

# พฤติกรรมการณ์เรียนวิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน Learning Behavior in Chemistry in Accordance with Challenge-based Learning

คมกริช วชิรัตน์พงษ์เมธี<sup>1</sup> ธีรวิภา อีระกุล<sup>2</sup> และ สุดาพร ตั้งควนิช<sup>3</sup>

<sup>1</sup>รร. เลิงนกทา ต.สามแยก อ.เลิงนกทา จ.ยโสธร 35120

<sup>2</sup>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

<sup>3</sup>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

E-mail: Krukmeln@gmail.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของพฤติกรรมการณ์เรียนวิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 11,956 คน ตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 1,173 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดพฤติกรรมการณ์เรียนของนักเรียนในวิชาเคมี จำนวน 45 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .95 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ 2 วิธี คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และ 2) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการณ์เรียนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน มี 5 องค์ประกอบ คือ แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์กับเพื่อน และ เจตคติต่อวิชาเคมี

**คำสำคัญ:** การวิเคราะห์องค์ประกอบ พฤติกรรมการณ์เรียน การเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน

## Abstract

This research aimed to study factor analysis of learning behavior in chemistry in accordance with challenge-based learning. A total of 11,956 students at grade 12 were population used in this study under the Secondary Educational Service Area Office 28 and 1,173 students were the sample selected by means of a stratified random sampling. The instrument used in the study was a 45-item questionnaire about learning behavior in chemistry with the content validity of .95. Data analysis employed 2 ways: 1) exploratory factor analysis and 2) confirmatory factor analysis. The research found that the component of learning behavior consisted of 5 components namely achievement motive, electronic media, creativity thinking, friendship and attitude in chemistry.

**Keywords:** Factor Analysis, Learning Behavior, Challenge-based Learning

## บทนำ

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ และมีความสามารถที่จะปรับตัวได้อย่างรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเชื่อมโยงกับวิทยาการการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย ดังนั้นการจัดการ

ศึกษาที่ดีจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและเทคโนโลยี เพื่อเตรียมคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขันโลก (อรนิตย์ สุวรรณไตรย์ 2558) การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมกับการดำรงชีวิตใน

ศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในขณะนี้ ผู้สอนจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้าม “สาระวิชา” ซึ่งผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะเท่านั้นแต่ต้องให้นักเรียนเป็นนักเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะออกแบบการเรียนรู้ ฝึกฝน เป็นเพียงพี่เลี้ยง (Coach) และอำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้กับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge Based Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่จะมาถึง โดยการเรียนรู้นี้ต่อยอดมาจากการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียน การรู้ที่ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นการเรียนที่พัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหาการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการทำงานร่วมกัน เป็นทีม (อภิชัย เหล่าพิเดช 2556) ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความจริง มีการทำงานร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนโดยใช้ประเด็นที่น่าสนใจมาท้าทาย ให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านการสะท้อนการเรียนรู้ และผลกระทบจากการแก้ปัญหาในประเด็นที่สร้างขึ้น แล้วเผยแพร่วิธีการพร้อมทั้งเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาต่อผู้ชมทั่วโลก (Johnson and Adams 2011; ดนัย เทียนพุด 2557) การจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ความสามารถในการพัฒนาความคิดขั้นสูงและทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา แคมมณี 2556) โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูแต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบ และ ค้นหาด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมายจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวนักเรียนเอง การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะ

หาความรู้ที่พบว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2549) แต่อย่างไรก็ตามวิชาเคมีก็นับว่าเป็นวิชาที่ยากที่สุดวิชาหนึ่งสำหรับ นักเรียนหลายๆ คน ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรม การจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ความรู้เดิมของนักเรียน แรงจูงใจและทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อ วิชาเคมี รวมไปถึงประสิทธิภาพหรือศักยภาพของนักเรียนเอง (Dahsah and Kruatong 2010)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแนวใหม่กำลังเป็นที่นิยมในหมู่นักการศึกษาที่จัดการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่เด็กนักเรียนที่จะก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 รูปแบบการเรียนรู้แบบเดิมอาจจะต้องถูกนำมาปรับปรุงให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงพร้อมด้วยสื่อและเทคโนโลยีที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ทุกตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงสนใจในศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาในรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้แก่เด็กนักเรียนในยุคที่จะมาถึงต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน
2. เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 83 โรงเรียน และมีนักเรียนทั้งสิ้น 11,956 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 2558)

ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 8 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียนที่เป็นตัวอย่าง 1,173 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

การสร้างแบบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนวิชาเคมี

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างข้อคำถามแบบวัดพฤติกรรม จำนวน 50 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ ลิเคิร์ท (Likert) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3. นำแบบวัดพฤติกรรมไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบเกี่ยวกับการใช้ภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

4. นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60-1.00 ขึ้นไปมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิได้จำนวน 50 ข้อ

5. นำแบบวัดพฤติกรรมไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจริง จำนวน 35 คน วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 45 ข้อ มีค่าตั้งแต่ .22 ถึง .73 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .95

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนในวิชาเคมีที่สอดคล้องต่อการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐานไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่าง จำนวน 1,173 ชุด วิเคราะห์

ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบ ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ ผู้วิจัยได้นำมาหาค่าร้อยละในแต่ละรายการ
2. นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดพฤติกรรมไปวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ทดสอบความเหมาะสมของตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy: KMO พร้อมทั้ง สกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) และหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแม็กซ์ (Varimax) เพื่อจัดตัวแปรเข้าองค์ประกอบและตั้งชื่อองค์ประกอบ
3. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) โดยนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจในขั้นตอนที่ 2 มาวิเคราะห์ค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading) ของตัวแปรแต่ละองค์ประกอบเพื่อดูว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลของตัวอย่างซึ่งพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ ( $X^2$ ) ค่าความน่าจะเป็น (p-value) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) และ ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (AGFI)

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

**1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ**

1.1 ผลการทดสอบความเหมาะสมของชุดตัวแปรที่นำมาศึกษา โดยการวิเคราะห์ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : KMO ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบความเหมาะสมของตัวแปร

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	Bartlett's Test of Sphericity		
	Approx. Chi-Square	df	Sig.
.961	59479.756	990	.000

จากตารางที่ 1 พบว่า KMO เท่ากับ 0.96 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 แสดงว่าตัวแปรชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับดีมากตามเกณฑ์ของ Kim and Mueller (อ้างใน นงลักษณ์ 2538) และผลการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .000 แสดงว่าตัวแปรต่างๆ สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้

1.2 ผลการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)

พบว่ามีค่าความร่วมกัน (Communality) ของตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบรวมทั้งหมดจำนวน 45 ตัวแปร มีค่าอยู่ระหว่าง .497 - .891 เป็นขนาดปานกลาง-มาก มีแนวโน้มที่จะสามารถจัดเข้าอยู่ในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งได้

1.3 ผลการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax) เพื่อจัดตัวแปรเข้าองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen Value) เกิน 1.00 แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax)

Component	Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	14.422	32.049	32.049	11.333	25.184	25.184
2	8.608	19.128	51.177	8.246	18.325	43.508
3	5.278	11.728	62.905	5.895	13.101	56.609
4	3.583	7.962	70.867	4.617	10.259	66.869
5	2.687	5.970	76.837	4.486	9.968	76.837

จากตารางที่ 2 พบว่า ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดจำนวน 45 ตัวแปร สามารถจัดกลุ่มเข้าองค์ประกอบ (Component) ได้จำนวน 5 องค์ประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen value) เกิน 1.00 และอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรทั้งหมดได้ร้อยละ 76.837 เมื่อพิจารณา ตัวแปรแต่ละตัวเข้าอยู่ในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเพียงองค์ประกอบเดียวที่ตัวแปรนั้นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) สูงสุดแล้วพบว่า สามารถจัดเข้าองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบและครบทั้ง 45 ตัวแปร โดยตั้งชื่อให้สื่อความหมายได้สอดคล้องครอบคลุมรายการตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบ คือแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้

การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์กับเพื่อน และเจตคติต่อวิชาเคมี

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง โดยปรับแก้รูปแบบสมมติฐานตามค่าดัชนีความกลมกลืน พบว่า ค่าสถิติไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ) มีค่าเท่ากับ 2612.29 มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.0000$ ) ค่าดัชนีรากที่ของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ .040 ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ .90 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีทดสอบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดพฤติกรรมการเรียนวิชาเคมีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน

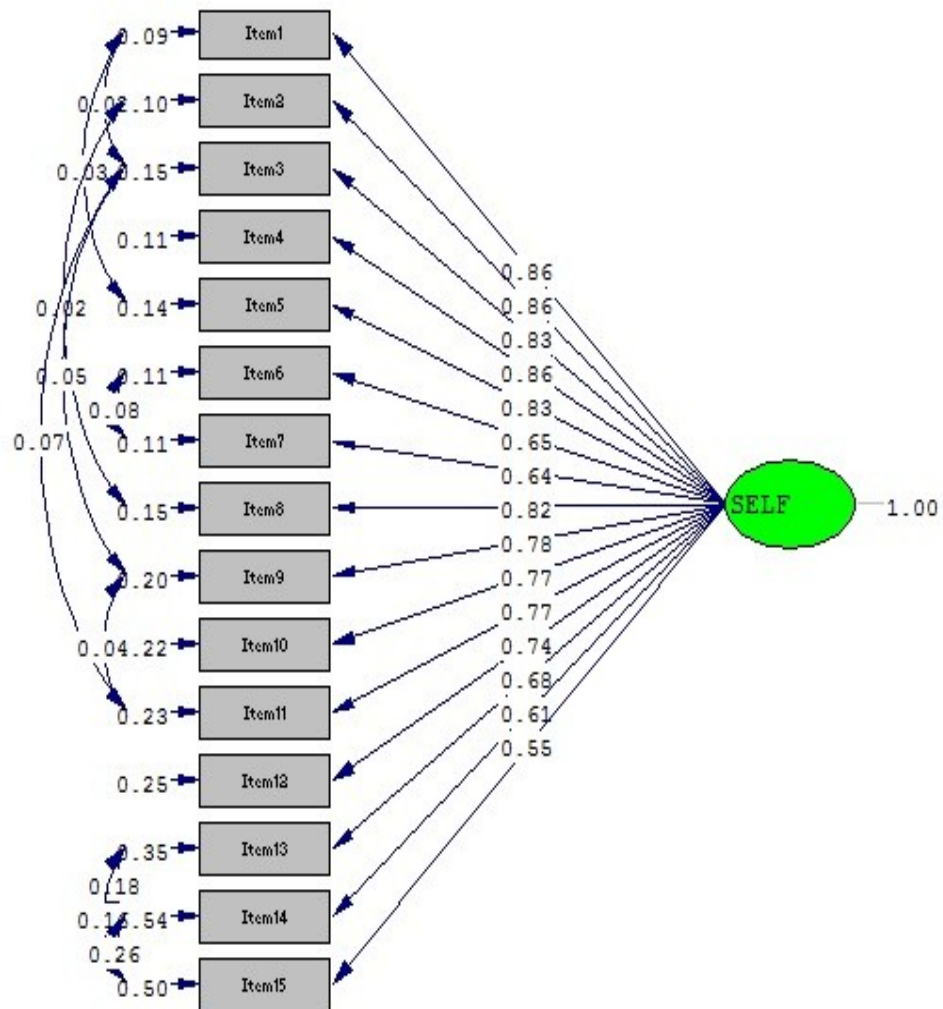
ดัชนีชี้ความเหมาะสมพอดี	ค่าดัชนี
ค่าสถิติไค-สแควร์กำลังสอง ( $\chi^2$ )	2612.29
องศาอิสระ (df)	911
ค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA)	.040
ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (AGFI)	.90

