราะครูเคมีให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาเคมี	4.19(0.75)	เห็นด้วย
	SCT4 ครูเคมีกระตุ้นให้ฉันท้มีความอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับเคมี	4.19(0.68)	เห็นด้วย
	SCT5 ครูเคมีเปิดโอกาสให้ฉันท้แก้ปัญหาทางเคมีด้วยตนเอง	4.18(0.70)	เห็นด้วย
	SCT6 ฉันท้ฝึกทักษะการทดลองทางเคมีจากกิจกรรมที่ครูเคมีมอบหมายให้	4.22(0.66)	เห็นด้วย
	SCT7 ครูเคมีสอนให้ฉันท้เห็นคุณค่าของวิชาเคมี	4.24(0.69)	เห็นด้วย

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	แปลผล
ลักษณะของ บุคคล ต้นแบบ ทางเคมี	CCP1 ฉันสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีจากการ ศึกษาชีวประวัติของนักเคมีที่ชื่นชอบ	3.86(0.95)	เห็นด้วย
	CCP2 ฉันสามารถพัฒนาตัวเองตามนักเคมีที่ชื่นชอบได้	3.95(0.85)	เห็นด้วย
	CCP3 ฉันสามารถนำรูปแบบการทำงานของนักเคมี ที่ชื่นชอบมาปรับใช้ในการทำงานของตนเองได้	3.97(0.80)	เห็นด้วย
	CCP4 ฉันยึดถือนักเคมีที่สามารถสร้างผลงานเพื่อ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้	4.02(0.77)	เห็นด้วย
	CCP5 ฉันยึดถือการทำงานของนักเคมีที่สามารถสร้าง ความร่วมมือในการทำงาน	4.07(0.71)	เห็นด้วย
	CCP6 ฉันติดตามการค้นพบหรือสร้างผลงานของนักเคมี อยู่เสมอ	3.85(0.90)	เห็นด้วย
	CCP7 ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมี ที่ชื่นชอบ	4.14(0.75)	เห็นด้วย
บทบาทของ อาจารย์เคมี ในระดับ มหาวิทยาลัย	RCU1 อาจารย์เคมีค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่หรือน่าสนใจ จากการทดลองเคมีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.12(0.73)	เห็นด้วย
	RCU2 อาจารย์เคมีแสดงบทบาทการเป็นนักเคมีที่ดี ให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.20(0.71)	เห็นด้วย
	RCU3 ฉันเรียนรู้การทำงานของนักเคมีผ่านงานต่าง ๆ ที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ	4.22(0.65)	เห็นด้วย
	RCU4 ฉันสามารถนำเทคนิคในการทำงานด้านเคมีของ อาจารย์มาปรับใช้ได้	4.21(0.62)	เห็นด้วย
	RCU5 อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของ การใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง	4.27(0.64)	เห็นด้วย
	RCU6 อาจารย์เคมีมีกระบวนการสอนที่ดีที่สามารถ ทำให้ฉันสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้	4.26(0.64)	เห็นด้วย
	RCU7 ฉันเห็นความสำคัญของเคมีในการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันจากการกระตุ้นของอาจารย์เคมี	4.21(0.63)	เห็นด้วย
	RCU8 อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงานด้าน เคมีในอนาคต	4.23(0.67)	เห็นด้วย

สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .49 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ATC1 “เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ .59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย ด้านที่ 2 ประสพการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .51 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SCE1 “ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน

เคมี” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย ด้านที่ 3 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .47 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ MLC6 “การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .61 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย ด้านที่ 4 ด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .56 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SCT1 “ครูเคมีสอนให้ฉันเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย ด้านที่ 5 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .69 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ CCP7 “ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมีที่ชื่นชอบ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .75 มีความคิดเห็นอยู่ใน

ระดับเห็นด้วย ด้านที่ 6 ด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยโดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .53 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ RCU5 “อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .64 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการพิจารณาภาวะร่วมเชิงเส้น (Multicollinearity) ของตัวแปรสังเกตได้ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF) มีค่าระหว่าง 1.000–3.502 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทาง อิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทางอิทธิพลส่วนอีก 6 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังตาราง 3 และภาพประกอบ 2

