ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

Becoming a Qualified Chemist of Chemistry Students in Thailand: Definitions and Causal Influence

อรรถพล ลิวัญ

Attapon Liwan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Educational Research and Evaluation
Prince of Songkla University
2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ผู้เขียน นายอรรถพล ลิวัญ

สาขาวิชา การวิจัยและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)

.....กรรมการ

(ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักรินทร์ ชนประชา)

.....กรรมการ

(ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เถกิง วงศ์ศิริโชติ)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นายอรรถพล ลิวัญ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายอรรถพล ลิวัญ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ
ผู้เขียน นายอรรถพล ลิวัญ
สาขาวิชา การวิจัยและประเมินผลการศึกษา
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมี และศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี โดยใช้รูปแบบการวิจัย แบบแผนขั้นตอนเชิงสำรวจ ในระยะแรกใช้การศึกษาด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 8 คน อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมีจำนวน 8 คน นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมีจำนวน 8 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีจำนวน 8 คน รวมจำนวน 32 คน จากโรงเรียนและสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ผลการศึกษาสามารถให้ความหมายความเป็นนักเคมีได้ว่า ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี 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 ในระยะที่สองใช้วิธีการศึกษาเชิงปริมาณเพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเคมีหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 จำนวน 550 คน การวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 586 คน แบ่งเป็นด้านศึกษาศาสตร์ 290 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 296 คน รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามที่มี 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดล

สมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM พบว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทาง ซึ่งมี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพ พบว่าทุกปัจจัยมีค่ามากกว่า .10 และมากกว่าร้อยละ 70

คำสำคัญ: ความเป็นนักเคมี, ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี, นักศึกษาสาขาเคมี

Thesis Title Becoming a Qualified Chemist of Chemistry Students in Thailand : Definitions and Causal Influence

Province Author Mr.Attapon Liwan

Major Program Educational Research and Evaluation

Academic Year 2022

ABSTRACT

This research aimed to analyze the definition of becoming a qualified chemist and to study the causal factors influenced becoming a qualified chemist of chemistry undergraduate students in Thailand. An exploratory sequential mixed-method was conducted in this study, For the first phase, the qualitative design was conducted to analyze the definition of becoming a qualified chemist. The semi-structured questionnaire was research instrument. The sample consisted of 32 people who involved in chemistry from school and university level across Thailand; 8 chemistry teachers from secondary school level, 8 lecturers in chemistry from university level, 8 chemists or chemistry researchers, and 8 chemistry laboratory staffs. The results revealed that the definition of becoming a qualified chemist was the ability of person to explain natural phenomenon, nature and phenomenon of matter through using scientific process and skill for inquiring and applying knowledge and express the characters of chemist by using systematic thinking, with positive scientific attitude. In addition, there were 2 factors enhancing towards becoming a qualified chemist; the first factor was the internal factors including (1) positive attitude towards chemistry, and (2) experiences in scientific activities, and the second factor was the external factors that consisted of (1) teaching and learning management model in chemistry subject, (2) encouraging by chemistry teachers at secondary school level, (3) characteristics of a chemical master person, and (4) the role of a chemistry lectures at the university level. The second phase was the quantitative design that to study the casual factor effecting becoming a qualified chemist of graduate students in Thailand. The sample were 550 junior and senior chemistry undergraduate students. There were 586 online respondents; 290 who studying from faculty of education and 296 from faculty of science. The questionnaire consisted of 3 parts: general information, the

perspective toward qualified chemist, and the factors that influenced qualified chemists. Hypotheses testing of the structural equation model using PLS-SEM. The results show that the hypotheses support statistically significant at the level of .01 only 2 hypotheses: teaching and learning management model in chemistry, and characteristics of a chemical master person. The results of the Importance-Performance Matrix analysis found that the efficiency level higher than .10 and over than 70% for all factors.

Keywords: becoming a qualified chemist, enhancing factors to be a qualified chemist, chemistry students

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร. อาฟีฟี ลาเต๊ะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักรินทร์ ชนประชา และ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ ตลอดจนอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะ รวมทั้งแนวทางในการทำวิจัย และการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยอย่างดีตลอดมาผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทยทุกท่านที่เป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการสัมภาษณ์ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย และขอบคุณนักศึกษาสาขาเคมีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนการศึกษาระดับปริญญาตรี-โท รุ่นที่ 4 ปีการศึกษา 2562 และเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2564 ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย คณะศึกษาศาสตร์ และเลขานุการภาควิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษาที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในการติดต่อประสานงานเรื่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษาและสาขาวิชาเคมี สาขาเคมีอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณครอบครัวเป็นอย่างยิ่งที่คอยสนับสนุน ผลักดันในทุก ๆ ด้านเสมอมาตลอดจนคอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

อรรถพล ลิวัญ

สารบัญ

(หน้า)

บทคัดย่อ.....(5)
ABSTRACT.....(7)
กิตติกรรมประกาศ.....(9)
สารบัญ.....(10)
สารบัญตาราง.....(11)
สารบัญภาพ.....(14)
รายการผลงานที่ตีพิมพ์.....(15)
สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน.....(16)
เนื้อหา.....1
บทนำ.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5
ผลและการวิเคราะห์.....6
สรุปผลการวิจัย.....77
บรรณานุกรมและเอกสารอ้างอิง.....88
ภาคผนวก.....92
ภาคผนวก ก บทความวิจัย.....93
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....
และรายชื่อผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล.....128
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือการวิจัย.....131
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....141
ประวัติผู้เขียน.....155

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาเชิงคุณภาพ 7
ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี 10
ตารางที่ 3 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี 14
ตารางที่ 4 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 16
ตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี 18
ตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 21
ตารางที่ 7 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี 24
ตารางที่ 8 ปัจจัยด้านด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย 27
ตารางที่ 9 จากการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 30
ตารางที่ 10 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามเพศ 37
ตารางที่ 11 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามชั้นปีที่กำลังศึกษา 37
ตารางที่ 12 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามหลักสูตรที่ศึกษา 37
ตารางที่ 13 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามอันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมี 38
ตารางที่ 14 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามบุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี 38
ตารางที่ 15 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามอาชีพในอนาคต 39
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตามความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร 40

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ 41
ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ 42
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี 43
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 44
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี 45
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 46
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี 47
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย 48
ตารางที่ 25 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นนักเคมี ของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป 49
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์แอลฟ่าครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Construct Reliability and Validity) 51
ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell- Larcker 52
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait) 53

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)	54
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้	55
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=586)	61
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม	64
ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ	66
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=290)	68
ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=296)	72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี
ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย 29
ภาพที่ 2 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อ
ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย 63
ภาพที่ 3 ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝงที่มีต่อ
ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย 67
ภาพที่ 4 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อ
ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี(หลักสูตรศึกษาศาสตร์)ในประเทศไทย 71
ภาพที่ 5 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อ
ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี(หลักสูตรวิทยาศาสตร์)ในประเทศไทย 75

รายงานผลงานที่ตีพิมพ์

1. อรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และฮามีด๊ะ มูสอ. (2567). การศึกษาความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567. (รอการตีพิมพ์)

2. อรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และฮามีด๊ะ มูสอ. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.* (อยู่ระหว่างการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ)

สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน

ที่ อว 0617.8/330

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก 65000

15 กันยายน 2565

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ

เรียน นายอรรถพล สิริวัญ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง "**การศึกษาความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย** (A Study of Becoming a Qualified Chemist and Its Enhancing Factors in the Views of Teachers, Lectures, and Chemist Staff in Thailand)" เพื่อให้วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามพิจารณาตีพิมพ์นั้น

กองบรรณาธิการมีความยินดี ขอแจ้งให้ท่านทราบว่า บทความของท่านได้ผ่านกระบวนการประเมินของวารสาร ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ร่วมตรวจสอบคุณภาพของบทความเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ กองบรรณาธิการจะนำบทความของท่านลงตีพิมพ์ในวารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม **ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2567)** ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ ขอขอบคุณที่ให้ความสนใจเผยแพร่ผลงานของท่าน มา ณ โอกาสนี้และหวังว่าจะได้รับความสนใจในการส่งผลงานของท่านอีกในโอกาสต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีอาวิรัตน์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

งานบริหารจัดการงานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา
โทรศัพท์/โทรสาร. 0 5526 7038
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ journalhss@psru.ac.th
ผู้ประสานงาน นางสาวปนัดดา กุลนาทล

บทนำ

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกของปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสสารนั้น ๆ (มาลีรัตน์ ภู่เกิดและคณะ, 2562) ธรรมชาติของการศึกษาเคมีเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ 2 ระดับ คือ 1) ปรากฏการณ์ระดับจุลภาค (Microscopic world) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น อิเล็กตรอน อะตอม โมเลกุล หรือไอออน มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูง 2) ปรากฏการณ์ระดับที่สามารถสังเกตได้ (Observable world) เช่น การทดลองและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยปรากฏการณ์ทั้ง 2 ระดับจะสื่อสารผ่านการใช้สัญลักษณ์ (Symbol) เช่น สูตรโมเลกุล สมการเคมี (Jaber& BouJaoude, 2012) การแสวงหาความรู้ทางเคมี อาจเริ่มได้โดยวิธีการสังเกต การทดลอง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของสสารผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิจัยทางเคมี ดังนั้นการค้นพบความรู้ทางเคมีจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความรู้ทางเคมีถูกพัฒนาเข้ากับยุคสมัยและปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ เคมีเชิงฟิสิกส์ และชีวเคมี จะเห็นได้ว่าเคมีถูกนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย

เหตุผลสำคัญที่ต้องเรียนวิชาเคมี เป็นเพราะวิชาเคมีเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ทางเคมี จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานทางเคมี เพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางเคมี (มาลีรัตน์ ภู่เกิดและคณะ, 2562) ความสำคัญของวิชาเคมีเกี่ยวพันกับหลายเรื่องในชีวิตประจำวันของเรา ได้แก่ อาหาร เครื่องดื่ม สารทำความสะอาด เครื่องสำอาง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสสารมีอยู่รอบตัวเรา จึงกล่าวได้ว่าความรู้เกี่ยวกับเคมีทำให้เราสามารถใช้สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตในทุกด้านหรือปัจจัย 4 อันได้แก่ 1) อาหาร เคมีช่วยให้มนุษย์รู้จักคุณค่าของอาหาร การผลิตอาหาร การแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร 2) เครื่องนุ่งห่ม โดยเฉพาะเรื่องการนำเส้นใยจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ในการย้อมสีเส้นใย การผสมเส้นใยเพื่อให้มีสมบัติตามความต้องการใช้งานเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องระดับโมเลกุลของสสาร 3) ยารักษาโรค รวมทั้งอาหารสุขภาพที่ใช้เพื่อปรับความสมดุลของร่างกายเพื่อสุขภาพที่ดีถือเป็นบทบาทของเคมีที่มีต่อด้านการแพทย์ ซึ่งนอกจากจะช่วยดูแลด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลให้อัตราการตายลดลงด้วย 4) ที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ โดยพิจารณาสมบัติของวัสดุหรือสารที่ใช้ทำวัสดุต่าง ๆ ตามสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้ชีวิตมีความสะดวกสบายขึ้น (กฤษณา ชุติมา, 2551) นอกจากนี้

จะเห็นได้ว่าเคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของหลากหลายอาชีพ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เภสัชกร วิศวกร เกษตรกร ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือห้องปฏิบัติการ นักเคมี หรือแม้กระทั่งผู้สอนในวิชาเคมี เป็นต้น

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเคมีส่งผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเราในปัจจุบัน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม รวมไปถึงด้านวัฒนธรรม ทำให้คนเราสามารถสร้างอาชีพได้จากการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาเป็นเครื่องสำอาง หรือแม้กระทั่งปัจจุบันจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา ความเจริญก้าวหน้าในทางเคมีเองก็เป็นผลทำให้สามารถผลิตวัคซีน ที่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกายได้ หรือแม้กระทั่งการผลิตเครื่องอุปโภค บริโภค ที่ทำให้ชีวิตของคนเราได้รับความสะดวกสบายก็ล้วนมาจากความเจริญก้าวหน้าของเคมี ดังนั้นระบบความคิดและวิถีชีวิตของคนเราก็จะเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีด้วย การเรียนในวิชาเคมีจึงมีความสำคัญ ดังนั้นการจัดการเรียนสอนในวิชาเคมีจึงมีการสอนตั้งแต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนสามารถมีกระบวนการคิด วิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง พร้อมทั้งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาเคมีมีหลักสูตร 2 ด้าน คือด้านวิทยาศาสตร์และด้านศึกษาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) การศึกษาบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และครุศาสตรบัณฑิต เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านการศึกษา เช่น ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านวิชาชีพครู มีทักษะในการจัดการและสามารถบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ มีดุลยภาพของความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ และความรับผิดชอบต่อสังคม อีกทั้งสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพสอดคล้องกับบริบทของสังคม และสามารถพัฒนามนุษย์ให้เกิดประโยชน์แก่สังคมและประเทศชาติ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2560) หรือเน้นการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียวของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์

เคมี ให้มีคุณธรรม จริยธรรมและมีศักยภาพสูงในการพัฒนาตนเองให้เข้ากับลักษณะงานทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ โดยมี "ทักษะ (Skills)" และ "ทัศนคติ (Attitude)" ตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของมหาวิทยาลัย ที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่เป็น "ผู้นำการเปลี่ยนแปลงสังคม (Social Change Agent)" เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานพัฒนาการศึกษาและบริการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560) จะเห็นได้ว่าการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านเคมีจะมีการเปิดสอนทั้งในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือพัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นที่สำคัญร่วมกันเพื่อผลิตกำลังคนด้านเคมี ให้มีความเป็นนักเคมีเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและพัฒนาอาชีพต่อไป

การเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ตามนโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2563 - 2570 ที่มีจุดมุ่งหมายในการสร้างระบบผลิตและพัฒนากำลังคนคุณภาพเพื่อสร้างปัจจัยเอื้อที่ส่งเสริมการพัฒนาและใช้ประโยชน์ศักยภาพกำลังคนระดับสูง ให้สามารถทำงานตอบสนองการพัฒนาประเทศได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกำลังคนเพื่อรองรับกิจกรรม วิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม เช่น นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักบริหารจัดการเทคโนโลยี รวมไปถึงนักเคมีด้วย จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว อีกทั้งนโนบายที่มีการมุ้งเน้นให้มีการผลิตกำลังคนให้มีคุณภาพ ทำให้สามารถเห็นถึงปัญหาว่าประเทศไทยในปัจจุบัน มีความอ่อนแอทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และจะทำให้ประเทศไทยไม่สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

นักเคมี คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสาร (Chutima, 2001) หรือปฏิบัติงานด้านเคมี เพื่อแก้ปัญหา และเผยแพร่ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Whewell, 2014) หรือทำงานวิจัยพัฒนา ทดสอบ ทดลองและวิเคราะห์ส่วนประกอบคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลง อันเกิดขึ้นได้ของสารเคมี (กองส่งเสริมการมีงานทำ) บุคคลที่จะสามารถประสบความสำเร็จในอาชีพนักเคมีได้นั้น ผู้วิจัยมองว่าบุคคลเหล่านั้นก็ต้องมีความเป็นนักเคมีด้วย ซึ่งความเป็นนักเคมี คืออะไร แตกต่างจากความเป็นครู ความเป็นหมอ หรือในอาชีพอื่น ๆ อย่างไร แล้วมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี ดังนั้น การได้รับองค์ความรู้ในการทำความเข้าใจถึงความเป็นนักเคมี ก็จะสามารถสนับสนุนปัจจัยส่งเสริมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับรวมการพัฒนาตัวตนให้เกิดความเป็นนักเคมีที่เป็นมืออาชีพได้

จากความสำคัญของอาชีพนักเคมี ความรู้ทางด้านเคมี ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านเคมีที่สามารถเข้าใจและการยอมรับในบทบาทรวมไปถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ และปัจจัยที่จะนำไปสู่ความเป็นนักเคมี ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาถึงความเป็นนักเคมี โดยมองเทียบเคียงไปยังวิชาชีพอื่น ๆ เช่น อาชีพครูที่ครูต้องมีความเป็นครู ดังนั้นอาชีพนักเคมีก็ต้องมีความเป็นนักเคมีที่มีบุคลิกภาพ พฤติกรรม ระบบความคิด ที่สะท้อนออกมาให้เห็นเป็นลักษณะเฉพาะตัวของนักเคมี สิ่งสำคัญคือมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี ในมุมมองของครูหรืออาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี รวมไปถึงบุคลากรด้านเคมี ให้ความหมายคำ ๆ นี้ว่าอย่างไร เพราะฉะนั้นนอกจากการพัฒนาด้านความรู้ทางเคมีแล้ว สิ่งที่สำคัญคือการพัฒนาทางด้านทักษะและพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาในวิชาเคมี ตลอดจนสามารถรับรู้วิธีการหรือปัจจัยที่ส่งเสริมในการพัฒนาตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักเคมีได้

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนักเคมียังไม่ปรากฏ มีเพียงการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน จิตวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของศิริพรรณ แก่นสาร์และคณะ (2555) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี พบว่า มีปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใตใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน งานวิจัยของศิริพรรณ นาคจุ้ย (2558) ศึกษาความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เพศ รายได้ผู้ปกครอง นิสัยรักการเรียนวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนด้านการเรียนของครอบครัว สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และงานวิจัยของสุมาลี เซ็มและคณะ (2562) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของสถาพร เรืองรุ่ง อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม (2564) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย พบว่า มีปัจจัยที่ส่งเสริมปัจจัยต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ คือ เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์

ดังนั้นการสร้างความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต้องเริ่มจากการพัฒนานักเรียน นักศึกษาที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานโดยเฉพาะสาขาเคมี ซึ่งนอกจากจะพัฒนาความรู้ทางด้านเคมีแล้ว ต้องพัฒนานักเคมีที่สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ และนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จนเป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเป็นนักเคมีในยุคปัจจุบันของนักศึกษาสาขาเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และด้านการศึกษาเคมี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ผลและการวิเคราะห์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods Research) โดยใช้รูปแบบการวิจัย แบบแผนขั้นตอนเชิงสำรวจ (An Exploratory Sequential Design) คือ ในระยะที่ 1 ใช้การศึกษาด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อทำความเข้าใจความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 32 คน โดยใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือวิจัย ทำการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการจัดจำแนกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ออกเป็นประเภทหลัก และประเภทย่อย ทำการจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์และความสอดคล้องกันของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย และสร้างแบบสอบถามเพื่อการวิจัยเชิงปริมาณ ในระยะที่ 2 เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการทำการวิจัยเชิงปริมาณกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ จำนวน 586 คน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยการใช้สถิติพรรณนา วิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการ และโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ซึ่งการสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยสรุปตามระยะการวิจัย โดยเริ่มจากผลการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี จากนั้นเป็นผลการวิจัยเชิงปริมาณโมเดลความสัมพันธ์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผล และการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ระยะที่ 1 วิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครูอาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย

ระยะที่ 2 ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ระยะที่ 1 วิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นการสัมภาษณ์บุคคล ที่เลือกมาโดยเฉพาะเจาะจง เป็นผู้ที่มีความรู้ ประสบการณ์ ทักษะในการศึกษาองค์ประกอบ สมบัติ และพฤติกรรมของสสาร รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนเคมี ผู้วิจัยได้เลือกศึกษากับผู้ให้ข้อมูลทั่วประเทศไทยและใช้ 4 ภูมิภาคเป็นพื้นที่ในการวิจัย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคอีสาน และภาคใต้ เนื่องจาก 4 ภูมิภาค มีสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดการเรียนการสอนในสาขาวิชาเคมี โดยสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี โดยทั้งหมดต้องมีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 32 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาเชิงคุณภาพ

ลำดับ	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 ด้านเคมีที่มีประสบการณ์ การทำวิจัยทางด้านเคมี สอนทฤษฎีและปฏิบัติในรายวิชาเคมีในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี คือ อาจารย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาโท-เอกด้านเคมีที่มีประสบการณ์การทำวิจัยทางเคมีขั้นสูง สอนทฤษฎีและปฏิบัติกับสอนนักศึกษาสาขาเคมีในระดับอุดมศึกษา

3. นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี คือ นักวิจัยหลังปริญญาโท-เอกที่กำลังทำวิจัยด้านเคมีในมหาวิทยาลัยหรือนักวิจัยอิสระ หรือนักเคมี/นักวิจัยทางด้านเคมี ในหน่วยงานต่าง ๆ

4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี คือ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี จบการศึกษาทางด้านเคมี และมีประสบการณ์ในการเตรียมสารเคมีหรือสร้างเครื่องมือ นวัตกรรม ในการทดลองทางเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด และสำหรับเครื่องมือที่ใช้ประกอบการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. แนวคำถามหลัก (Main Questions) คือ ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเข้าถึงข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 คำถามเกี่ยวกับความสนใจและแรงบันดาลใจในการเรียนเคมี

1.2 คำถามเกี่ยวกับการศึกษา วิจัย และกระบวนการต่าง ๆ ของงานวิจัยทั้งอดีตและปัจจุบัน

1.3 คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

2. คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน คือ ประเด็นคำถามย่อยที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและนำมาใช้กรณีที่ผู้ให้ข้อมูลให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนและผู้วิจัยต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติม

3. คำถามเพื่อตามประเด็น คือ คำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งมีบางประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมและผู้วิจัยได้นำมาเป็นคำถามต่อเนื่อง

การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างดังกล่าวให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาเคมี และสาขาการวิจัยทางการศึกษา ในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับคำถาม ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นและนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า แบบสัมภาษณ์สามารถสื่อความหมายของคำถามได้อย่างชัดเจน และได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลด้วยการสัมภาษณ์โดยตรง และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยกำหนดเวลาคนละ 20 นาที ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ซึ่งขณะสัมภาษณ์มีการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ตั้งแต่ต้นจนจบการสนทนาและผู้วิจัยได้บันทึกประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจพร้อมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นลงในสมุดบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการถอดเทปข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์แบบคำต่อคำ จากนั้นตรวจสอบข้อมูล และอ่านข้อมูลที่ได้ถอดเทปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้บันทึกหลาย ๆ รอบเพื่อพิจารณาประเด็นเบื้องต้น

2. ทำความเข้าใจความหมายที่ได้จากการถอดเทปอย่างรอบคอบและทบทวนซ้ำหลาย ๆ รอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการพิจารณาประเด็นที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับข้อมูลที่ต้องการ และทำการตัดทอนในส่วนของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกเหลือเฉพาะเนื้อหาหลักที่สำคัญ

3. วิเคราะห์เนื้อหาด้วยการจัดจำแนกข้อมูลที่ได้ ออกเป็นประเภทหลัก ประเภทย่อย จากนั้นจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์และความสอดคล้องกันของข้อมูล

4. พิจารณาในแต่ละประเด็นและความหมายของคำ

5. การจำแนกข้อมูลที่ได้ตามความหมาย ซึ่งสามารถอธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะได้อย่างสมบูรณ์ และทำให้เกิดความเข้าใจภายใต้บริบทที่ศึกษา

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Credibility) โดยมีการนำเสนอขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจน รวมทั้งการนำเสนอวิธีการของขั้นตอนการทำงานในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลไว้อย่างชัดเจน โปร่งใส ตรวจสอบได้ สำหรับข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วได้ให้ผู้ให้ข้อมูลได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งตรวจสอบแบบสามเส้าแบบการเปรียบเทียบและตรวจสอบความแน่นอนของข้อมูล (Data Triangulation) และแบบด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกันโดยการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนในสาขาเคมี นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี นอกจากนี้ได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาเคมี และอาจารย์ด้านการวิจัยทางการศึกษา ร่วมกับนักศึกษาสาขาเคมีในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงของความเป็นนักเคมี

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 ท่าน ยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ รวมทั้งยืนยันปัจจัยที่ส่งผลทางตรงและทางอ้อมต่อความเป็นนักเคมี และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วยกัน ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ผลการวิจัย จากการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้คำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 8 ท่าน อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี จำนวน 8 ท่าน นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี จำนวน 8 ท่าน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี จำนวน 8 ท่าน รวมจำนวน 32 ท่าน จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการถอดเทปและสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

1. ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมี

จากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีคำสำคัญดังนี้และสรุปผลบันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	**ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2** *...เคมีสามารถมาใช้ในการอธิบายได้หลาย ๆ อย่างไม่ว่าจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและสิ่งรอบตัว โดยใช้ทฤษฎีอธิบายตามหลักการต่าง ๆ...* **ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ และสมบัติของสสาร โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายสิ่งที่เขาไม่คุ้นเคยมาก่อน สร้างสรรค์ และเลียนแบบให้มันเหมือนกับธรรมชาติ ทั้งนี้นักเคมีจะต้องทำสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความปลอดภัย...*
- อธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร	**อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...ศึกษาในระดับอะตอมถึงโมเลกุลของสารหนึ่ง ๆ โดยขึ้นอยู่กับความสนใจเฉพาะทางของแต่ละคน...* **ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...เคมีเป็นวิชาที่เราพยายามจะเข้าใจธรรมชาติสสาร และความเปลี่ยนแปลงของสสาร ทุกอย่างบนโลกเรารวมถึงตัวเราล้วนเป็นสสารเหมือนกัน มีความสัมพันธ์กัน สามารถเข้าใจความเป็นเหตุเป็นผลของความเปลี่ยนแปลงทุกอย่างที่เกิดขึ้นได้...*

ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- อธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร	**อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...ต้องหาคำตอบให้ได้ว่าสสารเหล่านี้หรือปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร และมีกระบวนการในการอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือทางเคมีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของการเกิดสารนั้น จึงต้องมีเหตุผลมารองรับและไม่เคยเชื่ออะไรง่าย ๆ ...* **อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...เบื้องลึกของปรากฏการณ์ของพวกสสารหรือต้องมองไปในลักษณะองค์ประกอบโครงสร้างทั้งทางกายภาพและทางเคมีของสสารที่เรากำลังพิจารณาอยู่หรือปรากฏการณ์ที่แสดงออกมาว่าเกิดขึ้นจากสิ่งใดบ้าง...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...สามารถที่จะศึกษา ทำวิจัย พัฒนา ทดสอบ วิเคราะห์หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับสารเคมี...*
- การนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้	**นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...มีการสร้างความรู้ให้ลึกซึ้งถึงศาสตร์ทางด้านเคมีอย่างถ่องแท้ สามารถนำความรู้นั้นมาแก้ไขปัญหา ให้เกิดประโยชน์แก่คนอื่น...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ศึกษาและสร้างองค์ความรู้ไปพัฒนาเป็นงานวิจัยในรูปธรรมที่เกี่ยวข้องกับเคมี...*
- กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ทักษะทางวิทยาศาสตร์	**นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...มีทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตั้งปัญหา การออกแบบการทดลอง การบันทึก ผลการสรุปผล จะต้องเป็นไปตามการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2** *...ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ่ายทอดให้คนอื่นด้วยเหตุผล...* **นักเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...มีสมรรถนะ มีความสามารถในเชิงปฏิบัติได้อย่างดีเยี่ยม...*

ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- แสวงหาความรู้ใหม่	**นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...มีความสนใจ ใฝ่รู้ในสาขาเคมี สนใจสสาร วัสดุสิ่งรอบตัว ชอบทดลอง ชอบตั้งคำถาม ชอบค้นพบหรือแสวงหาความรู้ใหม่...* **ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...ค้นพบสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการตั้งคำถามกับสิ่งที่พบแล้วพยายามหาความรู้ แล้วก็ออกแบบ ทดลอง ให้ได้ผลการทดลองออกมา ไม่ว่าผลการทดลองนั้นจะตอบโจทย์ว่าเป็นจริงหรือไม่ ก็จะพยายามใช้ความอดทนในการหาคำตอบในแบบที่ตั้งคำถามขึ้นมา...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...มีความสงสัย อยากรู้ อยากทดลอง ที่จะทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ หรืออยากพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ให้ดีขึ้น...*
- ความสามารถในคิดการแก้ปัญหา	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *.....ความเชี่ยวชาญหรือชำนาญในกระบวนการวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยใช้ปฏิกิริยาเคมีเข้ามาใช้ในกระบวนการ เช่น มีสารตัวอย่างมาแล้วสามารถดัดแปลงเป็นสารตัวใหม่โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์...* **อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เริ่มตั้งแต่ปัญหาว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เราต้องไปหาวิธีการแก้ไขยังไง เพื่อให้ตรงตามทฤษฎีหรือหลักการทางเคมี...*
- ระบบความคิดที่เป็นระบบ	**ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...มีกระบวนการคิดแบบมีเหตุ มีผล มีตรรกะในความคิด เชื่อในสิ่งที่เราเป็นและทำ ใช้ความคิดแบบมีระบบ มีระเบียบ มีขั้นตอน...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...เป็นคนที่ช่างสังเกตแล้วก็มีกระบวนการทางความคิดที่เป็นระบบระเบียบ...*

ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- ความมีเหตุมีผล - อยากรู้อยากเห็น	**อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...มีความอยากรู้อยากเห็น ทดลองพิสูจน์ได้ และสังเกตทุกอย่างไปหมดเลย...* **นักเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต มีความละเอียดรอบคอบ มีเหตุผลมารองรับเสมอว่าทำไมถึงเป็นแบบนี้ ถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้ต้องแก้ไขปัญหาอย่างไร...* **นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2** *...มีความมั่นใจในตัวเอง จะต้องรู้ลึกรู้จริง ไม่ค่อยเชื่ออะไรง่าย ๆ ต้องมีการพิสูจน์ และมีผลการทดลอง มีหลักฐาน มีเหตุผลประกอบ...*
- บุคลิกภาพของนักทดลอง - ความละเอียด รอบคอบ	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...การทดลองทางเคมี จะมีความอันตราย เพราะฉะนั้นจะต้องมีระเบียบและรอบคอบ เข้าถึง และลึกซึ้งในการดำเนินงานแต่ละครั้ง...* **ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...มีความละเอียด รอบคอบอะไรแบบนี้ จะเห็นได้ชัดด้วยความที่เป็นเคมีด้วยแหละ ก็เลยต้องคิดทุกอย่าง ทุกขั้น ทุกตอน...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี

2.1 ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ 1) เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี และ 2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 24 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- ความสนใจ - ความชื่นชอบ	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...รู้สึกชอบ เพราะวิชาเคมี มีเนื้อหาในส่วนที่เป็นการทดลอง ทำให้สามารถเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน อีกอย่าง เนื้อหาเคมี มีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นคำนวณ ความจำ ความเข้าใจ...* **ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...ด้วยเรื่องราวของวิชาเคมี ส่วนใหญ่เป็นการทดลอง ส่วนตัวชอบทำการทดลองเคมี ทำให้สนใจด้านเคมี...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...เคมีเป็นวิชาที่มองเห็นภาพได้ค่อนข้างชัดเจน แล้วก็น่าสนใจ ก็เลยเป็นจุดเริ่มต้นให้ตัวเองหันมาสนใจวิชาเคมี พอได้เรียนรู้เคมีที่ลึกขึ้น ก็เริ่มตกหลุมรักวิชาเคมี...* **นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...วิชาเคมี เป็นวิชาที่เราเรียนแล้วรู้สึกเข้าใจ มันเป็นกลุ่ม ๆ วิชา ทั้งท่องและคำนวณ ก็เลยรู้สึกว่าชอบวิชานี้...*
- การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี - เห็นคุณค่าของวิชาเคมี	**ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...ได้ใช้อุปกรณ์ ได้ทดลอง ได้จับเครื่องมือที่ไม่เคยสัมผัสมาก่อน ก็เริ่มสนุกกับสิ่งที่เราเรียน พอได้ทำแล้วมันทำให้เข้าใจง่ายกว่าทฤษฎีที่เราเคยท่อง และสามารถทำทฤษฎีมาเชื่อมโยงได้กับสิ่งที่ทำ...*

ตารางที่ 3 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี - เห็นคุณค่าของวิชาเคมี	**ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ได้ทำการทดลองเยอะแยะมากมาย ทีนี่เรารู้สึกว่าสนุกจังเลย เข้าใจง่าย เห็นภาพชัดเจน มันค่อนข้างใกล้ตัว...* **นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...ชอบเคมี เพราะว่าเคมีเป็นศาสตร์ที่เราได้ทำทั้งการทดลองและศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ มันเป็นอะไรที่น่าสนใจดี เหมือนกับเราสามารถที่จะเล่นแร่แปลธาตุอะไรอย่างนี้ได้...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...รู้สึกชอบเคมี เพราะเวลาเรียนแล้วเรียนเข้าใจ เรียนสนุกก็เกิดแรงบันดาลใจ ที่จะต่อยอดทางด้านเคมี...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...เวลาที่เราทำการทดลอง เหมือนได้ทดลองผสมสารนู้นสารนี้ มันน่าตื่นเต้น น่าสนุกดีอะไรอย่างนี้...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...วิชาเคมีพอเราท่องสูตรได้ เราสามารถเขียนสมการได้ ก็เริ่มรู้สึกสนุก ตั้งแต่นั้นมาก็คิดว่าเป็นวิชาที่เราชอบเรียนที่สุด...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ชอบเคมีมากที่สุดโดยไม่รู้ตัว พอเราโตขึ้นและมีเทคโนโลยีโปรแกรมใหม่ ๆ เข้ามาทำให้การเชื่อมโยงระดับการเรียนรู้มันเชื่อมโยงกันเลยรู้สึกว่าเคมีมันตอบโจทย์เราว่าเห็นทั้ง 3 ระดับไปพร้อม ๆ กัน...*
- นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	**อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...รู้สึกว่าวิชาเคมีเข้ากับทุกรายวิชาไม่ว่าจะเป็นในชีวิตประจำวันเกี่ยวข้องกับสารเคมีทั้งนั้น...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...สารเคมีหรือที่เกี่ยวข้องกับเคมีมันอยู่ในชีวิตประจำวันและการทำปฏิบัติการหรือการทดลอง มันก็ทำให้เกิดความสนใจ...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี หมายถึง ความสนใจ ความชื่นชอบ การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี และตระหนักถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเห็นคุณค่าของเคมีในการนำไปพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติได้

2.1.2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 15 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- โอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ - การอบรมเสริมทักษะ - การเข้าร่วมแข่งขัน - การเข้าค่ายทางเคมี	**อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...ช่วงม.4 มีโอกาสได้สอบแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ของ สอวน. ก็มีโอกาสได้ไปเข้าค่ายที่เป็นค่ายเคมี ที่มหาวิทยาทักษิณ ก็เลยทำให้เรียนรู้เทคนิคการทำแล็บในห้องปฏิบัติการ เรียนรู้เคมีที่ลึกขึ้น ก็ได้เป็นการสำรวจตัวเองว่าชอบเคมีจริง ๆ...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...จนกระทั่งตอน ม.ปลาย สอบได้ค่ายโอลิมปิกเคมี ก็มีโอกาสได้ทำแล็บกับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน เพราะตอนนั้นในค่ายได้ใช้เครื่องมือ รวมไปถึงได้เจอเพื่อนในโรงเรียนจุฬาภรณ์รู้สึกว่าเขาเก่งมาก เลยทำให้เรามีแรงบัลดาลใจในการเป็นนักเคมี...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...ในช่วงม.ปลาย ได้เข้าร่วมอบรมเสริมทักษะการเรียนเคมี พอเราได้ทำแล็บ เหมือนได้ทำอย่างเต็มที่ เลยลองทดลองผสมสารนู้นสารนี้ ซึ่งผลลัพธ์มันก็เกิดแตกต่างกัน อาจจะเกิดสีมีสีเปลี่ยนไป บางอันก็เกิดแก๊ส ก็เลยรู้สึกว่ามันน่าตื่นเต้นน่าสนุกดี...*

ตารางที่ 4 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การจัดทำโครงงาน	**เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...ตอนเรียนได้มีโอกาสทำโครงงานเกี่ยวกับเคมี เลยสามารถนำความรู้ด้านเคมีอะไรพวกนี้ไปต่อยอด ทำให้รู้สึกว่าท้าทายมาก เราเลยพยายามผลักดันตัวเราให้เข้าไปในด้านเคมี...*
- พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ - ความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์	**อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...เดิมตอนที่เรียนมัธยมต้น มีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ทำให้สามารถเรียนเคมีได้ดี...* **อาจารย์เคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...เคมีมันจะอยู่ท่ามกลางวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพสามารถเชื่องโยงหรือประยุกต์เคมีเป็นฐานอยู่ตรงกลาง....* **นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ได้มีโอกาสเข้ามาเรียนต่อ ม.ปลาย ที่จังหวัดขอนแก่น ด้วยความที่เราเรียนได้ทุกอย่างและพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างดี ทำให้สามารถเรียนเคมีได้เข้าใจ...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การอบรมเสริมทักษะ การเข้าร่วมแข่งขัน การเข้าค่ายทางเคมี และการจัดทำโครงงาน ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง

2.2 ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี 2) ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 3) ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี 4) ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย

2.2.1 ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 25 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การจัดการเรียนรู้เชิงรุก	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...จัดการเรียนการสอนแบบ active learning ต้องให้เด็กปฏิบัติจริงหรือการใช้วิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐานในการพัฒนาเด็กการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและให้เด็กได้ลงมือทำซ้ำจะทำให้เด็กคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้...* **ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2** *...ใช้รูปแบบการสอนแบบ active learning เน้นการปฏิบัติควบคู่กับการอธิบายทฤษฎี บางคนชอบการทดลองแต่เขียนรายงานการทดลองไม่ได้ ดังนั้นเราต้องทำไปพร้อมกันจะได้ส่งเสริมให้เด็กนำทฤษฎีไปสู่การทดลองของทฤษฎีที่เกิดขึ้นว่าการปฏิบัติจะเป็นยังไงจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถย้อนกลับมาอธิบายการทดลองได้ยังไง...* **นักเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...การสอนแบบ Active Learning ซึ่งมีหลายรูปแบบ เราใช้เป็น Brain based Learning ICPT หรือProblem–based Learning ได้หมดเลยที่เป็น Active Learning เราใช้ความหลากหลายของ Active Learning มาจัดให้เด็กเป็นคนแสดงส่วนเรา Action ให้น้อยที่สุด แล้วเราคอยให้ข้อเสนอแนะ...*
- การลงมือปฏิบัติการทดลอง - กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี - สร้างองค์ความรู้ทางเคมี	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...ลงมือปฏิบัติ มีกิจกรรมที่ไม่ใช่การทดลองถึงแม้เป็นกิจกรรมที่คิดขึ้นมาเพื่อให้เขาเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ก่อน พอได้ลงมือทำแล้วมันน่าสนใจ เขาจะวิ่งไปหาเนื้อหาเองเราจะต้องสร้างความท้าทายจากกิจกรรมก่อน อาจจะเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือทดลองก็ได้ ถ้าใช้เครื่องมือได้ก็ยิ่งน่าสนใจ ต้องสร้างกิจกรรมแล้วนำไปสู่ทฤษฎี...*

ตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การลงมือปฏิบัติการทดลอง - กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี - สร้างองค์ความรู้ทางเคมี	**ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...การเรียนการสอนทำการทดลองไปตามทฤษฎี มีแผน แล้วเราก็จะมาอภิปรายกัน ว่าเป็นแบบนี้เพราะอะไร ซึ่งนักเรียนก็จะได้ความรู้จากตรงนั้น จากการที่เรามาอภิปราย โต้แย้งสิ่งที่มันเกิดขึ้น ซึ่งตรงนี้แหละที่มันจะเป็นความรู้ถาวรว่านักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ปฏิบัติเองแล้วได้เห็น ทำให้การเรียนไม่เบื่อหน่ายด้วย สนุกสนาน...* **ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...การจัดการเรียนการสอนแบบย้อนกลับ คือการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติก่อน ให้เขาค้นพบ ให้เขาหาคำตอบด้วยตนเอง ให้เขาเรียนรู้ปัญหา และอุปสรรค ให้เขาค้นหาคำตอบของเขาก่อน แล้วผู้สอนค่อยเชื่อมโยงหลักการ เชื่อมโยงทฤษฎี แล้วให้เขาได้ตรวจสอบว่าองค์ความรู้ที่เขาพบมันสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีที่ผู้สอนได้เตรียมให้ไหม ถ้ามันไม่ตรงกันหรือมันไม่ใช่ เราก็สามารถมาอภิปรายร่วมกันว่ามันเกิดความผิดพลาดตรงไหน มันก็เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเป็นนักเคมียิ่งขึ้น...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...การเรียนการสอนควรกระตุ้นให้เด็กคิด แล้วคอยเป็นโค้ชให้คำแนะนำ หรืออาจจะอภิปรายร่วมกันตามเหตุผล...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการทดลอง โดยต้องออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และต้องเน้นทักษะกระบวนการคิด... สามารถนำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้นำไปประยุกต์ใช้ได้...* **อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...จะเป็นให้ช่วยกันคิด และก็ทำเป็นโปรเจกต์เล็ก ๆ สร้างชิ้นงาน ที่เขาต้องคิดตั้งแต่เริ่มต้น ตั้งชื่อและก็วางแผนว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งมันจะช่วยสอนเขาในเรื่องของการวางแผน...*

ตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การลงมือปฏิบัติการทดลอง - กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี - สร้างองค์ความรู้ทางเคมี	**อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...สอนเป็นแบบให้ปัญหาหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เด็กจะต้องไปคิดมาก่อนแล้วค่อยมาระดมความคิดกันในห้องว่าได้วิธีการแก้ปัญหาหรือไปเจอในข่าวหรือหนังสือพิมพ์หรือหนังสือส่วนไหนได้มาแบบไหน แล้วค่อยมาช่วยเสริมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน....*
- กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี	**เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้ท้าทาย หรือได้ลองทำโปรเจ็คต์ด้วยตนเอง จะทำให้เจอปัญหาที่แตกต่างกัน ผู้เรียนก็จะหาคำตอบของปัญหานั้น มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น การมาอภิปรายกันก็จะทำให้บรรยากาศการเรียนสนุกมากขึ้น...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...หากได้สอนในส่วนของทฤษฎีเราก็มีสื่อต่าง ๆ ที่มาซัพพอร์ตคอยสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น ภาพ 3 มิติหรือแบบจำลองต่าง ๆ ในส่วนของการทำปฏิบัติการ นักเคมีต้องได้ลงมือทำจริงได้ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ และออกแบบการทดลอง ค้นคว้าเพิ่มเติมและลงข้อสรุปด้วยตัวเอง...* **นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...วิชาเคมีมีทั้งเนื้อหา ทักษะ และการทดลอง เพราะฉะนั้นห้องเรียนที่ตอบโจทย์ต้องมีการผสมผสานกันอย่างลงตัวทั้ง 3 ส่วนคือเนื้อหา ทักษะการทดลอง จิตวิทยาศาสตร์ ถ้าเราได้พัฒนาทั้ง 3 ส่วนนี้ให้ผู้เรียนแล้ว ก็จะทำให้เด็กมีความเป็นนักเคมีมากขึ้น...* **นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ในปัจจุบันเทคโนโลยีเปลี่ยนไปเยอะแต่ความรู้ทางเคมีพื้นฐานไม่ได้เปลี่ยนไปมาก ผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการถ่ายทอดความรู้ โดยการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ มีนวัตกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรม แอพพลิเคชั่นเอามาใช้ได้หมดจะทำให้เด็กเข้าใจง่ายขึ้นและมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเคมี...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี หมายถึง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมีผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ด้วยตนเอง

2.2.2 ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 20 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การส่งเสริม	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...ครูเคมีที่แท้จริงคือสอนแล้วกระตุ้นให้เด็กเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ แยกแยะ และส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มากที่สุด เพราะจะได้นำความรู้เหล่านี้ไปใช้ต่อยอดในการเรียนในระดับสูงขึ้น...* **นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...มีครูคนนึงที่โรงเรียน ท่านทำให้รู้สึกชอบวิชาเคมี มีเทคนิคในการสอนดีมาก คอยสนับสนุนในการเรียนอย่างเต็มที่...*
- จุดประกาย	**ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *...มีครูคนหนึ่งที่ทำให้เรารู้สึกว่าชอบวิชาเคมี ครูเขาเป็นคนที่สอนเข้าใจ วิชาเคมีเป็นวิชาที่เราทำคะแนนได้ดีที่สุด ทำให้เรารู้สึกว่าเราน่าจะถนัดในวิชานี้ แล้วครูเขาก็เป็นคนที่จุดประกายให้เราด้วย ว่าเราต้องเริ่มจากตรงไหน มีความฝันอยากเป็นอะไร...*

ตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- จุดประกาย	**อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...ครูเคมีค่อนข้างสอนดีที่โรงเรียน เขาค่อนข้างทำให้เคมีเข้าใจง่าย เป็นเรื่องใกล้ตัวแล้วก็เริ่มสนใจ...* **อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...ครั้งแรกที่ได้เริ่มเรียนวิชาเคมี คุณครูคนแรกก็คือ... ซึ่งสอนเคมี ท่านอธิบายได้ดี สอนแบบเห็นภาพ แล้วก็น่าสนใจ ก็เลยเป็นจุดเริ่มต้นให้ตัวเองหันมาสนใจวิชาเคมี...*
- ทัศนคติที่ดีต่อเคมี	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...เคมีมันก็เป็นยาขมตัวนึงสำหรับนักเรียนหลายคน นักเรียนส่วนใหญ่เลยแหละ แม้กระทั่งนักเรียนที่เรียนสายวิทย์เองพอมาเรียนเคมีแล้ว หลายคนก็จะบอกว่ามันยากนะ ซึ่งมันถือว่าเป็นบทบาทสำคัญของครูเคมีเลยว่าต้องทำยังไงให้ยาขมเหล่านั้นมันกลายเป็นขนมหวานหรือไอศกรีมให้ได้ซึ่งมันต้องหากระบวนการ การสื่อสารกับนักเรียนให้เข้าถึงถึงการเรียนเคมี...* **ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...เราเคยมีประสบการณ์มาแล้วว่า การทำปฏิบัติการจะทำให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนเคมีค่อนข้างมาก ดังนั้นแทบจะทุกเรื่องที่สอน เราจะแทรกปฏิบัติการ เพราะฉะนั้นไม่ใช่แค่เตรียมสอน แต่เราก็ต้องเตรียมแล็บขึ้นมา เพื่อที่จะเสริมในสิ่งที่เราสอนทฤษฎีกับเด็กไป เพื่อให้เขาเข้าถึงเคมีในทุก ๆ ด้าน ทุกมิติ...* **นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1** *...เหตุจูงใจก็น่าจะเกิดจากการที่เราประทับใจครูสอนเคมีในสมัย ม.ปลาย ท่านสอนดีมาก อธิบายให้เราเข้าใจ เห็นภาพ สอนจากเรื่องที่ยากให้เป็นเรื่องง่าย...*

ตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- ทัศนคติที่ดีต่อเคมี	**นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ครูท่านนึงที่สอนวิชาเคมีประมาณตอนม. 4 เทอม 2 ท่านชื่อ ...ตอนนี้ท่านเสียชีวิตแล้ว ท่านเป็นครูที่สอนเคมีแล้วมีเทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้วิชายากอย่างเคมีให้มันสนุกได้ เพราะครูท่านนี้ก็เลยทำให้เรารู้สึกว่าเรารักวิชาเคมีตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ด้วยความที่เนื้อหาเคมีมันยากแต่ท่านกลับทำให้เด็กที่ไม่รู้เรื่องในสิ่งที่มันยากกลับทำให้มันง่ายให้เราสนุกไปกับมัน ท่านเปลี่ยนทัศนคติต่อวิชาเคมีไป เรื่องยาก ๆก็ทำให้ง่ายได้เพราะเราเปลี่ยนมุมมอง แล้วเราก็จะชอบที่จะค้นหามากขึ้นเลยทำให้ทัศนคติของเราเปลี่ยนไป...*
- การให้คำปรึกษา - แนะแนวทางการศึกษา	**เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...ตั้งแต่ขึ้น ม.ปลาย พอได้เรียนเคมี ก็ได้เจอกับครูเคมีที่สอนดีมาก โดยเฉพาะตอนทำการทดลอง ครูท่านคอยดูแลอย่างใกล้ชิด อธิบายแบบละเอียดยิบ ถึงตอนนี้ก็ยังจำที่ท่านอธิบายหรือสอนได้อยู่เลย...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...คุณครูเขาจะพยายามประยุกต์การสอนโดยให้เห็นว่าสารเคมีหรือที่เกี่ยวข้องกับเคมีมันอยู่ในชีวิตประจำวันและให้ทำปฏิบัติการพวกการทดลอง การเปลี่ยนสีมันก็ทำให้เกิดความสนใจและเขาก็คอยให้คำปรึกษาหรือแนะแนว พูดถึงว่ามันสามารถทำงานได้หลากหลายอาชีพพี่ ก็เลยสนใจและอยากเรียนต่อด้านนี้...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การส่งเสริม จุดประกายให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อเคมี ตลอดจนการให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต

2.2.3 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 18 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- พฤติกรรมการทำงาน	***ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2*** *...ต้นแบบในการทำงาน คือ สมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ฯ พระองค์ทรงทุ่มเทมาก ในการทำงานการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางเคมี เป็นนักวิจัยเคมีที่ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยอมรับ...* ***อาจารย์เคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1*** *...ท่านเป็นบิดาแห่งเคมีวิเคราะห์เมืองไทยก็ว่าได้ท่านเป็นนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นคนแรกของประเทศไทย เป็นบุคคลดีเด่นของประเทศท่านเป็นคนคิดอะไรล่วงหน้าอย่างต่ำเป็น 5 ปี ท่านใช้ฐานความยากจนของประเทศในการทำวิจัยคิดในเชิงไอเดียมากกว่าต้นทุน ท่านเป็นคนแรกของโลกที่คิดค้น Natural product reagent จนต่างชาติยอมรับ ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นอเมริกาหรือว่าเยอรมัน ท่านเป็นต้นแบบที่ดีในการสอนในทุกมิติ...* **อาจารย์เคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...ท่านก็มีความเมตตาต่อนักศึกษาแล้วก็มีการค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา มีการประชุมหรือสัมมนา หาความรู้ใหม่ ๆ เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ไม่ใช่แบบเราทำวิจัยเรื่องนี้ตลอดทั้งชีวิต อาจารย์เขาก็มีการเปลี่ยนตามโลกที่เป็นเทรน อาจารย์อยู่สาขาเคมีอนินทรีย์ ท่านศึกษาเฉพาะเรื่อง Complex to Copper สารเชิงซ้อนของ Copper ไม่ใช่ของระดับประเทศ แต่ระดับเอเชียเลย...*