2.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ 45 ตัวแปร นำผลการวิเคราะห์ทั้ง 5 องค์ประกอบ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์กับเพื่อน และเจตคติต่อวิชาเคมี ทำการ

วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (First Order Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งนี้แบ่งออกเป็น 5 โมเดล ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ ประกอบด้วย 15 ตัวแปร ได้ผลการวิเคราะห์ตามภาพที่ 1 และตารางที่ 4



Chi-Square=285.48, df=80, P-value=0.00000, RMSEA=0.047

ภาพที่ 1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้

ตารางที่ 4 น้ำหนักองค์ประกอบและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>	ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>
1	0.86	0.020	43.21	0.17	9	0.78	0.021	37.43	0.06
2	0.86	0.020	42.63	0.16	10	0.77	0.021	36.37	0.08
3	0.83	0.021	40.45	0.07	11	0.77	0.021	36.23	0.04
4	0.86	0.020	42.57	0.18	12	0.74	0.021	34.76	0.07
5	0.83	0.020	40.47	0.09	13	0.68	0.023	30.39	0.03
6	0.65	0.017	38.82	0.08	14	0.61	0.025	24.21	0.01
7	0.64	0.017	38.72	0.07	15	0.55	0.024	23.05	0.01
8	0.82	0.021	40.00	0.10					

$\chi^2 = 285.48$ ,  $df = 80$ ,  $p - value = 0.0000$  RMSEA = 0.047, GFI = 0.97, AGFI = 0.95

จากตารางที่ 4 พบว่า องค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ มี 15 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทุกตัวแปร มีค่าตั้งแต่ .55 ถึง .86 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ตั้งแต่

.017 ถึง .025 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R<sup>2</sup>) ตั้งแต่ .01 ถึง .17 องค์ประกอบที่ 2 การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย 10 ตัวแปร ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามภาพที่ 2 และตารางที่ 5



Chi-Square=90.16, df=28, P-value=0.00000, RMSEA=0.044

ภาพที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

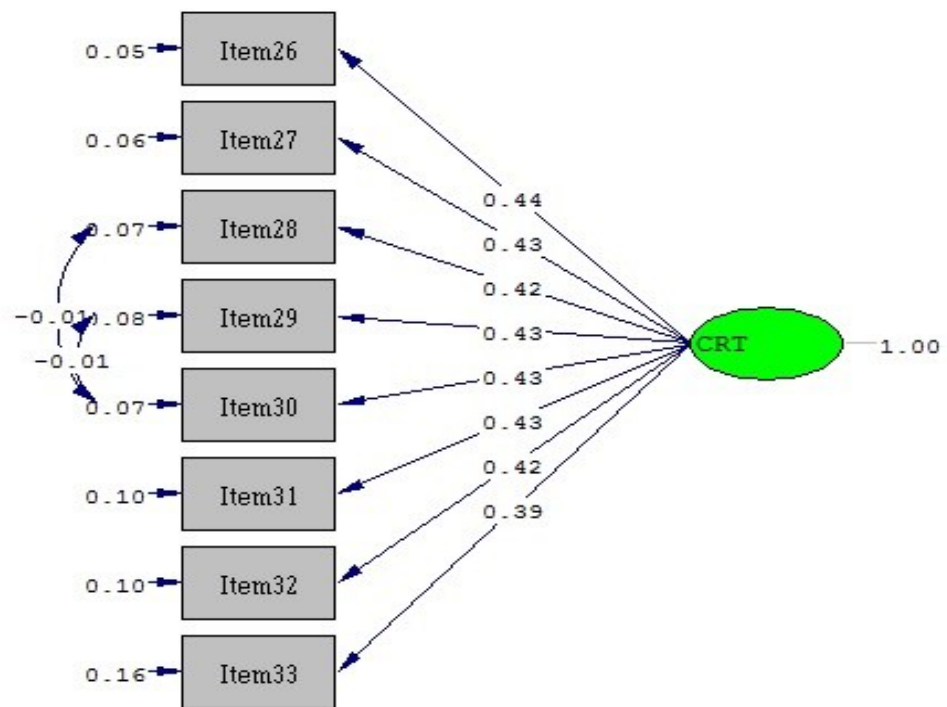
ตารางที่ 5 น้ำหนักองค์ประกอบและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>	ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>
16	0.85	0.020	43.49	0.28	21	0.80	0.020	38.54	0.10
17	0.83	0.020	41.65	0.18	22	0.81	0.021	39.00	0.11
18	0.78	0.020	39.37	0.10	23	0.76	0.021	36.91	0.07
19	0.80	0.020	39.96	0.12	24	0.76	0.021	36.59	0.06
20	0.79	0.020	38.68	0.08	25	0.76	0.021	35.95	0.10