ตาราง 3

การทดสอบเส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=586)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.125	.047	2.627	.009**
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.141	.059	2.386	.017
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ความเป็นนักเคมี	.112	.047	2.406	.016
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.363	.034	10.640	.000**
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ความเป็นนักเคมี	.095	.053	1.795	.073
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> ความเป็นนักเคมี	.066	.054	1.230	.219
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.374	.053	7.052	.000**

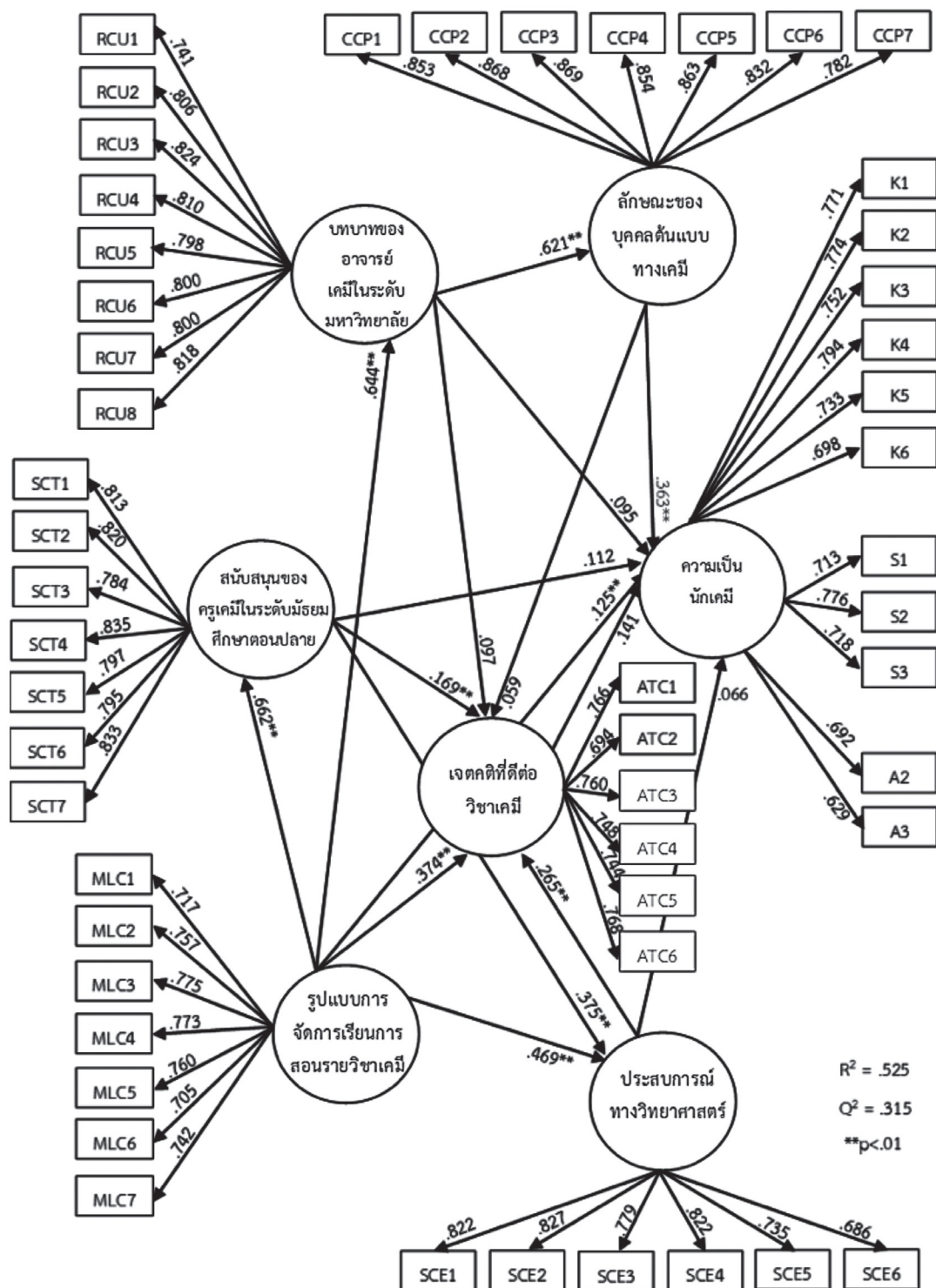
ตาราง 3 (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพล	ค่า สัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติ ทดสอบ t	ค่า p-value
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.169	.050	3.395	.001**
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.059	.036	1.647	.100
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.097	.051	1.886	.059
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.265	.051	5.253	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.662	.031	21.067	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.644	.035	18.549	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.469	.049	9.640	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.375	.051	7.333	.000**
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.621	.037	16.605	.000**