ตารางที่ 7 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- พฤติกรรมการทำงาน	**นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2** *...ความชอบหรือสิ่งที่ทำให้เคมีมันน่าสนใจ มาจากการที่เรามีบุคคลต้นแบบ เราจะรู้สึกว่า เขาเจ๋ง เขาสุดยอด แล้วจึงไปศึกษาความเป็นมาของเขาว่าทำไมถึงคิดค้นสิ่งนี้ได้ มีวิธีการใช้ชีวิตหรือการศึกษาสิ่งต่าง ๆ อย่างไรให้ประสบความสำเร็จ...*
- สร้างความรู้ทางเคมี	***ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2*** *...บุคคลที่เป็นต้นแบบของผม คือ ดร.เนาวรัตน์ กองคำ อาจารย์ เป็นนักเคมีที่มีการค้นพบสารเป็นของตนเอง เนื่องจากอาจารย์ศึกษาทางด้านเคมีอินทรีย์ แล้วอาจารย์ได้ค้นพบสารอยู่ในพืชและได้ตีพิมพ์เป็นผลงานของตนเองเลย และอีกอย่างหนึ่งอาจารย์เขาไม่ได้เก่งอย่างเดียว อาจารย์จะมีความใส่ใจในเรื่องของความปลอดภัยในเรื่องของการทำปฏิบัติการ...* **ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *... ชื่นชอบ Prof.Daniel Shechtman ที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี ที่เขาได้ค้นพบ Quasicrystal เป็นการที่เขานั่งตัดคริสตัลเป็นผลึก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วเขาก็ค้นพบว่าการจัดการเรียงตัวแบบที่เราเคยเรียนกัน เขาทำให้เคมีมีความน่าสนใจ มีแรงบันดาลใจในการทำงานเกี่ยวกับเคมี และอยากพัฒนาตัวเองให้เก่งเหมือนเขา...* **นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *... แดเนียล เชคต์มัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอิสราเอล เป็นคนที่ได้รับรางวัลโนเบล สาขาเคมี เมื่อ 10 กว่าปีที่แล้ว เป็นคนค้นพบสิ่ง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเคมีจะรู้กันว่ามันเป็นไปไม่ได้ในทางเคมี แต่เขาเป็นคนค้นพบ และพยายามตีพิมพ์ผลงานสิ่งที่เขาค้นพบเป็นระยะเวลากว่า 20-30 ปี แต่งานของเขาไม่ได้รับการยอมรับ โดนปฏิเสธจากสำนักพิมพ์ จนสุดท้ายทุกคนยอมรับและสิ่งที่เขาค้นพบเป็นสิ่งที่ถูก ต่อมาก็ได้รับรางวัลโนเบล*

ตารางที่ 7 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- สร้างความรู้ทางเคมี	*สาขาเคมี ถือว่าเป็นบุคคลที่น่าชื่นชม ว่ามีความพยายาม และมีการต่อสู้ในการนำเสนอสิ่งที่ถูกต้อง...*
- สร้างแรงบันดาลใจ	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...ท่านสร้างแรงบันดาลใจในการทำวิจัย ทำให้เรารู้สึกว่าทุก ๆ วันที่เราเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในห้องได้ผลการทดลองมาใหม่ มันเป็นความท้าทายว่าเราจะเจออะไร เราจะเจอสิ่งใหม่ไหม เราจะเจอสารเคมีตัวใหม่ไหม ท่านทำให้เราเห็นว่าเราต้องติดตามมันตลอดเวลาแล้วท่านก็ไม่เคยละทิ้งเราเลย...*
- นำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้	**เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2** *...บุคคลต้นแบบที่ชอบนักเคมีที่ชื่อว่า มารี กูว์รี ผู้ค้นพบรังสีเรเดียมและได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีด้วย ชอบความตั้งใจความพยายามของเขาจนประสบความสำเร็จ งานวิจัยของเขาเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีก็ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จนถึงปัจจุบัน...* **นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...ท่านเป็นแบบอย่างที่ดีมาก ๆ ในการคิดนอกกรอบ การที่เราจะทำงานวิจัยไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าเราอยากทำหรือถนัดอะไร ให้เรานึกถึงว่าเราทำวิจัยเพื่อไปแก้ปัญหาอะไรได้ แล้วจะใช้ความรู้เหล่านั้นแก้ปัญหาอย่างไร ท่านเป็นอาจารย์ที่ไฟแรงมาก อาจารย์มักจะปลูกฝังแนวคิดใหม่ ๆ มาให้เสมอ...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี หมายถึง อัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ดีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

2.2.4 ปัจจัยด้านด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 ท่าน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีผู้กล่าวถึง 15 ท่าน สามารถสกัดคำสำคัญและสรุปผลบันทึกพรรณนาปัจจัยด้านด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การทำวิจัย - การเชื่อมโยงความรู้ทางเคมี	***อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 2*** *...อาจารย์ให้เราเล็งเห็นถึงความสำคัญของเคมี ผ่านการลงมือทำและค้นคว้าด้วยตัวเอง ปล่อยอิสระให้ได้เจอกับปัญหา อันนี้แหละที่จะสามารถนำไปสู่การทำงานวิจัยที่มีคุณภาพ เพราะได้พบเจอกับปัญหา และสามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้จริงได้...* ***อาจารย์เคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2*** *...อาจารย์ชอบยกตัวอย่างเรื่องในชีวิตประจำวันแล้วให้วิเคราะห์เชิงเคมี เช่น เรื่องยา...ให้วิเคราะห์เชิงประมวลความรู้ที่มีไปใช้ ให้มีความกระตือรือร้น....*
- กระตุ้น - สร้างองค์ความรู้ทางเคมี	**อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1** *...คอยสอนให้นักศึกษาแก้ปัญหาไปทีละจุด แล้วคำตอบก็จะค่อย ๆ ชัดเจนขึ้น และคอยกระตุ้นให้คิดอยู่ตลอด นักศึกษาก็จะสนใจเคมีและมีองค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถจะต่อยอดต่อไปได้...* ***อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2*** *...ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีไซน์ ตั้งคำถามนำ คำตอบของนักเรียนก็จะมาจากการค้นคว้าและการแสดงความคิดที่หลากหลาย จากนั้นร่วมกันอภิปราย...จะทำให้นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อเคมีเพิ่มขึ้น...* **นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ก็สามารถที่จะพัฒนาต่อยอดในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆหรือการทำวิจัยได้...*

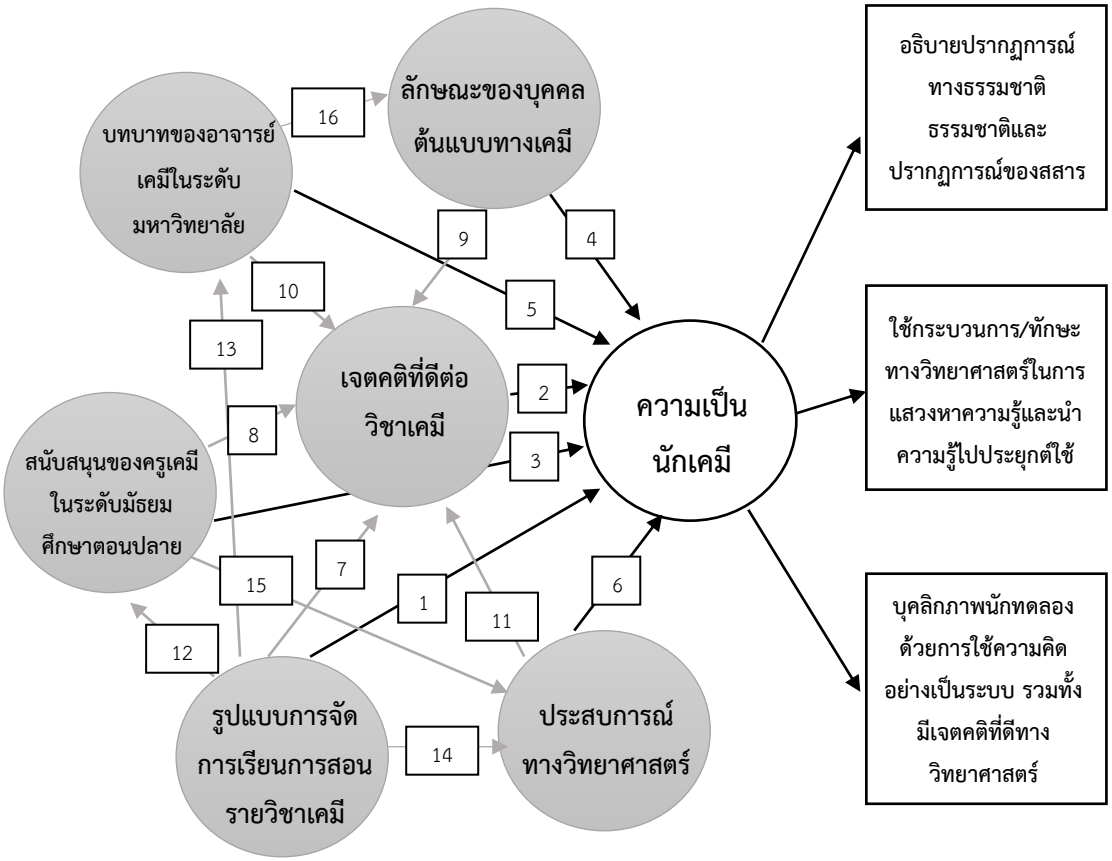
ตารางที่ 8 ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย (ต่อ)

คำสำคัญ	บันทึกพรรณนา
- การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงาน	**ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1** *...นักศึกษาต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์หรือสังเคราะห์สารด้วยความคิดที่สร้างสรรค์ โดยมีอาจารย์คอยกระตุ้นและชี้แนะแนวทาง...* **ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...อาจารย์ชอบกระตุ้นนักศึกษาให้ลงมือทำด้วยตัวเองนะ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ก็ต้องได้นะ ต้องทำด้วยความรัก ถ้าผลการทดลองที่ได้ผิดก็บอกว่าผิด ถ้าถูกก็บอกว่าถูกอะไรอย่างนี้ และสามารถที่จะดัดแปลงข้อมูลหรือแก้ไขปัญหาได้ในทุกสถานการณ์ อาจารย์ท่านเป๊ะมาก ละเอียดรอบคอบทุกอย่าง ตรงนี้แหละที่ทำให้เรามีพื้นฐานที่ดี...* **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2** *...สอนให้รู้จักสังเกตทุกสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถที่จะแก้ไขปัญหา มีการพัฒนางานและฝึกฝนตนเองอยู่เสมอ...*
- การให้คำปรึกษา	**นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *...การที่อาจารย์คอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด โดยเริ่มจากการเน้นพื้นฐานของเคมีทั้งหมดให้เกิดความเชี่ยวชาญ...*

บันทึกสรุป

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การทำวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมี การกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานในอนาคตของนักศึกษา

3. ภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล



ภาพที่ 1 ภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 ท่าน ยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ยืนยันปัจจัยที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความเป็นนักเคมี และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วยกันจำนวน 16 เส้นทาง ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผลที่ได้สรุปเป็นคะแนนแต่ละเส้นทางในตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 9 จากการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

เส้นทาง	**ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคนที่**							**คะแนน**	**ส่วนเบี่ยงเบน**
อิทธิพลที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**เฉลี่ย**	**มาตรฐาน**
1	5	4	5	5	5	5	5	4.86	.38
2	4	4	5	5	5	5	5	4.71	.49
3	5	4	4	5	5	5	4	4.57	.53
4	5	4	5	5	4	5	5	4.71	.49
5	5	4	5	5	5	4	5	4.71	.49
6	4	4	3	5	4	5	5	4.29	.76
7	5	4	5	5	5	5	5	4.86	.38
8	5	4	5	5	5	5	5	4.86	.38
9	5	4	5	5	4	5	5	4.71	.49
10	5	4	5	5	5	4	5	4.71	.49
11	5	4	4	5	5	5	5	4.71	.49
12	5	4	4	5	5	5	5	4.71	.49
13	5	4	5	5	4	5	5	4.71	.49
14	5	4	5	5	5	4	5	4.71	.49
15	5	4	5	5	5	4	5	4.71	.49
16	4	4	5	5	5	5	5	4.71	.49

จากผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล สามารถสรุปเป็นภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย และพบว่าทั้ง 16 เส้นทางสามารถนำมาเป็นสมมติฐานได้

ระยะที่ 2 ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

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

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเคมี ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 (เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีดังกล่าวได้เรียนผ่านรายวิชาตามหลักสูตรเกินร้อยละ 50 ของรายวิชาทั้งหมดแล้ว และมีประสบการณ์ในการเรียน การทำโครงการ 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 และลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ แนบไปพร้อมกับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยไปยังคณบดีคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาสาขาเคมีสังกัดอยู่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 586 คน (เกินมา 36 คน) จำแนกตามหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ 290 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 296 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ เป็นแบบสอบถามออนไลน์ ประกอบไปด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ ชั้นปี หลักสูตร อันดับในการเลือกเรียน บุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี และอาชีพในอนาคต

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 2.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร จำนวน 6 ข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ	5	ดีเยี่ยม
ระดับ	4	ดี
ระดับ	3	ไม่แน่ใจ
ระดับ	2	ไม่ค่อยดี
ระดับ	1	ไม่ดี

ตอนที่ 2.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ จำนวน 4 ข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ	5	ทุกครั้ง
ระดับ	4	บ่อยครั้ง
ระดับ	3	บางครั้ง
ระดับ	2	น้อยครั้ง
ระดับ	1	ไม่เคยเลย

ตอนที่ 2.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับ	4	เห็นด้วย
ระดับ	3	ไม่แน่ใจ
ระดับ	2	ไม่เห็นด้วย
ระดับ	1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 41 ข้อคำถาม มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับ	4	เห็นด้วย
ระดับ	3	ไม่แน่ใจ
ระดับ	2	ไม่เห็นด้วย
ระดับ	1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

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

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้ร้อยละแสดงรายละเอียดข้อมูลทั่วไปและค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงความเป็นนักเคมี อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมี พร้อมทั้งการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีกับข้อมูลทั่วไป

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัด เพื่อยืนยันว่าเครื่องมือสร้างขึ้นมีโครงสร้างตามองค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ และเชื่อมั่นได้ว่าตัวแปรสังเกตได้แต่ละกลุ่มนั้นเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับตัวแปรแฝงที่กำหนดไว้ วิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมีด้วยโปรแกรม SmartPLS 3.0 (Ringle et al.,2015)

การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามสมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-Square) ถ้าค่าไคสแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีค่าความน่าจะเป็น (p) สูงกว่า .05 แสดงว่ามีความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และถ้าค่าไคสแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติหรือความน่าจะเป็น (p) น้อยกว่า .05 แสดงว่า โมเดลตามสมมติฐานไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (พูลพงศ์ สุขสวาง, 2556)

ค่าความแปรปรวนที่สกัดได้เฉลี่ย(Average Variance Extract) หรือ AVE โดยค่าสถิติ AVEจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ.5 แสดงว่าตัวแปรแฝง สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวบ่งชี้ได้มากกว่าร้อยละ 50 (Hair et al., 2013)

ค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliablity) หรือ CR ในการทดสอบคุณภาพและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Hair et al., 2014) โดยที่ค่าความเที่ยงประกอบ (Composite Reliablilty) จะต้องมีค่ามากกว่า .7 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่ยอมรับได้ในการทดสอบความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ

ค่าความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha: α) ตามแนวคิดของ Cronbach(Cronbach's Alpha) โดยใช้เกณฑ์มากกว่า .7 ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับได้ในการทดสอบความเชื่อมั่น (Hair et al., 2014)

ค่าอัตราส่วน Heterotrait – Monotrait Correlation Ratio (HTMT) ใช้วัดความเที่ยงตรงเชิงจำแนก โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ระหว่างคู่ตัวแปรแฝง ค่านี้ต้องน้อยกว่า 1 ถ้ามากกว่า 1 แสดงว่าขาดความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เกณฑ์ตัดสินใจคือ HTMT< 1.0 (Jorg Henseler & Christian M.Ringle & Marko Sarstedt, 2015)

ค่าทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า R^2 เรียกว่า overall effect size เกณฑ์คือ R^2 = .19 , .33 , .67 แสดงว่าอิทธิพลเชิงสาเหตุมีอิทธิพลร่วมกันต่อปัจจัยผลลัพธ์ ต่ำ ปานกลางและสูง ตามลำดับ (Chin,1998 ; Hock and Ringle, 2006)

ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า Q^2 เป็นการประเมินอิทธิพลเชิงสาเหตุตัวใดมีผลในทางช่วยพยากรณ์ค่าตัวชี้วัดของตัวแปรผลลัพธ์ (predictive relevance) มากน้อยเพียงใด ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจคือ Q^2 = .02 , .15 และ .35 แสดงว่า ตัวแปรแฝงสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (Cohen, 1988)

ค่าความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแปร Googness of Fit: GoF = R^2 com (Tenenhaus et al., 2005) โดยที่ com=AVE เป็น global criteria และ R^2 คือ global effect size ช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามเกณฑ์การพิจารณา GoF=.308 .406 และ .578 แสดงว่าความสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (Henseler & Sarstedt, 2013)

การทดสอบสมมติฐาน (Path Coefficients and Significance Levels) การคำนวณสัมประสิทธิ์เส้นทาง PLS-SEM จะใช้การทดสอบการมีนัยสำคัญทางสถิติของพารามิเตอร์ด้วยกระบวนการ Bootstrapping ซึ่งกระบวนการ Bootstrapping จะใช้ในการหาช่วงความเชื่อมั่นของการประเมินค่าพารามิเตอร์หาค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละพารามิเตอร์เพื่อใช้วิเคราะห์ผลทางสถิติ (Helm et al., 2010;Henseler & Sarsted, 2013 Hair et al., 2014)และใช้เทคนิคการสุ่มซ้ำข้อมูลที่เก็บได้เพิ่มเติมเพื่อสร้างเป็นชุดข้อมูลใหม่ โดยจำนวนชุดที่ได้จากการสุ่มซ้ำโดยทั่วไปจะกำหนดจำนวน 5000 ชุด (Hair et al., 2011; Wong, 2013) การทดสอบสมมติฐานด้วยกระบวนการ Bootstrapping นั้น จะใช้การทดสอบสมมติฐานที่มีเขตการปฏิเสธทางเดียว (one-tailed) โดยสัมประสิทธิ์ เส้นทางของ Inner Model มีระดับนัยสำคัญ .01 หรือ .05

จากการวิจัยเชิงคุณภาพในระยะที่ 1 โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ได้วิเคราะห์ข้อมูลและนิยามให้ความหมายความเป็นนักเคมีดังนี้

“ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์”

และได้วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยได้ทั้งหมด 6 ปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

2) ปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3) ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี

4) ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5) ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี

6) ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยเชิงคุณภาพในระยะที่ 1 มาพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย และข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัยเชิงปริมาณ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยการใช้สถิติพรรณนาและวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM และได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป โดยนำเสนอค่าสถิติการแจกแจงความถี่ และร้อยละ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด และโมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 10 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	191	32.59
หญิง	395	67.41
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 10 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นเพศชาย จำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 32.59 เป็นเพศหญิง จำนวน 395 คน คิดเป็นร้อยละ 67.41

ตารางที่ 11 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามชั้นปีที่กำลังศึกษา

ชั้นปีที่กำลังศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ชั้นปีที่ 3	285	48.63
ชั้นปีที่ 4	301	51.37
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 285 คน คิดเป็นร้อยละ 48.63 และเป็นชั้นปีที่ 4 จำนวน 301 คน คิดเป็นร้อยละ 51.37

ตารางที่ 12 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามหลักสูตรที่ศึกษา

หลักสูตรที่ศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ด้านศึกษาศาสตร์	290	49.49
ด้านวิทยาศาสตร์	296	50.51
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 12 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ จำนวน 290 คน คิดเป็นร้อยละ 49.49 ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 296 คน คิดเป็นร้อยละ 50.51

ตารางที่ 13 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามอันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมี

อันดับที่เลือกศึกษาต่อ	จำนวน	ร้อยละ
อันดับที่ 1	394	67.24
อันดับที่ 2	113	19.28
อันดับที่ 3	50	8.53
อันดับที่ 4	29	4.95
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 13 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมี อันดับที่ 1 จำนวน 394 คน คิดเป็นร้อยละ 67.24 อันดับที่ 2 จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 19.28 อันดับที่ 3 จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 8.53 และอันดับที่ 4 จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 4.95

ตารางที่ 14 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามบุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี

บุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี	จำนวน	ร้อยละ
ตนเอง	315	53.76
ผู้ปกครอง	69	11.77
ครู/อาจารย์	173	29.52
เพื่อน/รุ่นพี่	29	4.95
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 14 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมีด้วยตนเอง จำนวน 315 คน คิดเป็นร้อยละ 53.76 ด้วยผู้ปกครอง จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 11.77 ด้วยครู/อาจารย์ จำนวน 173 คน คิดเป็นร้อยละ 29.52 และด้วยเพื่อน/รุ่นพี่ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 4.95

ตารางที่ 15 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามอาชีพในอนาคต

อาชีพในอนาคต	จำนวน	ร้อยละ
ครูผู้สอนในโรงเรียนต่าง ๆ	325	55.46
อาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ	64	10.92
นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ	71	12.12
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการในหน่วยงานต่าง ๆ	126	21.50
รวม	**586**	**100.00**

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย เลือกอาชีพในอนาคตเป็นครูผู้สอนในหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 325 คน คิดเป็นร้อยละ 55.46 อาชีพอาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 10.92 อาชีพนักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 12.12 และอาชีพนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการตามหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 21.50

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามและผลวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทยทั้ง 6 ปัจจัย ดังนี้ คือ 1) ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี 2) ปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3) ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี 4) ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 5) ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี และ 6) ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย จากกลุ่มตัวอย่าง 586 คน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย **ด้านอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
K1 ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางเคมีที่เข้าใจได้ยากให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย	3.74	.82	ดี
K2 ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่สัมผัสและมองเห็นจากการทดลองโดยมาใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้	3.95	.72	ดี
K3 ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสารให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้	3.94	.74	ดี
K4 ฉันสามารถใช้ความรู้ทางเคมีที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่	3.91	.73	ดี
K5 ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางเคมีในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	3.98	.68	ดี
K6 ฉันสามารถใช้หลักการทางเคมีในการค้นพบ หรือทดลองสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาเองได้	3.65	.94	ดี
รวม	**3.86**	**.63**	**ดี**

จากตารางที่ 16 ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ K5 “ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางเคมีในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .68 มีความสามารถอยู่ในระดับดี รองลงมาคือ K2 “ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่สัมผัสและมองเห็นจากการทดลองโดยมาใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .72 มีความสามารถอยู่ในระดับดี และ K6 “ฉันสามารถใช้หลักการทางเคมีในการค้นพบ หรือทดลองสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาเองได้” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .94 มีความสามารถอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย **ด้านใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
S1 ฉันชอบศึกษาหรือทดลองการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร	4.04	.75	บ่อยครั้ง
S2 เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา	3.74	.85	บ่อยครั้ง
S3 ฉันทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐานต่าง ๆ	3.90	.86	บ่อยครั้ง
S4 ฉันมีความรอบคอบและละเอียดอ่อนในการทำการทดลองและสืบค้นข้อมูล	4.04	.77	บ่อยครั้ง
รวม	**3.93**	**.66**	**บ่อยครั้ง**

จากตารางที่ 17 ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยภาพรวมมีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .66 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ S1 “ฉันชอบศึกษาหรือทดลองการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .75 และ S4 “ฉันมีความรอบคอบและละเอียดอ่อนในการทำการทดลองและสืบค้นข้อมูล” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .77 มีพฤติกรรม

อยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง รองลงมาคือ S3 “ฉันทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐานต่าง ๆ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง และ S2 “เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย **ด้านบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบรวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
A1 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.27	.64	เห็นด้วย
A2 ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาเคมี	4.22	.64	เห็นด้วย
A3 ฉันมีความสุขทุกครั้งที่ได้ทำการทดลองซ้ำ ๆเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด	4.20	.72	เห็นด้วย
A4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.38	.60	เห็นด้วย
รวม	**4.27**	**.50**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 18 ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ด้านบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ A4 “ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .60 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ A1 “เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .64 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ A3 “ฉันมีความสุขทุกครั้งที่ได้ทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .72 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี** มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ATC1 เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.44	.59	เห็นด้วย
ATC2 การทำวิจัยหรือโครงงานทางเคมีทำให้ฉันมีความสุข	3.91	.84	เห็นด้วย
ATC3 เคมีทำให้การทดลองเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย	4.35	.63	เห็นด้วย
ATC4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.34	.62	เห็นด้วย
ATC5 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.22	.64	เห็นด้วย
ATC6 เคมีเป็นวิชาที่มีคุณค่าและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต	4.33	.60	เห็นด้วย
รวม	**4.26**	**.49**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 19 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .49 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ATC1 “เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ ATC3 “เคมีทำให้การทดลองเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ ATC2 “การทำวิจัยหรือโครงงานทางเคมีทำให้ฉันมีความสุข” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์** มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
SCE1 ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี	4.39	.59	เห็นด้วย
SCE2 ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมี	4.31	.62	เห็นด้วย
SCE3 ฉันนำความรู้จากการเข้าค่ายหรือโครงการต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานในการเรียนเคมี	4.15	.72	เห็นด้วย
SCE4 ฉันมักแสวงหาความรู้ทางเคมี เพื่อเพิ่มทักษะความสามารถของตนเอง	4.14	.70	เห็นด้วย
SCE5 ฉันคิดว่าการมีเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้เรียนเคมีได้ดี	4.33	.61	เห็นด้วย
SCE6 ฉันภูมิใจที่ได้เรียนด้านวิทยาศาสตร์	4.32	.66	เห็นด้วย
รวม	**4.27**	**.51**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 20 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .51 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SCE1 “ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ SCE5 “ฉันคิดว่าการมีเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้เรียนเคมีได้ดี” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .61 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ SCE4 “ฉันมักแสวงหาความรู้ทางเคมี เพื่อเพิ่มทักษะความสามารถของตนเอง” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .70 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
MLC1 ฉันสนุกกับการเรียนเคมีที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง	4.37	.61	เห็นด้วย
MLC2 สถานการณ์จำลองที่ท้าทายทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาเป็น	4.32	.64	เห็นด้วย
MLC3 ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.23	.65	เห็นด้วย
MLC4 คำถามที่เกิดจากการทดลอง กระตุ้นให้ฉันอยากรู้อยากเห็น	4.28	.65	เห็นด้วย
MLC5 ฉันอยากทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ทางทฤษฎี	4.24	.64	เห็นด้วย
MLC6 การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี	4.42	.61	เห็นด้วย
MLC7 การสร้างชิ้นงานทำให้ฉันได้ใช้ความรู้ทางเคมีอย่างเต็มที่	4.27	.65	เห็นด้วย
รวม	**4.30**	**.47**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 21 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .47 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ MLC6 “การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .61 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ MLC1 “ฉันสนุกกับการเรียนเคมีที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .61 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ MLC3 “ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .65 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย** มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
SCT1 ครูเคมีสอนให้ฉันเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล	4.25	.63	เห็นด้วย
SCT2 ครูเคมีมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ	4.22	.69	เห็นด้วย
SCT3 ฉันชื่นชอบวิชาเคมีเพราะครูเคมีให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาเคมี	4.19	.75	เห็นด้วย
SCT4 ครูเคมีกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเคมี	4.19	.68	เห็นด้วย
SCT5 ครูเคมีเปิดโอกาสให้ฉันแก้ปัญหาทางเคมีด้วยตนเอง	4.18	.70	เห็นด้วย
SCT6 ฉันฝึกทักษะการทดลองทางเคมีจากกิจกรรมที่ครูเคมีมอบหมายให้	4.22	.66	เห็นด้วย
SCT7 ครูเคมีสอนให้ฉันเห็นคุณค่าของวิชาเคมี	4.24	.69	เห็นด้วย
รวม	**4.21**	**.56**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 22 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .56 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SCT1 “ครูเคมีสอนให้ฉันเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ SCT7 “ครูเคมีสอนให้ฉันเห็นคุณค่าของวิชาเคมี” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .69 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ SCT5 “ครูเคมีเปิดโอกาสให้ฉันแก้ปัญหาทางเคมีด้วยตนเอง” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .70 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี** มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
CCP1 ฉันสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีจากการศึกษาชีวประวัติของนักเคมีที่ชื่นชอบ	3.86	.95	เห็นด้วย
CCP2 ฉันสามารถพัฒนาตัวเองตามนักเคมีที่ชื่นชอบได้	3.95	.85	เห็นด้วย
CCP3 ฉันสามารถนำรูปแบบการทำงานของนักเคมีที่ชื่นชอบมาปรับใช้ในการทำงานของตนเองได้	3.97	.80	เห็นด้วย
CCP4 ฉันยึดถือนักเคมีที่สามารถสร้างผลงานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้	4.02	.77	เห็นด้วย
CCP5 ฉันยึดถือการทำงานของนักเคมีที่สามารถสร้างความร่วมมือในการทำงาน	4.07	.71	เห็นด้วย
CCP6 ฉันติดตามการค้นพบหรือสร้างผลงานของนักเคมีอยู่เสมอ	3.85	.90	เห็นด้วย
CCP7 ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมีที่ชื่นชอบ	4.14	.75	เห็นด้วย
รวม	**3.98**	**.69**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 23 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .69 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ CCP7 “ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมีที่ชื่นชอบ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .75 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ CCP5 “ฉันยึดถือการทำงานของนักเคมีที่สามารถสร้างความร่วมมือในการทำงาน” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .71 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ CCP6 “ฉันติดตามการค้นพบหรือสร้างผลงานของนักเคมีอยู่เสมอ” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .90 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น **ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย** มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
RCU1 อาจารย์เคมีค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่หรือน่าสนใจจากการทดลองเคมีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.12	.73	เห็นด้วย
RCU2 อาจารย์เคมีแสดงบทบาทการเป็นนักเคมีที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.20	.71	เห็นด้วย
RCU3 ฉันเรียนรู้การทำงานของนักเคมีผ่านงานต่าง ๆ ที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ	4.22	.65	เห็นด้วย
RCU4 ฉันสามารถนำเทคนิคในการทำงานด้านเคมีของอาจารย์มาปรับใช้ได้	4.21	.62	เห็นด้วย
RCU5 อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง	4.27	.64	เห็นด้วย
RCU6 อาจารย์เคมีมีกระบวนการสอนที่ดีที่สามารถทำให้ฉันสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้	4.26	.64	เห็นด้วย
RCU7 ฉันเห็นความสำคัญของเคมีในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจากการกระตุ้นของอาจารย์เคมี	4.21	.63	เห็นด้วย
RCU8 อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงานด้านเคมีในอนาคต	4.23	.67	เห็นด้วย
รวม	**4.21**	**.53**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 24 สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .53 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ RCU5 “อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .64 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ RCU6 “อาจารย์เคมีมีกระบวนการสอนที่ดีที่สามารถทำให้ฉันสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .63 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และ RCU1 “อาจารย์เคมีค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่หรือน่าสนใจจาก

การทดลองเคมีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .73 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

ตอนที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent samples test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) มีรายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t (F)	p-value
เพศ				
ชาย (191 คน)	4.30	.45	.239	.000*
หญิง (395 คน)	4.08	.45		
ชั้นปี				
ปี 3 (285 คน)	4.10	.48	2.221	.007*
ปี 4 (301 คน)	4.20	.44		
หลักสูตร				
ด้านศึกษาศาสตร์ (290 คน)	4.15	.47	.034	.938
ด้านวิทยาศาสตร์ (296 คน)	4.15	.45		
อันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมี				
อันดับที่ 1 (394 คน)	4.19	.47		
อันดับที่ 2 (113 คน)	4.10	.36	2.863	.036*
อันดับที่ 3 (50 คน)	4.02	.47		
อันดับที่ 4 (29 คน)	4.11	.46		

ตารางที่ 25 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t (F)	p-value
บุคคลที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมี				
ตนเอง (315 คน)	4.14	.46		
ผู้ปกครอง (69 คน)	4.18	.51	.862	.461
ครู/อาจารย์ (173 คน)	4.06	.44		
เพื่อน/รุ่นพี่ (29 คน)	4.15	.41		
อาชีพในอนาคต				
ครูผู้สอนในโรงเรียน (325 คน)	4.13	.48		
อาจารย์ในมหาวิทยาลัย (64 คน)	4.37	.33	5.793	.001*
นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ (71 คน)	4.17	.44		
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ (126 คน)	4.10	.45		

*p<.05

จากตารางที่ 25 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent samples test) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป เพศ ชั้นปี และหลักสูตร พบว่า เพศชายมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีสูงกว่าเพศหญิง นักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีสูงกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีไม่แตกต่างกัน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป อันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาเคมี บุคคลที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมี และอาชีพในอนาคต พบว่า อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างคู่ด้วยสถิติ LSD พบว่าแตกต่างกันทั้งหมด 1 คู่ คือ อันดับที่ 1 กับ อันดับที่ 3 อาชีพในอนาคตมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างคู่ด้วยสถิติ LSD พบว่าแตกต่างกันทั้งหมด 3 คู่ ดังนี้ อาจารย์ในมหาวิทยาลัยกับครูผู้สอนในโรงเรียน, อาจารย์ในมหาวิทยาลัยกับนักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ และ

อาจารย์ในมหาวิทยาลัยกับนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ ส่วนบุคคลที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมี ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างต้นให้ผลที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด และโมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์แอลฟ่าครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Construct Reliability and Validity)

ตัวแปรแฝง	แอลฟ่าครอนบาค (α)	ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (CR)	ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (AVE)
ความเป็นนักเคมี	.918	.931	.553
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.842	.883	.558
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.871	.903	.609
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	.868	.898	.559
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.913	.931	.658
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.934	.946	.717
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.919	.934	.640

จากตารางที่ 26 ผลการประเมินความสอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบสะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง .883-.946 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเหมือนด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่าระหว่าง

.506-.717 ซึ่งมีค่ามากกว่า .50 และการประเมินความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าระหว่าง .842-.934 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันภายใน และสามารถร่วมกันอธิบายองค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell- Larcker

ตัวแปรแฝง	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
ความเป็นนักเคมี	.711						
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	.675	.747					
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.702	.606	.846				
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.702	.774	.624	.747			
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.674	.717	.651	.761	.780		
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.662	.662	.625	.706	.686	.811	
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.656	.644	.622	.696	.749	.732	.800

จากตารางที่ 27 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยงระหว่าง .711-.846 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยงของเมทริกซ์ซึ่งมีค่าระหว่าง .606-.774

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait)

ตัวแปรแฝง	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
ความเป็นนักเคมี							
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	.748						
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.755	.666					
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.787	.904	.696				
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.743	.823	.716	.887			
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.715	.739	.675	.800	.765		
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.708	.718	.668	.788	.836	.798	

จากตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait- Monotrait) มีค่าระหว่าง .666-.904 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า .90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลนั้น ๆ เป็นอย่างดี

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)

ตัวแปรแฝง	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
ความเป็นนักเคมี							
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	2.897			2.407	1.782	1.000	1.000
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	2.044			2.032			
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	3.502						
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	3.370			3.121			
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	2.751			2.652	1.782		
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	2.972		1.000	2.940			

จากตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการพิจารณาภาวะร่วมเชิงเส้น (Multicollinearity) ของตัวแปรสังเกตได้ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF) มีค่าระหว่าง 1.000–3.502 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่มีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
K1	.771						
K2	.774						
K3	.752						
K4	.794						
K5	.733						
K6	.698						
S1	.713						
S2	.776						
S3	.718						
S4	.665						
A1	.642						
A2	.692						
A3	.629						
A4	.565						
MLC1		.717					
MLC2		.757					
MLC3		.775					
MLC4		.773					
MLC5		.760					
MLC6		.705					
MLC7		.742					

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ (ต่อ)

ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่มีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
CCP1			.853				
CCP2			.868				
CCP3			.869				
CCP4			.854				
CCP5			.863				
CCP6			.832				
CCP7			.782				
ATC1				.766			
ATC2				.694			
ATC3				.760			
ATC4				.748			
ATC5				.744			
ATC6				.768			
SCE1					.822		
SCE2					.827		
SCE3					.779		
SCE4					.822		
SCE5					.735		
SCE6					.686		

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ (ต่อ)

ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้	ความเป็นนักเคมี	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	เจตคติที่มีต่อวิชาเคมี	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย
SCT1						.813	
SCT2						.820	
SCT3						.784	
SCT4						.835	
SCT5						.797	
SCT6						.795	
SCT7						.833	
RCU1							.741
RCU2							.806
RCU3							.824
RCU4							.810
RCU5							.798
RCU6							.800
RCU7							.800
RCU8							.818

จากตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามแต่ละตัวด้วยค่า loading พบว่า EP4 “ฉันสามารถใช้ความรู้ทางเคมีที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่” ให้ค่าน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ .794 รองลงมาคือ SP2 “เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา” ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ .776 และ CA4 “ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้” ให้ค่าน้ำหนักต่ำสุดเท่ากับ .565 และค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรอิสระโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า .70 ดังนี้ ตัวแปรด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีค่าน้ำหนักระหว่าง .705 - .775 ตัวแปรด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี มีค่าน้ำหนักระหว่าง .694 - .768 ตัวแปรด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าน้ำหนักระหว่าง .784 - .835 ตัวแปรด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีค่าน้ำหนักระหว่าง .782 - .869 ตัวแปรด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย มีค่าน้ำหนักระหว่าง .741 - .824 ตัวแปรด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าน้ำหนักระหว่าง .686 - .827

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปรสังเกตได้ A1, A4 และ S4 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ A2, K6, ATC2 และ SCE6 แม้ว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 ก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้น ๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปรสังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด และจากการตัดตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าว ทำให้ค่า AVE ของตัวแปรตามมีค่ามากกว่า .50 ดังตารางที่ 31 และ ภาพที่ 2

ผลการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย พบว่า

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า R^2 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 52.5 และการพิจารณาการทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า Q^2 เท่ากับ .315 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 และใกล้เคียง .35 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูงสอดคล้องกับค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ .567 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง .578 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถคาคคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูง

สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .125 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.627

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .363 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 10.640

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .374 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.052

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .169 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.395

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .265 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 5.253

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .662 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 21.067

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .644 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 18.549

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .469 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 9.640

9) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .375 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.333

10) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย มีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .621 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 16.605

ส่วนอีก 6 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 2 และตารางที่ 31

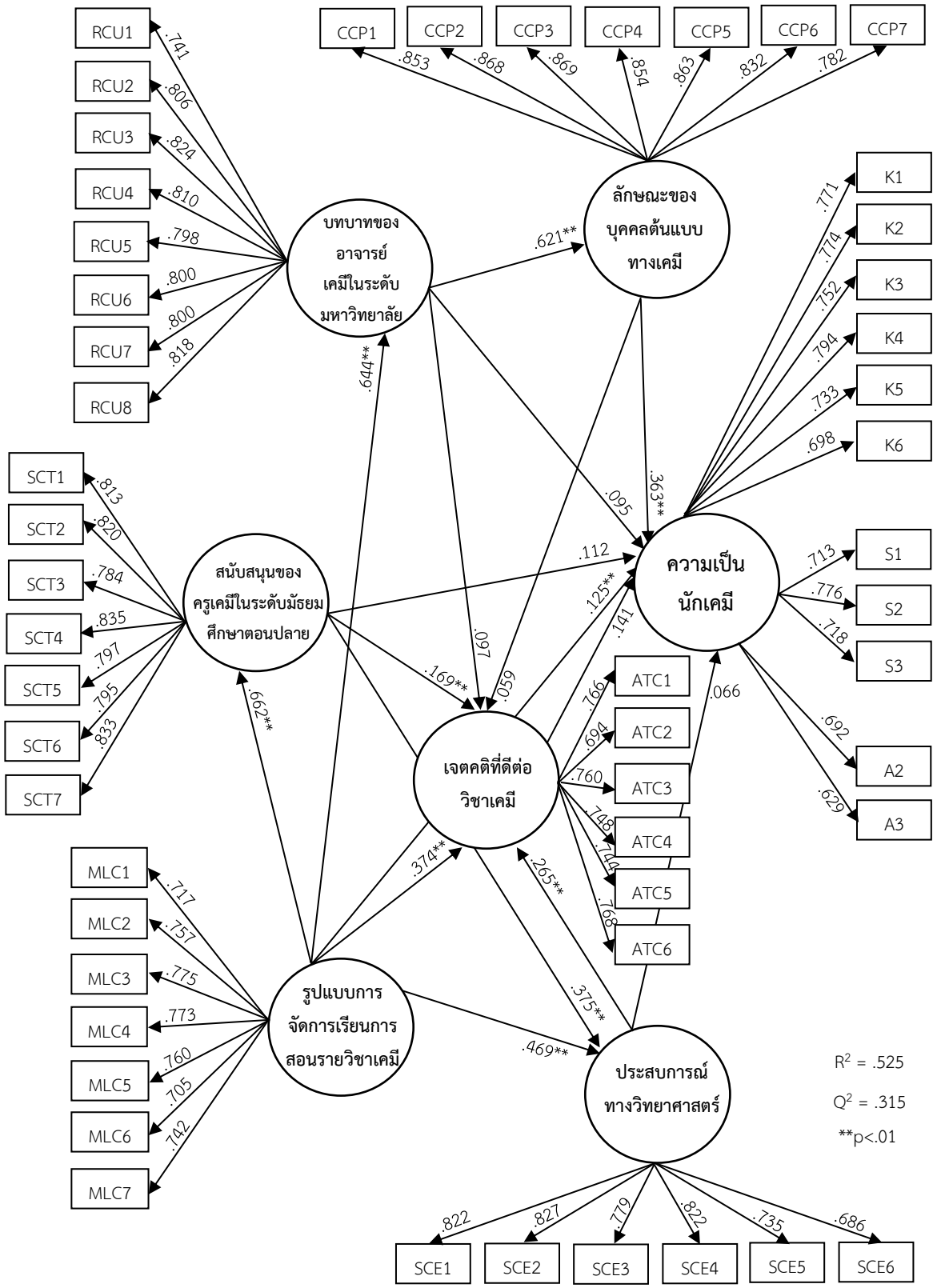
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=586)

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**
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**

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=586) (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.644	.035	18.549	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.469	.049	9.640	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.375	.051	7.333	.000**
บทบาท ของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.621	.037	16.605	.000**

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)



ภาพที่ 2 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.402	.039	10.129	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.249	.035	7.011	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.099	.022	4.453	.000**
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.228	.026	8.548	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.113	.034	3.307	.001**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.147	.021	7.044	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.125	.028	4.431	.000**

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.066	.015	4.402	.000**

**p<.01

จากตารางที่ 32 พบว่า ค่าอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตามในโมเดล โดยใช้วิธี PLS-SEM ด้วยขั้นตอนวิธี Bootstrap สามารถพิจารณาตามตัวแปร ได้ดังนี้

1) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .402ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 10.129

2) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .249 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.011

3) การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .099 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.453

4) บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย มีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .228 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 8.548

5) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .113 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.307

6) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อลักษณะของเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .147 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.044

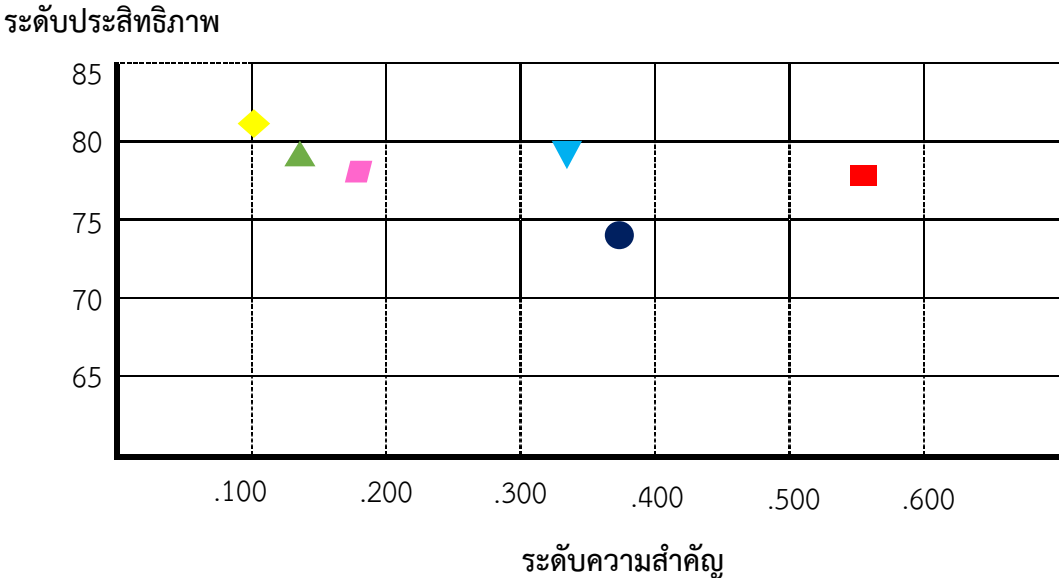
7) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .125 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.431

8) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านต่อลักษณะของเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .066 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.402

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีระดับความสำคัญต่อความเป็นนักเคมีในระดับที่สูงสุดมีค่าเท่ากับ .561 รองลงมาเป็นลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมีและบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยโดยมีระดับความสำคัญเท่ากับ .372 และ .340 ตามลำดับ ส่วนประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักเคมีสูงสุด โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 81.887 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รองลงมาบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย และเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีโดยมีระดับประสิทธิภาพเท่ากับ 79.467 และ 79.120 ตามลำดับ ผลดังตารางที่ 33 และภาพที่ 3

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ

สัญลักษณ์	ตัวแปรแฝง	ความเป็นนักเคมี	
		ระดับความสำคัญ	ระดับประสิทธิภาพ
◆	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.104	81.887
▼	บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.340	79.467
▲	เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.141	79.120
▰	การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.175	78.668
■	รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	.561	77.652
●	ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.372	74.754



ภาพที่ 3 ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรศึกษาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=290)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.125	.071	1.750	.080
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.166	.079	2.106	.035
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ความเป็นนักเคมี	.108	.069	1.565	.118
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.336	.045	7.464	.000**
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ความเป็นนักเคมี	.150	.068	2.197	.028
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> ความเป็นนักเคมี	.042	.071	.592	.554
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.418	.062	6.722	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.227	.075	3.028	.002**
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.029	.047	.614	.539
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.068	.076	.890	.373
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.221	.071	3.116	.002**

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=290) (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.740	.036	20.778	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.679	.046	14.802	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.388	.069	5.658	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.469	.071	6.654	.000**
บทบาท ของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.661	.052	12.720	.000**

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลนที่กำหนด 9 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .336 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.464

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .418ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.722

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .227 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.028

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .221 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.116

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .740 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 20.778

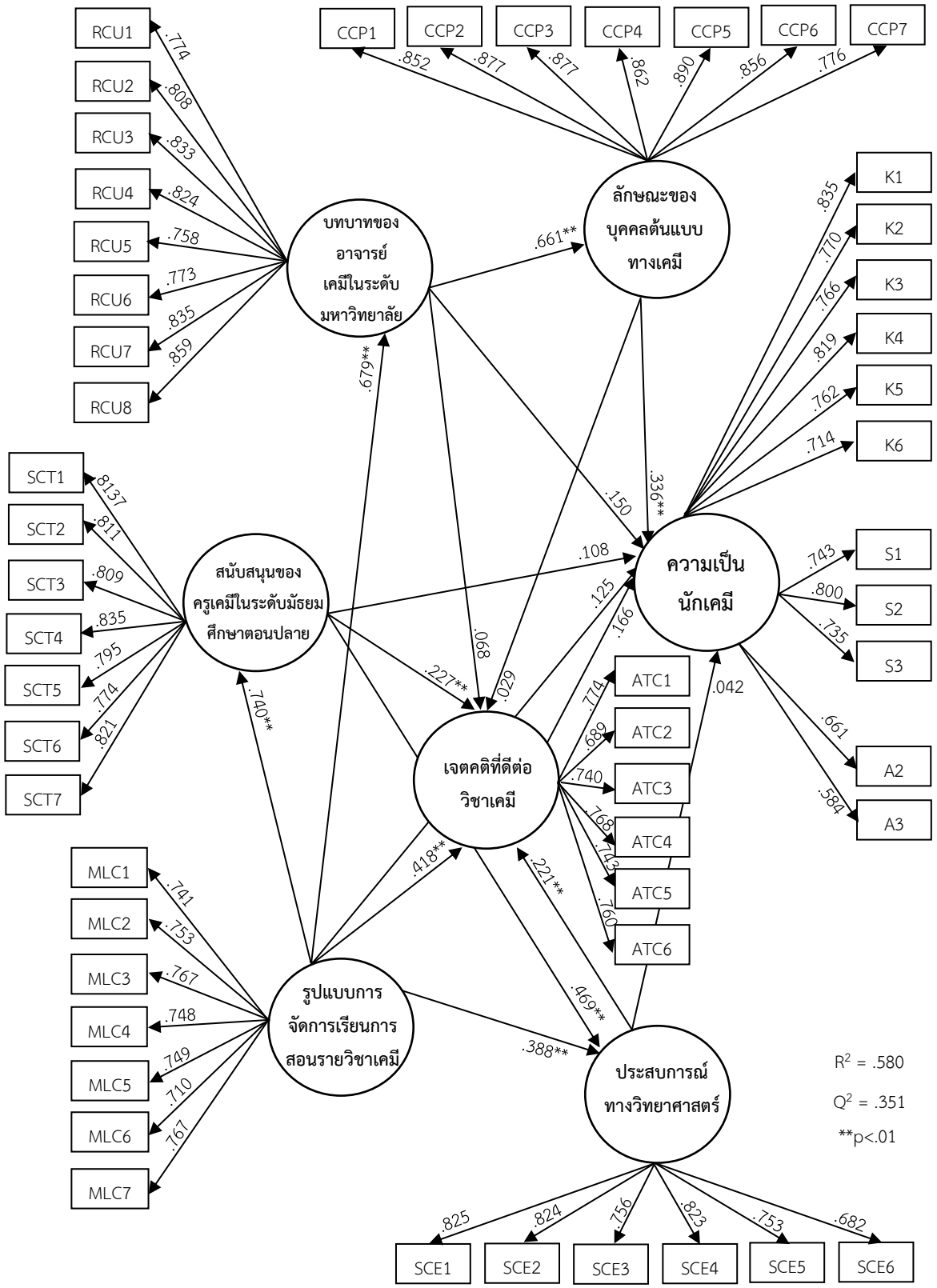
6) เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .679 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 14.802