$\chi^2 = 90.16, df = 28, p - value = 0.0000, RMSEA = 0.044, GFI = 0.98, AGFI = 0.97$

จากตารางที่ 5 พบว่า องค์ประกอบของการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ มี 10 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทุกตัวแปร มีค่าตั้งแต่ .76 ถึง .85 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE)

ตั้งแต่ .020 ถึง .021 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R<sup>2</sup>) ตั้งแต่ .06 ถึง .28 องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 8 ตัวแปร ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามภาพที่ 3 และตารางที่ 6



Chi-Square=52.98, df=18, P-value=0.00003, RMSEA=0.041

ภาพที่ 3 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

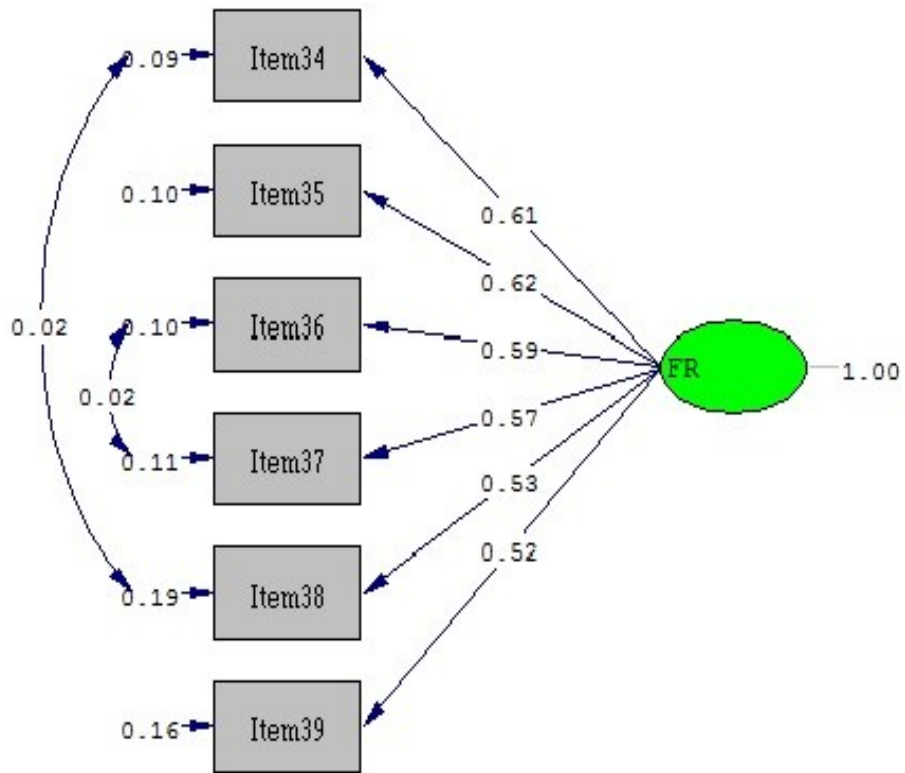
ตารางที่ 6 น้ำหนักองค์ประกอบและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>	ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>
26	0.44	0.011	38.79	0.39	30	0.43	0.012	35.43	0.37
27	0.43	0.011	37.48	0.33	31	0.43	0.013	33.49	0.20
28	0.42	0.012	35.91	0.34	32	0.42	0.013	32.45	0.18
29	0.43	0.012	35.12	0.30	33	0.39	0.014	27.15	0.11