**p<0.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ภาพประกอบ 2

โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย



ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปร
สังเกตได้ A1, A4 และ S4 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ
(Main Loading) น้อยกว่า .70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ A2,
K6, ATC2 และ SCE6 แม้ว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
(Main Loading) น้อยกว่า .70 ก็ไม่สามารถตัดออกจาก
โมเดลนั้น ๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปร
สังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด
และจากการตัดตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าว ทำให้ค่า AVE
ของตัวแปรตามมีค่ามากกว่า .50 ผลการประเมินความ
สอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบ
สะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นของ
องค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง
.883-.946 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 การประเมินความเที่ยงตรง
เชิงเหมือด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบ
ที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่า
ระหว่าง .506-.717 ซึ่งมีค่ามากกว่า .50 และการประเมิน
ความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's
Alpha) มีค่าระหว่าง .842-.934 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80
แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบ
มีความสัมพันธ์กันภายใน และสามารถร่วมกันอธิบาย
องค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดีและผลการประเมิน
ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity)
ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยง
ระหว่าง .711-.846 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยง
ของเมทริกซ์ซึ่งมีค่าระหว่าง .606-.774 และอัตราส่วน
HTMT (Heterotrait-Monotrait) มีค่าระหว่าง .666-.904
ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า .90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้
ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะ
โมเดลนั้น ๆ เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า
R² แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถอธิบายความ
ผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 52.5 และการพิจารณา
การทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า Q²
เท่ากับ .315 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 และใกล้เคียง .35 แสดงว่า
ตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของ
ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูงสอดคล้อง
กับค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ .567 ซึ่งมีค่า
ใกล้เคียง .578 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถ
คาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปร
ตามได้ในระดับสูง

อภิปรายผล

ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้าง
พบว่า มี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้าน
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และปัจจัย
ด้านลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี ซึ่งผลการศึกษา
ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสามารถของบุคคลในการอธิบาย
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์
ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์
ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และ
แสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิด
อย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
มีอิทธิพลจากตัวแปรจากภายนอกตัวบุคคล ผู้วิจัยตั้ง
ข้อสังเกตว่า การมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนใน
รายวิชาเคมีที่มีความหลากหลายทำให้ตัวผู้เรียนสามารถ
ที่จะเรียนรู้และเข้าใจถึงความรู้ทางเคมีจนนำไปสู่การ
สร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ ทำให้รูปแบบการจัดการเรียน
การสอนในรายวิชาเคมีส่งผลอิทธิพลเชิงบวกต่อความ
เป็นนักเคมีและลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการ
สร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความ
สนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึง
ความตั้งใจใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบ
และสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพล
เชิงบวกต่อความเป็นนักเคมีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ
Charoenyot, Nillapun & Patphol (2020) พบว่า
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ในรายวิชาเคมี
เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมี
ประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์
ประเมินข้อมูลในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียน
เกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
และเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการ
จัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่
การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการ
เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง
นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและ
สารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือ
มโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียน
การสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการ
กระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้อง

กับการศึกษาของ Patrawiwat et al. (2016) และ Angnakoon, Tubpun & Sophonhiranrak (2020) การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ทั้งนี้ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรภายในจากตัวบุคคล เนื่องจากตัวแปรภายในดังกล่าวอาจจะต้องเกิดการถูกระงับจากตัวแปรภายนอกบุคคล เพื่อส่งเสริมให้ภายในตัวตนมีความเป็นนักเคมี

ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Charoenyot, Nillapun & Patphol (2020) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูล ในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Thongchai (2018) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รวมถึงมีเจตคติที่ดีในการเรียน มีความสนใจ และพึงพอใจในการเรียนการสอนมากขึ้นและนอกจากนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Saengpromsri, Nuangchalerm & Chantiratikul (2015) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัด

การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่า ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการกำหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์จริงของนักเรียนและร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่การผลิตชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีเป็นส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ของครูและอาจารย์ หากการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความชื่นชอบ เห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี จนทำให้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือเคมีที่ดี จนนำไปสู่การเป็นการได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการเข้าร่วมแข่งขันต่าง ๆ

ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าเป็นอัตลักษณ์บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ตีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์เป็นแบบอย่างที่ดีส่งผลให้นักศึกษาสาขาเคมีมีความเป็นนักเคมี สอดคล้องกับการศึกษาของ Patrawiwat et al. (2016) และ Angnakoon, Tubpun & Sophonhiranrak (2020) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีพี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International ,Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย ตัวอย่างบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ทูตสะเต็ม” (STEM Ambassador) เป็นบุคคลต้นแบบอาชีพ ด้านการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้

ให้คำแนะนำแลกเปลี่ยน ประสบการณ์การทำงาน และ สร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ที่สนใจ ให้เห็นประโยชน์ของการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง Sineenart (2016) ซึ่งผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการสร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความสนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบและสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี

อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นบุคคลสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะใช่หรือไม่ใช่ตัวครูเองเป็นคนมอบประสบการณ์เหล่านั้นให้กับนักเรียน แต่ครูอาจมีส่วนในการสนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ มีความชื่นชอบ และทัศนคติที่ดีในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Roamchart et al. (2011) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนารอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะนักวิทยาศาสตร์ในที่สุด และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Roamchart et al. (2011) พบว่า อาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจ และเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โอกาสในการปฏิบัติงาน การทำกิจกรรม

ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในบทบาทของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Puttaniyom, Tirakanant & Punthai (2018) พบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่อย่างไม่หยุดยั้งวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้และสอดคล้องกับ Patrawiwat et al. (2016) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมค่าย

นอกจากนี้ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมี การกระตุ้นการให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานรวมถึงมีบุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานที่สามารถเป็นลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมีได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Pachina (2019) ที่กล่าวว่า เมื่ออาจารย์อยู่ในบทบาทอาจารย์ การจัดการเรียนการสอนในแต่ละบทบาทมีผลต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นความตื่นเต้น ความสนุกที่อยากจะเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์กับผู้เรียน และท้ายที่สุดคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้นมีความแตกต่างกันตามไปด้วย เช่น บทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกที่เป็นรูปแบบที่กำลังได้รับความนิยม และถูกยกย่องว่าเป็นรูปแบบที่เป็นผลดีต่อการศึกษายุคใหม่ เพราะเป็นบทบาทที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และเพื่อการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และใช้เทคนิคนี้ในกลุ่มย่อย

เพราะการที่ผู้สอนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายบุคคลจะทำให้เขาเรียนรู้และมีความมั่นใจมากขึ้น หรือบทบาทครูผู้สอนในฐานะตัวแทน เป็นบทบาทที่ผู้สอนจะเป็นส่วนหนึ่งในทีมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ และคอยสังเกตการณ์ ซึ่งเหมาะสมอย่างมากกับการทำงานกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 สำหรับอาจารย์ผู้สอน หรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี สามารถนำปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีที่ผู้วิจัยสกัดได้ในการพัฒนาหลักสูตร สนับสนุนรวมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาสาขาเคมีมีความเป็นนักเคมีที่ดี และประสบความสำเร็จในด้านเคมีต่อไป

1.2 สำหรับครูผู้สอนเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการส่งเสริมปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ ในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือการแข่งขันต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มีโอกาสในการทำปฏิบัติการทดลองทางเคมี ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง อีกทั้งเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ความชอบในการศึกษาต่ออุดมศึกษาทางด้านเคมีของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรต้นเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ได้แก่ ตัวแปรสังเกตได้ ATC2 และตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรต้นด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ตัวแปรสังเกตได้ SCE6 และตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามความเป็นนักเคมี ได้แก่ ตัวแปรสังเกตได้ A2, K6 มีน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรปรับเพิ่มข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรดังกล่าวให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ดียิ่งขึ้นแต่ตัวแปรสังเกตได้