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .388 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 5.658

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0469 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.654

9) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .661 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 12.720

ส่วนอีก 7 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 4 และตารางที่ 34



ภาพที่ 4 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี(หลักสูตรศึกษาศาสตร์)ในประเทศไทย

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=296)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.101	.067	1.508	.132
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.127	.091	1.388	.165
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ความเป็นนักเคมี	.125	.067	1.881	.060
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> ความเป็นนักเคมี	.377	.053	7.061	.000**
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ความเป็นนักเคมี	.045	.080	.560	.575
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> ความเป็นนักเคมี	.103	.080	1.288	.198
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.323	.082	3.924	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.128	.064	1.995	.046
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.101	.053	1.888	.059
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.115	.073	1.577	.115
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	.294	.076	3.844	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	.613	.045	13.599	.000**

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลองค์ประกอบ (n=296) (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	ค่า p-value
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	.614	.050	12.332	.000**
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.519	.067	7.759	.000**
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	.313	.071	4.387	.000**
บทบาท ของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.584	.053	11.114	.000**

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลนที่กำหนด 8 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .377 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.061

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .323 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.924

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .294 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.844

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .613 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 13.599

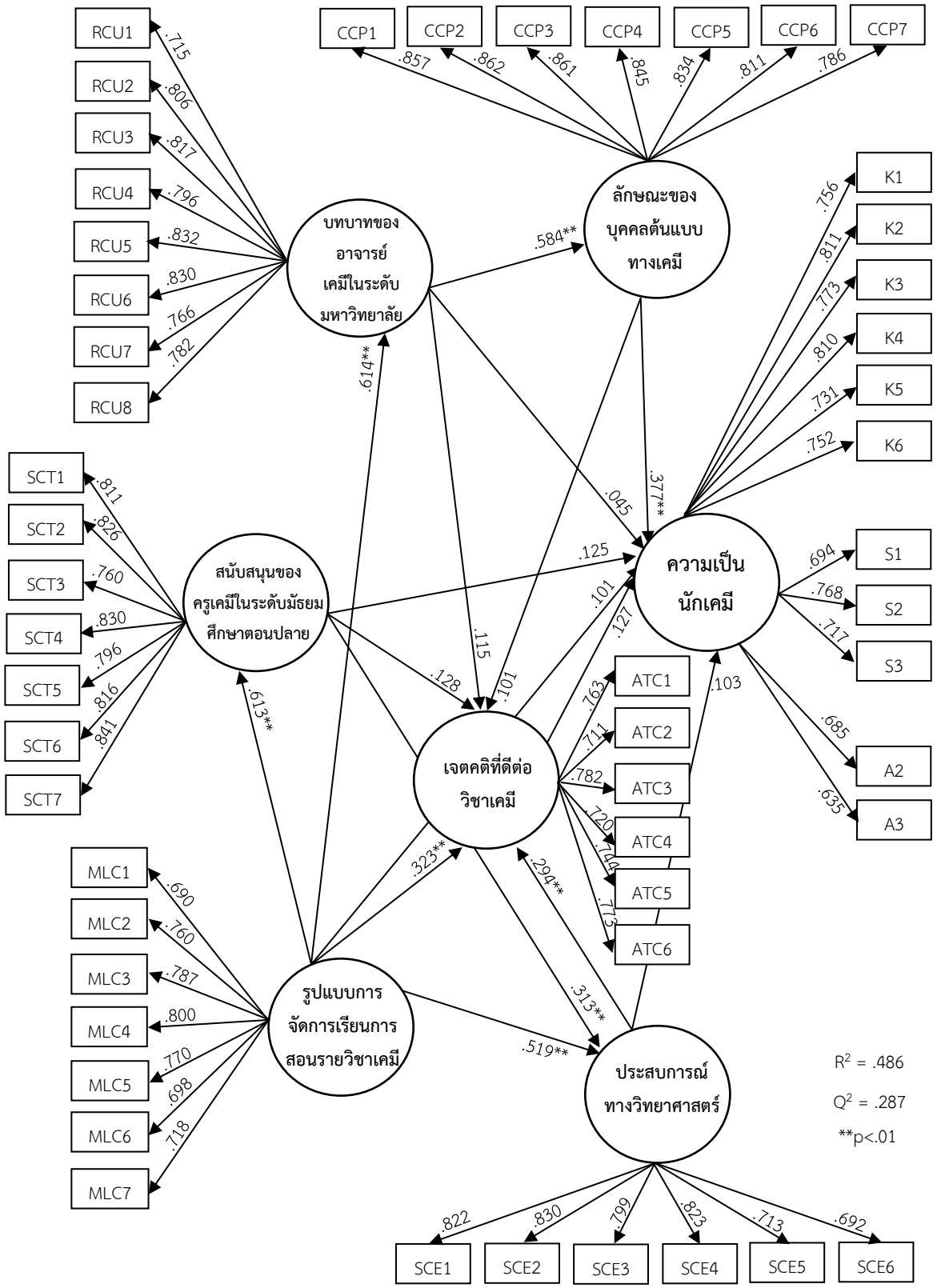
5) เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .614 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 12.332

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .519 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.759

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .313 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.387

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .584 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 11.114

ส่วนอีก 8 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 5 และตารางที่ 35



ภาพที่ 5 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี(หลักสูตรวิทยาศาสตร์)ในประเทศไทย

จากการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 9 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 8 เส้นทางอิทธิพล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเหมือนกันทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ มี 8 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่ เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี นอกจากนี้ยังพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าหลักสูตรศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรทางด้านเคมีในประเทศไทย 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทยผู้วิจัยจึงสรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ผลการวิจัยระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการศึกษาความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย ซึ่งได้เสนอมุมมองในลักษณะที่เป็นทักษะ ความสามารถทางด้านเคมี รวมไปถึงการแสดงออกทางบุคลิกภาพหรือพฤติกรรมทั้งที่สามารถมองเห็นได้หรือมีอยู่ในตัวบุคคล ผลการศึกษาข้างต้นผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้ให้ความหมายที่ตรงกัน และสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี 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

ผลการวิจัยระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ

ผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .125 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.627

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .363 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 10.640

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .374 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.052

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .169ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.395

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .265 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 5.253

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .662 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 21.067

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .644 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 18.549

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .469 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 9.640

9) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .375 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.333

10) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย มีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .621 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 16.605

ส่วนอีก 6 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้

ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 9 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 8 เส้นทางอิทธิพล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเหมือนกันทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ มี 8 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่ เส้นทางอิทธิพลที่ 4 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 11 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เส้นทางอิทธิพลที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เส้นทางอิทธิพลที่ 13 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย เส้นทางอิทธิพลที่ 14 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เส้นทางอิทธิพลที่ 15 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี นอกจากนี้ยังพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าหลักสูตรศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมีและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี 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 สอดคล้องกับการศึกษาของ สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะและพวงทิพย์ แก้วทับทิม (2564) ให้ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามารูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) พบว่า การอธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางเคมี วิธีการที่นักเคมีได้มา ซึ่งความรู้การทำงานหรือสังคมของนักเคมี และลักษณะเฉพาะของวิชาเคมีที่แตกต่างจากสาขาอื่น เนื่องจากวิชาเคมีเป็นการศึกษาและการอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่จะเกิดจากการศึกษาแบบแผนของสิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ความเป็นนักเคมีข้างต้นยังสอดคล้องกับ การศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2552) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ คือ “บุคคลที่ศึกษาความรู้ในเนื้อหาสาระด้านวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบทบาทของตนเองในการแสดงออกเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคล อื่น ๆ ในสังคม”

2. ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปราย ดังนี้

2.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมี จำแนกตามข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 83.04

เพศชายมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีสูงกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า เพศชายมีพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเพศหญิง สอดคล้องกับข้อมูลของ PISA THAILAND (2019) ที่กล่าวว่านักเรียนชายมีผลการประเมินวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง มีจุดแข็งด้านวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ มีความสนใจหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และความมั่นใจเมื่อเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง จึงมีความสัมพันธ์ถึงการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ STEM ที่มากกว่านักเรียนหญิงด้วย (OECD, 2019) ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า เพศชาย

มีพฤติกรรมที่ชอบศึกษาในปรากฏการณ์ของสสาร ทำให้มีความอยากรู้ อยากเห็น แล้วจึงอยากทดลองเพื่อพิสูจน์ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ทำให้มีความเป็นนักเคมีสูงกว่าเพศหญิง

นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่านักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีมากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 3 เนื่องมาจากเจตคติ และประสบการณ์ด้านเคมีที่มากกว่า ทั้งด้านการเรียน การทำปฏิบัติการทดลอง การทำโปรเจกต์ การทำวิจัย การเข้าร่วมงานประชุมวิชาการที่ผ่านมาของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จึงเห็นได้ว่าชั้นปีที่สูงขึ้นมีความเป็นนักเคมีเพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับ งานวิจัยของกมลรัตน์ เทอร์เนอร์ และคณะ (2558) ที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของ นักศึกษาพยาบาล พบว่า ทักษะของนักศึกษาในแต่ละชั้นปีมีความแตกต่างกัน โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีทักษะสูงกว่าชั้นปีที่ 3, 2, และ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่านักศึกษาครูเคมีและนักศึกษาวิทยาศาสตร์เคมีก็ล้วนมีพฤติกรรม ความสามารถ และเจตคติที่แสดงออกถึงความเป็นนักเคมีไม่แตกต่างกัน ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันกับการพัฒนาคนและเป็นวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ประชาชนต้องเรียนรู้ ตลอดจนเป็นวิชาที่สามารถสร้างเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองการใช้งานด้านต่าง ๆ และช่วยให้ประเทศเกิดการพัฒนา การที่จะผลิตครูในสาขาเคมี จึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อที่จะให้มีบุคลากรทางด้านเคมี ไปเผยแพร่ความรู้ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้กับประชาชนได้รับรู้ถึงความก้าวหน้าต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2564)

อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การเลือกเรียนในสาขาเคมีอันดับที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีมากกว่าอันดับที่ 2, 3 และ 4 หรือกล่าวได้ว่าการเลือกเรียนในสาขาเคมีในอันดับต้น ๆ จะมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีมากกว่าการเลือกเรียนในสาขาเคมีในอันดับท้าย ๆ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า การเลือกเรียนในสาขาเคมีอันดับต้น ๆ เนื่องมาจากนักศึกษามีความตั้งใจที่จะเรียนในสาขาเคมี จึงเลือกเรียนเคมีในอันดับ 1 ส่งผลให้ความตั้งใจในการศึกษาตอนระดับมหาวิทยาลัยมีมากขึ้นไปด้วย ทำให้มีพฤติกรรม ความสามารถ และเจตคติที่แสดงออกถึงความเป็นนักเคมีมากขึ้นไปด้วย ส่วนอาชีพในอนาคต มีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักศึกษาเลือกอาชีพเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีสูงกว่านักศึกษาเลือกอาชีพ ครูผู้สอนในโรงเรียน นักวิจัยในหน่วยงานและนักวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานต่าง ๆ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า การเลือกอาชีพเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา เนื่องจากการเป็นอาจารย์

ในมหาวิทยาลัยมีโอกาสได้สอนนักศึกษา ได้ทำวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี ได้ปฏิบัติงานทางเคมีอยู่เสมอ ทำให้การเลือกอาชีพเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยของนักศึกษามีความเป็นนักเคมีสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดแรงบันดาลใจจากเป้าหมาย (Inspiration by Goal) คือ แรงบันดาลใจคอยกระตุ้นไม่ให้เกิดความท้อแท้แรงบันดาลใจจากเป้าหมายจึงนำไปสู่ความสำเร็จ (พจน์ ใจชาญสุขกิจ, 2553) และสอดคล้องกับการศึกษาของมนัสดา ลูกอินทร์ และและอมรา เขียวรักษา (2563) พบว่า แรงบันดาลใจสามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียน ส่งผลต่อการรับรู้ความสามารถในการเรียนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อเป้าหมายความสำเร็จในการเรียนและบุคคลที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมีมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า การเลือกเรียนเคมีในตอนเริ่มต้น ไม่ว่าบุคคลใดก็ตามที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมี นักศึกษายังไม่ได้ศึกษาหรือมีการทำปฏิบัติการทดลองทางเคมีที่มากพอ ทำให้ความเป็นนักเคมีตามบุคคลที่มีส่วนในการเลือกเรียนเคมีไม่ได้แตกต่างกันมาก

2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างพบว่ามี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และปัจจัยด้านลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลจากตัวแปรจากภายนอกตัวบุคคล ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า การมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีที่มีความหลากหลายทำให้ตัวผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้และเข้าใจถึงความรู้ทางเคมีจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ ทำให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีส่งผลอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมีและลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการสร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความสนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบและสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อคามเป็นนักเคมีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศรีผกา เจริญยศและคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูลในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน

กระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และพุทธชาด อังณะกูร (2563) การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ทั้งนี้ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรภายในจากตัวบุคคล เนื่องจากตัวแปรภายในดังกล่าวอาจจะต้องเกิดการถูกกระตุ้นจากตัวแปรภายนอกบุคคล เพื่อส่งเสริมให้ภายในตัวตนมีความเป็นนักเคมี

นอกจากนี้ยังพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าหลักสูตรศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 8 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าที่นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ ให้ความสำคัญการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เนื่องจากนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตร์มองว่าครูเป็นบุคคลสำคัญที่สามารถจะสนับสนุน ส่งเสริม จุดประกายให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อเคมี ตลอดจนการให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2554) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะนักวิทยาศาสตร์ในที่สุด

ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจคติที่ดีต่อวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีผกา เจริญยศและคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาเคมี

เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูล ในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของชนินาถ ธงชัย (2561) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รวมถึงมีเจตคติที่ดีในการเรียน มีความสนใจและพึงพอใจในการเรียนการสอนมากขึ้นและนอกจากนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่า ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการกำาหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหามีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์จริงของนักเรียนและร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่การผลิตชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีเป็นส่วนสำคัญ ในการจัดการเรียนรู้ของครูและอาจารย์ หากการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความชื่นชอบ เห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี จนทำให้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือเคมีที่ดี จนนำไปสู่การเป็นการได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการเข้าร่วมแข่งขันต่าง ๆ

ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าเป็นอัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ดีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกเป็นแบบอย่างที่ส่งผลให้นักศึกษาสาขาเคมีมีความเป็นนักเคมี สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และ พุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ส่งเสริม ให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ

สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมี พี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International, Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย ตัวอย่าง บุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ทูตสะเต็ม" (STEM Ambassador) เป็นบุคคลต้นแบบอาชีพ ด้านการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำหน้าถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ แลกเปลี่ยน ประสบการณ์การทำงาน และสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ที่สนใจ ให้เห็นประโยชน์ของการบูรณาการ วิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง (สินีนาฎ ทาบึงกาฬ, 2559) ซึ่งผู้วิจัยข้อตั้งสังเกตว่าลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการสร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความสนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบและสร้างแรงบัลดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อคามเป็นนักเคมี

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นบุคคลสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะใช่หรือไม่ใช่ตัวครูเองเป็นคนมอบประสบการณ์เหล่านั้นให้กับนักเรียน แต่ครูอาจมีส่วนในการสนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ มีความชื่นชอบ และทัศนคติที่ดีในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2554) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมี พฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษา ต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะ นักวิทยาศาสตร์ในที่สุด และยังสอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) พบว่าอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจ และเปิด โอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โอกาสในการปฏิบัติงาน การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกัน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์

ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดความชัดเจนในบทบาทของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ดนัย พุทธนิยมและคณะ (2561) พบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่อย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้และสอดคล้องกับกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมค่าย

นอกจากนี้ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมีการกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานรวมถึงมีบุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานที่สามารถเป็นลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมีได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Pachina (2019) ที่กล่าวว่า เมื่ออาจารย์อยู่ในบทบาทอาจารย์ การจัดการเรียนการสอนในแต่ละบทบาทมีผลต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นความตื่นเต้น ความสนุกที่อยากจะเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์กับผู้เรียน และท้ายที่สุดคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้นมีความแตกต่างกันตามไปด้วย เช่น บทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกที่เป็นรูปแบบที่กำลังได้รับความนิยม และถูกยกย่องว่าเป็นรูปแบบที่เป็นผลดีต่อการศึกษายุคใหม่ เพราะเป็นบทบาทที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และใช้เทคนิคนี้ในกลุ่มย่อย เพราะการที่ผู้สอนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายบุคคลจะทำให้เขาเรียนรู้และมีความมั่นใจมากขึ้น หรือบทบาทครูผู้สอนในฐานะตัวแทน เป็นบทบาทที่ผู้สอนจะเป็นส่วนหนึ่งในทีมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ และคอยสังเกตการณ์ ซึ่งเหมาะสมอย่างมากกับการทำงานกลุ่ม

นอกจากนี้ระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักเคมีสูงสุด คือ ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 81.887 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผู้วิจัยตั้งขอสังเกตว่า ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ความถนัดและโอกาสที่ได้รับที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ เสริมทักษะความสามารถของตนเองจากประสบการณ์เข้าร่วม

กิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ก็ทำให้ประสิทธิภาพของความเป็นนักเคมีดีตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะและพวงทิพย์ แก้วทับทิม (2564) พบว่า ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักฟิสิกส์สูงสุด ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 77.406 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

บรรณานุกรมและเอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ เทอร์เนอร์. (2558). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาพยาบาล ในวิทยาลัยพยาบาล บรมราชชนนี ชลบุรี. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข*, 26(1), 178-193.

กฤษณา ชุติมา. (2551). หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 8(2), 151-168.

ชนินาถ ธงชัย. (2561). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

ชาตรี ฝายคำตา. (2558). *กลยุทธการสอนเคมีอย่างมืออาชีพ.* กรุงเทพฯ: บริษัท วิสตา อินเตอรปริ้นท จำกัด.

ดนัย พุทธนิยมและคณะ. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร. *วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร,* 9(2), 74-83.

พจน์ ใจชาญสุขกิจ. (2553). The Power of Inspiration การสื่อสารสร้างพลังแห่งแรงบันดาลใจ. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2564 เข้าถึงได้จาก http://www.drphot.com/images/journal/2553/ceo_tips/Article_inspiration_communicate20%20Jan%202010.pdf

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พุทธชาด อังณะกูร. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(2), 105-125.

พูนสุข อุดม. (2561). การสร้างและพัฒนาหลักสูตรความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับอนุบาลศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อบ่มเพาะผู้เรียนให้มีความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์). *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย,* 10(2), 246-262.

พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2556). โมเดลสมการโครงสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ภรทิพย สุภัทรชัยวงศ์. (2563). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษากอนฝกประสบการณวิชาชีพครูสาขาวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปตตานี*, 31(3), 29-44.

ภัทรพร ชัยประเสริฐ. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์,* 30(3), 96-112.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย. (2554). เอกลักษณของนักเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2*(2), 165-175.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

มนัสดา ลูกอินทร์, และอมรา เขียวรักษา. (2563). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา,* 3(1), 41-51.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2560). *รายงานการประเมินตนเอง (Self-Assessment Report).* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

มาลีรัตน์ ภู่เกิดและคณะ. (2562). เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ อุบลราชธานี. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(75), 109-117.

ศรีผกา เจริญยศและคณะ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนว Active Learning เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์การเรียนรู้เคมีและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 34(109), 46-57.

สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2564). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศษสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม,* 16(2).

สินีนาฏ ทาบึงกาฬ. (2559). สานฝันเยาวชนเปิดประตูสู่อาชีพด้านสะเต็มกับทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท., 44(201), 3-5.

สุพัตรา พรหมฤทธิ์. (2562). *ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการไทเทรต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง-สังเกต-สะท้อนความคิด-อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับ*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

สุภาภรณ อาษาสร่อย. (2540). *ศึกษาแบบวัดแรงจูงใจใฝสัมฤทธิ์ 5 รูปแบบ.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต)มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สุมาลี เซ็ม. (2562). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ฯ , 6*(3), 78-88.

Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. Pp. 295-336 in Macoulides, G. A., ed. Modern methods for business research. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, J. (1988), Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Psychology Press.

Hair , J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): Sage Publications.

Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & G. Kuppelwieser, V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research, European Business Review, 26(2), 106-121.

Henseler, J. and Ringle C. M. and Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling, *Journal of the Academy of Maketing Science*, 43(1), 115–135.

Henseler, Jörg & Sarstedt, Marko (2013). Goodness of fit indices for partial least squares path modeling, Computational Statistics 28(2): 565-580.

Jaber, L., & Boujaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. International Journal of Science Education, 34(7), 973–998.

Ringle, Christian M., Wende, Sven, & Becker, Jan-Michael. (2015). SmartPLS 3. Bönningstedt: SmartPLS. Retrieved from http://www.smartpls.com (January 22, 2022).

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*. Retrieved from https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88. [in Thai]

Whewell, W. (2014). The Philosophy of the Inductive Sciences: Founded Upon Their History. (Volume 1), Cambridge Library Collection – Philosophy

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
บทความวิจัย

บทความที่ 1

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 1
ปีที่ 00 ฉบับที่ 0 xxxxxx-xxxxxx 0000

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 สิวัญ[1*] อาฟีฟี ลาเต๊ะ[2] และฮามีด๊ะ มูสอ[3]
Attapon Liwan[1*], Afifi Lateh[2], and Hamidah Musor[3]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมี 2) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้แก่ ครูผู้สอนวิชาเคมีจำนวน 8 คน อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมีจำนวน 8 คน นักเคมีหรือนักวิจัยด้านเคมีจำนวน 8 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีจำนวน 8 คน รวมจำนวน 32 คน จากโรงเรียนและสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งทำการคัดเลือกแบบเจาะจงโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก จากการศึกษาพบว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี 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 ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี

---

[1] หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Graduate Student, Master Degree in Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University
[2] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Faculty of Education, Prince of Songkla University
[3] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Faculty of Education, Prince of Songkla University
*Corresponding author; email: liwan.att@gmail.com
(**Received**: 0 xxxxxx 0000; **Revised**: 0 xxxxxx 0000; **Accepted**: 0 xxxxxx 0000)

2 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

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 teacher Chemistry teachers and personnel. 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 lectures, 8 chemists or chemical researchers, and 8 chemistry laboratory staff, totaling 32 people from schools and higher education institutions across the country which made a specific 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 lectures at the university level.