$\chi^2 = 52.98$ ,  $df = 18$ ,  $p - value = 0.00003$  RMSEA = 0.041, GFI = 0.99, AGFI = 0.98

จากตารางที่ 6 พบว่า องค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจำนวนทั้งสิ้น 8 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทุกตัวแปร มีค่าตั้งแต่ .39 ถึง .44 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความคลาดเคลื่อน

มาตรฐาน (SE) ตั้งแต่ .011 ถึง .014 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R<sup>2</sup>) ตั้งแต่ .27 ถึง .39 องค์ประกอบที่ 4 ความสัมพันธ์กับเพื่อน มี 6 ตัวแปร ได้ผลการวิเคราะห์ตามภาพที่ 4 และตารางที่ 7



Chi-Square=14.63, df=7, P-value=0.04102, RMSEA=0.030

ภาพที่ 4 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบความสัมพันธ์กับเพื่อน



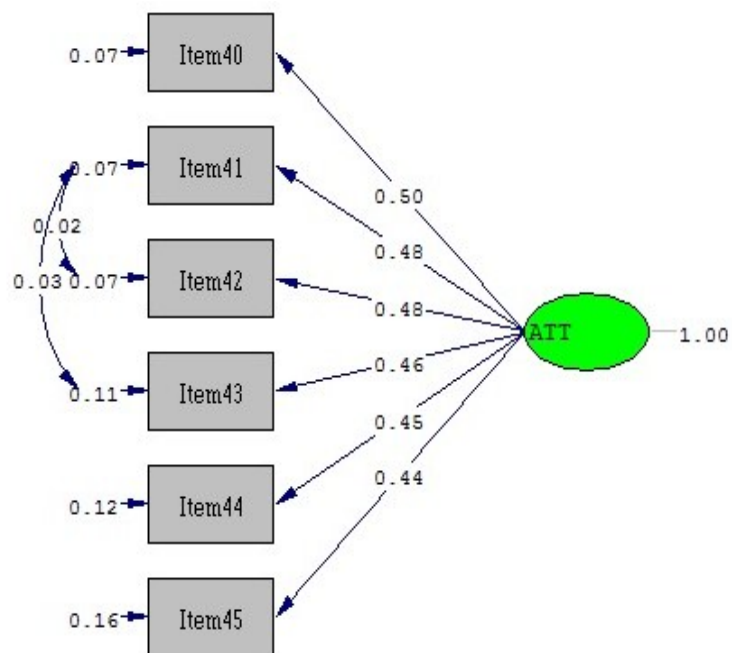
ตารางที่ 7 น้ำหนักองค์ประกอบและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของความสัมพันธ์กับเพื่อน

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>	ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>
34	0.61	0.016	39.36	0.38	37	0.57	0.016	36.31	0.25
35	0.62	0.016	38.88	0.37	38	0.53	0.017	30.68	0.12
36	0.59	0.016	37.37	0.28	39	0.52	0.016	32.38	0.19

$\chi^2 = 14.63$ ,  $df = 7$ ,  $p$ -value = 0.04102 RMSEA = 0.030, GFI = 1.00, AGFI = 0.99

จากตารางที่ 7 พบว่า องค์ประกอบของความสัมพันธ์กับเพื่อน มีจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทุกตัวแปร มีค่าตั้งแต่ .52 ถึง .62 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความคลาดเคลื่อน

มาตรฐาน (SE) ตั้งแต่ .016 ถึง .017 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R<sup>2</sup>) ตั้งแต่ .12 ถึง .38 องค์ประกอบที่ 5 เจตคติต่อวิชาเคมี มี 6 ตัวแปร ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามภาพที่ 5 และตารางที่ 8