2.2 ศึกษาปัจจัยของความเป็นนักเคมีเพิ่มเติม เช่น การคิด 3 ระดับ (Three level of thinking) การให้คุณค่าของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ความสามารถในการทดลองกับอุปกรณ์และเครื่องแก้ว การมองภาพแบบสามมิติจากสองมิติ การสร้างคำอธิบายเชิงนามธรรม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในเคมี ฯลฯ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ทุนตรี-โท สาขาการวิจัย และประเมินผลการศึกษา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการทำวิจัยเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Angnakoon, P., Tubpun, T., & Sophonhiranrak, S. (2020). Investigating STEM career Interest and Attitude among 9th grade students in Thailand (Bangkok metropolitan region). *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 14(2), 105-125. [inThai]
- Chalupa, R. & Chalupa, R., & Nesměrák, K. (2020). Chemophobia versus the identity of chemists: heroes of chemistry as an effective communication strategy. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*, 151, 1193-1201.
- Charoenyot, S., Nillapun, M. & Patphol, M. (2020). The development of an instructional model based on active learning to enhance chemistry learning and critical thinking skills concept of upper secondary students. *Suthiparithat journal*, 34(109), 46-57. [in Thai]
- Kaensar, S., Pattiyathan, S. & Sittiprapaporn, W. (2012). The Causal Factors Influencing Chemistry Learning Achievement of Matthayomsueksa 5 Students Sri Sa Ket Province. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 18(2), 159-168. [in Thai]

- King Mongkut's University of Technology Thonburi. (2015). *Bachelor of Science Program Applied Physics*. http://www.physics.kmutt.ac.th/version2558/cirriculum2558/bsc_applied_physics.html. [in Thai]
- Laszlo, P. (2006). On the self-image of chemists. *International Journal for the Philosophy of Chemistry*, 12(1), 99-130.
- Liwan, A., Lateh, A. & Musor, H. (in press). A Study of Becoming a Qualified Chemist and Its Enhancing Factors in the Views of Teachers, Lectures, and Chemist Staff in Thailand. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University*, 18(1). [in Thai]
- Nakjui, S. (2015). *The factors affecting scientific inquiry ability of matthayomsuksa 1 students Under the educational service area office Kanchanaburi*. [Master dissertation, Kanchanaburi Rajabhat University]. E-Thesis Kanchanaburi Rajabhat University. [in Thai]
- Patrawiwat, K., Langka, W., Anuruthwong, U., & Poolpatarachewin, C. (2016). Guideline Development of Quality Gifted Education in Science, Mathematics, and Technology by Using the Application of Futures Research. *Journal of Behavioral Science for Development*, 8(2), 151-168. [in Thai]
- Puttaniyom, D., Tirakanant, S., & Punthai, B. (2018). Factors affecting learning outcomes of science subject among prathom suksa 5 students of schools under the Bangkhae district office, Bangkok. *Journal of Yanasangvorn Research Institute*, 9(2), 74-83. [in Thai]
- Roamchart, P., Yoelao, D., Seedagulrit S., Boonprakob, M. (2011). Antecedents of Role Commitment, Identity, Learning Motivation, and Role Ambiguity concerning Role Performance of Gifted Students in Science and Mathematics. *Journal of Behavioral Science*, 17(1), 55-78. [in Thai]
- Ruengrung, S., Lateh, A. & Kaewtubtim, P. (2021). The Studying on Qualified Physicist and the Factors Enhancing towards Qualified Physicist as Perceived by Lecturers and Physics Personnel in Thailand. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University*, 16(2), 78-88. [in Thai]
- Saengpromsri, P., Nuangchalerm, P. & Chantiratikul, P. (2015). Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods. *Journal of Education, Mahasarakham University*. [Special issue]. [in Thai]
- Sem, S., Wongnam, P., & Ngammeerith, N. (2019). The Causal Factors Affect Science Process Skills of Prathom Suksa VI Students under the Jurisdiction of the Area Service Office Nakhon Nayok Province. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU*, 6(3), 78-88. [in Thai]
- Thabuengkan, S. (2016). Driving STEM education in school. *IPST magazine*, 19(3), 40-41. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Learning Framework and Guidelines for Organizing an Integrated Learning Experience of Science, Technology and Mathematics at the Early Childhood Level According to the Early Childhood Education Curriculum 2017*. <https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88>. [in Thai]
- Thongchai, C. (2018). *The effects of inquiry method on physics learning achievement and attitude toward physics of Mathayomsuksa five students*. [Master dissertation, Nakhon Sawan Rajabhat University]. NSRU KNOWLEDGE SHARING. [in Thai]