Keywords: Becoming a qualified Chemist, Enhancing Factors to be a qualified chemist

บทนำ

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกของปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสสารนั้น ๆ (มาลีรัตน์ ภู่เกิดและคณะ, 2562) ธรรมชาติของการศึกษาเคมีเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ 2 ระดับ คือ 1) ปรากฏการณ์ระดับจุลภาค (Microscopic world) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น อิเล็กตรอน อะตอม โมเลกุล หรือไอออน มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูง 2) ปรากฏการณ์ระดับที่สามารถสังเกตได้ (Observable world) เช่น การทดลองและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยปรากฏการณ์ทั้ง 2 ระดับจะสื่อสารผ่านการใช้สัญลักษณ์ (Symbol) เช่น สูตรโมเลกุล สมการเคมี (Jaber& BouJaoude, 2012) การแสวงหาความรู้ทางเคมี อาจเริ่มได้โดยวิธีการสังเกต การทดลอง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของสสาร ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิจัยทางเคมี ดังนั้นการค้นพบความรู้ทางเคมีจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความรู้ทางเคมีถูกพัฒนาเข้ากับยุคสมัยและปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ เคมีเชิงฟิสิกส์ และชีวเคมี จะเห็นได้ว่าเคมีถูกนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย

เหตุผลสำคัญที่ต้องเรียนวิชาเคมี เป็นเพราะวิชาเคมีเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุก ๆ ด้าน ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบและ

การประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ ทางเคมี จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานทางเคมี เพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางเคมี (มาลีรัตน์ กู่เกิดและคณะ, 2562) ความสำคัญของวิชาเคมีเกี่ยวพันกับหลายเรื่องในชีวิตประจำวันของเราได้แก่ อาหาร เครื่องดื่ม สารทำความสะอาด เครื่องสำอาง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสสารมีอยู่รอบตัวเรา จึงกล่าวได้ว่าความรู้เกี่ยวกับเคมีทำให้เราสามารถใช้สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตในทุกด้านหรือปัจจัย 4 อันได้แก่ 1) อาหาร เคมีช่วยให้มนุษย์รู้จักคุณค่าของอาหาร การผลิตอาหาร การแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร 2) เครื่องนุ่งห่ม โดยเฉพาะเรื่องการนำเส้นใยจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ในการย้อมสีเส้นใย การผสมเส้นใยเพื่อให้มีสมบัติตามความต้องการใช้งานเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องระดับโมเลกุลของสสาร 3) ยารักษาโรค รวมทั้งอาหารสุขภาพที่ใช้เพื่อปรับความสมดุลของร่างกายเพื่อสุขภาพที่ดีถือเป็นบทบาทของเคมีที่มีต่อด้านการแพทย์ ซึ่งนอกจากจะช่วยดูแลด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลให้อัตราการตายลดลงด้วย 4) ที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ โดยพิจารณาสมบัติของวัสดุหรือสารที่ใช้ทำวัสดุต่าง ๆ ตามสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้ชีวิตมีความสะดวกสบายขึ้น(กฤษณา ชุติมา, 2551) นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าเคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของหลากหลายอาชีพ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เภสัชกร วิศวกร เกษตรกร ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือห้องปฏิบัติการ นักเคมี หรือแม้กระทั่งผู้สอนในวิชาเคมี เป็นต้น

นักเคมี คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสารหรือปฏิบัติงานด้านเคมี เพื่อแก้ปัญหา และเผยแพร่ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Whewell, 2014) หรือทำงานวิจัยพัฒนาทดสอบ ทดลอง และวิเคราะห์ส่วนประกอบคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลง อันเกิดขึ้นได้ของสารเคมี(กองส่งเสริมการมีงานทำ) บุคคลที่จะสามารถประสบความสำเร็จในอาชีพนักเคมีได้นั้น ผู้วิจัยมองว่าบุคคลเหล่านั้นก็ต้องมีความเป็นนักเคมีด้วย ซึ่งความเป็นนักเคมี คืออะไร แตกต่างจากความเป็นครู ความเป็นหมอ หรือในอาชีพอื่น ๆ อย่างไร แล้วมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี จากการศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ของสถาพร เรืองรุ่งและคณะ (2564) ให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามารูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติและมีปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ ได้แก่ เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ของศิริพรรณ แก่นสาร์และคณะ (2555) พบว่ามีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนวิชาเคมี ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการสอนของครู มโนภาพแห่งตน เจคติต่อวิชาเคมี และความรู้พื้นฐานเดิม ดังนั้น การได้รับองค์ความรู้ในการทำความเข้าใจถึงความเป็นนักเคมี ก็จะสามารถสนับสนุนปัจจัยส่งเสริมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับรวมการพัฒนาตัวตนให้เกิดความเป็นนักเคมีที่เป็นมืออาชีพได้

จากความสำคัญของอาชีพนักเคมี ความรู้ทางด้านเคมี ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านเคมี ที่สามารถเข้าใจและการยอมรับในบทบาทรวมไปถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการสร้างองค์ความรู้

4 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

ใหม่ ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ และปัจจัยที่จะนำไปสู่ความเป็นนักเคมี ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาถึงความเป็นนักเคมี โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา มีผู้วิจัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้วิจัยจะศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียด โดยมองเทียบเคียงไปยังวิชาชีพอื่น ๆ เช่น อาชีพครูที่ครูต้องมีความเป็นครู ดังนั้นอาชีพนักเคมีก็ต้องมีความเป็นนักเคมีที่มีบุคลิกภาพ พฤติกรรม ระบบความคิด ที่สะท้อนออกมาให้เห็นเป็นลักษณะเฉพาะตัวของนักเคมี สิ่งสำคัญคือมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี ในมุมมองของครูหรืออาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี รวมไปถึงบุคลากรด้านเคมี ให้ความหมายคำ ๆ นี้ว่าอย่างไร ดังนั้นนอกจากการพัฒนาด้านความรู้ทางเคมีแล้ว สิ่งที่สำคัญคือการพัฒนาทางด้านทักษะและพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาในวิชาเคมี ตลอดจนสามารถรับรู้วิธีการหรือปัจจัยที่ส่งเสริมในการพัฒนาตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักเคมีได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 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

ตารางที่ 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 ด้านเคมีที่มีประสบการณ์การทำวิจัยทางด้านเคมี สอนทฤษฎีและปฏิบัติในรายวิชาเคมีในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี คือ อาจารย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาโท-เอก ด้านเคมีที่มีประสบการณ์การทำวิจัยทางเคมีขั้นสูง สอนทฤษฎีและปฏิบัติกับสอนนักศึกษาสาขาเคมีในระดับอุดมศึกษา

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 5
ปีที่ 00 ฉบับที่ 0 xxxxxx-xxxxxx 0000

3. นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี คือ นักวิจัยหลังปริญญาโท-เอกที่กำลังทำวิจัยด้านเคมีในมหาวิทยาลัย หรือนักวิจัยอิสระ หรือนักเคมี/นักวิจัยทางด้านเคมี ในหน่วยงานต่าง ๆ

4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี คือ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี จบการศึกษาทางด้านเคมี และมีประสบการณ์ในการเตรียมสารเคมีหรือสร้างเครื่องมือ นวัตกรรม ในการทดลองทางเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด และเครื่องมือที่ใช้ประกอบการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. แนวคำถามหลัก คือ ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเจาะลึกข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) คำถามเกี่ยวกับความสนใจและแรงบันดาลใจในการเรียนเคมี

2) คำถามเกี่ยวกับการศึกษา วิจัย และกระบวนการต่าง ๆ ของงานวิจัยทั้งอดีตและปัจจุบัน

3) คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

2. คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน คือ ประเด็นคำถามย่อยที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและนำมาใช้กรณีที่ผู้ให้ข้อมูลให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนและผู้วิจัยต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติม

3. คำถามเพื่อตามประเด็น คือ คำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งมีบางประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมและผู้วิจัยได้นำมาเป็นคำถามต่อเนื่อง

การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างดังกล่าวให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาเคมี และสาขาการวิจัยทางการศึกษา ในการวิพากษ์วิจารณ์ จำนวน 4 คน แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับคำถาม ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นและนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า แบบสัมภาษณ์สามารถสื่อความหมายของคำถามได้อย่างชัดเจน และได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

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

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการถอดเทปข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์แบบคำต่อคำ ทำการตรวจสอบข้อมูล และอ่านข้อมูลที่ได้ถอดเทปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ บันทึกหลาย ๆ รอบ เพื่อพิจารณาประเด็นเบื้องต้น

6 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

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 สำหรับข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วได้ให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 คน ซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี เพื่อยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับนิยามและปัจจัยต่าง ๆ ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) พบว่า สามารถนิยามความหมายของความเป็นนักเคมี และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทยได้

รวมทั้งตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล คือ การที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกันโดยการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอนวิชาเคมี อาจารย์ผู้สอนสาขาเคมี นักเคมี/นักวิจัยด้านเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาเคมีและอาจารย์สาขาการวิจัยทางการศึกษา ร่วมกับนักศึกษาสาขาเคมีในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงของความเป็นนักเคมี

ผลการวิจัย

1. ความหมายความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี

จากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี โดยมีคำสำคัญดังนี้ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ การนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ บุคลิกภาพของนักทดลอง ความคิดอย่างเป็นระบบ เจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า *"เคมีสามารถนำใช้ในการอธิบายได้หลาย ๆ อย่าง ไม่ว่าจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและสิ่งรอบตัว โดยใช้ทฤษฎีอธิบายตามหลักการต่าง ๆ "* (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2) *"เคมีเป็นวิชาที่เราพยายามจะเข้าใจธรรมชาติสสาร และความเปลี่ยนแปลงของสสารทุกอย่างบนโลกเรารวมถึงตัวเราล้วนเป็นสสารเหมือนกัน มีความสัมพันธ์กัน สามารถเข้าใจความเป็นเหตุเป็นผลของความเปลี่ยนแปลงทุกอย่างที่เกิดขึ้นได้ "* (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1) *"มีทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตั้งปัญหา การออกแบบการทดลอง การบันทึก ผลการสรุปผล จะต้องเป็นไปตามการเป็น*

นักวิทยาศาสตร์ที่ดี" (นักเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1) *"มีการสร้างความรู้ให้ลึกซึ้งถึงศาสตร์ทางด้านเคมีอย่างถ่องแท้สามารถนำความรู้นั้นมาแก้ไขปัญหา ให้เกิดประโยชน์แก่คนอื่น"* (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2) *"ความเชี่ยวชาญหรือชำนาญในกระบวนการวิเคราะห์ แก้ปัญหาโดยใช้ปฏิกิริยาเคมีเข้ามาใช้ในกระบวนการ เช่น มีสารตัวอย่างมาแล้วสามารถดัดแปลงเป็นสารตัวใหม่โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์"* (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"มีกระบวนการคิดแบบมีเหตุ มีผล มีตรรกะในความคิด เชื่อในสิ่งที่เราเป็นและทำ ใช้ความคิดแบบมีระบบ มีระเบียบ มีขั้นตอน"* (ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *"การทดลองทางเคมี จะมีความอันตราย เพราะฉะนั้นจะต้องมีระเบียบและรอบคอบ เข้าถึง และลึกซึ้งในการดำเนินงานแต่ละครั้ง"* (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 พอได้เรียนรู้เคมีที่ลึกขึ้นก็เริ่มตกหลุมรักวิชาเคมี"* (อาจารย์เคมีจากภาคกลางคนที่ 1) *"ได้ใช้อุปกรณ์ ได้ทดลอง ได้จับเครื่องมือที่ไม่เคยสัมผัสมาก่อน ก็เริ่มสนุกกับสิ่งที่เราเรียน พอได้ทำแล้วมันทำให้เข้าใจง่ายกว่าทฤษฎีที่เราเคยท่อง และสามารถทำทฤษฎีมาเชื่อมโยงได้กับสิ่งที่ทำ"* (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 1) *"ได้ทำการทดลองเยอะแยะมากมาย ที่นี่เรารู้สึกว่าสนุกจังเลย เข้าใจง่าย เห็นภาพชัดเจน มันค่อนข้างใกล้ตัว"* (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 ถนัดด้านวิทยาศาสตร์ ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า *"ช่วง ม.4 มีโอกาสได้สอบแข่งขัน*

8 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

โอลิมปิกวิชาการ ของ สอวน. ก็มีโอกาสได้ไปเข้าค่ายที่เป็นค่ายเคมี ที่มหาวิทยาทักษิณ ก็เลยทำให้เรียนรู้เทคนิคการทำแล็บในห้องปฏิบัติการเรียนรู้เคมีที่ลึกขึ้น ก็ได้เป็นการสำรวจตัวเองว่าชอบเคมีจริง ๆ" (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1) *"จนกระทั่งตอน ม.ปลาย สอบได้ค่ายโอลิมปิกเคมี ก็มีโอกาสได้ทำแล็บกับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน เพราะตอนนั้นในค่ายได้ใช้เครื่องมือ รวมไปถึงได้เจอเพื่อนในโรงเรียนจุฬาภรณ์รู้สึกว่าเขาเก่งมาก เลยทำให้เรามีแรงบันดาลใจในการเป็นนักเคมี"* (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 2) *"ตอนเรียนได้มีโอกาสทำโครงงานเกี่ยวกับเคมี เลยสามารถนำความรู้ด้านเคมีอะไรพวกนี้ไปต่อยอด ทำให้รู้สึกว่าท้าทายมาก เราเลยพยายามผลักดันตัวเราให้เข้าไปในด้านเคมี"* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"เดิมตอนที่เรียนมัธยมต้น มีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเรียนเคมีได้ดี"* (อาจารย์เคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"ได้มีโอกาสเข้ามาเรียนต่อ ม.ปลาย ที่จังหวัดชอนแก่น 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 ดังนั้นเราต้องทำไปพร้อมกันจะได้ส่งเสริมให้เด็กนำทฤษฎีไปสู่การทดลองทฤษฎีที่เกิดขึ้น ในการปฏิบัติจะเป็นยังไงจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถย้อนกลับมาอธิบายการทดลองได้ยังไง"* (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2) *"ลงมือปฏิบัติ มีกิจกรรมที่ไม่ใช่การทดลองถึงแม้เป็นกิจกรรมที่คิดขึ้นมาเพื่อให้เขาเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ก่อน พอได้ลงมือทำแล้วมันน่าสนใจ เขาจะวิ่งไปหาเนื้อหาเองเราจะต้องสร้างความท้าทายจากกิจกรรมก่อน อาจจะเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือทดลองก็ได้ ถ้าใช้เครื่องมือได้ก็ยิ่งน่าสนใจ ต้องสร้างกิจกรรมแล้วนำไปสู่ทฤษฎี"* (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 2) *"การเรียนการสอนควรกระตุ้นให้เด็กคิด แล้วคอยเป็นโค้ชให้คำแนะนำ หรืออาจจะออกปรายร่วมกันตามเหตุผล"* (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1) *"วิชาเคมีมีทั้งเนื้อหา ทักษะ และการทดลอง เพราะฉะนั้นห้องเรียนที่ตอบโจทย์ต้องมีการผสมผสานกันอย่างลงตัวทั้ง 3 ส่วนคือเนื้อหา ทักษะการทดลอง จิตวิทยาศาสตร์ ถ้าเราได้พัฒนาทั้ง 3 ส่วนนี้ให้ผู้เรียนแล้ว ก็จะทำให้เด็กมีความเป็นนักเคมีมากขึ้น"* (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี หมายถึง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี ผ่านการลงมือ

ปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ด้วยตนเอง

2.2.2 ด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสัมภาษณ์ทั้ง 32 คน ผู้วิจัยสามารถสกัดประเด็นเกี่ยวกับการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีผู้กล่าวถึง 20 คน มีคำสำคัญดังนี้ การส่งเสริม จุดประกาย ทัศนคติที่ดีต่อเคมี ให้คำปรึกษา แนะแนวทางการศึกษาด้านเคมี ดังคำให้สัมภาษณ์ที่ว่า *"ครูเคมีที่แท้จริงคือสอนแล้วกระตุ้นให้เด็กเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มากที่สุด เพราะจะได้นำความรู้เหล่านี้ไปใช้ต่อยอดในการเรียนที่ระดับสูงขึ้น"* (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"มีครูคนหนึ่งที่ทำให้เรารู้สึกว่าชอบวิชาเคมี ครูเขาเป็นคนที่สอนเข้าใจวิชาเคมีเป็นวิชาที่เราทำคะแนนได้ดีที่สุด ทำให้เรารู้สึกว่าเราน่าจะถนัดในวิชานี้ แล้วครูเขาก็เป็นคนที่จุดประกายให้เราด้วย ว่าเราต้องเริ่มจากตรงไหน มีความฝันอยากเป็นอะไร"* (ครูเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2) *"ครูท่านนึงที่สอนวิชาเคมีประมาณตอนม 4 เทอม 2 ท่านชื่อ...ตอนนี้ท่านเสียชีวิตแล้ว ท่านเป็นครูที่สอนเคมีแล้วมีเทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้วิชายากอย่างเคมีให้มันสนุกได้ เพราะครูท่านนี้ ก็เลยทำให้เรารู้สึกว่าเรารักวิชาเคมีตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ด้วยความที่เนื้อหาเคมีมันยากแต่ท่านกลับทำให้เด็กที่ไม่รู้เรื่องในสิ่งที่มันยากกลับทำให้มันง่ายให้เราสนุกไปกับมัน ท่านเปลี่ยนทัศนคติต่อวิชาเคมีไป เรื่องยาก ๆ ก็ทำให้ง่ายได้เพราะเราเปลี่ยนมุมมอง แล้วเราก็จะชอบที่จะค้นหามากขึ้นเลยทำให้ทัศนคติของเราเปลี่ยนไป"* (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2) *"ตั้งแต่ขึ้น ม. ปลาย พอได้เรียนเคมี ก็ได้เจอกับครูเคมีที่สอนดีมาก โดยเฉพาะตอนทำการทดลอง ครูท่านคอยดูแลอย่างใกล้ชิด อธิบายแบบละเอียดยิบ ถึงตอนนี้ก็ยังจำที่ท่านอธิบายหรือสอนได้อยู่เลย"* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1) *"คุณครูเขาจะพยายามประยุกต์การสอนโดยให้เห็นว่าสารเคมีหรือที่เกี่ยวข้องกับเคมีมันอยู่ในชีวิตประจำวันและให้ทำปฏิบัติการพวกการทดลอง การเปลี่ยนสีมันก็ทำให้เกิดความสนใจและเขาก็คอยให้คำปรึกษาหรือแนะแนว พูดถึงว่ามันสามารถทำงานได้หลากหลายอาชีพที่ 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 พระองค์ทรงทุ่มเทมากในการทำงานการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางเคมี เป็นนักวิจัยเคมีที่ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยอมรับ"* (ครูเคมีทางภาคเหนือ คนที่ 2) *"ท่านก็มีความเมตตาต่อนักศึกษาแล้วก็มีการค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา มีการประชุมหรือสัมมนา หาความรู้ใหม่ ๆ เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ไม่ใช่แบบเราทำวิจัยเรื่องนี้ตลอดทั้งชีวิต อาจารย์เขาก็มีการเปลี่ยนตามโลกที่เป็นเทรนด์ อาจารย์อยู่สาขาเคมีอินทรีย์ ท่านศึกษาเฉพาะเรื่อง Complex to Copper สารเชิงซ้อนของ Copper ไม่ใช่ของระดับประเทศ แต่ระดับเอเชียเลย"* (อาจารย์เคมีทางภาค

10 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

ตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *"ชื่นชอบ Prof.Daniel Shechtman ที่ได้รับรางวัลโนเบล สาขาเคมี ที่เขาได้ค้นพบ Quasicrystal เป็นการที่เขานั่งตัดคริสตัลเป็นผลึก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วเขาก็ค้นพบว่าการจัดการเรียงตัวแบบที่เราเคยเรียนกับ เขาทำให้เคมีมีความน่าสนใจ มีแรงบันดาลใจในการทำงานเกี่ยวกับเคมี และอยากพัฒนาตัวเองให้เก่งเหมือนเขา"* (ครูเคมีทางภาคกลาง คนที่ 1) *"ท่านสร้างแรงบันดาลใจในการทำวิจัย ทำให้เรารู้สึกว่าทุก ๆวันที่เราเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในห้องใต้ผลการทดลองมาใหม่ มันเป็นความท้าทายว่าเราจะเจออะไร เราจะเจอสิ่งใหม่ไหม เราจะเจอสารเคมีตัวใหม่ไหม ท่านทำให้เราเห็นว่าเราต้องติดตามมันตลอดเวลาแล้วท่านก็ไม่เคยละทิ้งเราเลย"* (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"ท่านเป็นแบบอย่างที่ดีมาก ๆ ในการคิดนอกกรอบ การที่เราจะทำงานวิจัยไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าเรายากทำหรือถนัดอะไร ให้เรานึกถึงว่าเราทำวิจัยเพื่อไปแก้ปัญหาอะไรได้ แล้วจะใช้ความรู้เหล่านั้นแก้ปัญหาอย่างไร ท่านอาจารย์ที่ไฟแรงมาก อาจารย์มักจะปลูกฝังแนวคิดใหม่ ๆ มาให้เสมอ"* (นักเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี หมายถึง อัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่ แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ดีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

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) *"คอยสอนให้นักศึกษาแก้ปัญหาไปทีละจุด แล้วคำตอบก็จะค่อย ๆ ชัดเจนขึ้น และคอยกระตุ้นให้คิดอยู่ตลอด นักศึกษาก็จะสนใจเคมีและมีองค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถจะต่อยอดต่อไปได้"* (อาจารย์เคมีทางภาคกลาง คนที่ 1) *"สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ก็สามารถที่จะพัฒนาต่อยอดในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ หรือการทำวิจัยได้"* (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *"นักศึกษาต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์หรือสังเคราะห์สารด้วยความคิดที่สร้างสรรค์ โดยมีอาจารย์คอยกระตุ้นและชี้แนะแนวทาง"* (ครูเคมีทางภาคใต้ คนที่ 1) *"สอนให้รู้จักสังเกตทุกสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถที่จะแก้ไขปัญหา มีการพัฒนางานและฝึกฝนตนเองอยู่เสมอ"* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการเคมีทางภาคกลาง คนที่ 2) *"การที่อาจารย์คอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด โดยเริ่มจากการเน้นพื้นฐานของเคมีทั้งหมดให้เกิดความเชี่ยวชาญ"* (นักเคมีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

จากผลการสัมภาษณ์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ว่า บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การทำวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมี

การกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานในอนาคตของนักศึกษา

นอกจากนี้ผู้วิจัยสามารถสกัดปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการทางเคมี และปัจจัยด้านการปลูกฝังวิทยาศาสตร์ของคนในครอบครัว แต่ทั้งนี้มีผู้กล่าวถึงค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงไม่ได้สกัดเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

สรุปและอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์ให้ความหมายความเป็นนักเคมี ตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมี พบว่า ความเป็นนักเคมี หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาของ สถาพร เรืองรุ่งและคณะ (2564) ให้ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามารูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และมีความสามารถด้านทักษะการคิด ขอบการสืบค้นข้อมูลนอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาของชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) พบว่า การอธิบายเกี่ยวกับความรู้ทางเคมี วิธีการที่นักเคมีได้มา ซึ่งความรู้การทำงานหรือสังคมของนักเคมี และลักษณะเฉพาะของวิชาเคมีที่แตกต่างจากสาขาอื่น เนื่องจากวิชาเคมีเป็นการศึกษาและการอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่จะเกิดจากการศึกษาแบบแผนของสิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ความเป็นนักเคมีข้างต้นยังสอดคล้องกับ การศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และชวัญ เพียซ้าย (2554) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ คือ "บุคคลที่ศึกษาความรู้ในเนื้อหาสาระด้านวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบทบาทของตนเองในการแสดงออกเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคล อื่น ๆ ในสังคม"

2. การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี

จากการพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกล่าวถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี สามารถลำดับความสำคัญ สรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เป็นความสนใจ ความชื่นชอบ การเห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี และตระหนักถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเห็นคุณค่าของเคมีในการนำไปพัฒนาตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของ ประภัสสร สาระธนะ และคณะ (2561) พบว่า เจตคติต่อวิชาเคมี สามารถทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ มีความสนใจในการเรียน และทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาของมาลีรัตน์ ภู่เกิด (2562) พบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบมีกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการเรียนรู้โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือและแบ่งปันภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความคุ้นเคย สามารถอธิบาย ซักถาม

12 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxxx-xxxxxx 0000

ตอบคำถามต่าง ๆ ภายในกลุ่ม จึงรู้สึกสนุกสนานในการเรียน ไม่กังวล ลดความเครียดในระหว่างเรียนทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมี

2.2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การอบรมเสริมทักษะ การเข้าร่วมแข่งขัน การเข้าค่ายทางเคมี และการจัดทำโครงงาน ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของ ตนัย พุทธนิยมและคณะ (2561) พบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่อย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ และสอดคล้องกับกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ การทำโครงงาน โครงการส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.3 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางเคมี ผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีผกา เจริญยศและคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูลในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิดการแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้องกับการศึกษาของวิภา อาสิงสมานันท์ และคณะ (2563) ทักษะในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมและสื่อการสอนที่ทันสมัยเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกใช้สื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้หลายรูปแบบ จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนที่เป็นนามธรรมมากขึ้น ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

2.4 การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการส่งเสริม จุดประกายให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อเคมี ตลอดจนการให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางการศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต สอดคล้องกับการศึกษาของ วิภา อาสิงสมานันท์ และคณะ (2563) พบว่า ควรมีการเลือกครูผู้สอนให้มีความสามารถในการสอนที่สูง เพราะครูที่มีความรู้ด้านเนื้อหาและด้านวิธีการสอนมาก จะสามารถพัฒนากิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและพัฒนานักเรียนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของ

อวยพร ดำริมุ่งกิจและสิรินภา กิจเกื้อกูล (2564) กล่าวไว้คือ ครูสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน การสร้างแรงบันดาลใจ และการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนกิจกรรมในการเรียนรู้ส่วนใหญ่ครูจะจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ในเนื้อหาเชิงลึก ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกในหลาย ๆ ทักษะที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริง

2.5 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นอัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ดีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และพุทธชาต อังณะกูร (2563) การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น

2.6 บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย เป็นการทำวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมีการกระตุ้น การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงานในอนาคตของนักศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของสมจิน เปียโคกสูงและธรา อั่งสกุล (2554) พบว่า ผู้สอนเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของกระบวนการสอน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนที่สอนอย่างมีหลักการ มีความรู้และมีทักษะ จะช่วยให้ผู้เรียน สามารถที่จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ จัดเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาสามารถดำเนินการตามภารกิจหลักในการผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคมและการพัฒนาประเทศได้

สำหรับปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการทางเคมี ซึ่งเป็นการแสดงบทบาทนักเคมีของนักเรียนหรือนักศึกษา และเป็นโอกาสในการทำงาน ทำงานวิจัยหรือการได้รับทุนการศึกษาที่เกี่ยวกับกับเคมี รวมไปถึงการเข้าร่วมกิจกรรมการประชุมวิชาการ รวมไปถึงการนำเสนองานวิจัย เป็นโอกาสที่จะสามารถแสดงความรู้ความสามารถ ในการใช้ทักษะกระบวนการคิดทางด้านเคมีอย่างเต็มที่ และปัจจัยด้านการปลูกฝังวิทยาศาสตร์ของคนในครอบครัว ซึ่งการปลูกฝังดังกล่าวอาจจะเป็นการที่ครอบครัวเรียนหรือทำงานในทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถซึมซับหรือเห็นเป็นแบบอย่างได้ แต่ทั้งนี้มีผู้กล่าวถึงค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงไม่ได้ลงลึกเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. สำหรับครูหรืออาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่สามารถให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของธรรมชาติในเคมีและสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมี พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คอยติดตามและให้คำปรึกษาอย่างเป็นกันเอง มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเป็นนักเคมี ตลอดจนการเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียนหรือนักศึกษา

14 | Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 00 No.0 xxxxx-xxxxx 0000

2. สำหรับนักศึกษาสาขาเคมี ควรแสวงหาโอกาสทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเคมี และศึกษาชีวประวัติ ลักษณะการทำงาน รวมไปถึงการติดตามผลงานของนักเคมีทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนการพัฒนาตนเองเพื่อเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในด้านเคมี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี ตามที่ผู้วิจัยได้สกัดแจงแต่มีผู้กล่าวถึงน้อย เพื่อให้ได้ปัจจัยเพิ่มเติมในการส่งเสริมความเป็นนักเคมี รวมไปถึงการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติมที่นอกเหนือจากที่ผู้วิจัยกล่าวถึง

2. นำปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามที่ผู้วิจัยสกัดได้ไปพัฒนาเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณในการวัดการพัฒนาตัวตนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีรวมทั้งนักศึกษาสาขาเคมีในระดับมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา ชุติมา. (2551). *หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

กาญจนา *ภัทราวิวัฒน์*. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 8(2), 151-168.