Chi-Square=26.80, df=7, P-value=0.00036, RMSEA=0.049

ภาพที่ 5 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมี

ตารางที่ 8 น้ำหนักองค์ประกอบและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของเจตคติต่อวิชาเคมี

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>	ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R <sup>2</sup>
40	0.50	0.013	37.64	0.53	43	0.46	0.014	32.91	0.24
41	0.48	0.013	37.11	0.28	44	0.45	0.014	31.90	0.28
42	0.48	0.013	36.92	0.41	45	0.44	0.015	28.68	0.21

$\chi^2 = 26.80, df = 7, p - value = 0.00036$  RMSEA = 0.049, GFI = 0.99, AGFI = 0.98

จากตารางที่ 8 พบว่า องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี มีจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกทุกตัวแปร มีค่าตั้งแต่ .44 ถึง .50 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ตั้งแต่ .013 ถึง .015 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R2) ตั้งแต่ .21 ถึง .53

**สรุปผลการวิจัย**

**1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ**

องค์ประกอบเชิงสำรวจของพฤติกรรมการเรียนวิชาเคมีที่เอื้อต่อการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป และมีตัวบ่งชี้อย่างน้อย 3 ตัวขึ้นไป พบว่ามีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของพฤติกรรมการเรียนวิชาเคมีที่เอื้อต่อการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน

องค์ประกอบ	ชื่อองค์ประกอบ	ตัวแปร (ข้อ)
1	แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้	15
2	การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์	10
3	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	8
4	ความสัมพันธ์กับเพื่อน	6
5	เจตคติต่อวิชาเคมี	6
<b>รวม</b>		<b>45</b>

**2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง**

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งในภาพรวม พบว่า องค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยปรับแก้รูปแบบสมมติฐานตามค่าดัชนีความกลมกลืน พบว่าค่า ไค-สแควร์ ( $\chi^2$ ) มีค่าเท่ากับ 2612.29 มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.0000$ ) ค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดล (GFI) = 0.91 ค่าดัชนีปรับแก้ความกลมกลืน (AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.90 ค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ .040 และสามารถนำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาเป็นองค์ประกอบที่เรียนรู้รับความท้าทายในวิชาเคมีได้

**อภิปรายผลการวิจัย**

องค์ประกอบของพฤติกรรมการเรียนวิชาเคมีที่เอื้อต่อการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .55 ถึง .86 เมื่อพิจารณาข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 1 แล้วส่วนใหญ่จะกล่าวถึงพฤติกรรมในการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียน เช่น นักเรียนเชื่อมั่นว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ นักเรียนสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือความรู้ในวิชาเคมีที่มีอยู่ให้กับผู้อื่นได้ เป็นต้น ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของ สุริยา มมประโคน (2555)