โกวิทย์ เวชชศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธการสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: บริษัท วิสดา อินเตอรปริ้นท จำกัด.

ดนัย พุทธนิยมและคณะ. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร. *วารสารสถาบันวิจัยภูวณสังวร*, 9(2), 74-83.

ประภัสสร สาระธนะและคณะ. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการมโนทัศนทางวิทยาศาสตรและเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพและผลิตภัณฑ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 6 ดวยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. *วารสารศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(3), 117-129.

พุทธชาต อังณะกูร. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(2), 105-125.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

มาลีรัตน์ ภู่เกิดและคณะ. (2562). เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการอุบลราชธานี. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(75), 109-117.

วิภา อาสิงสมานันท์. (2563). มุมมองของครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 235-247.

ศรีผกา เจริญยศและคณะ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนว Active Learning เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์การเรียนรู้เคมีและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 34(109), 46-57.

ศิริพรรณ แก่นสาร์และคณะ. (2555). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 18(2), 159-168.

สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2564). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 16(2).

สมจิน เปียโคกสูง และธรา อั่งสกุล. (2554). คุณลักษณะการสอนที่ดีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: มุมมองของอาจารย์และนักศึกษา. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 5(2), *109-130*.

อวยพร ดำริมุ่งกิจ และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2564). มุมมองของครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต่อแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุพิบูล*, 8(2), 228-239.

Jaber, L., & 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: Founded Upon Their History.* (Volume 1), Cambridge Library Collection – Philosophy.

บทความที่ 2

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

อรรถพล สิวัญ*
ศษ.ม. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
อาพิฟี ลาเต๊ะ
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางการวิทยาการปัญญา), รองศาสตราจารย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ฮามีด๊ะ มูสอ
ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา สะเต็มศึกษา), อาจารย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
*ผู้ประสานงาน: liwan.att@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์ และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทยมีหลายประการ 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

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

Attapon Liwan*
M.Ed. (Educational Research and Evaluation), Graduate Student
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus
Afifi 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), Lecture
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus
*Corresponding Author: liwan.att@gmail.com

Abstract

Many Factors were enhanced qualified chemists as perceived by teachers, lectures, 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 of becoming a qualified chemist of chemistry students in Thailand. The samples were 550 third- and fourth-year of 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

บทนำ

การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาเคมี มีหลักสูตร 2 ด้าน คือด้านวิทยาศาสตร์และด้านศึกษาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) การศึกษาบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และครุศาสตรบัณฑิต เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านการศึกษา เช่น ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์หรือเคมี และด้านวิชาชีพครู มีทักษะในการจัดการและสามารถบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ หรือเน้นการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียวของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์เคมี ให้มีคุณธรรม จริยธรรมและมีศักยภาพสูงในการพัฒนาตนเองให้เข้ากับลักษณะงานทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ โดยมี "ทักษะ (Skills)" และ "ทัศนคติ (Attitude)" ตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของมหาวิทยาลัย ที่มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่เป็น "ผู้นำการเปลี่ยนแปลงสังคม (Social Change Agent)" เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานพัฒนาการศึกษาและบริการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560) จะเห็นได้ว่าการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านเคมีจะมีการเปิดสอนทั้งในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือพัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นที่สำคัญร่วมกันเพื่อผลิตกำลังคนด้านเคมี ให้มีความเป็นนักเคมี เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและพัฒนาอาชีพต่อไป และนอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าเคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของหลากหลายอาชีพ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เภสัชกร วิศวกร เกษตรกร ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือห้องปฏิบัติการ นักเคมี หรือแม้กระทั่งผู้สอนในวิชาเคมี

ตามนิยามความเป็นนักฟิสิกส์ของของ ของสถาพร เรืองรุ่ง อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม (2564) ให้ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ฟิสิกส์ ตามารูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และมีความสามารถด้านทักษะการคิด ขอบการสืบค้นข้อมูลนอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน และจากผลการวิจัยของอรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะและฮามีด๊ะ มูสอ (in press) ผลการศึกษาสามารถให้ความหมายความเป็นนักเคมีได้ว่า ความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนักเคมียังไม่ปรากฏงานวิจัย มีเพียงการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยมีความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน จิตวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุ เช่น งานวิจัยของศิริพรรณ แก่นสาร์และคณะ (2555) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี พบว่า มีปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติต่อวิชาเคมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพแห่งตน งานวิจัยของศิริพรรณ นาคจุ้ย (2558) ศึกษาความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เพศ รายได้ผู้ปกครอง นิสัยรักการเรียนวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนด้านการเรียนของครอบครัว สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และงานวิจัยของสุมาลี เข็มและคณะ (2562) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของสถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม (2564) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย พบว่า มีปัจจัยที่ส่งเสริมปัจจัยต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ คือ เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์

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 ซึ่งผลที่ได้อาจเป็นแนวทางในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอนสาขาเคมี หรือกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง อาจารย์ผู้สอนในสาขาเคมีนำปัจจัยข้างต้นไปพิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรสาขาเคมี ตลอดจนจัดกิจการเรียนการสอน กิจกรรมที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาความเป็นนักเคมี จนสามารถเป็นนักเคมีที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

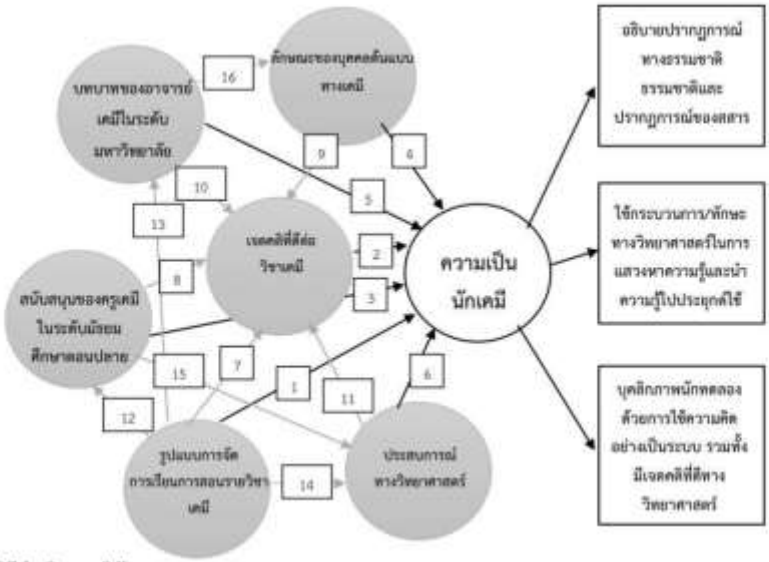
เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากผลการวิจัยโดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และจากการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของอรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และฮามีด๊ะ มูสอ (in press) สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัยจากผลการวิจัย และการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

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

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเคมี ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 (เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีดังกล่าวได้เรียนผ่านรายวิชาตามหลักสูตรเกินร้อยละ 50 ของรายวิชาทั้งหมดแล้ว และมีประสบการณ์ในการเรียน การทำโครงการ 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 และลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ แนบไปพร้อมกับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยไปยังคณบดีคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาสาขาเคมีสังกัดอยู่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 586 คน (เกินมา 36 คน) จำแนกตามหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ 290 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 296 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ เป็นแบบสอบถามออนไลน์ ประกอบไปด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ 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/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ จำนวน 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 และ สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง) จำนวน 30 คน มีค่าความเชื่อมั่นแอลฟ่าของครอนบาคระหว่าง .78-.980 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ .982 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test มีค่าตั้งแต่ 2.291-4.804 ซึ่งมีค่า p-value น้อยกว่า .05 พิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่จำแนกได้ได้ข้อถามจำนวน 55 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีด้วยโปรแกรม SmartPLS 3.0 (Ringle *et al.*, 2015) ในรูปแบบโมเดลการวัดแบบสะท้อนซึ่งมีตัวชี้วัดที่เกิดจากบางตัว หรือทุกตัวของตัวแปรสังเกตได้เพื่อประกอบเป็นตัวแปรแฝงนั้นๆ หรือเรียกว่า Reflective Indicator ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือวัดในสิ่งเดียวกัน (Hair et al., 2006; Hair et al., 2014) ความสัมพันธ์นี้จะใช้เป็นตัววัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ระหว่างตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) และเมื่อตัวแปรบ่งชี้มีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตัวแปรสังเกตได้ หรือตัวแปรบ่งชี้ของตัวแปรแฝงจึงแทนกันได้ (Interchangeable) ดังนั้นเมื่อตัดตัวแปรบ่งชี้บางตัวที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Loading) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะไม่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงทางเนื้อหา (Christophersen & Konradt, 2006) ความสัมพันธ์นี้ลูกศรชี้ออกจากตัวแปรแฝงสู่ตัวแปรบ่งชี้ ซึ่ง PLS-SEM เรียกสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loading)

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างตอบกลับแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 32.59 เพศหญิงร้อยละ 67.41 เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 48.63 ชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 51.37 ศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ ร้อยละ 49.49 ด้านวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 50.51 อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อในสาขาเคมี อันดับที่ 1 ร้อยละ 67.24 อันดับที่ 2 ร้อยละ 19.28 อันดับที่ 3 ร้อยละ 8.53 และอันดับที่ 4 ร้อยละ 4.95 โดยเลือกเรียนในสาขาเคมีด้วยตนเอง ร้อยละ 53.76 ด้วยผู้ปกครอง ร้อยละ 11.77 ด้วยครู/อาจารย์ร้อยละ 29.52 และด้วยเพื่อน/รุ่นพี่ ร้อยละ 4.95 และอาชีพในอนาคตอยากเป็นครูผู้สอนในโรงเรียนต่าง ๆ ร้อยละ 55.46 อาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ร้อยละ 10.92 นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ ร้อยละ 12.12 และนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการตามหน่วยงานต่างๆ ร้อยละ 21.50

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

ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับบ่อยครั้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 (คิดเป็นร้อยละ 78.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .66 ส่วนด้านบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย 4.27 (คิดเป็นร้อยละ 85.04) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 ดังตารางที่ 1

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ความเป็นนักเคมี ด้านความรู้	K1 ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางเคมีที่เข้าใจได้ยากให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย	3.74	.82	ดี
	K2 ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตและมองเห็นจากการทดลองโดยนำใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้	3.95	.72	ดี
	K3 ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสารให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้	3.94	.74	ดี
	K4 ฉันสามารถใช้ความรู้ทางเคมีที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่	3.91	.73	ดี
	K5 ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางเคมีในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน	3.98	.68	ดี
	K6 ฉันสามารถใช้หลักการทางเคมีในการค้นพบ หรือทดลองสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาเองได้	3.65	.94	ดี
ความเป็นนักเคมี ด้านทักษะ	S1 ฉันชอบศึกษาหรือทดลองการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร	4.04	.75	บ่อยครั้ง
	S2 เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา	3.74	.85	บ่อยครั้ง
	S3 ฉันทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานหรือสมมติฐานต่าง ๆ	3.90	.86	บ่อยครั้ง
	S4 ฉันมีความรอบคอบและละเอียดถี่ถ้วนในการทำการทดลองและสืบค้นข้อมูล	4.04	.77	บ่อยครั้ง
ความเป็นนักเคมี ด้านเจตคติ	A1 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.27	.64	เห็นด้วย
	A2 ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาเคมี	4.22	.64	เห็นด้วย
	A3 ฉันมีความสุขทุกครั้งที่ได้ทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด	4.20	.72	เห็นด้วย
	A4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.38	.60	เห็นด้วย
เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	ATC1 เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.44	.59	เห็นด้วย
	ATC2 การทำวิจัยหรือโครงงานทางเคมีทำให้ฉันมีความสุข	3.91	.84	เห็นด้วย
	ATC3 เคมีทำให้การทดลองเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย	4.35	.63	เห็นด้วย
	ATC4 ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้	4.34	.62	เห็นด้วย
	ATC5 เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น	4.22	.64	เห็นด้วย
	ATC6 เคมีเป็นวิชาที่มีคุณค่าและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต	4.33	.60	เห็นด้วย
	SCE1 ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี	4.39	.59	เห็นด้วย
	SCE2 ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมี	4.31	.62	เห็นด้วย

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	SCE3 ฉันนำความรู้จากการเข้าค่ายหรือโครงการต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานในการเรียนเคมี	4.15	.72	เห็นด้วย
	SCE4 ฉันมีกแสวงหาความรู้ทางเคมี เพื่อเพิ่มทักษะความสามารถของตนเอง	4.14	.70	เห็นด้วย
	SCE5 ฉันคิดว่าการมีเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้เรียนเคมีได้ดี	4.33	.61	เห็นด้วย
	SCE6 ฉันภูมิใจที่ได้เรียนด้านวิทยาศาสตร์	4.32	.66	เห็นด้วย
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี	MLC1 ฉันสนุกกับการเรียนเคมีที่ได้ลงมือทดลองด้วยตนเอง	4.37	.61	เห็นด้วย
	MLC2 สถานการณ์จำลองที่ท้าทายทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาเป็น	4.32	.64	เห็นด้วย
	MLC3 ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบสาวแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.23	.65	เห็นด้วย
	MLC4 คำถามที่เกิดจากการทดลอง กระตุ้นให้ฉันอยากรู้อยากเห็น	4.28	.65	เห็นด้วย
	MLC5 ฉันอยากทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ทางเคมีอยู่เสมอ	4.24	.64	เห็นด้วย
	MLC6 การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี	4.42	.61	เห็นด้วย
	MLC7 การสร้างชิ้นงานทำให้ฉันได้ใช้ความรู้ทางเคมีอย่างเต็มที่	4.27	.65	เห็นด้วย
การสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	SCT1 ครูเคมีสอนให้ฉันเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล	4.25	.63	เห็นด้วย
	SCT2 ครูเคมีมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ	4.22	.69	เห็นด้วย
	SCT3 ฉันชื่นชอบวิชาเคมีเพราะครูเคมีให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาเคมี	4.19	.75	เห็นด้วย
	SCT4 ครูเคมีกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเคมี	4.19	.68	เห็นด้วย
	SCT5 ครูเคมีเปิดโอกาสให้ฉันแก้ปัญหาทางเคมีด้วยตนเอง	4.18	.70	เห็นด้วย
	SCT6 ฉันฝึกทักษะการทดลองทางเคมีจากกิจกรรมที่ครูเคมีมอบหมายให้	4.22	.66	เห็นด้วย
	SCT7 ครูเคมีสอนให้ฉันเห็นคุณค่าของวิชาเคมี	4.26	.69	เห็นด้วย
ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	CCP1 ฉันสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีจากการศึกษาชีวประวัติของนักเคมีที่ชื่นชอบ	3.86	.95	เห็นด้วย
	CCP2 ฉันสามารถพัฒนาตัวเองตามนักเคมีที่ชื่นชอบได้	3.95	.85	เห็นด้วย
	CCP3 ฉันสามารถนำรูปแบบการทำงานของนักเคมีที่ชื่นชอบมาปรับใช้ในการทำงานของตนเองได้	3.97	.80	เห็นด้วย
	CCP4 ฉันยึดถือนักเคมีที่สามารถสร้างผลงานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้	4.02	.77	เห็นด้วย
	CCP5 ฉันยึดถือการทำงานของนักเคมีที่สามารถสร้างความร่วมมือในการทำงาน	4.07	.71	เห็นด้วย
	CCP6 ฉันติดตามการค้นพบหรือสร้างผลงานของนักเคมีอยู่เสมอ	3.85	.90	เห็นด้วย
	CCP7 ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมีที่ชื่นชอบ	4.14	.75	เห็นด้วย
บทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	RCU1 อาจารย์เคมีค้นหาสิ่งที่น่าสนใจจากการทดลองเคมีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.12	.73	เห็นด้วย
	RCU2 อาจารย์เคมีแสดงบทบาทการเป็นนักเคมีที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ	4.20	.71	เห็นด้วย
	RCU3 ฉันเรียนรู้การทำงานของนักเคมีผ่านงานต่าง ๆ ที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ	4.22	.65	เห็นด้วย
	RCU4 ฉันสามารถนำเทคนิคในการทำงานด้านเคมีของอาจารย์มาปรับใช้ได้	4.21	.62	เห็นด้วย
	RCU5 อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง	4.27	.64	เห็นด้วย

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
	RCU6 อาจารย์เคมีมีกระบวนการสอนที่ดีที่สามารถทำให้ฉันสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้	4.26	.64	เห็นด้วย
	RCU7 ฉันเห็นความสำคัญของเคมีในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจากการกระตุ้นของอาจารย์เคมี	4.21	.63	เห็นด้วย
	RCU8 อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงานด้านเคมีในอนาคต	4.23	.67	เห็นด้วย

สำหรับตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .49 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ATC1 "เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ" ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย ด้านที่ 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .51 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SCE1 "ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี" 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 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย 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 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้ สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณ

ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 10 เส้นทาง อิทธิพลส่วนอีก 6 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังตารางที่ 2 และภาพประกอบที่ 2

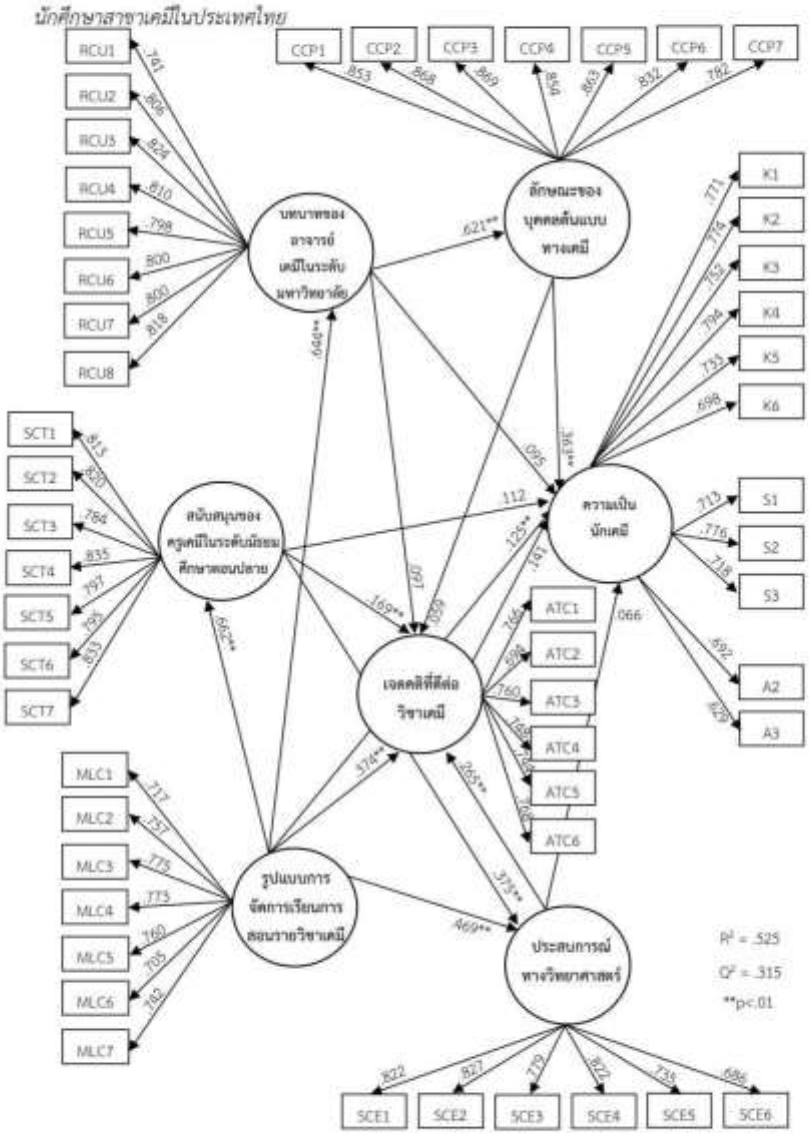
ตาราง 2

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**
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**
บทบาท ของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย -> ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	.621	.037	16.605	.000**

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

ภาพประกอบ 2 *โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย*



ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปรสังเกตได้ A1, A4 และ S4 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ A2, K6, ATC2 และ SCE6 แม้ว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 ก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้น ๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปรสังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด และจากการตัดตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าว ทำให้ค่า AVE ของตัวแปรตามมีค่ามากกว่า .50 ผลการประเมินความสอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบสะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง .883-.946 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเหมือนด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่าระหว่าง .506-.717 ซึ่งมีค่ามากกว่า .50 และการประเมินความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าระหว่าง .842-.934 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันภายใน และสามารถร่วมกันอธิบายองค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดีและผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยงระหว่าง .711-.846 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยงของเมทริกซ์ซึ่งมีค่าระหว่าง .606-.774 และอัตราส่วน HTMT (Heterotrait- Monotrait) มีค่าระหว่าง .666-.904 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า .90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลนั้น ๆ เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า R^2 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 52.5 และการพิจารณาการทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า Q^2 เท่ากับ .315 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 และใกล้เคียง .35 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูงสอดคล้องกับค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ .567 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง .578 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูง

อภิปรายผล

ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างพบว่ามี 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และปัจจัยด้านลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้ถึงความสามารถของบุคคลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร โดยใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแสดงออกซึ่งบุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลจากตัวแปรจากภายนอกตัวบุคคล ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า การมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีที่มีความหลากหลายทำให้ตัวผู้เรียนสามารถ

ที่จะเรียนรู้และเข้าใจถึงความรู้ทางเคมีจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้ ทำให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีส่งผลอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมีและลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการสร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความสนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึงความตั้งใจใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบและสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีผกา เจริญยศและคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูล ในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และสอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และพุทธชาด อังณะกูร (2563) การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ทั้งนี้ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรภายในจากตัวบุคคล เนื่องจากตัวแปรภายในดังกล่าวอาจจะต้องเกิดการถูกกระตุ้นจากตัวแปรภายนอกบุคคล เพื่อส่งเสริมให้ภายในตัวตนมีความเป็นนักเคมี

ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจคติที่ดีต่อวิชาเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีผกา เจริญยศและคณะ (2563) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาเคมี เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินข้อมูล ในสถานการณ์ใหม่ได้ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา นำความรู้ไปประยุกต์ ใช้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังบูรณาการข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศ เชื่อมโยงให้ได้หลักการคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเรียนรู้จากการกระทำโดยผ่าน

การเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของชนินาถ ธงชัย (2561) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รวมถึงมีเจตคติที่ดีในการเรียน มีความสนใจ และพึงพอใจในการเรียนการสอนมากขึ้น และนอกจากนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่า ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการกำหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหามีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์จริงของนักเรียนและร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่การผลิตชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีเป็นส่วนสำคัญ ในการจัดการเรียนรู้ของครูและอาจารย์ หากการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความชื่นชอบ เห็นถึงความสำคัญของวิชาเคมี จนทำให้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือเคมีที่ดี จนนำไปสู่การเป็นการได้รับโอกาสในการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการเข้าร่วมแข่งขันต่าง ๆ

ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าเป็นอัตลักษณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักเคมีต้นแบบทั้งในและต่างประเทศ ที่แสดงออกถึงความตั้งใจและความพยายามในการสร้างความรู้ทางเคมีจนได้รับความสนใจ ตลอดจนสามารถเป็นต้นแบบที่ดีรวมไปถึงการสร้างแรงบันดาลใจให้มองเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกเป็นแบบอย่างที่ส่งผลให้นักศึกษาสาขาเคมีมีความเป็นนักเคมี สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และ พุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริม ให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้าง แรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีพี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International ,Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย ตัวอย่าง บุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ทูตสะเต็ม" (STEM Ambassador) เป็นบุคคลต้นแบบอาชีพ ด้านการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำหน้าถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำแลกเปลี่ยน ประสบการณ์การทำงาน และสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ที่สนใจให้เห็นประโยชน์ของการบูรณาการ วิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง (สินีนาฏ ทาบึงกาฬ, 2559) ซึ่งผู้วิจัยข้อตั้งสังเกตว่าลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมี เป็นการสร้างความรู้เคมีใหม่ ๆ ของบุคคลทางเคมีจนได้รับความสนใจ รวมทั้งมีพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกถึงความตั้งใจ ใฝ่รู้ทางเคมี จึงสามารถที่จะนำมาเป็นต้นแบบและสร้างแรงบัลดาลใจในการเรียนเคมีได้จึงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักเคมี

อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นบุคคลสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาจจะใช่หรือไม่ใช่ตัวครูเองเป็นคนมอบประสบการณ์เหล่านั้นให้กับนักเรียน แต่ครูอาจมีส่วนในการสนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ มีความชื่นชอบ และทัศนคติที่ดีในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2554) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษา ต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะ นักวิทยาศาสตร์ในที่สุด และยังสอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) พบว่าอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจ และเปิด โอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โอกาสในการปฏิบัติงาน การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในบทบาทของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ดนัย พุทธนิยม และคณะ (2561) พบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นใหม่อย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้และสอดคล้องกับกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมค่าย

นอกจากนี้ปัจจัยด้านบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยสามารถสร้างองค์ความรู้ทางเคมี การชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานทางเคมีการกระตุ้น

การให้คำปรึกษา และการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการทำงาน รวมถึงมีบุคลิกภาพ และพฤติกรรมการทำงานที่สามารถเป็นลักษณะบุคคลต้นแบบทางเคมีได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Pachina (2019) ที่กล่าวว่า เมื่ออาจารย์อยู่ในบทบาทอาจารย์ การจัดการเรียนการสอนในแต่ละบทบาทมีผลต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นความตื่นเต้น ความสนุกที่อยากจะเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์กับผู้เรียน และท้ายที่สุดคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้นมีความแตกต่างกันตามไปด้วย เช่น บทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกที่เป็นรูปแบบที่กำลังได้รับความนิยม และถูกยกย่องว่าเป็นรูปแบบที่เป็นผลดีต่อการศึกษายุคใหม่ เพราะเป็นบทบาทที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และใช้เทคนิคนี้ในกลุ่มย่อย เพราะการที่ผู้สอนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายบุคคลจะทำให้เขาเรียนรู้และมีความมั่นใจมากขึ้น หรือบทบาทครูผู้สอนในฐานะตัวแทน เป็นบทบาทที่ผู้สอนจะเป็นส่วนหนึ่งในทีมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ และคอยสังเกตการณ์ ซึ่งเหมาะสมอย่างมากกับการทำงานกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 สำหรับอาจารย์ผู้สอน หรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี สามารถนำปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีที่ผู้วิจัยสกัดได้ในการพัฒนาหลักสูตร สนับสนุน รวมทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาสาขาเคมีมีความเป็นนักเคมีที่ดี และประสบความสำเร็จในด้านเคมีต่อไป

1.2 สำหรับครูผู้สอนเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการส่งเสริมปัจจัยด้านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ ในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือการแข่งขันต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มีโอกาสในการทำปฏิบัติการทดลองทางเคมี ภายใต้พื้นฐานและความถนัดของตนเอง อีกทั้งเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ความชอบในการศึกษาต่ออุดมศึกษาทางด้านเคมีของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

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

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ทุนครี-โท สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการทำวิจัยเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์, วีไลลักษณ์ ลังกา, อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, และจุมพล พูลภัทรชีวิน (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 8*(2), 151-168.