ที่ได้วิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดบุรีรัมย์ ที่พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ตั้งชื่อขึ้นว่า แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ มีความเกี่ยวข้องและแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่จะเรียนในวิชาเคมีได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีแรงจูงใจ และมีนิสัยใฝ่เรียนรู้จึงจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ของวิชาเคมีอยู่ในระดับที่ดีได้ องค์ประกอบที่ 2 การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .76 ถึง .85 เมื่อพิจารณาข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 2 แล้วส่วนใหญ่จะกล่าวถึง พฤติกรรมในการเรียนรู้ด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน เช่น นักเรียนยอมรับว่าข้อมูลข่าวสารในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ นักเรียนมีความเต็มใจใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อินทราอรอบรู้ (2553) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่ 3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .704 ถึง .872 เมื่อพิจารณาข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 3 แล้วส่วนใหญ่จะกล่าวถึง พฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นมากเมื่อเรียนวิชาเคมี นักเรียนมักจะค้นหาคำตอบในวิชาเคมีด้วยวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ เป็นต้น สอดคล้องกับ เอกสิทธิ์ ศรีเมือง (2556) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดศรีสะเกษ : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ พบว่า ตัวแปรทุกตัวในโมเดลมีนัยสำคัญทางบวกต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ .01 แสดงให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์มีผลมาจากการมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยพยายามสร้างสรรค์องค์ความรู้ วิธีการคิด วิธีการเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นนั่นเอง องค์ประกอบที่ 4 “ความสัมพันธ์กับเพื่อน” ค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง ระหว่าง .804 ถึง .881 เมื่อพิจารณาข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 4 แล้วส่วนใหญ่จะกล่าวถึงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์ภาพเพื่อนร่วมชั้น เช่น เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจในบทเรียนวิชาเคมีเพื่อนจะช่วยแนะนำ และอธิบายให้เข้าใจเสมอ เมื่อนักเรียนไม่ได้เข้าเรียน เพื่อนจะนำเอกสารหรืออธิบายเนื้อหา นั้นทำให้เข้าพบบรรยากาศได้ทันเพื่อน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงาน

วิจัยของ จริญญา ขุนเศรษฐ์ (2551) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิมนทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเรียนมีความรับผิดชอบในเนื้อหาตนเองที่ได้รับ สามารถถ่ายทอดความรู้และอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ช่วยส่งเสริมกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือกันและกันในกลุ่ม อีกทั้งยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์กับเพื่อนมีผลทำให้นักเรียนเรียนในวิชานั้นด้วย องค์ประกอบที่ 5 “เจตคติต่อวิชาเคมี” ค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .743 ถึง .840 เมื่อพิจารณาข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 5 แล้วส่วนใหญ่จะกล่าวถึงเจตคติเกี่ยวกับวิชาเคมี เช่น วิชาเคมีเป็นวิชาที่ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล วิชาเคมีทำให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหา เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2556) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่าเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาคิดว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ .05 ทำให้เห็นว่าเจตคติในวิชาเคมีเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนวิชาเคมีที่จะพัฒนาให้นักเรียนต้องการที่จะเรียนรู้และศึกษาในวิชาเคมีได้

#### ข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของพฤติกรรมการเรียนวิชาเคมีที่เอื้อต่อการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐานนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะพัฒนารูปแบบในการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.ธีรวิมล เอกะกุล และ ผศ.ดร.สุดาพร ตั้งควนิช อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาคอยให้คำแนะนำ ตลอดจนให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยพร้อมทั้งดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ของงานวิจัย ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จและมีความสมบูรณ์

### เอกสารอ้างอิง

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา, สำนักงาน. ข้อมูลจำนวนนักเรียนปีการศึกษา 2558. (ออนไลน์) 2558 (อ้างเมื่อ 3 กรกฎาคม 2558). จาก <http://www.mskyt28.info>

จรรยา ขุนเศรษฐ์. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2551.

दनัย เทียนพุด. การเรียนรู้บนความท้าทาย. (Challenge Based Learning). กรุงเทพฯ: ฮิวแมน แคนพิตอล, 2557.

ทีศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น LISREL. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.

สุรียา มมประโคน. การวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2549.

อภิชัย เหล่าพิเดช. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์-มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2556.

อรนิตย์ สุวรรณไตรย์. สภาพและปัญหาการบริหารงานวิชาการ โรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดอุบลราชธานี. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย พิษณุพรรณ. 10, 1 (มกราคม-มิถุนายน 2558): 103-111.

อินทิรา ครอบรู้. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

เอกสิทธิ์ ศรีเมือง. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดศรีสะเกษ : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.

Dahsah, C. and Kruatong, T. Quantitative Chemistry Teaching and Learning at the High School Level: A Case Study in Thailand. *The International Journal of Learning*. 17, 9 (2010).

Johnson, L. and Adams, S. *Challenge Based Learning: The Report from the Implementation Project*. Austin Texas: The New Media Consortium, 2011.