ชนินาถ ธงชัย. (2561). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

ดนัย พุทธนิยมและคณะ. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร. วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร, 9(2), 74-83.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558*). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ละเด็มศึกษากับแบบปกติ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,มหาสารคาม.

พุทธชาต อังณะกูร, ธิดา ทับพันธ์, และเสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษณ์. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14*(2), 105-125.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, ดุษฎี โยเหลา, สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์, และมนัส บุญประกอบ (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเคลือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.*วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

ศรีผกา เจริญยศและคณะ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนว Active Learning เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์การเรียนรู้เคมีและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารสุทธิปริทัศน์,* 34(109), 46-57.

ศิริพรรณ แก่นสาร์และคณะ. (2555). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 18(2), 159-168.

ศิริพรรณ นาคจุ้ย. (2558). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.

สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2564). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศษสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 16(2).

สุมาลี เข็ม, ไพรัตน์ วงษ์นาม, และณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์. (2562). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารครุศาสตร์บริหรรศน์ฯ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 6*(3), 78-88.

อรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และอานีต๊ะ บูสอ. (in press). การศึกษาความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 18(1)

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*. Retrieved from https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88. [in Thai]

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
และรายชื่อผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง
1.	ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง	อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2.	ดร.โรมรัน ชูศรี	อาจารย์แผนกวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3.	ดร.วิลาสินี สถิตเดชกุญชร	อาจารย์โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
4.	ผศ.เมสันต์ สังขมณี	อาจารย์สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
5.	นางสาวตรีนุช เพชรแสนงาม	ครูผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนลำปางกัลยาณี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปาง

รายชื่อผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง
1.	รศ.ดร.ปรินุช ชุมแก้ว	อาจารย์สาขาวิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
2.	ผศ.ดร.กุลวดี ปิ่นวัฒนะ	อาจารย์สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
3.	ผศ.ดร.เจ้าทรัพย์ บุญมาก	อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4.	ดร.คงอภิสิทธิ์ ทองพูนสมจิตถ์	อาจารย์ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
5.	ดร.ธวัชชัย ทองคงแก้ว	อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์เคมี สถาบันบัณฑิตศึกษาจุฬาภรณ์
6.	นางสาวกนกวรรณ มะลิลา	ครูผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2
7.	นายชาคริตร์ เพิ่มพูล	ครูผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพังงา ภูเก็ต ระนอง

ภาคผนวก ค
คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือชุดที่ 1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
1. ความเป็นนักเคมี 1.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร						
1	4	4	4	3	3	1.00
2	3	4	4	3	3	1.00
3	4	4	4	3	4	1.00
4	4	4	4	2	4	0.80
5	4	3	4	3	4	1.00
6	4	4	4	1	3	0.80
1.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้						
1	4	4	4	2	4	0.80
2	4	4	4	3	4	1.00
3	4	2	4	3	4	0.80
4	4	4	4	2	3	0.80
5	4	4	4	4	4	1.00
6	1	2	4	2	4	0.40
1.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์						
1	4	4	4	2	4	0.80
2	4	4	4	4	4	1.00
3	4	3	4	3	4	1.00

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
4	4	3	4	4	4	1.00
5	4	3	4	4	4	1.00
6	4	4	4	4	4	1.00
2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี						
2.1 ปัจจัยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี						
1	4	4	4	4	4	1.00
2	4	4	4	4	4	1.00
3	4	4	4	4	4	1.00
4	4	3	4	4	4	1.00
5	4	4	4	4	4	1.00
6	4	4	4	4	4	1.00
7	4	4	4	3	4	1.00
8	4	4	4	4	4	1.00
9	4	4	4	4	4	1.00
2.2 ปัจจัยเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี						
1	4	3	4	4	4	1.00
2	4	4	4	3	4	1.00
3	1	2	4	3	4	0.60
4	4	3	4	4	4	1.00
5	4	4	4	4	4	1.00
6	4	4	4	4	4	1.00
7	4	4	4	3	4	1.00
8	3	4	4	4	4	1.00
2.3 ปัจจัยการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย						
1	4	4	4	4	4	1.00
2	4	4	3	2	4	0.80
3	4	4	4	2	4	0.80
4	4	4	4	2	4	0.80

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
5	3	4	4	2	4	0.80
6	4	4	4	4	4	1.00
7	3	4	4	2	4	0.80
8	4	4	4	2	4	0.80
2.4 ปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี						
1	4	4	3	1	4	0.80
2	4	4	3	3	4	1.00
3	4	4	4	3	4	1.00
4	4	3	4	4	3	1.00
5	4	3	4	4	3	1.00
6	2	2	4	3	4	0.60
7	4	4	4	2	4	0.80
8	4	4	4	4	4	1.00
2.5 ปัจจัยบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย						
1	3	4	3	4	4	1.00
2	4	4	3	4	4	1.00
3	4	4	4	4	4	1.00
4	4	4	4	3	4	1.00
5	4	4	4	4	4	1.00
6	4	4	4	3	4	1.00
7	4	4	4	3	3	1.00
8	4	4	4	4	4	1.00
2.6 ปัจจัยประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์						
1	4	4	4	4	4	1.00
2	4	4	4	3	4	1.00
3	4	3	4	4	4	1.00
4	4	3	4	4	4	1.00
5	3	4	4	3	4	1.00

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
6	3	4	4	4	4	1.00
7	1	4	4	4	4	0.80
S-CVI/AVE						0.93

หมายเหตุ *ข้อนี้ถูกตัดทิ้งเนื่องจากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ Lynn (1986) ซึ่งกำหนดว่าถ้าผู้เชี่ยวชาญ 5-7 ควรมีค่า I-CVI ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือชุดที่ 2
หาอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย
เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย
: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ข้อคำถาม	t-test	p-value	แปลผล
1. ความเป็นนักเคมี			
1.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร			
1.1.1	2.887	0.014	จำแนกได้
1.1.2	3.889	0.002	จำแนกได้
1.1.3	2.291	0.041	จำแนกได้
1.1.4	2.489	0.029	จำแนกได้
1.1.5	3.873	0.002	จำแนกได้
1.1.6	2.970	0.012	จำแนกได้
1.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้			
1.2.1	1.549	0.147	จำแนกไม่ได้
1.2.2	2.714	0.019	จำแนกได้
1.2.3	2.465	0.030	จำแนกได้
1.2.4	2.714	0.019	จำแนกได้
1.2.5	3.333	0.006	จำแนกได้
1.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์			
1.3.1	2.449	0.031	จำแนกได้

ข้อคำถาม	**t-test**	**p-value**	**แปลผล**
1.3.2	1.333	0.207	จำแนกไม่ได้
1.3.3	2.384	0.035	จำแนกได้
1.3.4	2.038	0.064	จำแนกไม่ได้
1.3.5	3.674	0.003	จำแนกได้
1.3.6	3.897	0.002	จำแนกได้
2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี			
2.1 ปัจจัยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี			
2.1.1	1.667	0.121	จำแนกไม่ได้
2.1.2	3.361	0.006	จำแนกได้
2.1.3	1.667	0.121	จำแนกไม่ได้
2.1.4	3.576	0.004	จำแนกได้
2.1.5	4.201	0.001	จำแนกได้
2.1.6	4.330	0.001	จำแนกได้
2.1.7	3.266	0.007	จำแนกได้
2.1.8	4.804	0.000	จำแนกได้
2.1.9	4.201	0.001	จำแนกได้
2.2 ปัจจัยเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี			
2.2.1	2.475	0.029	จำแนกได้
2.2.2	4.472	0.001	จำแนกได้
2.2.3	1.732	0.109	จำแนกไม่ได้
2.2.4	3.578	0.004	จำแนกได้
2.2.5	4.804	0.000	จำแนกได้
2.2.6	3.118	0.009	จำแนกได้
2.2.7	2.782	0.017	จำแนกได้
2.3 ปัจจัยการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย			
2.3.1	2.782	0.017	จำแนกได้
2.3.2	4.201	0.001	จำแนกได้

ข้อคำถาม	t-test	p-value	แปลผล
2.3.3	2.449	0.031	จำแนกได้
2.3.4	4.201	0.001	จำแนกได้
2.3.5	3.266	0.007	จำแนกได้
2.3.6	1.806	0.096	จำแนกไม่ได้
2.3.7	3.179	0.008	จำแนกได้
2.3.8	3.897	0.002	จำแนกได้
2.4 ปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี			
2.4.1	3.057	0.010	จำแนกได้
2.4.2	3.873	0.002	จำแนกได้
2.4.3	2.771	0.017	จำแนกได้
2.4.4	3.674	0.003	จำแนกได้
2.4.5	2.782	0.017	จำแนกได้
2.4.6	3.674	0.003	จำแนกได้
2.4.7	3.612	0.004	จำแนกได้
2.5 ปัจจัยบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย			
2.5.1	2.782	0.017	จำแนกได้
2.5.2	3.897	0.002	จำแนกได้
2.5.3	3.674	0.003	จำแนกได้
2.5.4	2.717	0.019	จำแนกได้
2.5.5	3.674	0.003	จำแนกได้
2.5.6	2.941	0.012	จำแนกได้
2.5.7	2.782	0.017	จำแนกได้
2.5.8	3.536	0.004	จำแนกได้
2.6 ปัจจัยประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์			
2.6.1	3.266	0.007	จำแนกได้
2.6.2	3.897	0.002	จำแนกได้
2.6.3	2.038	0.064	จำแนกไม่ได้

ข้อคำถาม	**t-test**	**p-value**	**แปลผล**
2.6.4	3.897	0.002	จำแนกได้
2.6.5	3.179	0.008	จำแนกได้
2.6.6	2.711	0.019	จำแนกได้
2.6.7	4.330	0.001	จำแนกได้

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือชุดที่ 3
ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย
เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย
: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ตารางที่ ค.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

แบบสอบถาม	ค่าความเชื่อมั่น
แบบสอบถามทั้งฉบับ	0.982
1. ความเป็นนักเคมี	0.938
1.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร	0.923
1.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้	0.787
1.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์	0.848
2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมี	0.980
2.1 ปัจจัยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี	0.908
2.2 ปัจจัยเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	0.900
2.3 ปัจจัยการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	0.948
2.4 ปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี	0.930
2.5 ปัจจัยบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย	0.959
2.6 ปัจจัยประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	0.911

หมายเหตุ ค่าวิเคราะห์ตามจำนวนข้อคำถาม 55 ข้อ ที่เหลือจากการตัดจากค่าอำนาจจำแนก

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยแบบกึ่งโครงสร้าง

เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

ชื่อผู้วิจัย นายอรรถพล ลิวัญ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ

วันเดือนปี ที่สัมภาษณ์.....

เริ่มสัมภาษณ์เวลา.....น.จบการสัมภาษณ์เวลา.....น.

บทสัมภาษณ์ข้อมูลการให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุเกี่ยวกับความเป็นนักเคมี

<u>คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป</u>

1. สวัสดีครับ ก่อนอื่นนะครับ ผมรบกวนให้อาจารย์ช่วยแนะนำตัวเองหน่อยครับ จบการศึกษาในระดับปริญญาจากมหาวิทยาลัยไหนครับ คณะและสาขาอะไรครับ และปัจจุบันเป็นอาจารย์ที่ไหนครับ

<u>คำถามเกี่ยวกับความสนใจและแรงบันดาลใจในการเรียนเคมี</u>

2. อาจารย์พอจะเล่าโดยสรุปได้ไหมครับ ว่าอาจารย์เริ่มสนใจในสาขาเคมีตอนไหน
3. อะไรเป็นแรงบันดาลใจที่ทำให้อาจารย์มีความสนใจในการศึกษาและทำงานในสาขาเคมี หรือทำไมถึงตัดสินใจเป็นอาจารย์เคมีครับ
4. อยากให้อาจารย์เล่าถึงขอบข่ายของบทบาทของอาจารย์เคมีหน่อยครับ
5. อาจารย์คิดว่าสาขาเคมี ต่างจากวิทยาศาสตร์แขนงอื่นอย่างไรบ้างครับ

<u>คำถามเกี่ยวกับการศึกษา วิจัย และกระบวนการต่าง ๆ ของงานวิจัยทั้งอดีตและปัจจุบัน</u>

6. ตอนสมัยเรียนอาจารย์ทำงานวิจัยเรื่องอะไรครับ แล้วตอนนี้ทำงานวิจัยอะไรอยู่บ้างครับ ช่วยเล่าถึงขอบเขตและความสำคัญของงานวิจัยหน่อยครับ
7. อาจารย์มีโอกาสทดลองหรือค้นพบในทางเคมี ที่ประทับใจอะไรบ้างไหมครับ แล้วใช้หลักการทางเคมีอย่างไร
8. อาจารย์ช่วยเล่าถึงประโยชน์ของงานวิจัยที่อาจารย์ทำหน่อยครับ
9. อาจารย์คิดว่าการทำงานวิจัยทั้งทางด้านการศึกษาและด้านเคมีในเมืองไทย ยังขาดหรือต้องพัฒนาในด้านใดบ้างครับ
10. อาจารย์คิดว่างานวิจัย ในแง่ของประเด็นและกระบวนการวิจัยในอดีตกับปัจจุบันมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และในอนาคตจะขึ้นอยู่กับอะไรครับ
11. อาจารย์คิดว่าการจัดสรรทุนวิจัยในอดีตและปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไรครับ

<u>คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักเคมี</u>

12. อาจารย์มีนักเคมีหรือบุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านเคมีที่ถือเป็นบุคคลต้นแบบไหมครับ เพราะอะไรครับ
13. ถ้าจะให้อาจารย์นิยามคำว่า “ความเป็นนักเคมี” ในมุมมองของอาจารย์ให้ความหมายคำ ๆ นี้ว่าอย่างไรดีครับ หรืออาจารย์จะนิยามคำนี้อย่างไร จึงจะรู้สึกว่าครอบคลุมและเหมาะสมที่สุดครับ
14. อาจารย์ว่ามีปัจจัยอะไรบ้างครับ ที่สามารถส่งเสริมให้นักศึกษา/นักเรียน หรือบุคคลากรทางด้านเคมีมีความเป็นนักเคมี
15. อาจารย์คิดว่าการจัดการเรียนการสอนทางด้านเคมี การจัดการเรียนรู้แบบไหนที่สามารถสร้างความเป็นนักเคมีให้กับนักศึกษา/นักเรียน ได้ครับ

<u>คำถามทิ้งทวน</u>

16. อะไรคือสิ่งที่ท้าทายในสาขาเคมีครับ
17. ถ้าอาจารย์มีลูก หรือคนในครอบครัว อยากให้เป็นนักเคมีหรือทำงานเกี่ยวกับเคมีไหมครับ
18. อยากฝากอะไรถึงนักศึกษา/นักเรียน หรือคนอื่น ๆ ที่มีความฝันหรือกำลังจะเป็นนักเคมีบ้างครับ

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามชุดนี้มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดตอบด้วยตนเองโดยใช้กับนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

2. ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามใช้วิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

3. แบบสอบถามชุดนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

ในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้ จะไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อตัวท่าน ผู้วิจัยจะนำมาประมวลผลในภาพรวม โปรดตอบคำถามตามความเป็นจริงและตอบให้ครบทุกข้อคำถาม เพื่อให้การเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาได้ต่อไป ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ผู้วิจัย

นายอรรถพล ลิวัญ

นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐

1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 ชั้นปี ☐ ปีที่ 3 ☐ ปีที่ 4

1.3 คณะ
☐ ศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์
☐ วิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 มหาวิทยาลัย โปรดระบุ.....

1.5 อันดับในการเลือกเรียน
☐ อันดับที่ 1 ☐ อันดับที่ 2
☐ อันดับที่ 3 ☐ อันดับที่ 4

1.6 บุคคลที่มีส่วนสำคัญหลักในการเลือกเรียนเคมี
☐ ตนเอง ☐ ผู้ปกครอง
☐ ครู/อาจารย์ ☐ เพื่อน/รุ่นพี่

1.7 อาชีพในอนาคต
☐ ครูผู้สอนในโรงเรียนต่าง ๆ
☐ อาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ
☐ นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ
☐ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการในหน่วยงานต่าง ๆ

ตอนที่ 2 ระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่อธิบายตัวท่านในขณะนี้ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ด้าน 2.1 อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ธรรมชาติและปรากฏการณ์ของสสาร

ข้อ	รายการคำถาม	ดีเยี่ยม	ดี	ไม่แน่ใจ	ไม่ค่อยดี	ไม่ดี
1.	ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางเคมีที่เข้าใจได้ยากให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย					
2.	ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่สัมผัสและมองเห็นจากการทดลองโดยมาใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้					
3.	ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสารให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้					
4.	ฉันสามารถใช้ความรู้ทางเคมีที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่					
5.	ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางเคมีในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน					
6.	ฉันสามารถใช้หลักการทางเคมีในการค้นพบหรือทดลองสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาเองได้					

ด้าน 2.2 ใช้กระบวนการ/ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

ข้อ	รายการคำถาม	ทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	น้อยครั้ง	ไม่เคยเลย
1.	ฉันชอบศึกษาหรือทดลองการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสาร					
2.	เมื่อมีปัญหาฉันจะใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ไขปัญหา					
3.	ฉันทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐานต่าง ๆ					
4.	ฉันมีความรอบคอบและละเอียดอ่อนในการทำการทดลองและสืบค้นข้อมูล					

ด้าน 2.3 บุคลิกภาพนักทดลองด้วยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น					
2.	ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาเคมี					
3.	ฉันมีความสุขทุกครั้งที่ได้ทำการทดลองซ้ำ ๆเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด					
4.	ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้					

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมี

ปัจจัยที่ 3.1 ปัจจัยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเคมี

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ฉันสนุกกับการเรียนเคมีที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง					
2.	สถานการณ์จำลองที่ท้าทายทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาเป็น					
3.	ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
4.	คำถามที่เกิดจากการทดลอง กระตุ้นให้ฉันอยากรู้อยากเห็น					
5.	ฉันอยากทดลองเพื่อพิสูจน์ความรู้ทางทฤษฎี					
6.	การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้มีความจำเป็นในการเรียนวิชาเคมี					
7.	การสร้างชิ้นงานทำให้ฉันได้ใช้ความรู้ทางเคมีอย่างเต็มที่					

ปัจจัยที่ 3.2 ปัจจัยเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	เคมีเป็นวิชาที่น่าสนใจ					
2.	การทำวิจัยหรือโครงงานทางเคมีทำให้ฉันมีความสุข					
3.	เคมีทำให้การทดลองเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย					
4.	ฉันเชื่อว่าการเรียนเคมีจะสามารถช่วยพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศได้					
5.	เคมีทำให้ฉันสนใจศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น					
6.	เคมีเป็นวิชาที่มีคุณค่าและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต					

ปัจจัยที่ 3.3 ปัจจัยการสนับสนุนของครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ครูเคมีสอนให้ฉันเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีอย่างมีหลักการและเหตุผล					
2.	ครูเคมีมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ					
3.	ฉันชื่นชอบวิชาเคมีเพราะครูเคมีให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาเคมี					
4.	ครูเคมีกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเคมี					
5.	ครูเคมีเปิดโอกาสให้ฉันแก้ปัญหาทางเคมีด้วยตนเอง					
6.	ฉันฝึกทักษะการทดลองทางเคมีจากกิจกรรมที่ครูเคมีมอบหมายให้					
7.	ครูเคมีสอนให้ฉันเห็นคุณค่าของวิชาเคมี					

ปัจจัยที่ 3.4 ปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางเคมี

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ฉันสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนเคมีจากการศึกษาชีวประวัติของนักเคมีที่ชื่นชอบ					
2.	ฉันสามารถพัฒนาตัวเองตามนักเคมีที่ชื่นชอบได้					
3.	ฉันสามารถนำรูปแบบการทำงานของนักเคมีที่ชื่นชอบมาปรับใช้ในการทำงานของตนเองได้					
4.	ฉันยึดถือนักเคมีที่สามารถสร้างผลงานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้					
5.	ฉันยึดถือการทำงานของนักเคมีที่สามารถสร้างความร่วมมือในการทำงาน					
6.	ฉันติดตามการค้นพบหรือสร้างผลงานของนักเคมีอยู่เสมอ					
7.	ฉันอยากที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักเคมีที่ชื่นชอบ					

ปัจจัยที่ 3.5 ปัจจัยบทบาทของอาจารย์เคมีในระดับมหาวิทยาลัย

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	อาจารย์เคมีค้นพบสิ่งที่แปลกใหม่หรือน่าสนใจจากการทดลองเคมีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ					
2.	อาจารย์เคมีแสดงบทบาทการเป็นนักเคมีที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ					
3.	ฉันเรียนรู้การทำงานของนักเคมีผ่านงานต่าง ๆ ที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ					
4.	ฉันสามารถนำเทคนิคในการทำงานด้านเคมีของอาจารย์มาปรับใช้ได้					
5.	อาจารย์เคมีทำให้ฉันเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลอง					
6.	อาจารย์เคมีมีกระบวนการสอนที่ดีที่สามารถทำให้ฉันสร้างองค์ความรู้ทางเคมีได้					
7.	ฉันเห็นความสำคัญของเคมีในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจากการกระตุ้นของอาจารย์เคมี					
8.	อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงานด้านเคมีในอนาคต					

ปัจจัยที่ 3.6 ปัจจัยประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	รายการคำถาม	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนเคมี					
2.	ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมี					
3.	ฉันนำความรู้จากการเข้าค่ายหรือโครงการต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานในการเรียนเคมี					
4.	ฉันมักแสวงหาความรู้ทางเคมี เพื่อเพิ่มทักษะความสามารถของตนเอง					
5.	ฉันคิดว่าการมีเทคนิคทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยให้เรียนเคมีได้ดี					
6.	ฉันภูมิใจที่ได้เรียนด้านวิทยาศาสตร์					

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล อรรถพล ลิวัญ

รหัสนักศึกษา 6420120254

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) สาขาเคมี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2564

ทุนการศึกษา

ทุนสนับสนุนการศึกษาระดับปริญญาตรี-โท คณะศึกษาศาสตร์ รุ่นที่ 4 ปีการศึกษา 2562 และเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2564

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และฮามีด๊ะ มูสอ. (2567). การศึกษาความเป็นนักเคมีและปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักเคมีตามทัศนะของครู อาจารย์และบุคลากรด้านเคมีในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 18(1). (รอการตีพิมพ์)

อรรถพล ลิวัญ, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และฮามีด๊ะ มูสอ.ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักเคมีของนักศึกษาสาขาเคมีในประเทศไทย, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.* (อยู่ระหว่างการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ)